

MINISTERUL CERCETARII SI INOVARII
*(Instituția administrației publice centrale sub
autoritatea căreia funcționează Ofertantul)*

PROGRAM NUCLEU
(Structura cadru)

1. **Contractor** (denumirea completă și prescurtată): Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului - ICPA București
INCDPAPM-ICPA București

2. **Cod fiscal:** RO 18107639

3. **Denumirea programului-nucleu - acronim:** Științele SOLului în sprijinul soluționării provocărilor SOCietale (SOLSOC)

4. **Valoare:** 2.506.375 lei

5. **Scopul programului:**

Terenul și solul joacă un rol vital în satisfacerea necesităților pentru hrană, apă potabilă, energie, adăpost, infrastructură precum și pentru a răspunde eficient provocărilor societale ce vizează schimbările climatice, resursele naturale neregenerabile și inechitățile/neconformitățile în utilizarea factorilor de mediu.

Terenul și solul constituie resurse limitate, supuse unor presiuni și conflicte în continuă creștere ce contribuie la utilizarea excesivă a capitalului natural. A motiva "necesitățile comerciale uzuale" nu este o opțiune; este o nevoie evidentă și urgentă pentru mai multă înțelepciune în folosirea terenului și gestionarea solului în vederea realizării unui echilibru între utilizarea capitalului natural, furnizării serviciilor ecosistemice și necesitățile societății.

Programul nucleu și-a propus dezvoltarea cunoștințelor și elaborarea instrumentelor practice pentru soluționarea unor provocări societale generate de necesitatea creșterii producțiilor agricole, includerea problemelor de mediu în politicile agricole, evaluarea riscurilor induse de schimbările globale asupra producției agricole și refacerea terenurilor degradate.

Prin programul nucleu pentru anul 2018 s-au dezvoltat și utilizat rezultatele de cercetare și dezvoltare din programele nucleu anterioare: „Gestionarea riscului indus de schimbările globale asupra resurselor de sol - frontieră a zonei critice terestre - GRISGSOL” (2016-2017), „Utilizarea durabilă a resurselor de sol - URS” (2009-2015). În cadrul proiectelor incluse în programul nucleu SOLSOC au fost incluse și activitățile din proiectele programului nucleu anterior care nu au fost finalizate.

6. **Durata programului - luni :** 10 luni

7. Obiectivele programului:

Obiectivele programului nucleu s-au încadrat în Strategia de Cercetare, Dezvoltare și Inovare a ICPA actualizată, aprobată de Consiliul de Administrație al INCDPAPM-ICPA în luna decembrie 2017 (<http://www.icpa.ro>).

Programul nucleu 2018 a fost structurat pe 4 obiective (6 proiecte):

- Obiectiv 1 - De la indicatori la implementare: Instrumente integrate pentru o evaluare holistică a utilizării terenurilor agricole.

Reducerea distanței dintre decidenții politici și disciplinele științifice prin integrarea locală transdisciplinară în vederea evaluării rolului tipurilor de folosințe a terenurilor agricole sau a regiunilor climatice în abordarea necesităților societale și specificului socio-economic local. Cercetările dezvoltă metodologii (regionale sau specifice tipului de folosință a terenurilor) pentru realizarea evaluării integrate.

- Evaluarea hazardului, vulnerabilității și riscului de secetă pedologică pentru principalele culturi agricole - o abordare pedo-climatică și socio-economică la nivel administrativ-teritorial (proiect nefinanțat).
- Dezvoltarea unui sistem informatic bazat pe evaluarea calitativă a parametrilor restrictivi locali ai solurilor în acord cu practicarea unui management sustenabil al resurselor naturale (proiect nefinanțat).
- Obiectiv 2 - Bio-Economie - valorificarea potențialului concomitent cu asigurarea durabilității solurilor.

Valorificarea potențialului solului în vederea susținerii bio-economiei prin mai bună înțelegere a relațiilor solului cu domeniul economic în scopul îmbunătățirii utilizării terenurilor pentru producția de biomasă și consum. Este necesară identificarea unor alternative pentru resursele neregenerabile. Solurile pot furniza bio-resurse importante dar supra-exploatarea acestora trebuie prevenită în vederea menținerii funcțiilor sistemului solului.

- Model de evaluare a eficienței utilizării azotului la nivel de fermă (proiect finanțat, dar nefinalizat)
- Obiectiv 3 - Sisteme agricole pentru menținerea fertilității solului în condițiile asigurării necesarului de hrană.

Înțelegerea potențialului diferitelor sisteme de producție agricolă în condițiile menținerii nivelului de fertilitate a solului și reducerea impactului negativ de mediu asociat practicilor convenționale intensive. Cunoaștere aprofundată a aspectelor economice și tehnice ale sistemului de agricultură ecologică conduce la îmbunătățirea competitivității și determina orientarea globală către practici de agricultură durabilă.

- Conservarea materiei organice din sol în diferite sisteme de agricultură în contextul schimbărilor globale (proiect finanțat, dar nefinalizat).

- Analiza sensibilității indicatorilor edafici din sistemul de agricultură cu Înaltă Valoare Naturală și a viziunii grupurilor de interes asupra impactului practicilor de agro-mediu, politicilor protecției solurilor și provocărilor societale conexe (proiect finanțat și finalizat).
- Obiectiv 4 - Management durabil pentru refacerea valorii ecologice și socio-economice a terenurilor degradate.

Cercetările identifica tipurile de degradare și abordările specific regionale ale restaurării și reabilitării în vederea valorificării terenurilor degradate.

- Evaluarea impactului metalelor grele asupra solului și vegetației în scopul fundamentării științifice a unor recomandări de limitare a efectelor negative și a îmbunătățirii calității vieții în zone afectate de contaminarea istorică (proiect finanțat, dar nefinalizat).

În cadrul acestor obiective, în funcție de fondurile alocate prin ordin de ministru, au fost contractate un număr de 4 proiecte, din care va fi finalizat un singur proiect.

8. Sinteză privind rezultatele programului

Rezultatele obținute pe perioada de derulare a Programului Nucleu 2018 pentru proiectele în derulare sunt:

- model pentru evaluarea indicatorului “eficiența utilizării azotului (NUE)” la nivel de fermă;
- planuri de management al nutrienților pentru optimizarea indicatorului “eficiența utilizării azotului (NUE)”;
- scenarii la nivel de fermă pentru demonstrarea funcționalității modelului de evaluare a indicatorului “eficiența utilizării azotului (NUE)”;
- sinteză documentară privind evoluția materiei organice sub influența sistemelor de fertilizare și a schimbărilor climatice;
- organizarea câmpului experimental în vederea urmăririi efectului de fertilizare asupra materiei organice din protosolurile antropice și recoltare probe sol din experiențe de lungă durată pentru stabilirea efectului fertilizării de lungă durată asupra unor caracteristici chimice ale solului;
- actualizarea sintetică a referințelor privind sistemele HNV;
- Studiu privind Evaluarea impactului edafic al menținerii sistemelor HNV
- localizarea, extinderea în teren a arealului pilot Ib, realizarea inventarului și istoricului tehnologic, amplasarea, scurtă descriere a profilelor, recoltarea probelor de sol;
- Studiu privind Percepția grupurilor de interes privind rolul și importanța solului în cadrul politicilor de agro-mediu
- Baza de date cu soluri din zone HNV
- Studiu privind Analiza sensibilității parametrilor edafici în zone agricole HNV
- implementarea în teren a chestionarelor și anchetei sociologice; controlul și verificarea informațiilor;
- dezvoltarea unui program (soft) de suport-decizie pentru planificatori și decidenți;
- prelucrarea și interpretarea datelor analitice, caracterizarea arealului pilot HNV II Caraș-Severin;
- analiza sensibilității indicatorilor edafici și dezvoltarea unui set de indicatori de evaluare expeditivă a calității solului în sistemul HNV;

- studiu documentar de sinteză a informațiilor existente în domeniul siturilor contaminate din România;
- studiu preliminar privind stabilirea metodologiei de experimentare în scopul fundamentării unei metode de remediere a solului contaminat;

În Anexa 1 sunt prezentate detalii privind activitățile desfășurate în cadrul fiecărui proiect finanțat în cadrul Programului Nucleu.

9. Informații financiare privind derularea proiectului

Valoarea programului nucleu „Științele solului în sprojinul soluționării problemelor societale - SOLSOC” a avut valoarea de 2.506.374 lei.

Programul s-a desfășurat în 4 etape cu următoarele valori:

- Etapa 1 (termen de predare 15 iunie 2018) : 1.612.095 lei
- Etapa 2 (termen de predare 30 septembrie 2018) : 528.910 lei
- Etapa 3 (termen de predare 10 decembrie 2018) : 121.850 lei
- Etapa 4 (termen de predare 10 decembrie 2018) : 243.520 lei

10. Lista lucrărilor științifice publicate în cadrul programului nucleu

Nicoleta Marin, Andrei Vrinceanu, Anca-Rovena Lacatusu, Carmen Sirbu, Mihail Dumitru, 2018, Agricultural reclamation of the sterile dumps resulting from surface mining of lignite, International Scientific Conferences on Earth and Geo Sciences - SGEM VIENNA GREEN HOFBURG, S G E M 2 0 1 8, *In press*;

Mărin Nicoleta, Dumitru Mihail, Sîrbu Carmen, Cioroianu Traian, Agapie Alina, 2018, Effects on long term fertilization with np on soil fertility, Global and Regional in Environmental Protection, 15-17 November, 2018 Timisoara, Romania, *In press*;

Nicoleta Mărin, Mihail Dumitru, Carmen Sîrbu, Traian Cioroianu, 2018, „The influence of N and P fertilization on some chemical characteristics of the soil”, 8th International Multidisciplinary Scientific Conference on Earth & GeoSciences SGEM 2018, ISSN 1314-2704, DOI:10.5593/SGEM_GeoConference;
<https://sgemworld.at/sgemlib/spip.php?article11952>

Nicoleta Mărin, M. Dumitru, Carmen-Eugenia Sârbu, 2018, Nitrate pollution of groundwater in some agricultural areas of romania and its effect on consumers wellness, 4th International Conference Water Across Time in Engineering Research - WATER 2018, Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE), *In press*;

Nicoleta Mărin , Nicoleta Vrinceanu , Naliana Lupașcu , Mihail Dumitru, 2018, Heavy metals from the soil and mineral fertilization, Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LXI, No. 1, 2018 ISSN 2285-5785; ISSN CD-ROM 2285-5793; ISSN Online 2285-5807; ISSN-L 2285-5785;
<http://agronomyjournal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/current>

Mihail Dumitru, Nicoleta Mărin, Andrei Vrînceanu, Alexandrina Manea, 2018, Rehabilitation by natural mitigation of the polluted soils with heavy metals from Zlatna area, International Scientific Conferences on Earth and Geo Sciences - SGEM VIENNA GREEN HOFBURG, S G E M 2018, In press;

Cioroianu Traian, Sîrbu Carmen, Daniela Mihalache, Mihail Dumitru, Nicoleta Mărin, 2018, „Fertilizers with natural organic substances, agrochemical effects”, 18th International Multidisciplinary Scientific Geoconference & Expo SGEM 2018, 30.06- 09.07.2018, Albena, ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/SGEM_GeoConference
<https://sgemworld.at/sgemlib/spip.php?article11952>

Mihail Dumitru , Andrei Vrînceanu, Nicoleta Mărin, Anca Lăcătușu, Lavinia Burtan, 2018, „Rehabilitation of the sterile dumps resulting from surface mining of lignite”, 18th International Multidisciplinary Scientific Geoconference & Expo SGEM 2018, 30.06-09.07.2018, Albena, ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/SGEM_GeoConference
<https://sgemworld.at/sgemlib/spip.php?article11952>

Manea A., Dumitru M.I, Vrinceanu N., Dumitru S., Plopeanu G., 2018. The heavy metal contents in the agricultural monitoring sites cross on the counties affected by historical pollution, 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, Conference proceedings, Vol. 18, Issue 32: 219-226

Manea A., Eftene A., Anghel A., Marinescu M., 2018. Soil contamination in the proximity of the historical copper smelter - A review, 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, Conference proceedings, Vol. 18, Issue 32: 479 - 486

Dumitrașcu M., Ștefănescu S. L., 2018, *Stakeholders perceptions on soil quality relevance and on the impact of soil protection policies in Romania*, Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific Geoconference-SGEM, Section: Ecology, Economics, Education and Legislation, Volume 18, Issue 5.3, 751-758.

Matei S., Matei G-M., Dumitrașcu M., 2018, *Soils from HNV agriculture systems as source of microorganisms with antifungal activity*, The EuroBiotech Journal/De Gruyter, vol. 2, issue 4 (October), 196-199, ISSN-2564-615X.

Matei S., Matei G-M., Dumitrașcu M., 2018, *Assessing antagonistic capacity of microorganisms from soils with high natural value for biotechnologies of ssupressiveness transfer*; Journal of Biotechnology, vol. 280 (S), S46; ISSN 0168-1656;
<http://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2018.06.147>

Dumitrașcu M., Ștefănescu S. L., 2018, *Soil conservation in High Natural Value farming: towards to a closer science-civil society cooperation*, Conference Proceedings of the „Global and regional environmental protection-GLOREP”, 15-17 November 2018, Timișoara, Politehnica Publishing House (sub tipar).

Dumitrașcu M., Lungu M., Sorin Liviu Ștefănescu S. L., Mocanu V., Rizea N., Matei S., 2018, *Soil quality of high natural value farmland Caraș-Severin northern hilly area*, Conference Proceedings of the „ Soil Forming Factors and Processes from the Temperate Zone”, XXVIIIth edition, 21-23 September 2018, Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” Iași (sub tipar).

Dumitrașcu M., Ștefănescu S. L., Tabără V., Dumitru M., 2019, *A science-policy interface: stakeholders' interactive consultations on soil and land management research needs, threats and policies*, Romanian Agricultural Research, vol. 39 (sub tipar).

Dumitrașcu M., Lungu M., Ștefănescu S. L., Mocanu V., Matei G-M., Lazăr R, 2019, *Soil fertility assessment of an high natural value eligible area in South-Eastern Transylvania*, Journal of Present Environment and Sustainable Development/De Gruyter; Vol. 13 (1); ISSN 1843-5971 (sub tipar)

Burtan Lavinia, Vizitiu Olga, Calciu Irina., 2018. *Fertilization plan at farm level for compliance with the action programs required by the Nitrates Directive*. 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Conference Proceedings Vol. 18. Water Resources. Forest, Marine and Ocean Ecoystems, 13. Soils. p. 197-204. Issue: 3.2. 2 July-8 July, Bulgaria

https://www.sgem.org/documents/programme/Day4_Programme_POSTER.pdf

Irina Calciu, Monica Dumitrașcu, Lavinia Burtan. 2018. *Nitrogen use efficiency at farm level*. GLOBAL and REGIONAL in ENVIRONMENTAL PROTECTION GLOREP2018. Timisoara. *In press*

Alexandrina, Manea, Mihail, Dumitru, Nicoleta Vrînceanu, Alina Eftene, Amelia Anghel, Andrei Vrînceanu, Petru Ignat, Sorina Dumitru, Victoria Mocanu - Soil heavy metal status from Maramureș County, România, prezentata la Simpozionul GLOREP-2018 („*Global and Regional in Environmental Protection*”) organizat de „Universitatea politehnică din Timișoara în cooperare cu Universitatea de Vest din Timișoara, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Regele Mihai I al României" din Timișoara, Universitatea din Petroșani (UPET), cu sprijinul Asociația pentru Mediu din Balcani (B.EN.A) și Fundația Politehnica (in press)

11. Diverse

Din cauza constrângerilor financiare obiectivele inițiale ale PN „„Științele solului în sprijinul soluționării problemelor societale - SOLSOC” au fost realizate doar parțial. In cele patru etape în care s-a desfășurat PN doar un proiect urmează a fi finalizat:

- Analiza sensibilității indicatorilor edafici din sistemul de agricultură cu Înaltă Valoare Naturală și a viziunii grupurilor de interes asupra impactului practicilor de agro-mediu, politicilor protecției solurilor și provocărilor societale conexe” - PN 18 44 03 02,

3 proiecte au primit finanțare parțială:

- Model de evaluare a eficienței utilizării azotului la nivel de fermă PN 18 44 02 01
- Conservarea materiei organice din sol în diferite sisteme de agricultură în contextul schimbărilor globale PN 18 44 03 01
- Evaluarea impactului metalelor grele asupra solului și vegetației în scopul fundamentării științifice a unor recomandări de limitare a efectelor negative și

a îmbunătățirii calității vieții în zone afectate de contaminarea istorică PN 18
44 04 01

2 proiecte nefiind finanțate.

DIRECTOR GENERAL,
Cătălin Cristian SIMONA



DIRECTOR ECONOMIC,
Ecaterina TÂRHOACĂ

Anexa 1 Detalii privind activitățile desfășurate în cadrul fiecărui proiect finanțat în cadrul Programului Nucleu.

Proiectul: PN 18 44 02 01:

Model de evaluare a eficienței utilizării azotului la nivel de fermă

Faza: 1 "Elaborarea modelului pentru evaluarea indicatorului "eficiența utilizării azotului (NUE)" la nivel de fermă"

Rezultate obținute în faza 1:

- model conceptual pentru evaluarea indicatorului "eficiența utilizării azotului (NUE)" la nivel de fermă;
- bază de date privind natura și mărimea fermei, managementul agricol, tipul de sol și date privind parametrii climatici necesare pentru experimentarea/validarea modelului de evaluare.

Pentru îndeplinirea obiectivului specific fazei 1/2018, s-a elaborat metodologia (modelul) pentru evaluarea eficienței utilizării azotului la nivel de fermă.

Descrierea etapelor de parcurs pentru aplicarea Modelului de Evaluare a NUE la nivel de fermă:

1. Definiția indicatorului "eficiența a utilizării azotului (NUE)"

Indicatorul NUE se obține din raportul dintre suma intrărilor de azot (N intrări) și cea a ieșirilor de azot (N ieșiri) la nivel de fermă. În cazul sistemelor agricole vegetale, sunt luate în considerare ca ieșiri de azot (N ieșiri) recoltele, inclusiv fructele, legumele și paie (în cazul în care paie sau alte resturi vegetale sunt transportate în afara fermei). În sistemele zootehnice, ieșirile de azot (N ieșiri) pot fi laptele, carnea, ouăle, lâna și animalele. În cazul sistemelor mixte, ieșirile de azot din fermă sunt atât produsele vegetale cât și cele animaliere. NUE crește odată cu creșterea ieșirilor de azot prin produsele obținute la nivel de fermă și/sau cu scăderea intrărilor de azot în fermă. Pe de altă parte, NUE poate scădea când ieșirile de azot cu produsele obținute în fermă sunt reduse, iar intrările de azot sunt relativ ridicate.

Pentru estimarea cu exactitate a NUE trebuie luate în considerare toate intrările de azot (N intrări) din fermă, inclusiv îngrășămintele cumpărate, compostul, hrana animalelor, materialele de plantare și așternutul animalelor, dar și depunerea azotului atmosferic și a azotului fixat de leguminoase. Unele intrări vor fi identificate din datele statistice ale fermelor (achizițiile), iar altele vor trebui obținute din tabele utilizând abordarea etapizată.

Indicatorul NUE este influențat de lungimea perioadei analizate. De exemplu, în cazul unei ferme vegetale ar trebui să se ia în calcul toată perioada de rotație a culturilor. În cazul fermelor zootehnice, se ia în calcul toată durata de viață a unui animal. Dacă rotația culturilor sau numărul de animale nu se modifică mult, atunci se poate realiza o estimare exactă a NUE pe durata unui an de zile. De preferat este însă ca intrările de azot (N intrări), ieșirile de azot (N ieșiri), NUE și surplusul de azot (N surplus) să se efectueze pentru mai

mulți ani, în scopul urmăririi variațiilor anuale și a modificărilor în performanță apărute de-a lungul timpului.

2. Estimarea indicatorilor N intrări și N ieșiri

Pentru estimarea indicatorului NUE (eficiența utilizării azotului) sunt necesare date precise privind indicatorii N intrări și N ieșiri. Aceste date trebuie colectate, procesate și raportate într-un mod unitar, pentru a permite compararea între ferme, dar și între diferiți ani, cât și pentru corelarea rezultatelor cu valorile de referință. Indicatorii N intrări și N ieșiri depind parțial de tipul de bilanț al azotului. În cadrul acestui proiect propunem bilanțul azotului la nivel de fermă, datorită în principal ușurinței în colectarea datelor; nu sunt necesare estimări ale cantităților de azot din iarba, furajele și gunoiul de grajd produse în cadrul fermei.

Sunt prezentate elementele de intrări și ieșiri necesare pentru estimarea bilanțului azotului la nivel de fermă. Aceste date permit estimarea la nivel de fermă a indicatorilor N ieșiri, NUE și N surplus, în cazul tuturor tipurilor de fermă. Însă, nu toate elementele sunt la fel de importante pentru toate fermele. De exemplu, în cazul fermelor zootehnice sunt relevante intrările de furaje, hrană și materiale pentru așternutul animalelor, în timp ce pentru fermele vegetale importante sunt intrările de semințe și material săditor.

2.1. Estimarea intrărilor de azot (N intrări)

Intrările de azot la nivel de fermă se estimează din cantitățile de produse ce au fost folosite într-un anumit an și din conținutul mediu de azot dintr-un anumit produs. Prin urmare, conținutul de azot adus cu elementele intrate în fermă trebuie corectat pentru modificările stocurilor din fermă. În continuare în raport sunt descrise toate intrările de azot într-o fermă.

2.2. Estimarea ieșirilor de azot (N ieșiri)

Ieșirile de azot se estimează din cantitățile produse recoltate și din conținutul mediu de azot dintr-un anumit produs. Recoltele pot fi temporar stocate la nivelul fermei și vândute într-un alt an (când se estimează că prețurile ar putea fi mai mari). Însă, cantitatea totală de producție obținută trebuie înregistrată, indiferent dacă producția se vinde în anul recoltării sau într-un an ulterior. De aceea, ieșirile de azot nu se corectează în cazul păstrării producției sau variației stocurilor (spre deosebire de N intrări). În continuare în raport sunt descrise toate ieșirile de azot dintr-o fermă.

2.3. Estimări ale indicatorilor N intrări și N ieșiri

În unele cazuri nu este posibil să se întregistreze toate intrările și ieșirile de azot, ori anumite elemente din bilanțul azotului nu pot fi estimate cu ușurință. În această situație, se pot folosi estimări. Propunem ca întotdeauna estimările să se realizeze pentru 8 elemente de intrări și 3 elemente de ieșiri din bilanț. Trebuie raportată însă originea estimărilor (literatură sau opinii expert).

2.4. Evaluarea indicatorilor NUE, N ieșiri și N surplus

În această etapă a metodologiei sunt prezentate formulele de calcul pentru indicatorii NUE, N intrări, N ieșiri și N surplus. Toti indicatorii NUE, N ieșiri și N surplus reprezintă valorile

medii evaluate la nivel de fermă. Valorile ieșirilor și surplusului de azot sunt exprimate pe unitatea de suprafață (ha).

2.5. Evaluarea variațiilor rezervei de azot din sol

În această etapă a metodologiei s-au descris formele de azot sub care se găsește în sol și modul de variație a azotului odată cu modificări în rotația culturilor și, în special, după conversia pășunilor permanente în teren arabil și invers. Variații ale azotului organic din sol au loc și cu modificarea tipului de fertilizare sau îngrășare organică, a practicilor de cultivare a solului, variații ale condițiilor climatice (temperatura medie, precipitații). Aceste variații pot avea efecte mari asupra indicatorilor NUE, N ieșiri și N surplus.

În continuare, se recomandă să se realizeze rapoarte privind NUE la nivel de fermă, care să includă totodată și discuții despre posibilitățile și riscurile de variație a azotului organic din sol și despre efectele posibile asupra NUE.

3. Caracterizarea tipurilor de fermă, management, condiții climatice și de sol

Eficiența utilizării azotului (NUE) depinde de tipul de fermă sau sistemul de agricultură, de management, condițiile de mediu și socio-economice. De aceea, este important să se țină cont de acești factori atunci când se iau în considerare diferențele în NUE și când se formulează instrucțiuni pentru îmbunătățirea NUE. În acest capitol sunt descriși factorii care trebuie raportați în plus pe lângă indicatorii N intrări și N ieșiri descriși în capitolul anterior. Informațiile sunt necesare pentru stabilirea relației (statistice) dintre NUE pe de o parte și tipul de fermă, management, climă și tipuri de sol pe de altă parte.

3.1. Caracterizarea tipurilor de fermă

Există o mare varietate de sisteme agricole, în funcție de: resursele de bază, tipul întreprinderii, culturi, animale și factori limitativi. Se poate realiza o primă distincție între (i) sistemele specializate pe producție vegetală, (ii) sistemele specializate pe producția animalieră și (iii) sistemele de producție mixtă.

Termenul de tipologie a fermelor reprezintă un instrument util pentru descrierea tipurilor de ferme, deoarece mărimea fermei, intensitatea, specializarea și utilizarea terenului sunt factori determinanți pentru indicatorii NUE, N ieșiri și N surplus. Se disting ferme de animale care nu dețin teren agricol, dar o mare parte din fermele zootehnice care dețin și teren agricol achiziționează hrană pentru animale și din alte părți, ceea ce influențează la nivel de fermă indicatorii NUE, N ieșiri și N surplus. Prin urmare, propunem includerea nivelului de externalizare în descrierea exploatației, în care externalizarea este definită ca procentul din hrana animalelor (exprimat în greutate uscată) utilizat în fermă și care este importat din afara fermei.

3.2. Caracterizarea managementului

Managementul este considerat adeseori ca fiind cel de-al patrulea factor de producție, pe lângă teren, muncă și capital. Uneori este considerat ca cel mai important factor de performanță a unei ferme. Scopul caracterizării managementului este acela de a corela managementul cu indicatorii NUE, N ieșiri și N surplus. Într-o primă fază trebuie făcută distincția între managementul culturilor și managementul animalelor.

3.3. Caracterizarea climei

Informațiile climatice sunt corelate cu alte date de mediu, pentru a se ajunge la o clasificare a terenurilor în straturi relativ omogene. Clasificarea se bazează pe gruparea statistică. La nivel de Europa au fost stabilite 13 zone pedoclimatice diferite (12 pentru UE, 1 pentru Turcia). La nivel de România sunt grupate 3 zone pedoclimatice : estul, sudul și sud-estul țării se încadrează în zona pedoclimatică panoniană, vestul, centrul și nordul țării în zona continentală, iar zona muntoasă a Carpaților se încadrează în zona pedoclimatică alpină.

Riscurile pierderilor de N prin volatilizarea amoniacului, levigarea nitraților și scurgerea nitraților și a fosfaților de pe terenurile agricole sunt, de asemenea, influențate de climă. Pierderile prin volatilizarea amoniacului sunt ridicate atunci când temperatura și umiditatea sunt relativ mari și când nu cad precipitații. Levigarea și scurgerea nitraților apar cel mai probabil în condițiile căderii ploilor abundente și atunci când aporturile de apă (precipitații + irigare) depășesc evapotranspirația. De asemenea, geomorfologia și condițiile solului joacă un rol important în pierderile de azot.

3.4. Caracterizarea condițiilor de sol și panta terenului

În această etapă din metodologie sunt descrise caracteristicile cele mai importante ale solului pentru creșterea culturilor și pierderile de azot prin levigare. Acestea sunt: adâncimea solului, panta, textura, materia organică și pH-ul. Adâncimea solului este o combinație între "adâncimea până la roca mamă" (adâncimea la care se găsește roca mamă în profilul solului) și "adâncimea de obstrucționare a creșterii rădăcinilor" (straturile de sol care limitează pătrunderea rădăcinilor în sol, cum ar fi rocile, straturile impermeabile și apele subterane). Panta terenului nu influențează atât de mult creșterea plantelor (dar afectează înclinația spre soare a plantelor), însă influențează foarte mult munca în teren și riscul de scurgere și eroziune. Textura solului se referă la proporția diferitelor clase de dimensiuni ale particulelor. Textura solului (în acest caz este vorba de fracția de particule fine < 2 μm) influențează în mare măsură proprietățile fizice, chimice și biologice ale solului, în special capacitatea de stocare a apei, capacitatea de schimb de cationi și reținerea și accesibilitatea nutrienților pentru plante. Materia organică din sol și pH-ul influențează structura solului, precum și caracteristicile de reținere și accesibilitate a nutrienților.

4. Model pentru raportarea indicatorilor NUE, N ieșiri și N surplus la nivel de fermă

În mod ideal, rapoartele întocmite de exploatațile agricole au un format unitar, pentru a ușura înțelegerea raportului și pentru a facilita comparația între ferme. În această fază este prezentată schița generală a raportului. În practică, există mari diferențe între tipurile de ferme, în special între principalele tipuri de ferme, cum ar fi (i) ferme vegetale, (ii) ferme zootehnice, care includ ferme mixte vegetale-zootehnice și (iii) ferme cu culturi permanente (culturi agricole), cum sunt livezile, podgoriile, livezile de măslini. Diferențele dintre aceste tipuri de ferme pot justifica modificările ușoare aduse rapoartelor.

În continuare, în această etapă a descrierii modelului sunt caracterizate diferitele tipuri de ferme (vegetale, legumicole, zootehnice, mixte vegetale – zootehnice și de culturi permanente). Indicatorii NUE, N ieșiri și N surplus din diferitele tipuri de ferme ar trebui să fie raportați la nivelul exploatației și, de preferință, la nivelul rotației. Trebuie furnizată o

descriere a rotației culturilor și a tipurilor de culturi din rotație. În unele cazuri, fermierul ar putea fi interesat și de estimarea NUE, N ieșiri și N surplus, la nivel de parcelă pentru anumite culturi.

De asemenea, trebuie înregistrate în raport toate corecțiile efectuate pentru eventualele stocuri depozitate în fermă (pentru intrările de azot în fermă (N intrări), iar celelalte elemente care intră în calculul bilanțului azotului, cum ar fi cantitățile de material săditor, îngrășăminte, gunoi de grajd, compost și/sau nămol care se aplică pe teren. Cantitățile de material săditor, îngrășăminte, gunoi de grajd, compost și/sau nămol se înmulțesc cu conținutul lor în azot, care se recomandă să fie determinat în laboratoare acreditate de către companiile de distribuție ale acestor produse sau valoarea lui se poate obține din tabele.

Intrările și ieșirile totale de azot dintr-o fermă sunt exprimate pe unitatea de suprafață agricolă semănată/plantată. Prin urmare, terenurile nelucrate, zonele tampon/de protecție nu sunt incluse în terenul agricol al fermei, exceptând cazul în care aceste zone fac parte integrantă din rotația culturilor. Rezultatele indicatorilor NUE, N ieșiri și N surplus pot fi prezentate și grafic. Variațiile rezervelor de azot din sol (în partea superficială, 0-25 cm) trebuie înregistrate și comentate în raport cu NUE.

Faza: 2: Planuri de management al nutrienților pentru optimizarea indicatorului “eficiența utilizării azotului (NUE)”

Rezultate obținute:

- determinarea coeficienților de transfer din sistemul sol-plantă-animal;
- elaborarea planurilor de management al nutrienților pentru optimizarea indicatorului “eficiența utilizării azotului (NUE)”.

Pentru îndeplinirea obiectivului specific fazei 2/2018, s-au elaborat planuri de management al nutrienților pentru optimizarea indicatorului “eficiența utilizării azotului (NUE)”.

1. Factori limitativi în aplicarea îngrășămintelor

1.1. Principii generale de aplicare a îngrășămintelor

În condițiile în care îngrășămintele sunt aplicate necorespunzător pe terenul agricol, fără a ține seama de cerințele plantei cultivate, există un risc ridicat de apariție a unui exces de azot care nu poate fi valorificat eficient de plantă, se acumulează în sol și ulterior poate determina poluarea corpurilor de apă. Prin urmare pentru a proteja corpurile de apă împotriva poluării cu nitrați sunt necesare limitări în ceea ce privește aplicarea îngrășămintelor ținând cont de cerințele plantei cultivate, luând în considerare toate sursele de azot accesibil existente.

1.2. Analiza factorilor luați în considerare pentru limitarea aplicării îngrășămintelor pe terenurile agricole

În analiza factorilor luați în considerare pentru limitarea aplicării îngrășămintelor pe terenurile agricole trebuie să avem în vedere următorii factori:

- Solul
- Condițiile climatice
- Utilizarea terenului
- Utilizarea bălegarului animalier ca îngrășământ organic
- Fertilizarea echilibrată

Acești factori sunt în strânsă corelație și guvernați de abilitatea plantei de a asimila azotul și de efectul combinat al factorilor climatici, proprietățile solului, caracteristicilor intrinseci ale surselor de intrare a azotului și a plantei cultivate și de managementul agricol.

2. Recomandări de fertilizare

2.1. Principii generale

Un bilanț prin care trebuie să stabilim recomandări de fertilizare ne arată modul în care trebuie să luăm în considerare toate inputurile de azot. O diferențiere detaliată a recomandărilor de fertilizare cu azot poate fi realizată în funcție de planta cultivată, teren și valorile specifice ale inputurilor și outputurilor. Sunt necesare informații privind nivelul recoltei potențiale, conținutul de azot per unitatea de cultură, abilitatea plantei de a prelua azotul din sol și gradul în care azotul este acumulat în organele plantei care sunt utilizate în evaluarea producției agricole.

2.2. Recomandări de doze de azot

Au fost realizate 2 studii caz pentru calculul rezervei de azot mineral la nivel de fermă și a indicatorului eficiența utilizării azotului (NUE). Rezultatele obținute la nivelul unei ferme sunt prezentate în continuare.

S-au constatat următoarele:

- NUE este mic datorită aplicării necontrolate în trecut a dejecțiilor de porcine sub formă de turbureală în doza de circa 180 kg/ha (posibil anual), constituindu-se astfel o rezervă de N în sol, aparent cu risc ridicat de levigare a N pe profilul de sol.
- Levigarea este totuși redusă datorită tipului de sol care sub 40-45 cm prezintă un orizont Bt cu permeabilitate redusă;
- Pt. scopuri practice, respectiv fertilizarea cu azot a culturilor viitoare, rezerva de azot care se ia în calcul este 447 kg/ha, din care utilizabil este circa 50 %;
- În cazul în care nu s-a aplicat fertilizarea cu dejecții porcine sub formă de turbureală, NUE are o valoare care se încadrează în intervalul optim de 50-90%, care evidențiază neaplicarea unor surse organice care să influențeze cantitatea de azot mineral, în afară de resturile vegetale obișnuite care rămân după o cultură de rapiță.

Costesti BF 107 fertilizat cu 100 t/ha tulpureala deiectionii porcine

| Adincimea cm | N-NH4 | N-NO3 | Factor de trecere de | | N-NH4 | N-NO3 | N mineral | coeficienti de Eficienta | | N-NH4 eficient | N-NO3 eficient | Rezerva de N mineral eficienta kg/ha |
|-----------------|-------|-------|-------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|-------|-------------------|-------------------|--|
| | ppm | | la ppm N | la kg N/ha | kg N / ha | kg N / ha | | N- NH4 | N-NO3 | | | |
| 0-20 | 24.00 | 63.00 | 2.9 | | 69.6 | 182.7 | 252 | 0.50 | 1.00 | 34.8 | 182.700 | 218 |
| 20-40 | 21.00 | 59.00 | 3.3 | | 69.3 | 194.7 | 264 | 0.50 | 1.00 | 34.65 | 194.700 | 229 |
| | | | | | | | 516 | | | | | 447 |

Calculul factorului de trecere de la ppm N la kg N/ha

| Orizontul pedogenetic | Adâncimea cm. | Adincimea probei | Grosimea orizontului | Densitatea aparentă g/cm ³ | Factor de trecere de la ppm N la kg N/ha |
|--------------------------|------------------|---------------------|-------------------------|---|--|
| | 0-20 | | 20.0 | 1.45 | 2.9 |
| | 20-40 | | 20.0 | 1.65 | 3.3 |

Factorul de trecere = GSS * DA * 0.1

Consum la rapita de ulei:

Productia realizata:

Consum total la 1600 kg/ha:

Rezerva de Nmineral inainte

de infiintarea culturii:

Fertilizat la pregătirea terenului:

cu ingrasamant complex 20:20:0

Intrari totale:

Rezerva de Nmineral dupa recoltare

NUe

(GSS- grosimea stratului de sol, cm.; DA-densitatea aparentă a solului uscat, g/cm³)

51.5 Kg N s.a./1000 kg

1600 Kg/ha

82.4 Kg N s.a./ha

493 Kg N s.a./ha

36 Kg N s.a./ha

529 Kg N s.a./ha

446.6 Kg N s.a./ha

15.57656 %

Costesti BF 107 nefertilizat cu tulbureala dejectii porcine

| Adâncimea cm | N-NH4 | N-NO3 | Factor de trecere de la ppm N la kg N/ha | N-NH4 | N-NO3 | N mineral | coeficienti de eficienta |
|-----------------|-------|-------|---|--------------|--------|--------------|-----------------------------|
| | ppm | | | kg N / ha | | | |
| 0-20 | 3.07 | 11.52 | 2.9 | 8.903 | 33.408 | 42 | N-NH4 |
| 20-40 | 0.55 | 2.90 | 3.3 | 1.815 | 9.57 | 11 | |
| | | | | | | 54 | |

Calculul factorului de trecere de la ppm N la kg N/ha

| Orizontul pedogenetic | Adâncimea | Adâncimea probei | Grosimea orizontului | Densitatea aparentă g/cm ³ | Factor de trecere de la ppm N la kg N/ha |
|--------------------------|-----------|---------------------|-------------------------|---|---|
| | 0-20 | | 20.0 | 1.45 | 2.9 |
| | 20-40 | | 20.0 | 1.65 | 3.3 |

Factorul de trecere = GSS * DA * 0.1

(GSS- grosimea stratului de sol, cm.; DA-densitatea aparentă a solului uscat, g/cm3)

Consum la rapita de ulei:

51.5 Kg/1000kg

Productia realizata:

1600 Kg/ha

Consum total la 1600 kg/ha:

82.4 Kg N s.a./ha

Rezerva de Nmineral inainte

de infiintarea culturii:

94 Kg N s.a./ha

Fertilizat la pregătirea terenului:

36 Kg N s.a./ha

cu ingrasamant complex 20:20:0

Inlrari totale:

130 Kg N s.a./ha

Rezerva de Nmineral dupa recoltare

47.6 Kg N s.a./ha

NUE

63.38462 %

Au fost executate simulări pentru seria climatică 1901 – 2000, 3 condiții pedoclimatice diferite și la principalele plante cultivate în România, respectiv grâu și porumb la nivel de UAT. În tabelul 4 sunt prezentate pentru exemplificare, rezultatele obținute în 3 unități administrative-teritoriale localizate în condiții pedoclimatice diferite. Calculele au fost efectuate pentru un nivel de recoltă de 4-10 t/ha, aport de azot organic de 0, respectiv 170 kg N/ha. S-a calculat: N mineral (kg N / ha) necesar a fi aplicat pentru atingerea recoltei scontate (4-10 t/ha) și N drenat (exportat) (kg N/ha).

Tabelul 4: N mineral (kg N / ha) necesar a fi aplicat pentru atingerea recoltei scontate (4-10 t/ha) și N drenat (exportat) (kg N/ha)

| | Tip sol | Profil | Recoltă | Norg=0 | | Norg=170 | | | | |
|------------|---------|-----------|---------|--------|-------|------------|-------|-------|-----|----|
| | | | | Nmin | Ndren | Ndren/Nmin | Nmin | Ndren | | |
| Dor Marunt | | | Porumb | 4 | 107 | 21 | 19.63 | 11 | 27 | |
| | CC-ti | Prof. 849 | | 5 | 139 | 25 | 17.99 | 34 | 32 | |
| | Argila | 30.9 | | 6 | 172 | 30 | 17.44 | 65 | 37 | |
| | Praf | 33.2 | | 7 | 204 | 35 | 17.16 | 97 | 42 | |
| | Nisip | 35.9 | | 8 | 236 | 40 | 16.95 | 130 | 46 | |
| | DA | 1.29 | | 9 | 269 | 45 | 16.73 | 162 | 52 | |
| | MatOrg | 2.38 | | 10 | 301 | 50 | 16.61 | 195 | 57 | |
| | | | | Grau | 4 | 102 | 20 | 19.61 | 9 | 27 |
| | | | | | 5 | 133 | 25 | 18.80 | 29 | 31 |
| | | | | | 6 | 165 | 29 | 17.58 | 58 | 36 |
| | | | | 7 | 196 | 34 | 17.35 | 89 | 41 | |
| | | | | 8 | 227 | 39 | 17.18 | 121 | 45 | |
| | | | | 9 | 259 | 43 | 16.60 | 152 | 50 | |
| | | | | 10 | 289 | 48 | 16.61 | 183 | 55 | |
| Albota | | | Porumb | 4 | 96 | 2 | 2.08 | 6 | 2 | |
| | VS-Pz | Prof.787 | | 5 | 124 | 2 | 1.61 | 30 | 2 | |
| | Argila | 50.1 | | 6 | 152 | 3 | 1.97 | 58 | 3 | |
| | Praf | 24.9 | | 7 | 180 | 3 | 1.67 | 86 | 3 | |
| | Nisip | 25 | | 8 | 208 | 4 | 1.92 | 114 | 4 | |
| | DA | 1.5 | | 9 | 236 | 5 | 2.12 | 142 | 4 | |
| | MatOrg | 1.5 | | 10 | 264 | 5 | 1.89 | 170 | 5 | |
| | | | | Grau | 4 | 92 | 2 | 2.17 | 4 | 2 |
| | | | | | 5 | 119 | 2 | 1.68 | 24 | 2 |
| | | | | | 6 | 146 | 3 | 2.05 | 52 | 3 |
| | | | | 7 | 173 | 3 | 1.73 | 79 | 3 | |
| | | | | 8 | 200 | 4 | 2.00 | 105 | 4 | |
| | | | | 9 | 227 | 4 | 1.76 | 133 | 4 | |
| | | | | 10 | 254 | 5 | 1.97 | 160 | 5 | |
| Dabuleni | | | Porumb | 4 | 134 | 37 | 27.61 | 32 | 51 | |
| | Bd-ti | Prof. 834 | | 5 | 170 | 46 | 27.06 | 67 | 60 | |
| | Argila | 32.9 | | 6 | 206 | 55 | 26.70 | 104 | 69 | |
| | Praf | 6.5 | | 7 | 243 | 64 | 26.34 | 140 | 78 | |
| | Nisip | 60.6 | | 8 | 279 | 73 | 26.16 | 177 | 90 | |
| | DA | 1.69 | | 9 | 316 | 82 | 25.95 | 213 | 96 | |
| | MatOrg | 1.01 | | 10 | 352 | 91 | 25.85 | 250 | 105 | |

După cum se poate observa necesarul de azot mineral pentru atingerea unui anumit nivel de recoltă depinde în principal de potențialul agricol specific local de a realiza un anumit nivel de recoltă. N drenat este de asemenea influențat de potențialul agricol specific local, având valori ridicate pe un sol cu textură nisipoasă (Dăbuleni) și valori mici pe un sol cu textură argiloasă (Albota).

După cum este ilustrat și în figurile 2, 3 cantitatea de azot mineral necesar pentru atingerea unui anumit nivel de recoltă este mai ridicată în cazul unui sol cu textură grosieră (Dăbuleni-Dolj) și în condiții climatice mai uscate, comparativ cu un sol având textură argiloasă (Albota) și aflat în condiții climatic mai umede. Azotul drenat (N dren) se comportă într-un mod similar.

Indicatorul eficiența utilizării azotului a înregistrat cele mai ridicate valori la Dăbuleni-Dolj și cele mai scăzute valori la Albota.

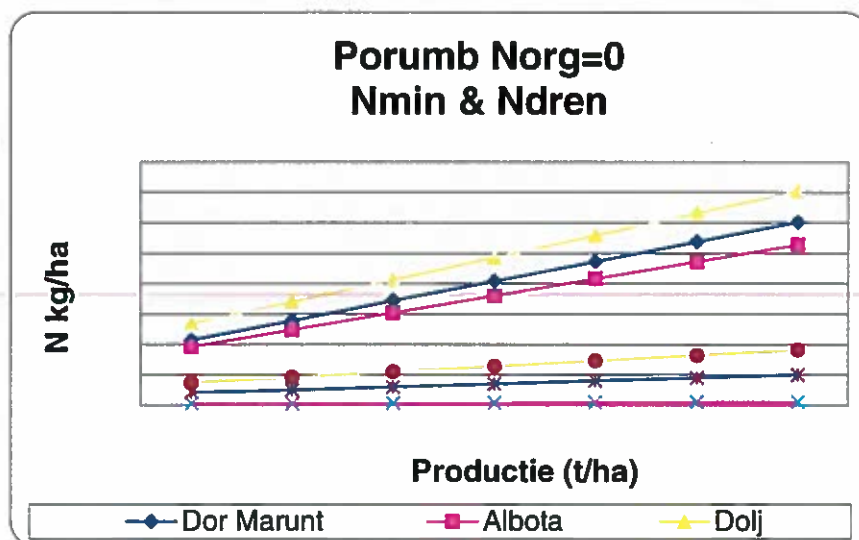


Figura 2: N mineral (kg N/ha) și N drenat (kg N/ha) la cultura de porumb fără aport de N organic

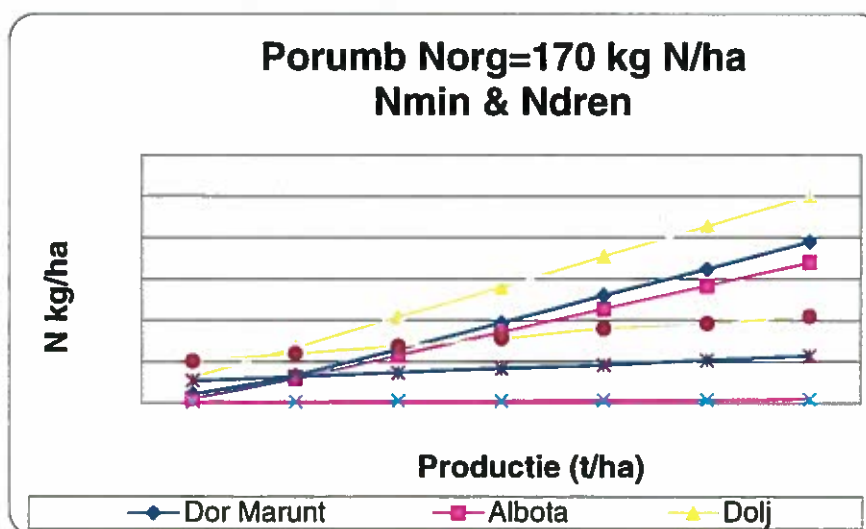


Figura 3: N mineral (kg N/ha) și N drenat (kg N/ha) la cultura de porumb cu aport de N organic (170 kg N/ha)

Proiectul: PN 18 44 03 01

Conservarea materiei organice din sol în diferite sisteme de agricultură în contextul schimbărilor globale

Faza 1:

Sinteză documentară privind evoluția materiei organice și acumulării elementelor nutritive în sol sub influența sistemelor de agricultură (conservativ și convențional) în contextul schimbărilor climatice.

Rezultate obținute :

A fost elaborat Raportul privind evoluția materiei organice și acumulării elementelor nutritive în sol sub influența sistemelor de agricultură (conservativ și convențional) în contextul schimbărilor climatice.

În cadrul haldei de steril s-au organizat și realizat două câmpuri experimentale pentru două culturi: porumb și floarea soarelui. Organizarea câmpurilor experimentale a presupus realizarea a unei scheme în care au fost luați în calcul patru tipuri de fertilizanți, respectiv îngrășăminte minerale complexe solide de tipul NPK, îngrășăminte organo – minerale lichide pe bază de humați, materialul compostat compus din gunoi de grajd și praf de cărbune – lignit și gunoi de grajd simplu. Metoda experimentală aleasă în desfășurarea testării în teren ale caracteristicilor îngrășămintelor a fost de tipul monofactorială, cu așezarea randomizată a variantelor experimentale. Alegerea acestei metode experimentale a fost determinată de gradul mare de heterogenitate a suprafeței de cultivare – experimetare, respectiv a materialul de steril care a fost depozitat și nivelat. De asemenea, un alt argument al alegerii acestei metode a fost că pentru o mai mare acuratețe a datelor experimentale rezultate, să fie aleasă această metodă.

Pentru realizarea obiectivelor din cadrul proiectului s-au avut în vedere Stațiunile de Cercetare-Dezvoltare Teleorman, Lovrin, Secuieni, Turda, Valu lui Traian și Livada care dispun de experiențe de lungă durată fertilizate cu NP și NPK, și de câmpuri experimentale cu sisteme diferite de lucrări ale solului din care au fost recoltate probe de sol.

Cele mai multe dintre funcțiile importante ale solului depind de conținutul și compoziția mineralelor argiloase și a materiei organice din sol. În solurile nisipoase, din cauza conținutului scăzut de argilă, materia organică influențează puternic capacitatea de schimb cationic. În plus, materia organică este o parte importantă în ciclul global al carbonului. Aproximativ 81% din carbonul organic care este activ în ciclul carbonului terestru este stocat în soluri (Madjar, 2008). Din punct de vedere chimic, materia organică poate fi împărțită în componente datorită solubilității lor diferite a acestora și este puternic dependentă de interacțiunea materiei organice cu cationii polivalenți care sunt responsabili pentru menținerea materiei organice în stare insolubilă și mineralele de suprafață. Din cauza acestei interacțiuni, mineralele din materia organică pot fi protejate împotriva atacului microorganismelor. Aceste precizări menționate de Kaiser și Ellerbrock (2005) au fost demonstrate într-o experiență de lungă durată (122 ani), în care s-a studiat compoziția materiei organice sub influențata rotației culturilor și fertilizării cu P și K, îngrășăminte

minerale cu N, P și K, precum și gunoi de grajd provenit de la bovine. Rezultatele acestor cercetări au indicat că diferențele în aplicarea fertilizanților pe o perioadă îndelungată de timp (122 ani) au condus la diferențe în cantitatea și compoziția funcțională a materiei organice a solului. Diferențele au fost detectabile pentru fracțiile materiei organice a solului solubile în apă și solubile în pirofosfat de sodiu. Materia organică solubilă în pirofosfat reprezintă fracția materiei organice a solului care a fost cel mai mult afectată de fertilizare. Compoziția ambelor tipuri de materie organică (solubilă în apă și solubilă în pirofosfat de sodiu) depind de asemenea de tipul de cultură, astfel materia organică din sol solubilă în apă și materia organică solubilă în pirofosfat de sodiu din solul cultivat cu porumb diferă de cea din solul cultivat cu secară prin conținutul lor în C = O (Kaiser și Ellerbrock, 2005).

Materia organică acumulată în orizontul de la suprafață a solului reprezintă rezerva de elemente nutritive pentru nutriția plantelor, este sursa de energie pentru microorganisme și are un rol important în starea de fertilitate a solului. Participă în proporție de 30-40% la capacitatea de schimb cationic. Dar această proporție este dependentă și de compoziția granulometrică a solului.

Humusul are o capacitate de schimb cationic de 150-300 me/100g sol, comparativ cu argila care are 80-150 me/100g sol. Humusul favorizează capacitatea de reținere a apei, reținând o cantitate echivalentă cu 80-90% din greutatea sa, pe când argila reține doar 15-20% din propria greutate (Lăcătușu, 2016).

Degradarea materiei organice moarte, mineralizarea ei sau transformarea în humus se desfășoară diferit și în funcție de calitatea și complexitatea chimică a materiei prime (Gisi, 1997; citat de Berca, 2011).

Principalele însușiri ale humusului sunt: încorporează peste 90% din conținutul total de azot; 35-65% din conținutul total de fosfor; în solurile nesalinizate până la 70% din cel de sulf; asigură energia chimică și substanțele plastice intermediare necesare organismelor care compun fauna și microflora solului; contribuie în mod determinant la agregarea ordonată a particulelor minerale și la organizarea lor structurală în sol. De asemenea, substanțele humice interacționează cu argila coloidală, formând complexul argilo-humic (Dorneanu, 1984,) citat de Borlan și colab., 1994).

Materia organică humificată a solului este principala sursă naturală de azot a plantelor neleguminoase. De asemenea, aceasta încorporează peste 92% din rezerva totală de azot a stratului arat al solului. În condiții naturale, neinfluențate de aplicarea îngrășămintelor materia organică a solului sub influența microorganismelor duce la apariția compușilor minerali ai azotului (Davidescu și Davidescu, 1981). Factorii climatici în special temperatura și umiditatea influențează puternic activitatea microorganismelor, iar formarea amoniului, a nitriților și a nitraților în sol prin mineralizarea substanțelor humice are o dinamică proprie în cursul anului, aceasta fiind dependentă de condițiile atmosferice (Borlan și Hera, 1973).

Temperatura reglează procesele de amonificare, nitrificare și mobilizarea celorlalte elemente nutritive din sol. Temperatura optimă pentru nitrificare este cuprinsă între 25°C și 35°C. Transformarea enzimatică a amoniacului în nitrați se produce până la temperaturi mai mari de 10°C. La temperaturi mai ridicate este accelerat procesul de nitrificare. De asemenea, la temperaturi mai mari de 45°C, nitrificarea încetează, producându-se numai amonificarea. Întrucât cele două procese, de amonificare și nitrificare, sunt determinate de temperatură, la aplicarea îngrășămintelor cu azot trebuie să se țină cont de temperatura

solului astfel: în perioadele reci să se aplice îngrășăminte cu N-NO₃ și în perioadele calde îngrășăminte cu N-NH₄. Creșterea temperaturii de la 5°C la 40°C favorizează viteza de desorbție și mobilitatea fosfaților. Pentru fiecare grad de temperatură energia liberă a ionilor fosfați crește cu 0,37% (Lăcătușu, 2016).

Experiențele pe termen scurt, în care se urmărește evoluția conținutului solului în materie organică și elemente nutritive, nu sunt de obicei concludente datorită rezilienței solului. Reziliența este înțeleasă ca abilitatea unui sistem de a se întoarce la echilibrul dinamic după deranjare. Aceasta sugerează că solul este mai mult sau mai puțin un sistem nederanjat, care, după deranjare, se poate întoarce, mai mult sau mai puțin, la echilibrul dinamic natural (Dumitru și colab., 2011). În aceste condiții, pentru a evalua corect impactul fertilizării asupra caracteristicilor chimice ale solului, este nevoie de experiențe de lungă durată.

S-a demonstrat că „C” leagă în materia organică 80-90% din azotul fixat și în felul acesta îl sustrage formelor de dinamică individuală (levigări sau volatilizări) (Berca, 2011).

Întrucât conținutul de carbon și azot al materiei organice imprimă o serie de însușiri produșilor rezultați, raportul dintre aceste două elemente (C/N) este des utilizat, reprezentând un indice sintetic foarte important. În cazul materiei organice proaspete, valoarea raportului C/N este foarte mare, între 60-90 (Dumitru și Simota, 2011). Pe măsură ce se intensifică procesul de humificare, valorile raportului C/N scad treptat, stabilindu-se la anumite limite specifice diferitelor tipuri de soluri și climate. Cele mai bune valori ale raportului C/N se înregistrează în zonele de stepă, cu o vegetație ierboasă (C/N<15), pe când în zonele umede și reci de coline C/N = 16 - 25, reflectând o humificare mai slabă cu o aprovizionare slabă în azot mineral (Blaga și colab., 2005).

La un raport C/N < 20 predomină mineralizarea materiei azotoase, iar la un raport C/N > 26 - 27 se produce o imobilizare a azotului. Resturile vegetale și animale se descompun cu atât mai ușor cu cât raportul C/N se apropie de 10 - 12. În tabelul 1 se prezintă o caracterizare a fertilității solului în funcție de raportul C:N.

Tabelul 1. Caracterizarea fertilității solurilor după raportul C/N (după Davidescu și Davidescu, 1981)

| Raportul C/N | Limite | Starea de fertilitate |
|-------------------|---------|-----------------------|
| Foarte ridicat | >23 | Foarte scăzută |
| Ridicat | 15 – 22 | Scăzută |
| Mijlociu (normal) | 12 – 14 | Mijlocie (normală) |
| Scăzut | 9 – 11 | Ridicată |

În urma chimizării agriculturii prin folosirea în special a îngrășămintelor chimice de sinteză, în ultimii 50-60 de ani s-a pierdut anual circa 0,15% humus condensat din sol (Berca, 2011).

Sistemul de agricultură convențională

Agricultura convențională, sau clasică, s-a moștenit și transmis din generație în generație, cu toate progresele tehnice și biologice care au însoțit progresul.

Pentru utilizarea eficientă a diferitelor resurse de mediu și în promovarea agriculturii durabile, cunoașterea nivelului de pretabilitate sau favorabilitate a solului la diferitele metode de lucrare reprezintă una dintre cele mai importante condiții. Tehnologiile conservative de lucrare a solului se realizează doar pe baza respectării, atât a unui ansamblu de criterii, cât și a unor condiții cu specific agrofitehnic. Factorii sunt: mărimea fermei agricole, tipul de fermă, infrastructura și profitul brut, tipul proprietății, suportul instituțional și nivelul educațional al lucrătorilor agricoli.

Pentru identificarea pretabilității solului la sistemele de lucrare conservativă au fost stabilite următoarele criterii și intervale de valori numerice pe baza cărora se apreciază pretabilitatea pentru această metodă de lucrări:

Pentru terenuri plane și slab înclinate care nu sunt supuse eroziunii:

- conținut de argilă cu valori cuprinse între 13 și 32%;
- panta trebuie să fie < 5%;
- exces de umiditate, de la absent până la cel mult moderat;
- grad de compactitate/tasare al subsolului, < 0% v/v (subsol netasat);
- nivel de salinitate, de la absent până la cel mult moderat.

Pentru terenurile care sunt expuse proceselor erozionale, practic sunt aceleași criterii, dar valorile numerice sunt diferite, astfel:

- conținut de argilă cu valori cuprinse între 13 și 45%;
- panta poate fi între 5 și 18%;
- exces de umiditate – oricare;
- grad de compactitate sau tasare al subsolului – oricare;
- nivel de salinitate de la absent până la cel mult moderat

Degradarea mediului înconjurător cuprinde orice proces care determină modificări negative ale uneia sau mai multor resurse naturale. Degradarea terenului presupune reducerea solului de produce beneficii ca urmare a modului de folosință sau a managementului greșit.

Atât pe plan internațional, cât și în țara noastră, prognoza privind evoluția solurilor evidențiază serioase tendințe agravante. Cauzele majore ale degradării mediului înconjurător sunt generate de agricultura convențională și greșelile tehnologice împreună cu alți factori ca: luarea în cultură a unor terenuri forestiere sau pastorale improprii folosinței agricole, pășunatul excesiv, exploatarea nerațională a fondului funciar, industrializarea și urbanizarea (Dumitru și colab., 2005).

În agricultura convențională, intensificarea degradării solului este determinată în cea mai mare măsură de activitățile antropice și constă în reducerea capacității actuale sau potențiale a solului de a produce bunuri și servicii.

Degradarea fizică a stării solului presupune modificarea negativă cel puțin a uneia din caracteristicile fizice prin: destructurare, eroziune, crustificare și compactarea secundară. Lucrările mecanizate de afânare a solului au cel mai puternic impact. Deși sunt efectuate în scopul obținerii unor modificări pozitive ale însușirilor fizice care să permită plantelor să-și valorifice potențialul genetic, aplicarea lor excesivă sau greșită generează efecte negative. (Dumitru, 2005).

În sistemul de agricultură conservativă semănatul direct în miriște prezintă o serie de avantaje ca:

- scăderea riscului de eroziune a solului și creșterea rezervei de apă din sol datorită lucrărilor mecanice reduse și cantităților mari de resturi vegetale care rămân la suprafața solului;
- creșterea rezervei de apă din sol;
- îmbunătățirea caracteristicilor structurale ale solului datorită creșterii cantității de materie organică;
- intensificarea activității biologice prin creșterea macroporozității solului și îmbunătățirea proceselor de aerație;
- reducerea riscului de compactare antropică datorită numărului mai redus de intrări pe teren;
- creșterea pe termen lung a fertilității solului datorită îmbunătățirii stării fizice, chimice și biologice și a reducerii riscului degradării prin destructurare, eroziune și compactare;
- reducerea consumului de carburanți;
- reducerea cu până 50-60% a timpilor de lucru și a forței de muncă (Dumitru și colab., 1991).

Studiile efectuate de Slepiciene (2005) au pus în evidență influența sistemului de lucrări ale solului asupra conținutului de humus. Astfel, pe terenurile cultivate timp îndelungat în sistem minim de lucrări, conținutul de humus din sol a fost semnificativ mai mare comparativ cu sistemul convențional. De asemenea, conținutul de acizi humici a crescut semnificativ, aceștia fiind puternic legați de mineralele argiloase.

Experiențele de lungă durată joacă un rol vital în analiza stabilității producției culturilor, tendințelor în calitatea solului, progresului tehnologic și schimbărilor factorilor de mediu, dar și în calculul bugetului de nutrienți (Kunzova, 2009).

Sistemului de lucrare a solului are ca obiectiv general adaptarea sistemului de agricultură la schimbările climatice, crearea de condiții favorabile creșterii și dezvoltării plantelor cu consum redus de energie, costuri de producție cât mai mici, conservarea fertilității solului.

O serie de proprietăți ale solului au fost deteriorate ca urmare a intensivizării sistemului de agricultură convențional. Efectele negative directe sau indirecte s-au produs și asupra celorlalte resurse ale mediului înconjurător, a biodiversității, a apei, a rezervelor de carbon din sol, etc. (Raport al Federației Europene de Agricultură Conservativă, 1999).

Degradarea stării fizice a solului este generată de intensificarea lucrărilor, fapt ce impune aplicarea de noi sisteme tehnologice. Sommer (1992) arată că necesitatea de afânare a solului crește proporțional cu gradul de compactare a solului. Degradarea solului este dată de diminuarea capacității solului de a produce bunuri sau servicii cantitative și de calitate, ca urmare a prezenței unuia sau mai multor procese negative privind degradarea (UNEP, 1982).

Din suprafața agricolă la nivel mondial, aproximativ 6% este grav degradată, iar pentru refacerea capacității inițiale de productivitate a solului sunt necesare intervenții radicale care implică costuri foarte ridicate (Oldeman, 1994).

Pentru menținerea echilibrului în aprovizionarea solului cu elemente nutritive accesibile, OECD (Organizația pentru Cooperare Economică și Dezvoltare) recomandă menținerea balanței între intrările și ieșirile elementelor nutritive în acord cu producția realizată (Dumitru, 2005).

Evoluția nivelului materiei organice în sol trebuie urmărită cel puțin în trei direcții: influența sistemelor de agricultură, impactul schimbărilor climatice și acumularea materiei organice în protosolurile antropice.

Degradarea solului este provocată, accelerată și intensificată în cea mai mare măsură de activitățile antropice prin practicarea agriculturii convenționale (Dumitru și colab., 2005).

O agricultură modernă și eficientă implică, pe lângă un grad ridicat de mecanizare, și o fertilizare optimă, contribuția acestora la realizarea producțiilor agricole reprezentând 40–45%, urmată de aplicarea pesticidelor, erbicidelor și fungicidelor, cu o pondere de 20–25%.

Schimbările climatice au condus la o distribuție mai neuniformă a precipitațiilor, ceea ce a făcut să crească arealele afectate de secetă la circa 4,7 milioane ha în țara noastră, conducând la o creștere mai redusă a vegetației, mai ales pe terenurile în pantă. În plus, s-a accentuat fenomenul de torențialitate a precipitațiilor ceea ce, asociat cu creșterea redusă a vegetației, a accentuat procesele de eroziune, conducând la pierderi mari de materie organică. Tendința de a crește adâncimea arăturii pentru a înmagazina mai bine apa și a pune în valoare materia organică dintr-un strat mai gros de sol a făcut să scadă semnificativ rezerva de materie organică a solului pe adâncimea de 0-30 cm. Introducerea irigațiilor pe scară largă, fără o fertilizare organică și minerală corespunzătoare, a stimulat descompunerea materiei organice din sol. În complexele zootehnice, s-a trecut la evacuarea lichidă a gunoierului din grajd, ceea ce l-a făcut mai greu de aplicat pe terenurile agricole, reducând astfel șansa de conservare a rezervei de materie organică din sol și conducând la poluarea apelor de suprafață în care s-au deversat aceste reziduuri lichide. În plus, resturile organice nu s-au aplicat pe teren și încorporat în sol, creându-se un deficit de materie organică care să înlocuiască humusul degradat. Dacă la acestea se adaugă consumul redus de îngrășăminte minerale, se constată că s-a practicat o agricultură de tip minerit, care a condus la reducerea conținutului solului în materie organică și N, P, K. Datorită practicării unei agriculturi de subsistență, cu un consum mic de amendamente și de îngrășăminte organice și minerale, suprafețele ocupate cu soluri moderat și puternic acide au crescut de la 2.369.000 ha la 3.424.000 ha (31%), cele slab și foarte slab aprovizionate cu fosfor mobil au crescut de la 4.473.000 ha la 6.330.000 ha (29%), cele slab asigurate cu azot au crescut de la 3.448.000 ha la 5.110.000 ha (35%), cele aprovizionate slab și foarte slab cu potasiu mobil au crescut de la 498.000 ha la 785.000 ha (37%), iar suprafețele cu rezerve mici și foarte mici de humus au crescut de la 4.876.000 ha la 7.485.000 ha (35%) (Dumitru, 2003).

Schimbările de temperatură și cantitatea și distribuția precipitațiilor va modifica activitatea microbiologică și deci dinamica carbonului în sol, ce va avea impact asupra nivelului carbonului din sol. Schimbările în precipitații vor avea un efect asupra solului. Fără schimbări în precipitații, creșterea temperaturii va crește evapotranspirația, ceea ce va conduce la uscarea solurilor, deci la reducerea aportului de materie organică în sol și la accentuarea eroziunii.

Schimbările climatice vor accelera pierderi ale funcțiilor solului. Pierderile de structură a solului, elemente nutritive, capacitatea de înmagazinare a apei și diversitatea microbiologică vor reduce calitatea serviciilor ecosistemice oferite de sol (Dumitru și colab., 2005).

Managementul carbonului organic din sol implică alegerea unei strategii care să adopte acele practici de folosire a terenurilor și de management care să creeze un buget pozitiv a carbonului în sol și ecosistem. Așadar, intrările de carbon din biomasă în sol (de ex., reținerea reziduurilor culturilor, biomasa radiculară, aplicarea gunoii de grajd, culturile de acoperire, îngrășămintele verzi) trebuie să depășească pierderile (descompunerea, eroziunea, spălarea). Deoarece bazinul de carbon organic din sol poate fi rapid scăzut prin eroziune și mineralizare, restaurarea bazinului de carbon organic din sol rămâne o provocare majoră (Lal și colab., 2007).

Îngrășămintele organo-minerale, utilizate în câmpul experimental amplasat pe haldele de steril au în compoziția lor polimeri organici naturali sau/și de sinteză asociați cu diferite săruri minerale, care pe lângă furnizarea elementelor deficitare în nutriția plantelor au și calități de ameliorare a unor însușiri ale solului, sunt produse relativ noi utilizate în practica agricolă și de remediere a solurilor degradate. Ele au fost create și dezvoltate, în special, ca urmare a necesității ameliorării solurilor nisipoase, a celor luvice, degradate, precum și a altor soluri cu conținut redus de humus, în condițiile dezvoltării intensive a agriculturii, precum și pentru ameliorarea solurilor poluate cu produse organice sau metale grele.

Faza 2:

Recoltarea probelor de sol și plantă și analize de laborator pentru evaluarea influenței sistemului de fertilizare asupra conținutului de materie organică și elemente de nutriție

Studiul agrochimic al terenurilor agricole fundamentează folosirea rațională a îngrășămintelor și amendamentelor, cu scopul obținerii unor producții superioare atât din punct de vedere cantitativ, cât și calitativ, în condițiile sporirii fertilității solului, dar și a protecției mediului înconjurător.

Diferitele aspecte ale evoluției agrochimice a solurilor sunt puse în evidență prin intermediul rezultatelor obținute în urma a numeroase experiențe de lungă durată în staționare, asupra conținutului de azot, fosfor și potasiu (Borlan și colab., 1994).

Pentru a determina sporirea producției plantelor, se acționează printr-un complex de măsuri atât în direcția îmbunătățirii însușirilor solului și a condițiilor de mediu prin satisfacerea într-o măsură cât mai mare a cerințelor de nutriție a plantelor, cât și printr-o serie de măsuri asupra plantelor în vederea măririi capacității lor de a asimila substanțe și energie din mediul în care sunt cultivate (Sala, 2007).

Experiențele de lungă durată joacă un rol vital în analizarea stabilității producției culturilor, tendințelor privind calitatea solului, progresului tehnologic, a schimbărilor factorilor de mediu, dar intră și în calculul bugetului de nutrienți (Kunzova și Hejkman, 2009).

Au fost recoltate probe de sol din experiența de lungă durată amplasată în cadrul SCDA Lovrin pe un sol Cernoziom tipic. Experiența a fost de tip bifactorial, primul factor a fost fosforul cu 5 graduări (P0, P40, P80, P120, P160 kg/ha), al doilea factor a fost azotul cu 5 graduări (N0, N50, N100, N150, N200 kg/ha). Probele de sol au fost recoltate după cultura de porumb hibridul *Andreea*, pe adâncimea 0-20 cm.

Din punct de vedere fizic, solul analizat prezintă o textură fină, încadrată în subclasa lut argilos. Conținuturile procentuale ale principalelor fracțiuni granulometrice s-au încadrat în următoarele

intervale: argila coloidală 36,8-38,8 %; praf 25,6-27,4 %; nisip fin total 4,3-4,8 %; nisip grosier total 1,5-1,6 %. Solul nu prezintă carbonați de calciu și magneziu.

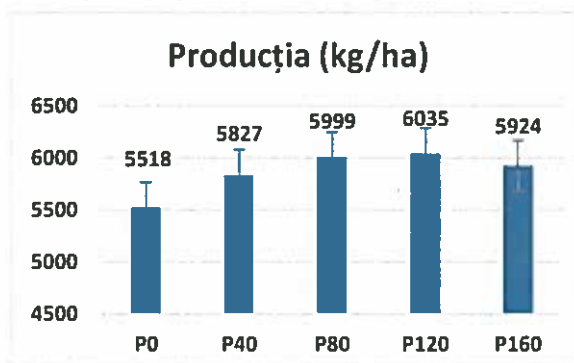
Compoziția granulometrică (textura) a solului din experiența cu fertilizare de lungă durată cu azot și fosfor

| Frațiuni granulometrice (în mm) (% din masa părții minerale a solului) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|---------------|-----|-------|---------|-----------|---------|----------|-----------|------|--------|-------|-----------------|---------------|
| Profil | Adancimea | Nisip grosier | | | | Nisip fin | | | | Praf | Argilă | | clasa texturală | Carbonați (%) |
| | | 2.0-0.2 | 2-1 | 1-0.5 | 0.5-0.2 | 0.2-0.02 | 0.2-0.1 | 0.1-0.05 | 0.05-0.02 | | 0.02 | 0.002 | | |
| Proba 1 | 0 - 20 | 1.6 | 0 | 0.1 | 1.3 | 34 | 4.8 | 2.9 | 26.3 | 26.4 | 38.0 | 52.7 | TT | - |
| Proba 2 | 0 - 20 | 1.6 | 0 | 0.2 | 1.4 | 32 | 4.4 | 3.0 | 25.0 | 27.4 | 38.6 | 54.0 | TT | - |
| Proba 3 | 0 - 20 | 1.5 | 0 | 0.1 | 1.4 | 34 | 4.8 | 3.1 | 25.9 | 27.0 | 37.7 | 53.5 | TT | - |
| Proba 4 | 0 - 20 | 1.5 | 0 | 0.2 | 1.4 | 34 | 4.3 | 2.8 | 27.0 | 25.6 | 38.8 | 54.1 | TT | - |
| Proba 5 | 0 - 20 | 1.5 | 0 | 0.2 | 1.4 | 35 | 4.5 | 3.0 | 27.3 | 26.8 | 36.8 | 51.2 | TT | - |

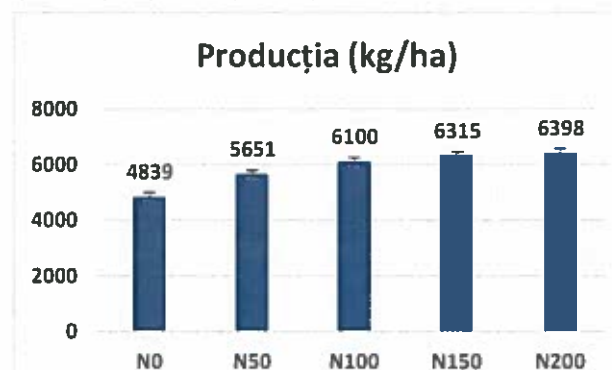
Rezultatele obținute în urma analizelor de laborator și a prelucrării statistice a acestora au condus la următoarele rezultate:

- Influența fertilizării cu doze diferite de azot și fosfor asupra producției prezentate în fig. 1, 2 și 3, au scos în evidență următoarele:
- cea mai mică producție (4585 kg/ha) s-a obținut în variantele fertilizate cu 160 kgP/ha fără aplicarea azotului;
- cea mai mare producție (6653 kg/ha) s-a obținut în variantele fertilizate cu N₂₀₀P₈₀, fiind și varianta recomandată pentru producție dacă se urmărește obținerea producției maxime, sau cât mai aproape de aceasta.
- la aceeași doză de fosfor, producțiile cele mai bune s-au obținut în variantele în care diferite doze de azot au fost aplicate pe un fond de 120 kg/ha fosfor;
- azotul a asigurat cele mai mari sporuri de producție indiferent de doza de fosfor

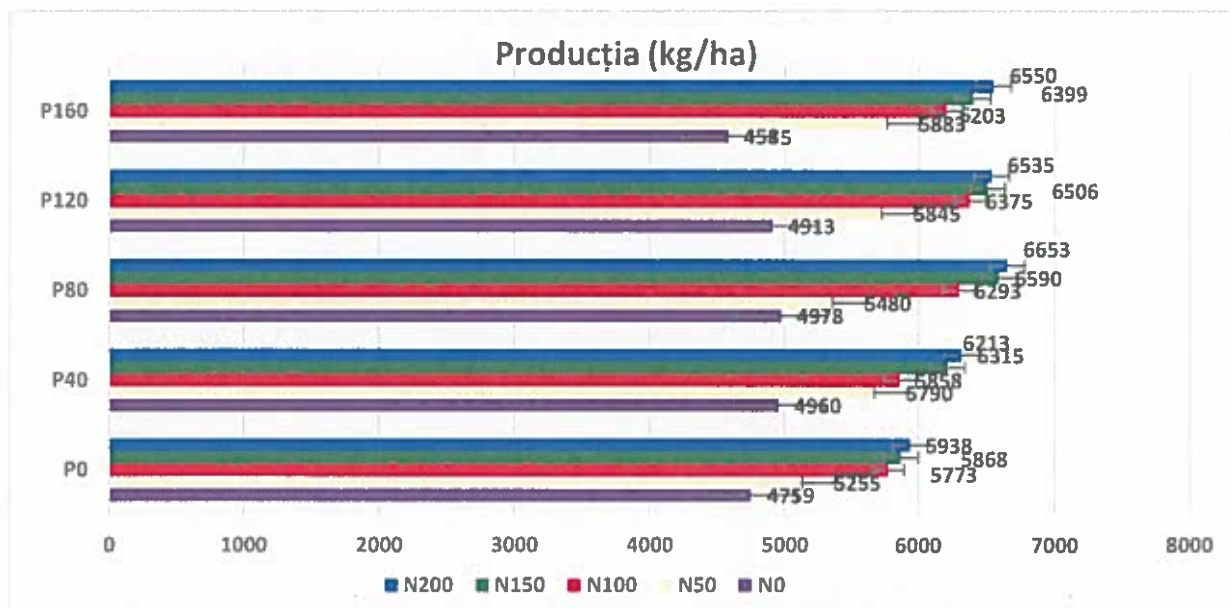
Influența fertilizării de lungă durată cu azot și fosfor asupra producției de porumb boabe



DL 5% = 170
DL 1% = 247
DL 0,1% = 371
Fig. 1. Efectul fertilizării de lungă durată cu fosfor asupra producției



DL 5% = 121
DL 1% = 162
DL 0,1% = 212
Fig. 2. Efectul fertilizării de lungă durată cu azot asupra producției



DL 5% = 270 DL 1% = 362 DL 0,1% = 475

Fig. 3. Efectul fertilizării de lungă durată cu azot și fosfor asupra producției

Influența fertilizării de lungă durată cu azot și fosfor asupra pH-ului

În urma fertilizării de lungă durată cu azot și fosfor reacția solului a avut o scădere semnificativă și distinct semnificativă la aplicarea a 150 și 200 kgN/ha pe fond nefertilizat cu fosfor. Valorile pH-ului au scăzut de la 6,65 la martorul nefertilizat la 6,33 la variantele fertilizate cu 150 kgN/ha, respectiv 6,20 la variantele pe care s-au aplicat 200 kgN/ha.

Acidifierea solului în urma folosirii îngrășămintelor cu caracter acid este mai rapidă în zonele cu precipitații abundente sau irigate ce favorizează levigarea calciului schimbabil (Davidescu și Davidescu, 1992) și stimulează creșterea producției (Borlan, 1998).

Cercetările efectuate de Lazăr și colab. (2010) pe o experiență de lungă durată pe un faeoziom cambic au demonstrat că aplicarea numai a îngrășămintelor cu azot a determinat în orizontul de suprafață o scădere a reacției solului în funcție de doza de N aplicată, începând cu varianta N50, scădere care a devenit foarte semnificativă pentru variantele N150 și N200, față de martorul nefertilizat; îngrășămintele cu fosfor nu au determinat modificări semnificative ale reacției solului; conținutul de humus și cel de azot total nu au fost influențate semnificativ de tratamentele diferențiate cu azot și fosfor administrate.

Influența fertilizării de lungă durată cu azot și fosfor asupra conținutului de humus

O mare provocare în înțelegerea ciclului global al carbonului este vulnerabilitatea bazinelor mari de carbon organic la interfața apă-teren la schimbările climatice și deranjarea peisajului. Sunt mari incertitudini în jurul cantității de carbon organic mobilizat din soluri, cedat spre atmosferă în timpul transportului riveran și oferit oceanului (Marin-Spiotta și colab. 2014).

Carbonul organic este cel mai mare bazin de carbon terestru și cheia înțelegerii dacă ecosistemele vor fi o sursă netă de carbon pentru atmosferă într-o lume mai caldă. Creșterea pe termen scurt a temperaturii în general crește descompunerea microbiană a carbonului din sol. Cu descompunerea materiei organice cea mai recalcitrantă biochimic se vede cea mai ridicată

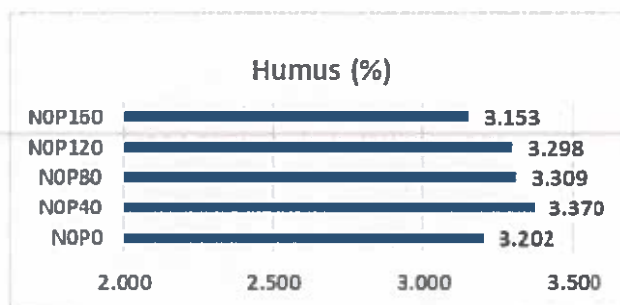
sensibilitate relativă la temperatură, creșterile viitoare ale temperaturii putând genera un răspuns pozitiv la încălzirea globală (Craine și colab., 2013).

Conținutul de humus din sol este influențat de raportul C/N, valoarea humusului este cu atât mai ridicată cu cât raportul C/N este mai mic, în timp ce la valori C/N peste 22–24 are loc procesul de mineralizare și, implicit, scăderea conținutului de humus (Rusu și colab., 2005).

Din datele prezentate în fig. 4, 5 și 6 rezultă că fertilizarea de lungă durată cu azot și fosfor nu a condus la modificări asigurate statistic asupra conținutului de humus din sol.

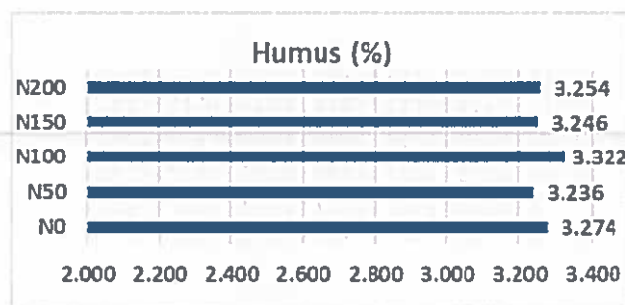
Întrucât resturile vegetale introduse în sol constituie sursa cea mai accesibilă metabolismului microbial din sol, o mare parte a acestora (60–70%) va fi consumată în procesele respiratorii, și doar 30–40% va intra în structura compușilor humici, fiind cunoscută sub denumirea de coeficient de humificare sau coeficient izohumic (Dodocioiu și colab., 2009).

Andrieș (2007) aprecia, pe baza experiențelor de lungă durată, fondate pe solurile cenușii și diferite subtipuri de cernoziom, că aplicarea sistematică a îngrășămintelor minerale conduce la stabilizarea substanței organice, iar sistemul de fertilizare organică plus minerală conduce la sporirea conținutului de humus din sol. Dozele optime de îngrășămintă în asolamentele de câmp sunt 9–10 t/ha gunoi de grajd și 150–180 kg/ha NPK.



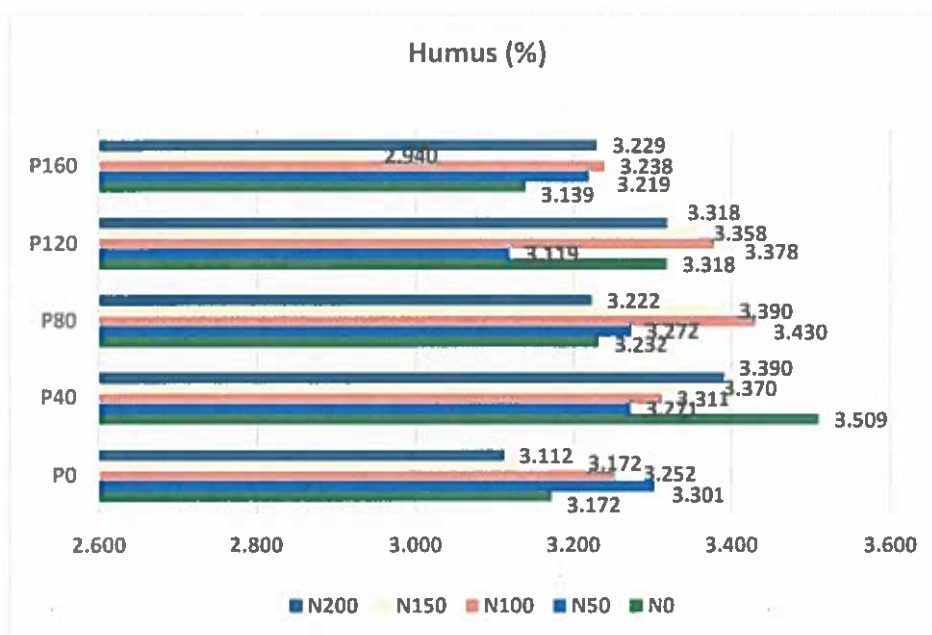
DL 5% = 170
DL 1% = 247
DL 0,1% = 371

Fig. 4. Efectul fertilizării de lungă durată cu fosfor asupra conținutului de humus



DL 5% = 121
DL 1% = 162
DL 0,1% = 212

Fig. 5. Efectul fertilizării de lungă durată cu azot asupra conținutului de humus



DL 5% = 0,262 DL 1% = 0,350 DL 0,1% = 0,460

Fig. 6. Efectul fertilizării de lungă durată cu azot și fosfor asupra conținutului de humus

Datele experimentale obținute în experiențe staționare, după mulți ani de la începerea acestora, indică o diferențiere a conținutului de humus din stratul arat între variantele fertilizate an de an și matorul nefertilizat. Această diferențiere intervine ca urmare a ratelor anuale mai mari de scădere a conținutului de humus în solul nefertilizat decât în cel fertilizat. Datele experimentale și modelele matematice elaborate pe baza acestora evidențiază tendința ca sistemul solului să evolueze spre stări de echilibru în care amplitudinea modificării conținutului de humus în stratul arat se micșorează din ce în ce mai mult. Conținutul de humus tinde spre „Nivelul de Echilibru” și este semnificativ mai ridicat în condițiile fertilizării echilibrate decât atunci când nu se fertilizează (Borlan, 1998).

Influența fertilizării de lungă durată cu azot și fosfor asupra conținutului de azot, fosfor și potasiu din sol

Interacțiunea dintre N și P poate fi considerată interacțiunea cea mai importantă între elementele nutritive, având semnificație practică (Aulach și colab., 2007). Cercetările au arătat raportul N/P la cereale ($n = 759$) au indicat că peste 40% din culturi ating maximum de producție atunci când acest raport este relativ strâns, variind între 4 și 6 (Sadras, 2006).

Datele prezentate în tabelul 1. arată că aplicarea îngrășămintelor cu azot și fosfor nu conduce la modificări statistic semnificative ale nivelului de azot total din sol.

În România, cercetările efectuate în cadrul Sistemul de Monitoring a Calității Solurilor în rețeaua de 16x16 km au evidențiat că pe adâncimea 0-50 cm nivelul de aprovizionare a solurilor cu fosfor mobil este: extrem de mic (<4mg/kg) pe 11,36% din suprafață (107 situri), foarte mic (4–8 mg/kg) în 21,02% (198 puncte) mic (-18 mg/kg) în 33,01% din cazuri (311 situri), mijlociu 19,36 mg/kg în 20,70% din cazuri (195 de puncte de recoltare) mare 37,72 mg/kg în 9,45% din cazuri 89 de puncte) și foarte mare > 72 mg/kg în 4,48% din cazuri (42 de puncte). Se evidențiază că valorile mici, foarte mici și extrem de mici reprezintă 65,41% din suprafața agricolă a țării (Dumitru și colab., 2000).

Conținutul de fosfor mobil în experiența de lungă durată ca urmare a aplicării fosforului în doze de 40 kg/ha, a înregistrat o scădere semnificativă la variantele cu N_0 și N_{50} . La aplicarea dozelor de 80 kgP/ha creșterile au fost distinct și foarte semnificative. Fertilizarea cu doze de 120 și 160 kgP/ha a

condus la acumulări foarte semnificative de fosfor mobil în sol de la 49 mg/kg la matorul nefertilizat la valori cuprinse între 90 și 99 mg/kg. La fertilizarea cu doze mai mari de fosfor decât consumul productiv, conținutul în fosfor mobil din sol crește semnificativ, în primii 20 de ani experimentali (Hera, 2013).

Pentru a evita deficitul de K și pentru a susține productivitatea pe termen lung, o furnizare continuă de potasiu din soluri are loc din rezerva internă a solului (Andrist-Rangel și colab., 2007).

Din datele prezentate în tabelul 1. s-a constatat că fertilizarea de lungă durată cu azot și fosfor nu a condus la modificări asigurate statistic ale conținutului de potasiu mobil din sol.

Tabelul 1. Influența fertilizării cu azot și fosfor asupra conținutului de azot, fosfor și potasiu din sol

| Agrofond | N (%) | | P _{AL} (mg/kg) | | K _{AL} (mg/kg) | |
|-----------------------------------|------------|--------------|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|
| | Val. Medie | Semnificația | Val. Medie | Semnificația | Val. Medie | Semnificația |
| N ₀ P ₀ | 0.183 | Martor | 49 | Martor | 183 | Martor |
| N ₅₀ P ₀ | 0.182 | -0.001 ns | 49 | 0 ns | 192 | 10 ns |
| N ₁₀₀ P ₀ | 0.184 | 0.002 ns | 42 | -7 ns | 165 | -17 ns |
| N ₁₅₀ P ₀ | 0.181 | -0.002 ns | 43 | -6 ns | 173 | -9 ns |
| N ₂₀₀ P ₀ | 0.187 | 0.005 ns | 44 | -5 ns | 177 | -5 ns |
| N ₀ P ₄₀ | 0.183 | 0.001 ns | 36 | -13 o | 187 | 5 ns |
| N ₅₀ P ₄₀ | 0.169 | -0.013 ns | 36 | -13 o | 166 | -17 ns |
| N ₁₀₀ P ₄₀ | 0.175 | -0.007 ns | 46 | -3 ns | 180 | -3 ns |
| N ₁₅₀ P ₄₀ | 0.182 | -0.001 ns | 40 | -9 ns | 172 | -11 ns |
| N ₂₀₀ P ₄₀ | 0.185 | 0.002 ns | 45 | -4 ns | 194 | 11 ns |
| N ₀ P ₈₀ | 0.178 | -0.004 ns | 61 | 12 * | 172 | -11 ns |
| N ₅₀ P ₈₀ | 0.181 | -0.002 ns | 65 | 16 ** | 170 | -12 ns |
| N ₁₀₀ P ₈₀ | 0.182 | -0.001 ns | 69 | 20 *** | 186 | 3 ns |
| N ₁₅₀ P ₈₀ | 0.187 | 0.005 ns | 51 | 2 ns | 188 | 5 ns |
| N ₂₀₀ P ₈₀ | 0.186 | 0.003 ns | 51 | 2 ns | 178 | -5 ns |
| N ₀ P ₁₂₀ | 0.182 | -0.001 ns | 98 | 49 *** | 180 | -2 ns |
| N ₅₀ P ₁₂₀ | 0.183 | 0.000 ns | 88 | 39 *** | 187 | 4 ns |
| N ₁₀₀ P ₁₂₀ | 0.179 | -0.003 ns | 99 | 50 *** | 173 | -10 ns |
| N ₁₅₀ P ₁₂₀ | 0.185 | 0.002 ns | 93 | 44 *** | 175 | -7 ns |
| N ₂₀₀ P ₁₂₀ | 0.187 | 0.004 ns | 90 | 41 *** | 188 | 5 ns |
| N ₀ P ₁₆₀ | 0.179 | -0.003 ns | 93 | 44 *** | 173 | -9 ns |
| N ₅₀ P ₁₆₀ | 0.179 | -0.004 ns | 96 | 47 *** | 180 | -2 ns |
| N ₁₀₀ P ₁₆₀ | 0.181 | -0.002 ns | 96 | 47 *** | 183 | 0 ns |
| N ₁₅₀ P ₁₆₀ | 0.178 | -0.005 ns | 94 | 45 *** | 171 | -11 ns |
| N ₂₀₀ P ₁₆₀ | 0.175 | -0.008 ns | 97 | 48 *** | 169 | -14 ns |
| DL 5% | 0,010 | | 11 | | 22 | |
| DL 1% | 0,014 | | 15 | | 29 | |
| DL 0,1% | 0,018 | | 19 | | 38 | |

Influența fertilizării de lungă durată cu azot și fosfor asupra conținutului de metale grele din sol

Comisia Europeană apreciază în „Propunerea pentru un Regulament al Parlamentului European și al Consiliului privind regulile asupra produselor fertilizante marcate CE disponibile pe piață și amendarea Regulamentului (EC) No. 1069/2009 și (EC) No. 1107/2009” că fertilizantii cu fosfor vânduți în UE sunt contaminați cu cadmiu, în mod obișnuit undeva între 32 și 36 mg/kg P₂O₅. S-a argumentat că 80 mg/kg P₂O₅ este o limită de contaminare cu cadmiu legală corespunzătoare, deoarece – până recent – s-a estimat a fi un nivel de contaminare mediu pentru “ne-acumulare” în terenurile din fermele

Europene. „Ne-acumulare” înseamnă că nivelul cadmiului în solul contaminat din terenurile din fermă nu crește peste nivelurile curente, deoarece toate noile adaosuri de cadmiu în sol fie sunt preluate de culturi (și în ultimă instanță consumate de oameni sau animale), fie sunt spălate din orizontul fertil al solurilor agricole.

Concentrația în cadmiu a scoarței terestre se estimează a fi cuprinsă între 0,08 și 0,5 mg Cd/kg. Atât în orizontul superior al solului cât și sedimentele marine, conținutul variază între 0,1–1mg Cd/kg, în apa de mare se estimează o concentrație de 0,02–0,25mg Cd. Principalele surse de cadmiu le reprezintă mineralele zincului (Kaarstad, 1991).

Valorile cadmiului determinat în sol în experiența de lungă durată au oscilat între 0,085 și 0,105 mg/kg, nu s-a constatat nici o legătură între dozele de fosfor aplicate și nivelul cadmiului în sol.

Din rezultatele obținute, s-a constatat că aplicarea timp îndelungat a îngrășămintelor chimice cu azot și fosfor nu a determinat o creștere asigurată statistic a conținutului de metale grele (cadmiu, cupru, mangan, plumb și zinc) în sol.

Proiectul: PN 18 44 03 02

Analiza sensibilității indicatorilor edafici din sistemul de agricultură cu Înaltă Valoare Naturală și a viziunii grupurilor de interes asupra impactului practicilor de agro-mediu, politicilor protecției solurilor și provocărilor societale conexe

Faza: 1.

Investigații de sol HNV (I) și administrare chestionare anchetă

Sinteză de actualizare bibliografică

Actualizarea bibliografică a fost efectuată prin accesarea bazelor de date CAB Abstract, Wiley Journals, Science Direct, Springer Link Journals și Web of Science prin site-ul „Enformation”.

Evaluarea cantitativă și calitativă a publicațiilor științifice în domeniul HNV

Recent, a fost efectuată o analiză sistematică privind nivelul prezenței conceptului de teren agricol cu Înaltă Valoare Naturală (HNV) în Europa, luând în considerare articole comprehensive din jurnalele de specialitate cu evaluare inter pares/colegială. Rezultatele investigației au evidențiat necesitatea creșterii numărului de articole publicate în cele mai multe State Membre și dezvoltarea unor alte abordări pe teme, clase și specii mai puțin studiate, altele decât păsări și plante precum și diversificarea preocupărilor privind biodiversitatea (de exemplu, diversitatea funcțională sau filogenetică), în vederea obținerii unor evaluări cât mai complete a statutului conservabilității zonelor HNV.

Concept și magnitudine HNV

Conceptul de agricultură HNV recunoaște faptul că multe habitate și peisaje europene considerate a avea valoare excepțională pentru protecția mediului sunt intim asociate cu continuarea unor practici agricole de intensitate redusă. Deși unele sisteme agricole HNV se asociază continuării unor practici tradiționale de cultivare agricolă în Sudul Europei, marea

majoritate a celorlalte sisteme HNV europene sunt semnificativ conectate cu sistemele de pășunat pe habitatele semi-naturale din zonele montane sau din alte zone greu accesibile. Pentru a menține valoare biodiversității zonelor agricole este necesară continuarea practicilor specifice acestor zone. Prin urmare este necesară nu numai înțelegerea modului în care diferite elemente ale sistemelor HNV interacționează dar și a manierei în care practicile HNV sunt influențate de sprijinul politicilor agricole. Agenția Europeană de Mediu estimează că peste 30% din terenul agricol al UE este HNV (aproximativ 75 milioane ha). În câteva țări (Spania, Italia, Grecia și Slovenia) procentul HNV din terenul agricol ajunge la 50%.

Politica agricolă

Terenurile agricole HNV a fost considerate un agro-sistem prioritar iar Statele Membre au primit sarcina de a identifica magnitudinea și situația prezentă a terenurilor naționale HNV precum și implementarea unui sistem de urmărire a evoluției în timp a acestora. Cercetările efectuate au demonstrat că modelul European agricol multifuncțional și sprijinul acestuia pentru diversificarea activităților din fermă (cu includerea furnizării de bunuri publice) nu a avut succesul scontat în atingerea țintelor propuse și recompensarea corectă a menținerii sistemelor HNV. În căutarea viabilității economice (acceptată social), mulți fermieri realizează că rămân doar cu două opțiuni, ambele dezolante: intensificarea sau abandonul.

Solul

Cercetările efectuate pe terenurile HNV ating, în câteva publicații, doar tangențial problematica solului, sub aspect descriptiv general legat de expunerea la fenomenul de eroziune. Cea mai consistentă abordare a fost înregistrată într-un experiment din zona munților Carpații Albi (la granița dintre Republica Cehă și Slovacia), unde în perioada 2011-2012 au fost studiate simultan compoziția speciilor vegetale, solul și proprietățile chimice ale biomasei în două parcele experimentale pe pajiști HNV.

HNV vs Agricultura ecologică

Pot fi identificate multe suprapuneri între caracteristicile ale agriculturii HNV și cea ecologică, mai ales în privința intensității reduse a procesului productive, a diversității folosințelor și acoperirii terenului și implicit, în domeniul conservării biodiversității. A fost efectuată o analiză pertinentă a celor două tipuri de management și a atras atenția că de-alungul timpului, au fost emise dubii și critici în legătură cu abilitatea unor fermieri certificați ecologic de a proteja și conserva habitate sălbatice importante și peisaje valoroase, inclusive vegetația semi-naturală. În mod particular este evidențiată zona critică a perioadei de conversie în care presiunea tehnică și financiară asupra fermierului ecologic este cea mai mare.

Studii efectuate în România

România deține o poziție privilegiată sub aspectul potențialului existent pentru conservarea practicilor agricole tradiționale în zone desemnate HNV, cu ferme mici într-un peisaj mozaic de

folosințe agricole, această situație determinând o serie de cercetători autohtoni și mai ales, din alte State Membre, să inițieze studii aprofundate în domeniu. Zona de sud a Transilvaniei (Podișul Târnavelor) a devenit extrem de atractivă pentru efectuarea investigațiilor în mod particular datorită desemnării (urmare a recunoașterii diversității excepționale de pajiști), ca sit Natura 2000, cel mai mare sit continuu în zonă depresionară din Europa dar și datorită prezenței în zonă a unei puternice și foarte active organizații de mediu (Fundația ADEPT).

Localizarea, extinderea în teren a arealului pilot Ib, realizarea inventarului și istoricul tehnologic, amplasarea, descrierea de profile, recoltarea probelor de sol. Culegerea de date/probe comparative din alte sisteme locale

În vederea determinării calității solurilor, arealul Pilot identificat în proiectul Nucleu anterior (PN 16 07. 01.06 „ Cercetări privind calitatea solului în zone cu sistem de agricultură cu înaltă valoare naturală”) din habitatul 6210 - „Habitat uscate seminaturale și tufărișuri pe substraturi calcaroase (*Festuco Brometalia*) (site-uri importante pentru orhidee)” aflat în Situl Natura 2000 pe aria localităților Apold, Saschiz și Angofa, situate în județul Mureș, a fost extins și completat cu 3 profile pedologice de adâncime și 5 probe agrochimice conexe din care 2 probe agrochimice prelevate din alte sisteme locale.

Reacția solurilor studiate variază foarte mult, de la pH 6,13 – slab acidă, la 8,39 – slab alcalină. Atât probele recoltate din profile, pe orizonturi, cât și cele agrochimice prezintă conținuturi mari și foarte mari de materie organică (humus). Toate se înscriu în gama conținuturilor frecvent întâlnite în solurile montane de pajiști și fânețe. Rapoartele C/N, cu valori cuprinse între 4,5 și 31,4 indică, în general, existența unui conținut de materie organică destul de bine humificat. Conținuturile de azot total sunt și ele normale pentru solurile de pajiști și fânețe și, după cum reflectă valorile rapoartelor C/N, echilibrează bine materia organică, cu excepțiile deja menționate.

Conținuturile de azot nitric (N-NO₃) sunt, în general, scăzut și se înscriu în gama valorilor obișnuite în asemenea soluri. Conținuturile de fosfor mobil, solubil în acetat lactat de amoniu la pH 3,7, sunt mici și foarte mici, situație des întâlnită în solurile României. Dimpotrivă, conținuturile de potasiu solubil în aceeași soluție de extracție sunt mijlocii, mari și foarte mari; valori mici se înregistrează numai în câteva probe recoltate din orizonturi de adâncime.

Probele de sol analizate sunt nesalinizate, deoarece au un conținut total de săruri solubile situat cu mult sub valoarea limită de la care începe salinizarea slabă a solului (100 mg săruri solubile/100 g sol - pentru textura mijlocie).

În general, procesele de humificare sunt intense, sunt prezente substanțe coloidale, componenta minerală fiind foarte bine integrată în materialul organic prelevat.

Prelucrarea și interpretarea datelor analitice, caracterizarea arealului pilot extins Ib

Rezultatele analitice ale arealului pilot extins Ib au fost coroborate cu rezultatele existente în baza de date inițiată în cadrul proiectului Nucleu anterior (PN 16 07. 01.06 „Cercetări privind calitatea solului în zone cu sistem de agricultură cu înaltă valoare naturală”) și prelucrate statistic în vederea realizării unei caracterizări finale sintetice a zonei din podișul Târnavelor.

În ceea ce privește valorile proprietăților fizice, densitatea aparentă medie în stratul superior al solului este $1,3 \text{ g/cm}^3$ (variind în diferitele profiluri de sol probate de la $0,9$ la $1,6 \text{ g/cm}^3$), iar porozitatea totală medie este $49,8\% \text{ v/v}$ (variind în diferitele profiluri de sol probate de la $41,7$ la $55,9\% \text{ v/v}$). În următorul strat nu apar modificări critice ale proprietăților fizice: densitatea aparentă medie este $1,4 \text{ g/cm}^3$ (variind în diferitele profiluri de sol probate de la $1,2$ la $1,5 \text{ g/cm}^3$), iar porozitatea totală medie este $48,4\%$ (variind în diferitele profiluri de sol probate de la $43,1$ la $55,9\%$). Valorile medii ale rezistenței la penetrare sunt apropiate de nivelurile medii (52 kgf/cm^2 în stratul de suprafață al solului și $58,4 \text{ kgf/cm}^2$ în cel următor), în timp ce valorile medii ale indicelui de contracție ($0,0074$ la ambele adâncimi) indică lipsa susceptibilității la crăpături. Valorile medii ale conductivității hidraulice saturate ($12,5 \text{ mm/h}$ în stratul superior al solului și $11,6 \text{ mm/h}$ în cel următor) arată o permeabilitate a solului relativ ridicată și un nivel bun al drenajului intern al solului. În corelație cu textura determinată a solului, cum valorile densității aparente și porozității totale au un nivel mediu iar media calculată a gradului de compactare a solului prezintă valori scăzute ($-0,60519\% \text{ v/v}$ în stratul superior și $7,3469\% \text{ v/v}$ în următorul) absența sau prezența compactării cel mult ușoare în solurile probate semnalează un management HNV de conservare a solului în general acceptabil în această zonă.

Unele proprietăți chimice (de exemplu reacția solului) ale solurilor investigate sunt semnificativ diferite și se potrivesc mai bine în cadrul modelelor de bună fertilitate comparativ cu rezultate mai vechi privitoare la soluri de fânează în România.

Analizele fizice, chimice și microbiologice ale probelor de sol recoltate din șapte profile săpate în adâncime și șapte profile scurte adiționale într-o arie din sud-estul Transilvaniei eligibilă pentru plăți au arătat că solurile studiate au o textură lut argilos mediu, fertilitate bună și fac subiectul unui management adecvat HNV în zonă pentru că valorile analitice se înscriu cu precădere în intervale favorabile creșterii și nutriției plantelor.

Datele analitice de sol colectate sugerează că practicile agricole HNV desfășurate în aria investigată întrunesc cerințele de conservare a solurilor și trebuie continuate în ceea ce privește administrarea atentă a terenului și solului pentru a întruni cerințele societății pentru calitatea solului și rezerva de resurse naturale.

Implementarea în teren a chestionarelor și anchetei sociologice; Controlul și verificarea informațiilor

În această etapă a fost administrat și completat în teren un chestionar structurat cu întrebări deschise, închise și mixte respectiv cu patru întrebări factuale, două de cunoștințe și nouă de opinie și control pe un eșantion de 140 de reprezentanți ai grupurilor naționale de interes din care 36 utilizatori finali (fermieri), 20 de cercetători (în științele solului), 16 cadre didactice (cu

competențe în științele solului și gestiunea terenurilor), 18 experți din cadrul Oficiilor Județene de Studii Pedologice și Agrochimice (ce funcționează actualmente în cadrul Direcțiilor Județene de Agricultură și Dezvoltare Rurală) și consultanți din Camerele Agricole Județene (actualmente în subordinea Consiliilor Județene), 10 decidenți sau planificatori (de la nivelul de Director de Departament/Direcție până la nivelul de Sub-Secretar de Stat în Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale, Ministerul Cercetării și Inovării și Ministerul Mediului), 16 reprezentanți ai administrației locale (funcționari ai ministerelor centrale amintite anterior, Primării locale, Agenții județene și locale de plăți în agricultură) și 24 reprezentanți ai unor asociații ne-guvernamentale și fundații de profil agricol, de mediu sau agro-mediu.

Cercetătorii care au răspuns la chestionar fac parte din rețeaua institutelor naționale ce cercetare-dezvoltare agricolă din subordinea Ministerului Cercetării și Inovării sau din rețeaua institutelor de cercetare agricolă din rețeaua Academie de Științe Agricole și Silvicultură. Grupul de cadrele didactice este format din profesori/conferențieri ai uneia din următoarele instituții: Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară București, Universitatea București (Facultatea de Geografie), Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași (Facultatea de Geografie), Universitatea „Dunărea de Jos” Galați (Facultatea de Inginerie și Agronomie, Brăila).

Rezidența respondenților fermieri, ai experților și consultanților, ai reprezentanților administrației publice și ai reprezentanților asociațiilor și fundațiilor se află, pentru atingerea unui grad adecvat de distribuție a chestionarelor la nivel național, într-unul din următoarele județe (în ordine alfabetică): Argeș, Bacău, Buzău, Caraș-Severin, Călărași, Cluj, Constanța, Dolj, Iași, Ilfov, Mureș, Olt, Teleorman, Vrancea și Municipiul București.

Cele mai multe întrebări din chestionar oferă opțiuni multiple de răspuns. De asemenea există întrebări la care respondentul poate furniza un răspuns liber. În conformitate cu demersuri metodologice similar de succes, o fază preliminară de pre-testare a fost implementată cu 12 respondenți (câte 2 din fiecare categorie), pentru eliminarea unor ambiguități din formularea întrebărilor și opțiunilor de răspuns.

Sinteza bibliografică realizată a permis actualizarea datelor și informațiilor existente precum și abordarea unor subiecte cu caracter interdisciplinar ce vor constitui baza unor dezvoltări ulterioare. Datele culese din teren urmate de determinările analitice au fost structurate și integrate în baza de date cu realizarea unui studiu comprehensiv (prin cumularea cu datele detinute anterior și procesarea statistică) despre calitatea solurilor din cel mai cunoscut sit Natura 2000, plasat într-o zonă eligibilă HNV. Implementarea în teren a chestionarelor sociologice a fost derulată cu succes.

Faza: 2.

Investigații de sol HNV (II), evaluarea percepției grupurilor de interes în domeniul solului, elaborare program suport-decizie.

Identificarea și selecția în teren a arealului pilot II, realizarea inventarului și istoricului tehnologic, amplasarea, descrierea profilelor, recoltarea de probe.

Zona de investigație edafică HNV 2 a fost selectată în jumătatea nordică județului Caraș-Severin, în două areale corespunzătoare celor două laturi ale Parcului Național Semenic-Cheile Carașului, pe culoarul Dognecei mărginit la vest de Munții Dognecei și la est de Munții Aninei respectiv culoarul Timiș-Cerna mărginit la vest de Munții Semenicului și la est de zona colinară sudică a Munților Godeanu și Munților Țarcului, urmărind zonele eligibile HNV în conformitate cu informațiile existente în baza de date a Ministerului Agriculturii și Dezvoltării Rurale.

Zona selectată a cuprins următoarele teritorii comunale:

- Ocna de Fier, în subdiviziunea Bocșa Montană, în vecinătatea comunelor Bocșa, Moniom, Biniș.
- Târnova, în vecinătatea comunelor Țerova, Soceni, Delinești.
- Lupac, plasa Reșița, în vecinătatea comunelor Reșița, Dognecea.
- Clocotici, plasa Reșița, în vecinătatea comunelor Nermet, Rafnic, Vodnic, Lupac, Doman.
- Sub Margine, sat din comuna Armeniș.

Au fost executate în teren 6 profile principale din care au fost recoltate probe pe orizonturi genetice. În zone adiacente profilelor au fost prelevate 6 probe agro-chimice (pe terenuri administrate HNV dar și convențional).

Prelucrarea statistică a datelor primare din ancheta efectuată asupra grupurilor de interes, identificarea unor priorități privind politicile în domeniul solului

O primă tentativă de evaluare a percepției grupurilor de interes față de problematica solului a fost efectuată în România cu privire la tematica de cercetare ce vizează abordarea integrată a amenajării teritoriului, utilizării terenului și gestionării solului, din perspectiva provocărilor societale prezente și viitoare. Prezentul demers continuă respectivele investigații prin urmărirea mai detaliată a percepțiilor fiecărui grup de interes asupra calității solului, în perspectiva configurării unei campanii de conștientizare asupra importanței solului și stimulării dezvoltării unor politici adecvate pentru protecția terenurilor și managementului agricol prietenos cu mediul.

Rezultatele sondajului efectuat evidențiază un profil interesant și încurajator al comunității grupurilor de interes asupra solului din România, cu un important segment ce continuă să împărtășească viziuni asupra fundamentelor utilizării solurilor sau asupra unor formule de gestiune a terenurilor agricole ce țin de trecut dar și cu o majoritate semnificativă deschisă spre a percepe solul într-un cadru mai larg al provocărilor ambientale, pentru o dezvoltare durabilă într-un context din ce în ce mai complex al relațiilor dintre agricultură și mediu.

Cea mai importantă amenințare percepută asupra solului este eroziunea. Surprinzător, printre amenințările asupra solului, aproximativ o treime dintre respondenți au selectat „vânzarea terenurilor către cetățeni/firme străine”, relaționând implementarea politicii pieței deschise cu o vulnerabilitate a calității solului. Chiar decidenții/planificatorii percep într-o proporție semnificativă această vulnerabilitate. Se poate trage concluzia că sub acest aspect, condiția de Stat Membru poate impune adoptarea unor reglementări ce nu întrunesc asentimentul unor importante grupuri de interes.

Majoritatea respondenților consideră actualele politici naționale privind protecția solului și aplicarea acestora în România ca lipsite de consistență sau chiar ca total inexistente. Privitor la aceste politici, respondenții rezidenți urbani sunt ușor mai critici decât cei din zona rurală iar dintre categoriile de vârstă, cei mai critici sunt cei cu vârsta peste 65 de ani. De altfel, aceasta este una din puținele diferențe semnificative de opinie între cele două categorii opuse de vârstă. În mod oarecum neașteptat și deocamdată, puțin explicabil, în majoritatea situațiilor opiniile converg la cele două grupe de vârstă de sub 35 ani și peste 65 ani pe de-o parte și pe de alta, există multe opinii similare la cei din grupele de vârstă între 35-50 ani respectiv între 50-65 ani.

Cei mai mulți dintre respondenți percep calitatea solului și implicit măsurile destinate protecției solurilor ca probleme ce vizează responsabilitatea tuturor categoriilor de grupuri de interes.

Se constată că recente politici de agro-mediu aplicate în programele de dezvoltare rurală (cum ar fi practicile din zonele cu Întărită Valoare Naturală și agricultura ecologică, conectate plăților directe din pilonul I al Politicii Agricole Comune) se bucură de un puternic sprijin în rândul reprezentanților grupurilor de interes. Cei mai mulți susținători ai măsurilor de agro-mediu se regăsesc în rândul reprezentanților societății civile, urmași de cercetători și de decidenți/planificatori.

Cea mai bună expertiză privind solul este identificată de respondenți în Institutul Național de Pedologie și Agrochimie-ICPA. Se pare că sectorul privat nu este deocamdată privit de către respondenți, ca o resursă importantă de informații și servicii destinate solului.

În legătură cu îmbunătățirea înțelegerii, recunoașterea și adoptarea unor soluții privind importanța, protecția și durabilitatea solului, marea majoritate a respondenților are nostalgia unui trecut din perioada pre-decembristă, unde interesul autorităților guvernamentale față de sol era vizibil organizat, aplicat și finanțat. Comunitatea grupurilor de interes are însă probleme de înțelegere a relației specifice pentru un Stat Membru dintre o Directivă Europeană și legile și reglementările naționale. Oficializarea unei Directive Europene este susținută mai ales în rândul cadrelor didactice și decidenților/planificatorilor. Marea majoritate a experților/consultanților, cadrelor didactice și cercetătorilor susțin necesitatea unei legi naționale a solurilor. Este greu ca opinia publică și chiar decidenții să privească cu interes un domeniu lipsit de reglementări adecvate.

Reperete „nostalgice” identificate în cadrul investigației sugerează faptul că în România ultimelor decenii, solul, folosind o sintagmă aproximativă, a „pierdut teren” sub aspectul preocupării administrației publice și implicit, al interesului general public. Pare că s-a instalat uzura (accentuată probabil și de fenomenul de globalizare) a unor etichete gen „solul, marea

bogație naturală a României” sau „fertilitatea de excepție a solurilor din România” care încep să devină imagini atinse de desuetudine ale unui mit național caracteristic unor vremuri intrate în crepuscul.

Este evident faptul că o reluare a unui amplu program guvernamental de efectuare periodică a studiilor agro-chimice și pedologice la nivel național este puțin probabilă. Totuși, pentru a veni în întâmpinarea opiniilor grupurilor de interes se pot implementa unele măsuri ce nu necesită alocări financiare foarte generoase cum ar fi obligativitatea efectuării acestor studii periodice pentru fermele mari (din resurse proprii, așa cum unele dintre acestea, gestionate responsabil, chiar pun în practică programe adecvate) și în paralel, crearea unui sistem de vouchere guvernamentale pentru fermele mici pentru un set minim de analize efectuate. Este foarte important ca fosta rețea a oficiilor județene să fie consolidată întrucât sectorul privat (deși existent pe piață) nu prezintă încă o ofertă semnificativă iar disponibilitatea pentru plăți suplimentare este scăzută printre fermieri.

Deși ICPA a efectuat sistematic demersuri pentru configurarea și aprobarea unei Legi a solului, aceasta nu a întrunit încă un interes la nivelul unei mase critice de decidenți. Aceste eforturi trebuie însă continuate pentru că o lege națională a solurilor este puternic susținută de multe grupuri profesionale. Pentru a pregăti reluarea acestor demersuri este mandatorie declanșarea în prealabil, a unei campanii de conștientizare și promovare, bazate pe rezultate ale unor analize dedicate (inclusiv ale prezentului studiu). În acest sens sunt posibile o serie de abordări, de la legătura directă între sol și sănătatea umană (Steffan și colab., 2017) până la prezentări incisive ale unor investigații ce vizează securitatea unei națiuni (Ganeshamurthy și colab., 2017). Există deja inițiative demarate recent ale unor campanii de informare și conștientizare de succes asupra importanței solului, în alte State Membre (Verhayen, 2016, <http://www.bodembewust.be/>).

Dezvoltarea unui program (soft) de suport-decizie pentru planificatori și decidenți

Pentru cadrul metodologic s-a optat pentru abordarea NetSyMoD (Network Analysis – Creative System Modelling – Decision Support, Analiză Rețea –Sistem de Modelare Creativă – Suport Decizie) care furnizează, în mod flexibil și comprehensiv, un cadru operațional al suport-deciziei pentru facilitarea procesului participativ în diferite domenii ale protecției mediului. Mai multe variante ale abordării NetSyMoD au fost deja aplicate în diverse domenii ca managementul integrat al resurselor de apă, adaptarea la schimbările climatice, politicile de agro-mediu etc (<http://www.netsymod.eu/index.html>).

În această abordare, conceptul de decizie trebuie înțeles într-un sens larg, ce include orice proces în care trebuie aleasă o opțiune după examinarea informației accesibile privind o anumită problemă. În mod tipic, alegerea constă în selectarea unei alternative preferate din cadrul unui set de opțiuni. Problema supusă atenției, informația și opțiunea sunt definite cu ajutorul contribuției diferiților actori implicați și cu două categorii mari de aplicații ce pot fi deasemenea întâlnite în anumite situații, în mod simultan: (i) implicarea experților într-o decizie

sau o evaluare a unei probleme de mediu ce necesită existența unor multiple domenii de expertiză și (ii) implicarea actorilor interesați, într-un proces participativ ce privește gestionarea resurselor de mediu. Această abordare este menită în particular la facilitarea atât a integrării problemelor și preocupărilor ambientale, sociale și economice cât și a implicării părților interesate/grupurile de interes în formularea strategiilor și deciziilor.

Unul din instrumentele cadrului metodologic NetSyMoD este software-ul generic DSS denumit mDSS, dezvoltat pentru a asista decidenții/planificatorii în rezolvarea unor probleme de gestiune a mediului. În acest sens, mDSS poate fi util în:

- explicarea problemei investigate actorilor implicați (decidenți politici, experți, alți reprezentanți ai grupurilor de interes);
- explorarea opțiunilor de decizie posibile în cadrul contextului unor scenarii alternative;
- facilitarea participării publice;
- detensionarea eventualelor conflicte relaționate cursurilor alternative de acțiune;
- extinderea colaborărilor dintre grupurile de interes.

Software-ul mDSS este dezvoltat pe baza cadrului conceptual DPSIR (Driving forces–Pressures–State–Impact–Response, Forțe Motrice–Presiuni–Stare–Impact–Răspuns), ca limbaj simplificat de comunicare, inițiat de Agenția Europeană de Mediu, în vederea evaluării și raportării problematicei de mediu. Cadrul DPSIR permite utilizatorilor să folosească fereastra Indicatorilor care include (în urma introducerii input-urilor), lista de indicatori relevanți pentru procesul de decizie (conectat obiectivului sesiunii atelierului de lucru).

În următoarea fază, opțiunile alternative sunt analizate din punct de vedere al performanței prin Analiza Matrix, în care sunt evidențiate valorile indicatorilor diferitelor alternative considerate (pe coloane) și criteriile decizionale (pe linii orizontale). Compararea opțiunilor alternative constituie faza finală a procesului de decizie. Prin utilizarea unor tehnici de evaluare (MCA; Multi-Criteria Analysis, Analiză Multi-Criterială), toate opțiunile sunt judecate în raport de performanța conexă și în funcție de setul de indicatori existent în Analiza Matrix. Tehnicile MCA au ca principal scop reducerea „multidimensionalității” problemei decizionale și facilitarea unei prioritizări efective, prin urmare MCA este o procedură de agregare. Astfel, regulile de decizie agregă preferințele parțiale ale criteriilor individuale într-un scor global al opțiunilor, permițând astfel, o prioritizare a opțiunilor alternative luate în considerare.

Software-ul ce include formatul de introducere a input-urilor pentru analiza matrix și evidențierea rezultatelor procesului decizional prin estimarea ponderii criteriilor utilizate, este instalat pe un calculator din INCDPAPM-ICPA și poate fi utilizat într-o manieră prietenoasă și performantă atât de către decident/planificator cât și de experți sau alți actori din grupurile de interes cu un nivel mediu al performanței de utilizare a programelor de calculator.

În faza următoare, instrumentul de suport-decizie va fi testat. Testarea are ca obiectiv analiza sensibilității indicatorilor de sol și dezvoltarea unei scheme eficiente din punct de vedere tehnic

și financiar de monitorizare pe termen lung a a resurselor edafice pe suprafețele de teren agricol gestionat în sistem de agricultură HNV.

Etapa de teren a continuat în arealul selectat al Zonei Pilot II, într-o zonă eligibilă HNV a județului Caraș-Severin, în situri cu un înveliș de soluri caracteristic (conform abordării metodologice similare din faza I). Datele sociologice primare ale anchetei inițiate în faza precedentă au fost codificate, administrate computerizat, procesate și interpretate. A fost configurat cadrul logic al instrumentului de suport-decizie ce include determinarea forțelor directe, presiunilor și stadiului curent ce pot furniza input-urile pentru analiza matrix și ulterior evidențierea regulilor decizionale prin estimarea ponderii criteriilor utilizate.

Proiectul: PN 18 44 04 01

Evaluarea impactului metalelor grele asupra solului și vegetației în scopul fundamentării științifice a unor recomandări de limitare a efectelor negative și a îmbunătățirii calității vieții în zone afectate de contaminarea istorică.

Faza: 1

Realizarea unei sinteze o sinteză a informațiilor existente în domeniul siturilor contaminate din România. Stabilirea metodologia de experimentare în scopul fundamentării unei metode de remediere a solului contaminat.

Studiul documentar de sinteză a informațiilor existente în domeniul siturilor contaminate din România a totalizat peste 230 articolele publicate în jurnale cotate sau indexate ISI (60), în volumele unor reviste indexate în baze de date internaționale (65), precum și în volumele altor manifestări științifice naționale și internaționale.

Prezența siturilor contaminate din România se datorează, în principal, activităților din industria minieră și metalurgică, industria chimică, industria petrolieră. Industria metalurgică a constituit și constituie o sursă foarte importantă de metale grele în mediu înconjurător, atât în procesul de extracție, cât și în cele de transport, prelucrare și depozitare. Tipul și cantitatea de metale grele eliberate în mediu depind de tipul de minereu prelucrat. Sunt zone în țara noastră cu tradiție în extragerea și prelucrarea minereurilor de peste 2000 ani. În România s-au extras cărbune, cupru, aur, argint, uraniu, sare etc. Activitățile de procesare și de depozitare a sterilului/deseurilor s-au făcut de cele mai multe ori fără măsuri preventive, ca urmare a lipsei cadrului legislativ, ceea ce a avut drept consecință poluarea severă a mediului.

Cercetările privind siturile contaminate s-au concentrat, în principal, pe studiul zonelor cel mai puternic impactate de contaminarea istorică cu metale grele.

În țara noastră metalurgia neferoasă a afectat negativ în mod deosebit calitatea mediului în zonele Copșa Mică, Zlatna și Baia Mare, considerate zone critice sau "zone fierbinți" în ceea ce privește poluarea, caracterizată prin depășirea sistematică a maximelor concentrațiilor maxim admisibile de metale grele și oxizi ai sulfului.

Majoritatea acestor studii au fost publicate după anul 1990 și s-au realizat prin

- studii in teren,
- studii în câmpuri experimentale (Rusu și colab., 1996; Dumitru și colab., 1997).
- informatii obținute pe baza prelucrării imaginilor satelitare (Vorovencii, 2014)
- studii pe baza bibliografiei (Constantinescu 2008, Draghicescu, 2010, Radu si colab., 2013, Breban 2014).
- studii de modelare matematică a dispersiei a poluantilor (Viman si colab., 2005) și de evaluare a siturilor contaminate prin modelare matematica sunt prezentate doar teoretic (Coman si colab.,2016).

Dar majoritatea rezultatelor au fost obținute prin studii in teren.

Scopul acestor cercetări a fost obtinerea de informatii asupra continuturilor de metale grele din probele de sol (Ciobanu și colab., 1999, Donisa și colab., 2000, Cordoș si colab., 2007, Levei si colab., 2009, Dumitrescu și colab., 2010, Ianculescu și colab., 2010), plantă (Gogoasă și colab., 2005, Vrînceanu și colab., 2005, Lacatusu&Lacatusu 2008, Miclean și colab., 2009, Mihăiescu și colab., 2011), din apa freatică (Modoi si colab., 2014) si de suprafața (Oros, 2009, Stanescu et al, 2017), probe biologice provenind de la animalele din zonele Baia Mare, Copsa Mică și Zlatna (Lacatusu si colab., 1999, Tudor și colab., 2009), dar au fost identificate și cateva lucrări in care sunt studiate si efectele asupra stării de sanatate asupra populatiei (Pandi, 2002; Dumitrescu si colab., 2008, Oroș și colab., 2010, Neamțiu & Pop 2014).

Cercetările privind remedierea solurilor din siturile contaminate s-au efectuat sporadic și s-au realizat în campuri experimentale în care s-au urmarit efectele aplicării amendamentelor si a diferitelor doze de îngrășamante organice asupra proprietărilor chimice ale solului si influenta asupra translocării în plantă (Dumitru si colab., 1997, 2000, Rusu si colab., 1996).

Rezultatele preliminare privind remedierea solurilor prin aplicarea fitoremedierii (Barbu și colab, 2006, Dimitriu 2014) recomandă aprofundarea acestei metode de remediere.

Conținuturile de metale grele din sol au fost determinate prin:

- spectrometrie cu absorție atomică (Tudor si colab., 2009, Munteanu si colab., 2010; Mihăiescu si colab., , 2011, Chira si colab., 2014)
- spectrofotometru cu absorție atomică (Boltea&Omota, 2005)
- spectrometrie de emisie atomică cu plasmă cuplată inductiv (ICP-AES (Rusu, 2000, Elekes, 2014)
- spectrometrie de masa cu plasma cuplata inductiv ICP – MS (Levei, 2010, Suciu si colab., 2008, Mihali si colab., 2016)
- spectrometrie cu fluorescență de raze X (Dumitrescu și colab., 2008)
- analiză prin activare cu neutroni (Suciu și colab., 2008; Pantelică și colab., 2013)
- spectrometre portabile prin fluorescență de raze X (Weindorf et al., 2013, Paultete.si colab., 2015).

Studiul documentar de sinteză a evidentiat următoarele:

-cu unele exceptii, informațiile prezentate în aceste lucrări provin dintr-un numar redus de puncte;

- datorită numărului redus de probe, sunt puține studiile în care s-au putut efectua prelucrări statistice (Lacatusu si colab., 1999. Lacatusu si colab., 2002, Vrînceanu si colab., 2009);

- sunt puține lucrările în care se specifică faptul că punctele sunt georeferențiate (Mihali si colab., 2016, Manea si colab., 2013, Chira si colab., 2014);

- în majoritatea studiilor se găsesc informațiile legate de continutul de metale grele-forme totale și numai sporadic sunt prezentate și informații legate de forme mobile de metale grele (Vrînceanu si colab., 2005, Miclean si colab., 2009, Levei și colab., 2010, Popescu si colab., 2013,);

- distribuția spațială a metalelor grele este prezentată într-un numar redus de studii și s-a realizat prin programul ArcGIS, programul Surfer (Damian si colab., 2008, Manea si colab., 2015, Chira si colab., 2014).

Principalii poluanți care au afectat solul și vegetația din zonele contaminate au fost: dioxidul de sulf, plumbul, cuprul, zincul și cadmiul.

Suciu et al., 2008, au evaluat conținuturile de metale grele din (Pb, Co, Cr, Cu, Hg) în patru zone (Copsa Mică, Zlatna, Tarnaveni și Câmpia Turzii) din Transilvania afectate de poluarea chimică sau metalurgică. În comparație cu celelalte zone studiate, plumbul și cuprul au avut cea mai mare concentrație în zona Zlatna. Aceste valori au fost înregistrate în solul superior (0-5 cm), în apropierea surselor de poluare. Limita de alertă pentru utilizarea sensibilă a terenurilor a fost de peste 30 de ori pentru Pb și de 40 de ori pentru Cu.

Rezultatele au arătat că concentrațiile de metale ale solurilor poluate au variat foarte mult, în majoritatea cazurilor depășind nivelurile de alertă corespunzătoare. Datorită conținuturilor ridicate de metale grele, acumularea de metale în legumele cultivate în siturile contaminate reprezintă un risc potențial pentru sănătatea populației rezidente (Miclean și colab., 2009, Munteanu si colab., 2010).

Solurile cu conținut de metale grele în domeniul fitoxic și sarace în nutrienți nu sunt indicate pentru horticultură (Pope et al., 2005).

În zona Copsa Mică, Vrînceanu și colab., 2008, au identificat cca 3000 ha afectate sever de poluarea cu metale grele, în care cel puțin un element depășește limita de intervenție (10 mg/kg Cd, 500 mg/kg Cu, 1000 mg/kg Pb, 1500 mg/kg Zn).

Conținuturile de Zn, Cu, Co, As and Pb depășesc limita de intervenție în peste 95% din siturile studiate în zona Zlatna (Weindorf et al., 2013).

Concentrațiile metalelor grele (Cu, Pb) au fost mai mari în orizontul de suprafață al solurilor comparativ cu orizonturile subiacente, ceea ce dovedește proveniența antropică a metalelor (Manea si colab., 2011).

Datele prezentate în articolele selectate, deși sunt variate, sunt incomplete, ele fiind obținute în perioade lungi de timp, cu metodologii diferite și în scopuri diferite.

Deși unitățile de metalurgie neferoase, care au determinat poluarea intensă a acestor zone au fost închise treptat în ultimii ani, datorită persistenței îndelungate a metalelor grele în sol, acestea fiind nebiodegradabile, componentele mediului prezintă în continuare conținuturi ridicate de metale. De aceea este necesară identificarea arealelor puternic contaminate, care necesită măsuri de reducere a poluării și aplicarea soluțiilor de restaurare a solului.

În urma acestui studiu, zonele pilot propuse pentru cercetare în următoarele etape sunt Copsa Mică și Zlatna.

Studiu preliminar privind stabilirea metodologiei de experimentare în scopul fundamentării unei metode de remediere a solului contaminat.

Remedierea solurilor poluate cu metale grele în concentrații ridicate de multe ori necesită excavarea și îndepărtarea solului, procedeu scump de restaurare a sitului (Glick, 2003). O metodă mult mai prietenoasă cu mediul este Fitoremedierea, care utilizează plantele pentru depoluarea solului având avantajul capacității naturale a plantelor de a absorbi, de a acumula și/sau degrada unii constituenți din soluri și ape.

Există următoarele tipuri de tehnici de fitoremediere:

- 1) Rizofiltrarea – tehnică de remediere, în general a apei, ce presupune absorbția contaminanților de către rădăcinile plantei (“absorbția, concentrarea și precipitarea metalelor grele de către rădăcinile plantei”).
- 2) Fitoextracția – extracția și acumularea contaminanților în țesuturile plantei – inclusiv în rădăcini și în partea aeriană.
- 3) Fitotransformarea – degradarea moleculelor organice complexe în molecule simple și trecerea acestor molecule în țesuturile plantei.
- 4) Fitostimularea sau bioremedierea asistată cu ajutorul plantelor – stimularea degradării microbiene și fungice prin eliberarea exudatelor/enzimelor în zona radiculară (rizosferă).
- 5) Fitostabilizarea – absorbția și precipitarea contaminanților, în principal metale, de către plante, prin reducerea mobilității lor și prevenirea migrării prin levigare în apa subterană sau aer, sau prevenirea pătrunderii în lanțul alimentar (Ali et al., 2013).

Avantajele fitoextracției ca tehnologie de depoluare a solurilor încărcate cu metale grele:

- Poate fi realizată cu minimum de perturbare, deranjare a mediului.
- Aplicabilă la o scară largă de contaminanți, inclusiv metale grele, cu opțiuni alternative de depoluare limitate.
- Generează reziduuri secundare în aer și apă mai puține decât metodele tradiționale.
- Partea superioară a solului rămâne în condiții de folosință și poate fi recuperat pentru folosirea în agricultură.
- Stratul de sol poluat poate fi lăsat pe locul inițial după îndepărtarea contaminanților în loc de a fi îndepărtat sau izolat.
- Costul efectiv scăzut pentru zone largi care au soluri la suprafață contaminate slab și moderat.

- Volum redus de material contaminat care trebuie depus sau incinerat. (Ex. Tehnica de îndepărtare a stratului de sol contaminat cu metale grele de pe o suprafață de 1 ha, pe o adâncime de aprox. 46 cm creează aprox. 5000 tone de sol care trebuie dispus într-o zonă specială. În schimb, prin fitoextracție plantele care preiau metalul sunt arse și formează un reziduu de 25 – 30 tone cenușă care trebuie depusă.)
- Poate realiza remedierea fără a folosi substanțe chimice toxice.

Dezavantaje posibile ale fitoextracției:

- Perioadă lungă de timp necesară pentru remediere (de obicei mai mult de un sezon de creștere).
- Condițiile climatice sau hidrologice (ex. inundații, secetă, etc.) pot restricționa rata de creștere a tipului de plante ce pot fi utilizate.
- Uneori suprafața sitului trebuie modificată pentru a preveni inundațiile sau eroziunea.
- Contaminanții pot încă pătrunde în lanțul alimentar prin animale sau insecte care ingerează plantele ce conțin substanțe poluante.
- Poate fi necesară amendarea solului, inclusiv agenți de chelatizare care provoacă o rupere a legăturilor contaminanților cu particulele de sol pentru a facilita absorbția în plante.

O problemă importantă în fitoextracție este dacă metalele pot fi recuperate economic din țesutul plantei sau dacă este necesară depunerea rezidului.

Ca o regulă generală, metalele rapid bioaccesibile pentru plante sunt: cadmiu, nichel, zinc, arseniu, seleniu și cupru. Metalele moderat bioaccesibile sunt: cobalt, mangan, fier. Plumbul, cromul și uraniul nu sunt foarte bioaccesibile. Plumbul poate fi mai ușor bioaccesibil prin adaos de EDTA în sol (Ma and Kingscott, 1997; Mahar et al., 2016).

Recuperarea metalelor din partea vegetală poate fi realizată prin incinerare și recuperare din cenușă sau prin tehnica de extracție umedă. Chiar dacă nu este posibilă recuperarea metalelor din biomasă sau cenușă, ele trebuie concentrate într-un volum mai mic pentru depozitare ulterioară. Unele calcule indică faptul că, folosind plantele, este posibil să se îndepărteze până la 100 mg metal/Kg sol contaminat pe an.

În cele ce urmează propunem o metodologie de experimentare în casa de vegetație și laborator care să permită fundamentarea unei metode de remediere a unui sol contaminat cu metale grele prin fitoextracție.

Se va administra Pb sub formă de $Pb(NO_3)_2$, (pe trei nivele de concentrații:

1000 mg $Pb \cdot kg^{-1}$; 2000 mg $Pb \cdot kg^{-1}$; 3000 mg $Pb \cdot kg^{-1}$), în 16 variante, pe trei repetiții și diferite rapoarte $\frac{EDTA}{Pb}$ la începutul experimentului, înainte de însămânțare.

Adaosul de EDTA are ca scop creșterea bioaccesibilității plumbului, cunoscut din literatura de specialitate ca fiind unul dintre metalele grele nu foarte bioaccesibile.

Toate tratamentele se vor realiza în trei repetiții conform schemei experimentale prezentate mai jos:

V1: Martor, Cernoziom cambic de la Fundulea, fără tratament

V2: Sol (+ 1000 mgPb/Kg) – EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 0\right)$

V3: Sol (+ 1000 mgPb/Kg) + EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 0,5\right)$

V4: Sol (+ 1000 mgPb/Kg) + EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 1\right)$

V5: Sol (+ 1000 mgPb/Kg) + EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 2\right)$

V6: Sol (+ 1000 mgPb/Kg) + EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 10\right)$

V7: Sol (+ 2000 mgPb/Kg) – EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 0\right)$

V8: Sol (+ 2000 mgPb/Kg) + EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 0,5\right)$

V9: Sol (+ 2000 mgPb/Kg) + EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 1\right)$

V10: Sol (+ 2000 mgPb/Kg) + EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 2\right)$

V11: Sol (+ 2000 mgPb/Kg) + EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 10\right)$

V12: Sol (+ 3000 mgPb/Kg) – EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 0\right)$

V13: Sol (+ 3000 mgPb/Kg) + EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 0,5\right)$

V14: Sol (+ 3000 mgPb/Kg) + EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 1\right)$

V15: Sol (+ 3000 mgPb/Kg) + EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 2\right)$

V16: Sol (+ 3000 mgPb/Kg) + EDTA $\left(\frac{\text{Ligand}}{\text{Plumb}} = 10\right)$

Rezultatele obținute au fost conforme cu cele preconizate:

- s-a realizat sinteza informațiilor existente în domeniul siturilor contaminate din România;
- în urma acestui studiu au fost selectate 2 studii caz, în care se vor face cercetări în etapele următoare;

- s-a stabilit metodologia de experimentare în scopul fundamentării unei metode de remediere a solului contaminat;