Anexa nr. 11 la Contract nr. 32N/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 2025*

**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 5b/2025 - Validarea metodologiei de inventariere a emisiilor de PCBs şi PAHs în sol pe studii caz având ca surse de poluare activitatea industrială (transformatoare şi condensatoare electrice, fabrici de vopseluri, lubrifianţi, pigmenţi, de ciment)***

Bifenilii policlorurați (PCBs) au avut numeroase aplicații industriale datorită stabilității lor chimice deosebite și rezistenței la degradare. Astfel, au fost folosiți ca fluide dielectrice în condensatori şi transformatoare, ca fluide hidraulice în echipamente miniere, ca fluide de transfer termic sau pentru pompe de vid, dar și la obţinerea plastifianţilor şi aditivilor, a cimentului, a uleiurilor lubrifiante şi de tăiere, precum şi a cernelurilor tipografice. Ca urmare, principala sursă de poluare cu compuşi bifenil policloruraţi este activitatea industrială.În schimb, hidrocarburile aromatice polinucleare (PAHs) nu au fost fabricate pe scară largă, dar rezultă în urma proceselor de ardere incompletă care pot proveni atât din surse naturale (incendii de vegetație, erupții vulcanice), cât mai ales din surse antropice. Astfel, cele mai frecvente surse antropice sunt: 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. Ca urmare, activitatea industrială poate fi o sursă de poluare a mediului și implicit a solului cu PCBs și PAHs.
Pentru a valida metodologia de inventariere a emisiilor de PCBs și PAHs în sol pe studii de caz având ca surse de poluare activitatea industrială au fost identificate următoarele zone industriale aferente acestor surse:

- București și Ilfov: producător echipamente și piese pentru industria metalurgică, chimică și petrochimică; platformă industrială specializată în producerea echipamentelor grele pentru industriile energetică, navală, siderurgică și nucleară; fabrică de medicamente; producător reactivi chimici laborator; stații de betoane; fabrică de anvelope; stația electrică.
- Pitești: rafinărie de petrol.
- Mioveni: producător automobile.
- Câmpulung: fabrică de ciment, parc industrial.
- Râmnicu Vâlcea: combinat chimic.
- Târgoviște: combinat de oțeluri speciale.
- Slatina: producător de țevi fără sudură pentru aplicații industriale; companie producătoare de aluminiu; producător de piese auto, companie din producătoare de electrozi; producător de anvelope.
- Ploiești: rafinărie de petrol
- Brașov: zona industrială Tractorul

Probele de sol au fost recoltate din imediata vecinătate a acestor zone industriale. Au fost recoltate probe de sol medii, obținute prin amestecul a 5 probe colectate din colțurile și centrul unei suprafețe de 5 x 5 $m^2$.

Concentrația totală de compuși PCBs este cuprinsă între 0,001 mg/kg și 0,326 mg/kg, cu o medie de 0,035 mg/kg. Cea mai ridicată valoare, 0,326 mg/kg, a fost înregistrată în proba recoltată din zona producătorului de reactivi chimici de laborator din București. Valoarea înregistrată în acest caz depășește pragul de alertă pentru folosințe sensibile de 0,25 mg/kg, prevăzut în Ordinul 756/1997. Din totalul probelor de sol analizate doar 23,7% au conținuturi normale de PCBs, restul de 76,3% au conținuturi care depășesc pragul superior al valorilor normale (<0,01 mg/kg), dar sunt mai mici decât pragul de alertă (0,25 mg/kg).
Concentrația totală de hidrocarburi aromatice polinucleare în solurile recoltate din zonele industriale menționate este cuprinsă între 0,057 mg/kg și 12,022 mg/kg cu o medie de 0,616 mg/kg. În conformitate cu Ordinul 756/1997 valorile normale ale concentrației totale de PAH în sol trebuie să fie mai mici de 0,1 mg/kg, ceea ce înseamnă că în cazul rezultatelor obținute în acest studiu 10,91% din probele de sol analizate au conținuturi normale, 87,20% depășesc acest prag, dar sunt sub pragul de alertă, iar 1,89% depășesc pragul de alertă de 7,5 mg/kg. Cea mai ridicată valoare (12,022 mg/kg) a fost înregistrată în proba de sol recoltată din Slatina, din imediata vecinătate a unei companii producătoare de electrozi. Valori ridicate ale concentrației totale de PAHs au fost obținute și în punctele recoltate din zona companiei producătoare de aluminiu din Slatina (1,505 mg/kg) și din apropierea fabricii de anvelope din Jilava (1,342 mg/kg). Ca urmare, se poate concluziona că în zonele cu activitate industrială există poluare a solului cu PCBs și PAHs.

***Faza 6/2025 - Validarea metodologiei de inventariere a emisiilor de PCBs şi PAHs în sol pe studii caz având ca surse de poluare zonele rezidenţiale, traficul auto şi feroviar***

O sursă importantă de poluare a solului cu PCBs și PAHs o reprezintă traficul auto prin arderea incompletă a combustibililor din motoarele auto. Reacția de sinteză a PCBs și PAHs este inițiată de compuși prezenți în benzină cum ar fi dienele și compușii aromatici ca benzenul, clorbenzenul, fenolii și esterii difenil. Există și o legătură indirectă între poluarea cu PCBs și traficul auto: traficul contribuie la dispersia și resuspensia PCBs deja existente în mediu. Cercetări recente au demonstrat prezența în praful de pe marginea drumurilor a compușilor penta și hexaclorurați. Hidrocarburile aromatice policiclice sunt poluanți specifici zonelor urbane, fiind considerate markeri ai poluării din aceste zone. O sursă principală de PAHs o reprezintă emisiile provenite din gazele de eșapament ale vehiculelor, dar și activitățile casnice care implică încălzirea locuințelor cu sobe pe lemne sau cărbune sau arderea deșeurilor casnice.
Pentru validarea metodologiei de inventariere a emisiilor de PCBs și PAHs în sol pe studii de caz având ca surse de poluare zonele rezidenţiale, traficul auto şi feroviar, au fost identificate următoarele zone:

- Pitești: vecinătatea gării și a liniei de cale ferată, intersecții aglomerate din zona centrală, zone rezidențiale vechi.
- Ploiești: zona centrală în imediata vecinătate a unui bulevard, parcuri
- Brașov: zona centrală, aglomerată a orașului
- Slatina: intersecții aglomerate
- București Ilfov: linia de centură, bulevarde și intersecții cu trafic foarte aglomerat, cartierele Rahova, Ferentari, Progresul unde sunt locuințe cu sisteme de încălzire vechi (sobe cu lemne sau cărbuni), parcuri și școli.

61,5 % dintre probele de sol analizate au conținuturi normale (< 0.01 mg/kg) de PCBs, iar 38,5 % au conținuturi care depășesc pragul superior al valorilor normale, dar sunt sub pragul de alertă (0,25 mg/kg).
Conținutul de PAHs în probele de sol recoltate din zonele cu trafic aglomerat este cuprins între 0,030 mg/kg și 1,953 mg/kg cu o medie de 0,311 mg/kg. Doar 19% din probele analizate au valori normale ale concentrației conform Ordinului 756/1997 (<0.1 mg/kg), restul depășesc de până la 20 ori pragul superior al valorilor normale, dar sunt mult mai mici decât pragul de alertă (7,5 mg/kg).
Ca urmare, se poate aprecia cătraficul aglomerat și activitățile casnice (încălzirea locuințelor, arderea deșeurilor) sunt surse de poluare cu PCBs și mai ales cu PAHs a solului.

***Faza 7a/2025 - Validarea metodologiei de inventariere a emisiilor de PCBs şi PAHs în sol pe studii caz având ca sursă de poluare activitatea din agricultură (arderea miriștilor)***

Literatura de specialitate arată că în urma arderii diferitelor tipuri de biomasă (lemn, resturi agricole, iarbă etc.) au fost identificați toți cei 16 PAH prioritari, predominanți fiind fenanten, fluoranten, pirene, naftalen. În ceea ce privește bifenili policlorurații (PCBs) arderea miriștilor nu generează în mod direct acești compuși decât dacă sunt arse resturi contaminate (folie agricolă, cabluri, ambalaje tratate). Pentru validarea metodologiei de inventariere a emisiilor de PCBs și PAHs în sol pe studii de caz având ca surse de poluare arderea miriștilor au fost recoltate probe de sol din terenuri agricole din comuna Florești, județul Giurgiu și din comunele Clinceni, Berceni, Glina din județul Ilfov unde au fost observate în această vară incendii de vegetație.

Concentrația totală de PCBs în solurile analizate este cuprinsă între concentrații sub limita de cuantificare a metodei (0,001 mg/kg) și 0,015 mg/kg, 75% din probele analizate având conținuturi normale (<0,01 mg/kg). În ceea ce privește izomerii, se constată că doar izomerii slab clorurați au fost detectați în sol.
Conținutul total de PAHs în solurile analizate este cuprins între 0,010 mg/kg și 0,399 mg/kg cu o medie de 0,087 mg/kg. 75 % din probele analizate au conținuturi normale (<0,1 mg/kg), restul de 25% depășesc pragul superior al valorilor normale, dar sunt sub pragul de alertă pentru folosințe sensibile (7,5 mg/kg) conform Ordinului 756/1997. Profilul PAHs este dominat de compușii cu masă moleculară mică, cu 2-3 nuclee aromatice în moleculă.
În concluzie, PCBs nu rezultă în urma incendiilor de vegetație, în schimb dintre hidrocarburile aromatice polinucleare, compușii cu masă moleculară mică, în special naftalina se obțin în concentrația cea mai ridicată.

***Faza 7b/2025 - Validarea metodologiei de inventariere a emisiilor de PCBs şi PAHs în sol pe studii caz având ca sursă de poluare utilizarea nămolurilor de epurare în agricultură***

Nămolul de la stațiile de epurare este unul dintre produsele reziduale problematice rezultate din activitatea umană. În literatura de specialitate pot fi găsite multe metode de utilizare a nămolului de epurare; cu toate acestea, în general se consideră că cea mai justificată utilizare din punct de vedere economic și ecologic este utilizarea agricolă a nămolului de epurare. Unele proprietăți ale acestuia, cum ar fi conținutul ridicat de materie organică și nutrienți, fac din el o sursă valoroasă și ieftină de îngrășământ. Cu toate acestea, numeroase studii au demonstrat că nămolul de epurare poate conține metale grele, hidrocarburi aromatice policiclice, bifenili policlorurați, dioxine și furani etc., care apar frecvent la niveluri de concentrație foarte mari. Acest lucru poate limita utilizarea nămolului de epurare ca îngrășământ. Utilizarea in agricultura a nămolului este reglementata prin Directiva 86/278/CE dar si prin normativele naționale de transpunere in legislația națională a acestei directive, respectiv Ordinul 344/2004.
În studiul de față nămolul obținut este tratat, stabilizat, este bogat în nutrienți și în materie organică iar conținutul de metale grele și poluanți organici se situează în limite normale. În concluzie, nămolul analizat este pretabil pentru folosirea în agricultură. Acest lot de nămol este din anul 2024 și a fost depus pe terenuri agricole din care s-au recoltat în 2025 20 probe de sol pe adâncimea 0-25 cm pentru a urmări nivelul de concentrație de PCBs, PAHs și metale grele.
Astfel, conținutul de bifenili policlorurați (cu numere IUPAC 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) în solurile pe care a fost depus nămolul de epurare a fost în medie de 0,005 mg/kg, de circa 2 ori mai mic decât pragul superior al valorilor normale conform Ordinului 756/1997 (<0,01 mg/kg).
Concentrația totală de PAHs este cuprinsă între 0,032 mg/kg și 0,133 mg/kg cu o medie de 0,071 mg/kg. Din cele 20 probe de sol analizate doar 4 depășesc ușor pragul superior al valorilor normale (<0,1 mg/kg), dar sunt mult sub pragul de alertă de 7,5 mg/kg.
În consecință, aplicarea pe sol a unui nămol care respectă prevederile Ordinului 344/2004 nu determină o creștere semnificativă a conținuturilor de PCBs și PAHs în sol. Cu toate acestea, se impune monitorizarea periodică a acestor compuși, întrucât, în perspectiva unor aplicări repetate ale nămolului, există posibilitatea acumulării lor progresive în sol.

---

**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 5b/2025 - Evaluarea eficienței agronomice a produselor biostimulatoare inovative în spațiu protejat (studii in vivo)***

În etapa 5b/2025, activitatea experimentală desfășurată a vizat obtinerea mostrelor de biostimulanți și caracterizarea acestora în vederea evaluării eficienței agronomice prin aplicare la diferite culturi cultivate în spatiu de vegetație protejat, utilizând ca fertilizare de bază cu fosfor roca fosfatică sau hidroxiapatită. Astfel, utilizând datele experimentale obținute în etapele anterioare de caracterizare, folosind un numar de 12 acizi organici solubilizatori (AOS, mono, di și tricarboxilici) și amestecuri de proteine/peptide/aminoacizi (Ppa) din hidrolizate proteice obtinute din soia, au fost formulate patru produse de biostimulanți (variantele V1 – V4) și caracterizate în vederea evaluării eficienței agronomice. Pentru evaluarea eficientei agronomice a celor patru variante de formule fertilizante din categoria biostimulanților, cu matrici AOS și Ppa, acestea au fost testate în spațiu protejat la culturile de vinete (*Solanum melongena*) și respectiv tomate (*Solanum lycopersicum*) comparativ cu un martor neferilizat cu

biostimulant și un martor nefertilizat de bază. Schema de experimentare utilizată pentru testarea agronomică a celor patru produse a fost: experienţe monofactoriale în blocuri etajate cu variante experimentale aşezate randomizat.
Rezultatele experimentale au evidenţiat o influenţă pozitivă şi un spor de producţie asigurat statistic foarte semnificativ (116,4– 120,2%) comparativ cu varianta martor nefertilizat, la cultura de tomate (*hibrid Graviteț*) în spatiu protejat pe un sol fertilizat cu roca fosfatică (RF), prin aplicarea a trei tratamente cu soluție de biostimulant în concentrație de 1% pe parcursul perioadei de vegetație, corespuzător fenofazelor și în condiții de irigare prin picurare. În cazul unei fertilizării de bază efectuată cu hidroxiapatită (HA) și aplicarea biostimulanților (V1 – V4), la cultura de vinete (*hibrid Minerva F1*) în spațiu protejat, rezultatele experimentale au evidenţiat o influenţa pozitivă şi sporul de producție asigurat din punct de vedere statistic foarte semnificativ (114,6– 116,1%) comparativ cu varianta martor netratată cu biostimulant.
Față de martorul nefertilizat de bază, toate variantele testate au generat sporuri mari, indicând o îmbunătățire semnificativă a producției pentru ambele culturi. Astfel, biostimulantul V2 a avut cel mai ridicat spor pentru cultura de tomate (120,2%), urmat îndeaproape de varianta V3 (119,9%), V1 (118,4%) și V4 (116,4%). În cazul culturii de vinete varianta de biostimulant V3 a generat cel mai ridicat spor (116,6%), urmat de V1 și V4 cu 115,7-115,9%, iar varianta V2 apropiat cu 114,6%. Valorile obținute experimental sugerează că biostimulanti formulați sunt eficienți în condiții în care se aplică o fertilizare cu o sursă de fosfor naturală, contribuind substanțial la creșterea producției. Față de martorul fertilizat de bază numai cu o sursă de fosfor (RF/HA), sporurile obținute au fost mai moderate în comparație cu cele obținute față de martorul fară fertilizare de bază. La tomate, variantele V2 și V3 au înregistrat spori de 104% și respectiv 103,7%, urmate de variantele V2 (102,5%) și V1 (100,7%), fară diferențe statistice semnificative. Pentru vinete, sporul cel mai mare față de fertilizarea fosforică a fost obținut de biostimulantului V4 (116,1%), urmat de variantele V3 (115,9%), V1 (115,7%) și V2 (114,6%), diferentele statistice foarte semnificative. Rezultatele obținute indică faptul că aplicarea biostimulanților, în combinație cu fertilizarea de bază cu fosfor, a asigurat un plus semnificativ de eficiență, cele mai bune variante pentru aplicare la tomate fiind biostimulanții 2 și 3, iar pentru vinete biostimulanții 4 și 3.
Mostrele de tomate, respectiv vinete corespunzător fiecărei variante au fost analizate privind conținutul de nutrienți: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn si Mn în produsul proaspăt (mg/100g m.p.). Utilizând datele obținute experimantal (producția obținută/ha) și conținutul de nutrienți a fost calculat exportul de nutrienți cu recolta și sporurile obținute față de martorul nefertilizat, respectiv martorul fertilizat de bază cu roca fosfatică/hidroxiapatită. Pentru cultura de tomate sporurile (%) de nutrienți exportați cu recolta, comparativ cu martorul fertilizat cu rocă fosfatică (RF) s-au situat între valorile: 103% – biostimulantul V4, 109% – V2, 111% – V3 și 115% – V1. Sporurile (%) de nutrienți exportați cu recolta pentru cultura de vinete, comparativ cu martorul fertilizat cu hidroxiapatită (HA) s-au situat intre valorile: 124% – biostimulantul V2, 133% – varianta V4, 166% – varianta V3 și 171% –pentru biostimulantul varaianta V1.
Aplicarea biostimulanților experimentali (cu matrice complexă AOS+Ppa) au determinat o creștere semnificativă a cantităților de nutrienți absorbiți și valorificați de plante, ceea ce reflectă: o eficiență nutrițională superioară, o mai bună utilizare a resurselor din sol și un potențial crescut pentru o agricultură sustenabilă. Biostimulantul varianta V1 (în condițiile experimentale date) a prezentat cele mai bune rezultate prin aplicare la ambele culturi, având în vedere producția obținută și exporturile nutriționale, urmat de varianta V3, fiind adecvați pentru utilizare în agricultură. Rezultatele obținute în urma caracterizării și testării în spații protejate a celor patru variante de biostimulanți au fost utilizate în etapa următoare pentru perfecționarea formulelor, elaborarea tehnologiilor de obținere și de validare din punct de vedere al eficienței agronomice prin testarea acestora la trei culturi de câmp în condiții pedoclimatice diferite.
În cadrul etapei s-a participat la evenimentul CBE JU Info Day în România 2025, organizat în data de 15 mai 2025, la USAMV București, de către UEFISCDI (Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării). Evenimentul a fost dedicat promovării oportunităților oferite de Circular Bio-based Europe Joint Undertaking (CBE JU), în cadrul programului Horizon Europe. Au fost prezentate apelurile de proiecte, domeniile prioritare de finanțare, regulile de participare și exemple de bune practici (https://www.ncp.uefiscdi.ro/event-details-registration/cbe-ju-info-day-in-romania-2025).

***Faza 6/2025 - Optimizarea formulelor produselor biostimulatoare, validarea datelor tehnice și optimizarea tehnologiilor de obtinere la faza de laborator; Evaluarea eficienței agronomice a produselor biostimulatoare in camp experimental, anul I (studiu in vivo); Diseminarea informatiilor rezultate, asigurarea managementului de proiect***

În Faza 6/2025 a proiectului PN 23 29 02 01 („Noi produse fertilizante organice pentru agricultură sustenabilă în contextul utilizării eficiente a resurselor naturale”), derulată în baza contractului 32 N/12.01.2023, activitățile de cercetare s-au concentrat pe optimizarea formulărilor de biostimulanți de tip VxP (V1P–V4P), validarea datelor tehnice asociate și perfecționarea tehnologiilor de obținere la scară de laborator. Demersul se înscrie în obiectivul general al proiectului, respectiv dezvoltarea unor produse fertilizante inovative, compatibile cu cerințele Regulamentelor (UE) 2019/1009 și 2018/848, capabile să valorifice fosfații naturali și să susțină practicile agricole durabile, inclusiv în sistem ecologic.

Optimizarea formulărilor a avut la bază un set extins de date experimentale acumulate în etapele anterioare pentru 12 acizi organici solubilizatori (AOS) – mono-, di-și tricarboxilici –și pentru o matrice proteică Ppa (amestec proteine/peptide/aminoacizi) obținută prin hidroliză proteică. Capacitatea de solubilizare a fosforului din rocă fosfatică și hidroxiapatită a fost caracterizată prin studii cinetice descrise cu un model cinetic de tip Pseudo-Second Order (PSO, Type 1), care a permis determinarea parametrilor $q_e$ (mg/g), respectiv k ($g \cdot mg^{-1} \cdot h^{-1}$) și compararea riguroasă a comportamentului acizilor individuali și al variantelor experimentale preliminare. Pe baza acestor rezultate au fost definite patru formulări optimizate (V1P–V4P), în care s-au ajustat compoziția acido-organică, pH-ul operațional, dozajul acidului oxalic și aportul agenților chelatori (citrat, EDTA) și al matricii Ppa, în vederea maximizării solubilizării fosforului și a stabilității fizico-chimice a produselor.

Analiza mecanismelor de acțiune a evidențiat trei procese complementare: (i) dizolvarea protonică a fazelor apatite la pH foarte scăzut, (ii) complexarea cationilor Ca, Fe și Al de către liganzi organici (citrat, EDTA, acizi hidroxilici) și (iii) precipitarea competitivă a calciului sub formă de Ca-oxalat. Formulările foarte acide (pH ≈ 2, variantele V2P și V4P) au prezintat valori ridicate pentru $q_e$ (mg/g), respectiv k ($g \cdot mg^{-1} \cdot h^{-1}$), adecvate aplicațiilor cu timp scurt de contact, în timp ce formulările cu pH moderat (~4,2, variantele V1P și V3P) îmbină o capacitate bună de solubilizare cu o compatibilitate agrochimică superioară, în special pe soluri acide sau slab acide. Valorile ridicate ale $R^2$ confirmă robustețea modelului PSO și utilitatea sa ca instrument de proiectare a formulărilor, inclusiv pentru scenarii de utilizare care implică timpi de contact diferiți (0–6 h versus 24–72 h) și posibila utilizare în viitor de modele cinetice complementare (Elovich, ID-difuzie intraparticulă).

În paralel cu activitățile de laborator privind caracterizarea biostimulanților, faza 6 a inclus evaluarea agronomică în câmp experimental (anul I) a prototipurilor optimizate V1P–V4P la grâu (*Triticum aestivum*), porumb și floarea-soarelui (*Zea mays și Helianthus annuus*), pe doua agrofonduri și în condiții climatice diferite, în prezența unei fertilizări de bază realizată cu rocă fosfatică (70 kg $P_2O_5$/ha). Rezultatele au evidențiat sporuri semnificative de producție față de martorul nefertilizat de bază (M0)de peste 25 % și de peste 10% față de martorul fertilizat doar cu rocă fosfatică (RF), cu valori cu diferențe clare, semnificative în favoarea variantelor V1P și V2P. La grâu, biostimulanții optimizați au generat creșteri coerente, foarte semnificative ale pigmenților fotosintetici (clorofile, carotenoide) și ale conținutului de N, P și K din frunze, cu corelații foarte strânse între indicatorii de nutriție, fotosinteză și producție, ceea ce confirmă îmbunătățirea eficienței utilizării nutrienților.

La grâu (*soiul Izvor*), experimentul a fost amplasat pe un cernoziom cambic vertic cu textură fină, reacție slab acidă la suprafață (pH ≈ 6,2), iar rezultatele obținute privind producția de grâu arată că toate variantele testate depășesc semnificativ martorul M0, cu sporuri de peste 25% și cu o semnificație statistică foarte semnificativă (ANOVA, $p < 0,001$). Față de roca fosfatică (RF) varianta V1P a asigurat o creștere de +10% pentru clorofilă și caroten, iar V4P de 5%, indicând o diferență netă de eficiență biologică. Toate variantele optimizate au determinat o creștere semnificativă a conținutului de N, P și K în frunzele de grâu. Și în acest caz s-a remarcat varianta V1P cu creșteri aproape identice pentru toți macroelementele (+36÷39%), ceea ce indică o nutriție minerală echilibrată și completă. Efectul biostimulanților V1P–V4P este net superior aportului adus de P din roca fosfatică în varianta numai cu fertilizare de bază. Variantele VP1 și VP3 se pot considera cele mai potrivite pentru solurile acido-neutre de tip cernoziom cambic vertic fertilizate cu fosfați naturali.

Experimentul desfășurat pe un luvosolul albic a demonstrat că formulările cu pH moderat (V1P și V3P) reprezintă soluția optimă pentru valorificarea rocii fosfatice în condiții de reacție acidă a solului. Astfel, prin aplicarea biostimulanților la floarea-soarelui, martorul fertilizat cu rocă fosfatică a atins deja un nivel ridicat al producției, iar formulările foarte acide (variantele V2 și V4) nu au adus sporuri suplimentare, evidențiind importanța adaptării pH-ului biostimulantului la contextul edafic. La porumb, toate variantele VxP au depășit martorul fertilizat numai cu rocă fosfatică, cele mai bune producții fiind obținute cu variantele V1P (spor de 115.7%) și V3P (spor de 114.8%), concomitent cu menținerea parametrilor agrochimici ai solului în intervale favorabile și cu o ușoară creștere a mobilității unor microelemente (în special Zn), interpretată și ca un posibil indiciu al activării biologice a solului.

În urma testărilor agronomice a variantelor de biostimulanți VxP s-u desprins următoarele concluzii și recomandări: (i) biostimulanții VxP sunt compatibili agronomic și agrochimic cu fertilizarea de bază cu rocă fosfatică; (ii) varianta

V3P (pH ≈ 4,2) s-a confirmat ca o formulă optimă pentru solurile acide fertilizate cu fosfați naturali, oferind echilibru între producție, calitate și menținerea fertilității solului; (iii) formulele V2P și V4P (pH ≈ 2,1) pot fi utilizate pe soluri neutre sau alcaline, unde efectul de acidifiere locală devine benefic; (iv) parametrii agrochimici post-recoltare arată absența oricărui efect de degradare a solului, iar creșterea ușoară a azotului total și a zincului mobil demonstrează o posibilă activare biologică a solului; (v) rezultatele obținute confirmă că biostimulanții VxP pot contribui la o fertilizare durabilă, de tip regenerativ, valorificând fosfații naturali și îmbunătățind nutriția minerală a culturilor. Dacă fosforul este suficient asigurat prin fertilizarea bază, atunci rolul biostimulatorului nu mai este să asigure un fosfor suplimentar pentru cultură, ci: (i) să grăbească disponibilizarea; (ii) să favorizeze activitatea rădăcina / microflora și (iii) să îmbunătățească translocarea elementelor nutritive cu creșteri atât pentru producție cât și de calitate.
În ansamblu, Faza 6/2025 a condus la definirea și validarea a patru prototipuri optimizate de biostimulanți (V1P–V4P), pentru care s-a demonstrat experimental capacitatea de a solubiliza fosfații naturali și de a îmbunătăți simultan nutriția minerală, fotosinteza și producția culturilor, în condiții de siguranță agrochimică. Concluzia integrată a fazei 6 este că biostimulanții VxP, în formulele optimizate V1P–V4P, reprezintă o tehnologie agronomică eficientă și agrochimic capabilă să valorifice fosfații naturali și să îmbunătățească simultan nutriția minerală, fotosinteza și producția culturilor. Eficiența lor depinde de armonizarea compoziției formulării cu reacția solului și cu fiziologia culturii, iar variantele cu pH moderat (V1P, V3P) se conturează ca nucleu tehnologic robust pentru utilizarea pe soluri acide sau slab acide fertilizate cu rocă fosfatică.
Rezultatele obținute fundamentează etapa următoare de dezvoltare, orientată spre validarea la scară pilot și extinderea testărilor multianuale în câmp, și au fost valorificate prin activități de diseminare și protecție a proprietății intelectuale (4 articole științifice, participări la manifestări de profil, o cerere de brevet pentru soluția de acizi organici destinată solubilizării fosfaților din rocă fosfatică, prezentarea rezultatelor in cadrul workshop-ului organizat de Autoritatea Națională pentru Cercetare, în colaborare cu CCCDI și Universitatea de Vest din Timișoara), iar în cadrul Simpozionul „Îmbunătățirea calității solurilor prin diferite sisteme de agricultură și fertilizare în contextul și schimbărilor climatice” organizat de Filiala Națională Română a CIEC (Centre International des Engrais Chimiques), în colaborare cu Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului – ICPA București în data de 18 iunie 2025, s-a desfășurat și workshop-ul cu titlul “Metode inovative de solubilizare a fosforului din sol, orientate spre creșterea accesibilității acestuia pentru plante”, în care au fost prezentate rezultate obținute în cadrul proiectului.

***Faza 7a/2025 - Elaborarea fluxului de fabricare la nivel pilot a biostimulatorilor***

În Faza 7a/2025 a proiectului PN 23 29 02 01 („Noi produse fertilizante organice pentru agricultură sustenabilă în contextul utilizării eficiente a resurselor naturale”), derulată în baza contractului nr. 32 N/12.01.2023, activitățile de cercetare s-au concentrat asupra elaborării fluxului de fabricare la nivel pilot a biostimulanților lichizi pe bază de AOS (acizi organici solubilizatori pentru fosfor) și PpA (amestecuri proteine/peptide/aminoacizi). Demersul se înscrie în obiectivul general al proiectului, respectiv dezvoltarea de produse fertilizante și tehnologii inovatoare, compatibile cu cerințele Regulamentelor (UE) 2019/1009 și 2018/848.
Faza 7a a valorificat direct rezultatele fazelor anterioare, în care au fost definite formulele optimizate V1P–V4P pe principiul „acidului echivalent”, cu bilanțuri de masă detaliate, caracterizare fizico-chimică (densitate, pH, conținut de solide), studii cinetice de solubilizare a fosforului din rocă fosfatică și hidroxiapatită și evaluări agronomice în spațiu protejat. Scopul principal al fazei a fost transpunerea controlată a tehnologiilor de laborator la scară pilot, astfel încât să fie păstrate echilibrul compozițional, stabilitatea chimică și fizică a produselor și condițiile de operare validate, cu adaptarea acestora la constrângerile specifice unei instalații pilot. În acest cadru au fost definite două platforme tehnologice distincte, schemă de operații și fluxurile aferente: Tip A, destinat variantelor V1P și V3P, care includ și etape de neutralizare cu NaOH și chelatare cu $Na_2EDTA$, și Tip B, destinat variantelor V2P și V4P, caracterizate prin aciditate ridicată, fără agenți de neutralizare sau chelatare. Fluxul Tip A este proiectat pentru obținerea unor produse cu pH moderat (4,20 ± 0,05), cu stabilitate fizico-chimică ridicată, capacitate de complexare/chelatizare a ionilor $Ca^{2+}$ și a microelementelor și compatibilitate bună cu solurile acide–neutre fertilizate cu fosfați naturali. Fluxul Tip B este orientat către formulări cu pH foarte scăzut (≈2,10 ± 0,10), cu putere mare de solubilizare protonică a fosfaților greu solubili și cu cerințe energetice de obținere reduse per litru de produs finit.
Structura fluxurilor a fost stabilită pe baza bilanțurilor de masă obținute la faza de laborator, permițând dimensionarea sarjelor pilot cu păstrarea raporturilor între componente, a ordinii de dozare și cu controlul pierderilor totale în limitele admise (Tip A ≤0,3%; Tip B ≤0,2%). Pentru Tip A, succesiunea operațiilor include: (1) dozarea apei demineralizate; (2) dizolvarea fracționată a acizilor organici solizi; (3) neutralizarea parțială cu NaOH până la pH-ul țintă 4,20 ± 0,05; (4) dozarea $Na_2EDTA$ în 3–4 incremente (în fereastra de pH stabilită); (5) adăugarea

acizilor organici lichizi; (6) încorporarea hidrolizatului proteic PpA; (7) corecția de volum; (8) omogenizarea finală; (9) condiționarea înainte de ambalare. Pentru Tip B, fluxul este simplificat: (1) dozarea apei demineralizate; (2) solubilizarea acizilor solizi; (3) adăugarea acizilor lichizi; (4) dozarea PpA; (5) omogenizarea; (6) corecția de volum; (7) condiționarea. Analiza comparativă a evidențiat diferențe tehnologice clare, dar controlabile: prezența neutralizării și chelatării numai în Tip A, temperaturi maxime de proces de până la 40 °C în etapa de neutralizare (Tip A) versus 35 °C (Tip B) și o complexare chimică ridicată la Tip A versus una redusă la Tip B. Pentru protejarea matricei proteice, dozarea PpA se realizează numai după stabilizarea temperaturii sub 30–35 °C. Au fost evaluate și gestionate factorii tehnologici restrictivi specifici variantelor, inclusiv: ferestrele critice de operare pentru pH în etapa de dozarea EDTA, proceduri de dozare fracționată și reguli de control termic și de amestecare, de corozivitate a mediilor foarte acide și pierderile prin aderență pe suprafețele echipamentelor, astfel încât riscurile tehnologice să fie minime la scară pilot.
Un element central al fazei l-a constituit definirea și implementarea controlului în proces (IPC – In-Process Control), comun tuturor fluxurilor și variantelor: verificarea sistematică a pH-ului în puncte-cheie, monitorizarea temperaturii de proces, controlul vitezei de amestecare, determinarea densității la 20 °C, evaluarea aspectului (claritate, omogenitate, absența depunerilor) și monitorizarea caracteristicilor organoleptice (miros specific, absența mirosurilor anormale). Bilanțurile energetice au arătat că energia de amestecare poate reprezinta componenta dominantă a consumului (≈147–165 kJ/L), dar dependentă de configurația reactorului utilizat, în timp ce energiile pentru încălzire și răcire sunt moderate, toate variantele încadrându-se într-un interval tehnologic fezabil pentru operare la fază de pilot. Pe baza acestor analize a fost construită o secvență optimizată de operare, comună fluxurilor Tip A și Tip B, care asigură reproducerea fidelă a procesului la scară pilot, controlul complet al parametrilor tehnologici, minimizarea pierderilor și integrarea coerentă a datelor de proces (bilanțuri de masă și energie, parametri de operare, proceduri IPC). Documentația tehnologică rezultată include scheme de proces, tabele de parametri, analize de sensibilitate a caracteristicilor produsului in funcție de dozajul materiilor prime și descrieri ale factorilor restrictivi, constituind fundamentul pentru validarea ulterioară a tehnologiei la nivel de pilot și semi-industrial.
În ansamblu, Faza 7a/2025 a condus la definirea unui model tehnologic scalabil, cu un flux tehnologic robust și trasabil pentru fabricarea la scară pilot a biostimulanților AOS–PpA (V1P–V4P), cu două platforme clare de proces (Tip A și Tip B) și cu toți indicatorii tehnici planificați realizați integral. Din punct de vedere tehnic, se recomandă utilizarea produselor obținute prin fluxurile Tip A (V1P, V3P) ca „coloană vertebrală” pentru aplicare pe soluri acide–neutre și în contexte în care stabilitatea, chelatarea și complexarea sunt prioritare, iar fluxurile Tip B să fie rezervate situațiilor în care este necesar un atac protonic accentuat (soluri neutre–alcaline, fosfați greu solubili), cu avantaje suplimentare de eficiență energetică. Rezultatele fazei oferă astfel baza tehnică pentru trecerea la producția experimentală în loturi pilot și pentru pregătirea dosarelor de evaluare a conformității, în vederea transferului către aplicații industriale și comerciale.

***Faza 7b/2025 - Validarea tehnologiei în fază pilot a biostimulatorilor***

În Faza 7b/2025 a proiectului PN 23 29 02 01 activitățile de cercetare s-au concentrat pe validarea, în condiții de pilot, a tehnologiei de obținere a biostimulanților VxP (V1P–V4P) cu matrice sinergică AOS + PpA. Scopul fazei a fost trecerea de la nivel de laborator (≈1 L) la loturi pilot de 100 L, cu păstrarea raporturilor de compoziție, a succesiunii etapelor, a ferestrelor de temperatură și a regimurilor de agitare, astfel încât produsul finit obținut la scară pilot să fie echivalent fizico-chimic cu produsul de laborator și adecvat pentru validare tehnologică și agronomică extinsă.
Faza 7b valorifică direct rezultatele fazei 7a, în care au fost definite fluxurile tehnologice, bilanțurile de masă prin metoda covolumelor și bilanțurile energetice, precum și două scheme de proces distincte: Tip A, asociat variantelor V1P și V3P (cu neutralizare NaOH și chelatare $Na_2EDTA$, pH moderat, capacitate ridicată de complexare a $Ca^{2+}$ și a microelementelor) și Tip B, asociat variantelor V2P și V4P (fără NaOH și fără EDTA, cu aciditate ridicată și solubilizare protonică intensă a fosfaților greu solubili). În Faza 7b, aceste două platforme tehnologice au fost validate experimental la scară pilot, utilizând V3P ca reprezentant al fluxului Tip A și V2P ca reprezentant al fluxului Tip B.
Validarea s-a realizat într-un bioreactor LSL Biolafitte de 200 L, din inox 316L, dotat cu manta de termoreglare, agitator de tip Pitched Blade Turbine (4 pale la 45°) și motor de 0,5 kW (viteza maximă 400 rpm). Deși instalația permite funcționarea până la 135 °C și 3 bar, în cadrul experimentelor s-a lucrat în regim moderat (22–42 °C) și în condiții atmosferice, cu sarje de 100 L. Structura fazelor de proces a asigurat o secvențiere clară a operațiilor: dozarea apei inițiale de reacție, solubilizarea acizilor solizi, neutralizarea și chelatarea (pentru Tip A), dozarea acizilor lichizi, integrarea hidrolizatului proteic și corecția finală de volum, urmate de omogenizarea finală.
Parametrii de proces la scară pilot au fost identificați și fixați în intervale bine delimitate: temperatură generală 22–35 °C, cu un maxim admis de 38 °C în etapa de neutralizare cu NaOH; viteza de agitare de 130–150 rpm pentru fazele

de solubilizare a AOS, 110–130 rpm pentru neutralizare, 120–140 rpm pentru dizolvarea $Na_2EDTA$, respectiv 85–110 rpm pentru dozarea hidrolizatului, pentru a limita spumarea. Timpul de omogenizare pe etapă a fost, în general, de 5–10 minute, iar durata totală a ciclului tehnologic s-a încadrat între 45 și 70 de minute. pH-ul final a fost controlat la 4,3 ± 0,05 pentru fluxul Tip A (V3P) și 2,2 ± 0,10 pentru fluxul Tip B (V2P).

Bilanțurile de masă detaliate, calculate în faza 7a au fost verificate practic pentru sarje de 100 L pentru variantele alese ca model de tip A si respectiv B, masa totală de ieșire se situează în intervalul ≈103–105 kg, în funcție de formulă, cu pierderi cumulate foarte mici, de ordinul 0,037–0,040 %. Comparativ, variantele au prezintat pierderi totale sub 0,05 %, valoare foarte bune pentru un proces in fază lichidă cu mai multe etape de încălzire, răcire, amestecare și corecție de volum. Analiza detaliată indică faptul că cea mai mare parte a pierderii absolute este asociată apei (apă de reacție + apă de corecție), prin filmul de lichid reținut pe pereții reactorului, în trasee și eventual de imprăștiere in timpul agitarii. Etapele de dozare a acizilor solizi, a blocului NaOH + EDTA, a acizilor lichizi și a hidrolizatului proteic prezintă pierderi individuale mult sub 0,01 %, ceea ce confirmă un control foarte bun al cântăririi și dozării, o solubilizare completă și absența acumulărilor în zone moarte ale instalației. Densitățile calculate prin metoda covolumelor, cu valori cuprinse aproximativ între 1,025 și 1,049 g/mL pentru variantele V1P–V4P, coincid foarte bine cu densitățile măsurate la pilot, abaterile relative menținându-se sub ±1 %. Pentru V3P, densitatea de laborator (≈1,0314 g/mL) și cele două determinări la pilot (≈1,0324 și 1,0316 g/mL, medie ≈1,0320 g/mL) se încadrează confortabil în intervalul de acceptare, cu abateri relative de ordinul +0,04…+0,14 %. Pentru V2P, densitatea medie de laborator (≈1,0223 g/mL) este ușor sub limita inferioară estimată inițial, dar densitățile măsurate la pilot (≈1,0241–1,0248 g/mL, medie ≈1,0244 g/mL) se încadrează în fereastra de control, abaterea relativă fiind mică (–0,19…–0,12 %) și sistematică în jumătatea inferioară a intervalului de control. În paralel, profilul de pH și conductivitate electrică (EC) rămân coerente: V3P prezintă pH ≈4,3 și EC ≈21,7–28,1 mS/cm (încărcare ionică ridicată datorată NaOH și $Na_2EDTA$), iar V2P pH ≈2,1 și EC ≈8,5–11,2 mS/cm, dominată de specii acide.

Pentru controlul în proces (IPQC), fluxurile tehnologice au fost prevăzute cu puncte clare de verificare după fiecare bloc major de operații: după dizolvarea acizilor solizi (claritate și temperatură), după blocul NaOH + EDTA la Tip A (pH, absența particulelor nedizolvate și a precipitatelor), după dozarea acizilor lichizi și a hidrolizatului (pH, temperatură, omogenitate, claritate). Setul analitic minim pe sarjă pilot include determinarea densității la 20–22 °C, măsurarea pH-ului și a conductivității electrice, la care se pot adăuga, după caz, materie uscată și azot total pentru închiderea bilanțului de masă și urmărirea stabilității compoziționale. Au fost definite toleranțe de cântărire adaptate realității industriale: ±0,20 kg pentru apa de reacție/corecție, ±0,01 kg pentru materiile prime solide (acizi, NaOH, EDTA) și ±0,02 kg pentru materiile prime lichide (acizi lichizi, hidrolizat proteic). Propagarea acestor toleranțe în consumurile specifice și în densitatea finală conduce la intervale de variație a masei totale de sarjă de ordinul ±0,2–0,25 kg, adică o variabilitate volumică de ≈±0,2 % pentru 100 L, nesemnificativă pentru performanța agronomică a produsului și stabilitatea procesului. Pe baza modelului de densitate au fost definite, pentru fiecare variantă, o densitate nominală și o fereastră de acceptare [ρ_min; ρ_max], de lățime ≈±0,002–0,003 g/mL, cu condiția ca abaterea relativă față de densitatea calculată pe baza bilantului să fie <1 %. Intervalele ρ_min–ρ_max au fost calculate atât printr-o abordare conservatoare (suma toleranțelor pentru materiile prime dozate), cât și printr-o abordare metrologică (incertitudine compusă și factor de acoperire k = 2), diferențele fiind practic neglijabile.

Analiza energetică extinsă la nivel pilot arată că energia de încălzire utilă per sarjă de 100 L este foarte apropiată pentru V2P și V3P (≈6,4–6,5 MJ), diferențele apărând pentru energia de răcire (mai mare la V3P, ≈7,46 MJ față de ≈4,31 MJ la V2P) și la energia pentru procesul de agitare (≈2,18 MJ pentru V3P față de ≈1,44 MJ pentru V2P), corelate cu prezența blocului NaOH + EDTA și cu timpii de proces mai mari. Energia totală specifică rămâne însă într-un interval tehnologic fezabil pentru operare pilot și scale-up.

Recomandările tehnologice rezultate din Faza 7b includ: dozarea fracționată, incrementală prin pulverizare fină a AOS solizi la ≈35 °C, cu verificarea clarității soluției înainte de trecerea la etapa următoare; tratarea etapei de neutralizare și chelatare (NaOH + EDTA) din fluxul Tip A ca etapă critică, cu dozare fracționată, incrementată a NaOH, controlul reacției exoterme și al temperaturii (maxim 38 °C) și dizolvarea EDTA la pH controlat; dozarea gravimetrică a acizilor lichizi și a hidrolizatului proteic la temperatură controlată și cu gestionarea atentă a spumării prin ajustarea vitezei de agitare și a timpilor de omogenizare; realizarea corecției finale de volum cu apă demineralizată prin circuite separate și calibrate pentru apa de reacție și cea de corecție, utilizând densitatea ca parametru de feedback pentru acceptarea produsului.

În ansamblu, Faza 7b/2025 confirmă că modelul tehnologic și de calcul (bilanțuri de masă prin covolume, control prin densitate–pH–EC și bilanț energetic) este valid la scară pilot pentru variantele reprezentative V3P (Tip A) și V2P (Tip B). V3P îndeplinește integral criteriile de densitate, pH și EC la ambele scări și este recomandată ca etalon intern de proces pentru familia VxP, în timp ce V2P este validată ca reprezentant al fluxului simplificat, de tip protonic, cu

aciditate ridicată și consum energetic mai redus. Faza poziționează pachetul VxP într-o zonă avansată de maturitate tehnologică, asigurând baza pentru trecerea către producție semi-industrială și pentru integrarea tehnologiei în proceduri de evaluare a conformității conform Regulamentului (UE) 2019/1009.

---

**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 5b/2025 - Implementarea tehnologiilor agricole conservative***

În faza 5b/2025 pentru realizarea obiectivului fazei, în câmpurile demonstrative, au fost evaluate tehnologiile agricole de lucrări ale solului (convenționale și conservative) pentru cele 11 județe luate în studiu (Mehedinți, Dolj, Olt, Teleorman, Giurgiu, Călărași, Brăila, Vrancea, Tulcea, Constanța și Ialomița).
Pentru fiecare U.A.T. din județele selectate ca fiind supuse proceselor de aridizare, au fost efectuate profile agrofizice, din care au fost prelevate probe de sol (fizico-chimice pe adâncimi prestabilite de 5-10 cm; 25-30 cm și 45-50 cm) și probe microbiologice prelevate pe adâncimea de 0-20 cm. În faza 5b/2025 au fost efectuate un număr de 33 profile agrofizice (câte un profil agrofizic pe tipul de lucrare a solului). În vederea implementării tehnologiilor conservative, a fost realizată analiza comparativa a celor două tehnologii aplicate în câmpurile experimentale, cu recoltări în primăvară și toamnă în anul agricol 2024, pentru a se observa cum influențează tehnologiile conservative, însușirile de fertilitate a solului din cadrul unităților admnistrativ teritoriale luate în studiu, supuse proceselor de aridizare. Analiza comparativă a fost realizată prin media valorilor (fizico-chimice), a celor două etape de prelevări de probe și apoi s-a comparat cele două tehnologii aplicate. În cazul preluvosolului roșcat studiat în cadrul U.A.T. Pădina, Județul Mehedinți, tehnologia conservativă este mai eficientă în menținerea conținutului de materie organică și a rezervei de humus (0-50 cm), ceea ce contribuie la sănătatea și fertilitatea solului pe termen lung, tehnologia conservativă, oferă un sol mai compact, cu o rezistență mai mare la penetrare și o permeabilitate pentru apă mai bună în prima adâncime de prelevare a probelor de sol, favorizează creșterea și dezvoltarea rădăcinilor plantelor și drenajul, comparativ cu tehnologia convențională. În cadrul U.A.T. Afumati, Județul Dolj, la ambele sisteme de cultură, respirația solului a prezentat valori de nivel mediu, dar fiind de aproximativ două ori mai intensă în sistemul clasic decât în sistemul conservativ, la care activitatea metabolică a microflorei a fost de nivel mediu. Tehnologia minimum tillage, prezintă un sol mai compact și o permeabilitate mai redusă pentru apă la suprafață, ceea ce este benefic în păstrarea umidității și stabilitatea structurii solului, și reduce infiltrația rapidă a apei la suprafață.
U.A.T. Brebeni, Județul Olt, pe textura lut argilos mediu (5-10; 25-30 cm) și argilă lutoasă (45-50 cm), tehnologia conservativă, îmbunătățește însușirile fizice ale solului, astfel, menține o structură mai afânată și poroasă la suprafață, reduce compactarea și îmbunătățește permeabilitatea solului pentru apă, creează un mediu sănătos pentru dezvoltarea și creșterea rădăcinilor plantelor, influențează viteza de infiltare a apei și duce la o aerare mai bună a solului, aceste aspecte sunt esențiale pentru sănătatea solurilor comparativ cu tehnologia convențională. U.A.T. Oporelu, Județul Olt, a fost studiată numai varianta conservativă (minimum tillage), datorită faptului că fermierul aplică numai această tehnologie și s-a facut comparația între cele două recoltări ale probelor de sol și s-a constatat o scădere a conținutului de humus de la prima la a doua recoltare, ceea ce ne indică consumul de către plantele cultivate. Această tehnologie este mai prietenoasă cu mediul, reducând astfel degradarea solului și pierderile de nutrienți. Pe baza rezultatelor, tehnologia minimum tillage, este mai eficientă decât cea convențională, pentru U.A.T. Mavrodin, în special în ceea ce privește menținerea porozității, permeabilității și structurii solului.
U.A.T. Constantin Brîncoveanu, Județul Călărași, tehnologia no-till evidențiază rezultate mai bune în ceea ce privește însușirile chimice ale solului de tip Cernoziom cambic, menține un pH mai stabil, crește conținutul de materie organică și al nutrienților precum azotul total și potasiul mobil. Acesta evidențiază o fertilitate mai bună a solului și reduce degradarea acestuia; influențează însușirile fizice ale solului, menține valori acceptabile pentru majoritatea parametrilor analizați, dar necesită o gestionare atentă pentru a preveni compactarea la adâncimi mai mari, pentru a asigura o bună permeabilitate pentru apă și de aerare a solului. U.A.T. Cogealac, Județul Constanța: tehnologia conservativă influențează pozitiv conservarea materiei organice, menține un pH stabil și îmbunătățește gradul de aprovizionare cu fosfor mobil și potasiu mobil, ceea ce ne indică o disponibilitate mai bună a nutrienților pentru plante și contribuie la îmbunătățirea însușirilor fizice ale solului, favorizează afânarea solului, reduce compactarea și crește permeabilitatea pentru apă și porozitatea totală. U.A.T. Nalbant, Județul Tulcea: tehnologia conservativă cu lucrări în strip-till determină o compactare mai accentuată a solului, mai ales la suprafață, acesta poate afecta dezvoltarea și creșterea rădăcinilor plantelor și circulația apei, mai ales în condiții de secetă. În schimb, minimum

tillage evidențiază un sol mai afânat la suprafață, favorizează creșterea și dezvoltarea rădăcinilor plantelor și permeabilitatea solului pentru apă, și reduce compactarea în profunzimea solului. Cele două tehnologii conservative de lucrări ale solului sunt necesare în condiții de secetă și aridizare. U.A.T. Rîmnicu de Jos, Județul Constanța: tehnologia no-till îmbunătățește însușirile chimice și fertilitatea solului, comparativ cu tehnologia clasică (convențională), care poate duce la alcalinizarea solului; tehnologia no-till prezintă o structură mai afânată a solului la adâncimi mai mari, benefică pentru creșterea și dezvoltarea rădăcinilor plantelor. Tehnologia convențională tinde să compacteze solul la suprafață.
U.A.T. Gura Ialomiței, Județul Ialomița: tehnologia clasică, compactează solul la suprafață, crește densitatea aparentă și rezistența la penetrare și limitează viteza de infiltrare a apei fiind nefavorabilă în condiții de stres hidric.
U.A.T. Ciorăști, Județul Vrancea: aplicarea tehnologiei conservative cu lucrări minimum tillage, nu a dus la rezultate semnificative față de cea convențională, dar efectele se văd în timp. U.A.T. Măxineni, Județul Brăila: valorile tuturor parametrilor microbiologici analizați au fost mai ridicate în solul cultivat în sistem clasic față de cele din solul cultivat în sistemul conservativ. La tehnologia clasică s-au înregistrat valori ale respirației solului de nivel crescut și de nivel mediu în sistemul conservativ; lucrarea no-till nu a influențat parametrii fizici, chiar a avut valori mai negative față de tehnologia convențională; în anul 2024, lipsa precipitațiilor a avut un impact negativ asupra tuturor parametrilor studiați în cele două tehnologii, cu rezultate mai bune în conventional din punct de vedere a însușirilor fizice și microbiologice. U.A.T. Coșăreni, Județul Ialomița, s-au înregistrat activități metabolice de nivel mediu, mai intense în cazul microflorei edafice din sistemul clasic față de cel conservativ, determinate de efectivele bacteriene mai mari din acesta comparativ cu cele dezvoltate în solul din sistemul conservativ de cultivare, deși în ambele cazuri valorile sunt de nivel ridicat. Fungii au colonizat ambele soluri cu efective mari, dar condițiile din solul cultivat în sistemul conservativ au favorizat dezvoltarea unei comunități mai importante numeric comparativ cu cele din solul cultivat clasic. U.A.T. Adunații Copăceni, Județul Giurgiu, în cazul ambelor sisteme de cultivare, s-au înregistrat activități fiziologice globale reprezentate prin valori care caracterizează o intensitate medie a respirației solului și efective numerice mari de bacterii. Valorile acestor parametri microbiologici au fost mai ridicate la solul cultivat în sistem conservativ comparativ cu cele din solul cultivat în sistemul clasic. Comunitatea fungică din solul cultivat clasic a fost de peste 2 ori mai numeroasă decât cea din solul cultivat în sistem conservativ, realizând valori numerice mari, comparativ cu valorile de nivel mediu de la conservativ; tehnologia minimum tillage crește ușor conținutul de materie organică (pe adâncimea de 0-50 cm) și disponibilitatea fosforului mobil la suprafață, dar prezintă o compactare mai mare, în profunzime, ceea ce evidențiază un impact negativ asupra permeabilității pentru apă. La U.A.T. Roșiori, Județul Brăila, activitățile metabolice ale microflorei sunt de nivel mediu pentru ambele sisteme de cultivare și au valori mai mari la conservativ în comparație cu clasic. Efectivele bacteriene dezvoltate în solurile cultivate în cele două sisteme se încadrează în categoria celor considerate mari, de asemenea, fiind mai numeroase cele din solul cultivat în sistem conservativ. Efectivele fungice sunt de nivel mare în condițiile sistemului conservativ și foarte mare în cazul sistemului clasic de cultivare. Tehnologia minimum tillage are un impact pozitiv asupra însușirilor chimice ale solului. Aceasta contribuie la menținerea unei rezerve de humus mai mare, comparativ cu tehnologia convențională care tinde să reducă aceste resurse. U.A.T. Sohatu, Județul Călărași: tehnologia minimum tillage are un efect benefic asupra însușirilor chimice ale solului, menținând valori mai stabile și mai favorabile pentru fertilitatea solului, precum și o creștere mai eficientă a rezervelor de humus; favorizează o structură mai afânată și o permeabilitate mai bună în stratul superficial, ceea ce poate reduce riscul de aridizare. În același timp, compactarea mai accentuată în stratul 25-30 cm, specifică tehnologiei minimum tillage, limitează infiltrarea apei; tehnologia convențională, cu o porozitate mai mare și densitate mai mică în stratul superficial, poate fi mai benefică pentru păstrarea umidității în sol, dar poate avea dezavantaje în ceea ce privește aerarea și riscul de compactare mai mare pe termen lung. U.A.T. Ștefan Vodă, Județul Călărași: diferențele între cele două tehnologii din punct de vedere a însușirilor fizice sunt evidentiate pe adâncimea de 25-30 cm. Tehnologia minimum tillage are influență pozitivă asupra densității aparente, rezistenței la penetrare, permeabilității pentru apă și porozității totale. Acesta contribuie la menținerea unei structuri mai favorabile pentru procesele fizice ale solului. Putem spune că tehnologia conservativă ajuta la conservarea și îmbunătățirea insușirilor fizice ale solului, facilitând procesele de infiltrare și aerare, comparativ cu tehnologia clasică, care poate duce la o compactare pe adâncimea de 25-30 cm.
Ca o concluzie generală putem afirma că deși în literatura de specialitate tehnologia de lucrări minime ale solului are restricții din punct de vedere granulometric, implementarea acestor tehnologii conservative au avut rezultate apropiate sau chiar mai bune din punct de vedere al însușirilor fizico-chimice față de tehnologia clasică.
În condițiile climatice ale anului 2024 rezultatele cercetărilor sunt pozitive în ceea ce privește aplicarea tehnologiilor conservative.

***Faza: 6/2025: Evaluarea pretabilității tehnologiilor de agricultură conservativă în vederea menținerii biodiversității în contextul schimbărilor climatice***

În faza 6/2025, pentru realizarea obiectivului fazei, în câmpurile demonstrative, au fost evaluate tehnologiile agricole de lucrări ale solului (convenționale și conservative) pentru cele 11 județe luate în studiu, cu 17 unități administrative: Mehedinți, Dolj, Olt, Teleorman, Giurgiu, Călărași, Brăila, Vrancea, Tulcea, Constanța și Ialomița. Pentru fiecare U.A.T. din județele selectate ca fiind supuse proceselor de aridizare, au fost efectuate profile agrofizice, din care au fost prelevate 99 probe de sol și un număr 306 probe de sol în structură nederanjată (cilindru 100 $cm^3$), pe adâncimi prestabilite de 5-10 cm; 25-30 cm și 45-50 cm) și 66 probe microbiologice prelevate pe adâncimea de 0-20 cm.În faza 6/2025 au fost efectuate un număr de 33 profile agrofizice, câte un profil agrofizic din cele două câmpuri experimentale (clasic și conservativ) din unitățile studiate.A fost realizată analiza comparativă a rezultatelor probelor de sol (prelevate în primăvara anului 2024 și primăvara anului 2025), în unitatățile studiate afectate de aridizare în vederea evaluării celor două tehnologii agricole de lucrări ale solului aplicate pentru a se observa dacă acestea sunt pretabile pe solurile studiate. Așadar, aplicarea tehnologiei cu lucrări clasice crește porozitatea, în special la suprafață, ceea ce ne indică că solul este mai aerat și poate susține infiltrația apei, în schimb tehnologia minimum tillage deși crește valorile porozității la prima adâncime, tinde să scadă în ultimele adâncimi. În contextul agriculturii durabile și al conservării calității solului pe termen lung, tehnologia minimum tillage este pretabilă pentru Preluvosolul roșcat studiat, mai ales în condițiile pedoclimatice din U.A.T. Pădina, Mehedinți.
În cadrul U.A.T. Afumați, județul Dolj, analiza indicatorilor chimici a scos în evidență că tehnologia conservativă menține echilibrul chimic al solului prin valori moderate și stabile ale pH-ului, humusului și elementelor nutritive, favorizând conservarea resurselor solului și sustenabilitatea pe termen lung.La Brebeni,Tehnologia cu lucrări clasice este mai pretabilă pe termen scurt și mediu din punct de vedere al stabilității agrochimice, în timp ce tehnologia minimum tillage oferă beneficii fizice la suprafață, dar necesită corectarea acidității și a compactării din adâncime pentru a deveni complet funcțională pe termen lung.Tehnologia minimum tillage este pretabilă în unitatea studiată Oporelu, în special pentru îmbunătățirea structurii și fertilității solului în stratul superficial, datorită creșterii conținutului de humus, reducerii acidității și menținerii unei bune porozități. Dar, pentru o utilizare sustenabilă pe termen lung, este necesar să se monitorizeze și să se corecteze compactarea solului în profunzime, prin aplicarea unor lucrări de afânare profundă ocazionale (scarificare), practicarea rotației culturilor.Tehnologia clasică, accentuează problemele de compactare, pierdere de materie organică și distribuție neuniformă a apei și nutrienților, ceea ce o face mai vulnerabilă în condițiile climatice extreme de la Mavrodin.în cadrul U.A.T. Constantin Brîncoveanu,în cazul tehnologiei clasice, permeabilitatea pentru apă, în primăvara anului 2025, a înregistrat la prima adâncime de 5–10 cm o valoare foarte ridicată iar la 25–30 cm rămâne ridicată, dar 45–50 cm scade. Tehnologia clasică manifestă o variabilitate foarte mare, ceea ce poate fi riscant pentru gestionarea apei în condiții de schimbări climatice. La U.A.T. Cogealac, județu Constanța, putem spune că varianta conservativă prezintă în general valori mai echilibrate ale rezistenței la penetrare, ceea ce favorizează o dezvoltare mai bună a rădăcinilor, în schimb, varianta clasică tinde să dezvolte o compactare accentuată, în special la 25-30 cm și 45-50 cm, ceea ce poate afecta infiltrarea apei și creșterea plantelor. Tehnologia conservativă contribuie la o mai bună infiltrare a apei și la reducerea riscului de băltiri la suprafață. În schimb, tehnologia clasică prezintă o permeabilitate mai scăzută, în special la adâncimea de 45-50 cm, ceea ce poate limita infiltrarea și poate accentua pierderile prin scurgere superficială. Pe termen lung, lucrările conservative demonstrează un potențial mai bun de adaptare la schimbările climatice, în special în condiții de ploi intense. Putem spune că tehnologia clasică aplicată la U.A.T. Nalbant, județul Tulcea, poate fi mai avantajoasă pe termen lung pentru gestionarea resurselor de apă, în timp ce tehnologia conservativă necesită măsuri suplimentare pentru reducerea pierderilor de apă și nutrienți.Pentru *Kastanoziomul tipic* din cadrul zonei studiate Rîmnicul de Jos, județul Constanța, tehnologia no-till (conservativă) este mai pretabilă pe termen mediu și lung, datorită capacității de a conserva humusul, de a stabiliza conținutul de azot total, și de a îmbunătăți treptat infiltrarea apei, chiar dacă implică un risc de compactare superficială care necesită afânare periodică sau utilizarea unor plante cu rădăcini adânci. Având în vedere pretabilitatea tehnologiilor de lucrări ale solului în acestă unitate Gura Ialomiței, județul Ialomița, s-a dovedit că no-till este mai pretabilă pe termen mediu și lung, deoarece contribuie la: îmbunătățirea structurii și a infiltrării apei; stabilizarea conținutului de humus și ameliorarea reacției solului.În cadrul U.A.T. Ciorăști, județul Vrancea, tehnologia minimum tillage este mai pretabilă în contextul agriculturii durabile, datorită: acumulării și stabilizării materiei organice; îmbunătățirii fertilității prin creșterea conținutului de azot total și fosfor mobil și a unei reacții mai echilibrate și eficiente pentru absorbția nutrienților.
În condițiile din cadrul U.A.T. Măxineni, tehnologia no-till este mai pretabilă pentru conservarea structurii solului și menținerea unui profil uniform și bine aerat. Tehnologia clasică, deși înregistrerază o afânare bună la suprafață,

generează compactare în adâncime, fiind mai puțin sustenabilă pe termen lung în contextul actual.Prin aplicarea tehnologiei no-till la Coșăreni, aceasta menține o densitate aparentă mai mică la prima adâncime, ceea ce este benefic pentru rădăcinile plantelor și circulația aerului și apei. La cea clasică întâlnim o densitate aparentă mai ridicată în adâncime, ceea ce poate indica o compactare a solului. Valorile mari ale permeabilității pentru apă sunt datorate texturii solului (lut nisipos).Tehnologia cu lucrări minimum tillage aplicată la Adunații Copăceni arată o îmbunătățire a porozității totale în 2025, sugerând o structură a solului mai afânată și mai capabilă să rețină apa. Tehnologia minimum tillage este considerată mai pretabilă, datorită conservării fertilității prin menținerea materiei organice și a azotului și a adaptabilității la textura solului (care limitează infiltrarea în profunzime).Tehnologia minimum tillage este mai pretabilă la Roșiori pe termen mediu și lung, datorită: refacerii treptate a structurii naturale a solului; îmbunătățirii permeabilității pentru apă la toate adâncimile de prelevare.În cazul tehnologiei minimum tillage aplicată la Sohatu, aceasta este pretabilă pe termen mediu datorită acumulării materiei organice dar trebuie avute în vedere intervenții periodice pentru compactarea în adâncime la ambele tehnologii. În cadrul U.A.T. Ștefan Vodă, Județul Călărași, tehnologia clasică este pretabilă pe termen scurt, deoarece a înregistrat o structură afânată în profunzime în 2025, cu drenaj bun, dar necesită lucrări pentru prevenirea talpei plugului.

***Faza: 7a/2025: Stabilirea de metode agrotehnice pentru conservarea solurilor afectate de aridizare / deșertificare***

Pentru fiecare unitate administrativ teritorială din județele selectate ca fiind supuse proceselor de aridizare, au fost efectuate profile agrofizice de sol în câmpurile demonstrative, cu diferite sisteme de lucrări ale solului convențional (clasic) și conservativ (minimum tillage, stripp-till și no-till) în vederea caracterizării însușirilor fizico-chimice și microbiologice în vederea îmbunătățirii acestora. Pentru a stabili metodele agrotehnice în arealele studiate, au fost corelate rezultatele analizelor (densitatea aparentă), și (însușirile microbiologice) a probelor de sol prelevate în primăvara anului 2024 și primăvara anului 2025 și producțiile obținute prin aplicarea celor două tehnologii.În cadrul U.A.T. Pădina, județul Mehedinți se recomandă aplicarea în continuare a tehnologiei conservative pentru evitarea distrugerii structurii, rotația culturilor (leguminoase-cereale-plante tehnice), culturi verzi (muștar, mazăre, trifoi, facelia), aduc azot și protejează solul; acoperire cu resturi vegetale care să conserve umiditatea cu recomandarea ca o dată la trei ani să se efectueze o lucrare de scarificare. Tehnologia conservativă, deși în mod obișnuit este considerată restrictivă pe solurile cu textură fină, în condițiile climatice specifice anilor 2024–2025 pare să fi oferit rezultate superioare. În condițiile solului cu textură lut nisipos mijlociu de la Afumați, tehnologia clasică produce o activitate biologică ridicată pe termen scurt, dar induce o scădere semnificativă a activității biologice în timp. Tehnologia conservativă asigură o stabilitate mai mare a proceselor biologice, în ciuda unei ușoare creșteri a densității, ceea ce o recomandă ca soluție pentru menținerea sănătății solului în sisteme de agricultură durabilă. Respirația solului s-a dovedit un indicator sensibil al modificărilor generate de agrotehnica folosită. Pe un solul cu textură de tip lut argilos mediu la Brebeni, tehnologia conservativă este preferabilă pe termen lung, datorită stabilității fizice și pentru refacerea și menținerea microbiotei. Tehnologia clasică este eficientă pe termen scurt în stimularea activității biologice, dar tinde să inducă compactare și declin biologic progresiv. Ca o concluzie generală se recomandă tranziția treptată către tehnologii conservative, mai ales în zone în care solul este expus riscului de degradare fizică sau biologică și aridizare, cu condiția ca la trei ani să se efectueze o scarificare.Pe acest tip de sol *Preluvosol tipic* (SRTS, 2012) la Oporelu, se recomandă lucrări de scarificare o data la trei ani, pentru afânarea solului în profunzime (25-50 cm) fără răsturnarea brazdei. Menținerea lucrărilor minime cu lucrări superficiale la 5-10 cm doar pentru pregătirea patului germinativ, grape cu discuri ușoare sau cultivator special, se va evita răsturnarea stratului cu activitate biologică, se menține humusul acumulat în stratul A și se conservă umiditatea.În condițiile unui sol cu textura lut argilos mediu întâlnit la Mavrodin, județul Teleorman, tehnologia conservativă se dovedește superioară din punct de vedere agroecologic. Aceasta menține o structură fizică optimă și susține activitatea biologică intensă, favorizând procesele de mineralizare și stabilitatea microbiologică a solului. Tehnologia clasică, deși este eficientă pe termen scurt, favorizează compactarea solului și scăderea treptată a activității biologice.Analiza comparativă a celor două tehnologii aplicate evidențiază superioritatea sistemului conservativ, care a generat sporuri semnificative de producție atât la cultura grâului (+0,7 t/ha), cât și la rapiță (+0,5 t/ha). Acest lucru reflectă adaptabilitatea tehnologiei conservative la stresul hidric specific regiunii de sud-est, precum și beneficiile acesteia asupra structurii și fertilității solului pe termen lung la Constantin Brîncoveanu.

Pe soluri cu textură lut prăfos de tip Kastanoziom tipic (SRTS, 2012), utilizarea tehnologiilor conservative La Cogealac, este preferabilă, deoarece menține o densitate aparentă optimă pentru dezvoltarea comunităților microbiene benefice și favorizează procesele biologice naturale din sol.Rezultatele obținute în condițiile pedoclimatice specifice județului Tulcea la U.A.T. Nalbant, indică o performanță superioară a tehnologiei conservative în raport cu cea clasică, atât pentru cultura de rapiță (3,7 t/ha față de 3,3 t/ha), cât și pentru cultura de

grâu (6,7 t/ha față de 6,2 t/ha), evidențiind adaptabilitatea crescută a acestei tehnologii la stresul hidric și la condițiile climatice semi-aride caracteristice regiunii.Tehnologia conservativă aplicată la Rîmnicul de Jos este mai bună din toate punctele de vedere pentru că menține o densitate optimă, susține o activitate biologică bună a solului, cu fungi dominanți (excelenți pentru structura și stabilitatea solului). Producțiile pot fi mai bune în ani dificili din punct de vedere al temperaturii și umidității și este mai rezilientă în contextul schimbărilor climatice (secetă, valuri de căldură). În tehnologia conservativă în primul an de la înființarea culturii de lucernă și în condițiile pedoclimatice ale zonei Gura Ialomiței, producția este bună. În anul 2025, deși a fost o secetă extremă producția la cultura de lucernă în anul 2 a obținut o producție foarte bună, deși condițiile climatice au fost asemănătoare anului precedent.În condițiile climatice ale anului 2024 la Ciorăști, tehnologia conservativă oferă o protecție semnificativă împotriva secetei și stabilizează producțiile. În schimb în anul 2024 în tehnologia clasică cultura de floarea soarelui a fost compromisă. În această zonă culturile de toamnă (grâu, rapiță) se pretează mai bine decât cele de primăvară în absența irigațiilor. În tehnologia conservativă la cultura de rapița a avut o producție bună, având beneficii ecologice (structură bună a solului, reziduuri bogate în materie organică), dar și grâul a obținut o producție bună în condițiile climatice ale anului 2025.Rezultatele obținute la Măxineni, confirmă că performanța tehnologiei conservativă nu este unanim valabilă, ci depinde în mod direct de cultura aleasă, condițiile climatice și adaptarea corectă a tehnologiei la specificul solului.Tehnologia no-till pe textura lut nisipos fin poate fi aplicată la Coșăreni doar dacă este respectată tehnologia plantei cultivate, deoarece solul are anumite limitari: se încălzește, se răcește și se usucă rapid. Solul se poate compacta dacă nu este lucrat corect, nu reține bine apa, dar se drenează repede și prezintă risc crescut de formare de crustă la suprafață (mai ales în no-till).Din datele analizate la Adunații Copăceni, putem confirma că tehnologia conservativă cu lucrări minimum tillage s-a pretat foarte bine în condițiile climatice ale anilor 2024-2025.Având în vedere analiza indicatorilor fizici și biologici, tehnologia conservativă (minimum tillage) se dovedește a fi cea mai adecvată pentru gestionarea durabilă a solului la U.A.T. Roșiori.Tehnologia conservativă a oferit randamente net superioare, în special la porumb, unde diferențele sunt semnificativ mai mari cu 100%, în anul 2025. În condițiile climatice ale anului 2024 și 2025 producțiile au fost mici la ambele culturi la Sohatu, dar în favoarea tehnologiei no-till unde s-au obținut producții mai mari cu 0,5 t/ha. Putem spune că tehnologia cu lucrări no-till a adus un plus solului din punct de vedere microbiologic și al producției obținute. La Ștefan Vodă,în ceea ce privește producția obținută în anul 2024, în ambele câmpuri experimentale a fost sub medie. În 2025, producția a fost mai mare la cultura de rapiță în conservativ. La cultura de porumb s-a obținut o producție mică datorită lipsei precipitațiilor și temperaturilor extreme. Recomandăm ca în anul 2026 să se efectueze o lucrare de scarificare pentru prevenirea tasării solului.

***Faza: 7b/2025: Influența tehnologiilor de conservare a solului asupra compoziției și activității comunităților microbiene în arealele studiate***

În faza 7b/2025 pentru realizarea obiectivului fazei, în câmpurile demonstrative, au fost evaluate tehnologiile agricole de lucrări ale solului (convenționale și conservative) pentru cele 11 județe luate în studiu (Mehedinți, Dolj, Olt, Teleorman, Giurgiu, Călărași, Brăila, Vrancea, Tulcea, Constanța și Ialomița), din punct de vedere microbiologic, pentru a se observa cum influențează tehnologiile aplicate compoziția și activitatea comunităților microbiene.
Preluvosolul roșcat de la Pădina, fiind un sol cu textură mijlocie și sensibil la acidifiere și compactare, răspunde mai bine la sistemele conservative, care îi păstrează activitatea biologică și fertilitatea pe termen lung. Prin urmare, se poate afirma că tehnologia conservativă este superioară din punct de vedere biologic în menținerea sănătății solului și poate constitui o bază solidă pentru o agricultură durabilă și eficientă în zonele unde acest tip de sol este predominant. În cadrul U.A.T. Afumati, Județul Dolj pe solul studiat de tip Cernoziom cambic (SRTS, 2012), la ambele sisteme de lucrări, respirația solului a prezentat valori de nivel mediu, dar mai ridicate în sistemul clasic decât în cel conservativ. Bacteriile s-au dezvoltat în efective numerice mari, apropiate ca valoare, la ambele sisteme de cultivare, ceva mai ridicate în sistem clasic. Fungii au realizat efective mari în solul cultivat clasic și moderate în cel conservativ. Pe Cernoziomul cambic studiat, tehnologia clasică de lucrări ale solului generează o activitate biologică semnificativ mai intensă decât tehnologia conservativă, fapt evidențiat prin valorile ridicate ale respirației solului, numărului de bacterii și mai ales ale densității fungice. Acest lucru este specific cernoziomurilor, care sunt soluri foarte fertile, cu resurse mari de humus și activitate microbiană naturală ridicată.La Brebeni și Oporelu, respirația solului a prezentat valori similare, de nivel moderat la Brebeni în sistemele conservativ, cât și clasic și mai ridicate, dar reflectând tot un nivel moderat al activității metabolice, la Oporelu cultivat în sistem conservativ.
Bacteriile s-au dezvoltat în număr mare la toate profilele din Olt. Efectivele cele mai mari au fost înregistrate la Oporelu în sistem conservativ, urmate de cele de la Brebeni clasic și de cele de la Brebeni conservativ, cu valori mai reduse. Fungii s-au dezvoltat un număr mare la toate cele 3 probe de sol din aceste parcele, valorile cele mai mari

fiind înregistrate la Brebeni în sistem clasic, urmate de Brebeni conservativ și Oporelu cultivat în sistem conservativ, de aproape 2 ori mai reduse față de Brebeni cultivat clasic. U.A.T. Mavrodin, Județul Teleorman pe solul analizat de tip Preluvosol roșcat (SRTS, 2012), datele ne arată că tehnologia conservativă cu lucrări minimum tillage susține o activitate microbiană generală mai ridicată și mai echilibrată, comparativ cu tehnologia clasică. Valoarea crescută a respirației solului (51,039 mg $CO_2$/100g sol) și a numărului de bacterii (52,006 x$10^6$ celule/g) evidențiază faptul că aceste lucrări minime creează un mediu favorabil activității microbiene, menținând în același timp structura solului și materia organică. Deși tehnologia cu lucrări clasice înregistrează un număr mai mare de fungi (142,863 x$10^3$ ufc/g), acest lucru poate indica o descompunere accelerată, cu potențial efect negativ asupra structurii și pH-ului solului, mai ales în cazul acestui material de sol, care este sensibil la acidifiere și compactare.În câmpul experimental de la Constantin Brîncoveanu cu lucrări clasice rezultatele demonstrează o respirație foarte intensă a solului (86,903 mg $CO_2$/100g) și o activitate fungică foarte crescută (193,550 x$10^3$ ufc/g), ceea ce înseamnă că procesele de descompunere sunt accelerate. Tehnologia cu lucrări minimum tillage aplicată la Cogealac, susține o activitate bacteriană mai ridicată (50,806 x$10^6$ celule/g) și o respirație moderată, ceea ce sugerează un ecosistem microbiologic mai echilibrat, cu procese lente, dar stabile, ce favorizează conservarea pe termen lung a materiei organice.

În cazul solului de tip Kastanoziom tipic (SRTS, 2012), datele microbiologice ne arată că tehnologia strip-till, are un comportament biologic superior față de tehnologia clasică În câmpurile experimentale din cadrul unității administrative teritoriale, Nalbant, s-au înregistrat activități fiziologice globale de nivel mediu la ambele sisteme de cultivare, mai intense în cazul microflorei edafice din sistemul conservative cu lucrări strip-till în comparație cu cel clasic. În ambele cazuri, valorile efectivelor bacteriene sunt mari, mai ridicate pentru comunitatea din solul cultivat conservativ comparativ cu sistemul clasic. Fungii, în schimb, au realizat efective mari în solul din parcela cultivată clasic și medii spre mari în condițiile solului cultivat în sistem conservativ. Având în vedere ca acest tip de sol, unde materia organică este o resursă mai limitată, conservarea acesteia devine esențială. La Rîmnicu de jos, valorile respirației solului au fost de nivel considerat mediu, la ambele sisteme de cultivare, activitățile fiziologice globale fiind însă mai intense în solul cultivat în sistemul clasic față de solul cultivat în sistem conservativ.În câmpul cu lucrări clasice de la Gura Ialomiței, respirația solului, este mai mare (91,435 mg $CO_2$), ceea ce poate indica o mineralizare accelerată a materiei organice, posibil și o perturbare a echilibrului microbiologic prin lucrări intense ale solului.În no-till numărul de fungi este mai redus (160,633 x$10^3$), ceea ce poate sugera o comunitate fungică mai stabilă. Determinările cantitative de bacterii (x 106celule viabile/g sol uscat), în minimum tillage sunt mult mai mari (46,218 x$10^6$ celule viabile), semn că acest tip de tehnologie oferă un mediu mai propice pentru bacterii, chiar și într-un sol salin. În clasic, populația bacteriană este foarte redusă (17,533 x$10^6$), ceea ce indică un impact puternic al lucrărilor intensive asupra microbiotei solului de la Ciorăști. În cadrul U.A.T. Măxineni, respirația solului (mg CO2/100g sol) este semnificativ mai mare în sistemul clasic (60,267 mg $CO_2$), ceea ce poate indica o activitate microbiană intensă, dar nu neapărat benefică: poate semnala un proces accelerat de descompunere a materiei organice. În câmpul experimental cu lucrări conservative (no-till) respirația este mult mai scăzută (41,847 mg $CO_2$), ceea ce poate sugera o activitate microbiană redusă din cauza salinității solului. Respirația solului la Coșăreni, în no-till înregistrează o valoare mai mare (38,219 mg $CO_2$/100g sol) comparativ cu clasicul, acest lucru semnalează o activitate biologică intensă și echilibrată. În unitatea studiată Adunații Copăceni, pe care au fost efectuate lucrări conservative (minimum tillage) și clasice, conform datelor s-au înregistrat activități fiziologice globale reprezentate prin valori care caracterizează o intensitate moderată a respirației solului în cazul ambelor sisteme de cultivare, ceva mai activă fiind microflora din solul cultivat în sistem conservativ față de cel cultivat în sistemul clasic.

Respirația solului (mg CO2/100g sol) în câmpul cu lucrări minimum tillage de la Roșiori, duce la o creștere clară a activității biologice: 66,037 mg $CO_2$ comparativ cu valoarea de 60,318 mg $CO_2$ în sistemul clasic, aceasta este o indicație importantă că tehnologia conservativă menține și chiar stimulează viața microbiană a solului, aceeiași situație o întâlnim și în cazul populației bacteriene, chiar dacă diferența nu este mare, acest fapt confirmă beneficiul tehnologiilor prietenoase cu solul. La ambele câmpuri experimentale de la Sohatu s-au înregistrat activități fiziologice de nivel moderat, de intensitate ușor crescută la solul cultivat în sistem conservativ (minimum tillage) față de cel clasic. În mod similar, bacteriile și fungi au prezentat valori apropiate între cele două sisteme de cultivare, cu valori de nivel mare la bacterii și de nivel mediu la fungi, cu un ușor avantaj pentru microflora din sistemul conservativ de cultivare. La unitatea studiată Ștefan Vodă, valorile respirației solului s-au situat la limita între moderate și mari în solul cultivat în sistemul clasic și moderate în cazul solului cultivat în sistem conservativ, unde eliberarea de CO2 a fost mai redusă. În cazul ambelor sisteme de cultivare, microflora bacteriană s-a dezvoltat cu efective considerate mari, populațiile determinate în solul cultivat în sistem clasic fiind însă, mai numeroase comparativ cu cele din solul cultivat în sistem conservativ. Microflora fungică a fost mai numeroasă în solul cultivat clasic, realizând valori de nivel mare și valori de nivel mediu în cazul solului cultivat în sistem conservativ.

Ca o concluzie generală agricultura conservativă se pretează foarte bine în condiții de secetă – ba chiar este considerată una dintre cele mai eficiente metode pentru a combate efectele secetei și a crește reziliența terenurilor agricole. Tehnologiile agricole conservative susțin sănătatea biologică a solurilor, indiferent de tipul acestora. Prin reducerea lucrărilor agresive și conservarea umidității și a materiei organice, aceste metode contribuie la echilibrul microbiologic. În toate unitățile studiate în anul 2025 comparativ cu 2024, analizele microbiologice au avut scăderi semnificative datorită condițiilor climatice de secetă extremă.

---

**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 5b/2025 - Organizarea în spaţii protejate a unor experimente cu poluare indusă monoelement cu cele mai frecvente specii de leguminoase perene şi cu materiale de sol recoltate din zonă cu poluare istorică cu cele mai frecvente specii de graminee și leguminoase perene.Inventarierea în zona studiului de caz a terenurilor cultivate cu leguminoase perene. Parametrizarea modelelor de bioacumulare (ecuaţii de regresie simplă/multiplă) utilizâd toate datele obţinute în fazele 1-4 pentru principalele specii de graminee şi leguminoase perene identificate în arealele de pajişti permanente din zona studiată.***

În această fază a proiectului s-au continuat activitățile de laborator și s-a evaluat gradul de încărcare cu metale grele (Cd, Pb, Cu, Zn) a speciilor de plante recoltate din pajiștile permanente, în urma activităților derulate în etapa a 4-a a proiectului. Astfel, din cele 13 de pajiști permanente identificate, au fost analizate 59 de probe de plantă din familia gramineelor și 36 probe din familia leguminoaselor. În urma evaluării gradului de încărcare cu metale grele a speciilor de plante din **familia gramineelor** și **leguminoaselor** s-au stabilit intervalele de variație pentru conținuturile de metale grele din plantă pentru fiecare dintre speciile identificate din arealele recoltate. Cele mai frecvente specii din **familia gramineelor** au fost *Poa pratensis* cu o frecvență relativă de 15,3%, urmată de *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus* și *Lolium perenne*, fiecare cu o frecvență relativă de 13,6%. Din **familia leguminoaselor** cele mai frecvente specii au fost *Trifolium pratense* cu o frecvență relativă de 30,6%, *Medicago falcata* - 25,0 % și *Lotus corniculatus* - 22,2 %.

Pe baza datelor colectate au fost elaborate curbe de regresie care estimează dependența stochastică dintre conținutul total de metal din sol și conținutul de metal din specii de graminee / leguminoase recoltate din pajiști permanente utilizând datele obținute în etapele 1-4 din areale puternic poluate, mediu poluate, slab poluate și nepoluate din zona Copșa Mică. S-a continuat încărcarea bazei de date cu informațiile obținute până în acest stadiu de realizare a proiectului.

Au fost înființate experimente cu poluare indusă monoelement (Cd, Cu, Pb și Zn), pentru fiecare element au fost stabilite 6 variante experimentale în funcție de conținutul de metal din sol.Pentru evaluarea efectelor poluării induse, au fost folosite două dintre cele mai frecvente specii de plante identificate în zona de studiu din **familia leguminoaselor**: trifoiul roșu (*Trifolium pratense*) și ghizdeiul (*Lotus corniculatus*).

Totodată, au fost organizate în spații protejate, experimente utilizând material de sol poluat istoric, recoltat diferite puncte, din stratul 0-20 cm. Punctele de recoltare a materialelor de sol au fost selectate în funcție de gradul de încărcare cu metale grele și distanța față de sursa de poluare. Pentru obținerea datelor necesare parametrizării și validării modelelor de bioacumulare au fost folosite cele mai frecvente specii din **familia gramineelor**: golomățul (*Dactylis glomerata*) și din **familia leguminoaselor**: trifoiul roșu (*Trifolium pratense*).

Prin studii în teren s-au identificat pajiștile cultivate cu plante din familia leguminoaselor (*Medicago sativa* – singura plantă cultivată în zona de studiu) de unde au fost recoltate probe de sol și plantă.

Interesul fermierilor din zona studiată în faza 4, a fost menținut prin prezentarea rezultatelor într-o Fisa sintetică, fișă care conține alături de rezultatele analitice obținute și informații privind limitele maxim admise pentru conținuturile de metale grele din terenurile folosite ca pășuni sau fânețe, oferind astfel proprietarilor o imagine mai clară a riscurilor asociate utilizării acestor terenuri.

Activitatea de diseminare a rezulatelor a avut ca rezultat prezentarea la UȘAMV – București, în cadrul Conferinței Internaționale “Agriculture for life, life for agriculture”, lucrările: ***Bioaccumulation of cadmium, lead, zinc and copper in red fescue (Festuca rubra L.) grown in polluted meadows in Copșa Mică și Correlation between heavy metals in soil and Lotus corniculatus in a study achieved in Copșa Mică***.

***Faza 6/2025 - Evaluarea gradului de încărcare cu metale grele a solurilor şi a speciilor de graminee şi leguminoase cu scopul obţinerii datelor necesare validării modelelor de bioacumulare, în condiţii de poluare istorică.Parametrizarea şi validarea modelelor de bioacumulare pentru speciile de graminee şi leguminoase perene utilizând datele obţinute în experimente cu poluare indusă şi experimente cu materiale de sol recoltate din zona cu poluare istorică.***

În această etapă a proiectului s-au continuat în casa de vegetație lucrările de întreținere și observațiile fenologice în experimentele cu poluare indusă monoelement (Cd, Cu, Pb și Zn) și experimentele cu materiale de sol poluat istoric, recoltate din zona Copșa Mică. Din fiecare vas de vegetație au fost recolate probe de sol și plantă care au fost supuse condiționării (uscate și mojarate), apoi analizate în laborator.
Din rezultatele obținute în experiențele cu poluare indusă monoelement și experimentele cu materiale de sol poluat istoric, au fost elaborate ecuații de regresie care estimează dependența stochastică dintre conținutul total de metal din sol, conținutul mobil de metal din sol – forma extractibilă în DTPA și conținutul de metal din partea aeriană a speciilor de plante testate.
S-au continuat studiile în teren, au fost identificate alte pajiști permanente și cultivate de unde au foat recoltae probe de sol și plantă. Datele vor fi folosite pentru validarea modelelor de bioacumulare pentru specii de graminee și leguminoase perene.
Totodată s-a continuat popularea bazei de date georeferențiate cu informațiile obținute din pajiștile cultivate.
A fost recoltat material de sol contaminat din terenuri cultivate cu leguminoase perene necesar testării în spații protejate a unor soluții de limitare a transferului metalelor grele din sol în plantă.
S-a continuat activitatea de informare a fermierilor cu privire la nivelul de încărcare cu metale grele a solului și a plantelor de lucernă (*Medicago sativa*) din terenurile pe care le dețin.
Activitatea de diseminare a rezulatelor s-a realizat prin prezentarea la Facultatea de Agronomie - Craiova, în cadrul Conferinței Internaționale „Durable Agriculture – Agriculture of the Future”, lucrarea: ***Heavy metals concentrations in Dactylis glomerata L. plants in an experiment with induced pollution soil in the greenhouse*** și la București cadrul Simpozionului CIEC „Îmbunătățirea calității solurilor prin diferite sisteme de agricultură și fertilizare în contextul schimbărilor climatice”, lucrarea: ***Estimarea conținutului de metale grele în plantele de trifoi alb (Trifolium repens) recoltate din pajiștile permanente din zona Copșa Mică***.

***Faza 7a/2025 - Fundamentarea soluțiilor de limitare a transferului metalelor din sol în specii de graminee și leguminoase perene.***

În vederea efectuării testelor de incubare, au fost selectați și testați opt aditivii în experimente de scurtă durată, în condiții controlate prin tratarea materialului de sol contaminat cu cantitățile corespunzătoare de aditivi anorganici.
Pentru fiecare aditiv au fost stabilite două concentrații: carbonat de calciu Murfatlar – 0,25 % și 0,5 %, carbonat de calciu Aleșd - 0,25 % și 0,5 %, dolomită (DEL-CA-MAG) Delnița – 0,25 % și 0,5 %, dolomită (0-1 mm) Băița – 0,25 % și 0,5 %, bentonită fluide de foraj Gurasada – 0,5 % și 1,0 %, bentonită furajeră Gurasada – 0,5 % și 1,0 %, tuf vulcanic zeolitic Rupea – 0,5 % și 1,0 % și tuf vulcanic zeolitic Zalău – 0,5 % și 1,0 %.
Toate variantele experimentale au fost efectuate în 3 repetiții.
Astfel, pentru efectuarea testelor de incubare au fost cântărite cantitățile corespunzătoare de sol contaminat și amendament (tuf zeolitic, bentonită, dolomită, carbonat de calciu) care au fost ținute în cuptor timp de 72 de ore, la temperatura de 60°C.
Din rezultatele obținute în experimentele de scurtă durată (teste de incubare), probele de sol au fost supuse încercărilor de laborator în scopul evaluării pH-ului și conținutului de metale grele solubile în sol – forma extractibilă în $NH_4NO_3$.
Din datele colectate se observă o creștere semnificativă a reacției solului la dolomită și carbonat de calciu, iar la tuful zeolitic și bentonită nu sunt diferențe semnificative. Ce mai mare creștere a pH-ului a fost de la 6,20 la 8,19 la aplicarea tratamentului cu carbonatul de calciu de la Murfatlar. Efectele aplicării aditivilor anorganici asupra pH-ului se reflectă și asupra biodisponibilității metalelor din sol. În variantele cu dolomită (Delnița și Băița) și carbonat de calciu (Murfatlar și Aleșd) s-a observat o scădere semnificativă a conținutului de metal extractibil în $NH_4NO_3$. S-a constatat că cei mai eficienți aditivi au fost dolomita și carbonatul de calciu.
Fiecare aditiv anorganic folosit pentru realizarea testelor de incubare a fost descris.
Activitatea de diseminare a rezulatelor s-a realizat prin prezentarea la Facultatea de Agronomie - Craiova, în cadrul Conferinței Internaționale „Durable Agriculture – Agriculture of the Future”, lucrarea: ***Study regarding the assessment of heavy metals content in Festuca rubra L. grown on artificially contaminated soil***.

***Faza 7b/2025 - Validarea modelelor de bioacumulare obținute, în condiții naturale, pentru specii de leguminoase perene***

În această fază a proiectului s-au continuat activitățile de caracterizare a probelor de sol și plantă recoltate din pajiștile cultivate în scopul parametrizării și validării modelelor stochastice de bioacumulare pentru specii de leguminoase perene (*Medicago sativa*). Pe baza datelor colectate prin încercări de laborator s-a evaluat gradul de încărcare cu metale grele (Cd, Pb, Zn și Cu) a solurilor și a plantelor de *Medicago sativa* din pajiștile cultivate cu leguminoase perene, identificate în zona de studiu, în cadrul activității A5.5.

Pe baza datelor colectate au fost elaborate curbe de regresie care estimează dependența stochastică dintre conținutul total de metal din sol, conținutul de metal mobil din sol - forma extractibilă în DTPA și conținutul de metal din plantele de *Medicago sativa* recoltate din pajiștile cultivate din zona Copșa Mică.

Totodată, s-a proiectat experiența pentru obținerea datelor necesare fundamentării soluțiilor de limitare a transferului metalelor din sol în specii de leguminoase perene (*Medicago sativa*). În urma testelor de incubare, s-a constatat că cei mai eficienți aditivi anorganici au fost: carbonatul de calciu Murfatlar în concentrație de 0,25 % și 0,5 % și dolomita Del-ca-mag (0,25 % și 0,5 %). Bentonita pentru hrana animalelor și bentonita pentru fluide de foraj – Gurasada cât și tuful vulcanic zeolitic – Rupea și Zălau nu au avut efecte semnificative în ceea ce privește reducerea biodisponibilității metalelor grele studiate din sol.

Pentru organizarea experienței de anul viitor se vor folosi aditivii cu cele mai bune rezultate obținute. Cei mai eficienți aditivi se vor testa preliminar în etapa viitoare și în concentrații mai mici (0,1%, 0,2%).

---

**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 5b/2025 - Caracterizarea compoziției comunităților microbiene prin tehnici moleculare în agroecosisteme reprezentative, influența microbiomilor asupra compoziției și recalcitranței fracțiilor organice din sol în condiții de stres***

Activitățile desfășurate în faza 5b/2025 a proiectului au urmărit îndeplinirea obiectivelor generale ale proiectului și cele ale fazei prin:

- colectarea probelor de sol din experimente agricole de lungă durată care variază intensitatea impactului practicilor de management susceptibile a influența aspectele de biodiversitate microbiană;
- analiza probelor colectate pentru determinarea POMC/MAOMC, POXC, MBC;
- extracția ADN, cuantificarea, purificarea, reacții PCR - amplificarea de markeri genetici pentru Bacteria, Archaea și Fungi,(16S, LSU/ITS);
- validarea capacității de biocontrol a microbiomilor sintetici în stabilizarea/sechestrarea carbonului prin evaluarea compoziției/complexității fracțiilor și subfracțiilor organice din tipurile de sol selectate, în condiții de stres;
- stabilirea influențelor exercitate prin microbiomii sintetici asupra recalcitranței noilor complexe macromoleculare și evidențierea efectul de "priming" indus în macroagregate;
- profilarea metabolică prin intermediul incubării extractelor de sol pe plăcuțe cu medii de cultură de tip EcoPlateTM (www.biolog.com) și măsurarea potențialului enzimatic (beta-glucozidază, fosfataza, glucozaminidază și sulfatază);
- profilarea metabolică prin intermediul incubării extractelor de sol pe plăcuțe cu medii de cultură de tip EcoPlateTM (www.biolog.com) și măsurarea potențialului enzimatic (beta-glucozidază, fosfataza, glucozaminidază și sulfatază);
- upgrade-ul infrastructurii de cercetare;
- diseminarea rezultatelor prin participare cu 2 comunicări la 2 manifestări științifice, elaborarea și publicarea a 4 lucrări științifice originale în reviste de specialitate indexate ISI, inclusiv Q1, Q2, Q4.

***Activitatea 5.1.Colectare probe de sol din experimente agricole de lungă durată care variază intensitatea impactului practicilor de management susceptibile a influența aspectele de biodiversitate microbiană***

Au fost prelevate probe de sol dintr-un experiment agricol de lungă durată (înființat în 1966 de INCD Fundulea), care investighează efectele rotației culturilor și ale fertilizării asupra biodiversității microbiene. Au fost selectate diferite variante de asolament (monocultură, rotații de 2, 3 și 4 culturi, în faze de porumb și grâu) în combinație cu fertilizare nefertilizată, minerală (N și P) și organică (gunoi de grajd). Probele au fost prelevate din straturile 0–20 cm și 0–10 cm, sub formă de probe compuse și individuale, totalizând 36 de probe în luna aprilie și, în luna iunie, 96 de probe individuale și 24 de probe compuse, pentru evaluarea impactului practicilor de management asupra proprietăților biologice ale solului.

***Activitatea 5.2.Analize probe colectate pentru determinarea POMC/MAOMC, POXC, MBC***

Au fost determinate valorile POXC și MBC pentru probe de sol din experimentul de managementul pajiștilor (SCDA Vaslui), POXC variind între 496 și 718 µg C/g sol, iar MBC între 69 și 171 µg/g sol. Analiza de varianță nu a evidențiat diferențe semnificative între variantele experimentale pentru MBC, la niciuna dintre adâncimile analizate (0–10 cm și 10–20 cm), în timp ce pentru POXC s-au observat diferențe semnificative între variante la adâncimea 10–20 cm, variantele 2 (martor cosit) și 4 (supraînsămânțat cu *Bromus inermis* 75% și *Onobrychis viciifolia* 25%) prezentând valori superioare.

***Activitatea 5.3. Extracție ADN, cuantificare, purificare, reacții PCR - amplificarea de markeri genetici pentru Bacteria, Archaea și Fungi,(16S, LSU/ITS)***

Extracția ADN-ului genomic din probele de sol s-a realizat cu ajutorul kiturilor dedicate de extracție și izolare DNeasy Power Soil Pro Kit produse de Qiagen. Fiecare probă a fost extrasă în condiții sterile în două repetiții analitice, din 250 mg de sol. Eluția finală a ADN-ului obținut s-a realizat intr-un volum de 100 µL. Cuantificarea ADN-ului genomic obținut s-a realizat cu ajutorul unui echipament Qubit, pentru fiecare probă fiind utilizat un volum de 10 µL, după calibrarea inițială cu standardele de 10 ng ADN / µL și 10 ng ADN / µL. Reacțiile PCR necesare pentru amplificarea markerilor genetici 16S și ITS urmează să fie realizate de către compania de secvențiere, ca urmare a includerii acestui serviciu în prețul serviciilor de secvențiere.

***Activitate 5.4 Validarea capacității de biocontrol a microbiomilor sintetici în stabilizarea/sechestrarea carbonului prin evaluarea compoziției/complexității fracțiilor și subfracțiilor organice din tipurile de sol selectate, în condiții de stres.***

A fost analizat rolul microbiomilor sintetici și al stresului termic în procesele de stabilizare și sechestrare a carbonului în sol, printr-un experiment de laborator desfășurat pe două subtipuri de Gleisol. Solurile au fost inoculate cu microbiomi selectați (M1, M4, M5, M7) și incubate timp de 15 zile la trei intervale de temperatură (5–8°C, 23–25°C și 38–40°C), fiind evaluați indicatori biologici relevanți pentru stabilitatea carbonului, precum glicoproteinele legate de glomalină (GSLG), exopolizaharidele (EPS) și carbonul organic dizolvat (COD).

Per ansamblu, rezultatele au arătat că GSLG este un indicator sensibil la variațiile de temperatură și la tipul de microbiom, cu cele mai mari creșteri asociate microbiomului M5, în special la temperaturi ridicate (38–40°C). Contribuția GSLG la recalcitranța carbonului a crescut odată cu temperatura, iar modelele de acumulare au fost dependente atât de microbiom, cât și de tipul de sol, reflectând un echilibru între biosinteză și descompunere microbiană.

De asemenea temperatura a influențat semnificativ și producția de EPS și COD, cu efecte distincte în funcție de microbiom. La temperaturi optime, M5 a prezentat cea mai mare eficiență în biosinteza EPS și în stabilizarea carbonului, în timp ce la temperaturi scăzute s-a evidențiat o creștere generală a EPS pentru mai mulți microbiomi. La temperaturi ridicate, creșterea COD a fost asociată cu eliberarea biomasei microbiene, indicând o legătură pozitivă între temperatură și dinamica carbonului organic dizolvat în sol.

***Activitate 5.5 Stabilirea influențelor exercitate prin microbiomii sintetici asupra recalcitranței noilor complexe macromoleculare și evidențierea efectul de "priming" indus în macroagregate.***

Rezultatele experimentale au indicat că microbiomii specifici influențează diferențiat procesarea materiei organice recalcitrante în soluri, prin capacitățile lor metabolice și biosintetice, aspect pus în evidență prin cromatografie ascendentă și analize de fluorescență ale subfracțiilor fulvice hidrosolubile. Interacțiunile microbiene cu carbonul biosintetizat, în condiții de stres termic, au determinat modificări structurale și de distribuție moleculară ale compușilor organici, sugerând activarea diferențiată a pompelor microbiene de carbon în funcție de microbiom și tipul de sol. Microbiomii M4, M5 și M7 au indus modele distincte de stabilizare a carbonului organic, M5 și M4 favorizând formarea unor structuri mai stabile, iar M7 îmbogățind subfracțiile fulvice cu compuși noi, predominant cu greutate moleculară mică. Carbonul biosintetizat a prezentat rezistență crescută la degradare microbiană, reflectată de valorile COD, indicând conversia carbonului ușor disponibil în forme recalcitrante și contribuția la stocarea pe termen lung. Procesele microbiene au condus la creșterea biomasei microbiene și a conținutului de

substanțe organice și organo-minerale, iar macroagregatele solului au asigurat protecția fizică a carbonului nou format, influențând evoluția efectului de priming negativ în funcție de microbiom și condițiile de stres termic.

***Activitate 5.6 Profilarea metabolică prin intermediul incubării extractelor de sol pe plăcuțe cu medii de cultură de tip EcoPlateTM (www.biolog.com) și măsurarea potențialului enzimatic (beta-glucozidază, fosfatază, glucozaminidază și sulfatază)***

Profilarea metabolică realizată pentru probele de sol din experimentul de rotație a culturilor de la SCDA Fundulea a utilizat plăci Biolog EcoPlate, pentru evaluarea diversității funcționale a comunităților microbiene. Analizele s-au bazat pe citiri de absorbanță efectuate la 72 de ore de incubare, interval optim pentru discriminarea activității metabolice. Rezultatele analizei de varianță au evidențiat un efect semnificativ al tipului de asolament asupra indicelui de diversitate Shannon, în timp ce activitatea metabolică totală (AWCD) nu a fost influențată. Monocultura a prezentat o diversitate metabolică semnificativ mai ridicată comparativ cu rotația de trei culturi, iar capacitatea comunităților microbiene de a utiliza N-acetil-glucozamina a fost semnificativ mai mare în cazul rotației de patru culturi față de rotația de trei culturi. Factorul fertilizare nu a determinat modificări semnificative ale indicilor globali de diversitate și activitate metabolică, însă a influențat selectiv metabolizarea putresceinei, fertilizarea cu gunoi de grajd stimulând utilizarea acestui substrat comparativ cu varianta nefertilizată.

În paralel, a fost realizată profilarea enzimatică a probelor provenite din experimentul de amendare × fertilizare de la SCDA Livada, prin determinarea potențialelor activităților glucozidazei și glucozaminidazei pentru două campanii de prelevare (octombrie 2023 și mai 2024). Metodologia folosită s-a bazat pe eliberarea spectrofotometrică a p-nitrofenolului, rezultatele evidentiind valori comparabile între cele două sezoane pentru ambele enzime si indicând astfel o stabilitate ridicată a activităților enzimatice în sol. Aceste rezultate au sugerat că, în timp ce diversitatea funcțională microbiană este sensibilă la practicile de rotație a culturilor și fertilizare, activitățile enzimatice implicate în ciclul carbonului și azotului prezintă o reziliență temporală crescută.

***Activitate 5.7. Upgrade al infrastructurii de cercetare***

Infrastructura de cercetare a fost modernizată și completată prin achiziționarea de echipamente și aparatură, respectiv: centrifugă de laborator fără răcire, viteză maximă 16000 Rpm; aparat foto digital; calculator portabil și licențe software

***Activitatea 5.8. Diseminarea rezultatelor.***

Rezultatele obținute în cadrul proiectului au fost valorificate prin participare la:

- Conferința Internațională „Agriculture for Life, Life for Agriculture", București, din 5-7 Iunie 2025, cu o comunicare științifică (prezentarea unui poster)cu titlul: CARBON STABILIZATION AND SEQUESTRATION PROCESSES IN SOIL THROUGH SYNTHETIC MICROBIOMES (autori: Matei S., Matei Gabi-Mirela, Dumitru Sorina, Mocanu Victoria, Dumitrașcu Monica);
- Simpozionului Național ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII SOLURILOR PRIN DIFERITE SISTEME DE AGRICULTURĂ ȘI FERTILIZARE ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE organizat de Asociația Filiala Națională Română a CIEC, București, iunie, 2025, cu o comunicare științifică (prezentarea unui poster) cu titlul: EFECTE ALE FERTILIZĂRII ASUPRA UNOR PARAMETRI BIOCHIMICI ȘI MICROBIOLOGICI DE CALITATE A SOLULUI, ÎN DOUĂ EXPERIMENTE AGRICOLE CLASICE (autori: Horia Domnariu, Anca-Rovena Lăcătușu, Alexandra Leonte, Felicia Chețan);

Au fost publicate sau acceptate spre publicare 4 articole științifice:

- Domnariu, H., Trippe, K. M., Botez, F., Partal, E., & Postolache, C. (2025). **Long-term impact of tillage on microbial communities of an Eastern European Chernozem**. Scientific Reports, 15(1), 642. Clasificare Jurnal (conform UEFISCDI 2024): Q1 dupa JIF; Q1 dupa AIS
- Paltineanu, C., Domnariu, H., Mocanu, V., & Dumitru, S. (2025). **Assessing soils' health by using soil organic carbon (SOC) content, SOC/clay ratio and mean SOC reference values: a case study on Romanian mineral soils**. The Journal of Agricultural Science, 1-13. Clasificare Jurnal (conform UEFISCDI 2024): Q2 dupa JIF; Q2 dupa AIS
- Paltineanu, C., Mocanu, V., Dumitru, S., & Domnariu, H. (2025). **Soil functions depending on soil indicators in various environments and land uses–a case study of Romania**. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 20(1), 27-46. Clasificare Jurnal (conform UEFISCDI 2024): Q4 dupa JIF; Q4 dupa AIS
- Matei S., Matei Gabi-Mirela, Dumitru Sorina, Mocanu Victoria, Dumitrașcu Monica (2025) **Carbon stabilization and sequestration processes in soil through synthetic microbiomes**, acceptată pentru publicare în revista (ISI): Scientific papers, Series B Horticulture, vol. LXVIV, nr.1, p.808-819, FI 0,3. https://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2025/issue_1/Art99.pdf

***Faza 6/2025 - Estimarea preliminară a noilor indicatori de sănătate a solului, influența microbiomilor sintetici asupra plantelor și dinamicii CO2, în condiții de stres***

Activitățile desfășurate în faza 6/2025 a proiectului au urmărit îndeplinirea obiectivelor generale ale proiectului și cele ale fazei prin:

- Prelevarea de probe de sol din sisteme sisteme naturale de pajiște și experimente agricole de lungă durată care variază intensitatea impactului practicilor de managment susceptibile a influența aspectele de biodiversitate microbiană
- Extracție de ADN genomic din probele de sol recoltate
- Prepararea probelor în vederea secvențierii și procesarea rezultatelor de secvențiere
- Analiza probelor colectate pentru determinarea POMC/MAOMC, POXC, MBC
- Estimarea influenței microbiomilor sintetici asupra proceselor de creștere radiculară și de dezvoltare a plantelor, în condiții de stres.
- Evaluarea influenței microbiomilor sintetici asupra proceselor de captare/eliberare de $CO_2$.
- Diseminarea rezultatelor prin participare cu 3 comunicări la 3 manifestări științifice, elaborarea și publicarea a 1 lucrări științifice originale în revistă de specialitate indexată ISI.

***Activitatea 6.1. Colectare probe de sol din sisteme naturale de pajiște și experimente agricole de lungă durată care variază intensitatea impactului practicilor de managment susceptibile a influența aspectele de biodiversitate microbiană***

În luna octombrie 2025 au fost recoltate probe de sol din cadrul experimentului de lungă durată de lucrările solului x fertilizare înființat și administrat de Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Turda (SCDA Turda), județul Cluj. Experimentul a fost început în 2007 fiind amplasat după metoda parcelelor subdivizate după cum urmează. Suprafața totală (3456 $m^2$) a fost împârțită în trei parcele mari, câte una pentru fiecare din cele trei plante incluse în asolament: porumb, grâu, soia. Fiecare parcelă a fost subîmpărțită în două jumătăți în vederea aplicării lucrărilor solului și anume sistem arat clasic și sistem conservativ (no tillage pentru grâu și minimum tillage pentru porumb și soia). Factorul fertilizare a fost aplicat în două niveluri și trei repetiții în interiorul fiecărei parcele definite de factorul lucrările solului, după cum urmează: la grâu, nivelul b1 reprezentat de fertilizarea de bază concomitentă cu semănatul, în doză de $N_{40}P_{40}$ kg/ha și nivelul b2 reprezentat de fertilizare de bază plus $N_{40}$ kg/ha la reluarea vegetaţiei în primăvară; la porumb și soia nivelul b1 reprezentat de fertilizarea de baza concomitentă cu semănatul, în doză de $N_{40}P_{40}$ kg/ha și nivelul b2 reprezentat de fertilizarea de bază plus $N_{40}$ kg/ha în fenofaza de 3-5 frunze.

Fig. 6.1.1 Amplasarea în teren a experimentului de lucrările solului x fertilizare. Prelevarea probelor s-a realizat din adâncimea 0-20 cm, fiecare probă fiind compusă din 12-15 probe individuale colectate din centrul parcelei experimentale pentru evitarea efectelor de margine, rezultând în final o cantitate de 800-1000 g de sol. Din proba inițială a fost extrasă o probă alicotă de aproximativ 10 g care a fost înghețată în gheață carbonică și transportată în condiții congelate în laborator, în vederea extracției de ADN genomic.

***Activitatea 6.2 Extracție ADN, cuantificare, purificare, reacții PCR - amplificarea de markeri genetici pentru Bacteria, Archaea și Fungi,(16S, LSU/ITS) purificare ampliconi și agregarea replicatelor analitice***

Extracția ADN-ului genomic din probele prelevate din experimentul de lucrările solului x fertilizare administrat de SCDA Turda s-a relizat cu ajutorul kitului comercial de extracție ADN din sol NucleoSpin de la Macherey-Nagel. Protocolul de extracție a urmat instrucțiunile producătorului, luând în lucru aproximativ 400 de mg de sol congelat. Pe scurt, s-au parcurs următoarele etape: liză mecanica mecanică și chimică pentru un interval de 15 minute; îndepărtarea inhibitorilor cu mai multe soluții buffer; legarea ADN-ului de coloana cu membrană de silice; purificarea finală; eluția cu o soluție buffer într-un volum final de 80 de µL. Pentru creșterea eficienței de extracție, bufferul de eluție a fost încălzit la 40 de °C fiind crecut de asemenea timpul de incubare înainte de centrifugare de la 1 la 3 minute. Cuantificarea ADN-ului extras s-a realizat cu ajutorul unui fluorometru Quantus de la Promega. Rezultatele obținute în urma extracției și cuantificării au variat între un min de 9.3 ng ADN/ µL și un max de 22.8 ng ADN/ µL.

***Activitatea 6.3 Prepararea probelor în vederea secvențierii (reacții PCR pentru atașare adaptori și indexi, purificare) și secvențiere***

În această etapă a fost realizată secvențierea ampliconilor ADN 16S (regiunea V4) din probe de sol provenite dintr-un experiment de amendare și fertilizare, utilizând platforma Illumina NovaSeq. Datele obținute au fost procesate bioinformatic prin protocolul DADA2, rezultând variante de secvențe de ampliconi (ASV), iar anotarea taxonomică s-a realizat pe baza bazei de date Silva 138.2 în QIIME2. Analiza comunităților procariote a arătat o dominanță a filumurilor Actinomycetota, Pseudomonadota, Acidobacteriota și Chloroflexota în toate probele, cu diferențe clare între variantele amendate și cele neamendate.

Amendarea solului a indus modificări structurale semnificative ale comunităților microbiene. Solurile neamendate au fost caracterizate de o pondere mai mare a filumurilor asociate solurilor acide sau mai puțin perturbate (Chloroflexota, Planctomycetota), în timp ce solurile amendate au prezentat o creștere a Actinomycetota și Pseudomonadota, adaptate la condiții de pH moderat–alcalin. La nivel de ASV, s-a evidențiat o heterogenitate ridicată a comunităților, cu un număr mare de taxoni rari, iar cele două niveluri de amendare au fost mult mai similare între ele decât față de martorul neamendat. Fertilizarea s-a dovedit a fi un factor mai puțin selectiv decât amendarea în structurarea comunităților.

Indicatorii de diversitate au arătat că fertilizarea minerală cu NPK este asociată constant cu o reducere a numărului de ASV și a diversității Shannon, indiferent de nivelul de amendare. Totuși, solurile amendate au menținut valori mai ridicate ale abundenței și diversității microbiene comparativ cu cele neamendate, indicând un efect pozitiv dominant al amendării. Indicele de uniformitate Pielou a variat mai puțin între tratamente, dar a indicat o ușoară creștere a dominanței unor taxoni în condiții de fertilizare minerală, efect parțial atenuat de amendarea cu doze moderate și ridicate.

***Activitatea 6.4 Analize probe colectate pentru determinarea POMC/MAOMC, POXC, MBC***

În cadrul fazei curente s-au realizat determinările de POXC (carbon oxidabil cu permanganat) și MBC (carbon microbian) pentru probele prelevate din experimentul de rotația culturilor x fertilizare în faza anterioară (5). Valorile POXC au variat între un minim de 381 mg C / kg sol și un maxim de 779 mg C / kg sol, în timp ce valorile MBC au variat între 140 și 188 mg MBC / kg sol. Compararea tratamentelor relevă un impact mai puternic al rotației culturilor asupra carbonului microbian și fracției labile de carbon decât tipul de fertilizare. Astfel, s-a observat un trend clar de creștere a MBC odată cu complexitatea rotației, chiar dacă s-a înregistrat o singură diferență semnificativă statistic între monocultură și rotația de 4 culturi. În același timp nu s-au constat efecte semnificative statistic induse de factorul fertilizare, fiind observată însă o creștere a variabilității în special în cazul fertilizării cu gunoi de grajd, ceea ce indică un nivel ridicat de heterogenitate indus de respectivul tratament. În ce privește efectul factorilor experimentali asupra indicatorului POXC, nu s-au înregistrat diferențte semnificative statistic.

***Activitate 6.5 Estimarea influenței microbiomilor sintetici asupra proceselor de creștere radiculară și de dezvoltare a plantelor, în condiții de stres.***

A fost analizat rolul microbiomilor sintetici în stimularea creșterii și dezvoltării tomatelor cherry (Solanum lycopersicum L.) în condiții de stres termic sever, prin mecanisme fiziologice, biochimice și microbiologice. Experimentele au fost realizate pe Molisol gleic inoculat cu diferite combinații microbiene, iar plantele au fost supuse temperaturilor de 35°C și 45°C pe durate de 3 și 14 zile, pentru a evalua impactul asupra rădăcinilor, biomasei, fitohormonilor, respirației rizosferice și stabilității carbonului.

Stresul termic prelungit a inhibat semnificativ alungirea rădăcinilor primare și formarea rădăcinilor laterale, afectând capacitatea de absorbție a nutrienților. Inocularea cu microbiomi sintetici a atenuat aceste efecte negative, în special combinațiile M5 și M7, care au stimulat semnificativ creșterea radiculară și acumularea de biomasă chiar la 45°C. Comparativ cu martorul neinoculat, plantele inoculate au prezentat o creștere substanțială a biomasei și a conținutului de clorofilă, demonstrând un efect biostimulator clar al microbiomilor.

Microbiomii sintetici au influențat pozitiv acumularea de acid indol-3-acetic (IAA), corelată direct cu stimularea creșterii radiculare, valorile cele mai ridicate fiind determinate sub influența M5 și M7. Totodată, aplicarea microbiomilor a crescut activitatea catalazei, reducând stresul oxidativ indus de temperaturile ridicate. Conținutul de acid citric din rădăcini a fost de asemenea amplificat, în special în prezența M5, indicând un răspuns metabolic adaptativ al plantelor la stres termic.

Inocularea microbiomilor a modificat semnificativ activitatea microbiologică din rizosferă, conducând la stabilizarea respirației solului și la reducerea emisiilor de $CO_2$ comparativ cu martorul neinoculat. Microbiomii care au inclus diazotrofi și microorganisme solubilizatoare de fosfor au favorizat sechestrarea carbonului și fertilitatea solului. Activitatea fitazică a fost puternic stimulată, în special de microbiomul M7, crescând disponibilitatea fosforului pentru plante în condiții de stres termic sever.Microbiomii sintetici au indus de asemenea creșterea semnificativă a conținutului de acid salicilic în frunze și rădăcini, activând producerea proteinelor de șoc termic și consolidând mecanismele de termotoleranță ale tomatelor. Aceste răspunsuri au contribuit la protecția celulară, reducerea daunelor oxidative și menținerea homeostaziei fiziologice.În ansamblu, rezultatele obținute demonstrează că microbiomii sintetici reprezintă o soluție viabilă pentru creșterea rezilienței plantelor și stabilitatea ciclului carbonului în agroecosisteme supuse stresului termic.

***Activitate 6.6 Evaluarea influenței microbiomilor sintetici asupra proceselor de captare/eliberare de $CO_2$.***

Analizele și testele de laborator au evaluat efectul inoculării solului cu microbiomii sintetici selectați (M1, M4, M5, M7) care conțin heterotrofe performante, cât și implicarea acestora în amorsarea proceselor responsabile de

sechestrarea/eliberarea carbonului ($CO_2$) și evaluarea influenței acestora, asupra conținutului glicoproteic, exopolizaharidic (EPZ) și de carbon organic dizolvat (COD), în condiții de stres termic (35$^{o}$C și 45$^{o}$C).

Glicoproteinele produse de microbiomi au jucat un rol esențial în agregarea solului, formând structuri stabile care au protejat carbonul organic de descompunerea microbiană și au redus emisiile de $CO_2$. Dintre microbiomii testați, M7 a avut cele mai bune performanțe, inducând cele mai mari creșteri ale conținutului de glicoproteine la 35°C și menținând variații reduse între 35°C și 45°C. Chiar și în condiții termice ridicate, toți microbiomii au menținut niveluri de glicoproteine superioare martorului, sugerând un rol protector asupra carbonului sechestrat.

Exopolizaharidele (EPZ) reprezintă o sursă importantă de carbon stabil în sol, contribuind direct la sechestrarea $CO_2$ și la îmbunătățirea structurii solului. Microbiomii sintetici au stimulat producția de EPZ, favorizând formarea de microagregate stabile și reducerea eroziunii. Microbiomul M5 s-a evidențiat prin cele mai mari creșteri ale EPZ în rizosferă, indicând o implicare majoră în stabilizarea carbonului, în timp ce M4 a demonstrat o protecție eficientă la 35°C, dar mai redusă la 45°C.

Stresul termic a influențat dinamica carbonului organic dizolvat (COD), prin modificarea activității microbiene și a compoziției exudatelor radiculare. Anumiți microbiomi (M5 și M7) au redus conținutul de COD comparativ cu martorul, sugerând o utilizare mai eficientă a carbonului și o sechestrare sporită. În schimb, microbiomii M4 și M1 au determinat creșteri ale COD, în special la 45°C, asociate cu intensificarea descompunerii materiei organice și cu eliberarea crescută de compuși organici în rizosferă.

În ansamblu, rezultatele obținute au demonstrat că microbiomii sintetici pot modula eficiența utilizării carbonului și stabilitatea acestuia în sol, în condiții de stres termic. Parametrii analizați – glicoproteinele, exopolizaharidele și carbonul organic dizolvat – pot fi utilizați ca indicatori relevanți pentru evaluarea proceselor de sechestrare pe termen lung a carbonului și a dinamicii captării/emisiei $CO_2$. Inocularea cu microbiomi selectați a consolidat interacțiunile benefice din rizosferă, susținând funcțiile ecologice ale solului.

***Activitatea 6.7. Diseminarea rezultatelor.***

Rezultatele obținute în cadrul proiectului au fost valorificate prin participare la:

- Conferința Internațională „Agriculture for Life, Life for Agriculture", București, din 5-7 Iunie 2025, cu o comunicare științifică (prezentarea unui poster) cu titlul: ***DIFFERENCES IN MICROBIAL DIVERSITY AND COMMUNITY STRUCTURE AMONG TWO VERMICOMPOST GRANULATIONS*** (autori: Gabi-Mirela MATEI, Sorin MATEI, Laurențiu Liviu URECHESCU, Elena Maria DRĂGHICI);
- Simpozionul "Factori și Procese Pedogenetice din Zona Temperată, ediția a XXXIV-a, Miercurea Ciuc, 1 - 5 octombrie 2025" cu o comunicare științifică (prezentare orală) cu titlul **"Efecte ale amendării și fertilizării de lungă durată asupra unor proprietăți chimice, microbiologice și biochimice ale solului"** (autori: Horia Domnariu, Patrick Ursan, Carmen Postolache, Florina Botez, Anca-Rovena Lăcătușu);
- Conferința Internațională "Management of Genetic Biodiversity by Plant Breeding and Sustainable Agricultural Technologies", București, 28 noiembrie 2025, cu o comunicare științifică (prezentarea unui poster) cu titlul **"Long-term effects of crop rotation and fertilization on chemical and biochemical soil properties"**(autori: Horia Domnariu, Elena Partal, Anca-Rovena Lăcătușu).

***Faza 7a/2025 - Evaluarea aspectelor de dinamică sezonieră în ceea ce privește diversitatea funcțională (caracteristici metabolice și activități enzimatice) a microbiotei solului din experimente agricole. Activitatea 7a.1. Colectare probe de sol din experimente agricole de lungă durată care variază intensitatea impactului practicilor de management susceptibile a influența aspectele de biodiversitate microbiană.Activitatea 7a.2 Profilarea metabolică prin intermediul incubării extractelor de sol pe plăcuțe cu medii de cultură de tip EcoPlateTM (www.biolog.com) și măsurarea pontețialului enzimatic (beta-glucozidază, fosfataza, glucozaminidază și sulfatază) pentru probele prelevate in cadrul acestei etape***

Activitățile desfășurate în faza suplimentară 7a/2025 a proiectului au urmărit îndeplinirea obiectivelor generale ale proiectului și cele ale fazei prin:

- Colectare probe de sol din experimente agricole de lungă durată care variază intensitatea impactului practicilor de management susceptibile a influența aspectele de biodiversitate microbiană.
- Profilarea metabolică prin intermediul incubării extractelor de sol pe plăcuțe cu medii de cultură de tip EcoPlateTM (www.biolog.com) și măsurarea pontețialului enzimatic (beta-glucozidază, fosfataza, glucozaminidază și sulfatază) pentru probele prelevate in cadrul acestei etape

***Activitatea 7a.1. Colectare probe de sol din experimente agricole de lungă durată care variază intensitatea impactului practicilor de management susceptibile a influența aspectele de biodiversitate microbiană. Activitatea***

***de teren se va desfasura in cadrul aceluiasi experiment porgramat pentru prelevare in cadrul Fazei 7 (2026), in vederea obtinerii de date comparative care sa reflecte posibile dinamici sezoniere ale parametrilor de interes.***

În cadrul fazei suplimentare 7a au fost recoltate probe de sol din experimentul de lungă durată de fertilizare și rotația culturilor, înființat în anul 1966 și administrat de INCDA Fundulea. Experimentul include doi factori: fertilizarea (5 niveluri: nefertilizat, N90P0, N0P75, N90P75, fertilizare organică – 20 t gunoi de grajd/ha) și rotația culturilor (4 niveluri: monocultură; rotație de 2 ani – grâu/porumb; rotație de 3 ani – grâu/porumb/mazăre; rotație de 4 ani – grâu/porumb/floarea-soarelui/mazăre). Fiecare variantă este amplasată în trei repetiții, toate fazele asolamentului fiind prezente anual.

Probele de sol au fost recoltate în luna noiembrie din parcelele care, în sezonul 2025–2026, se află în faza de porumb. Prelevarea s-a realizat din stratul 0–15 cm, fiecare probă fiind compusă din 10–12 subprobe recoltate din zona centrală a parcelei. Cantitatea de sol colectată per variantă a fost de aproximativ 500–800 g, în condiții de umiditate ridicată, apropiată de saturație.

***Activitate 7a.2 Profilarea metabolică prin intermediul incubării extractelor de sol pe plăcuțe cu medii de cultură de tip EcoPlateTM (www.biolog.com) și măsurarea pontețialului enzimatic (beta-glucozidază, fosfataza, glucozaminidază și sulfatază) pentru probele prelevate in cadrul acestei etape***

Plăcile Biolog EcoPlate au fost inoculate steril cu 150 µL dintr-o suspensie de sol (7 g sol în 63 mL soluție salină 0,85%), diluată până la $10^{-4}$, pentru asigurarea unui nivel optim de inocul microbian. Plăcile au fost incubate la întuneric, la 28°C, iar absorbanta a fost măsurată la 590 nm, la intervale de 12 ore. Pentru analizele comparative au fost utilizate datele corespunzătoare timpului de incubare de 72 de ore, moment la care s-au evidențiat diferențe metabolice relevante între probe.

Prelucrarea datelor a inclus media replicatelor analitice și corecția față de martor. Indicii de diversitate (evenness, richness și Shannon) au fost calculați pe baza valorilor relative ale absorbantei. Valorile indicelui evenness au fost ridicate în toate sistemele de rotație și fertilizare, fără diferențe semnificative statistic, indicând o utilizare relativ uniformă a substraturilor. Indicele richness a prezentat o variabilitate mai mare, în special în monocultură, însă fără diferențe semnificative între tratamente. De asemenea, indicele Shannon nu a evidențiat variații statistic semnificative între sistemele de rotație sau fertilizare.

Activitatea enzimatică a evidențiat tendințe distincte pentru cele două enzime analizate. Activitatea betaglucozidazei a crescut odată cu diversificarea rotației culturilor, diferența dintre monocultură și rotația cu patru culturi fiind semnificativă statistic ($p < 0,05$), sugerând un efect pozitiv al complexității rotației asupra proceselor de mineralizare a carbonului. Activitatea fosfatazei a prezentat o variabilitate ridicată, în special în monocultură, însă fără diferențe semnificative statistic între tratamentele de fertilizare sau rotație, indicând un răspuns conservator al ciclului fosforului la factorii analizați.

***Faza 7b/2025 - Evaluarea aspectelor de diversitate taxonomică și diversitate funcțională (activități enzimatice) a microbiotei solului din experimente agricole de lungă durată – Extinderea ariei de studiu prin includerea în planul de prelevare a unui nou experiment. Activitatea 7b.1.Colectare probe de sol din experimente agricole de lungă durată care variază intensitatea impactului practicilor de management (rotația culturilor si tipul de fertilizare) susceptibile a influența aspectele de biodiversitate microbiană;Activitate 7b.2 Măsurarea pontețialului enzimatic (beta-glucozidază, fosfataza, glucozaminidază și sulfatază) pentru probele suplimentare prelevate în cadrul acestei etape;Activitate 7b.3 Extracție ADN genomic și pregătirea extractelor în vederea secvențierii în cazul probelor suplimentare prelevate în cadrul acestei etape.***

Activitățile desfășurate în faza suplimentară 7b/2025 a proiectului au urmărit îndeplinirea obiectivelor generale ale proiectului și cele ale fazei prin:

- Colectare probe de sol din experimente agricole de lungă durată care variază intensitatea impactului practicilor de management susceptibile a influența aspectele de biodiversitate microbiană.
- Măsurarea pontețialului enzimatic (beta-glucozidază, fosfataza, glucozaminidază și sulfatază) pentru probele suplimentare prelevate în cadrul acestei etape
- Extracție ADN genomic și pregătirea extractelor în vederea secvențierii în cazul probelor suplimentare prelevate în cadrul acestei etape.

***Activitatea 7b.1. Colectare probe de sol din experimente agricole de lungă durată care variază intensitatea impactului practicilor de management (rotația culturilor si tipul de fertilizare) susceptibile a influența aspectele de biodiversitate microbiană.***

În cadrul fazei suplimentare 7b au fost recoltate probe de sol din experimentul de lungă durată privind fertilizarea și rotația culturilor, înființat în anii ’70 și administrat de S.C.D.C.E.S. „Mircea Moțoc” Perieni. Experimentul combină factorul rotație (monocultură, rotație de 2, 3 și 5 ani) cu factorul fertilizare (martor, N32P32, N96P96, N128P128 și aplicare de 50 t/ha gunoi de grajd o dată la 5 ani), într-un design randomizat, cu 5 repetiții pentru fiecare variantă, fiind prezente anual toate fazele rotațiilor.

Activitatea de teren s-a desfășurat în luna noiembrie și a vizat prelevarea probelor din variantele aflate în sezonul 2025–2026 în faza de porumb. Au fost incluse sistemele de monocultură, rotația cu 3 culturi (grâu–porumb–mazăre) și rotația cu 5 culturi (grâu–mazăre–floarea-soarelui–porumb–lucernă/amestec pentru pajiște), precum și variantele de fertilizare martor și N96P96, însumând 30 de variante experimentale.

Probele de sol au fost recoltate de la adâncimea 0–15 cm, fiecare probă fiind compusă din aproximativ 10 subprobe prelevate din zona centrală a parcelei pentru evitarea efectelor de margine. Pentru fiecare variantă s-au colectat 800–1000 g de sol, în condiții de umiditate apropiate de saturație.

***Activitate 7b.2 Măsurarea potențialului enzimatic (beta-glucozidază, fosfataza, glucozaminidază și sulfatază)pentru probele suplimentare prelevate în cadrul acestei etape***

Determinările potențialului enzimei beta-glucozidază s-a realizat după omogenizarea probelor prelevate prin uscare și sitare prin sita de 2 mm, luând în lucru o probă alicotă de 500 mg de sol în 3 repetiții analitice. Valorile betaglucozidazei au variat între un minim de 104 µg pNP / g sol / oră și un maxim de 132 µg µg pNP / g sol / oră.

Conform analizelor de varianță one-way ANOVA și 2-way ANOVA, nu s-au identificat diferențe semnificative generate de cei doi factori experimentali (rotația culturilor și fertilizare).

***Activitate 7b.3 Extracție ADN genomic și pregătirea extractelor în vederea secvențierii în cazul probelor suplimentare prelevate în cadrul acestei etape.***

Extracția ADN-ului genomic din probele prelevate din experimentul de rotația culturilor x fertilizare administrat de S.C.D.C.E.S. ”MIRCEA MOȚOC” PERIENI s-a relizat cu ajutorul kitului comercial de extracție ADN din sol NucleoSpin de la Macherey-Nagel. Protocolul de extracție a urmat instrucțiunile producătorului, luând în lucru aproximativ 400 de mg de sol congelat. Pe scurt, s-au parcurs următoarele etape: liză mecanica mecanică și chimică pentru un interval de 15 minute; îndepărtarea inhibitorilor cu mai multe soluții buffer; legarea ADN-ului de coloana cu membrană de silice; purificarea finală; eluția cu o soluție buffer într-un volum final de 80 de µL. Pentru creșterea eficienței de extracție, bufferul de eluție a fost încălzit la 40 de °C fiind crecut de asemenea timpul de incubare înainte de centrifugare de la 1 la 3 minute. Cuantificarea ADN-ului extras s-a realizat cu ajutorul unui fluorometru Quantus de la Promega.

În urma extracției și cuantificării s-au obținut în medie 13.5 ng/µL de ADN per probă cu un minim de 9 și un maxim de 20ng/µL de ADN. Extractele au fost stocate în condiții de congelare (-20 °C) în vederea prevenirii degradării.

---

**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 5b/2025 - Actualizarea indicatorilor chimici din metodologia de elaborare a Studiilor Pedologice, colectarea datelor***

*Activitatea 5b.1. Colectarea datelor existente şi disponibile pentru evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice din studiul de caz 2 (zona de podiș).* În cadrul acestei activități s-au colectat date adecvate pentru a descrie impactul schimbărilor climatice asupra funcțiilor solului, din zona de podiș (studiul de caz 2), delimitată anterior, iar datele colectate au fost stocate în baza de date integrată în Sistemul Informatic Geografic al Serviciilor Ecosistemice. Pentru fiecare profil, au fost introduse în baza de date: parametri fizici (Conținut de nisip, argilă, schelet, DA); parametri hidrofizici (Ksat, CC, Capacitatea de apă accesibilă, Adâncimea medie a acviferului); parametri chimici (Conținut de C din sol, pH), Prezența turbei; Date de teren (pantă, altitudine);Date climatice (Tm lunară, precipitaţii lunare – obținute din proiectul Ro ADAPT) și date de utilizare/acoperire a terenului (CLC 2018).

*Activitatea 5b.2. Digitalizarea hărţilor la nivel de UAT din sistemul național de monitorizare sol-teren aflate pe suport de hârtie pentru regiunea de dezvoltare SV (Oltenia) și V (Banat).* În această activitate, s-a continuat procedura de preluare a datelor spațiale existente în hărțile analoge (pe hârtie) și rezultatele obținute din prelucrarea datelor

procesate informatic. Folosind metoda de georeferențiere dezvoltată în etapele anterioare, în această activitate, s-au digitizat, corectat și validat, datele de la 3 comune din regiunea de dezvoltare din SV Olteniei: UAT Desa, județul Dolj, UAT Milcov, județul Olt și din Vestul Banatului: UAT Secaș, județul Timiș.Activitatea de digitizat a fost urmată de introducerea datelor de sol și teren pentru fiecare UAT digitizat, urmată de prelucrări statistice pentru datele morfologice și fizico chimice pe unitățile de supafață a UAT-urilor din SV Olteniei și Vestul Banatului.

*Activitatea 5b.3. Actualizarea indicatorilor/parametrilor chimici din metodologia de elaborare a Studiilor Pedologice, conform noilor metode de determinare și stabilirea claselor de interpretare a acestora.* Unul din produsele finale ale proiectului îl constituie realizarea unui instrument digital actualizat și modern, care să fie folosită în încadrarea pe clase de valori a diverșilor parametri fizici și chimici ai solului, prin actualizarea prezentei metodologii de elaborare a studiilor pedologice (MESP, 1987). În această activitate, s-a avut în vedere o comparare a metodelor diferite de determinare în laborator a unor parametrii chimici sau biologici, pentru a realiza încadrarea în clase de valori și a altor parametri care nu sunt au fost incluși în metodologia utilizată de ICPA și au au fost introduse în intrumentul metodologic MESP-IT care va fi dezvoltat în proiect, următorii indicatori de poluare a solului: încărcarea cu metale grele (cadmiu, plumb, zinc, cupru). Tot în această etapă, au fost realizate rutine VBA (macro-uri) in MS Excel pentru a încadra în clase de valori încărcarea cu metale grele pentru folosințe sensibile și mai puțin sensibile. S-au folosit pragurile de alertă si, respectiv, intervenție, conform Ordinului MADR 756 / 1997.

*Activitatea 5b.4. Colectarea datelor de sol, climă, relief și producție utilizate în modelul de evaluarea terenului din zona de test 4 (podișul Moldovei).* În cadrul acestei activități au fost colectate date din zona de test 4, podișul Moldovei, din datele existente și completate cu câteva profile noi. Datele de sol, climă și relief au fost introduse în baza de date a Modelului de Evaluare a Terenului, unde au fost introduse anterior datele din zonele de test 1 (Câmpia Română de Vest), 2 (partea de sud a Câmpiei Române) și 3 (podișul Dobrogei). De asemenea, au fost prezentate și cerințele celor 2 plante de cultură pentru care se dezvoltă modelul de evaluare.

*Activitatea 5b.5.Publicarea de lucrări științifice în reviste indexate ISI/ISI proceedings (1) și reviste indexate în baze de date internaționale (1) pentru diseminarea informaţiilor obținute în cadrul proiectului*. În această etapă a proiectului au fost elaborate 3 lucrări noi, două dintre ele publicate Open Acces, iar alta fiind prezentată la simpozionul CIEC: 1) ”Soil organic carbon to clay ratio and bulk density related to some basic soil variables in Romania”, autori: Cristian Paltineanu, Victoria Mocanu, Olga Vizitiu, Horia Domnariu, Sorina Dumitru, Publicată: 27 March 2025, în Soil Use and Management, https://doi.org/10.1111/sum.70065; 2) ”Assessing soils’ health by using soil organic carbon (SOC) content, SOC/clay ratio and mean SOC reference values: a case study on Romanian mineral soils”, autori: Cristian Paltineanu, Horia Domnariu, Victoria Mocanu și Sorina Dumitru, Publicată online de Cambridge University Press: 24 Aprilie 2025, în The Journal of Agricultural Science și 3) ‘’Aspecte privind starea actuală de aprovizionare a solurilor’’, autori Carmen-Alina Gherghina, Daniel Fudulu, Eduard Surugiu, Cosmin Burcea, prezentată la Simpozionul ,,Îmbunătățirea calității solurilor prin diferite sisteme de agricultură și fertilizare în contextul schimbărilor climatice’’ din 18 Iunie 2025, organizat de către Asociația Filiala Națională Română CIEC.

***Faza 6/2025 - Digitalizarea raportelor şi hărţilor la nivel de UAT din sistemul național de monitorizare sol-teren aflate pe suport de hârtie și colectarea datelor***

*Activitatea 6.1. Colectarea datelor pentru evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice în studiul de caz 3 (zona de deal).* În cadrul acestei activități s-au colectat date adecvate pentru a descrie impactul schimbărilor climatice asupra funcțiilor solului, din zona de deal (studiul de caz 3), delimitată anterior, iar datele colectate au fost stocate în baza de date integrată în Sistemul Informatic Geografic al Serviciilor Ecosistemice. Pentru fiecare profil, au fost introduse în baza de date aceiași parametri ca și pentru celelalte studii de caz: fizici (Conținut de nisip, argilă, schelet, DA); hidrofizici (Ksat, CC, Capacitatea de apă accesibilă, Adâncimea medie a acviferului); chimici (Conținut de C din sol, pH), Prezența turbei; Date de teren (pantă, altitudine);Date climatice (Tm lunară, precipitaţii lunare – obținute din proiectul Ro ADAPT) și date de utilizare/acoperire a terenului (CLC 2018).

*Activitatea 6.2. Digitalizarea hărţilor la nivel de UAT din sistemul național de monitorizare sol-teren aflate pe suport de hârtie pentru regiunea de dezvoltare Centru.* În această activitate, s-a continuat procedura de preluare a datelor spațiale existente în hărțile analoge (pe hârtie) și rezultatele obținute din prelucrarea datelor procesate informatic, folosind hărțile din arhivele Oficiilor Județene și arhiva ICPA identificate în faza 3. Folosind metoda de georeferențiere dezvoltată în etapele anterioare și perfecționată în continuare, în această activitate, s-au digitizat, corectat și validat, datele de la 4 comune din regiunea de dezvoltare Centru: UAT Craiesti (județul Mures), UAT Cergau (județul Alba), UAT Avrig și Porumbac (județul Sibiu).După georeferențiere și vectorizare, a fost dezvoltată și perfecționată procedura de preluare a datelor din BDUST. În urma georeferențierii, digitizării și prelucrărilor informatice, s-au obținut hărți care prezintă fie tipul de sol, fie diverși parametri de sol (textură, pH), fie descriu procese de degradare (eroziune prin apă, gleizare), fie clase de fertilitate a terenurilor și folosințele de teren a UAT-urilor din sudul țării.

*Activitatea 6.3. Elaborarea unor tabele de corespondență pentru aprecierea similitudinii semnificației informației furnizate de datele determinate în laborator sau câmp prin metode diferite.* În fazele anterioare fost începută procedura de trecere în format digital a Metodologiei de elaborare a studiilor pedologice, a fost realizat designul bazei de date care stochează și prelucrează datele și informațiile culese în studiile pedologice și au fost analizați parametri fizici și chimici de sol care nu erau luați în considerare în formatul analog al MESP. În această etapă, au fost examinate toate metodele de determinare a diverșilor parametrii fizici, hidrofizici, chimici și biologici care se utilizează în laboratoarele ICPA. S-a întocmit baza de date exhaustivă, și s-au înregistrat clasele de interpretare și limitele de valori. S-a constatat că nu există metode diferite pentru a determina același parametru, ci aceste metode se aplică în funcție de matricea analizată: sol, nutrienți, apă sau plante.Există determinări in situ al anumitor parametri: textură, prezența carbonaților, gleizarea. Aceștia sunt validați prin determinări în laborator.

*Activitatea 6.4. Colectarea datelor de sol, climă, relief și producție utilizate în modelul de evaluarea terenului din zona de test 5 (Cîmpia de Vest).* În cadrul acestei activități au fost colectate date din zona de test 5 (Câmpia de Vest), din datele existente și completate cu câteva profile noi. Datele de sol, climă și relief au fost introduse în baza de date a Modelului de Evaluare a Terenului, unde au fost introduse anterior datele din zona de test 1 (Câmpia Română de Vest), 2 (partea de sud a Câmpiei Române), 3 (Podișul Dobrogei de sud) și 4 (Podișul Moldovei) și unde vor fi introduse în etapa 7 datele din zona de test 6 (Podișul Transilvaniei). Pentru această zonă de test, au fost preluate date de producție de la 10 primării din Timiș și 10 primării din Arad. De asemenea, au fost preluate datele de pe site-ul INS, la nivel de județ.

*Activitatea 6.5. Publicarea de lucrări științifice în reviste indexate ISI/ISI proceedings (1) și reviste indexate în baze de date internaționale (1) pentru diseminarea informaţiilor obținute în cadrul proiectului*. În această etapă a proiectului, pe baza datelor obținute în etape anterioare, au fost elaborate 2 lucrări noi: 1) una prezentată la simpozionul The 21th annual meeting "Durable Agriculture –Agriculture of the Future": ”Georeferencing methods for analog map integration into GIS”, autori: Fudulu Ionuț Daniel, Surugiu Eduard și urmează a fi publicată în Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series), Vol. 55/1/2025, 2) una trimisă pentru a fi publicată la Geoderma Regionals, un jurnal Open Access: ”Dominant Soil Map of Romania at 1:700k scale”, autori: Vlad Virgil, Dumitru Sorina, Toti Mihai, Simota Cătălin, Dumitru Mihail.

***Faza 7a/2025 -Colectarea datelor si dezvoltarea bazei de date pentru modelul de evaluare a terenului***

Activitatea 7a.1. Colectarea datelor si dezvoltarea bazei de date pentru modelul de evaluare a terenului. În cadrul acestei activități au fost colectate date din zona de test 6 (Podișul Transilvaniei) și au fost introduse în baza de date a Modelului de Evaluare a Terenului, unde au fost introduse anterior datele din zonele de test 1 (Câmpia Română de Vest), 2 (partea de sud a Câmpiei Române), 3 (Podișul Dobrogei de sud), 4 (Podișul Moldovei) și 5 (Câmpia de Vest), cu aceasta încheindu-se etapa de colectare a datelor care vor fi folosite la modelarea evaluării terenului în etapa

următoare. Pentru această zonă de test, au fost preluate date de producție de la 10 primării din Alba, 5 din Cluj și 5 primării din Mureș. Au fost prezentate principalele caracteristici pedologice, de teren, climatice și de folosință a terenului din zona de test.

***Faza 7b/2025 - Actualizarea setului de indicatori pedo-geo-climatici adecvați pentru funcțiile solului și colectarea datelor; Activitatea 7b.1. Analiza preliminară de feedback şi dezvoltarea unui set de indicatori pedo-geo-climatici adecvați pentru funcțiile solului***

*Activitatea 7b.1. Analiza preliminara de feedback şi dezvoltarea unui set de indicatori pedo-geo-climatici adecvați pentru funcțiile solului*. Datorită activităților antropice intense care au avut loc în principal în ultimele secole, solurile au fost afectate de degradare și poluare în diferite grade. În etapele anterioare, a fost realizată o sinteză a problemelor legate de starea solurilor, care poate fi caracterizată prin conceptele de sănătate a solului și servicii sau funcții ecosistemice, luând în considerare cele cinci funcții ale solului: (1) producția de biomasă, (2) purificarea și reglarea apei, (3) sechestrarea carbonului și reglarea climei, (4) biodiversitatea solului și furnizarea de habitate și (5) reciclarea nutrienților și atenuarea schimbărilor climatice. Pe baza sintezei, a fost elaborat un set preliminar de indicatori relevanți de sănătate a solului, bazați pe descrieri in situ, pe măsurători in situ și analize de laborator, pentru funcțiile solului. În etapa actulă a fost realizat un studiu pe aproape 1000 de profile de sol pentru a defini, adapta, cuantifica și evalua unele funcții ale sănătății solului și indicatorii componenți ai acestora. Analiza a fost realizată pe clase și tipuri de sol și pe tipuri de utilizare a terenurilor pe baza datelor culese în etapele anterioare. Studiul a inclus o arie vastă de diferite regiuni ecologice din România, cu forme de relief diferite (câmpie, dealuri, podișuri, munți), cu climă temperat-continentală conform clasificării climatice Köppen-Geiger (dar la care alltitudinea diversifică, în general, tipurile de climă pe distanțe mici, în special în regiunile muntoase), cu zone specifice de vegetație (terenuri forestiere: 28%, pajiști: 20%, terenuri cultivate – culturi arabile și culturi permanente 41%). Pentru fiecare factor analizat se atribuie un factor de ponderare a căror sumă pentru atributele lor integrate (biologia solului, nutrienții solului, structura solului, hidrologia solului, fiecare cu o pondere de 0,25) este întotdeauna setată la unu în abordarea lor. Pe baza prelucrării statistice au fost propuse scoruri pentru cinci funcții ale solului și un scor global pentru fiecare sol. Scorurile funcționale ale solului reflectă situația actuală pentru majoritatea claselor și tipurilor de sol din România. Din datele analizate și interpretarea rezultatelor obținute, majoritatea solurilor prezintă o situație medie de sănătate satisfăcătoare, deoarece nu au avut loc procese de degradare severă la scară largă, iar scorurile au fost prezentate ca valori medii pentru utilizările terenurilor, clasele de sol și tipurile de sol. Metoda propusă necesită necesită dezvoltări și validări ulterioare.

---

**2.2. Proiecte contractate:**

| Cod obiectiv | Nr. proiecte contractate | Nr. proiecte finalizate | Anul 2025 |
|---|---|---|---|
| **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** | **2917040.02** |
| 1. Cheltuieli de personal | **2680564.02** |
| 2. Cheltuieli materiale şi servicii | **236476.00** |
| **II. Cheltuieli Indirecte: Regia 37% din Total valoare fază (maxim 43% din Total proiect/program)** | **1753494.00** |
| **III. Achiziții / Dotări independente** | **68640.43** |
| **TOTAL ( I+II+III)** | **4739174.45** |

## 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 finanțate în anul 2025 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 | • Stabilirea gradului de încărcare cu PCBs și PAHs a solului din zone afectate de activitatea industrială (fabrici de ciment, de aluminiu, rafinării, parcuri industriale, industrie chimică, industrie constructoare de mașini);<br>• Publicarea unei lucrări științifice în revistă cu factor de impact<br>• Stabilirea gradului de încărcare cu PCBs și PAHs a solului din zonele rezidențiale și cu trafic intens;<br>• Publicarea unei lucrări științifice în revistă cu factor de impact<br>• Stabilirea gradului de încărcare cu PCBs și PAHs a solului din zone având ca surse de poluare activitatea agricolă;<br>• Publicarea unei lucrări științifice BDI<br>• Stabilirea gradului de încărcare cu PCBs și PAHs a solurilor pe care au fost aplicate nămoluri provenite de la stațiile de epurare | • Au fost selectate zone industriale din București, Ilfov, Ploiești, Pitești, Mioveni, Câmpulung, Râmnicu Vâlcea, Slatina, Târgoviște, Brașov și s-a stabilit gradul de încărcare a solului cu PCBs și PAHs în aceste zone.<br>• A fost publicată o lucrare științifică în revistă cu factor de impact<br>• Au fost selectate zone cu trafic intens și zone rezidențiale din București, Ilfov, Brașov, Pitești, Ploiești, Slatina și s-a stabilit gradul de încărcare a solului cu PCBs și PAHs în aceste zone<br>• A fost acceptată pentru publicare o lucrare științifică în revistă cu factor de impact<br>• Au fost selectate terenuri agricole din comune situate in județele Giurgiu și Ilfov și s-au determinat conținuturile de PCBs și PAHs în sol.<br>• A fost acceptată pentru publicare o lucrare științifică BDI<br>• A fost selectat un teren agricol pe care a fost depus nămol orășenesc și s-a stabilit gradul de încărcare a solului cu PCBs și PAHs. |
| **2. PN 23 29 02 01** Noi produse fertilizante organice pentru | • Raport cu rezultatele testelor de eficienta agronomica a biostimulatorilor aplicatii în spațiu de vegetație protejat | Au fost formulate patru mostrele de produse de biostimulanți (variantele V1 – V4) și caracterizate în vederea evaluării eficienței agronomice. Pentru evaluarea |

| | | |
|---|---|---|
| agricultură sustenabilă în contextul utilizării eficiente a resurselor naturale | | eficientei agronomice a celor patru variante de formule de produse fertilizante din categoria biostimulanților, cu matrici AOS și Ppa, au fost testate în spațiu protejat la culturile de vinete (*Solanum melongena*) și respectiv tomate (*Solanum lycopersicum*) comparaiv cu un martor netratat cu biostimulant și un martor nefertilizat de bază. Schema de experimentare utilizată pentru testarea agronomică a celor patru produse a fost: experienţe monofactoriale în blocuri etajate cu variante experimentale aşezate randomizat, fertilizare de bază cu focă fosfatică, respectiv hidroxiapatită. Rezultatele experimentale au evidenţiat o influenţă pozitivă şi un spor de producție asigurat statistic foarte semnificativ (116,4 – 120,2%) comparativ cu varianta martor nefertilizat, la cultura de tomate (*hibrid Graviteț*) în spatiu protejat pe un sol fertilizat cu roca fosfatică (RF), prin aplicarea a trei tratamente cu soluție de biostimulant în concentrație de 1% pe parcursul perioadei de vegetație, corespuzător fenofazelor și în condiții de irigare prin picurare. În cazul unei fertilizării de bază efectuată cu hidroxiapatită (HA) și aplicarea biostimulanților (V1 – V4), la cultura de vinete (*hibrid Minerva F1*) în spațiu protejat, rezultatele experimentale au evidenţiat o influenţa pozitivă şi sporul de producție asigurat din punct de vedere statistic foarte semnificativ (114,6 – 116,1%) comparativ cu varianta martor netratată cu biostimulant.<br>Utilizând datele obținute experimantal (producția obținută/ha) și conținutul de nutrienți a fost calculat exportul de nutrienți cu recolta și sporurile obținute față de martorul nefertilizat, respectiv martorul fertilizat de bază cu roca fosfatică/hidroxiapatită. Pentru cultura de tomate sporurile (%) de nutrienți exportați cu recolta, comparativ cu martorul fertilizat cu rocă fosfatică (RF) s-au situat între valorile: 103% – biostimulantul V4, 109% – V2, 111% – V3 și 115% – V1. Sporurile (%) de nutrienți exportați cu recolta pentru cultura de vinete, comparativ cu martorul fertilizat cu rocă fosfatică (RF) s-au situat intre valorile: 124% – biostimulantul V2, 133% – varianta V4, 166% – varianta V3 și 171% – pentru biostimulantul varaianta V1. Rezultatele obținute în urma caracterizării și testării în spații protejate a celor patru variante de biostimulanți au fost utilizate |

| | | |
|---|---|---|
| | | în etapa următoare pentru perfectionarea formulelor, elaborarea tehnologiilor de obținere și de validare din punct de vedere al eficienței agronomice prin testarea acestora la culturi de câmp.<br>S-a participat la evenimentul CBE JU Info Day în România 2025, organizat în data de 15 mai 2025, la USAMV București, de către UEFISCDI (Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării). Evenimentul a fost dedicat promovării oportunităților oferite de Circular Bio-based Europe Joint Undertaking (CBE JU), în cadrul programului Horizon Europe. |
| | • 4 formule optimizate de biostimulatori, caracterizarea acestora | • Au fost optimizate patru variante de biostimulanți, V1P–V4P, cu matrice sinergică AOS (acizi organici solubilizatori pentru fosfor) + PpA (amestec proteine / peptide / aminoacizi). Optimizarea a avut la bază: (i) un set extins de date fizico-chimice pentru 12 acizi organici (mono, di- și tricarboxilici), (ii) determinarea densității, pH-ului operațional, conținutului de solide și a conductivității pentru variantele preliminare și (iii) studii cinetice de solubilizare a fosforului din rocă fosfatică și hidroxiapatită, descrise cu un model de tip Pseudo-Second Order (PSO, Type 1).<br>Parametrii cinetici (mg/g), respectiv k ($g \cdot mg^{-1} \cdot h^{-1}$) au fost utilizați pentru ierarhizarea acizilor individuali și a combinațiilor AOS–PpA, în condiții de pH diferențiate (≈2,1 și ≈4,2) și timpi de contact scurți/medii (0–6 h) respectiv prelungiți (24–72 h). Valorile ridicate ale coeficientului de determinare ($R^2$) au confirmat robustețea modelului PSO și au permis proiectarea formulărilor astfel încât să maximizeze solubilizarea P la echilibru și să limiteze reprecipitarea $Ca_3(PO_4)_2$. Prin ajustarea controlată a raporturilor între acizi, a dozelor de oxalat, citrat și EDTA și a aportului PpA, au fost stabilite patru formule finale optimizate (V1P–V4P) complet caracterizate din punct de vedere compozițional, fizico-chimic și cinetic, cu ferestre de pH și densitate bine definite, în vederea utilizarii acestora în agricultură. |
| | • Raport cu rezultatul testelor de eficiență agronomică în câmp experimental a celor 4 biostimulatori (anul I) | • A fost determinată eficiența agronomică prin testare în câmp experimental a celor patru variante V1P–V4P, în condițiile unei fertilizări de bază cu rocă fosfatică (≈70 kg $P_2O_5$/ha). Testările au fost realizate pe grâu (*Triticum aestivum*), pe porumb (*Zea* |

| | | |
|---|---|---|
| | | *mays*) și floarea-soarelui (*Helianthus annuus*) cultivate pe două agrofonduri și condiții climatice diferite, în dispozitiv experimental cu variante multiple și replici, cu includerea martorilor nefertilizați, a martorului fertilizat doar cu rocă. Rezultatele au evidențiat sporuri semnificative de producție pentru biostimulanții experimentali față de martorii de referință. La grâu, experimentul a fost amplasat pe un cernoziom cambic vertic cu textură fină, reacție slab acidă la suprafață (pH ≈ 6,2), iar rezultatele obținute privind producția de grâu arată că toate variantele testate depășesc semnificativ martorul M0, inclusiv RF, cu sporuri de peste 25% și cu o semnificație statistică foarte ridicată (ANOVA, $p < 0,001$). La grâu s-au înregistrat creșteri coerente ale conținutului de N, P și K în frunze și ale pigmenților fotosintetici (clorofile și carotenoide), cu corelații strânse între nutriție minerală, intensitatea fotosintezei și producție, ceea ce confirmă îmbunătățirea eficienței utilizării nutrienților.<br>Experimentul desfășurat pe un luvosolul albic a demonstrat că formulările cu pH moderat (V1P și V3P) reprezintă soluția optimă pentru valorificarea rocii fosfatice în condiții de reacție acidă a solului. Astfel, prin aplicarea biostimulanților la floarea-soarelui, martorul fertilizat cu rocă fosfatică a atins deja un nivel ridicat al producției, iar formulările foarte acide (variantele V2 și V4) nu au adus sporuri suplimentare, evidențiind importanța adaptării pH-ului biostimulantului la contextul edafic. La porumb, toate variantele VxP au depășit martorul fertilizat numai cu rocă fosfatică, cele mai mari producții fiind obținute cu variantele V1P (spor de 115.7%) și V3P (spor de 114.8%), concomitent cu menținerea parametrilor agrochimici ai solului în intervale favorabile și cu o ușoară creștere a mobilității unor microelemente (în special Zn), interpretată și ca un posibil indiciu al activării biologice a solului.<br>În urma testărilor agronomice a variantelor de biostimulanți VxP s-u desprins următoarele concluzii și recomandări: (i) biostimulanții VxP sunt compatibili agronomic și agrochimic cu fertilizarea de bază cu rocă fosfatică; (ii) varianta V3P (pH ≈ 4,2) s-a confirmat ca o formulă optimă pentru solurile acide fertilizate cu fosfați naturali, oferind |

| | | |
|---|---|---|
| | | echilibru între producție, calitate și menținerea fertilității solului; (iii) formulele V2P și V4P (pH ≈ 2,1) pot fi utilizate pe soluri neutre sau alcaline, unde efectul de acidifiere locală devine benefic; (iv) parametrii agrochimici post-recoltare arată absența oricărui efect de degradare a solului, iar creșterea ușoară a azotului total și a zincului mobil demonstrează o posibilă activare biologică a solului; (v) rezultatele obținute confirmă că biostimulanții VxP pot contribui la o fertilizare durabilă, de tip regenerativ, valorificând fosfații naturali și îmbunătățind nutriția minerală a culturilor. Dacă fosforul este suficient asigurat prin fertilizarea bază, atunci rolul biostimulatorului nu mai este să asigure un fosfor suplimentar pentru cultură, ci: (i) să grăbească disponibilizarea; (ii) să favorizeze activitatea rădăcina / microflora și (iii) să îmbunătățească translocarea elementelor nutritive cu creșteri atât pentru producție cât și de calitate. |
| | • Diseminarea informațiilor rezultate - 2 articole, cerere de brevet si workshop; | • În cadrul fazei 6 a proiectului au fost elaborate, prezentate și/sau publicate patru articole științifice și de sinteză, cu acoperire atât în reviste și volume indexate, cât și în lucrări prezentate la manifestări științifice naționale. A fost elaborată și înregistrată cererea de brevet de invenție RO137965 (A0) / 28.02.2024, referitoare la o soluție de acizi organici pentru solubilizarea fosfaților din rocă fosfatică. Rezultatele fazei au fost diseminate în Workshopul Național de prezentare a rezultatelor obținute de Institutele Naționale de Cercetare-Dezvoltare în perioada 2021–2024, eveniment organizat de Autoritatea Națională pentru Cercetare, în colaborare cu CCCDI și Universitatea de Vest din Timișoara, iar în cadrul Simpozionul „Îmbunătățirea calității solurilor prin diferite sisteme de agricultură și fertilizare în contextul și schimbărilor climatice” organizat de Filiala Națională Română a CIEC (Centre International des Engrais Chimiques), în colaborare cu Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului – ICPA București în data de 18 iunie 2025, s-a desfășurat și workshop-ul cu titlul *“Metode inovative de solubilizare a fosforului din sol, orientate spre creșterea accesibilității acestuia pentru plante”*, în care au fost prezentate rezultate obținute în cadrul proiectului. |

| | | |
|---|---|---|
| | • Flux de fabricare la nivel pilot a biostimulatorilor; | • Au fost elaborate două fluxuri tehnologice distincte, corespunzătoare celor două familii de produse biostimulante:<br>- Tip A – pentru V1P și V3P: include etape de neutralizare cu NaOH și chelatare cu $Na_2EDTA$, proiectat pentru produse cu pH moderat (4,20 ± 0,05), cu stabilitate fizico-chimică ridicată și capacitate de complexare/chelatizare a ionilor $Ca^{2+}$ și a microelementelor;<br>- Tip B – pentru V2P și V4P: flux fără NaOH și fără EDTA, formulări cu pH foarte scăzut (≈2,10 ± 0,10), orientate spre solubilizare protonică intensă a fosfaților greu solubili și cerințe energetice reduse pe litru de produs.<br>Pentru fiecare flux a fost definită succesiunea completă a etapelor tehnologic, cu etape de dozare apă demineralizată pentru asigurarea masei de reactie, dizolvare fracționată AOS solizi, neutralizare cu NaOH până la pH țintă, dozare fracționată $Na_2EDTA$, adăugare acizi lichizi, încorporare PpA, corecție de volum, omogenizare finală, condiționare.<br>Structura fluxurilor a fost stabilită pe baza bilanțurilor de masă obținute la faza de laborator, permițând dimensionarea sarjelor pilot cu păstrarea raporturilor între componente, a ordinii de dozare și cu controlul pierderilor totale în limitele admise (Tip A ≤0,3%; Tip B ≤0,2%). Pentru Tip A, succesiunea operațiilor include: (1) dozarea apei demineralizate; (2) dizolvarea fracționată a acizilor organici solizi; (3) neutralizarea parțială cu NaOH până la pH-ul țintă 4,20 ± 0,05; (4) dozarea $Na_2EDTA$ în 3–4 incremente (în fereastra de pH stabilită); (5) adăugarea acizilor organici lichizi; (6) încorporarea hidrolizatului proteic PpA; (7) corecția de volum; (8) omogenizarea finală; (9) condiționarea înainte de ambalare. Pentru Tip B, fluxul este simplificat: (1) dozarea apei demineralizate; (2) solubilizarea acizilor solizi; (3) adăugarea acizilor lichizi; (4) dozarea PpA; (5) omogenizarea; (6) corecția de volum; (7) condiționarea. Analiza comparativă a evidențiat diferențe tehnologice clare, dar controlabile: prezența neutralizării și chelatării numai în Tip A, temperaturi maxime de proces de până la 40 °C în etapa de neutralizare (Tip A) versus 35 °C (Tip B) și o complexare chimică ridicată la Tip A versus una redusă la Tip B. Pentru protejarea matricii proteice, dozarea PpA se realizează numai după stabilizarea temperaturii sub 30–35 |

| | | |
|---|---|---|
| | | °C. A fost definit și implementat un sistem de control în proces (IPC/IPQC) comun fluxurilor Tip A și Tip B, cu puncte de măsură pentru pH, temperatură și turație de amestecare în etapele critice; determinarea densității la 20 °C; evaluarea aspectului (claritate, omogenitate, absența depunerilor) și monitorizarea caracteristicilor organoleptice. Parametrii IPC au fost corelați cu bilanțurile de masă și energie, pentru a permite trasabilitatea completă a fiecărei sarje pilot. Documentația tehnologică rezultată cuprinde scheme de proces (flux-diagrame) pentru Tip A și Tip B, tabele cu parametri tehnologici (pH, temperatură, viteză de agitare, timpi de etapă, pierderi admise), descrierea ferestrelor de operare sigure și a procedurilor de dozare fracționată, precum și analize de sensibilitate asupra efectului variațiilor de cântărire sau temperatură asupra densității și compoziției finale. Indicatorul „Flux de fabricare la nivel pilot a biostimulanților" este astfel realizat integral, prin definirea și documentarea unor fluxuri tehnologice scalabile pentru sarje de 100 L, cu parametri de proces, bilanțuri de masă și toleranțe operaționale clar stabiliți, și cu un sistem de control în proces bazat pe densitate–pH–temperatură, care asigură trasabilitatea și reproductibilitatea producției la nivel pilot. |
| | • Raport experimentare in instalație pilot (bilanț de masă și consumuri specifice; | • A fost realizată experimentarea în instalație pilot a biostimulanților VxP (V1P–V4P), utilizând un bioreactor LSL Biolafitte de 200 L, din inox 316L, echipat cu manta de termoreglare și agitator de tip Pitched Blade Turbine (4 pale la 45°), antrenat de un motor de 0,5 kW (turație maximă 400 rpm). Probele pilot au fost obținute în sarje de 100 L, în regim blând (≈22–42 °C, presiune atmosferică), prin aplicarea fluxurilor tehnologice definite în Faza 7a pentru Tip A (V1P, V3P) și Tip B (V2P, V4P). Structura fazelor de proces a permis urmărirea detaliată a bilanțului de masă și a consumurilor specifice pe fiecare bloc operațional: dozarea apei inițiale, solubilizarea acizilor solizi, neutralizarea și chelatarea (pentru fluxul Tip A), dozarea acizilor lichizi, integrarea hidrolizatului proteic PpA și corecția finală de volum, urmate de omogenizarea finală. Pentru fiecare etapă au fost înregistrate cantitățile de materii prime, temperatura, turația de amestecare și timpul de proces. |

| | | |
|---|---|---|
| | | Bilanțurile de masă detaliate, calculate și verificate practic la nivel de sarjă de 100 L. Exemple reprezentative pentru etapa de validare a tehnologiei:<br>• V2P (Tip B): masă totală ≈103,49 kg/100 L, din care ≈90,6 kg apă, ≈3,6 kg acizi solizi, ≈3,67 kg acizi lichizi și ≈5,61 kg hidrolizat; pierdere totală ≈0,039 kg (≈0,038 %).<br>• V3P (Tip A): masă totală ≈103,25 kg/100 L, din care ≈91,6 kg apă, ≈2,45 kg acizi solizi, ≈3,10 kg bloc NaOH + $Na_2$EDTA, ≈0,52 kg acizi lichizi, ≈5,61 kg hidrolizat; pierdere totală ≈0,040 kg.<br>Analiza comparativă a etapelor a aratat că pierderile individuale pentru acizii solizi, blocul NaOH + EDTA, acizii lichizi și hidrolizat sunt mult sub 0,01 %, ceea ce confirmă un control foarte bun al cântăririi, solubilizarea completă a componentelor și absența acumulărilor în zone moarte ale instalației. Densitățile calculate prin metoda covolumelor, cu valori cuprinse aproximativ între 1,025 și 1,049 g/mL pentru V1P–V4P, coincid foarte bine cu densitățile măsurate la scară pilot, abaterile relative menținându-se sub ±1 %. Pentru V3P, densitatea de laborator (≈1,0314 g/mL) și determinările la pilot (≈1,0324 și 1,0316 g/mL, medie ≈1,0320 g/mL) se încadrează confortabil în intervalul de acceptare, cu abateri relative de ordinul +0,04…+0,14 %. Pentru V2P, densitatea medie de laborator (≈1,0223 g/mL) este ușor sub limita inferioară estimată inițial, dar densitățile măsurate la pilot (≈1,0241–1,0248 g/mL, medie ≈1,0244 g/mL) se încadrează în fereastra de control, abaterea relativă fiind mică (–0,19…–0,12 %) și sistematică în jumătatea inferioară a benzii.<br>Pe baza acestor date au fost definite, pentru fiecare variantă, densitatea nominală și o fereastră de acceptare [ρ_min; ρ_max], de lățime ≈±0,002–0,003 g/mL, cu condiția ca abaterea relativă față de densitatea calculată să fie <1 %. Intervalele ρ_min–ρ_max au fost evaluate atât printr-o abordare conservatoare (suma toleranțelor de cântărire), cât și printr-o abordare metrologică bazată pe incertitudine compusă și factor de acoperire k = 2, diferențele fiind practic neglijabile. Densitatea devine astfel un parametru cheie de acceptare a sarjelor pilot și de închidere a bilanțului de masă.<br>În ceea ce privește consumurile specifice de energie, bilanțurile energetice extinse la nivel pilot arată valori apropiate ale |

| | | |
|---|---|---|
| | | energiei de încălzire utile pe sarjă de 100 L pentru fluxurile Tip A și Tip B (≈6,4–6,5 MJ/100 L). Diferențe apar la energia de răcire, mai mare la V3P (≈7,46 MJ) față de V2P (≈4,31 MJ), și la energia etapelor de agitare, de ≈2,18 MJ pentru V3P și ≈1,44 MJ pentru V2P, corelate cu prezența blocului NaOH + EDTA și cu timpii de proces mai mari în fluxul Tip A. Energia totală specifică se încadrează într-un interval tehnologic fezabil pentru operare pilot, situându-se aproximativ în domeniul 135–145 kJ/L produs.<br>În ansamblu, indicatorul „Raport experimentare în instalație pilot (bilanț de masă și consumuri specifice)" este realizat integral. Bilanțurile de masă prin metoda covolumelor, corelate cu densitatea și parametrii de proces, demonstrează pierderi foarte mici și reproducibilitate ridicată a compoziției, iar bilanțurile energetice și de consumuri specifice confirmă fezabilitatea tehnologică și economică a fluxurilor Tip A (V3P) și Tip B (V2P) ca bază pentru trecerea la producție semi-industrială și pentru pregătirea documentației de evaluare a conformității.<br>• Au fost elaborate patru raporte tehnice și economice corespunzatoare celor 4 etape, respectiv: faza 5b, faza 6, faza 7a si faza 7b. |
| | • Raport tehnic și economic etapă | |
| **3. PN 23 29 03 01** Managementul resurselor de sol în agroecosistemele afectate de aridizare în vederea menținerii biodiversității | • Raport științific privind Implementarea tehnologiilor agricole conservative<br>Raport faza 5b/2025 | Prelevare probe sol, efectuarea profilelor agrofizice.<br>Schemă de implementare a tehnologiilor agricole conservative.<br>Buletine de analiza/interpretare rezultate/<br>Publicații: 2 articole în alte periodice.<br>Raport de fază. |
| | Raport științific privind Evaluarea pretabilității tehnologiilor de agricultură conservativă în vederea menținerii biodiversității în contextul schimbărilor climatice;<br>Raport faza 6/2025. | Prelevare probe sol, efectuarea profilelor agrofizice. Impactul practicilor agricole conservative asupra solurilor inventariate/<br>Buletine de analiza/interpretare rezultate/<br>Publicații: 2 articole BDI, 1 articol în alte periodice, 1 participare Conferință Internațională și 1 participare la Workshop.<br>Raport de fază. |
| | Raport științific privind Stabilirea de metode agrotehnice pentru conservarea solurilor afectate de aridizare/deșertificare<br>Raport faza 7a/2025. | Prelevare probe sol, efectuarea profilelor agrofizice. Corelații între indicatorii fizico-chimici și producțiile obținute în cele două tehnologii / Buletine de analiză/ Interpretare rezultate/Raport de fază. |
| | Raport științific privind Influența tehnologiilor de conservare a solului asupra compoziției și activității comunităților microbiene în arealele studiate. | Analiza rezultatelor microbiologice obținute/ Buletine de analiză/ Interpretare rezultate/ Raport de |

| | | |
|---|---|---|
| | Raport faza 7b/2025.<br>Raport anual. | fază/Raport anual. |
| **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 | • Modele de bioacumulare pentru principalele specii de plante graminee şi leguminoase perene identificate în arealele de pajişti permanente din zona studiată;<br><br>• Dispozitive experimentale cu poluare indusă;<br><br>• Dispozitive experimentale cu material de sol poluat istoric;<br><br>• Informarea fermierilor cu privire la nivelul de încărcare cu metale grele a plantelor din arealele slab poluate;<br><br>• 1 articol ISI/ISI proceedings;<br>• 1 articol indexat BDI;<br>• Raport fază<br><br>• Modele de bioacumulare pentru specii de plante leguminoase utilizând datele obținute în experimentele cu poluare indusă;<br>• Modele de bioacumulare pentru specii de plante graminee şi leguminoase perene în experimente organizate în spaţii protejate cu material de sol din zonă poluată istoric;<br><br>• Informarea fermierilor cu privire la nivelul de încărcare cu metale grele a solului și plantelor zona studiului de caz;<br>• 1 articol ISI/ISI proceedings;<br>• 1 articol indexat BDI;<br>• Raport fază | Au fost elaborate modele de bioacumulare pentru principalele specii de plante graminee și leguminoase perene recoltate din areale de pajiști permanente din zona Copșa Mică.<br>Au fost înființate experimente cu poluare indusă monoelement (Cd, Pb, Zn și Cu), pentru fiecare element au fost stabilite 6 variante experimentale, cu două dintre cele mai frecvente specii din familia leguminoaselor: *Trifolium pratense* și *Lotus corniculatus.*<br>Au fost organizate experimente cu materiale de sol poluat istoric, recoltate din diferite puncte în funcție de gradul de încărcare cu metale grele și distanța față de sursa de poluare. Au fost folosite cele mai frecvente specii din familia gramineelor (*Dactylis glomerata*) și din familia leguminoaselor (*Trifolium pratense*).<br>Informarea fermierilor s-a menținut prin prezentarea rezultatelor într-o Fișă sintetică cu rezultatele analitice și limitele maxime admise pentru conținuturile de metale grele din terenurile folosite ca pășuni sau fânețe.<br>Au fost publicate două articole ISI la UȘAMV București în cadrul conferinței internaționale „Agriculture for life, life for agriculture”.<br>Din rezultatele obținute în experimentele cu poluare indusă monoelement (*Trifolium pratense* și *Lotus corniculatus*) și experimentele cu materiale de sol poluat istoric (*Dactylis glomerata* și *Trifolium pratense*) au fost elaborate modele de bioacumulare care estimează dependența stochastică dintre conținutul total de metal din sol, conținutul mobil din sol – forma extractibilă în DTPA și conținutul de metal din plantă.<br>S-a continuat activitatea de informare a fermierilor cu privire la nivelul de încărcare cu metale grele a solurilor și a plantelor de *Medicago sativa* din pajiștile cultivate.<br>Sunt acceptate spre publicare 2 articole: unul la Facultatea de Agronomie – Craiova în cadrul Conferinței Internaționale „Durable Agriculture – Agriculture of the Future” și unul în cadrul Simpozionului CIEC „Îmbunătățirea calității solurilor prin diferite sisteme de agricultură și fertilizare în contextul schimbărilor climatice” la București.<br>Pentru realizarea dispozitivelor |

| | | |
|---|---|---|
| | • Dispozitive experimentale (Realizarea unor teste de incubare);<br>• Descrierea aditivilor folosiți;<br>• 1 articol indexat BDI;<br>• Raport fază/anual. | experimentale de scurtă durată (testede incubare) au selectați și testați opt aditivi, fiecare cu două variante și martor. Toate variantele experimentale au fost efectuate în 3 repetiții.<br>Fiecare aditiv anorganic folosit în realizarea testelor de incubare a fost descris.<br>A fost acceptat spre publicare un articol la Facultatea de Agronomie – Craiova în cadrul Conferinței Internaționale „Durable Agriculture – Agriculture of the Future”. |
| | • Parametrizarea modelelor stochastice de bioacumulare utilizând datele obținute din terenurile cultivate cu leguminoase perene în cadrul activităţilor A5.5 | Pe baza datelor colectate au fost elaborate curbe de regresie care estimează dependența stochastică dintre conținutul total de metal din sol, conținutul de metal mobil din sol - forma extractibilă în DTPA și conținutul de metal din plantele de *Medicago sativa* recoltate din pajiștile cultivate cu leguminoase perene, identificate în zona de studiu, în cadrul activității A5.5. |
| | • Proiectarea unor experimente, în spații protejate, pentru obținerea datelor necesare fundamentării soluțiilor de limitare a transferului metalului din sol în specii de graminee și leguminoase perene;<br>• Raport fază/anual | S-a proiectat experiența pentru obținerea datelor necesare fundamentării soluțiilor de limitare a transferului metalelor din sol în specii de leguminoase perene (*Medicago sativa*).<br>Au fost elaborate patru rapoarte: faza 5b, faza 6, faza 7a, faza 7b și raportul anual. |
| **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 | • colectie de probe de sol (experimentul de fertilizare si rotatia culturilor coordonat de SCDA Fundulea);<br>• colectie de extracte ADN;<br>• baze de date cu cu profile enzimatice si de diversitate functionala (placute Ecoplates);<br>• analize;<br>• teste de laborator in condiții de stres: model experimental;<br>• metodologie;<br>• studiu comparativ;<br>• 2 articole ISI;<br>• 1 articol BDI;<br>• 2 comunicari stiintifice;<br>• raport faza 5b<br>• colectie de probe de sol (experimentul de fertilizare si rotatia culturilor coordonat de SCDA Fundulea);<br>• analize prin tehnici moleculare;<br>• colectie de extracte ADN;<br>• baze de date cu secvente brute de ADN;<br>• teste de laborator în condiții de stres;<br>• studiu privind Influența microbiomilor sintetici asupra plantelor și a proceselor de captare/eliberare de CO2 în condiții de stres;<br>• 2 articole ISI;<br>• 2 articole BDI;<br>• 2 comunicări științifice;<br>• raport faza 6<br>• colectie de probe de sol; | Au fost prelevate 36 și 24 de probe compuse de sol în lunile aprilie, respectiv iunie.<br>A fost extras si stocat în condiții de congelare ADN genomic din probele de sol recoltate in luna iunie<br>Toate rezultatele analizelor fizico-chimice împreună cu rezultatele activităților enzimatice și ale profilelor metabolice au fost incluse într-o baza de date unitară.<br>Testele de laborator in condiții de stres au evidențiat rolul microbiomilor sintetici în sechestrarea și stabilizarea carbonului organic în sol, prin producerea de GSLG și EPS.<br>Au fost publicate 4 articole în jurnale cotate ISI și s-au prezentat două comunicări științifice.<br>Au fost prelevate 36 de probe de sol în sezonul de toamna.<br>Au fost obținute baze de date cu secvențe genetice corespunzătoare ampliconilor 16S V4 din probele de sol prelevate din experimentul de amendare x fertilizare administrat de SCDA Livada.<br>S-au realizat experimentele controlate privind rolul microbiomilor sintetici asupra proceselor de creștere și dezvoltare a tomatelor cherry precum și asupra proceselor de emisie de $CO_2$. |

| | | |
|---|---|---|
| | • analize pentru măsurarea potențialului enzimatic (beta-glucozidază, fosfataza, glucozaminidază și sulfatază) al probelor prelevate in cadrul acestei etape<br>• colecție de probe de sol;<br>• analize pentru măsurarea potențialului enzimatic (beta-glucozidază, fosfataza, glucozaminidază și sulfatază) al probelor prelevate în cadrul acestei etape;<br>• colecție de ADN genomic din probele de sol suplimentare prelevate în cadrul acestei etape | Au fost prezentate 3 comunicări științifice și a fost publicat un articol într-un jurnal cotat ISI.<br>S-au prelevat 30 de probe compuse de sol din experimentul de rotația culturilor x fertilizare administrat de SCDCES Perieni.<br>S-au prelevat 30 de probe compuse de sol din experimentul de lucrările solului x fertilizare administrat de SCDA Turda.<br>A fost extras si stocat în condiții de congelare ADN-ul genomic din probele de sol de la SCDCES Perieni<br>Rezultatele activităților enzimatice și ale profilelor metabolice aferente probelor de la INCDA Fundulea au fost incluse într-o baza de date unitară. |
| **6. PN 23 29 06 01** Instrumente inovative pentru identificarea riscurilor și provocărilor legate de impactul schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice furnizate de sol | • Bază de date georeferențiate pentru evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice din studiul de caz 2 (zona de podiș);<br>• Hărţi la nivel de UAT din sistemul național de monitorizare sol-teren pentru regiunea de dezvoltare Sud-Vest și Vest;<br>• Bază de date cu indicatorii/parametrii chimici pentru MESP;<br>• Bază de date din zona de test 4 (podișul Moldovei) pentru evaluarea productivitatii terenului;<br>• 1 lucrare științifică în reviste indexate ISI/ISI proceedings și 1 în baze de date internaționale<br>• Bază de date georeferențiate pentru evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice din studiul de caz 3 (zona de deal);<br>• Hărţi la nivel de UAT din sistemul național de monitorizare sol-teren pentru regiunea de dezvoltare Centru;<br>• Tabele de corespondență pentru aprecierea similitudinii semnificației informației furnizate de datele determinate în laborator sau câmp prin metode diferite;<br>• Bază de date din zona de test 5 (Cîmpia de Vest) pentru evaluarea productivitatii terenului;<br>• 1 lucrare științifică în reviste indexate ISI/ISI proceedings și 1 în baze de date internaționale<br>• Bază de date din zona de test 6 (Podișul Transilvaniei) pentru evaluarea productivității terenului<br>• Set actualizat de indicatori pedo-geo-climatici adecvați pentru funcțiile solului | • Bază de date georeferențiate pentru evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice din studiul de caz 2 (zona de podiș) și studiul de caz 3 (zona de deal);<br>• Hărţi la nivel de UAT din sistemul național de monitorizare sol-teren pentru regiunea de dezvoltare Sud-Vest și Vest și pentru regiunea de dezvoltare Centru;<br>• Instrument actualizat și flexibil de evaluare a productivității terenului - varianta draft actualizată;<br>• Bază de date din zona de test 4 (podișul Moldovei), zona de test 5(Câmpia de Vest) și zona de test 6 (Podișul Transilvaniei);<br>• Tabele de corespondență pentru aprecierea similitudinii semnificației informației furnizate de datele determinate în laborator sau câmp prin metode diferite;<br>• Bază de date georeferențiate și hărți cu actualizarea stocului de carbon organic sechestrat in soluri agricole si forestiere;<br>• Bază de date cu indicatori (parametri) fizici și chimici de sol din MESP + indicatori chimici suplimentari (actualizați);<br>• 2 lucrări științifice în reviste indexate ISI/ISI proceedings și 2 în baze de date internaționale<br>• proceduri de elaborare a studiilor pedologice;<br>• Set actualizat de indicatori pedo-geo-climatici adecvați pentru funcțiile solului |

**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 | 19 |
| Cărţi/capitole carte | |

| | |
|---|---|
| Comunicări ştiinţiifice | 19 |
| Studii relevante la nivel naţional/domeniului | |
| Strategii elaborate/ actualizate | |
| Teze de doctorat | |
| Produse informatice | 2 |
| Modele | |
| Tehnologii | 2 |
| Planuri | |
| Scheme | |
| Baze de date | 7 |
| Colecţii relevante | 5 colecții de probe de sol<br>3 colecții de extracte ADN genomic |
| Altele asemenea *(se vor specifica* | |

**Din care:**

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

| Nr. | NumeAutori | Titlularticolului | Denumire jurnal, an, volum, pagina nr. | DOI (Digital Object Identifier) | Factor de impact | Numărcitări |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Mihaela Preda, Veronica Tănase, Nicoleta Olimpia Vrînceanu, Florența Jafri, Mihaela Costea, Bogdan-Ștefan Oprea | Assessment of soil contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHS) in Bucharest: sources and distribution | Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering, Vol. XIV, 2025, 402-411. | | 0,6 | - |
| 2. | Mihaela Preda, Veronica Tănase, Nicoleta Olimpia Vrînceanu, Daniela Ilie | Impact of combustion processes on soil pollution with PCBs and PAHs | Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, acceptată spre publicare în volumul 21(1), 2026 | | 0,9 | - |
| 3. | Cristian Paltineanu, Victoria Mocanu, Olga Vizitiu, Horia Domnariu, Sorina Dumitru | Soil organic carbon to clay ratio and bulk density related to some basic soil variables in Romania | Soil Use and Management, publicată: 27 March 2025 | https://doi.org/10.1111/sum.70065 | 3,7 Q2 | 2 |
| 4. | Cristian Paltineanu, Horia Domnariu, Victoria Mocanu și Sorina Dumitru, | Assessing soils' health by using soil organic carbon (SOC) content, SOC/clay ratio and mean SOC reference values: a case study on Romanian mineral | The Journal of Agricultural Science, publicată online de Cambridge University Press: 24 Aprilie 2025, Vol. 163 (3), 307-319, | DOI 10.1017/S0021859625000280 | 2,2 Q2 | 1 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | soils | | | | |
| 5. | Vlad Virgil, Dumitru Sorina, Toti Mihai, Simota Cătălin, Dumitru Mihail. | Dominant Soil Map of Romania at 1:700k scale | Geoderma Regionals, un jurnal Open Access – sub tipar | GEODRS-D-25-01187 | | - |
| 6. | Bogdan Ștefan Oprea, Dumitru-Marian Motelică, Nicoleta Olimpia Vrînceanu, Vera Carabulea, Georgiana Plopeanu, Mihaela Costea | Bioaccumulation of cadmium, lead, zinc and copper in red fescue (*Festuca rubra* L.) grown in polluted meadows in Copșa Mică | Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering. Vol. XIV, 2025 Print ISSN 2285-6064, CD-ROM ISSN 2285-6072, Online ISSN 2393-5138, ISSN-L 2285-6064 p. 368-376 | | 0,6 | - |
| 7. | Georgiana Plopeanu, Nicoleta Olimpia Vrînceanu, Mariana Rozsnyai, Vera Carabulea, Bogdan Ștefan Oprea, Mihaela Costea, Dumitru-Marian Motelică | Correlation between heavy metals in soil and *Lotus corniculatus* in a study achieved in Copșa Mică | Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LXVIII, No. 2, 2025 ISSN 2285-5785; ISSN CD-ROM 2285-5793; ISSN Online 2285-5807; ISSN-L 2285-5785 | | 0,6 | - |
| 8. | Matei S., Matei Gabi-Mirela, Dumitru Sorina, Mocanu Victoria, Dumitrașcu Monica | Carbon stabilization and sequestration processes in soil through synthetic microbiomes | Scientific papers, Series B Horticulture, 2025, 64(1) | | 0.3 | - |
| 9. | Domnariu, H., Trippe, K. M., Botez, F., Partal, E., Postolache, C | Long-term impact of tillage on microbial communities of an Eastern European Chernozem | Scientific Reports, 2025, 15 (1), 642 | https://doi.org/10.1038/s41598-024-84590-y | 3.9 Q1 | 7 |
| 10. | Gabi-Mirela MATEI, Sorin MATEI, Laurențiu Liviu URECHESCU, Elena Maria DRĂGHICI | Differences in microbial diversity and community structure among two vermicompost granulations | Scientific Papers, Series B, Horticulture, 2025, vol.LXVIV, nr.2 | | 0.3 | - |
| 11. | Paltineanu Cristian, Mocanu Victoria, Dumitru Sorina, Domnariu Horia | Soil functions depending on soil indicators in various environments and land uses–a case study of Romania | Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 2025, 20(1), 27-46 | 10.26471/cjees/2025/020/311 | 0.9 | 2 |

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

| Nr. | NumeAutori | Titlularticolului | Denumire jurnal, an, volum, pagina nr. |
|---|---|---|---|
| 1. | Mihaela Preda, Veronica Tănase, Nicoleta Vrînceanu, Vera Carabulea, Cosmin Burcea | Soil contamination by PCBs and PAHs related to the paint industry | Acceptată spre publicare în Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series) Vol. 55/1/2025 |
| 2. | Sîrbu Carmen, Mărin Nicoleta, Ursan Patrick | The effect of amendment and fertilization on some chemical characteristics of the soil | Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru, 2023, 53(1), pp. 412–418, ISSN 1841-8317 |
| 3. | Cioroianu Traian, Sîrbu Carmen, Mihalache Daniela | Biochar – a product with valuable applications | Scientific Papers. Series A. Agronomy, 2023, 66(1), pp. 665–676; ISSN 2285-5785; ISSN CD-ROM 2285-5793; ISSN Online 2285-5807; ISSN-L 2285-5785 |
| 4. | Lavinia Burtan, Amelia Anghel, Monica Dumitrașcu, Mihaela Lungu, Marian Mușat. | The effects of soil tillage practices on the physico-chemical properties of typical preluvosoil | Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series) Vol. 55/1/2025, sub tipar. The 21th Annual Meeting ''Durable Agriculture-Agriculture of the Future''. 20-22 noiembrie, Craiova |
| 5. | Amelia Anghel, Lavinia Burtan, Monica Dumitrașcu, Mihaela Lungu, Marian Mușat. | Soil resilience to current climate change under the impact of new agricultural technologies | Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series) Vol. 55/1/2025, sub tipar. The 21th Annual Meeting ''Durable Agriculture-Agriculture of the Future''. 20-22 noiembrie, Craiova |
| 6. | Fudulu Ionuț Daniel, Surugiu Eduard | Georeferencing methods for analog map integration into GIS | Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series), Vol. 55/1/2025, sub tipar |
| 7. | Vera Carabulea, Nicoleta Olimpia Vrînceanu, Dumitru-Marian Motelică,Bogdan Ștefan Oprea, Mihaela Costea, Georgiana Plopeanu, Mihaela Preda | Heavy metals concentrations in *Dactylis glomerata* L. plants in an experiment with induced pollution soil in the greenhouse | Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series), Vol. 55/1/2025, sub tipar |
| 8. | Bogdan Ștefan Oprea, Dumitru-Marian Motelică,Nicoleta Olimpia Vrînceanu, Vera Carabulea, Georgiana Plopeanu, Mihaela | Study regarding the assessment of heavy metals content in *Festuca rubra* L. grown on artificially contaminated soil | Analele Universităţii din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series), Vol. 55/1/2025, sub tipar |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Costea, Veronica Tănase | | |

**4.2.3. Cărți/capitole carte:**

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

**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. | Marin Nicoleta, Sîrbu Carmen, Dumitru Mihail | Calitatea solului aluvionar calcaric sub cultura de lucernă | A XXXIV-a ediție a simpozionului „Factori și procese pedogenetice din zona temperată" – „Particularități pedologice în aria vulcanică a Harghitei și Depresiunea Ciucului". Editura Universității ,,Alexandru Ioan Cuza'' din Iași. Miercurea Ciuc, 1-5 octombrie | 2025 |
| 2. | Sîrbu Carmen, Cioroianu Traian Mihai | Biochar – opțiune promițătoare pentru ameliorarea solurilor și reducerea impactului climatic în agricultură | A XXXIV-a ediție a simpozionului „Factori și procese pedogenetice din zona temperată" – „Particularități pedologice în aria vulcanică a Harghitei și Depresiunea Ciucului". Editura Universității ,,Alexandru Ioan Cuza'' din Iași. Miercurea Ciuc, 1-5 octombrie | 2025 |
| 3. | Anghel Victoria Amelia, Burtan Lavinia, Dumitrașcu Monica, Vizitiu Olga, Trifan Daniela | Studiu privind factorii care determină intensificarea fenomenului de aridizare la nivelul resurselor de sol din județul Brăila | A XXXIV-a ediție a simpozionului „Factori și procese pedogenetice din zona temperată" – „Particularități pedologice în aria vulcanică a Harghitei și Depresiunea Ciucului". Editura Universității ,,Alexandru Ioan Cuza'' din Iași. Miercurea Ciuc, 1-5 octombrie | 2025 |
| 4. | Anghel Amelia, Burtan Lavinia, Monica Dumitrașcu, Calciu Irina | The impact of different soil tillage systems on the physical characteristics of soils in the context of current climate change | Conferința Internațională ,,Management of Genetic Biodiversity by Plant Breeding and Sustainable Agricultural Technologies". INCDA Fundulea, România, 28 noiembrie, AULA ASAS București | 2025 |
| 5. | Burtan Lavinia, Dumitrașcu Monica, Anghel Amelia Victoria, | Evolution of soil chemical characteristics under the impact of various agricultural technologies and economic | Conferința Internațională ,,Management of Genetic Biodiversity by Plant Breeding and Sustainable Agricultural | 2025 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Petre Marius Bogdan, Petcu Victor, Ciornei Laurențiu | scenarious in Southern Romania | Technologies". INCDA Fundulea, România, 28 noiembrie, AULA ASAS București | |
| 6. | Lavinia Burtan, Amelia Anghel, Monica Dumitrașcu, Sorina Cernat | Influența lucrărilor solului asupra însușirilor fizice în diferite zone pedoclimatice | Workshop ,,Cercetări Agricole adaptate noilor condiții climatice, economice și legislative''. INCDA Fundulea, România, 3 octombrie | 2025 |
| 7. | Burtan Lavinia, Anghel Amelia, Monica Dumitrașcu, Cernat Sorina. | Cercetări privind factorii care determină intensificarea fenomenului de aridizare la nivelul resurselor de sol din județul Tulcea | Simpozionul ,,Îmbunătățirea calității solurilor prin diferite sisteme de agricultură și fertilizare în contextul schimbărilor climatice''. Asociația Filiala Națională Română CIEC. 18 iunie 2025, Aula ASAS București | 2025 |
| 8. | Anghel Amelia, Lavinia Burtan, Monica Dumitrașcu, Lazăr Rodica | Implementarea tehnologiilor conservative de lucrări ale solului în cadrul unității Cogealac, județul Constanța | Simpozionul ,,Îmbunătățirea calității solurilor prin diferite sisteme de agricultură și fertilizare în contextul schimbărilor climatice''. Asociația Filiala Națională Română CIEC. 18 iunie 2025, Aula ASAS București | 2025 |
| 9. | Carmen-Alina Gherghina, Daniel Fudulu, Eduard Surugiu, Cosmin Burcea | Aspecte privind starea actuală de aprovizionare a solurilor | Simpozionul ,,Îmbunătățirea calității solurilor prin diferite sisteme de agricultură și fertilizare în contextul schimbărilor climatice'', 18 Iunie 2025, organizat de Asociația Filiala Națională Română CIEC și ICPA București | 2025 |
| 10. | Fudulu Ionuț Daniel, Surugiu Eduard | Georeferencing methods for analog map integration into GIS | Simpozionul The 21$^{th}$ annual meeting "Durable Agriculture – Agriculture of the Future" | 2025 |
| 11. | Irina Calciu, Elena Partal, Emilian Negrilă | Lucrările solului în sprijinul protecției mediului | Simpozionul ,,Îmbunătățirea calității solurilor prin diferite sisteme de agricultură și fertilizare în contextul schimbărilor climatice'', 18 Iunie 2025, organizat de Asociația Filiala Națională Română CIEC și ICPA București | 2025 |
| 12. | Vera Carabulea, Nicoleta Olimpia Vrînceanu, Dumitru-Marian Motelică, Bogdan Ștefan Oprea, Mihaela Costea, Georgiana Plopeanu, Mihaela | Heavy metals concentrations in *Dactylis glomerata* L. plants in an experiment with induced pollution soil in the greenhouse | "Durable Agriculture - Agriculture of the future" 20-22.11.2025, Craiova | 2025 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Preda | | | |
| 13. | Bogdan Ștefan Oprea, Dumitru-Marian Motelică, Nicoleta Olimpia Vrînceanu, Vera Carabulea, Georgiana Plopeanu, Mihaela Costea, Veronica Tănase | Study regarding the assessment of heavy metals content in *Festuca rubra* L. grown on artificially contaminated soil | "Durable Agriculture - Agriculture of the future" 20-22.11.2025, Craiova | 2025 |
| 14. | Vera Carabulea, Nicoleta Olimpia Vrînceanu, Dumitru-Marian Motelică, Georgiana Plopeanu, Bogdan Ștefan Oprea, Mihaela Costea | Estimarea conținutului de metale grele în plantele de trifoi alb (*Trifolium repens*) recoltate din pajiștile permanente din zona Copșa Mică | Simpozionul ,,Îmbunătățirea calității solurilor prin diferite sisteme de agricultură și fertilizare în contextul schimbărilor climatice'', 18 Iunie 2025, organizat de Asociația Filiala Națională Română CIEC și ICPA București | 2025 |
| 15. | Matei S., Matei Gabi-Mirela, Dumitru Sorina, Mocanu Victoria, Dumitrașcu Monica | Carbon stabilization and sequestration processes in soil through synthetic microbiomes | Conferința Internațională „Agriculture for Life, Life for Agriculture", 5-7 iunie, București | 2025 |
| 16. | Horia Domnariu, Anca-Rovena Lăcătușu, Alexandra Leonte, Felicia Chețan | Efecte ale fertilizării asupra unor parametri biochimici și microbiologici de calitate a solului, în două experimente agricole clasice | Simpozionul ,,Îmbunătățirea calității solurilor prin diferite sisteme de agricultură și fertilizare în contextul schimbărilor climatice'', 18 Iunie 2025, organizat de Asociația Filiala Națională Română CIEC și ICPA București | 2025 |
| 17. | Gabi-Mirela MATEI, Sorin MATEI, Laurențiu Liviu URECHESCU, Elena Maria DRĂGHICI | Differences in microbial diversity and community structure among two vermicompost granulations | Conferința Internațională „Agriculture for Life, Life for Agriculture", 5-7 iunie, București | 2025 |
| 18. | Horia Domnariu, Patrick Ursan, Carmen Postolache, Florina Botez, Anca-Rovena Lăcătușu | Efecte ale amendării și fertilizării de lungă durată asupra unor proprietăți chimice, microbiologice și biochimice ale solului | A XXXIV-a ediție a simpozionului „Factori și procese pedogenetice din zona temperată" – „Particularități pedologice în aria vulcanică a Harghitei și Depresiunea Ciucului". Editura Universității ,,Alexandru Ioan Cuza'' din Iași. Miercurea Ciuc, 1-5 octombrie | 2025 |
| 19. | Horia Domnariu, Elena Partal, Anca-Rovena Lăcătușu | Long-term effects of crop rotation and fertilization on chemical and biochemical soil properties | Conferința Internațională "Management of Genetic Biodiversity by Plant Breeding and Sustainable Agricultural Technologies", București, 28 noiembrie | 2025 |

**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 | 2 | - Știrile PRO-TV (UE impune prima lege pentru sănătatea solului) – intervenție telefonică Dr. Mihail Dumitru (24.10.2025);<br>- Agro-TV – emisiunea Agricultura la raport – interviu televizat Dr. Mihail Dumitru (9.07.2025) |
| Emisiuni radio | - | |
| Presă scrisă/electronică | 2 | - ZF.ro : ZF Agropower <<Cum poate România să valorifice potențialul agricol prin cercetare? >> interviu Dr. Olga Vizitiu (19.03.2025);<br>- Jurnalul.ro <<Cum a ajuns România la agricultura „în orb”: „Țara pierde enorm prin faptul că nu-și cunoaște solurile și nu poate să dea niște răspunsuri adecvate fermierilor”>> interviu Dr. Mihail Dumitru (29.10.2025) |
| Reviste | - | |
| Bloguri | - | |
| Podcast | - | |
| Altele: Workshop | 2 | - Workshopul Național de prezentare a rezultatelor obținute de Institutele Naționale de Cercetare-Dezvoltare în perioada 2021–2024, eveniment organizat de Autoritatea Națională pentru Cercetare, în colaborare cu CCCDI și Universitatea de Vest din Timișoara, 3 – 5.09.2025. |

| | | |
|---|---|---|
| | | - În cadrul Simpozionului „Îmbunătățirea calității solurilor prin diferite sisteme de agricultură și fertilizare în contextul schimbărilor climatice” organizat de Filiala Națională Română a CIEC (Centre International des Engrais Chimiques), în colaborare cu Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului – ICPA București în data de 18 iunie 2025, s-a desfășurat și workshop-ul cu titlul *“Metode inovative de solubilizare a fosforului din sol, orientate spre creșterea accesibilității acestuia pentru plante”*, în care au fost prezentate rezultate obținute în cadrul proiectului. La workshop au participat reprezentanți ai mediului academic din cercetare si mediul universitar, producatori de fertilizanți si fermieri. |
| Întâlniri cu stakeholderii din zona Copșa Mică | 2 | Întâlniri cu partenerii sociali, proprietarii pășunilor și fermierii din zona afectată de contaminare (Axente-Sever, Agârbiciu, Șoala, Micăsasa, Copsa Mica, Tarnava si Bazna) pentru prezentarea rezultatelor și informarea acestora cu privire la limitele maxim admise pentru conținuturile de metale grele din terenurile folosite ca pășuni sau fânețe, oferind astfel proprietarilor o imagine mai clară a riscurilor asociate utilizării acestor terenuri. |
| Întâlniri cu stakeholderii din zona de sud a României | 17 | Întâlniri cu fermierii din zona de sud a României susceptibilă de fenomene de aridizare (17 UAT-uri din 11 județe) pentru prezentarea rezultatelor obținute din experimentele în care se practică agricultura conservativă și a efectelor benefice ale acesteia comparativ cu agricultura convențională. |

**c) contribuie la elaborare teze de doctorat**

| Nume prenume doctorand | Titlu teza | Anul prevazut pentru susținereapublica |
|---|---|---|
| COSTEA Mihaela | Cercetări privind utilizarea unor amendamente anorganice în scopul reducerii bioacumulării metalelor grele în legume | 2026 |
| JAFRI Florența | Beneficii ale co-compostării gunoiului de grajd cu biomasa reziduală de la prelucrarea lavandei (Lavandula angustifolia Mill.) | 2026 |
| BURCEA Cosmin – Andrei | Cercetari privind Managementul Integrat al buruienilor din cultura de usturoi în zona de Sud a României | 2028 |
| MORARU Irina Ramona | Cercetări privind regimul zincului în sistemul sol-plantă la cultura de porumb în partea Sud-Estică a României | 2028 |
| MARICA Dora | Cercetări privind activitatea biologică a solurilor în diferite ecosisteme de pajiști | 2029 |
| SURUGIU Eduard | Utilizarea tehnicilor GIS pentru caracterizarea și monitorizarea solurilor erodate și salinizate din zona de sud est a României | 2029 |

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

| Tip | Nr. total În anul 2025 |
|---|---|
| Tehnologii | 2 |
| Procedee | |
| Produse informatice | 2 |
| Reţele | |
| Formule | 4 |
| Metode | |
| Baze de date | 7 |
| Colecții relevante | 5 colecții de probe de sol, 3 colecții de ADN genomic |
| Altele asemenea *(se vor specifica):* | 2 studii eficiență agronomică |
| | |

**Din care:**

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

| | Nr.propuneribrevete | Anulînregistrării | Autorul/Autorii | Numelepropunerii de brevet |
|---|---|---|---|---|
| OSIM | RO137965 | 2024 | Cioroianu Traian Mihai, Sîrbu Carmen Eugenia, Calciu Irina - Carmen | Soluţie de acizi organici pentru solubilizarea fosfatului din rocă fosfatică utilizată ca fertilizant în agricultură |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| EPO | - | | | |
| | | | | |
| WIPO | - | | | |
| | | | | |
| USPTO | - | | | |

**4.4. Structura de personal implicat în programul-nucleu:**

| | | Număr în anul 2025 |
|---|---|---|
| Categorii personal CDI | CS1/ IDT1 | 22 |
| | CS2/ IDT2 | 7 |
| | CS3/ IDT3 | 19 |
| | CS/ IDT | 3 |
| | ACS | 5 |
| | Personal auxiliar cu studii superioare | - |
| | Personal auxiliar cu studii medii | 15 |
| Total personal CDI atestat | | 56 |
| Total personal CDI cu titlul de doctor | | 37 |
| Total personal CDI | | 71 |

**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 | 0.52 | 2005 | 1043 |
| 2 | BACIU Cristian-Andrei | ASC | Membru în proiect | 0.54 | 2023 | 1089 |
| 3 | BAZAOCHI Jeni | T I | Membru în proiect | 0.62 | 2005 | 1250 |
| 4 | BURCEA Cosmin-Andrei | ASC | Membru în proiect | 0.37 | 2023 | 748 |
| 5 | BURTAN Lavinia | CS I | **Responsabil proiect** | 0.53 | 2005 | 1074 |
| 6 | CALCIU Ilie | CS III | Membru în proiect | 0.4 | 2005 | 807 |
| 7 | CALCIU Irina-Carmen | CS I | Membru în proiect | 0 | 2005 | 0 |
| 8 | CARABULEA Vera | CS III | **Responsabil proiect** | 0.44 | 2005 | 886 |
| 9 | CIOROIANU Traian-Mihai | CS I | Membru în proiect | 0.47 | 2005 | 936 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | CONDOROŢEANU Maria | Lab. I | Membru în proiect | 0.32 | 2005 | 647 |
| 11 | CONSTANTIN Carolina | CS I | Membru în proiect | 0.33 | 2005 | 666 |
| 12 | COSTEA Mihaela | CS III | Membru în proiect | 0.32 | 2019 | 634 |
| 13 | COSTEA Petre | T I | Membru în proiect | 0.31 | 2005 | 617 |
| 14 | CREANGĂ Ion | CS III | Membru în proiect | 0.2 | 2017 | 393 |
| 15 | DOMNARIU Horia Vasile | CS III | Membru în proiect | 0.42 | 2018 | 837 |
| 16 | DOROBANŢU Daniela | T III | Membru în proiect | 0.23 | 2009 | 471 |
| 17 | DRAGOMIR Elena Cristina | T III | Membru în proiect | 0 | 2005 | 0 |
| 18 | DUMITRAŞCU Monica | CS II | Membru în proiect | 0.55 | 2005 | 1106 |
| 19 | DUMITRU Mihail | CS I | Membru în proiect | 0.12 | 2005 | 248 |
| 20 | DUMITRU Sorina Iustina | CS I | **Responsabil proiect** | 0.35 | 2005 | 695 |
| 21 | FLOREA Ioana | T III | Membru în proiect | 0.51 | 2014 | 1032 |
| 22 | FUDULU Ionuţ Daniel | CS | Membru în proiect | 0.27 | 2022 | 549 |
| 23 | GHERGHINA Carmen Alina | CS II | Membru în proiect | 0.33 | 2005 | 663 |
| 24 | GRAFU Iulia Adriana | CS III | Membru în proiect | 0 | 2018 | 0 |
| 25 | GRIGORE Adriana Elena | CS III | Membru în proiect | 0.42 | 2010 | 836 |
| 26 | IANCU Mariana | CS III | Membru în proiect | 0.54 | 2005 | 1093 |
| 27 | ILIE Daniela Cătălina | CS | Membru în proiect | 0.5 | 2005 | 1006 |
| 28 | IOFCIU Daniela Andreia | CS | Membru în proiect | 0.53 | 2022 | 1073 |
| 29 | JAFRI Florența | ASC | Membru în proiect | 0.43 | 2024 | 871 |
| 30 | LAMBRU Marian | ASC | Membru în proiect | 0.37 | 2024 | 733 |
| 31 | LAZĂR Rodica Doina | CS III | Membru în proiect | 0.23 | 2005 | 456 |
| 32 | LĂCĂTUŞU Anca-Rovena | CS I | **Responsabil proiect** | 0.44 | 2005 | 884 |
| 33 | LUNGU Mihaela | CS I | Membru în proiect | 0.44 | 2005 | 881 |
| 34 | MANEA Alexandrina | CS I | Membru în proiect | 0.36 | 2005 | 730 |
| 35 | MARICA Dora | CS III | Membru în proiect | 0.47 | 2019 | 943 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 36 | MARIN Ion | T II | Membru în proiect | 0.27 | 2022 | 540 |
| 37 | MARINESCU Mihai | T III | Membru în proiect | 0.54 | 2005 | 1083 |
| 38 | MATEI Mirela-Gabi | CS I | Membru în proiect | 0.45 | 2005 | 903 |
| 39 | MATEI Sorin | CS I | Membru în proiect | 0.45 | 2005 | 894 |
| 40 | MĂRIN Nicoleta | CS I | Membru în proiect | 0.45 | 2005 | 900 |
| 41 | MIHALACHE Daniela | CS I | Membru în proiect | 0.52 | 2005 | 1046 |
| 42 | MOCANU Victoria | CS II | Membru în proiect | 0.24 | 2005 | 473 |
| 43 | MORARU Irina-Ramona | CS III | Membru în proiect | 0.46 | 2005 | 923 |
| 44 | MOTELICĂ Dumitru-Marian | CS III | Membru în proiect | 0.49 | 2005 | 983 |
| 45 | NOVACEK Cristina | T I | Membru în proiect | 0.41 | 2005 | 816 |
| 46 | OPREA Bogdan Ştefan | CS III | Membru în proiect | 0.37 | 2018 | 740 |
| 47 | PĂLTINEANU Cristian | CS I | Membru în proiect | 0 | 2005 | 0 |
| 48 | PLOPEANU Iuliana Georgiana | CS II | Membru în proiect | 0.3 | 2005 | 604 |
| 49 | POPESCU Carmen Marinela | T I | Membru în proiect | 0.27 | 2007 | 533 |
| 50 | NEACSA Claudia-Elena | CS I | Membru în proiect | 0.39 | 2005 | 782 |
| 51 | PREDA Mihaela | CS II | **Responsabil proiect** | 0.37 | 2005 | 737 |
| 52 | RADNEA Cristina | CS III | Membru în proiect | 0.5 | 2005 | 1002 |
| 53 | RĂDUCU Daniela | CS I | Membru în proiect | 0.58 | 2005 | 1166 |
| 54 | ROZSNYAI Mariana | CS III | Membru în proiect | 0.34 | 2005 | 680 |
| 55 | RUJOI Bogdan-George | CS III | Membru în proiect | 0.56 | 2014 | 1129 |
| 56 | SÎRBU Carmen Eugenia | CS I | **Responsabil proiect** | 0.48 | 2005 | 963 |
| 57 | STĂNESCU Ana-Maria | CS III | Membru în proiect | 0.54 | 2014 | 1077 |
| 58 | STĂNILĂ Anca-Luiza | CS II | Membru în proiect | 0.41 | 2009 | 824 |
| 59 | SURUGIU Eduard | ASC | Membru în proiect | 0.41 | 2023 | 822 |
| 60 | TĂNASE Veronica | CS II | Membru în proiect | 0.34 | 2005 | 673 |
| 61 | URSU Manuela | T I | Membru în proiect | 0.36 | 2022 | 723 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | VĂLEANU Onița | T II | Membru în proiect | 0.11 | 2009 | 219 |
| 63 | VIŞOIANU Gina | T I | Membru în proiect | 0.53 | 2005 | 1072 |
| 64 | VIZITIU Olga Petruța | CS I | **Director program** | 0.08 | 2005 | 160 |
| 65 | VOICU Petre | CS I | Membru în proiect | 0.58 | 2005 | 1162 |
| 66 | VOICU Valentina | CS I | Membru în proiect | 0.38 | 2005 | 756 |
| 67 | VRÎNCEANU George Andrei | CS I | Membru în proiect | 0 | 2005 | 0 |
| 68 | VRÎNCEANU Nicoleta-Olimpia | CS I | Membru în proiect | 0.37 | 2005 | 746 |
| 69 | FRIGIOIU Roxana | T II | Membru în proiect | 0.13 | 2025 | 254 |
| 70 | STĂNESCU Elena | CS III | Membru în proiect | 0.14 | 2025 | 289 |
| 71 | TCACIUC Constantin | Muncitor | Membru în proiect | 0.19 | 2005 | 372 |
| | **Total** | | | **25.89** | | **51943** |

**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 de achiziție și prelucrare date cromatografice pentru cromatograf de lichide Knauer | 30.07.2025 | 26748,96 | PN 23 29 01 01 | 26748,96 |
| 2. | Lampă deuteriu pentru AAS | 25.09.2025 | 6071,78 | PN 23 29 03 01 | 6071,78 |
| 3. | Etuvă | 09.09.2025 | 10055,10 | PN 23 29 06 01 | 10055,10 |
| 4. | Centrifugă de laborator fără răcire, model Neya, 16 High Speed 4x175 ml, 16000 Rpm, include: Insert I 7-5/7, Insert I 7-10, Insert I 4-15F | 23.05.2025 | 14562,04 | PN 23 29 05 01 | 14562,04 |
| 5. | Aparat foto Mirrorless Nikon Z50 II, 20.9 MP, 4K, Wi-Fi + Obiectiv 16-50mm, Negru | 20.05.2025 | 5699,99 | PN 23 29 05 01 | 5699,99 |
| 6. | U.C. Lenovo 12SC0010R + Printer Canon TR4650 + Soft WIN11PRO, MS OFFICE 2024 H&B | 20.05.2025 | 5502,56 | PN 23 29 05 01 | 5502,56 |

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

| | Nr. | Tip |
|---|---|---|
| **Proiecte internaţionale** | 1 | COST action (Proposal Reference OC-2025-1-29011) |
| | | |
| | | |
| **Proiecte naţionale** | - | |
| | | |
| | | |

**6. Rezultate cu potențial de transfer în vederea aplicării**:

| Tip rezultat | Instituţiabeneficiară (numeinstituţie) | Efecte socio-economice la utilizator |
|---|---|---|
| Studiu privind fitoremedierea celulelor aferente paturilor de uscare nămol de la SEAU Bacău | Compania de Consultanță în Energie și Mediu (CCEM) | Reducerea efectelor negative asupra mediului asociate prezenței depozitelor istorice de nămoluri orășenești |
| Servicii de proiectare tehnică - Închidere in situ a compartimentului nr. 1 şi fitoremedierea celor două compartimente 2 şi 3 epuizate ale depozitului de nămol de epurare aparţinând Companiei Apa Brasov S.A. | Compania de Apă Brașov SA | Reducerea efectelor negative asupra mediului asociate prezenței depozitelor istorice de nămoluri orășenești |
| Procedura de georeferențiere și digitalizare a hărților analoage de sol și teren ale Unităților Administrativ Teritoriale | Ministerul Agriculturii şi Dezvoltării Rurale | Prelucrarea şi analiza datelor spaţiale, provenite din surse “clasice”, convenţionale (hărti, planuri, etc) este o soluţie prin care se pot rezolva raţional, inteligent şi eficient problemele tot mai dificile legate de utilizarea resurselor terestre. |
| Proceduri de elaborare a studiilor pedologice | Ministerul Agriculturii şi Dezvoltării Rurale (MADR); Firme de arhitectură sau cadastru care realizează PUG sau PUZ; Fermierii; Oficiile teritoriale/ judeţene de studii pedologice şi agrochimice (OSPA);Direcţiile generale judeţene pentru agricultură şi dezvoltare rurală (DADR); Primării etc. | Realizarea studiilor pedologice al arealelor desemnate pentru a fi introduse în intravilan este un suport în încadrarea arealelor în clase de calitate și în calcularea valorii terenului din punct de vedere al MADR. |
| Baze de date cu indicatorii/parametrii chimici și fizici pentru MESP | Ministerul Agriculturii şi Dezvoltării Rurale (MADR); Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor (MMAP); Fermierii; Oficiile teritoriale/ judeţene de studii pedologice şi agrochimice (OSPA); Direcţiile generale judeţene pentru agricultură şi dezvoltare rurală (DADR); etc. | Sunt utilizate ca suport în managementul integrat al resurselor de soluri şi terenuri pentru evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice furnizate de sol. |

| | | |
|---|---|---|
| Baze de date georeferențiate pentru evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra serviciilor ecosistemice | Ministerul Agriculturii şi Dezvoltării Rurale (MADR); Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor (MMAP);Fermierii;Oficiile teritoriale/judeţene de studii pedologice şi agrochimice (OSPA);Direcţiile generale judeţene pentru agricultură şi dezvoltare rurală (DADR); etc. | Identificarea riscurilor și provocărilor legate de impactul schimbărilor climatice asupra tipurilor de servicii ecosistemice furnizate de sol în vederea pregătirii implementării Misiunii UE ”Adaptarea la schimbările climatice, inclusiv transformarea societală” prin definirea și adaptarea indicatorilor de risc climatic. |

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

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

Derularea activităților planificate pentru anul 2025 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.
Rezultatele științifice obținute în cadrul proiectelor componente ale Programului Nucleu PN 23 29 au fost publicate în reviste de specialitate în regim ”open access”, accesul la datele de cercetare fiind asigurat printr-o solicitare transmisă către autorul corespondent, respectând totodată principiul ”cât mai deschis cu putință, dar atât de închis cât este necesar”.
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 2025 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 |