

Contractor: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie  
și Protecția Mediului – ICPA București INCDPAPM-ICPA București  
Cod fiscal: RO 18107639

**RAPORT ANUAL DE ACTIVITATE**  
**privind desfășurarea programului nucleu**  
**Soluri durabile pentru o agricultură performantă și un mediu sănătos – SAPS**  
**PN 19 34**  
**anul 2021**

**Durata programului: 4 ani**

**Data începerii: 13.02.2019**

**Data finalizării: 10.12.2022**

1. **Scopul programului:** În ultimii ani la toate nivelurile societății s-a conștientizat faptul că solul este o resursă naturală cheie foarte complexă. Din acest motiv a 68<sup>a</sup> Adunare Generală a ONU a declarat anul 2015 ca An Internațional al Solului cu scopul creșterii grijii și înțelegerii privind importanța solului pentru securitatea alimentară și funcțiile esențiale ale ecosistemelor. Uniunea Internațională a Societăților de Știința Solului a proclamat perioada 2015-2024 ca Decada Internațională a Solurilor. Al 7<sup>lea</sup> Program de Acțiune al Mediului care a început în anul 2014 recunoaște că degradarea solului este o provocare majoră. Acest program are ca scop să asigure condițiile ca în anii următori solurile și terenurile să fie gestionate sustenabil în Uniunea Europeană, să fie protejate corespunzător și să se asigure remedierea siturilor contaminate. El își propune ca Uniunea Europeană și statele ei membre să crească eforturile pentru diminuarea presiunilor antropice asupra solurilor. În raportul Societății Academiei Europene (EASAC) din anul 2018 privind Provocările și Oportunitățile pentru Sustenabilitatea Solurilor în Europa se menționează dificultatea integrării cerințelor agriculturii cu cerințele serviciilor ecosistemice ale solului prin care sunt produse bunuri pentru întreaga societate. Programul propus are ca scop efectuarea de cercetări pentru managementul durabil al solurilor în vederea asigurării securității alimentare în condițiile menținerii funcțiilor ecosistemice ale solului. Programul propus se integrează în cerințele impuse de Consiliul European de Cercetare, Agenda Strategică de Cercetare Europeană pentru Abordarea Integrată a Amenajării Teritoriului Folodinței Terenului și Gestionării Solului finalizată în anul 2017 pe baza rezultatelor proiectului Orizont 2020 INSPIRATION la care INCDPAPM-ICPA a fost partener. De asemenea programul propus se încadrează în strategiile naționale pentru dezvoltarea durabilă a agriculturii în condițiile asigurării protecției mediului.

2. **Modul de derulare al programului:**

**2.1. Descrierea activităților** (utilizând și informațiile din rapoartele de fază, Anexa nr. 10)

**Obiectiv 1: Recunoașterea valorii serviciilor ecosistemice în procesul de decizie asupra utilizării terenului**

**PN 19 34 01 01 Contribuția funcțiilor solului la serviciile ecosistemice raportată la condițiile pedo-geo-climatice locale și la folosința actuală și istorică a terenurilor ca suport pentru politicile de agro-mediu**

**Faza 5/2021 (Etapa 1) - Evaluarea și cartografierea contribuției potențiale a solului la furnizarea de servicii ecosistemice**

În cadrul fazei 5 a acestui proiect, s-a realizat generarea hărților grid cu proprietăți de sol utilizând datele istorice actualizate pentru studiul de caz, a fost realizat un Sistem Informatic Geografic pentru evaluarea contribuției potențiale a solului la furnizarea de servicii ecosistemice prin utilizarea setului preliminar de indicatori pentru studiul de caz, au fost dezvoltate metadate pentru straturile de date spațiale construite în conformitate cu normele INSPIRE de metadate spațiale și s-a finalizat setul de indicatori pedo-geo-climatici adecvați pentru funcțiile solului. O parte din rezultatele obținute au fost publicate în două lucrări științifice.

## **Faza 6/2021 (Etapa 1) - Identificarea zonelor umede care au suferit schimbări majore de folosință a terenurilor cu implicații asupra serviciilor ecosistemice**

În cadrul fazei 6 a acestui proiect s-a realizat un inventar al surselor de date și informațiilor pedologice disponibile pentru zonele umede. Datele pedologice identificate au fost organizate pe baza mai multor criterii: după zona descrisă (Lunca Dunării, Delta Dunării); după sursa datelor (studii din arhivă, hărți de sol, lucrări, științifice, teze de doctorat, cărți, monografii); după formatul datelor (letric, digital). De asemenea, au fost identificate zonele umede din Lunca și Delta Dunării care au suferit o schimbare de folosință importantă în ultimul secol, pe baza materialelor cartografice vechi existente și a datelor actuale. Au fost ilustrate grafic zone reprezentative afectate de lucrări de îndiguire – desecare. Suprafața îndiguită desecată din Lunca Dunării însumează 386.000 ha, respectiv cca. 90% din potențialul îndiguit de 438.500 ha, în Delta Dunării suprafața îndiguită-desecată acoperă aproximativ 49.000 ha.

O parte din rezultatele acumulate au fost utilizate pentru realizarea unei prezentări în cadrul unei întâlniri de lucru, având tema "Soluții specifice pentru adaptarea agriculturii locale în zone de luncă la schimbările climatice".

## **Obiectiv 3: Sisteme agricole pentru menținerea fertilității solului în condițiile asigurării necesarului de hrană**

### **PN 19 34 03 01 Produse inovative destinate agriculturii durabile și securității alimentare în contextul schimbărilor globale**

## **Faza 5/2021 (Etapa 1) - Validarea tehnologiilor de obținere a biofertilizanților, obținerea de mostre de hidrolizate proteice și biofertilizanți și caracterizarea acestora în vederea autorizării pentru utilizare în agricultură**

Activitățile de cercetare desfășurate în cadrul etapei I (faza 5)/2021 au urmărit în primul rând validarea tehnologiei de obținere a hidrolizatelor proteice, ca primă etapă în procesul de validare a tehnologiei de obținere a biofertilizanților; obținerea de mostre de hidrolizate proteice prin tehnologia implementată și validată la fază de laborator în anul anterior; obținerea de mostre de biofertilizanți și caracterizarea acestora pentru determinarea eficienței agrochimice în vederea utilizării în agricultură. În cadrul etapei s-au desfășurat următoarele activități:

### **Activitatea 1. Tehnologie la faza de laborator de obținere a hidrolizatului proteic**

A fost selectată și elaborată schema procesului de hidroliză a biomasei vegetale, s-au stabilit condițiile de proces și verificat în condiții de laborator. Ca etapă în stabilirea parametrilor de operare pentru elaborarea și validarea tehnologiei de hidroliză a biomasei vegetale pentru obținerea de hidrolizate proteice, ca materii prime în procesul de elaborare a biofertilizanților, au fost analizate influențele concentrației de enzimă, a masei supuse procesului de hidroliză, timpului de operare și a pH-ului asupra gradului de hidroliză determinat prin analiza azotului din supernatantul separat. Experimentările pentru stabilirea parametrilor procesului de hidroliză și de validare a tehnologiei, inclusiv de calcul al bilanțului de masă s-au desfășurat pe șrotul de soia cu un conținut de 7,20 – 7,30% azot organic. A fost elaborat și calculat bilanțul de masă pentru procesul de hidroliză enzimatică. S-a elaborat și validat tehnologia la faza de laborator de obținere a hidrolizatului proteic pentru formularea biostimulanților.

### **Activitatea 2. Obținerea de mostre de biostimulanți în vederea caracterizării fizico-chimice și determinării eficienței agrochimice**

S-au obținut trei mostre experimentale de biostimulanți la faza de laborator și s-au caracterizat din punct de vedere fizico-chimic în vederea testării agrochimice. Cei trei biofertilizanți experimentali au vizat matrici complexe care să conțină materie organică, amoniacizi, mezo și microelemente, definite astfel:

√ varianta "HV-F" – ce conține hidrolizat proteic și extract din alge, cu sulf, fier, cupru, mangan, zinc, molibden;

√ varianta "ALG-F" – ce conține extract din alge, cu sulf, fier, cupru, mangan, zinc, molibden;

√ varianta "VALH-F" – ce conține hidrolizat proteic, extract din alge și substanțe humice, cu sulf, fier, cupru, mangan, zinc, molibden.

Biostimulanții obținuți experimental la fază de laborator utilizând hidrolizat proteic și/sau extractul de alge și/sau substanțele humice și caracterizați fizico-chimic, conțin: materie organică cuprinsă între 60 – 210 g/dm<sup>3</sup>;

azot organic între 2 – 27 g/dm<sup>3</sup>; fosfor de natură organică între 2 – 5 g/dm<sup>3</sup>; potasiu între 8 - 30 g/dm<sup>3</sup>; total mezo și microelemente între 22 – 35 g/dm<sup>3</sup>.

### Activitatea 3. Elaborarea schemei de testare experimentală a biostimulanților în vederea determinării eficienței agrochimice a acestora

Testarea agrochimică a biofertilizanților se realizează conform schemelor experimentale elaborate pentru determinarea eficienței agrochimice a biofertilizanților, în Rețeaua națională de testare a fertilizanților, respectiv la:

✓ Institutul de Cercetări Biologice (ICB) - Punct de lucru Iași la culturile de viță de vie, sfecla de zahăr (în câmp experimental) și tomate în spațiu protejat (solar);

✓ Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Pitești la culturile de grâu, soia și floarea-soarelui.

Aplicarea extraradiculară a celor trei biofertilizanți experimental s-a realizat astfel: doza de aplicare 2,5 litri/ha pentru culturile de de grâu, soia, floarea-soarelui, sfecla de zahăr și tomate în spațiu protejat (solar), respectiv doza de aplicare 5 litri/ha pentru viță-de-vie, concentrația soluției aplicate 0,5% (v/v), număr de aplicații extraradiculară: 3 în timpul vegetației, schema experimentală utilizată a fost randomizată în trei repetiții.

Toți indicatorii prevăzuți în cadrul fazei 5 au fost realizați integral.

### Faza 6/2021 (Etapa 1) - Optimizarea formulelor produselor inovative și validarea datelor tehnice și a tehnologiilor de obținere; Evaluarea eficienței și eficacității agrochimice a produselor biofertilizante inovative, diseminarea rezultatelor

Activitățile de cercetare desfășurate în cadrul etapei I (faza 6)/2021 au urmărit obținerea biostimulanților cu structuri sinergice de nutrienți și compuși bioactivi naturali, caracterizarea fizico-chimică în vederea evaluării eficienței agrochimice, validarea datelor tehnice în vederea elaborării tehnologiei de obținere a biostimulanților (schemă și parametri, bilanțuri preliminare de masă), evaluarea eficienței agrochimice a biostimulanților și diseminarea rezultatelor. În cadrul etapei s-au desfășurat următoarele activități:

#### Activitatea 1. Raport de validare a datelor tehnice în vederea elaborării tehnologiei de obținere a biofertilizanților

Biofertilizanții experimentali obținuți, ce reprezintă obiectivul proiectului, respectiv acceptați pentru utilizare în agricultura ecologică, au fost elaborați în conformitate cu Regulamentul (CE) 834/2007 al Consiliului și cu Regulamentul 889/2008 al Comisiei, anexa 1, precum și Regulamentul EC 2003/2003. Biofertilizanții experimentali reprezintă variante care conțin materie organică (extract din alge, hidrolizat proteic și extract din alge cu/fără substanțe humice) cu sulf, fier, cupru, mangan, zinc și molibden. Profilul aminoacizilor totali și liberi din probele de hidrolizat proteic obținute în procesul de hidroliză enzimatică a șrotului de soia, determinate prin metoda HPLC, sunt prezentate în figura 1.

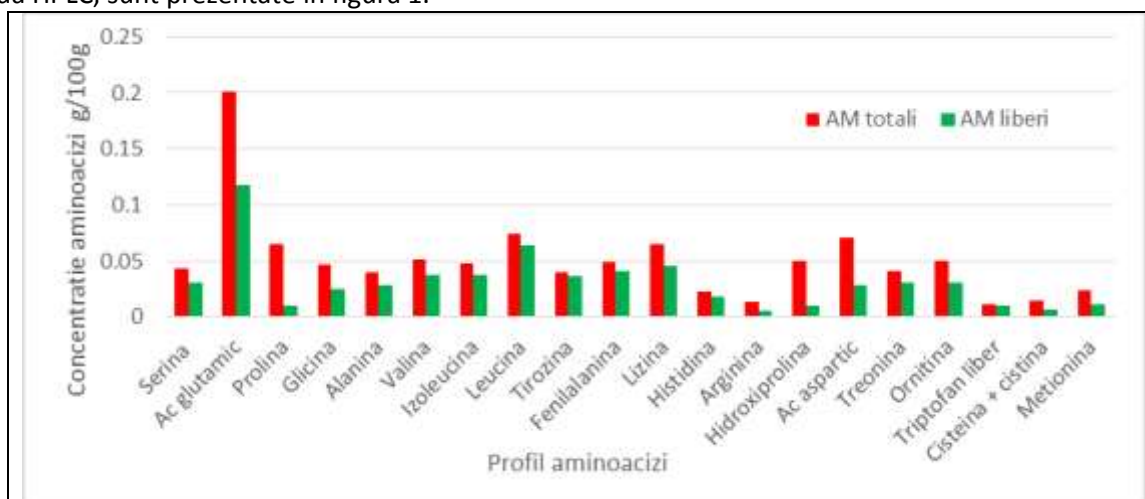


Fig. 1. Profilul aminoacizilor totali și liberi din probele de hidrolizat proteic obținute în procesul de hidroliză enzimatică a șrotului de soia

Substanțele humice au fost extrase din masă cărbunoasă (lignit) în mediu alcalin de hidroxid de potasiu, iar extractul de alge marine utilizat a fost din specia *Ascophyllum nodosum*. Microelementele fier, cupru, zinc și mangan au fost utilizate chelatare cu EDTA. În tehnologiile de obținere la faza de laborator a biostimulanților, etapele de proces au fost de tip procese fizice, respectiv procese fizico-chimice (de chelatare, complexare). Au

fost elaborate și calculate bilanțurile de masă obținute experimental în etapa de validare preliminară a tehnologiilor la fază de laborator pentru cei trei biostimulanți (HV – F, ALGA – F și VALH – F), utilizând materiile prime și procesele prezentate anterior. Pierderile generale pentru procesul preliminar la faza de laborator de obținere a biostimulanților au fost de sub 0,3%.

### **Activitatea 2. Raport privind testarea agrochimică a biofertilizanților și determinarea eficienței agrochimice**

Testările experimentale efectuate prin aplicarea foliară a biostimulanților (HV-F, ALG-F și VALH-F) în livada intensivă cu viță-de-vie (Chasselas dore), au fost amplasate pe un antrosol hortic cerno-cambic (în condiții de neirigare), la cultura de tomate (Precos) în spațiu protejat (solar), experiențele au fost amplasate pe un antrosol hortic cerno-cambic, în condiții de irigare prin picurare, la cultura de sfeclă de zahăr (Pintea) în câmp experimental pe cernoziom cambic vertic neirigat, iar la culturile de grâu (Trivale), soia (Raluca TD) și floarea-soarelui (PG 4) pe un luvosol albic stagnic.

Cele mai mari sporuri obținute față de martorul nefertilizat (cuprinse între 42% și 55%), pentru culturile de viță de vie, tomate și sfeclă de zahăr s-au evidențiat pentru varianta VALH-F, care prezintă o matrice organică complexă ce conține atât extract de alge marine și hidrolizat proteic, cât și substanțe humice.

Sporurile de producție obținute față de martor prin aplicarea celor trei biostimulanți s-au situat la cultura de grâu de toamnă între 46% (VALH-F) și 60% (HV-F), la floarea-soarelui între 2% (VALH-F) și 9% (ALG-F), iar la cultura de soia între 24% (ALG-F) și 38% (HV-F, respectiv VALH-F).

Totodată, rezultatele obținute experimental, referitoare la influența fertilizării foliare asupra potențialului fotosintetic, au evidențiat sporuri asigurate statistic distinct semnificative și foarte semnificative față de martor, atât pentru fiecare pigment asimilator în parte, cât și pentru conținutul total de pigmenți asimilatori prin aplicarea a câte trei tratamente foliare, sporuri cuprinse între 45% și 63%.

### **Activitatea 3. Diseminarea rezultatelor**

Au fost elaborate și transmise spre publicare în reviste de specialitate trei articole științifice și s-a participat la un Simpozion științific.

Toți indicatorii prevăzuți în cadrul fazei 6 au fost realizați integral.

## **PN 19 34 03 02 Sistem inovativ pentru discriminare între agricultura ecologică și cea convențională destinat siguranței alimentare**

### **Faza 2a/2021 (Etape 2+3) - Evaluarea condițiilor naturale și a pretabilității pentru sisteme de agricultură conservativă și influența utilizării amendamentelor**

În cadrul acestei etape s-a elaborat raportul privind managementul îngrășămintelor minerale și organice pentru maximizarea indicilor de valorificare a elementelor de nutriție în condițiile de protecția mediului. Au fost prezentate rezultatele obținute din câmpurile experimentale de lungă durată fertilizate cu diferite doze de îngrășămintă, în care s-a prezentat efectul acestora asupra elementelor de nutriție și a gradului de eficientizare a nutrienților. Bilanțul elementelor de nutriție fiind utilizat pentru a evalua durabilitatea și efectele pe termen lung a managementului nutrienților în agroecosisteme, pentru gestionarea durabilă a fertilității solului.

Pentru adaptarea sistemului de agricultură la schimbările climatice, au fost recoltate probe de sol din experieța de lungă durată din cadrul INCDA Funduea. În câmpul experimental au fost utilizate diferite sisteme de lucrări ale solului în scopul prevenirii degradărilor fizice, chimice și biologice ale solului. S-au efectuat analizele de laborator, rezultatele obținute au fost prelucrate statistic prin analiza variației. S-a determinat conținutul de humus, azot, fosfor, potasiu și reacția solului, rezultatele fiind prezentate în raportul de activitate al fazei. Sistemele minime de lucrare a solului reprezintă alternative la sistemul convențional de lucrare a solului prin efectele de conservare a însușirilor solului și producțiile asigurate.

Pentru evaluarea influenței utilizării amendamentelor asupra producției agricole și caracteristicilor fizico-chimice ale solurilor acide au fost recoltate probe de sol din câmpurile experimentale amplasate în cadrul SCDA Pitești (Albota) în care au fost utilizate diferite doze de amendamente, s-a efectuat analiza agrochimică a probelor.

Pentru constituirea unui palier pentru terenurile agricole cu valoare naturală ridicată - HNV (High Nature Value Farmlands) în sistemul național de monitoring al calității solului s-au recoltat probe de sol din arealele HNV și au fost efectuate analizele de laborator ale probelor.

Din rezultatele obținute au fost realizate două lucrări științifice, acestea fiind în curs de publicare.

#### **Obiectiv 4: Furnizarea de capital și servicii ecosistemice: Biodiversitate, resurse de organisme și resurse genetice**

##### **PN 19 34 04 01 Dezvoltarea unor instrumente inteligente pentru cuantificarea microbiotei solului ca furnizor de servicii ecosistemice pentru securizarea resursei naturale de sol în contextul schimbărilor climatice**

Obiectivul general al proiectului este compartimentat în trei obiective principale, corelate și interdependente:

I. Dezvoltarea unor instrumente inteligente pentru cuantificarea biodiversității microorganismelor solului ca furnizor de servicii ecosistemice/evaluarea potențialului de habitat al solului pentru biodiversitate.

II. Dezvoltarea unor instrumente pentru evaluarea unor servicii ecosistemice furnizate de biodiversitatea microorganismelor din sol și anume: controlul fitopatogenilor cu origine în sol, respectiv, acumularea și menținerea rezervei de carbon organic în sol.

III. Dezvoltarea unui sistem integrat de monitoring și bază de date privind biodiversitatea și serviciile ecosistemice furnizate de sol în funcție de condițiile eco-pedo-climatice specifice și istoricul folosinței terenurilor pentru gestionarea inteligentă și durabilă a resursei de sol.

##### **Faza 5/2021 (Etapa 1) – Evaluarea calității de habitat pentru biodiversitate a solului colectat din ZONA 3. Testarea influenței nano-compușilor de origine microbiană asupra serviciilor ecosistemice de control al fitopatogenilor din sol și acumulării carbonului; colectare date teren ZONA 4**

Activitățile desfășurate în faza 5 din anul au urmărit îndeplinirea obiectivelor generale ale proiectului și cele ale fazei împărțite în două module de activități:

**I. Elaborare de proceduri operaționale pentru cuantificarea biodiversității, funcțiilor și interacțiunilor microbiotei solului ca furnizor de servicii ecosistemice** cu 3 activități complementare:

**I.1. Determinări analitice în laborator pentru analize microbiologice colectate în Faza 3** (determinări cantitative și calitative de microfloră bacteriană și fungică heterotrofă), fizice (textura, densitate aparentă) și chimice (pH, Carbon organic total, azot total).

Datele analitice cuprinse în buletine de analize pentru fiecare parametru investigat vor fi prelucrate pentru identificarea corelațiilor existente între biodiversitatea solului, funcțiile solului și serviciile ecosistemice, în observatoare pe termen lung, reprezentative pentru tipurile de sol, climă și utilizarea terenurilor din România.

**I.2. Experimentarea sintezei biogenice de nanoparticule de argint și analiza comparativă a acestora cu ajutorul spectrofotometriei și TEM.**

Activitățile desfășurate în faza 5, 2021 a proiectului au urmărit îndeplinirea obiectivelor generale ale proiectului și cele ale fazei prin: realizarea de teste în laborator privind capacitatea antagonistă a nanoparticulelor de argint de origine biogenă față de fitopatogeni cu origine în sol; diseminarea rezultatelor prin participare la o manifestare științifică, elaborarea și publicarea unei lucrări științifice originale într-o revistă de specialitate indexată ISI

**I.3. Analiza influenței biostimulatorie/inhibitorie a precursorilor humici asupra activității enzimatică, biomasei și a evoluției biodiversității microflorei din micro- și macroagregatele de sol.**

Activitățile desfășurate în cadrul acestei etape de implementare a proiectului au avut ca scop îndeplinirea obiectivului general ale proiectului și al obiectivului fazei.

Pentru îndeplinirea obiectivului fazei, țintele stabilite au fost realizate prin:

- analizarea diferențelor dintre două tipuri de soluri (Luvosol Albic, Aluviosol gleic molic) sub aspectul gradului de bioacumulare a precursorilor humici;
- evidențierea cromatografică a acumulărilor organice, calitative, după 90 de zile, în fracțiile și subfracțiile humice ale celor două tipuri de sol;
- determinarea spectrofotometrică a conținutului de acizi fulvici (AF) al solurilor selectate, tratate cu doze diferite de inocul, atât în faza inițială cât și finalul experimentului;
- extragerea de ADN din sol, izolarea și compararea secvențelor genelor specifice;
- evaluarea purității și a randamentului, sub aspectul contaminării cu acizi humici sau proteine, a probelor din cele două tipuri de sol, pe baza rapoartelor de absorbție;
- determinarea spectrofotometrică a concentrației acizilor nucleici prezenți în probele de sol analizate;
- evaluarea cantitativă a biomasei microbiene produsă sub influența consorțiului selectat și inoculat în doze diferite;
- analizarea gradului de integrare a precursorilor humici, al compatibilității cu microflora rezidentă în cele două soluri, prin indicatori ecologici;

- determinarea prin FTIR a conținutului de grupe reactive din spectrul inițial și final, după integrarea precursorilor humici biosintetizați, în cele două tipuri de sol;
- estimarea efectului de priming microbial, de amorsare a proceselor biogeochimice, reflectat în nivelul potențial de respirație a solului

## **II. Activitate de colectare date teren ZONA 4.: RD IV Sud-Vest Oltenia (DJ, GJ, MH, OT, VL) + RD 5 Vest (AR, CS, HD, TM).**

În cadrul fazei 5 a PN19\_34.04.01 Dezvoltarea unor instrumente inteligente pentru cuantificarea biodiversității microbiotei solului ca furnizor de servicii ecosistemice pentru securizarea resursei naturale de sol în contextul schimbărilor climatice, având în vedere obiectivului principal III Dezvoltarea unui sistem integrat de monitoring și bază de date s-a desfășurat activitatea de colectare date teren din Zona IV Regiunea de Dezvoltare **IV Sud-Vest Oltenia** care cuprinde județele Dolj, Gorj, Mehedinți, Olt și Vâlcea + Regiunea de Dezvoltare **V Vest** care cuprinde județele Arad, Caraș-Severin, Hunedoara și Timiș.

Rezultatele obținute în cadrul fazei 5 a proiectului au fost valorificate prin:

- participare la Conferința Internațională „**Agriculture for Life, Life for Agriculture**”, București, din 3-5 Iunie 2021, cu o comunicare științifică (prezentarea unui poster) și
- publicarea unei lucrări științifice originale cu titlul: EFFECT OF PERLITE AND NATURAL BIOSTIMULATORS AND FERTILIZERS ON MICROBIAL ACTIVITY IN OIL-POLLUTED SOIL (autori: Matei Gabi-Mirela, Matei S., Drăghici Elena Maria), în revista (ISI): Horticulture: Scientific Papers. Series B Horticulture, vol.LX, nr.1&2 (acceptată spre publicare).

## **Faza 6/2021 (Etapa 1) – Evaluarea calității de habitat pentru biodiversitate a solului colectat din ZONA 4. Testarea influenței nano-compuşilor de origine microbială asupra serviciilor ecosistemice de control al fitopatogenilor din sol și acumulării carbonului; colectare date teren ZONA 5**

Activitățile desfășurate în faza 6/2021 a urmărit îndeplinirea obiectivelor generale ale proiectului și cele ale fazei împărțite în două module de activități:

### **1. Elaborare de proceduri operaționale pentru cuantificarea biodiversității, funcțiilor și interacțiunilor microbiotei solului ca furnizor de servicii ecosistemice** cu 3 activități complementare:

**1.1. Determinări analitice în laborator pentru analize microbiologice colectate în Faza 5** (determinări cantitative și calitative de microfloră bacteriană și fungică heterotrofă), fizice (textura, densitate aparentă) și chimice (pH, Carbon organic total, azot total).

Datele analitice cuprinse în buletine de analize pentru fiecare parametru investigat vor fi prelucrate pentru identificarea corelațiilor existente între biodiversitatea solului, funcțiile solului și serviciile ecosistemice, în observatoare pe termen lung, reprezentative pentru tipurile de sol, climă și utilizarea terenurilor din România.

**1.2. Experimentarea sintezei biogenice de nanoparticule de argint și analiza comparativă a acestora cu ajutorul spectrofotometriei și TEM.**

Activitățile desfășurate în faza 6, 2021 a proiectului au urmărit îndeplinirea obiectivelor generale ale proiectului și cele ale fazei prin: evaluarea rezultatelor testelor in vitro privind efectului inhibitor al nanoparticulelor de argint de origine biogenă față de fitopatogeni cu origine în sol; diseminarea rezultatelor prin publicarea unei lucrări științifice originale într-o revistă de specialitate indexată ISI.

**1.3. Analiza influenței biostimulatorie/inhibitorie a precursorilor humici asupra activității enzimatică, biomasei și a evoluției biodiversității microflorei din micro- și macroagregatele de sol.**

Studierea efectului precursorilor humici (PreHS) biosintetizați de consorțiile C1-C4 asupra creșterii plantelor presupune urmărirea evoluției țesuturilor meristematice, care formează în permanență celule, dar care se dezvoltă inegal, pe zone distincte, în cadrul sistemului radicular. Stabilirea influențării zonelor de creștere de către PreHS s-a realizat prin utilizarea de semințe germinate de *Vicia faba* și de *Pisum sativum* cu radicule de 1,7-2cm, marcate cu linii succesive la 1mm și evitând inducția geotropă. Rezultatele privind creșterea zonelor marcate s-au consemnat constant la 24h prin măsurarea distanțelor dintre zonele inițial echidistante. În camerele de germinare cu Ø 150mm, cu 20 semințe/vas, pe substrat celulozic steril, s-au aplicat câte 5ml din fiecare extras cu precursori humici, având concentrația inițială obținută după extracție și 7 zile de menținere în cultură la 27°C. Efectul direct al precursorilor din C1-C4 asupra zonelor de creștere radiculară a fost urmărit în camera de germinare. Precursorii consorțiilor C1 și C2 au determinat creșteri între diviziunile 2-6 și creșteri maxime între diviziunile 2-3 la *Vicia faba* și *Pisum sativum*. Precursorii consorțiilor C3 și C4 au determinat creșteri între diviziunile 2-10 și creșteri maxime între diviziunile 3-5 la *Vicia faba* și creșteri maxime între diviziunile 4-7 la *Pisum sativum*.

După analiza zonelor de creștere meristematică, **s-a urmărit ulterior nivelul activității biologice a PreHS, prin capacitatea de a induce formarea rădăcinilor laterale**. S-a constatat faptul că toți PreHS, aparținând consorțiilor selectate, au avut efect marcant asupra apariției și dezvoltării rădăcinilor laterale, chiar o hiperinducție a locurilor de apariție a rădăcinilor laterale după tratamente. Astfel, la *Vicia faba*, după 28 de zile de la tratamentul cu PreHS, s-au înregistrat 5 primordii și 9 rădăcini laterale la plantele tratate cu precursori proveniți de la C4. După aceeași perioadă de timp, plantele tratate cu precursori de la C1 au avut 2 primordii și 5 rădăcini laterale. La plantele de *Pisum sativum* s-au obținut 4 primordii și 6 rădăcini laterale în urma tratamentului cu precursori de la C1 și 6 primordii și 11 rădăcini laterale în urma tratamentului cu precursori humici proveniți de la consorțiul C4. Precursorii humici proveniți de la consorțiile P2-P3 au determinat un număr de primordii și de rădăcini laterale cu valori intermediare celor determinate de consorțiile C1 și C4, în cazul ambelor plante utilizate. Semnalele precursorilor (PreHS) din consorții, posibil activează anumite grupuri de celule din periciclu care reintră în ciclul celular și stabilesc mai multe locuri mitotice pentru rădăcinile laterale.

## **II. Activitate de colectare date teren ZONA 5: Regiunea de Dezvoltare RD V – Nord Vest (BH, BN, CJ, MM, SJ, SM):**

În cadrul fazei 6 a proiectului PN19 34.04.01, având în vedere obiectivului principal III Dezvoltarea unui sistem integrat de monitoring și bază de date s-a desfășurat activitatea de colectare date teren din **Zona V** Regiunea de Dezvoltare V Nord Vest care cuprinde județele: Bihor, Bistrița-Năsăud, Cluj, Maramureș, Sălaj și Satu Mare.

Rezultatele obținute în cadrul etapei 6 a proiectului au fost valorificate prin publicarea unei lucrări științifice originale cu titlul: Matei Gabi-Mirela, Matei S., Draghici Elena 2021 - **Effect of perlite and natural biostimulators and fertilizers on microbial activity in oil-polluted soil**, Scientific papers, Series B, Horticulture, Vol. LXV, nr.1, p. 787-794, ISSN 2285-5653, Online ISSN 2286-1580, ISSN-L 2285-5653, indexat ISI (Thomson Reuters) [http://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2021/issue\\_1/Art105.pdf](http://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2021/issue_1/Art105.pdf).

### **Obiectiv 5: Managementul durabil pentru refacerea valorii ecologice și socioeconomice a terenurilor degradate**

#### **PN 19 34 05 01 Modelarea bioacumulării metalelor grele în legume - metodă utilizată în fundamentarea științifică a unui ghid de bune practici pentru cultivarea legumelor în gospodăriile familiale din zone afectate de poluarea industrială**

##### **Faza 3b/2021 (Etapa 1) - Parametrizarea modelelor de bioacumulare pentru specii legumicole cu potențial ridicat de acumulare a metalelor grele pe baza datelor obținute prin experimente organizate în spații protejate**

Cultivarea legumelor, în gospodăriile individuale din zonele afectate de poluarea istorică cu metale grele, reprezintă o practică periculoasă având ca rezultat intensificarea efectelor negative ale contaminării, asupra sănătății populației din zonele afectate. Rezultatele studiilor realizate în etapele anterioare, au indicat legumele cultivate pentru frunze și pețiol (salată, spanac, pătrunjel de frunze, țelină de frunze, etc) și legumele vărzoase – varza albă, varză roșie, conopidă, gulie, ca făcând parte din categoria legumelor cu potențial ridicat de acumulare a metalelor grele în părțile comestibile.

Atingerea obiectivelor propuse a impus organizarea, în această fază, unor experimentări în spații protejate folosind materiale de sol recoltate din gospodăriile individuale considerate pilot. În acest scop, pe baza datelor obținute în etapele anterioare s-au selectat gospodăriile familiale din care s-au recoltat materialele de sol pentru experimentare. În selectarea acestor materiale s-au luat în considerare următoarele aspecte: asigurarea unui domeniu cât mai larg de variație a valorilor conținuturilor de metale grele (Cd, Cu, Pb și Zn); asigurarea unui domeniu larg de variație a valorilor pH; disponibilitatea proprietarilor gospodăriilor individuale selectate, de a participa în continuare la proiect; existența unei game variate de legume cultivate în gospodăriile selectate.

Pe baza acestor criterii de selecție au fost recoltate materiale de sol din 28 de gospodării individuale, materiale ce vor fi folosite în experimentările din spații protejate.

Au fost analizate cele 28 de probe de sol recoltate din materialele de sol iar pe baza rezultatelor obținute s-au selectat gospodăriile pentru parametrizare respectiv validarea modelelor stochastice de bioacumulare a metalelor în legume. S-au caracterizat complex aceste materiale atât din punct de vedere ale conținuturilor de metale grele (Pb, Cd, Zn, Cu - forme totale și mobile), dar și din perspectiva celorlalte caracteristici care pot influența comportarea metalelor grele în sol.

Sunt prezentate variațiile conținuturilor formelor totale/mobile (extractibile în  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 1M) de cadmiu, plumb, zinc și cupru din sol (stratul 0-20cm) în materialele de sol recoltate din grădinile de legume ale gospodăriile familiale selectate. Experimentările în spații protejate sunt utilizate atât pentru parametrizarea cât și pentru validarea modelelor pentru legumele cu potențial ridicat de acumulare a metalelor în părțile comestibile. În

acest scop au fost identificate materialele de sol ce vor fi folosite în experimentele ce vor furniza date pentru parametrizare și cele utilizate pentru experimentele ce vor fi utilizate în validare. S-au folosit 20 materiale de sol pentru parametrizarea modelelor stochastice de bioacumulare și 8 materiale de sol pentru validarea acestor modele (Fig. 2 – exemplu pentru Pb).

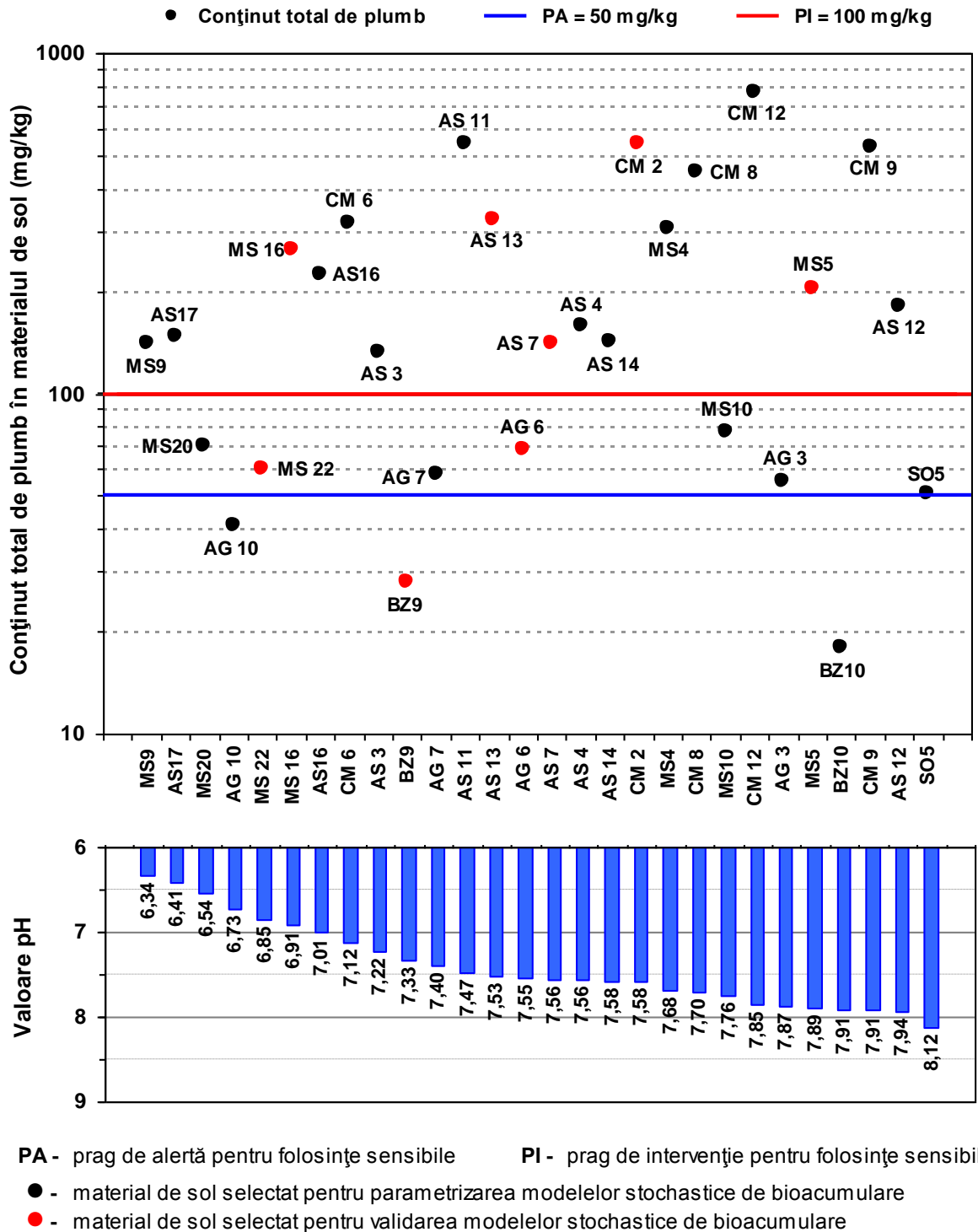


Fig. 2. Variația conținutului total de plumb în materialele de sol recoltate, din zona poluată cu metale grele Copșa Mică, pentru realizarea experimentelor în spații protejate

Aceste materiale au fost prelucrate și pregătite pentru înființarea experimentărilor în spații protejate. Experimentele se organizează în vase de vegetație folosindu-se drept plante test, legumele identificate ca având potențial ridicat de acumulare a metalelor (verdețuri – legume cultivate pentru frunze) și vărzoase.



**Faza 4a/2021 (Etapa 1) - Elaborarea și validarea modelelor de bioacumulare pentru speciile legumicole cu potențial ridicat de acumulare a metalelor grele utilizând date obținute în condiții reale din zone afectate de poluare**

Rezultatele studiilor realizate în etapele anterioare, au indicat legumele cultivate pentru frunze și pețiol (salată, spanac, pătrunjel de frunze, țelină de frunze, etc) ca făcând parte din categoria legumelor cu potențial ridicat de acumulare a metalelor grele în părțile comestibile. Pentru elaborarea și validarea modelelor de bioacumulare a metalelor grele în legumele cu potențial ridicat de acumulare s-au colectat un nou set de date din areale afectate de poluarea istorică cu metale grele.

Alături de pH, conținutul total de metal greu din sol este considerat unul dintre cei mai importanți care influențează procesul de acumulare a metalelor grele în legume. De aceea în elaborarea modelelor stochastice de estimare a conținutului de metal din legumele frunzoase s-a folosit ca variabilă conținutul total. Selectarea acestui parametru s-a bazat și pe faptul că este singurul indicator pentru care se regăsesc valori de referință în normativele de evaluare a gradului de poluare (Ordinul 756/1997).

Pătrunjelul frunze a fost identificat în 55 de gospodării individuale iar diagramele logaritmice pentru curbe de regresie de tip putere care estimează dependența stochastică dintre conținuturile totale de cadmiu, plumb, zinc și cupru din sol și conținuturile de cadmiu, plumb, zinc și cupru din frunzele de pătrunjel sunt prezentate în Fig. 3.

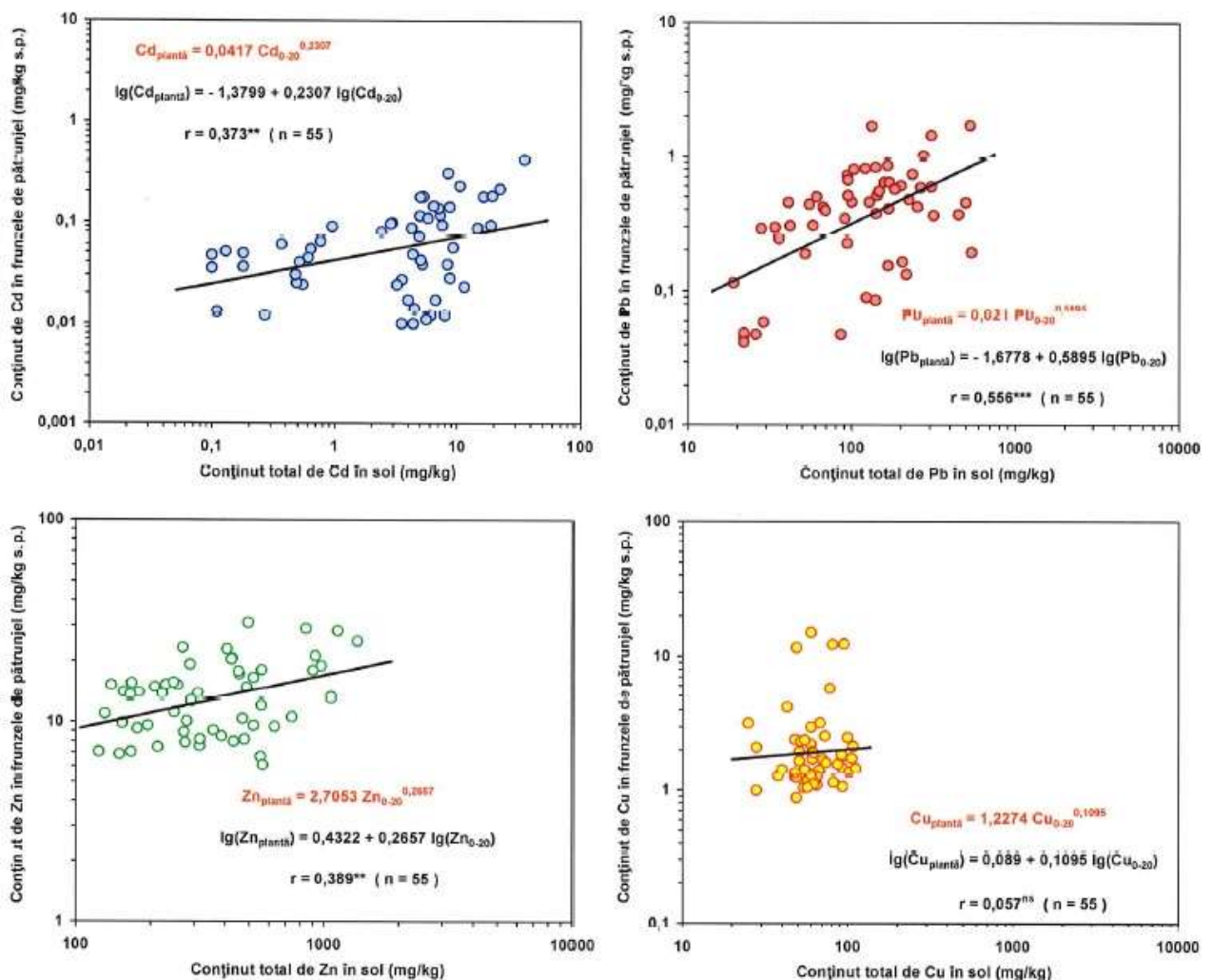


Fig. 3. Diagrame logaritmice pentru curbe de regresie de tip putere care estimează dependența stochastică dintre conținuturile totale de cadmiu, plumb, zinc și cupru din sol și conținuturile de cadmiu, plumb, zinc și cupru din frunzele de pătrunjel

Datele folosite pentru parametrizarea modelelor de acumulare au variat în intervale destul de largi acoperind atât domeniul conținuturilor normale cât și domeniul conținuturilor excesive. Dependențele stochastice estimate pentru Cd, Pb și Zn indică o strânsă legătură între cele două variabile folosite (conținutul total de metal din sol și cel din plantă) iar valorile coeficienților de corelație liniară diferă semnificativ de zero. În cazul cuprului, modelul elaborat nu este potrivit iar coeficientul de corelație liniară nu diferă semnificativ de zero. Prin urmare estimarea

conținutului de cupru din frunzele de pătrunjel nu se poate estima pe baza unei regresii simple de tip putere având ca variabilă conținutul total de cupru din sol. Pentru cadmiu, valoarea medie a conținutului obținută pentru esantionul luat în studiu (0,081 mg/kg) nu depășește nivelul maxim stabilit prin legislația în vigoare (0,20 mg/kg) însă în cazul plumbului valoarea medie a conținutului, obținută pe esantionul studiat, depășește cu 57% nivelul maxim stabilit pentru legume cultivate pentru frunze (0,30 mg/kg).

Majoritatea probelor de țelină au avut conținuturi excesive de cadmiu, de altfel valoarea medie a esantionului de probe analizate a fost de 0,892 mg/kg sp, depășind cu mult nivelul maxim stabilit de legislația în vigoare. Salata, legumă cultivată pentru frunze este recunoscută pentru abilitatea sa de a acumula cadmiul în țesuturi. Pentru estimarea bioacumulării metalelor în această legumă cultivată pentru frunze s-au folosit regresii simple de tip putere.

În raport sunt prezentate, de asemenea, diagramele logaritmice pentru curbele de regresie de tip putere care estimează dependența stochastică dintre conținuturile totale de cadmiu, plumb, zinc și cupru din sol și conținuturile din frunzele de pătrunjel, țelină și salată.

Pe parcursul vizitelor în teren, realizate în scopul colectării din gospodăriile pilot a datelor necesare elaborării și validării modelelor de bioacumulare, s-au prezentat și rezultatele obținute pentru probele de legume recoltate din gospodăriile individuale, în etapele anterioare. Astfel s-a încercat menținerea interesului comunității locale față de activitățile proiectului dar a contribuit și la creșterea nivelului de conștientizare a populației relativ la riscurile asociate consumului de legume cultivate pe soluri contaminate.

Rezultatele au fost prezentate sub forma unor fișe individuale și au fost discutate cu fiecare proprietar. Modelul unei astfel de fișe este prezentată în Planșa 1.



INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU  
PEDOLOGIE, AGROCHIMIE ȘI PROTECȚIA MEDIULUI BUCUREȘTI

Bd. Mărăști nr. 61, sector 1, București

Rezultatele determinărilor efectuate pentru probele de plantă recoltate din gospodăriile  
individuale în cadrul Proiectului PN 19 34 05 01 finanțat prin Programul NUCLEU

Titlul proiectului:

Modelarea bioacumulării metalelor grele în legume - metodă utilizată în fundamentarea științifică a  
unui ghid de bune practici pentru cultivarea legumelor în gospodăriile familiale din zone afectate  
de poluarea industrială

Date privind gospodăria familială din care s-au recoltat probele de plantă

Cod alfanumeric gospodărie	CM6	Telefon		E-mail	
Adresă gospodăriei	Șoseaua Mediașului, nr. 12, Copșa Mică, județul Sibiu				
Nume și prenume proprietar				Profesie	

Rezultate obținute prin analizele efectuate pe probele de plantă recoltate din gospodăria familială

Denumire specie legumicolă	Conținuturi totale de metale grele în legumele recoltate din gospodărie					
	Cadmium (mg/kg s.p.)	Plumb (mg/kg s.p.)	Zinc (mg/kg s.p.)	Cupru (mg/kg s.p.)	Fier (mg/kg s.p.)	Mangan (mg/kg s.p.)
Ardei	0,115	0,051	2,3	1,2	5,2	0,8
Ardei bulgăresc	0,138	0,025	5,9	2,4	7,3	1,5
Ardei gogoșar	0,122	0,055	3,1	1,7	6,1	0,8
Castravete	0,055	0,031	3,4	1,0	7,0	0,7
Ceapă	0,146	0,351	4,9	1,5	5,0	0,9
Morcov	0,432	0,207	11,9	1,7	11,7	1,0
Pătăgele vinete	0,226	0,418	1,9	0,9	6,2	0,8
Pătrunjel de rădăcină	0,160	0,236	12,4	2,1	23,1	3,3
Sfeclă roșie	0,477	0,352	20,5	1,5	14,2	0,9
Tomate	0,032	0,016	1,8	0,7	3,9	0,2
Usturoi	0,238	0,395	16,4	2,1	11,4	2,0

s.p. - substanță proaspătă.

Denumire categorie de specie legumicolă	Limite maxime de metale grele în legume destinate consumului uman (mg/kg s.p.)					
	Cadmium*	Plumb*	Zinc**	Cupru**	Fier	Mangan
Legumele proaspete, cu excepția legumelor frunze, legumelor cu tulpină, rădăcinoaselor și cartofilor	0,05	0,1	15	5	—	—
Legumele frunze, Brassicacee (pentru plumb)	0,2	0,3	—	—	—	—
Legumele cu tulpină, rădăcinoasele și cartofilor	0,1	0,2	15	5	—	—

\* Norma sanitară veterinară din 23 decembrie 2004 emisă de AUTORITATEA NAȚIONALĂ  
SANITARĂ VETERINARĂ ȘI PENTRU SIGURANȚA ALIMENTELOR

\*\* Ordin nr. 293 din 2 august 2001 emis de MINISTERUL AGRICULTURII, ALIMENTAȚIEI ȘI  
PĂDURILOR

Planșa 1. Fișa de prezentare a rezultatelor determinărilor efectuate pentru probele de plantă recoltate dintr-o gospodărie aflată în zona puternic contaminată

### Faza 4b/2021 (Etape 2+3) - Testarea în spații protejate a unor soluții de limitare a transferului metalelor grele din sol în plantă pentru unele speciile legumicole cu potențial ridicat de acumulare a metalelor grele folosind diverși aditivi anorganici

Cei mai des folosiți aditivi sunt zeoliții (naturali sau sintetici), materialele alcaline precum calcarul, dolomita, bentonitele. Toți acești aditivi au fost identificați la producători din țară, ceea ce reprezintă un avantaj în utilizarea lor în gospodăriile individuale. Acești aditivi se remarcă prin faptul că în procesele de imobilizare a metalelor grele acționează atât prin schimb ionic cât și prin procese de precipitare datorită reacției lor puternic alcaline. În cazul zeolitilor naturali cel mai important mecanism implicat în reținerea metalelor grele din medii apoase este schimbul ionic care reprezintă de fapt înlocuirea stoichiometrică a unui echivalent al ionului în fază solidă cu echivalentul unui alt ion din fază lichidă. În România se găsesc numeroase depozite de bentonite în Depresiunea Transilvaniei (Gurasada, Valea Chioarului, Oras Nou, Mujdeni, Petrești de Jos, etc) dar și în Banat și în zona extracarpatică. Deși amendarea se aplică, în special, pentru corectarea reacției solului, treptat aceasta a devenit o practică des întâlnită în acțiunile de remediere a solurilor poluate cu metale grele.

Un alt produs adesea folosit în agricultură este dolomita. Un mineral din grupa carbonatilor anhidri frecvent întâlnit în natură, al cărui conținut în oxid de magneziu este între 13 și 21%, iar cel de oxid de calciu între 26 - 30%. Se recomandă în remedierea solurilor poluate cu metale grele tocmai datorită reacției alcaline dar și a conținutului de magneziu care are efecte benefice asupra plantelor.

Bazându-ne pe experiența anterioară s-au selectat pentru experimentare cele mai eficiente materiale de imobilizare (Tabelul 1).

**Tabel 1.** Amendamente anorganice pentru imobilizarea metalelor în solurile poluate cu metale grele identificate pe piața autohtonă

<b>Clasa aditiv</b>	<b>Tipul produsului</b>	<b>Furnizorul</b>	<b>Sursa de exploatare</b>
<b>Bentonite</b>	Bentonita activată fluide de foraj	SC Bega Minerale Industriale SA	Gurasada
<b>Zeoliti</b>	Zeolit natural	SC Zeolites Production SA, Rupea, Brașov	Perșani
<b>Carbonat de calciu</b>	Carbonat de calciu sort B	SC Tempo SRL Murfatlar	
<b>Dolomita</b>	DEL-CA-MAG	SC Exploatarea Miniera Harghita SA	Delnița

Atingerea obiectivelor propuse a impus organizarea, în această fază, unor experimentări în spații protejate folosind materiale de sol recoltate din gospodăriile individuale considerate pilot. În acest scop, pe baza datelor obținute în etapele anterioare s-au selectat gospodăriile familiale din care s-au recoltat materialele de sol pentru experimentare. În selectarea acestor materiale s-au luat în considerare următoarele aspecte: asigurarea unui domeniu cât mai larg de variație a valorilor conținuturilor de metale grele (Cd, Cu, Pb și Zn); asigurarea unui domeniu larg de variație a valorilor pH; disponibilitatea proprietarilor gospodăriilor individuale selectate, de a participa în continuare la proiect.

Pe baza acestor criterii de selecție au fost recoltate materiale de sol din 8 gospodării individuale, materiale ce vor fi folosite în experimentările din spații protejate în scopul testării soluțiilor de limitare a transferului metalelor din sol în legumele cu potențial ridicat de acumulare a acestor contaminanți.

Materialul de sol din cele 8 locații a fost condiționat și s-au incorporat cantități de aditivi de imobilizare echivalente a 0,5% pentru carbonat de calciu și dolomita și 1% pentru bentonita și zeolit. După încheierea perioadei de incubare probele au fost recoltate și s-au efectuat determinările de laborator în vederea stabilirii modificărilor aparute la nivelul caracteristicilor de interes: pH, conținuturi de metale în formă potențial accesibilă. Rezultatele determinărilor efectuate au fost prelucrate statistic.

Pentru toate materialele de sol folosite, incorporarea aditivilor de imobilizare a condus la creșterea semnificativă a valorii pH. Cel mai pronunțat efect de creștere s-a obținut după incorporarea bentonitei în cantitate echivalentă unei doze de 1%. Efectele creșterii valorii pH a solului conduc la scăderea mobilității metalelor grele și implicit la diminuarea transferului metalului din sol în plantă.

Valorile conținutului de cupru prezent în forma mobilă, extractibilă în soluție NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (M) s-au modificat statistic semnificativ sub influența tratamentelor aplicate. Modificări asigurate statistic față de martor s-au produs pentru fiecare dintre aditivul folosit, însă cea mai mare scădere s-a observat după aplicarea zeolitului natural.

Comparativ cu martorul, incorporarea carbonatului de calciu a produs cea mai importantă creștere a valorii pH, pentru materialul de sol recoltat din gospodăria AS16 (Fig. 4). Și în cazul acestui material efectele aplicării aditivilor de imobilizare au fost diferite în funcție de metalul luat în studiu. Cea mai importantă scădere a valorii

continutului de zinc mobil s-a obtinut dupa incorporarea carbonatului de calciu. Comparativ cu martorul, incorporarea carbonatului de calciu a produs o scadere cu 79,9% a valorii medii a continutului de zinc extractibil in  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (1M). La acest material de sol, cod AS16, ierarhia intensității efectelor asupra mobilității metalelor a fost urmatoarea:

*Pentru Cd:* carbonat de calciu > bentonită activată fluide de foraj > dolomita > zeolit natural

*Pentru Zn:* carbonat de calciu > dolomită > bentonită activată fluide de foraj > zeolit natural

*Pentru Cu:* bentonită activată fluide de foraj > zeolit natural > dolomită > carbonat de calciu

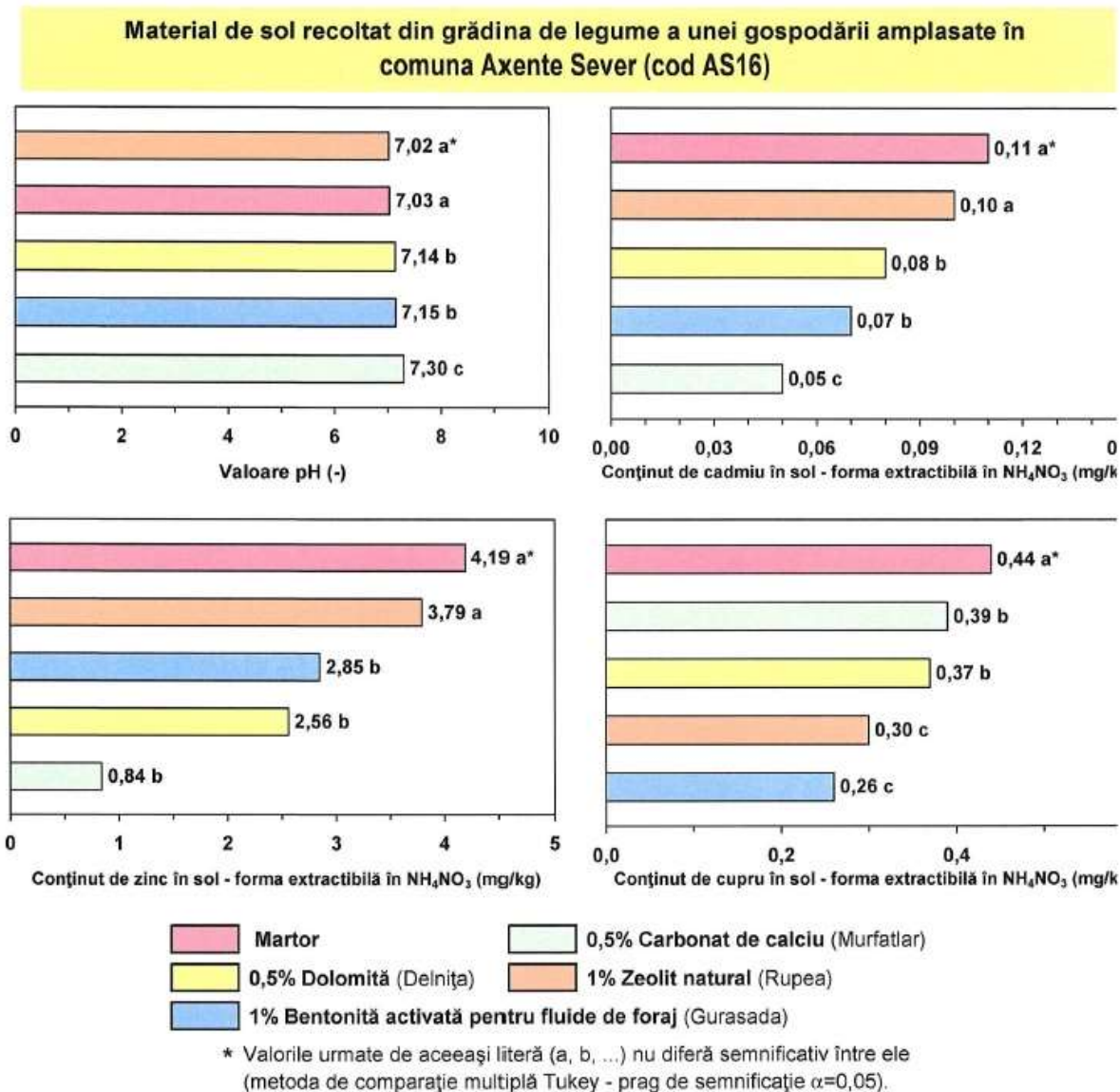


Fig. 4. Efecte ale utilizării carbonatului de calciu, dolomitei, bentonitei și zeolitului natural asupra valorii pH și a conținuturilor de cadmiu, zinc și cupru extractibile în azotat de amoniu ale unui material de sol recoltat din comuna Axente Sever.

Rezultatele obținute în urma acestor experimente organizate în spații protejate vor fi prezentate comunității locale, oferind astfel soluții pentru reducerea efectelor negative ale contaminării din zonă. Pe baza acestor rezultate, în etapele viitoare, se va elabora un Ghid pentru cultivarea legumelor în gospodăriile familiale care va fi pus la dispoziția comunităților din zonele luate în studiu.

**Faza 5a/2021 (Etape 2+3) - Studii și experimentări în scopul colectării datelor necesare parametrizării și validării modelelor de bioacumulare pentru speciile legumicole cu potențial mediu de acumulare a metalelor**  
 Datele colectate în urma activităților derulate în etapele anterioare au permis ierarhizarea speciilor legumicole, cultivate în gospodăriile individuale din zona de studiu, în funcție de capacitatea acestora de acumulare a metalelor grele. Rădăcinoasele sunt legume preferate de localnici și foarte des cultivate în gospodăriile

individuale. Cultivarea lor în gospodăriile din arealele afectate de contaminarea cu metale grele poate reprezenta un risc pentru sănătatea consumatorului, de aceea este importantă estimarea conținuturilor de metale folosind diverse modele stochastice care să ia în considerare atât gradul de contaminare a solului dar și specia vegetală. Astfel, în cele 89 de gospodării vizitate în anul 2021, s-au identificat, recoltat și analizat 60 probe de morcov, 33 de probe de telină rădăcină, 41 probe pătrunjel, 23 probe de sfeclă roșie și 10 probe de păstârnac. Datele colectate au fost folosite pentru elaborarea unor modele stochastice de tip regresie simplă ce pot fi utilizate pentru estimarea bioacumulării metalelor în aceste specii legumicole în funcție de conținutul total de metal din sol. Selectarea variabilei — conținut total de metal din sol s-a realizat din considerente practice, fiind singurul parametru pentru care există valori de referință stabilite prin normative ce evaluează gradul de poluare a solului (Ordinul 756/1997).

Întrucât metalele considerate contaminanți au fost Cd, Cu, Pb și Zn, s-au elaborat modele pentru aceste metale. De altfel cadmiul alături de plumb au ridicat probleme serioase în ceea ce privește sănătatea populației, protecția mediului și siguranța alimentelor din zone poluate istoric precum Copșa Mică, Zlatna, Baia Mare.

Sunt prezentate diagramele logaritmice pentru curbele de regresie de tip putere (Fig. 5) care estimează dependența stochastică dintre conținuturile totale de cadmiu, plumb, zinc și cupru din sol și conținuturile din rădăcina de morcov (partea comestibilă). Se remarcă abilitatea plantelor de morcov de a acumula Cd și Pb în rădăcini atunci când sunt cultivate pe soluri contaminate.

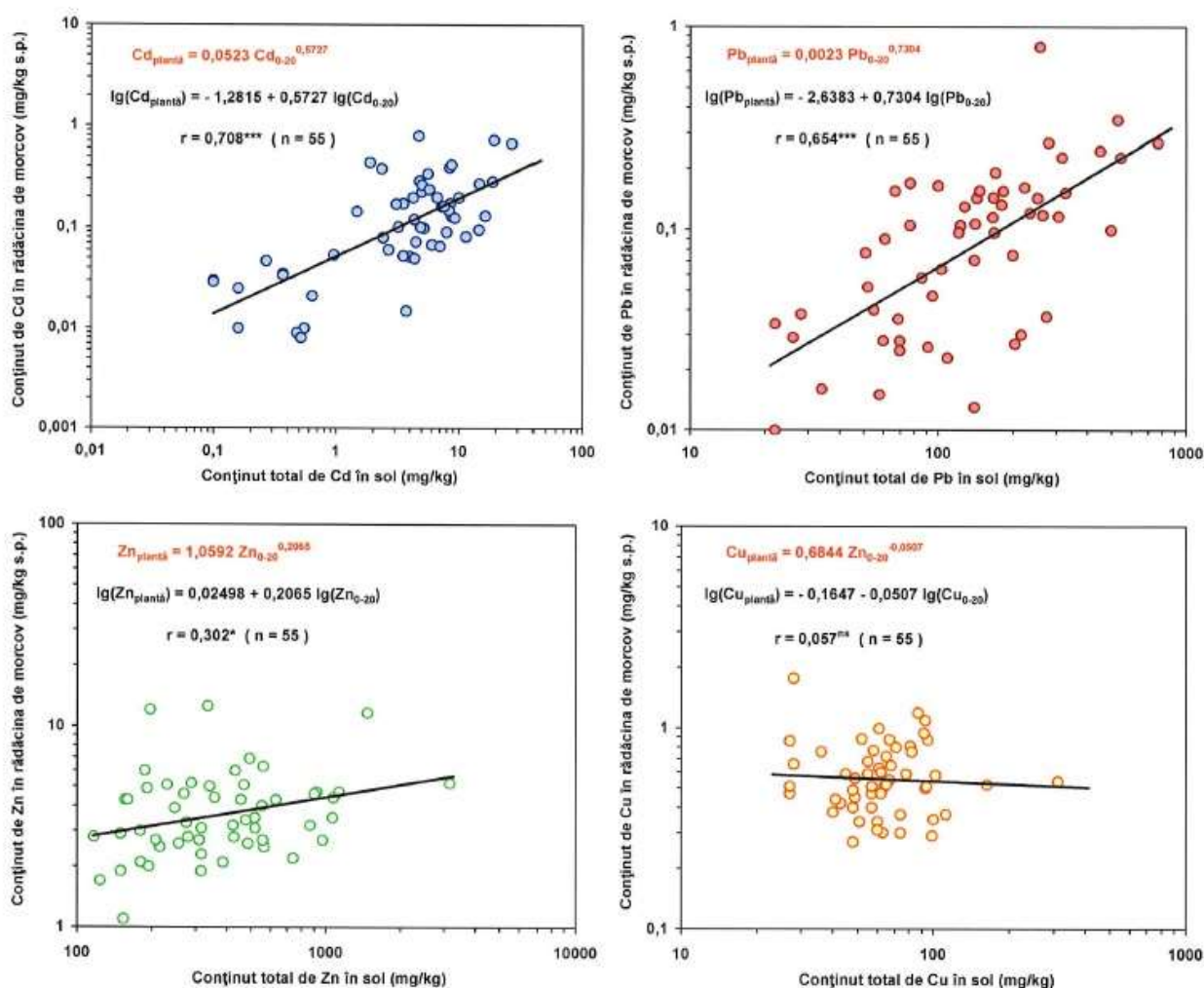


Fig. 5. Diagrame logaritmice pentru curbe de regresie de tip putere care estimează dependența stochastică dintre conținuturile totale de cadmiu, plumb, zinc și cupru din sol și conținuturile de cadmiu, plumb, zinc și cupru din rădăcina de morcov

În cazul studiului realizat în zona Copșa Mică, se remarcă depășiri ale nivelului maxim pentru conținutul de plumb (0,10 mg/kg sp), cadmiu (0,10 mg/kg sp) din legume stabilit prin legislația europeană. Cele mai strânse corelații între conținutul total de metal din sol și cel din plantă s-au obținut pentru cadmiu și plumb. Se remarcă tendința accentuată de acumulare a plumbului în rădăcinile de morcov comparativ cu cadmiul. În cazul cuprului și zincului,

corelația stabilită între cele două variabile nu este foarte puternică astfel pentru cupru  $r=0,302$  în timp ce pentru zinc valoarea s-a obținut  $r=0,057$ . De altfel, zincul și cuprul fiind elemente metalice cu rol esențial în dezvoltarea plantelor au un regim special absorbția lor în plantă fiind perturbată în cazul plantelor cultivate pe soluri contaminate.

În raport sunt prezentate, de asemenea, diagramele logaritmice pentru curbele de regresie de tip putere care estimează dependența stochastică dintre conținuturile totale de cadmiu, plumb, zinc și cupru din sol și conținuturile din rădăcinile de pătrunjel, țelină, sfeclă roșie, păstârnac și din bulbii de ceapă și usturoi.

Analizând rezultatele obținute în această etapă se poate concluziona că în descrierea procesului de acumulare a metalelor grele în legume din grupa rădăcinoase se pot folosi cu succes ecuații de regresie simple, de tip putere având ca variabilă conținutul total de metal din sol.

## 2.2. Proiecte contractate:

Cod obiectiv	Nr. proiecte contractate	Nr. proiecte finalizate	Anul 2021
1. PN 19 34 01	1		1
2. PN 19 34 02	0		0
3. PN 19 34 03	2		2
4. PN 19 34 04	1		1
5. PN 19 34 05	1		1
<b>Total:</b>	<b>5</b>		<b>5</b>

## 2.3 Situația centralizată a cheltuielilor privind programul-nucleu : Cheltuieli în lei

	Anul 2021
<b>I. Cheltuieli directe</b>	<b>2.223.836,15</b>
1. Cheltuieli de personal	2.059.312,49
2. Cheltuieli materiale și servicii	164.523,66
<b>II. Cheltuieli Indirecte: Regia</b>	<b>1.082.620,85</b>
<b>III. Achiziții / Dotări independente din care:</b>	<b>0</b>
1. pentru construcție/modernizare infrastructura	0
<b>TOTAL ( I+II+III)</b>	<b>3.306.457,00</b>

## 3. Analiza stadiului de atingere a obiectivelor programului

Programul Nucleu PN 38N/2019 este structurat pe cinci obiective. Toate cele cinci obiective sunt cuprinse în Obiectivul general 3 al Strategiei Naționale CDI 2014-2020 „Creșterea rolului științei în societate” și în Obiectivul specific OS3 „Concentrarea unei părți importante a activităților CDI pe probe societale”.

Echipele de lucru ale celor 5 proiecte componente a Programului Nucleu PN 38N/2019, au realizat toate activitățile prevăzute în planul de realizare al proiectelor pentru fazele și respectiv etapele care au fost finanțate în anul 2021 și au obținut rezultatele preconizate.

Obiectivele Programului Nucleu PN 38N/2019 au fost realizate parțial ca urmare a constrângerilor financiare. Programul a avut cinci obiective cu 7 proiecte prevăzute pentru atingerea acestora. Au fost finanțate cinci proiecte pentru atingerea a patru obiective din cadrul programului. Astfel:

Pentru Obiectivul 1 - *Recunoașterea valorii serviciilor ecosistemice în procesul de decizie asupra utilizării terenului*, au fost prevăzute 2 proiecte, dintre care unul finanțat integral pe anul 2021, iar unul nu a fost finanțat.

Pentru atingerea Obiectivului 2 din program, proiectul prevăzut nu a fost finanțat.

Pentru atingerea Obiectivului 3 - *Sisteme agricole pentru menținerea fertilității solului în condițiile asigurării necesarului de hrană*, au fost prevăzute 2 proiecte, dintre care unul finanțat integral pe anul 2021, iar unul a fost finanțat parțial.

Pentru Obiectivul 4 - *Furnizarea de capital și servicii ecosistemice: Biodiversitate, resurse de organisme și resurse genetice*, a fost finanțat un proiect integral în anul 2021.

Pentru atingerea Obiectivului 5 - *Managementul durabil pentru refacerea valorii ecologice și socioeconomice a terenurilor degradate*, a fost finanțat un proiect parțial în anul 2021.

#### 4. Prezentarea rezultatelor:

##### 4.1. Stadiul de implementare al proiectelor componente

Denumirea proiectului	Tipul rezultatului estimat	Stadiul realizării proiectului
<p><b>1. PN 19 34 01 01</b> Contribuția funcțiilor solului la serviciile ecosistemice raportată la condițiile pedo-geo-climatice locale și la folosința actuală și istorică a terenurilor ca suport pentru politicile de agro-mediu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baza de date în format digital cu informații pedologice actuale și salvate din arhive;</li> <li>- Set de indicatori pedo-geo-climatici adecvați pentru caracterizarea funcțiilor solului care stau la baza serviciilor ecosistemice</li> <li>- Sistem Informatic Geografic pentru evaluarea contribuției potențiale a solului la furnizarea de servicii ecosistemice</li> <li>- Metadate pentru straturile de date spațiale construite în conformitate cu normele INSPIRE de metadate spațiale</li> <li>- Inventarul surselor de date și informațiilor pedologice disponibile pentru zonele umede la nivel național</li> <li>- Set de indicatori de calitate ai solului specifici pentru raportările de mediu privind evoluția solurilor în zonele umede</li> <li>- Ghid de utilizare a indicatorilor elaborați</li> <li>- Lucrări publicate în reviste indexate ISI/ISI proceedings și lucrări publicate în reviste indexate în baze de date internaționale</li> </ul>	<p>Activitățile prevăzute în Planul de realizare s-au desfășurat conform contractului.</p>
<p><b>2. PN 19 34 03 01</b> Produse inovative destinate agriculturii durabile și securității alimentare în contextul schimbărilor globale</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O tehnologie validată la faza de laborator de obținere a hidrolizatului proteic pentru formularea biofertilizanților;</li> <li>- 3 mostre experimentale de biofertilizanți obținute la faza de laborator și caracterizarea fizico-chimică în vederea testării agrochimice; Organizarea și elaborarea schemelor de testare agrochimică / Raport fază 5;</li> <li>- Raport de validare a datelor tehnice în vederea elaborării tehnologiei de obținere a biofertilizanților;</li> <li>- Raport privind testarea agrochimică a biofertilizanților și determinarea eficienței</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O tehnologie validată la faza de laborator de obținere a hidrolizatului proteic pentru formularea biofertilizanților;</li> <li>- 3 mostre experimentale de biofertilizanți obținute la faza de laborator și caracterizarea fizico-chimică în vederea testării agrochimice; Organizarea și elaborarea schemelor de testare agrochimică;</li> <li>- Raport fază 5;</li> <li>- Raport de validare a datelor tehnice în vederea elaborării tehnologiei de obținere a biofertilizanților;</li> <li>- Raport privind testarea agrochimică a biofertilizanților și determinarea eficienței agrochimice;</li> <li>- 3 articole elaborate și depuse spre publicare, din care 2 ISI și unul BDI,</li> </ul>

	<p>agrochimice;</p> <p>- 3 articole elaborate și depuse spre publicare, din care 2 ISI și unul BDI, participarea la un Simpozion științific / Raport fază 6.</p>	<p>participarea la un Simpozion științific;</p> <p>- Raport fază 6.</p>
<p><b>3. PN 19 34 03 02</b> Sistem inovativ pentru discriminare între agricultura ecologică și cea convențională destinat siguranței alimentare</p>	<p>- Recomandări privind managementul îngrășămintelor minerale în diferite zone pedoclimatice pentru maximizarea indicilor de valorificare a elementelor de nutriție în condițiile de protecția mediului;</p> <p>- Studiu privind managementul azotului în diferite sisteme de lucrare a solului;</p> <p>- 1 articol în revistă indexată BD.</p>	<p>Activitățile prevăzute în Planul de realizare s-au desfășurat conform contractului.</p>
<p><b>4. PN 19 34 04 01</b> Dezvoltarea unor instrumente inteligente pentru cuantificarea microbiotei solului ca furnizor de servicii ecosistemice pentru securizarea resursei naturale de sol în contextul schimbărilor climatice</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>metodologie</b> pentru cuantificarea biodiversității, funcțiilor și interacțiunilor microbiotei solului ca furnizor de servicii ecosistemice;</li> <li>• <b>metodologie</b> pentru sistem integrat de monitoring pentru evaluarea biodiversității și serviciilor ecosistemice furnizate de sol;</li> <li>• <b>model conceptual</b> privind obținerea de nanoparticule de argint prin sinteză biogenică mediată de microorganisme izolate din sol</li> <li>• <b>metode</b> de izolare și selecție a microorganismelor în funcție de compoziția calitativă și cantitativă în precursori humici biosintetizați.</li> <li>• <b>procedură operațională</b> pentru determinarea biodiversității microorganismelor solului</li> <li>• <b>colecție de noi tulpini</b> bacteriene și fungice pentru sinteza de nanoparticule;</li> <li>• realizarea compoziției <b>consorțiului microbial</b> cu capacitate de biosinteză a precursorilor humici</li> <li>• dezvoltare arhitectura <b>baza de date</b> privind biodiversitatea și serviciile ecosistemice furnizate de sol</li> <li>• colectare <b>date teren</b> – zona 4 și 5</li> </ul>	<p>Activitățile desfășurate în Fazele 5 și 6 din 2021 au dus la indeplinirea tuturor tintelor asociate obiectivelor propuse precum și la publicarea: 1 articol ISI.</p> <p>Au fost realizate:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinări analitice în laborator pentru analize microbiologice colectate în Faza 4 și 5 (determinări cantitative și calitative de microfloră bacteriană și fungică heterotrofă), fizice (textura, densitate aparentă) și chimice (pH, Carbon organic total, azot total).</li> <li>- Experimentarea sintezei biogenice de nanoparticule de argint și analiza comparativă a acestora cu ajutorul spectrofotometriei și TEM.</li> <li>- Analiza influenței biostimulatorie/ inhibitorie a precursorilor humici asupra activității enzimatică, biomasei și a evoluției biodiversității microflorei din micro- și macroagregatele de sol.</li> <li>- Evaluarea rezultatelor testării <i>in vitro</i> (prin metoda difuziei în godeuri pe medii specifice agarizate) a efectului inhibitor al nanoparticulelor de argint biosintetizate cu ajutorul filtratelor microbiene față de fitopatogeni.</li> <li>- baza de date în progres</li> <li>- set de probe de sol colectate din zona 4 și 5</li> <li>- 1 articol publicat</li> </ul>
<p><b>5. PN 19 34 05 01</b> Modelarea bioacumulării metalelor grele în legume - metodă utilizată în fundamentarea științifică a unui ghid de bune practici pentru cultivarea legumelor în gospodăriile familiale din zone afectate de poluarea</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raport de experimentare privind inițierea experimentelor în spații protejate în vederea colectării datelor necesare parametrizării și validării modelelor de bioacumulare pentru speciile legumicole identificate ca având potențial ridicat de acumulare a</li> </ul>	<p>Obiectivele propuse pentru etapele derulate în anul 2021 au fost atinse și s-au creat condițiile pentru îndeplinirea obiectivului general al proiectului – Fundamentarea științifică a unui Ghid de bune practici pentru cultivarea legumelor în gospodăriile individuale din zone afectate de poluarea industrială.</p>



industrială	<p>metalelor (Faza 3b/2021).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modele stochastice de bioacumulare (ecuații de regresie simplă și multiplă) pentru speciile legumicole cu potențial ridicat de acumulare a metalelor grele (Faza 4a/2021).</li> <li>• Raport de experimentare cu rezultatele testărilor, efectuate în spații protejate, a unor soluții de limitare a transferului metalelor din sol în plantă pentru specii legumicole cu potențial ridicat de acumulare a metalelor grele (Faza 4b/2021).</li> <li>• Modele de bioacumulare pentru speciile legumicole identificate ca având potențial mediu de acumulare a metalelor, obținute pe baza datelor colectate din gospodăriile individuale din zone afectate de poluarea cu metale grele (Faza 5a/2021).</li> </ul>	
-------------	--	--

#### **4.2. Documentații, studii, lucrări, planuri, scheme și altele asemenea:**

Tip	Nr. realizat in anul 2021
Documentații	1
Studii	6
Lucrări	5
Planuri	
Scheme	
Altele asemenea ( <i>se vor specifica</i> ):	
<i>baze de date</i>	2
<i>Sistem Informatic Geografic pentru evaluarea contribuției potențiale a solului la furnizarea de servicii ecosistemice</i>	1
<i>tehnologie</i>	1
<i>raport</i>	6
<i>model experimental</i>	3
<i>mostre experimentale de biofertilizanți</i>	3

**Din care:**

#### **4.2.1. Lucrări științifice publicate în jurnale cu factor de impact relativ ne-nul (2021):**

Nr.	Titlul articolului	Numele Jurnalului, Volumul, pagina nr.	Nume Autor	Anul publicării	Scorul relativ de influență al articolului	Numărul de citări ISI
1.	Method of developing reliably-distinguishable color schemes for legends of	Cartography and Geographic Information Science 2021-09-03   Journal article DOI: <a href="https://doi.org/10.1080/15230406.2021.1942218">10.1080/15230406.2021.1942218</a>	Vlad Virgil, Toti Mihai, Dumitru Sorina, Simota	2021	3.26	

	natural resource taxonomy-based maps, Cartography and Geographic Information Science		Catalin, Dumitru Mihail			
2.	Effect of perlite and natural biostimulators and fertilizers on microbial activity in oil-polluted soil	Scientific Papers. Series B Horticulture, vol.LXV, nr.1, p. 787-794, ISSN 2285-5653, CD-ROM ISSN 2285-5661, Online ISSN 2286-1580, ISSN-L 2285-5653	Matei Gabi-Mirela, Matei S., Drăghici Elena Maria	2021		
3.	Evolution of soil phosphorus content in long-term experiments	AgroLife Scientific Journal, Volume 11, 2022 (ISSN ONLINE 2286-0126)	Mărin Nicoleta, Dumitru Mihail, Sîrbu Carmen	<i>în curs de publicare</i>		
4.	The influence of long-term fertilization with nitrogen and phosphorus on the NPK content in soil	AgroLife Scientific Journal, Volume 11, 2022 (ISSN ONLINE 2286-0126)	Nicoleta Mărin, Maria Negrilă	<i>în curs de publicare</i>		

#### 4.2.2. Lucrări/comunicări științifice publicate la manifestări științifice (conferințe, seminarii, worksopuri, etc):

Nr. crt.	Titlul articolului, Manifestarea științifică, Volumul, Pagina nr.	Nume Autor	An apariție	Nr. citări ISI
1.	<b>Effect of perlite and natural biostimulators and fertilizers on microbial activity in oil-polluted soil</b> , lucrare prezentată la Conferința Internațională „ <b>Agriculture for Life, Life for Agriculture</b> ”, București, din 3-5 Iunie 2021 (poster)	Matei Gabi-Mirela, Matei S., Drăghici Elena Maria	2021	
2.	<b>Dezvoltarea de soluții IT pentru agricultură folosind geodate de agro-mediul la nivel național/ regional/ local</b> – lucrare prezentată la Sesiunea de comunicări științifice “Inteligența artificială/Machine Learning și Tehnologia Informației în agricultură, silvicultură, zootehnie și medicină veterinară”, 11 iunie 2021, Academia Română, Secția de Știința și tehnologia informației, Secția de Științe agricole și silvice (prezentare)	Sorina Dumitru, Irina Calciu, Victoria Mocanu, Petru Ignat, Alina Gherghina, Daniela Răducu.	2021	

**4.2.3. Lucrări publicate în alte publicații relevante:**

Nr.	Titlul articolului	Numele Jurnalului, Volumul, Pagina nr.	Nume Autor	Anul publicării
	-			

**4.2.4. Studii, Rapoarte, Documente de fundamentare sau monitorizare care:****a) au stat la baza unor politici sau decizii publice:**

Tip documet	Nr.total	Publicat în:
Hotărâre de Guvern	-	
Lege	-	
Ordin ministru	-	
Decizie președinte	-	
Standard	-	
Altele ( <i>se vor preciza</i> )	-	

**b) au contribuit la promovarea științei și tehnologiei - evenimente de mediatizare a științei și tehnologiei:**

Tip eveniment	Nr. apariții	Nume eveniment:
web-site	-	
Emisiuni TV	-	
Emisiuni radio	-	
Presă scrisă/electronică	-	
Cărți	-	
Reviste	-	
Bloguri	-	
Altele ( <i>se vor preciza</i> ):		
Întâlniri cu partenerii sociali, proprietarii gospodăriilor individuale din zona afectată de contaminare (Axente-Sever, Agârbiciu, Șoala, Micăsasa, Copșa Mică, Târnavă și Bazna)	3	Întâlniri bilaterale specialiști - localnici

#### 4.3. Tehnologii, procedee, produse informatice, rețele, formule, metode și altele asemenea:

Tip	Anul 2021
Tehnologii	
Procedee	1
Produse informatice	2
Rețele	
Formule	3
Metode	2
Altele asemenea ( <i>se vor specifica</i> ):	
- colecții de microorganisme	2
	<b>10</b>

#### Din care:

#### 4.3.1 Propuneri de brevete de invenție, certificate de înregistrare a desenelor și modelelor industriale și altele asemenea:

	Nr.propuneri brevete	Anul înregistrării	Autorul/Autorii	Numele propunerii de brevet
OSIM	-			
EPO				
USPTO				

#### 4.4. Structura de personal:

Personal CD (Nr.)	Anul 2021
Total personal	54
Total personal CD	54
cu studii superioare	44
cu doctorat	32
doctoranzi	-

#### 4.4.1 Lista personalului de cercetare care a participat la derularea Programului-nucleu:

Nr.	Nume și prenume	Grad	Funcția	Echivalent normă întreagă	Anul angajării	Nr. Ore lucrate/An*
1	Antal Andrei	ACS	Membru echipa	0,05	2018	104
2	Constantin Carolina	CS I	Membru echipa	0,74	2005	1480
3	Costea Mihaela	ACS	Membru echipa	0,79	2019	1584
4	Dorobanțu Daniela	T II	Membru echipa	0,76	2009	1520
5	Grafu Iulia Adriana	ACS	Membru echipa	0,64	2018	1290
6	Ilie Daniela Cătălina	ACS	Membru echipa	0,64	2005	1280
7	Popa Adriana-Georgiana	ACS	Membru echipa	0,36	2019	728

8	Lazăr Rodica Doina	CS III	Membru echipa	0,55	2005	1104
9	Lungu Mihaela	CS I	Membru echipa	0,59	2005	1176
10	Popescu Carmen Marinela	T I	Membru echipa	0,74	2007	1488
11	Preda Mihaela	CS III	Membru echipa	0,68	2005	1364
12	Rizea Nineta	CS I	Membru echipa	0,08	2005	152
13	Rozsnyai Mariana	CS III	Membru echipa	0,56	2005	1128
14	Tănase Veronica	CS III	Membru echipa	0,55	2005	1112
15	Văleanu Onița	T II	Membru echipa	0,60	2009	1207
16	Vizitiu Olga-Petruța	CS I	Membru echipa	0,53	2005	1056
17	Vrînceanu Nicoleta-Olimpia	CS I	Membru echipa	0,65	2005	1312
18	Grigore Adriana Elena	CS III	Membru echipa	0,89	2010	1784
19	Iancu Mariana	CS III	Membru echipa	0,91	2005	1824
20	Mărin Nicoleta	CS II	Membru echipa	0,74	2005	1480
21	Mihalache Daniela	CS II	Membru echipa	0,73	2005	1456
22	Sîrbu Carmen Eugenia	CS I	Membru echipa	0,74	2005	1480
23	Stănescu Ana-Maria	CS III	Membru echipa	0,86	2014	1728
24	Costea Petre	T I	Membru echipa	0,60	2005	1208
25	Dinu Valy Mihai	T III	Membru echipa	0,33	2005	672
26	Dumitru Sorina Iustina	CS I	Membru echipa	0,63	2005	1256
27	Ignat Petru	CS II	Membru echipa	0,29	2005	576
28	Gherghina Carmen Alina	CS II	Membru echipa	0,91	2005	1832
29	Mocanu Victoria	CS II	Membru echipa	0,82	2005	1640
30	Radnea Cristina	CS III	Membru echipa	0,79	2005	1584
31	Răducu Daniela	CS I	Membru echipa	0,98	2005	1960
32	Stănilă Anca-Luiza	CS II	Membru echipa	0,87	2009	1752
33	Dumitrașcu Monica	CS II	Membru echipa	0,61	2005	1216
34	Rujoi Bogdan-George	CS III	Membru echipa	1,08	2014	2170
35	Vișoianu Gina	T I	Membru echipa	0,51	2005	1032
36	Carabulea Vera	CS III	Membru echipa	0,77	2005	1552
37	Florea Ioana	T III	Membru echipa	0,92	2014	1856
38	Manea Alexandrina	CS II	Membru echipa	0,94	2005	1888
39	Marinescu Mihai	T III	Membru echipa	0,81	2005	1632
40	Motelică Dumitru-Marian	CS III	Membru echipa	0,19	2005	384
41	Oprea Bogdan Ștefan	ACS	Membru echipa	0,74	2018	1488
42	Plopeanu Iuliana Georgiana	CS III	Membru echipa	1,04	2005	2088
43	Anghel Victoria Amelia	CS III	Membru echipa	0,63	2005	1256
44	Domnariu Horia-Vasile	ACS	Membru echipa	0,43	2018	864
45	Dragomir Elena Cristina	T III	Membru echipa	0,63	2005	1264
46	Drăghița Daniela	T II	Membru echipa	0,18	2005	352
47	Lăcătușu Anca-Rovena	CS I	Membru echipa	0,75	2005	1496
48	Marica Dora	ACS	Membru echipa	0,17	2019	336
49	Matei Mirela-Gabi	CS I	Membru echipa	0,17	2005	336
50	Matei Sorin	CS I	Membru echipa	0,20	2005	400
51	Moraru Irina-Ramona	CS III	Membru echipa	0,18	2005	352
52	Preda Claudia-Elena	CS II	Membru echipa	0,18	2005	368
53	Vrînceanu George Andrei	CS I	Membru echipa	0,21	2005	424
54	Voicu Valentina	CS I	Membru echipa	0,55	2005	1112
	<b>TOTAL</b>			<b>32,46</b>		<b>65183</b>

\* Se vor specifica numărul de ore lucrate în fiecare dintre anii de derulare ai Programului Nucleu, prin inserarea de coloane

**4.5. Infrastructuri de cercetare rezultate din derularea programului-nucleu. Obiecte fizice și produse realizate în cadrul derulării programului; colecții și baze de date conținând înregistrări analogice sau digitale, izvoare istorice, eșantioane, specimene, fotografii, observații, roci, fosile și altele asemenea, împreună cu informațiile necesare arhivării, regăsirii și precizării contextului în care au fost obținute:**

Nr.	Nume infrastructură/obiect/bază de date...	Data achiziției	Valoarea achiziției (lei)	Sursa finanțării	Valoarea finanțării infrastructurii din bugetul Progr. Nucleu	Nr. Ore-om de utilizare a infrastructurii pentru Programul-nucleu
1.	-					
2.						

**5. Rezultatele Programului-nucleu au fundamentat alte lucrări de cercetare:**

	Nr.	Tip
Proiecte internaționale		Ex. Orizont 2020, Bilateral, EUREKA, COST, etc.
Proiecte naționale		Ex. PNCDI III, etc.

**6. Rezultate transferate în vederea aplicării :**

Tip rezultat	Instituția beneficiară (nume instituție)	Efecte socio-economice la utilizator
-		

**7. Alte rezultate: .... (a se specifica, dacă este cazul).**

**8. Aprecieri asupra derulării programului și propuneri:**

Din cauza constrângerilor financiare obiectivele inițiale ale PN "Soluri durabile pentru o agricultură performantă și un mediu sănătos – SAPS" au fost realizate parțial. În cele două etape din anul 2021 în care s-au desfășurat activitățile Programului Nucleu, trei proiecte au atins rezultatele planificate pentru anul în curs:

- Contribuția funcțiilor solului la serviciile ecosistemice raportată la condițiile pedo-geo-climatice locale și la folosința actuală și istorică a terenurilor ca suport pentru politicile de agro-mediu - PN 19 34 01 01
- Produse inovative destinate agriculturii durabile și securității alimentare în contextul schimbărilor globale - PN 19 34 03 01
- Dezvoltarea unor instrumente inteligente pentru cuantificarea microbiotei solului ca furnizor de servicii ecosistemice pentru securizarea resursei naturale de sol în contextul schimbărilor climatice - PN 19 34 04 01

Două proiecte au primit finanțare parțială:

- Sistem inovativ pentru discriminare între agricultura ecologică și cea convențională destinat siguranței alimentare - PN 19 34 03 02
- Modelarea bioacumulării metalelor grele în legume - metodă utilizată în fundamentarea științifică a unui ghid de bune practici pentru cultivarea legumelor în gospodăriile familiale din zone afectate de poluarea industrială - PN 19 34 05 01

Două proiecte nu au fost finanțate.

**DIRECTOR GENERAL,**  
CALCIU Irina Carmen

**DIRECTOR DE PROGRAM,**  
VIZITIU Olga-Petruța

**DIRECTOR ECONOMIC,**  
TÂRHOACĂ Ecaterina