Anexa nr. 11 la Contract nr. 32 N/2023

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

RAPORT ANUAL DE ACTIVITATE
privind desfăşurarea programului nucleu
”Soluții inovative pentru păstrarea și refacerea sănătății solului în contextul adaptării la schimbările climatice - SOL-SAN”
PN 23 29
anul 2023

Durata programului: 4 ani
Data începerii: 12.01.2023 **Data finalizării: 10.12.2026**

1. **Scopul programului:** În ultimii ani la toate nivelurile societăţii s-a conştienizat faptul că solul este o resursă naturală cheie foarte complexă. Viața pe pământ depinde de soluri sănătoase. Solul este fundamentul tuturor sistemelor agroalimentare, asigură ape curate și habitate pentru creșterea biodiversității, contribuind în același timp la reziliența climatică. Ținând cont de faptul că 60-70% din soluri la nivel european sunt nesănătoase, în cadrul Programului de cercetare-inovare Horizon Europe pentru orizontul de timp 2021-2027 s-au stabilit ținte/misiuni, printre care și Misiunea ”Soil Deal for Europe” care ca scop crearea de cunoștințe și soluții pentru tranziția către soluri sănătoase prin dezvoltarea unui cadru armonizat pentru monitorizarea solului în UE și creșterea conștientizării oamenilor cu privire la importanța vitală a solurilor. Misiunea are 8 obiective: reducerea deșertificării, conservarea stocurilor de carbon organic din sol, reducerea impermeabilizării solului și reutilizarea solurilor urbane, reducerea poluării solului și soluții de remediere, prevenirea eroziunii, îmbunătățirea structurii solului pentru sporirea biodiversității, reducerea amprentei globale europene asupra solurilor, îmbunătățirea cunoștințelor privind solul în rândul societății. În anul 2021 Comisia Europeană a comunicat Parlamentului Uniunii Europene ”Strategia UE privind solul pentru 2030” care are ca țintă ca până în 2050, toate solurile din UE să fie sănătoase, fiind în concordanță cu obiectivele Misiunii Soil Deal for Europe. Cele șase obiective tematice prioritare ale programului vizează reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, adaptarea la schimbările climatice, asigurarea resurselor necesare vieții care să depășească consumul, un obiectiv ambițios de reducere la zero a poluării, protejarea și refacerea biodiversității și reducerea principalelor presiuni asupra mediului și a climei. La nivel național s-a încercat înțelegerea și rezolvarea țintelor europene şi şi a elaborat cadrul juridic necesar. În noiembrie 2020 a fost adoptată Legea Solului nr. 246/2020, privind utilizarea, conservarea și protecția solului, care integrează toate aceste ținte. Misiunea INCDPAPM-ICPA, împreună cu cele 37 de Oficii Județene de Studii Pedologice și Agrochimice, este de a elibera certificate de calitate a solului și de a restaura starea de calitate a solului luând în considerare că securitatea alimentară depinde de securitate solului și orice practică ce compromite sănătatea solului afectează securitatea alimentară pentru că solurile sănătoase produc alimente sănătoase. Din perspectiva transpunerii obiectivelor European Green Deal și Farm to Fork, în viitorul Plan Național Strategic (PNS), se va oferi un cadru adecvat pentru dezvoltarea unor modele de producție bazate pe modele sustenabile si durabile. Creșterea nivelului de ambiție propusă de Green Deal va fi urmărită prin păstrarea unui echilibru în planificarea PNS ca raport echitabil intre valorile indicatorilor de mediu și impactul de mediu al activităților agricole si intervențiile de mediu și climă.
Ținând cont de țintele europene care sunt transpuse și la nivel național, programul are ca scop efectuarea de cercetări pentru managementul durabil al solurilor pentru menținerea funcțiilor ecosistemice în condițiile adaptării la schimbările climatice și economia circulară. Programul are ca scop implementarea unor obiective din Strategia de dezvoltare instituțională, care se referă la necesități integrate de cercetare, furnizare de capital natural și servicii ecosistemice, gestiunea folosinței terenurilor. Programul respectă Agenda Strategică de Cercetare Europeană pentru

abordarea integrată a amenajării teritoriului și folosinței terenului și gestionării solului finalizată în anul 2017 pe baza rezultatelor proiectului Orizont 2020 INSPIRATION la care INCDPAPM-ICPA București a fost partener.
Programul nucleu, prin obiectivele stabilite, se încadrează în Obiectivul general 1 al Strategiei Naționale de Cercetare, Inovare și Specializare Inteligentă - SNCISI 2022-2027 ”Dezvoltarea sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare” și în Obiectivele specifice OS.1.3 ”Creșterea competitivității organizațiilor de cercetare” și respectiv OS.1.5 ”Conectarea activităților de cercetare și inovare cu provocările societale - Agenda Strategică de Cercetare”.
Programul nucleu, cu obiectivele stabilite, vizează 2 domenii de provocări societale din Agenda Strategică de Cercetare din Obiectivul specific OS.1.5: Climă, energie și mobilitate; Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu. În cadrul domeniului Climă, energie și mobilitate unul din obiectivele Programului are ca impact Transformări comportamentale pentru reducerea amprentei climatice. Celelalte obiective se încadrează la domeniul Hrană, bioeconomie, resurse naturale, biodiversitate, agricultură și mediu, având ca impact: Modele inovatoare de guvernanță, care încurajează durabilitatea și reziliența; Recuperarea biodiversității, conservarea și restaurarea durabilă a ecosistemelor și serviciilor ecosistemice; Bioeconomie circulară.

2. Modul de derulare al programului:

2.1. Descrierea activităţilor (utilizând şi informaţiile din rapoartele de fază, Anexa nr. 10)

Obiectiv 1: Evaluare Integrată de Mediu și Monitorizarea Solului la nivel național

PN 23 29 01 01 Cercetări privind inventarul de emisii în sol al unor poluanţi organici persistenţi – etapă importantă a implementării la nivel naţional a Regulamentului UE 1021/2019

Faza 1a/2023 (Etapa 1) – Identificarea surselor de poluare cu bifenili policloruraţi şi hidrocarburi aromatice polinucleare prin consultarea literaturii de specialitate
Consultarea literaturii de specialitate are ca rezultat un studiu documentar care permite identificarea surselor de poluare ale solului cu bifenil policloruraţi și hidrocarburi aromatice polinucleare precum și a metodelor de inventariere folosite. Acest studiu este foarte necesar pentru a stabili zonele cu risc, potențial poluate cu acești compuși, zone care ulterior vor fi investigate și dacă este cazul, monitorizate. Astfel, principalele surse de bifenili policloruraţi sunt echipamentele electrice (transformatoare și condensatoare electrice), incinerarea deșeurilor municipale și industriale, industria vopselurilor, reciclarea deșeurilor, traficul auto și feroviar. În ceea ce privește sursele de hidrocarburi aromatice polinucleare, acestea pot fi naturale (erupțiile vulcanice, incendiile de vegetație) și antropice (incinerarea deşeurilor, producerea fierului şi a oţelului, producerea aluminiului, fabricarea cimentului, producerea gudronului, a asfaltului, a cauciucului, fabricarea vopselurilor şi a pigmenţilor, producerea insecticidelor şi fungicidelor, rafinarea petrolului, producerea energiei, activităţile casnice cum ar fi arderea deşeurilor, arderea lemnului sau cărbunelui pentru încălzire, arderea resturilor vegetale rămase după recoltare).
Faza 1b/2023 (Etapa 2) – Studii privind distributia in diferite ecosisteme a bifenil policloruratilor (PCBs) si a hidrocarburilor aromatice polinucleare (PAHs) in functie de tipul sursei de poluare identificat
PCBs și PAHs sunt compuși organici insolubili în apă, deci au caracter lipofil şi tind să se acumuleze în grăsimi şi uleiuri. De aceea, ei se concentrează de la conţinuturi mici în soluri, sedimente sau apă, de-a lungul lanţului trofic, până la concentraţii mai mari cu câteva ordine de mărime în organismele vii, în special în mamifere şi păsări răpitoare. S-a constatat că principalii factori care influențează prezența în sol a reziduurilor acestor compuși sunt factorii climatici, proprietățile solului și proprietățile fizico-chimice ale compușilor. Factorii climatici includ altitudinea și temperatura. Temperatura reprezintă cheia care controlează volatilizarea și depunerea pe sol a poluanților. Multe studii demonstrează că PCBs tind să se evapore în aer la temperaturi ridicate şi se depun pe sol în condiții de temperatură scăzută, ceea ce explică prezența lor în zonele arctice și în tesutul adipos al mamiferelor din această regiune. Proprietățile solului influențează adsorbția lor prin conținutul de materie organică. Cu cât acest conținut este mai mare, cu atât sunt mai puternic reținuți în sol. Literatura de specialitate indică prezența lor în zone industriale, în apropierea autostrăzilor sau a uzinelor chimice. Profilul izomerilor este neomogen, dar cei mai întâlnți în soluri sunt izomerii hexacloruraţi. În ceea ce privește PAHs, analiza compușilor în sol arată predominanța compușilor cu 4, 5 și 6 inele aromatice în zona urbană și a compușilor cu 2 și 3 inele în zona suburbană și cea agricolă. De asemenea, studiile au relevat faptul că PAHs cu masă moleculară mică sunt generate, de obicei, de incendiile de vegetație, de pădure unde procesele de combustie au loc la temperatură joasă sau moderată, în timp ce PAHs cu masă moleculară mare sunt rezultatul proceselor industriale sau a traficului.

Studiul documentar va ajuta la explicarea prezenței și modului de adsorbție în diferite tipuri de sol în prezența diferitelor surse de poluare și va oferi indicații cu privire la tipul de izomer ce ar putea fi identificat cu precădere în anumite tipuri de sol.

Faza 2/2023 (Etapa 2) – Dezvoltarea şi validarea unei metode de determinare a hidrocarburilor aromatice polinucleare din sol

Dezvoltarea și validarea metodei de determinare a PAHs din sol este necesară pentru demonstrarea competenței laboratorului în obținerea unor rezultate valide. Pentru a valida o metodă de analiză este necesară stabilirea și atingerea unor parametrii de performanță, și anume : determinarea domeniului de liniaritate, a limitei de detecție și a celei de cuantificare, a repetabilității, reproductibilității, exactității, fidelității și gradului de recuperare. Validarea s-a realizat pentru cei 10 compuși indicați de Ordinul 756/1997, folosind ca material de referință o probă de control furnizată de organizatorul de scheme de competență Bipea, Franța. Metoda folosită a fost extracția Soxhlet cu hexan/acetonă și determinarea prin cromatografie de lichide cu fază inversă și detecție UV cu diodă Array. Domeniile de liniaritate, limita de detecție și de cuantificare pentru fiecare compus au fost stabilite pornind de la trasarea curbei de calibrare, iar exactitatea, fidelitatea și gradul de recuperare au fost verificate cu ajutorul materialului de control. Metoda a fost declarată validă. Verificarea rezultatelor se va face și prin participarea în luna ianuarie 2024 la scheme de competență BIPEA la care laboratorul nostru este deja înscris.

Obiectiv 2: Bio-economie – valorificarea potențialului concomitent cu asigurarea durabilității solurilor

PN 23 29 02 01 Noi produse fertilizante organice pentru agricultură sustenabilă în contextul utilizării eficiente a resurselor naturale

Faza 1/2023 (Etapa 1) – Studiu privind biostimulatorii și tehnologii de fertilizare destinate unei agriculturi durabile si securitatii alimentare, identificarea variantelor de biomasă vegetală; Fundamentarea modelului experimental de screening privind determinarea eficientei acizilor organici solubilizatori

O prima etapa în activitatea de implementare a proiectului a reprezentat-o identificarea și selectarea unor produse/subproduse de natură vegetală cu conținut ridicat de proteine. Printre principalele surse de proteine vegetale se numără leguminoasele (soia, mazărea, fasolea, linte), cerealele (grâu, orz, ovăz, porumb), semințele oleaginoase (rapiță, floarea-soarelui, in) și algele. În etapa experimentală au fost selectate și caracterizate două surse de produse/subproduse de natură vegetală cu un conținut ridicat de substanțe proteice, dar și accesibile din punct de vedere economic: srotul de soia și mazărea. Cele două surse de subproduse de natură vegetală au fost caracterizate privind continutul de azot, proteină, prin analize fizico-chimice analiză elementală si FT-IR.

Având ca model mecanismul natural de acțiune ale bacteriilor solubilizatoare prin intermediul acizilor organici asupra compușilor cu fosfor, în această etapă a proiectului s-au identifica și evalua o gamă de acizi organici solubilizatori - (AOS). Pentru optimizarea efectului de solubilizare a fosforului, combinația de acizi organici solubilizatori (AOS) urmand a fi amplificată prin adăugare de hidrolizate proteice obținute prin hidroliză enzimatică a materialului vegetal (soia, mazăre), respectiv proteine/peptide/ aminoacizi (Ppa). În cadrul fazei 1, în activitatea experimentală desfășurată, respectiv studiul de caracterizare, din punct de vedere al capacității de solubilizare a fosforului de către acizi organici solubilizatori (AOS) din roca fosfatică, au fost selectați și au fost caracterizați un număr de 6 acizi organici (mono, di și tricarboxilici), respectiv: acidul citric, acidul tartric, acidul oxalic, acidul lactic, acidul succinic și acidul acetic. Studiul a vizat determinarea capacității de solubilizare la echilibru a fosforului din roca fosfatică (o fosforită de Egipt cu o concentratie de 20,89% fosfor ca P_2O_5) utilizând cinci concentrații molare pentru fiecare acid, respectiv de 25 mmol/litru, 50 mmol/litru, 75 mmol/litri, 100 mmol/litru și 150 mmol/litru, precum și timpi de reacție de 60 minute. Au fost elaborate protocoalele experimentale pentru fiecare studiu, iar fosforul din solutiile separate a fost determinat prin metoda spectrofotometrica conform SR 11411-2:1998. Pentru caracterizarea din punct de vedere al capacității de solubilizare a fosforului de catre acizi organici solubilizatori (AOS) in functie de concentratia molara a acidului s-au utilizat ecuatii de tipul curbele de echilibru din procesele de adsorbtie Langmuir și Freundlich, iar măsura potrivirii cu modelul teoretic a fost evaluată prin compararea valorii coeficienților de corelație (R^2). Pe domeniul analizat evolutia concentratiei de fosfor extrasa la echilibru (Qe, mg P_2O_5/g roca fosfatica) in functie de concentratia molara a acidului organica, descrisa de o functie liniara cu valori foarte bune ale coeficientul de determinare (R^2) cuprins intre 0.8176 (acidul tartric) si 0.9989 (acidul succinic).

Faza 2/2023 (Etapa 1) – Identificarea și selectarea unor acizi organici solubilizatori (AOS) eficienti și caracterizarea lor; Realizarea studiilor preliminare de stabilitate a matricilor acizii organici solubilizatori (AOS) cu diferite amestecuri proteine/peptide/aminoacizi (Ppa) si caracterizarea complexa; Stabilirea variantelor de hidroliza enzimatica pentru biomasa vegetala; Diseminarea informatiilor rezultate, asigurarea managementului de proiect

În cadrul Fazei 2/2023, avand in vedere studiile preliminare efectuate in etapa anterioară privind efectul unor acizi organici asupra solubilizarii fosforului, o activitate importantă a reprezintat-o selectarea unor acizi organici solubilizatori (AOS) eficienti și caracterizarea lor, respectiv determina gradul de solubilizare a fosforului din doua surse naturale de fosfor (roca fosfatică și hidroxiapatită), o atenție majoră acordându-se acizilor: gluconic, formic, glutamic, citric, oxalic, tartic, lactic, acetic, propionic, malic, fumaric. În activitatea experimentală desfășurată, respectiv studiul de caracterizarea din punct de vedere al capacității de solubilizare a fosforului de către acizi organici solubilizatori (AOS) din roca fosfatica s-au selectat si utilizat un numar de 12 acizi organici (mono, di si tricarboxilici), respectiv acizii: citric, tartic, oxalic, lactic, succinic, gluconic, glutamic, propionic, fumaric, malic, EDTA, acetic, precum si aminoacidul glicina. Studiul a vizat determinarea capacitatii de solubilizare la echilibru a fosforului din roca fosfatica (o fosforită din Egipt cu o concentrație de 20,89% P_2O_5 și, respectiv, hidroxiapatită cu o concentrație de 39,89% P2O5), utilizând soluții de 25 mmol/litru, respectiv timpi de reactie de la 0,5 la 48 de ore. Au fost elaborate protocoalele experimentale pentru fiecare studiu, iar fosforul din solutiile de extractie a fost determinat prin metoda spectrofotometrica si s-a masurat la o lungime de undă cuprinsă între 410...470 nm (SR 11411-2:1998).
Concentratia de fosfor solubilizat la echilibru (Qe, mg P_2O_5/g sursa de fosfor) a fost reprezentata în functie de timp și diferite modele cinetice ce au fost utilizate pentru evaluarea ecuatiei cinetice a procesului de extractie (Second order, Elovich, Power function si pseudo-modelului de ordinul doi dezvoltat de Ho), utilizand datele obtinute experimental. Pentru a determina gradul de similitudine intre modelul matematic si datele experimentale s-a utilizat coeficientul de corelare (R^2). Studiile efectuate au fost completate cu determinări privind solubilizarea fosforului din roca fosfatică și hidroxiapatită, utilizând soluții de acizi organici cu o concentrație de 0,05N, pentru un timp de reacție de 240 de minute si s-a determinat gradul de solubilizare a fosforului (%) din sursa de fosfor utilizata (roca fosfatica si hidroxiapatita).
Acizilor organic solubilizatori (AOS) selectionati si respectiv roca fosfatică și hidroxiapatita au fost caracterizati prin tehnica spectrometriei FT-IR.
În etapa experimentală de elaborare a protocolului de obtinere a hidrolizatelor proteice (Ppa) au fost selectate și caracterizare două surse de produse / subproduse de natură vegetală cu un conținut ridicat de substanțe proteice, dar și accesibile din punct de vedere economic, respectiv srotul de soia (Glycine max) si mazărea (Pisum sativum). Au fost definite conditiile optime de proces, și anume: concentrație (raport proteină/enzimă), pH, temperatură, timp de operare, conditii de inactivare a enzimei si determinarea caracteristicile hidrolizatelor obtinute, gradul de hidroliza si procentul de azot recuperat, utilizand ca enzime: Alcalaza, Papaina si amestecul intre acestea.
Utilizand datele obtinute experimental in studiile de cinetica privind solubilizarea fosforului si cele utilizand diferite molaritati si, respectiv, normalitati de solutii continand acizi organici folositi pentru solubilizarea fosforului din roca fosfatica respectiv, hidroxiapatita au fost stabilite cele 4 matrici de biostimulanti cu acizii organici solubilizatori (AOS) si amestecuri proteine/peptide/aminoacizi (Ppa) din hidrolizate proteice. Cele patru formule experimentale de biofertilizanti (fiecare continand un numar de 7 acizi organici, in diferite concentratii molare) au fost caracterizate complex privind capacitatea de solubilizare a fosforului din roca fosfatica si, respectiv, din hidroxiapatita in functie de concentratia solutiei aplicate, capacitatea maxima de solubilizare obtinandu-se pentru variantele de formule biostimulante V1, V2 si V4 cu valori de 61,4 – 89,7% pentru roca fosfatica (la concentratii pentru solutiile de solubilizare de 50%) si de 100% pentru hidroxiapatita (la concentratii pentru solutiile de solubilizare de 30%). Procesul de solubilizare al fosforului din roca fosfatica si, respectiv, hidroxiapatita in functie de concentratia solutiei de biofertilizant aplicata (pe domeniul 2-30%) a fost estimat aplicând o ecuatie de tip Langmuir.

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

PN 23 29 03 01 Managementul resurselor de sol în agroecosistemele afectate de aridizare în vederea menținerii biodiversității

Faza 1/2023 (Etapa 1) – Identificarea cauzelor care generează declanșarea proceselor de degradare a terenurilor în diferite zone și a proceselor de aridizare

În ceea ce privește stadiul de implementare a proiectului în Faza 1 s-a pus accentul pe analiza, reactualizarea si sinteza cercetarilor in vederea fundamentarii tematicii proiectului.
Problematica degradării resurselor edafice necesită o abordare complexă, prin prisma situării solului la interferența dintre celelalte elemente ale mediului înconjurător (apă, aer, biota), impunând colectarea de date și materiale dintr-un spectru larg al cercetării științifice fundamentale și aplicate, plecând de la delimitarea ariilor de studiu și inventarul resurselor pedologice existente, toate acestea fiind extrem de importante în identificarea și evaluarea riscului de intensificare a proceselor de degradare care determină apariția și extinderea procesului de aridizare.

Dinamica proceselor principale de degradare ale solurilor care amplifică riscul de apariție al aridizării în țară este dată de factorii naturali reprezentați prin elemente ale cadrului natural, condițiile climatice dar și de influența directă sau indirectă a factorilor antropici asupra însușirilor solului, modul de folosință al terenurilor, practicilor agricole inadecvate, utilizarea de lucrări agrotehnice agresivă față de sol, folosirea apei de irigație necorespunzătoare, defrișările. Toți acești factori acționând sinergic cât și manifestarea proceselor de degradare determină la nivelul resurselor de sol/teren graduări diferite în privința susceptibilității apariției aridizării.

Elementele tehnologice si metodele de conservare a solului din cadrul sistemelor de cultura, care vor fi recomandate pentru zonele de impact ale proiectului, vor fi stabilite pe baza relatiilor existente intre parametri fizici, chimici si biologici ai solului si in corelare cu potentialul bioproductiv al plantelor si cu cerintele indicatorilor de mediu.

O atentie prioritară se acorda elementelor tehnologice si metodelor care determina refacerea insusirilor fizice, chimice si biologice intr-un timp mai scurt si cu cheltuieli mai mici, sisteme conservative de lucrare minima a solului etc, în zonele aridizate din țara noastră.

Având în vedere că în etapa actuală, s-a urmărit identificarea factorilor care conduc la degradarea terenurilor în zone supuse aridizării, se va pune accent în continuarea proiectului de a implementa și stabili metode agrotehnice mai rapide, economice şi eficiente care să asigure obţinerea unor recolte ridicate în contextul reducerii cheltuielilor la hectar şi conservării solului. Am considerat ca oportună stabilirea cu mai multă precizie a interacţiunilor ce se stabilesc între principalii parametrii tehnologici în condiţiile de climă şi sol în agroecosistemele afectate de aridizare din țara noastră.

Faza 2/2023 (Etapa 1) – Analiza proceselor de degradare ale solurilor care conduc la apariția și extinderea procesului de aridizare și cauzele degradării resurselor pedologice

În vederea realizării obiectivului fazei au fost identificate zonele afectate de procesele de aridizare în diferite județe din țară. Județele luate în studiu sunt: Mehedinți, Dolj, Olt, Teleorman, Giurgiu, Călărași, Brăila, Vrancea, Tulcea, Constanța și Ialomița.

Au fost prelevate un număr de 36 probe agrochimice (în două sisteme de lucrări ale solului, clasic și lucrări minime) și 36 probe microbiologice de sol (în două sisteme de lucrări ale solului, clasic și lucrări minime). Probele agrochimice și microbiologice au fost prelevate pe adâncimea de 0-20 cm.

Probele de sol au fost recoltate cu sonda agrochimică pe adâncimea 0-20 cm din parcele lucrate în sistem clasic și în sistem conservativ, conform Metodologiei de lucru a ICPA București (MESP, 1987) și analizate din punct de vedere fizico-chimic și microbiologic în laboratoarele ICPA București.

Pentru fiecare unitate administrativ teritorială identificată, au fost descrise condițiile pedoclimatice, sistemele de lucrări ale solului practicate (culturi, fertilizanți, producții), însușirile fizico-chimice: reacția solului (pH); conținutul de humus (%); conținutul de azot total (N%); conținutul de fosfor mobil (PAL mg/kg); conținutul de potasiu mobil (KAL mg/kg); gradul de saturație în baze (V%); textura); însușirile microbiologice: respirația solului (mg CO_2/100g sol); determinări cantitative de bacterii x 10^6celule viabile/g sol uscat; determinări cantitative de fungi x 10^3ufc /g sol uscat).

Sistemele de lucrări minime ale solului pot fi considerate că au un cel mai redus impact direct asupra degradării agregatelor structurale de sol, astfel că și din acest punct de vedere sunt considerate ca metode ameliorative și conservative.

Indicatorii de caracterizare a stării agrochimice evidențiază modificări nesemnificative, totuși s-a observat o tendință de acumulare a macronutrienților în partea superioară a stratului arat în variantele tehnologice conservative.

Costurile cu diferitele lucrări agricole în cadrul tehologiilor conservative sunt sensibil mai reduse comparativ cu tehnologia convențională, în condiții favorabile din punct de vedere natural, dar și tehnologic.

Introducerea în practica agricolă a tehnologiilor conservative de lucrare a solului, cu deosebire a lucrării pe verticală, dar și a semănatului direct, poate avea efecte benefice pe termen lung, dar aceasta numai dacă sunt respectate criteriile de pretabilitate a solului față de aceste metode, și numai dacă este efectuat un control serios al buruienilor și dacă dotarea tehnică necesară este asigurată.

Efectele pozitive se explică prin protejarea solului la suprafață împotriva factorilor agresivi, prin creșterea conținutului de materie organică, prin protecția și asigurarea hranei diferitelor viețuitoare din și de la suprafața solului, prin stimularea biodiversității etc.

În agricultura convențională, degradarea biologică a solului, adică a diferitelor comunități de viețuitoare și a funcțiilor pe care acestea le exercită, este o consecință firească a factorilor care au condus la procesele degradării fizice și chimice ale solului, fiind determinată de hrana insuficientă, de afânarea sau deranjarea excesivă a solului prin numeroase lucrări.

S-a constatat că în sistemele conservative, mai ales în semănatul direct, comparativ cu afânarea convențională, formarera și stabilizarea agregatelor structurale este predominant determinată de către coloniile de fungi.
Respirația este puternic influențată de temperatură, umiditate, accesibilitatea nutrienților și structura solului. Aproximativ jumătate din respirația solului este asociată cu respirația heterotrofă a comunităților microbiene, care utilizează materialele organice recent produse ca substrat energetic.
Datele obținute în variantele tehnologice conservative, comparativ cu cea clasică sau convențională, au evidențiat rezultate pozitive în ceea ce privește recolta și starea solului.
Astfel, înlocuirea tehnologiei convenționale cu cea conservativă este posibilă, reprezentând pentru viitor soluția cea mai bună de trecere la agricultura conservativă cu efecte benefice pe termen lung în protecția solului și a altor resurse de mediu.
Pe termen lung, rezultatele cercetărilor vor contribui la actualizarea şi îmbunătăţirea sprijinului fermierilor pentru implementarea de tehnologii agricole conservative şi menţinerea României în fruntea ţărilor europene din perspectiva protecţiei mediului şi conservării solurilor.
Activităţile desfăşurate în Faza 2 au dus la indeplinirea obiectivului propus: Analiza proceselor de degradare ale solurilor care conduc la apariția și extinderea procesului de aridizare și cauzele degradării resurselor pedologice.

Obiectiv 4: Management durabil pentru refacerea valorii ecologice și socio-economice a terenurilor degradate
PN 23 29 04 01 Evaluarea bioacumulării metalelor grele în vegetația pajiştilor prin metoda analizei de regresie în scopul fundamentării ştiinţifice a unui ghid de bune practici pentru păşunatul şi producerea fânului necesar furajării animalelor în zone afectate de poluarea industrială
Faza 1/2023 (Etapa 1) – Studiul literaturii de specialitate cu privire la procesul de bioacumulare a metalelor în vegetaţia pajiştilor, măsuri de limitare a transferului metalelor grele din sol în vegetaţia din pajişti. Identificarea prin studii în teren a speciilor de graminee şi leguminoase perene din vegetaţia pajiştilor din areale puternic afectate de poluarea cu metale grele
Pe baza studiului documentar, s-a întocmit o ierarhie a speciilor ierboase (graminee și leguminoase perene) în funcție de potențialul de bioacumulare a metalelor, care depinde atât de metalul studiat cât și de specia vegetală. Astfel, foarte importanți sunt factorii de sol care guvernează mobilitatea acestor contaminanți în sol (reacția solului, textura, capacitatea de schimb cationic, conținutul total de metal). Descrierea proceselor de bioacumulare a metalelor în speciile vegetale se poate face pe baza unor modele matematice de tip regresie (simplă sau multiplă) care să ia în considerare contribuțiile celor mai importante variabile care afectează transferul metalelor în sistemul sol-plantă.
Totodată, în această etapă s-a stabilit necesarul de date utilizat la realizarea structurii bazei de date georeferențiate pentru caracterizarea suprafețelor afectate de poluarea cu metale grele. Obiectivul acestei activități îl constituie definirea principiilor și caracteristicilor tehnice care stau la baza dezvoltării unei serii de baze de date grafice și de atribut pentru soluri și terenuri, care să fie utilizate pentru descrierea procesului de bioacumulare a metalelor în speciile vegetale (graminee și leguminoase perene) specifice pajiștilor naturale.
Prin studii în teren s-au identificat pajiștile aflate în arealul puternic afectat de contaminarea cu metale grele, s-au recoltat probe de sol și plantă ce au fost analizate în laborator. Datele vor fi folosite pentru parametrizarea modelelor stochastice de bioacumulare pentru aceste specii. Informarea comunităților din arealul luat în studiu (autorități locale, crescători de animale, proprietari de terenuri, etc.) cu privire la obiectivele acestui proiect va conduce la creșterea gradului de conștientizare a riscului asociat utilizării acestor terenuri contaminate în scopul pășunatului și al producerii de furaj.
Faza 2/2023 (Etapa 1) – Evaluarea gradului de încărcare cu metale grele a solurilor şi a speciilor de graminee şi leguminoase perene din areale puternic afectate de poluarea cu metale necesare parametrizării modelelor stochastice de bioacumulare. Parametrizarea modelelor sochastice de bioacumulare pentru specii de graminee şi leguminoase perene din areale puternic afectate de poluare
În această fază s-au continuat studiile în teren, au fost identificate pajiștile permanente aflate în zona mediu poluată de unde au fost recoltate probe de sol și plantă. Datele vor fi folosite pentru parametrizarea modelelor stochastice de bioacumulare pentru aceste specii. Evaluarea gradului de încărcare cu metale grele (Cd, Pb, Cu, Zn) a solurilor și a speciilor de plante din familia gramineelor și leguminoaselor s-a realizat prin stabilirea conținuturilor de metale din probele de sol și plantă recoltate din arealele luate în studiu. Astfel, din cele 37 de pajiști permanente, în anul 2023, au fost identificate, recoltate și analizate 121 de probe de plantă din familia gramineelor și 117 probe din familia leguminoaselor. Din **familia leguminoaselor**, cele mai des întâlnite plante au fost *Vicia Spp*., *Trifolium Pratense*, *Lotus*

Corniculatus, *Medicago Lupulina*, *Trifolium Repens* și *Medicago Falcata*. Mai rar întâlnite în zona de studiu au fost *Coronila Varia* (6 probe), *Meliotus Officin*alis (5 probe), *Medicago Sativa* (5 probe), *Onobrychis Viciifolia* (3 probe), *Latirus Pratensis* (3 probe), *Lotus Maritimus* (2 probe), *Astragalus Onobrychis* (2 probe) și *Dorycnium Pentaphyllum* (2 probe). Din **familia gramineelor,** prezența speciilor este echilibrată astfel: din genul *Festuca* (*Festuca Rubra și Festuca Spp.)* este cel mai frecvent întâlnit, urmat de plantele din genul *Poa (Poa Pratensis, Poa Palustris, Poa Bulbosa, Poa Violacea, Poa Spp.*), genul *Bromus (Bromus Inermis, Bromus Mollis, Bromus Erectus, Bromus Spp.*), specia *Dactylis Glomerat*a. Alte specii des întâlnite sunt *Holcus Lanatus*, dar și din genul *Arrhenatheum Elatius*. Au mai fost identificate, recoltate și analizare probe de plante din genurile *Lollium Perene*, *Hordeum Murina, Briza Medi și Cynosurus Cristatus.* Datele obținute au permis evaluarea acumulării metalelor în plantele din specii în funcție de conținutul de metal greu din sol.

Interesul fermierilor a fost menținut prin prezentarea rezultatelor într-o Fisa sintetică, fișă care conține alaturi de rezultatele analitice obținute și informații privind limitele maxim admise pentru conținuturile de metale grele din terenurile folosite ca și pășuni, oferind astfel proprietarilor o imagine mai clară a riscurilor asociate utilizării acestor terenuri.

Activitatea de diseminare a rezulatelor a avut ca rezultat prezentarea la Craiova, în cadrul Conferinței Internaționale "Durable agriculture – agriculture of the future", lucrările: *A study regarding heavy metals in perennial grasses species harvested from permanent meadows in the Copșa Mică area*, și *Assessment of heavy metals accumulation in perennial legumes (white clover and red clover) in the Copșa Mică area, Romania*.

Obiectiv 5: Furnizare de Capital Natural și Servicii Ecosistemice: Biodiversitate, resurse de organisme și resurse genetice

PN 23 29 05 01 Dezvoltarea de indicatori privind rolul biodiversității și funcționalității microbiotei solului în furnizarea de servicii ecosistemice, îmbunătățirea sănătății solului și creșterea rezilienței în fața schimbărilor climatice

Faza 1/2023 (Etapa 1) – Elaborarea metodologiei de fracționare a carbonului organic pentru obținerea de noi indicatori, stabilirea substratelor și selecția biosistemelor conform capabilităților metabolice

Proiectul are 4 obiective principale, corelate și interdependente:

O1.Generarea de biosisteme capabile de modularea biodiversității microbiomului edafic și eficientizarea/echilibrarea proceselor fiziologice microbiene implicate în captarea/emisia de CO2, în scopul stabilizării și sechestrării durabile a carbonului;

O2. Transpunerea, calibrarea și validarea în contextul solurilor locale a unor metode de analiză ce furnizează indicatori cheie pentru o mai bună înțelegere a circuitului biogeochimic al carbonului (POMC, MAOMC, POXC, MBC);

O3.Caracterizarea compoziției comunităților microbiene utilizând markeri genetici (16S, LSU/ITS) în cazul unor sisteme de pajiște și agroecosisteme reprezentative pentru condițiile eco-pedo climatice din România;

O4. Studierea relației dintre sănătatea solului, diversitatea taxonomică (abundență, echitabilitate și compoziție) și diversitatea funcțională (caracteristici metabolice și activități enzimatice).

Activitățile desfășurate în faza 1/ 2023 a proiectului au urmărit îndeplinirea obiectivelor generale ale proiectului și cele ale fazei prin:

- dezvoltarea metodologiilor de determinare a POMC/MAOMC, POXC, MBC
- stabilirea atributelor specifice ale substratelor cu rol inductor, mediator și de complexare necesare selecției microbiene multifuncționale;
- selecția biosistemelor microbiene în funcție de compoziția calitativă/cantitativă și caracteristicile biochimice ale compușilor exometabolici;
- upgrade-ul infrastructurii de cercetare;
- diseminarea rezultatelor prin participare la o manifestare științifică, elaborarea și publicarea unei lucrări științifice originale într-o revistă de specialitate indexată ISI.

Activitatea 1.1. Dezvoltarea metodologiilor de determinare a POMC/MAOMC, POXC, MBC

Pentru fiecare dintre cei trei indicatori, s-a urmărit: stabilirea principiului general al metodei originale, identificarea actualizărilor și îmbunătățirilor propuse de alți autori, analiza rolului și influențelor parametrilor variabili, înțelegerea și evaluarea limitărilor existente, identificarea echipamentelor de laborator și a reactivilor utilizați, identificarea intervalelor de rezultate raportate la nivel internațional în general și în particular, în cazul condițiilor eco-pedo-climatice similare cu cele autohtone.

În urma realizării analizei de literatură, s-au reținut următoarele aspecte:

A. Metodologie pentru fracționare POMC (*particulate organic matter carbon*)/MAOMC (*mineral associated organic matter carbon*) are la bază principiul separării cantității totale de carbon organic din sol (SOC) în funcție de gradul de aderare la particulele minerale ale solului. Separarea se realizează în general în funcție de densitate și dimensiune, anterior separării parcurgându-se o etapă preliminară de dispersie care se poate realiza fie prin ultrasonificare fie prin agitare intr-o soluție cu un agent dispersant (e.g. hexametafosfat de sodiu: $(NaPO_3)n$).

După izolarea propriu zisă a celor două fracții, cuantificarea carbonului organic aferent se realizează cu mijloacele clasice (Walkley – Black sau analizor elementar).

B. Metodologie POXC (Permanganate Oxidizable Carbon)

Metoda utilizează un principiu chimic și anume oxidarea prin intermediul unui agent de oxidare care oxidează parțial materia organică, fracția oxidată fiind considerată cea care este disponibilă ca substrat microbiotei solului. Pentru oxidare este utilizat aproape în unanimitate permanganatului de potasiu ($KMnO_4$).

C. Metodologie MBC (microbial biomass carbon)

Metodele cele mai des utilizate în prezent în laboratoarele de microbiologia solului sunt: 1) fumigație cu $CHCl_3$ și extracție directă, 2) respirație indusă de substrat și 3) extracție și cuantificare biomarkeri celulari precum ATP, ergosterol – pentru fungi sau acizi grași fosfolipidici.

În contextul proiectului actual, s-a considerat oportună dezvoltarea metodologiei MBC prin fumigație cu $CHCl_3$ și extracție directă, o modificare a metodei de fumigație și incubare propusă în anii '60 în cadrul laboratorului de microbiologia solului de la Rothamstead. Principiul metodei presupune lizarea celulelor microbiene prin intermediul cloroformului, extragerea conținutului celular și determinarea carbonului organic aferent. Implementarea propriu zisă presupune echipamente clasice de laborator (exicator, pompa de vid, sisteme de filtrare, etc.) însă pentru determinarea carbonului organic în extractele finale, este de preferat utilizarea unei tehnici cu un grad ridicat de sensibilitate (e.g. sistem automat de determinare TOC în probe lichide).

Activitatea 1.2 Stabilirea atributelor specifice ale substratelor cu rol inductor, mediator și de complexare necesare selecției microbiene multifuncționale

Pentru obținerea izolatelor microbiene care vor intra în componența microbiomilor au fost analizate diferite tipuri de soluri sub aspectul încărcării microbiene și al caracteristicilor lor biochimice. Probele analizate au provenit din soluri (Gleiosol molic, Aluviosol argilic, Solonet albic, Rendzină calcarică), vermicompost și permafrost. S-au realizat izolări și determinări privind numărul total de microorganisme bacteriene și fungice, și unitățile taxonomice microbiene care le populează.

Solurile analizate au avut un conținut relativ bogat și divers în microorganisme cu caracteristici metabolice specifice, fiecare specie microbiană prezentând genomul propriu, nefiind modificate genetic, fapt care a asigurat un nivel de biodiversitate, prin care se poate influența evoluția materiei organice și respectiv, depozitarea acesteia în sol.

S-au izolat și identificat 46 de specii microbiene bacteriene și fungice care au fost caracterizate (morfologic, biochimic), menținute în culturi pure și trecute în colecția de lucru a laboratorului pentru investigațiile ulterioare.

Caracterizarea biochimică a izolatelor microbiene din colecție a fost efectuată prin teste (indol, hidroliza amidonului, catalaza, oxidaza și reducerea nitratului). De asemenea, izolatele bacteriene și fungice provenite din solurile analizate, au fost supuse testelor de biosinteză a exometaboliților (polizaharide, polifenoli și proteine). Estimările semicantitative ale acestora s-au realizat pe baza dimensiunilor halourilor determinate în substrat iar cele cantitative, privind conținutul de exometaboliți, s-au realizat după extragerea din mediu cu solvenți specifici.

Pentru selecția izolatelor capabile de biosinteză a exometaboliților de tip polizaharidic, culturile pure din mediile de îmbogățire, au fost inoculate pe discuri de filtru, pe medii de cultură având surse de carbon accesibile (glucoză, fructoză). De asemenea, s-au investigat posibilitățile de control al biosintezei de carbohidrați ale izolatelor pentru a determina creșterea potențialului acestora în producția de carbohidrați.

Pentru selecția izolatelor capabile de biosinteză a exometaboliților de tip polifenolic, culturile pure au fost trecute pe mediile de îmbogățire, incubate, centrifugate, iar supernatantul filtrat utilizat pentru evidențierea compușilor polifenolici.

Analiza substratelor de creștere (Topping, LB, TB) a permis stabilirea factorilor de maximizare a biosintezei exometaboliților proteici (sursele de carbon, agenții de tamponare, conținutul ionic).

Substratul cu inductori de complexare a determinat indisponibilitatea fierului din cauza competiției microorganismelor pentru nutrienții disponibili. Relația dintre virulență și controlul biologic leagă capacitatea de a produce siderofori, de modificarea necesarului de fier cât și de activitatea microbiană generală, în ceea ce privește controlul biologic. Substratul utilizat (mediul King modificat prin conținutul de potasiu, magneziu și glicerol a crescut producția de siderofori a izolatelor.

Activitatea 1.3 Selecția biosistemelor microbiene în funcție de compoziția calitativă/cantitativă și caracteristicile biochimice ale compușilor exometabolici.

Există o legătură puternică între alcătuirea unui microbiom și rata de sinteză/descompunere a altor compuși, cât și cu cea de creștere a stocării carbonului în sol. Conținutul microbian extracelular constituie un avantaj competitiv prin care microbiomul poate influența în sol transportul nutrienților, dinamica potențialului energetic, toleranța față de secetă.

S-au realizat și selectat biosistemele microbiene în funcție de compoziția calitativă/cantitativă și caracteristicile compușilor exometabolici. Microorganismele din microbiomi constituie jucători activi în circuitul C în sol, iar aceste pompe de carbon microbian urmează să cupleze practic producția microbiană a unui set de compuși organici, cu stabilizarea ulterioară a acestora.

Criteriile de realizare și selectie a microbiomilor M1-M9, respectiv a biosistemelor microbiene active *in situ* cuprind: prezența și activitatea rizosferică, productia de biomasă microbiană, implicarea in circuitul carbonului, azotului, fosforului, preponderența microflorei fungice, prezența fungilor ectomicorizici, producția exometabolică crescută și prezența antagoniștilor. În cadrul fiecărui biosistem s-a respectat principiul de utilizare și de grupare a izolatelor, in concordanță cu relația producția de biomasă/metaboliți/CO_2.

În urma analizelor efectuate s-au realizat 9 grupuri distincte de comunități (M1-M9) cu performanțe metabolice sub aspectul capacităților de biosinteză a compușilor organici (carbohidrați, polifenoli, proteine).

Formarea biosistemelor (M1-M9) s-a realizat pe baza microorganismelor selecționate și grupate conform criteriilor de selecție anterioare, realizându-se combinații care cuprind între 7-12 izolate/microbiom, iar în cadrul fiecărui microbiom, pe lângă capacitățile crescute de biosinteză a carbohidraților, polifenolilor, proteinelor, s-au urmărit și posibilele influențe ale caracteristicilor de tip sintrofic și epistazic asupra nivelului activităților metabolice în sol. Izolatele care intră în compozitia biosistemelor, reprezentate prin microbiomii M1-M9, cuprind specii de microrganisme apartinând la 8 genuri bacteriene și 15 genuri fungice. Biologia acestora sau preponderența creată pentru unele căi metabolice trebuie să fie orientată spre cele care intervin în controlul proceselor de organicizare/sechestrare, fie prin viteza cu care se desfășoară reacțiile, fie prin intermediul produselor lor metabolice.

Activitatea 1.4. Upgrade al infrastructurii de cercetare

In faza curentă infrastructura de cercetare a fost modernizată și completată prin achiziționarea de echipamente și aparatură performante, indispensabile pentru realizarea obiectivelor propuse :

- Sistem de producere a apei ultrapure, model Crystal EX Trace
- Balanță semi-analitice cu calibrare internă.
- Termociclu PCR – instrument necesar în vederea amplificarii markerilor genetici (16S rADN, ITS) utilizati pentru identificarea comunitaților de microorganisme. În vederea optimizării costurilor, fără a periclita însă calitatea reacțiilor PCR, s-a optat pentru un model cu un singur bloc, cu gradient de temperatură și cu 96 de godeuri, marca DLAB.
- Kituri de extracție ADN – necesar în vederea extragerii ADN-ul microbian din matricea materialului de sol. Pentru obținerea unor randamente ridicate de extracție, s-a optat pentru achiziționarea kiturilor Qiagen Power Soil Pro.
- Kituri de cuantificare ADN – necesar pentru estimarea eficienței extracției și în vederea preparării probelor pentru reacțiile PCR. S-a optat pentru kituri compatibile cu cuantificarea pe bază de fluorescență prin intermediului fluorometrelor Qubit.

Activitatea 1.5. Diseminarea rezultatelor. Diseminarea rezultatelor prin participare la o manifestare științifică, elaborarea și publicarea unei lucrări științifice originale într-o revistă de specialitate indexată ISI

Rezultatele obținute în cadrul proiectului au fost valorificate prin participare la Conferința Internațională „Agriculture for Life, Life for Agriculture", București, din 8-10 Iunie 2023, cu o comunicare științifică (prezentarea unui poster) și publicarea lucrării științifice originale cu titlul: THE INFLUENCE OF QUANTUM STRUCTURED WATER ON MICROBIAL DIVERSITY IN RHIZOSPHERE OF TOMATO AND ASSESSMENT OF BIOLOGICAL QUALITY OF PLANTS BY IMAGE-FORMING METHODS (autori: Matei Gabi-Mirela, Matei S., Enache F., Drăghici Elena Maria), în revista (ISI): Horticulture: Scientific Papers. Series B Horticulture, vol.LXVII, nr.1 (acceptată pentru publicare).

Faza 2/2023 (Etapa 1) – Adaptarea, testarea și calibrarea metodologiilor de determinare a POMC/MAOMC, POXC, MBC, realizarea variantelor de microbiomi sintetici în concordanță cu caracteristicile fiziologice și metabolice

Activitățile desfășurate în faza 2, 2023 a proiectului au urmărit îndeplinirea obiectivelor generale ale proiectului și cele ale fazei prin:

- testarea si calibrarea metodologiilor de determinare a POMC/MAOMC, POXC, MBC,

- analize privind intensitatea proceselor de biosinteză și recalcitranță a exometaboliților biosintetizați în sol;
- testarea compatibilității intertulpinale și stabilirea compoziției microbiomilor sintetici cu heterotrofi având rate de creștere, viabilitate și grupe funcționale diversificate;
- realizarea variantelor experimentale de microbiomi sintetici selectați conform activității și rezistenței exprimate în condiții variate de nutriție și stres indus;
- upgrade-ul infrastructurii de cercetare;
- diseminarea rezultatelor prin participare la o manifestare științifică, elaborarea și publicarea a patru articole științifice originale în reviste de specialitate indexate ISI.

Activitatea 2.1. **Testarea și calibrarea metodelor de determinare a POMC/MAOMC**

Activitatea 2.2**. Testarea și calibrarea metodelor de determinare a POXC, MBC**

Aceste două activități vor fi prezentate împreună. Pentru testarea și calibrarea metodelor de determinare propuse, am ales ca pe lângă probele din arhivele ICPA să utilizăm și probe proaspete de sol care să completeze diversitatea tipurilor de sol. Prelevarea s-a realizat în cursul a două campanii de teren desfășurate în luna iulie, respectiv octombrie, în care s-au recoltat probe din două câmpuri experimentale de lungă durată coordonate de ICDP Brașov (BV) și SCDA Livada (SM). Prin proprietățile lor, probele din cele două câmpuri experimentale completează colecția de soluri cu soluri de tip Podzol, respectiv Preluvosol, care în condiții naturale prezintă o reacție moderat acidă și puternic acidă. Ambele experimente includ și un factor de amendare care modifică reacția în condiții naturale a solului, fiind posibilă astfel obținerea unor gradiente de pH în interiorul acelorași condiții pedoclimatice.

Pentru ambele experimente, determinările de MBC (carbon aferent biomasei microbiene) s-au făcut pe probe aflate la umiditatea de recoltare, aceasta fiind suficient de ridicată pentru a permite activitatea microorganismelor din sol. Deoarece în cazul unor intervale mari de variație, conținutul de MBC se corelează cu cel de carbon organic, efectuarea preliminară a analizei de carbon organic din sol permite ajustarea analizei de carbon microbian în etapa de determinare a concentrației de carbon organic din extractul fumigat. Prin urmare, în cazul unor conținuturi ridicate de carbon organic în sol (peste 4%), recomandarea este ca extractul să se dilueze de 5x până la 10x în vederea protejării analizorului de carbon de depunerile de K_2SO_4.

Încercările cu privire la metoda POXC (carbon organic oxidabil cu permanganat) s-au efectuat pe probe din arhiva ICPA (68 de probe), în special din categoria folosinței arabile și acoperind un interval larg de variație a carbonului organic (CO). La o scală mare de variație, am constatat o corelație ridicată a POXC cu carbonul organic total din sol. Dacă relația dintre cei doi indicatori se analizează însă pe intervale de conținut de CO, corelația devine mai slabă, cu mențiunea că panta de variație a POXC în funcție de CO este mult mai mare în cazul valorilor mai mici de CO (<5%). Aceasta se poate interpreta ca o sensibilitate sporită a indicatorului POXC în a diferenția solurile arabile în funcție de diferite practici de management, majoritatea solurilor în cauză având valori ale CO mult sub 5%.

Din punct de vedere a ajustării metodei de lucru, în urma efectuării determinărilor pe probele cu conținut ridicat de CO am reținut următoarea constatare metodologică: pentru probele cu mai mult de 4% CO, cantitatea de $KMnO_4$ care trebuie adăugată în vederea oxidării carbonului labil trebuie crescută proporțional, în caz contrar existând riscul unei oxidări incomplete. Astfel, pentru probele din orizonturi organice (corespunzătoare solurilor de tip Histosol) poate fi necesară multiplicarea de până la 5 ori a cantității de $KMnO_4$, aceasta realizându-se fie prin creșterea volumului adăugat cu menținerea concentrației (opțiunea utilizată în cazul de față), fie prin menținerea volumului, dar creșterea corespunzătoare a concentrației soluției.

Activitatea 2.3 **Analize privind intensitatea proceselor de biosinteză și recalcitranța exometaboliților biosintetizați în sol.**

Comunitățile microbiene aparținând microbiomilor M1-M9 conțin microfloră bacteriană, fungică, diazotrofă și micorize. Probele de sol analizate provin din Gleisolul Molic Salinic inoculat cu microbiomii M1-M9 selectați și care conțin specii microbiene în concentrații, compoziții și raporturi diferite.

Evaluarea microbiomilor privind biosinteza metaboliților de tip polizaharidic s-a realizat prin determinări cantitative ale conținutului în polizaharide eliberate în sol. Dintre microbiomii selectați, microbiomii care au eliberat în sol un conținut mai mare de metaboliți de tip polizaharidic sunt M2 (1,29mg/100ml) și M8 (1,06mg/100ml), iar M6 (0,26mg/100ml) a generat conținutul cel mai mic. Microbiomii capabili să elibereze metaboliți secundari de tip polifenolic în sol au fost evaluați semicantitativ prin măsurarea diametrului zonei brune a godeurilor, zonă proporțională cu conținutul de metaboliți polifenolici. Astfel, s-au remarcat microbiomii M1 (ø33,6mm), M3 (ø29,7mm) și M7 (ø28,9mm) cu diametrele cele mai mari ale acestei zone, iar cel mai mic diametru a fost al microbiomului M3 (ø11,8mm). Microbiomii cu biosintetiză crescută de metaboliți secundari de tip proteic în sol au fost evaluați prin măsurători cantitative (metoda Bradford, 1976). Exometabolismul intens determină formare și

eliberarea de compuși proteici în sol care au aparținut microbiomului M4 cu cea mai intensă activitate (7,46mg/ml compus proteic), urmat de microbiomii M1 și M5, iar cel mai redus conținut proteic eliberat a fost sintetizat de microbiomul M6 (1,43mg/ml compus proteic).

Activitatea 2.4 **Testarea compatibilității intertulpinale și stabilirea compoziției microbiomilor sintetici cu heterotrofi având rate de creștere, viabilitate și grupe funcționale diversificate.**

Evoluția cantitativă a microflorei bacteriene și fungice edafice din Gleisolul Molic Salinic a fost determinată în dinamică, la intervale de 30 și 60 de zile de la inocularea microbiomilor M1-M9. În toate variantele experimentale, după introducerea microbiomilor selecționați peste microflora rezidentă s-a constatat o stimulare a creșterii numerice a acestora. Microflora bacteriană a prezentat o rată de creștere de până la 54% după 60 de zile de la inoculare în cazul utilizării microbiomului M4 și de 40,5% în cazul microbiomului M3. La varianta neinoculată cu microbiomi, creșterea în cadrul aceleiași perioade de analiză a fost de 3,12%. De asemenea, pentru intervalul 30-60 zile, creșterea cantitativă a microflorei fungice în Gleisolul Molic Salinic a fost semnificativă față de valorile inițiale, la introducerea microbiomilor M2, M4 și M7 și nesemnificativă în cazul microbiomilor M5 și M6 și M9.

Biomasa microbiană corelează bine cu nivelul activității și al diversității microbiomului. Astfel, nivelul biomasei reflectă direct intensitatea activităților microbiomilor M1-M9 în Gleisolul Molic Salinic, iar condițiile de cultură identice au permis evaluarea influenței microbiomilor inoculați. Acumulările de biomasă au prezentat variații cuprinse între 12-48% pentru cele 9 variante de microbiomi inoculați. Acumulările de biomasă reflectă parțial și gradul de integrare a comunităților de microorganisme introduse, compatibilitatea funcțională și ecologică cu microflora rezidentă.

Nivelul potențial de respirație a solului a fost diferit pentru variantele de microbiomi M1-M9, creșterile fiind semnificative pentru variantele experimentale inoculate cu microbiomii M2, M5 și M6. Dacă nivelul potențial al respirației solului se reduce, atunci procesele de biosinteză/descompunere cât și ritmul de repopulare a solului analizat încetinește. De asemenea, rata de creștere și nivelul biosintezei microbiene se reduce, scade și capacitatea de stocare a carbonului de origine microbiană. În schimb, dacă nivelul potențial al respirației solului este crescut, se poate considera că solul poate suporta un flux crescut al CO_2 dinspre sol spre atmosferă și că exprimă o biodiversitate ridicată a microbiomului, cu o rețea fungică puternică.

Compatibilitatea comunităților microbiene din microbiomii M1-M9 introduși în Gleisolul Molic Salinic cu microflora endemică a acestuia a fost analizată semicantitativ, prin evaluarea activității enzimatice a fenoloxidazei, după 60 de zile de la inocularea microbiomilor.

Fracția acizilor fulvici a Gleisolului Molic Salinic, aflată sub influența aportului de compuși organici biosintetizați, a fost analizată și s-a urmărit efectul microbiomilor M1-M9 asupra organicizării carbonului cât și schimbările calitative ale grupelor funcționale implicate în generarea recalcitranței moleculare a acestora. În general, acizii fulvici (AF) prezintă întinderi CH alifatică, CH alifatică extinsă, COO-, C=O de carbonil și chinonă. În cazul AF din Gleisolul Molic Salinic inoculat cu microbiomii M1-M9 s-au evidențiat grupe funcționale în plus la acizii fulvici față de cei din solul neinoculat, precum: OH legat de H și C=C=C ketenimine, după inocularea microbiomilor M2, M5, M6 și M9; C=O, compuși aromatici vinil și fenil ester, după inocularea microbiomilor M1 și M3; C=C alchene, N-O, compuși azotați, după inocularea microbiomului M4; precum și CO-O-CO anhidride, după inocularea microbiomului M7.

Activitatea 2.5 **Realizarea variantelor experimentale de microbiomi sintetici selectați conform activității și rezistenței exprimate în condiții variate de nutriție și stres indus.**

Formarea variantelor de microbiomi a avut la bază microorganismele selecționate, grupate în scopul realizării unor combinații optime, fiecare variantă fiind realizată din 7-12 izolate/microbiom.

În urma analizelor efectuate s-au realizat grupuri distincte de comunități (M1-M9) cu performanțe metabolice diferite sub aspectul capacităților de biosinteză a compușilor organici (carbohidrați, polifenoli, proteine).

S-a cercetat efectul pH-ului și al temperaturii asupra microbiomilor inoculați în Gleisolul Molic Salinic.

Microbiomii au acționat favorabil în intervalul de pH de la 6 la 7. Modificările de aciditate sau alcalinitate au determinat alterări ale compoziției și activității acestora. Asupra microbiomilor M1 și M8, reacția slab alcalină a solului (pH=9,2) a avut impact semnificativ asupra structurii și dinamicii comunității fungice specifice din compoziția acestora. În cazul microbiomilor M2, M3 și M7 apar variații în structura comunităților fungice, dependentă atât de pH cât și de conținutul de carbon. Prin cercetările efectuate asupra microbiomilor selectați, factorul de stres utilizat (pH-ul) a determinat efecte semnificative și asupra comunităților fungice din microbiomii M5 și M6. Reacția alcalină a solului a determinat cantități relativ scăzute de biomasă organică și implicit de conținut nutrițional.

O reacție ușor acidă a solului (pH=5,6) a determinat scăderi ale comunităților bacteriene (diazotrofi) din compoziția microbiomilor (M2, M4, M6 și M8), ceea ce a determinat o reducere a proceselor de fixare a azotului molecular datorate afectării comunităților de *Rhizobium* din M2 și M6, dar și a comunităților de *Azotobacter* preponderente în

M4 și M8, implicate în procesele de fixare liberă a azotului și transformarea acestuia în amoniac sau compuși azotați. Comunitățile bacteriene de *Bradyrhizobium* din microbiomi nu au fost afectate de pH-ul ușor acid.
Microflora bacteriană și fungică din microbiomii selectați este preponderent mezofilă. Creșterea temperaturii cu 10°C (de la 27- la 37^{o}C, aproape de limita maximă a caracterului mezofil) a avut ca rezultat obținerea, la nivelul microbiomilor, a unor populații bacteriene mai mari decât cele fungice.
În general, temperaturile ridicate favorizează creșterile privind nivelul activității patogenilor (*Fusarium* sp.) și al emisiilor de CO_2. Comunitățile din microbiomii M1, M5, care conțin bacterii cu caracteristici antagoniste și fungi hiperparaziți (*Bacillus* sp., *Trichoderma* sp.) au crescut cantitativ cu 21%, respectiv cu 32%, față de nivelul de dezvoltare atins la temperatura de 27^{o}C.
Variațiile de temperatură au afectat în special comunitățile VAM din microbiomii M2 și M3. Astfel, colonizarea VAM a plantelor test de *Medicago sativa* a scăzut când temperatura a crescut cu 10^{o}C. Dar creșterea temperaturii a ajutat la o mai bună colonizare a rădăcinilor, la o creștere a alungirii rădăcinii plantei, în cazul comunităților VAM din microbiomii M1, M5, M6 și M8. Analiza microbiomilor cu VAM la temperaturi ridicate, a indicat un efect de atenuare a stresului la plantele de lucernă, mediat de comunitățile de micorize vezicular-arbusculare, care astfel sunt protejate și supraviețuiesc în cazul expunerii la temperaturi ridicate. Utilizarea de temperaturi mai scăzute cu 10^{o}C (de la 27- la 17^{o}C, aproape de limita minimă a caracterului mezofil), determină o scădere a colonizării micorizice la M4 și M7, posibil datorată reducerii achiziției de nutrienți de către fungii VAM. Prin urmare, se poate considera faptul că diferitele tulpini VAM din compoziția microbiomilor analizați au temperaturi optime diferite pentru creștere.
Activitatea 2.6. **Upgrade al infrastructurii de cercetare**
Infrastructura de cercetare a fost modernizată și completată prin achiziționarea de echipamente și aparatură performantă necesară determinării unor parametri de sol, respectiv: Dispozitiv multiparametru - tester sol model NPY-6A.
Echipamentul achiziționat poate testa parametri precum: macroelemente (N,P,K), salinitatea, PH-ul din sol, din îngrășăminte și plante, poate stoca și imprima date privind probele testate, afișează data de testare. Conține o baterie reîncărcabilă încorporată de mare capacitate.
Activitatea 2.7. **Diseminarea rezultatelor**. Diseminarea rezultatelor s-a realizat prin participare la o manifestare științifică, precum și elaborarea și publicarea a 4 articole științifice originale în reviste de specialitate indexate ISI
Articole publicate:

1. LĂCĂTUȘU, A., DOMNARIU, H., PALTINEANU, C., DUMITRU, S., VRÎNCEANU, A., MORARU, I., ANGHEL, A., & MARICA, D. (2023). ***Influence of some environmental variables on organic carbon and nitrogen stocks in grassland mineral soils from various temperate-climate ecosystems***. Environmental and Experimental Botany, 217, 105554. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2023.105554 ; **IF 6,028** (**zona roșie**).
2. RADUCU D., LACATUSU A.R., CALCIU I., GHERGHINA A., MANEA A., VIZITIU O. 2023***, The degree of dependency of soil ecosystem services on the soil microbiota activity***. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LXVI, Issue 1, ISSN 2285-5785, 166-171.
3. MORARU I.R., VRINCEANU A., LUNGU M., LACATUSU A.R. 2023 ***Biofortification of maize with zinc***. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LXVI, Issue 1, ISSN 2285-5785, 124-130.
4. Matei S., Matei Gabi-Mirela, 2023. ***Enhancing soil suppressiveness with conjugants realized between microbial siderophores and a fulvic acid fraction*** Horticulture: Scientific papers, Series B Horticulture, vol.LXVII, nr.1, p. 799-810.

Au fost prezentate 2 lucrări științifice elaborate de către membrii echipei de lucru, centrate pe analizarea biodiversității, microbiotei funcționale și serviciilor ecosistemice, în cadrul **Simpozionului științific anual – 2023, "Horticulture, Food and Environment", Priorities and perspectives**, organizat de Universitatea din Craiova, în perioada ***27 - 28 octombrie 2023, Craiova, România***. Lucrarile vor fi publicate în Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series) Vol. 53/1/2023:
1) ***The weathering products creating good vital environment to biota for better delivery soil ecosystem services*** – autori: Daniela Răducu, Anca Rovena Lăcătușu, Irina Calciu, Alina Gherghina, Alexandrina Manea, Olga Vizitiu;
2) ***Microbiota functionality as the main soil ecosystem services delivery in Eutricambosols*** – autori: Daniela Răducu, Anca Rovena Lăcătușu, Irina Calciu, Alina Eftene, Alexandrina Manea, Olga Vizitiu.

Obiectiv 6: Gestiunea folosinței terenurilor: Provocările schimbărilor climatice pentru gestionarea terenurilor
PN 23 29 06 01 Instrumente inovative pentru identificarea riscurilor și provocărilor legate de impactul schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice furnizate de sol
Faza 1/2023 (Etapa 1) – Identificarea cerinţelor politicilor europene şi naţionale de agro-mediu care se referă la impactul schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice furnizate de sol

Activitatea 1.1. Identificarea principalelor cerinţe ale politicilor europene şi naţionale de agro-mediu care privesc impactul schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice furnizate de sol. În cadrul acestei activități, s-a urmărit identificarea riscurilor și provocărilor legate de impactul schimbărilor climatice asupra tipurilor de servicii ecosistemice furnizate de sol. Strategia UE în domeniul solului pentru 2030 stabilește un cadru și măsuri concrete pentru protejarea și refacerea solurilor pentru soluri sănătoase până în 2050, cu acțiuni concrete până în 2030. *Misiunea 'A Soil Deal for Europe'* propune protejarea și restabilirea sănătății solului, prin r*educerea degradării terenurilor, inclusiv deșertificarea și salinizarea, conservarea și creșterea stocurilor de carbon organic din sol*.

Activitatea 1.2. Definirea cerinţelor tehnice legate de datele pedo-geo-climatice care vor fi utilizate pentru dezvoltarea aplicaţiilor din proiect legate de evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice. Au fost definite principiile şi caracteristicilor tehnice care stau la baza dezvoltării unei serii de baze de date grafice pentru sol si teren. În GIS se utilizează bazele de date relaţionale, care se bazează pe teoria informativă a ansamblurilor şi pe conceptul de relaţie. Baza de date structurată în cadrul acestei activităţi este realizată în fişiere de tip .xls, din trei motive: larga accesibilitate a programului Excel de la MS Office printre utilizatorii de date de sol, accesibilitatea datelor culese în proiecte anterioare, şi posibilitatea exportului în fişiere de tip .dbf care se pot relaţiona extrem de simplu cu datele grafice stocate ca fişiere de tip vector (.shp). În final, fiecare profil de date de sol va fi stocat într-un fişier Nume_profil.xls, cu mai multe sheet-uri: Nume_profil, conditii, morfologie, orizonturi_agricol, orizonturi_silvic. Fiecare sheet component va stoca date şi metadate specifice. Pe parcursul celorlalte activităţi, această structură va fi actualizată după feed-back-urile primite pe parcurs.

Activitatea 1.3. Evaluarea surselor de date în format analog și a procedurilor de preluare în format digital prin metodologia dezvoltată de „legacy data rescue". Principalul obiectiv este salvarea datelor de sol, vechi sau moștenite pe suport de hârtie, colectate de-a lungul timpului și care în prezent sunt fragmentate și expuse riscului de a fi piedute sau uitate („legacy data rescue"). O parte importantă din datele necesare, în special cele din era pre-digitală, nu mai sunt accesibile studiilor, fie pentru că sunt în format letric, fie pentru că nu mai pot fi citite, nemaifiind reutilizabile. În raport sunt prezentate principiile care trebuie urmărite pentru o deplină eficienţă a recuperării datelor vechi, precum și etapele de realizare ale unui proiect GIS și mai ales procedura de vectorizare pe ecran. De asemenea, este prezentat Sistemul judeţean de monitorizare sol-teren pentru agricultură, care are în structură Baza de date a unităţilor de sol-teren (BDUST), care cuprinde datele/informaţiile rezultate din centralizarea sistemelor judeţene de monitorizare. Folosind un program IT (de tip Sistem Suport de Decizie DSS) dezvoltat de ICPA București, au fost colectate date de sol și teren la o scară locală (1:10 000 sau 1:5 000), mai detaliate decat datele georeferențiate din SIGSTAR200. Din păcate, nu toată țara este acoperită de astfel de studii la scări mari, iar acolo unde acestea există, datele nu sunt georeferențiate.

Activitatea 1.4. Analiza sistemelor de evaluarea productivității terenurilor și bonitare la diferite scări și identificarea principiilor de bază și a tipurilor de date necesare. În această activitate au fost analizate principalele metodologii de evaluare a terenurilor la nivel internațional, precum și metodologia națională. Evaluarea terenurilor se realizează la nivel de teritorii ecologic omogene (TEO), pentru 4 folosințe al terenului: arabil, pășuni și fânețe, vii și livezi și pentru 22 tipuri de culturi. De asemenea, sunt prezentate cele mai utilizate metodologii de evaluare a terenurilor la nivel mondial: metodologia FAO (elaborată în 1976 și revizuită în 2007); sistemul LESA (Land Evaluation and Site Assessment), care combină alte două sisteme cunoscute (Land Capability Classification și Indexul Storie); ALES (Automated Land Evaluation System); ILWIS (Integrated Land and Water Information System); MicroLEIS (Mediterranean Land Evaluation Information System). Pe parcursul derulării proiectului, vor fi adaptate si testate diverse sisteme de evaluare a terenului în funcție de caracteristicile locale.

Faza 2/2023 (Etapa 1) – Definirea indicatorilor pedo-geo-climatici adecvați pentru a descrie impactul schimbărilor climatice asupra funcțiilor solului și colectarea datelor

Activitatea 2.1. Stabilirea unui set preliminar de indicatori pedo-geo-climatici adecvați pentru a descrie impactul schimbărilor climatice asupra funcțiilor solului. Delimitarea unor unităţi sol-teren distincte funcţional (pedopeisaje) la nivel regional pentru studiile de caz.

Informațiile obținute în etapa anterioară s-au folosit pentru a defini un set de 14 indicatori potriviți pentru a evalua impactul schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice furnizate de sol. Aceștia sunt atributele solului care oferă informații substanțiale despre funcțiile solului: Adâncimea de înrădăcinare; Capacitatea portantă a solului; Conținutul de apă la CC etc. De asemenea, au fost delimitate unităţi sol-teren distincte funcţional (pedopeisaje) la nivel regional pentru studiile de caz. Au fost delimitate suprafețe de câmpie și luncă, pentru Studiul de caz 1, suprafețele de podiș pentru Studiul de caz 2 și suprafețele de deal pentru Studiul de caz 3 din diferite regiuni ale țării.

Activitatea 2.2. Colectarea datelor existente în arhiva proprie şi a celor disponibile pentru evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice. În cadrul acestei activități, s-au verificat datele din arhivele existente la nivelul ICPA care pot fi utilizate în evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice și s-a stabilit ce strate de hărți sunt utile în evaluarea serviciilor ecosistemice și în modelarea impactului schimbărilor climatice. Toate aceste surse de date sunt normalizate, pentru a fi compatibile între ele în vederea utilizării în proiecte comune. Datele spațiale sunt convertite în proiecție Stereo70. Datele de sol sunt atât de tip suprafață (poligon), cât și date punctuale. De asemenea, au fost colectate date topografice și date despre tipurile de climat (obţinute din SRTM 30, sau din hărţile de sol-teren ROMSOTER1M și SIG-MZP), acoperirea sau utilizarea terenului (Corine Land Cover CLC, FAO-LCCS şi din harta geobotanică a României la scara 1:500 000). De asemenea, sunt folosite straturile GIS dezvoltate de ICPA prin diferite metode de calcul (modele de simulare, metode statistice, modele euristice).

Activitatea 2.3. Evaluarea stocului de carbon organic sechestrat in soluri agricole si forestiere folosind datele din sistemul de monitoring al calității solurilor. Solurile reprezintă cea mai mare rezervă terestră de carbon organic, iar sechestrarea SOC depinde în primul rând de proprietățile solului, de managementul folosințelor și de climat. În cadrul acestei activități, s-au estimat valorile legate de Stocul de Carbon Organic din Sol (SOC): stocul actual (SOC), stocul potențial (SOC_{pot}), deficitul de Carbon organic (SOC_{def}) și potențialul de sechestrare a SOC (POT_{sec}) pentru solurile studiate din România, pentru mai multe folosințe de teren, pentru a ajuta la explicarea și la îmbunătățirea managementului folosințelor și la atenuarea schimbărilor climatice. Au fost analizate comparativ valorile de stocare a Carbonului Organic de Sol pentru păduri, teren arabil, pășuni și fânețe și livezi-vii.

Activitatea 2.4. Identificarea arhivelor la nivel de UAT aflate pe suport de hârtie din sistemul Național de monitorizare sol-teren și stabilirea procedurii de digitalizare și a UAT-urilor test din fiecare regiune de dezvoltare pentru care vor fi preluate hărțile analoge. În această etapă au fost trecute în revistă bazele de date existente și s-a stabilit o procedură de digitalizare a lor. Deoarece operația de georeferențiere are nevoie de cel puțin 4 ticuri de referință, numite si puncte de control, ale căror coordonate geografice (sau valorile acestora într-o anumită proiecție – de obicei Stereo70) sunt cunoscute iar majoritatea hărților aflate în arhivă nu conțin coordonatele geografice și nici nu au ca referință un cadru al unei hărți topografice pentru a realiza o georeferențiere perfectă, procedura dezvoltată are două variante în funcție de informațiile care se găsesc pe aceste hărți: metoda georeferențierii unei imagini care are trecute coordonatele geografice în colțurile hărții și, respectiv, metoda georeferențierii unei imagini care nu are ticuri coordonate geografice, dar care descrie o zonă (de exemplu UAT) ale cărei limite sunt bine cunoscute și care există în format shape.

Activitatea 2.5. Dezvoltarea unei aplicații bazate pe metodologia existentă de elaborare a studiilor pedologice. A fost începută procedura de trecere în format digital a Metodologiei de elaborare a studiilor pedologice și s-a realizat o aplicație care încadrează în mod automat valoarea fiecărui parametru determinat prin analize de laborator în clasa de valori stabilită. Au fost trecute în format digital clasele de încadrare/graduările pentru principalii 51 de indicatori ecopedologici (sol, teren și climă) din Metodologia de Elaborare a Studiilor Pedologice. Datele referitoare la acești

indicatori au fost introduse în sheet-uri separate într-un fișier Excel. și a fost realizată o aplicație în VBA care preia valorile fiecărui parametru determinat în teren sau în laborator și îl încadrează automat în clasa sa de încadrare.

Activitatea 2.6. Stabilirea unei scheme de colectare a datelor de sol, climă, relief și producție utilizate în modelul de evaluarea terenului pentru 6 zone de test și colectarea datelor din zona de test 1 (Câmpia Română – zona de vest).

În această etapă, s-a realizat o schemă de colectare a datelor de sol, climă, relief și producție pentru fiecare zonă de test. Datele de producție vor fi utilizate pentru a valida modelul de evaluare a terenului dezvoltat în cadrul proiectului. Pentru datele de sol au fost stabiliți principalii parametri utilizați în evaluarea terenului: textura, drenajul global al solului, pH-ul din orizontul superior al solului, conținutul de materie organică din sol, volumul edafic util și gradul desalinizare/ alcalizare. Pentru datele de climă utilizate în proiect s-au stabilit sursele de date și indicatorii necesari: temperatura și precipitațiile. Pentru datele de relief, indicatorii sunt panta și expoziția terenului și altitudinea. Datele de producție se preiau de la Institutul Național de Statistică INS, sau direct de la primăriile unor Unități Administrativ Teritoriale din zonele de test. Tot în cadrul acestei activități, au fost colectate date din zona de test 1 (partea de vest a Câmpiei Române), care au fost introduse în baza de date a Modelului de Evaluare a Terenului care va fi completată în etapele ulterioare cu date din celelalte de test.

Activitatea 2.7. Publicarea de lucrări științifice în reviste indexate în baze de date internaționale (1) pentru diseminarea informaţiilor obținute în cadrul proiectului

În cadrul acestei activități, au fost trimisă spre publicare 3 lucrări științifice elaborate de către membrii echipei de lucru, centrate pe analizarea serviciilor ecosistemice: o lucrare publicată în AgroLife Scientific Journal și 2 lucrări au fost prezentate la Simpozionul științific anual – 2023, "Horticulture, Food and Environment", Priorities and perspectives, 27 - 28 octombrie 2023, Craiova, România.

2.2. Proiecte contractate:

Cod obiectiv	Nr. proiecte contractate	Nr. proiecte finalizate	Anul 2023
1. PN 23 29 01	**1**		**1**
2. PN 23 29 02	**1**		**1**
3. PN 23 29 03	**1**		**1**
4. PN 23 29 04	**1**		**1**
5. PN 23 29 05	**1**		**1**
6. PN 23 29 06	**1**		**1**
Total:	**6**		**6**

2.3 Situația centralizată a cheltuielilor privind programul-nucleu:

	Cheltuieli (lei)
I. Cheltuieli directe	**2.666.128,33**
1. Cheltuieli de personal	**2.473.974,03**
2. Cheltuieli materiale şi servicii	**192.154,30**
II. Cheltuieli Indirecte: Regia (maxim 43% din Total proiect/program)	**1.665.001,00**
III. Achiziții / Dotări independente	**168.870,67**
TOTAL (I+II+III)	**4.500.000,00**

3. Analiza stadiului de atingere a obiectivelor programului

Programul Nucleu PN 23 29 (ct. 32N/2023) este structurat pe șase obiective. Toate cele șase obiective sunt cuprinse în Obiectivul general 1 al Strategiei Naționale de Cercetare, Inovare și Specializare Inteligentă - SNCISI 2022-2027 ”Dezvoltarea sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare” și în Obiectivele specifice OS.1.3 ”Creșterea

competitivității organizațiilor de cercetare” și respectiv OS.1.5 ”Conectarea activităților de cercetare și inovare cu provocările societale - Agenda Strategică de Cercetare”.
Echipele de lucru ale celor 6 proiecte componente ale Programului Nucleu PN 32N/2023, au realizat toate activitățile prevăzute în planul de realizare al proiectelor pentru fazele și respectiv etapele care au fost finațate în anul 2023 și au obținut rezultatele preconizate.

4. Prezentarea rezultatelor:

4.1. Stadiul de implementare al proiectelor componente

Proiect component	Tipul rezultatului estimat	Stadiul realizării proiectului
1. PN 23 29 01 01 Cercetări privind inventarul de emisii în sol al unor poluanţi organici persistenţi – etapă importantă a implementării la nivel naţional a Regulamentului UE 1021/2019	- Studiu documentar cu privire la proprietăţile fizice şi chimice a bifenil policloruraţilor şi a hidrocarburilor aromatice polinucleare, a utilizărilor lor şi a surselor de poluare cu acest tip de compuşi. - Studiu documentar cu privire la distributia in diferite ecosisteme a bifenil policloruratilor (PCBs) si a hidrocarburilor aromatice polinucleare (PAHs) in functie de tipul sursei de poluare identificat. - Raport conținând parametrii de validare ai metodei de determinare a hidrocarburilor aromatice polinucleare din sol: limită de detecție, limită de cuantificare, repetabilitate, reproductibilitate, precizie, robustețe.	Au fost identificate sursele de poluare cu bifenil policloruraţi și hidrocarburi aromatice polinucleare și metode de inventariere a solurilor poluate cu acești compuși A fost stabilită corelația dintre diferitele surse de poluare și prezența în diferite ecosisteme, și mai ales în sol, a izomerilor indicați de legislația în vigoare A fost validată metoda de determinare din sol a 10 hidrocarburi aromatice polinucleare indicate de Ordinul 756/1997 prin stabilirea și verificarea parametrilor de performanță propuși.
2. PN 23 29 02 01 Noi produse fertilizante organice pentru agricultură sustenabilă în contextul utilizării eficiente a resurselor naturale	- 2 surse de proteine caracterizate din categoria produse/subproduse de natură vegetală; - 5 acizi organici solubilizatori (AOS) caracterizați din punct de vedere al capacității de solubilizare; - 2 produși de hidroliză enzimatică obtinuti si caracterizati;	**-** Au fost selectate 2 surse de proteina vegetale, respectiv srotul de soia si, respectiv, mazărea. Cele două surse de subproduse de natură vegetală au fost caracterizate privind continutul de azot, proteină, prin analize fizico-chimice analiză elementală si FT-IR. - S-au selectat si utilizat un numar de 12 acizi organici (mono, di si tricarboxilici), respectiv acizii: citric, tartic, oxalic, lactic, succinic, gluconic, glutamic, propionic, fumaric, malic, EDTA, acetic, precum si aminoacidul glicina. Concentratia de fosfor solubilizat la echilibru (Qe, mg P_2O_5/g sursa de fosfor) a fost reprezentata în functie de concentratia acidului organic, respectiv timpul de reactie și diferite modele cinetice ce au fost utilizate pentru evaluarea ecuatiei cinetice a procesului de extractie (Second order, Elovich, Power function si pseudo-modelului de ordinul doi dezvoltat de Ho, 2006), utilizand datele obtinute experimental. Pentru a determina gradul de similitudine intre modelul matematic si datele experimentale s-a utilizat coeficientul de corelare (R^2). - In procesul de hidroliza s-au utilizat doua surse de substante proteice, srotul de spoia si faina de mazare. Au fost definite

	- 4 combinații de acizi organici solubilizatori (AOS) și hidrolizate proteine /peptide / aminoacizi (Ppa) caracterizați complex; - Site-ul web; - Două rapoarte tehnice și economice.	conditiile optime de proces, și anume: concentrație (raport proteină/enzimă), pH, temperatură, timp de operare, conditii de inactivare a enzimei si determinarea caracteristicile hidrolizatelor obtinute, gradul de hidroliza si procentul de azot recuperat, utilizand ca enzime: Alcalaza, Papaina si amestecul intre acestea. - Au fost stabilite si elaborate 4 matrici de biostimulanti ce contin combinatii de acizii organici solubilizatori (AOS) si amestecuri proteine/peptide/ aminoacizi (Ppa) din hidrolizate proteice. Cele patru formule experimentale de biofertilizanti (fiecare continand un numar de 7 acizi organici, in diferite concentratii molare), iar acestea au fost caracterizate complex privind capacitatea de solubilizare a fosforului din roca fosfatica si, respectiv, din hidroxiapatita in functie de concentratia solutiei aplicate si timpul de reactie. - A fost elaborat site-ul web al proiectului; - Au fost elaborate două rapoarte tehnice și economice. Toti indicatorii tehnico-economici au fost indepliniti integral.
3. PN 23 29 03 01 Managementul resurselor de sol în agroecosistemele afectate de aridizare în vederea menținerii biodiversității	- 1 studiu tehnico-științific referitor la terenurile agricole degradate aflate în zonele supuse aridizării. - 1 studiu cu inventarul zonelor afectate de aridizare identificate.	Studiu documentar referitor la terenurile agricole degradate; Elaborare Raport de fază. Studiu privitor la identificarea zonelor afectate de aridizare, prelevare probe de sol în vederea analizării însușirilor fizico-chimice și microbiologice/Buletine de analiză; Elaborare Raport de fază. Redactare și publicare a trei articole (1 articol cotat ISI; 2 articole BDI) în reviste de specialitate.
4. PN 23 29 04 01 Evaluarea bioacumulării metalelor grele în vegetația pajiştilor prin metoda analizei de regresie în scopul fundamentării ştiinţifice a unui ghid de bune practici pentru păşunatul şi producerea fânului necesar furajării animalelor în zone afectate de poluarea industrială	- Studiu documentar; - Raport de cercetare cu rezultatele studiilor în teren; - Structura SIG pentru evaluarea suprafeţelor poluate cu metale grele; - Modele stochastice de bioacumulare pentru specii de graminee şi leguminoase perene; - Raport de cercetare.	Obiectivele propuse pentru fazele derulate în anul 2023 au fost atinse și s-au creat condițiile pentru îndeplinirea obiectivului general al proiectului – Estimarea bioacumulării metalelor grele în vegetaţia pajiştilor (graminee și leguminoase perene) în diferite scenarii, în corelaţie cu solul, gradul de contaminare dar şi specia vegetală de interes.

5. PN 23 29 05 01 Dezvoltarea de indicatori privind rolul biodiversității și funcționalității microbiotei solului în furnizarea de servicii ecosistemice, îmbunătățirea sănătății solului și creșterea rezilienței în fața schimbărilor climatice	- Metodologii de determinare a POMC/MAOMC, POXC, MBC; - Elaborarea unui nou concept privind utilizarea microbiomilor sintetici; - Studiu; - Procedeu; - Metodologie; - Colecție de microorganisme; - 1 articol ISI; - Model experimental; - Buletine de analize; - Experimente; - Variante microbiomi sintetici; - Metode de analiză calibrate; - Publicații (1-2 articole ISI); - 2 comunicări științifice; - Raport.	În fazele 1 și 2/ 2023 au fost atinse toate țintele în acord cu obiectivele principale și cele specifice ale proiectului și toate rezultatele estimate au fost realizate integral conform planului de realizare al proiectului.
6. PN 23 29 06 01 Instrumente inovative pentru identificarea riscurilor și provocărilor legate de impactul schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice furnizate de sol	- Raport cu cerinţele politicilor europene şi naţionale de agro-mediu; - Structura bazelor de date pedo-geo-climatice; - Set de proceduri de preluare în format digital prin metodologia „legacy data rescue”; - Raport privind sistemele de evaluarea productivității terenurilor și bonitare la diferite scări; - Set preliminar de indicatori pedo-geo-climatici adecvați pentru a descrie impactul schimbărilor climatice asupra funcțiilor solului; - Bază de date pentru evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice; - Bază de date georeferențiate și hărți cu evaluarea stocului de carbon organic sechestrat in soluri agricole si forestiere; - Procedura de digitalizare a hărților analoge; - Aplicație IT bazată pe metodologia existentă de elaborare a studiilor pedologice; - Structura bazei de date de sol, climă, relief și producție utilizate în modelul de evaluarea terenului; - Bază de date din zona de test 1 (Câmpia Română – zona de vest); - 1 lucrare științifică în reviste indexate în baze de date internaționale.	Proiectul a realizat toate rezultatele preconizate și şi-a atins obiectivele propuse în fazele 1 și 2/ 2023.

4.2. Lucrări ştiinţifice, cărţi, studii relevante, strategii, teze de doctorat, aplicaţii informatice, planuri, scheme, baze de date, colecţii relevante şi alte asemenea

Tip	Nr. Total
Lucrări ştiinţifice	11
Cărţi/capitole carte	-
Comunicări ştiinţiifice	9
Studii relevante la nivel naţional/domeniului	7
Strategii elaborate/	-

actualizate	
Teze de doctorat	-
Produse informatice	2
Modele	1
Tehnologii	1
Planuri	-
Scheme	-
Baze de date	3
Colecții relevante - *colecție de microorganisme*	1
Altele asemenea *(se vor specifica): set preliminar de indicatori*	1

Din care:

4.2.1. Lucrări ştiinţifice publicate în jurnale cu factor de impact ISI ne-nul

Nr.	Nume Autori	Titlul articolului	Denumire jurnal, an, volum, pagina nr.	DOI (Digital Object Identifier)	Factor de impact	Număr citări
1.	Lavinia Burtan, Manuel Coronado, Carmen Sîrbu, Laurențiu Ciornei, Ioana Claudia Todirică, Amalia Gianina Străteanu, Mihaela Popa	Various soil quality parameters and humus content evolution in conventional and minimum tillage systems	Romanian Agricultural Research 2023. Print ISSN 1222-4227; Online ISSN 2067-5720 No. 40, pp. 491	doi.org/10.59665/rar4046	0,7	
2.	Irina Calciu, Alexandrina Manea, Victoria Mocanu, Olga Vizitiu, Sorina Dumitru	Joining the Geographic Information System of Soil Resources (SIGSTAR-200) with soil profiles information from the National Network for Soil Quality Monitoring 8 km x 8 km	AgroLife Scientific Journal, 2023, Vol. 12(1), 28–33.	https://doi.org/10.17930/AGL202314	0,5	

4.2.2. Lucrări publicate în publicaţii indexate în alte baze de date internaţionale:

Nr.	Nume Autori	Titlul articolului	Denumire jurnal, an, volum, pagina nr.
1.	Anca-Rovena Lăcătuşu, Horia Domnariu, Cristian Paltineanu, Sorina Dumitru, Andrei Vrînceanu, Irina Moraru, Amelia Anghel, Dora	Influence of some environmental variables on organic carbon and nitrogen stocks in grassland mineral soils from various temperate-climate ecosystems.	Environmental and Experimental Botany, 2023, 217, 105554. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2023.105554

	Marica		
2.	Daniela Raducu, Anca-Rovena Lacatusu, Irina Calciu, Alina Gherghina, Alexandrina Manea, Olga Vizitiu	The degree of dependency of soil ecosystem services on the soil microbiota activity	Scientific Papers. Series A. Agronomy, 2023, Vol. LXVI, Issue 1, ISSN 2285-5785, p. 166-171
3.	Irina Moraru, Andrei Vrinceanu, Mihaela Lungu, Anca-Rovena Lacatusu	Biofortification of maize with zinc	Scientific Papers. Series A. Agronomy, 2023, Vol. LXVI, Issue 1, ISSN 2285-5785, p. 124-130.
4.	Matei Sorin, Matei Gabi-Mirela	Enhancing soil suppressiveness with conjugants realized between microbial siderophores and a fulvic acid fraction	Scientific papers, Series B Horticulture, 2023, vol.LXVII, nr.1, p. 799-810.
5.	Matei Gabi-Mirela, Matei S., Enache F., Drăghici Elena Maria	The influence of quantum structured water on microbial diversity in rhizosphere of tomato and assessment of biological quality of plants by image-forming methods	Scientific papers, Series B Horticulture, 2023, vol.LXVII, nr.1, p. 791-798.
6.	Daniela Răducu, Anca Rovena Lăcătușu, Irina Calciu, Alina Gherghina, Alexandrina Manea, Olga Vizitiu	The weathering products creating good vital environment to biota for better delivery soil ecosystem services	Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series) Vol. 53/1/2023 – sub tipar
7.	Daniela Răducu, Anca Rovena Lăcătușu, Irina Calciu, Alina Gherghina, Alexandrina Manea, Olga Vizitiu	The micromorphology of an sensitive hilly soil as habitat for microbiota delivering soil ecosystem services	Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series) Vol. 53/1/2023 – sub tipar
8.	Lavinia Burtan, Victoria Amelia Anghel, Monica Dumitrașcu, Marian Mușat, Adrian Tufan, Leonard Gabriel Andrei	Soil minimum tillage system impact upon aridity hindered land in Teleorman County	Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series), 2023. Vol. 53/1/2023 – sub tipar
9.	Alexandrina Manea, Nicoleta Vrinceanu, Alina Gherghina, Amelia Anghel, Georgiana Plopeanu, Vera Carabulea	The chemical quality evaluation of some soils (Chernozems and Luvisols) from Dolj County	Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series), 2023. Vol. 53/1/2023 – sub tipar

4.2.3. Cărți/capitole carte:

Nr.	Denumire carte	Capitol (Titlu, pagini)	An apariție	Editură	ISBN/ISSN
1.	-	-	-	-	-
2.	-	-	-	-	-

4.2.4. Lucrări ştiinţifice comunicate la manifestări ştiinţifice (conferinţe, seminarii, worksopuri etc):

Nr. crt.	Nume Autori	Titlul comunicării	Manifestarea ştiintifică (denumire, dateși loc desfasurare)	An desfășurare
1.	Vera Carabulea, Nicoleta Olimpia Vrînceanu, Bogdan Ștefan Oprea, Mihaela Costea, Georgiana Plopeanu, Dumitru-Marian Motelică, Ionuț Daniel Fudulu	A study regarding heavy metals in perennial grasses species harvested from permanent meadows in the Copșa Mică area, Romania	Conferința Internațională ,,Durable Agriculture-Agriculture of the Future'', in perioada 2-3 noiembrie, Facultatea de Agronomie Craiova	2023
2.	Bogdan Ștefan Oprea, Mihaela Costea, Vera Carabulea, Nicoleta Olimpia Vrînceanu, Dumitru-Marian Motelică, Ionuț Daniel Fudulu Georgiana Plopeanu	Assessment of heavy metals accumulation in perennial legumes (white clover and red clover) in the Copșa Mică area, Romania	Conferința Internațională ,,Durable Agriculture-Agriculture of the Future'', in perioada 2-3 noiembrie, Facultatea de Agronomie Craiova	2023
3.	Lavinia Burtan, Victoria Amelia Anghel, Monica Dumitrașcu, Marian Mușat, Adrian Tufan, Leonard Gabriel Andrei	Soil minimum tillage system impact upon aridity hindered land in Teleorman County	Conferința Internațională ,,Durable Agriculture-Agriculture of the Future'', in perioada 2-3 noiembrie, Facultatea de Agronomie Craiova	2023
4.	Alexandrina Manea, Nicoleta Vrinceanu, Alina Gherghina, Amelia Anghel, Georgiana Plopeanu, Vera Carabulea	The chemical quality evaluation of some soils (Chernozems and Luvisols) from Dolj County	Conferința Internațională ,,Durable Agriculture-Agriculture of the Future'', in perioada 2-3 noiembrie, Facultatea de Agronomie Craiova	2023
5.	Matei Gabi-Mirela, Matei S., Enache F., Drăghici Elena Maria	The influence of quantum structured water on microbial diversity in rhizosphere of tomato and assessment of biological quality of plants by image-forming methods	Conferința Internațională „Agriculture for Life, Life for Agriculture", București, din 8-10 Iunie 2023	2023
6.	Moraru Irina, Vrinceanu Andrei,	Biofortification of maize with zinc	Conferința Internațională „Agriculture for Life, Life for	2023

	Lungu Mihaela, Lacatusu Anca-Rovena		Agriculture", București, din 8-10 Iunie 2023	
7.	Daniela Răducu, Anca Rovena Lăcătușu, Irina Calciu, Alina Gherghina, Alexandrina Manea, Olga Vizitiu	The weathering products creating good vital environment to biota for better delivery soil ecosystem services	Simpozionului științific anual – 2023, "Horticulture, Food and Environment", Priorities and perspectives, organizat de Universitatea din Craiova, în perioada 27 - 28 octombrie 2023, Craiova, România	2023
8.	Daniela Răducu, Anca Rovena Lăcătușu, Irina Calciu, Alina Eftene, Alexandrina Manea, Olga Vizitiu	Microbiota functionality as the main soil ecosystem services delivery in Eutricambosols	Simpozionului științific anual – 2023, "Horticulture, Food and Environment", Priorities and perspectives, organizat de Universitatea din Craiova, în perioada 27 - 28 octombrie 2023, Craiova, România	2023
9.	Daniela Răducu, Anca Rovena Lăcătușu, Irina Calciu, Alina Gherghina, Alexandrina Manea, Olga Vizitiu	The micromorphology of an sensitive hilly soil as habitat for microbiota delivering soil ecosystem services	Simpozionul științific anual – 2023, "Horticulture, Food and Environment", Priorities and perspectives, 27 - 28 octombrie 2023, Craiova, România	2023

4.2.5. 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 preşedinte	-	-
Standard	-	-
Strategie	-	-
Altele *(se vor preciza)*	-	-

b) au contribuit la promovarea ştiinţei şi tehnologiei - evenimente de mediatizare a ştiinţei şi tehnologiei:

Tip eveniment	Nr. apariţii	Nume eveniment:
web-site	-	-
Emisiuni TV	-	-
Emisiuni radio	-	-
Presă scrisă/electronică	-	-
Reviste	-	-
Bloguri	-	-
Podcast	-	-
Altele *(se vor preciza)*	-	-

c) contribuie la elaborare teze de doctorat

Nume prenume doctorand	Titlu teza	Anul prevazut pentru susţinere apublica
-	-	-
-	-	-
-	-	-

4.3. Tehnologii, procedee, produse informatice, reţele, formule, metode şi altele asemenea:

Tip	Nr. total în anul 2023
Tehnologii	1
Procedee	1
Produse informatice	2
Reţele	-
Formule	4
Metode	3
Baze de date	3
Colecții relevante - *colecție de microorganisme*	1
Altele asemenea *(se vor specifica): Studii*	7
Model	1
Set preliminar de indicatori	1

Din care:

4.3.1 Propuneri de brevete de invenţie, certificate de înregistrare a desenelor şi modelelor industriale şi altele asemenea:

	Nr.propuneri brevete	Anul înregistrării	Autorul/Autorii	Numele propunerii de brevet
OSIM	1	2023	Sîrbu Carmen Eugenia, Cioroianu Traian Mihai, Calciu Irina Carmen	"Soluție de acizi organici pentru solubilizarea fosfatului din roca fosfatică utilizată ca fertilizant în agricultură", nr. A 100580 din 19.10.2023
EPO	-	-	-	-
WIPO	-	-	-	-
USPTO	-	-	-	-

4.4. Structura de personal implicat în programul-nucleu:

		Număr în anul 2023
Categorii personal CDI	CS1	20
	CS2	7
	CS3	13
	CS	5
	ACS	2
	Personal auxiliar cu studii superioare	-
	Personal auxiliar cu studii medii	13
Total personal CDI atestat		47
Total personal CDI cu titlul de doctor		34
Total personal CDI		60

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

Nr.	Nume şi prenume	Grad	Funcţia	Echivalent normă întreagă (ENI)	Anul angajării	Nr. Ore lucrate/An*
1.	ANGHEL, VICTORIA AMELIA	CS III	Membru în proiect	0.65	2005	1281
2.	BAZAOCHI, JENI	T I	Membru în proiect	0.40	2005	795
3.	BURTAN, LAVINIA	CS I	**Responsabil proiect**	0.65	2005	1297
4.	CALCIU, ILIE	CS III	Membru în proiect	0.24	2005	480
5.	CARABULEA, VERA	CS III	**Responsabil proiect**	0.54	2005	1068
6.	CIOROIANU, TRAIAN-MIHAI	CS I	Membru în proiect	0.40	2005	798
7.	CONDOROTEANU, MARIA	L I	Membru în proiect	0.67	2005	1332
8.	CONSTANTIN, CAROLINA	CS I	Membru în proiect	0.54	2005	1077
9.	COSTEA, MIHAELA	CS	Membru în proiect	0.32	2019	636
10.	COSTEA, PETRE	T I	Membru în proiect	0.29	2005	575
11.	DOMNARIU, HORIA-VASILE	CS	Membru în proiect	0.47	2018	937
12.	DOROBANTU, DANIELA	T III	Membru în proiect	0.28	2009	565
13.	DRAGOMIR, ELENA CRISTINA	T III	Membru în proiect	0.84	2005	1669
14.	DUMITRASCU, MONICA	CS II	Membru în proiect	0.62	2005	1231

15.	DUMITRU, SORINA IUSTINA	CS I	**Responsabil proiect**	0.32	2005	644
16.	FLOREA, IOANA	T III	Membru în proiect	0.67	2014	1338
17.	FUDULU, IONUT-DANIEL	ACS	Membru în proiect	0.30	2022	601
18.	GHERGHINA, CARMEN ALINA	CS II	Membru în proiect	0.49	2005	971
19.	GRAFU, IULIA-ADRIANA	CS	Membru în proiect	0.28	2018	550
20.	GRIGORE, ADRIANA ELENA	CS III	Membru în proiect	0.45	2010	892
21.	IANCU, MARIANA	CS III	Membru în proiect	0.79	2005	1573
22.	ILIE, DANIELA CATALINA	CS III	Membru în proiect	0.24	2005	485
23.	IOFCIU, DANIELA ANDREIA	ACS	Membru în proiect	0.31	2022	606
24.	LAZAR, DOINA-RODICA	CS III	Membru în proiect	0.48	2005	952
25.	LACATUSU, ANCA -ROVENA	CS I	**Responsabil proiect**	0.41	2005	817
26.	LUNGU, MIHAELA	CS I	Membru în proiect	0.62	2005	1230
27.	MANEA, ALEXANDRINA	CS I	Membru în proiect	0.60	2005	1184
28.	MARICA, DORA	CS	Membru în proiect	0.77	2019	1519
29.	MARIN, ION	T II	Membru în proiect	0.39	2022	771
30.	MARINESCU, MIHAI	T II	Membru în proiect	0.70	2005	1398
31.	MATEI, MIRELA GABI	CS I	Membru în proiect	0.70	2005	1380
32.	MATEI, SORIN	CS I	Membru în proiect	0.74	2005	1463
33.	MARIN, NICOLETA	CS I	Membru în proiect	0.43	2005	844
34.	MIHALACHE, DANIELA	CS I	Membru în proiect	0.44	2005	869
35.	MOCANU, VICTORIA	CS II	Membru în proiect	0.33	2005	651
36.	MORARU, IRINA-RAMONA	CS III	Membru în proiect	0.66	2005	1310
37.	MOTELICA, DUMITRU-MARIAN	CS III	Membru în proiect	0.25	2005	498
38.	NOVACEK, CRISTINA	T I	Membru în proiect	0.31	2005	622
39.	OPREA, BOGDAN STEFAN	CS	Membru în proiect	0.54	2018	1063
40.	PALTINEANU, CRISTIAN	CS I	Membru în proiect	0.32	2005	634

41.	PLOPEANU, IULIANA GEORGIANA	CS II	Membru în proiect	0.52	2005	1023
42.	POPESCU, CARMEN MARINELA	T I	Membru în proiect	0.50	2007	1001
43.	PREDA, CLAUDIA-ELENA	CS I	Membru în proiect	0.43	2005	856
44.	PREDA, MIHAELA	CS II	**Responsabil proiect**	0.25	2005	504
45.	RADNEA, CRISTINA	CS III	Membru în proiect	0.57	2005	1127
46.	RADUCU, DANIELA	CS I	Membru în proiect	0.34	2005	673
47.	ROZSNYAI, MARIANA	CS III	Membru în proiect	0.25	2005	500
48.	RUJOI, BOGDAN GEORGE	CS III	Membru în proiect	0.35	2014	702
49.	SIRBU, CARMEN EUGENIA	CS I	**Responsabil proiect**	0.38	2005	745
50.	STANESCU, ANA MARIA	CS III	Membru în proiect	0.45	2014	888
51.	STANILA, ANCA-LUIZA	CS II	Membru în proiect	0.53	2009	1054
52.	TANASE, VERONICA	CS II	Membru în proiect	0.58	2005	1142
53.	URSU, MANUELA	T I	Membru în proiect	0.35	2022	702
54.	VALEANU, ONITA	T II	Membru în proiect	0.66	2009	1304
55.	VISOIANU, GINA	T I	Membru în proiect	0.59	2005	1161
56.	VIZITIU, OLGA PETRUTA	CS I	**Director program**	0.27	2005	526
57.	VOICU, PETRE	CS I	Membru în proiect	0.66	2005	1309
58.	VOICU, VALENTINA	CS I	Membru în proiect	0.30	2005	587
59.	VRINCEANU, GEORGE ANDREI	CS I	Membru în proiect	0.19	2005	384
60.	VRINCEANU, NICOLETA OLIMPIA	CS I	Membru în proiect	0.31	2005	622
	Total			**27.93**		**55416**

4.5. Infrastructuri de cercetare rezultate din derularea programului-nucleu. Obiecte fizice şi produse realizate în cadrul derulării programului; colecţii şi baze de date conţinând înregistrări analogice sau digitale, izvoare istorice, eşantioane, specimene, fotografii, observaţii, roci, fosile şi altele asemenea, împreună cu informaţiile necesare arhivării, regăsirii şi precizării contextului în care au fost obţinute:

Nr.	Nume infrastructură/obiect/bază de date...	Data achiziţiei	Valoarea achiziţiei (lei)	Sursa finanţării	Valoarea finanţării infrastructurii din bugetul Progr. Nucleu
1.	Sistem desktop Lenovo Thinkcentre NEO50S	07.04.2023	6702,08	PN 23 29 01 01	6702,08

	11SX002XRI WIN11PRO+Monitor 27"Philips 273V7QDAB*)				
2.	Multifunctional PANTUM M7310DW*	07.04.2023	1297,91	PN 23 29 01 01	1297,91
3.	Tabletă Samsung Galaxy TABS8	07.04.2023	3629,50	PN 23 29 04 01	3629,50
4.	Etuvă uscare BIOBASE BOV-V125F, 125L	10.04.2023	6994,97	PN 23 29 04 01	6994,97
5.	Ulltrabook Asus Zenbook UX435EG-A5044T+kit tastatura-mouse	12.04.2023	6723,50	PN 23 29 02 01	6723,50
6.	Licență OFFICE 2021	12.04.2023	1070,00	PN 23 29 02 01	1071,00
7.	Licență MICROSOFT WINDOWS 11 PRO	12.04.2023	205,50	PN 23 29 02 01	205,50
8.	Centrifugă model D2012	20.04.2023	10000,00	PN 23 29 03 01	10000,00
9.	Sistem distilare apă ultrapură - Aparat pentru producere apă ultrapură, model Crystal EX Trace	20.04.2023	11181,24	PN 23 29 05 01	11181,24
10.	Balanță semi-analitică cu calibrare internă	20.04.2023	5213,39	PN 23 29 05 01	5213,39
11.	Cycler DLAB TC-1000-G cu gradient și un singur bloc, 96 godeuri	26.05.2023	27646,08	PN 23 29 05 01	27646,08
12.	Laptop	06.06.2023	2917,50	PN 23 29 06 01	2917,50
13.	Licență MICROSOFT WINDOWS	06.06.2023	1071,00	PN 23 29 06 01	1071,00
14.	Licență OFFICE 2021	06.06.2023	1011,50	PN 23 29 06 01	1011,50
15.	Sistem Desktop	29.08.2023	5712,00	PN 23 29 04 01	5712,00
16.	Licență MICROSOFT WINDOWS	29.08.2023	595,00	PN 23 29 04 01	595,00
17.	Licență OFFICE 2021	29.08.2023	1190,00	PN 23 29 04 01	1190,00
18.	Baie de nisip model SD8	02.10.2023	6842,50	PN 23 29 04 01	6842,50
19.	Dispozitiv multiparametru - tester sol model NPY-6A	27.10.2023	9996,00	PN 23 29 05 01	9996,00
20.	Extractor cu solvenți (tip Soxhlet) model SER 148/6	21.11.2023	58870,00	PN 23 29 01 01	58870,00

5. Rezultatele Programului-nucleu care au fundamentat alte proiecte/propuneri de proieecte de cercetare:

	Nr.	Tip
Proiecte internaţionale	2	*Orizont Europa*
Proiecte naţionale	3	*ADER 2026*

6. Rezultate cu potenţial de transfer în vederea aplicării:

Tip rezultat	Instituţia beneficiară (nume instituţie)	Efecte socio-economice la utilizator
Ex. tehnologie, studiu	*nume IMM/institutie*	

-	-	-
-	-	-

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

8. Aprecieri asupra derulării programului şi propuneri:

Derularea activităților planificate pentru anul 2023 în cadrul Programului Nucleu s-a realizat printr-un efort ştiinţific susţinut, care a condus la realizarea de studii şi cercetări în domeniile agronomiei, științelor solului și protecției mediului, contribuind la creşterea nivelului de cunoștințe științifice și tehnice. S-au obținut rezultate care au fost pe de o parte prezentate la manifestări ştiinţifice de specialitate, iar pe de alta au constituit obiectul unor articole trimise spre publicare în reviste de specialitate, unele fiind deja publicate.
Din analiza stadiului de realizare a obiectivelor temelor componente ale Programului Nucleu (PN 23 29: ”Soluții inovative pentru păstrarea și refacerea sănătății solului în contextul adaptării la schimbările climatice - SOL-SAN”), rezultă că prin lucrările de cercetare derulate în anul 2023 s-au obținut rezultatele planificate pentru anul în curs, cele șase proiecte componente fiind finanţate integral.

DIRECTOR GENERAL,	**DIRECTOR DE PROGRAM,**	**DIRECTOR ECONOMIC,**
CALCIU Irina Carmen	VIZITIU Olga-Petruța	TÂRHOACĂ Ecaterina