

**COMPOSTAREA COMPLEXĂ A RESTURILOR
VEGETALE ÎN STRATUL SUPERFICIAL AL PROFILULUI
CERNOZIOMURILOR ARABILE: ABORDARE
PEDOREGENERATIVĂ (ANALIZĂ CONCEPTUAL-SINTETICĂ)**

**COMPLEX COMPOSTING OF PLANT RESIDUES IN THE SURFACE LAYER
OF THE ARABLE CHERNOZOIM PROFILE: PEDOREGENERATIVE
APPROACH (CONCEPTUAL-SYNTHETIC ANALYSIS)**

CZU: 631.44:631.8

<https://doi.org/10.59295/spd2025e.60>

Gheorghe JIGĂU

ORCID: 0000-0002-4778-2105

E-mail: gheorghe.jigau@gmail.com

Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Sergiu DOBROJAN

ORCID: 0000-0003-0040-5836

E-mail: sergiudobrojan84@yahoo.com

Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Galina DOBROJAN

ORCID: 0009-0003-1629-2220

E-mail: galinadobrojan87@gmail.com

Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Iurie MOȘOI

ORCID: 0009-0005-8295-3060

E-mail: mosiur@mail.ru

Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Boris TURCHIN

ORCID: 0009-0008-9452-0424

E-mail: siropcik@mail.ru

Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Eugeniu SPRÂNCEAN

ORCID: 0009-0003-2572-4291

E-mail: schitagro@gmail.com

SRL "Schit-Agromex", Chișinău, Republica Moldova

Summary. *Based on the systemic approach to soil, a conceptual-methodological framework for unidirectional management of the typogenetic pedogenetic processes responsible for the basic functions of soils, especially those that determine climate resilience and the ability to adapt to climate change, was developed. The conceptual-synthetic analysis of our own research and that of the literature showed that the evaluated process ensures the synchronized regeneration of all factors and mechanisms of the soil system.*

Keywords: *systemic soil degradation, systemic soil approach, physical, chemical, biological subsystems, shallow composting, mineralization-humification.*

INTRODUCERE

Conform cercetărilor mai recente în evoluția cernoziomurilor din spațiul dintre Prut și Nistru pe parcursul ultimilor 100-150 de ani s-au succedat 3 etape degradative determinate de evoluția resurselor bioenergetice și a stării fizice a acestora.

Prima fază-timpurie (primii 10-13 ani după încadrarea terenurilor în circuitul agricol cauzată de degradarea accelerate a detritului humifer. La acea etapă reabilitarea pedofuncțională a solurilor putea fi asigurată prin returnarea resturilor vegetale în sol.

Etapa a doua-de degradare a sistemului de substanțe organice (acesta are rol decisiv în pedogeneza cernoziomică și este materializat în evoluția intercalată a profilului organic al solului și celui agregatic), manifestată în degradarea funcționalității interdependente și interdeterminată a sistemului pedofuncțional [sistem bioenergetic]↔[sistem agregatic].

La acea etapă reabilitarea ecologică și pedofuncțională a solurilor putea fi asigurată prin practicarea de asolamente resurso-reproductive și încorporarea sistematică a resturilor vegetale în sol.

Actuala etapă de evoluție antro-po-naturală a pedogenezei cernoziomice din spațiul dintre Prut și Nistru se caracterizează cu instaurarea în soluri a unui trend unidirecționat de degradare sistemică a cernoziomurilor ca formă superioară de organizare biorutinară a cernoziomurilor formă cu cel mai înalt grad de integrare a materiei abiotice și celei biotice (Fig. 1).

În aceste condiții regenerarea proceselor tipogenetice cernoziomice și reabilitarea funcționalității cernoziomurilor arabile presupune măsuri sistemice interdeterminate și interdependente capabile să asigure restabilirea sincronizată a tuturor componentelor solului. În acest context scopul prezentelor cercetări presupune fundamentarea principiilor conceptual-aplicative a măsurilor tehnologice de reabilitare ecologică a cernoziomurilor arabile și fundamentarea soluțiilor aplicativ-tehnologice de realizare a acestora.

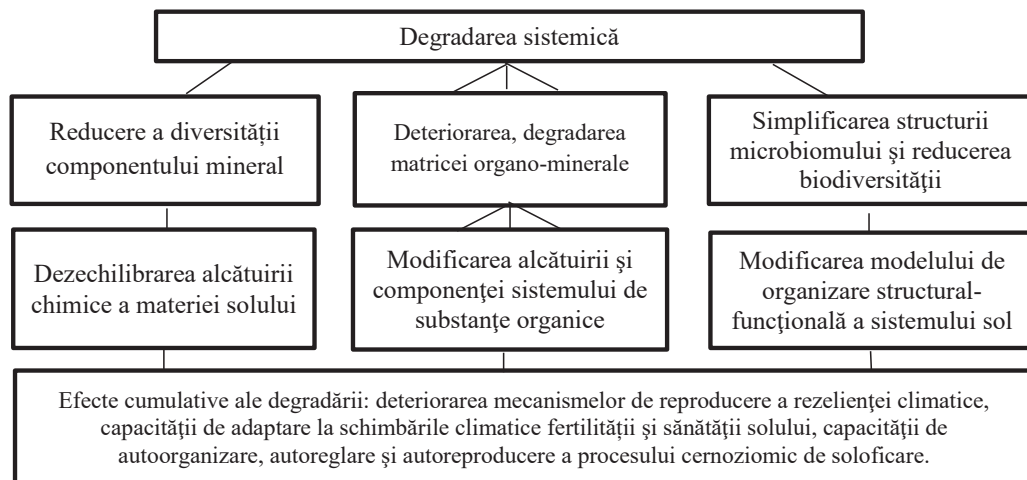


Figura 1. Degradarea sistemică a cernoziomurilor

MATERIALE ȘI METODE

Considerațiuni conceptual-metodologice

Prin prisma abordării factorial-procesuală (factori→regimuri→processe pedogene-tice elementare→sol) a pedogenezei, sănătății și fertilității solurilor acestea presupun un complex de procese fizice, chimice, fizico-chimice, biologice interacționate interde-pendente și interdeterminate manifestate în factori fizici, chimici fizico-chimici și bio-logici care determină anumite stări fizice, chimice, fizico-chimice, biologice. Aceasta implică abordarea sistemică a solului ca sistem foarte complex cu o varietate infinită de conexiuni funcționale interne și externe care au o structură organizațională polinivelară foarte complexă (Fig. 2). Managementul procesului pedogenetic în cadrul unei abordări sistemice își propune să optimizeze aceste relații pentru a obține evoluția unidirecționată a procesului pedogenetic cernoziomic sporirea sănătății și fertilității solurilor și intensi-ficarea funcțiilor eco/agroecosistemice.

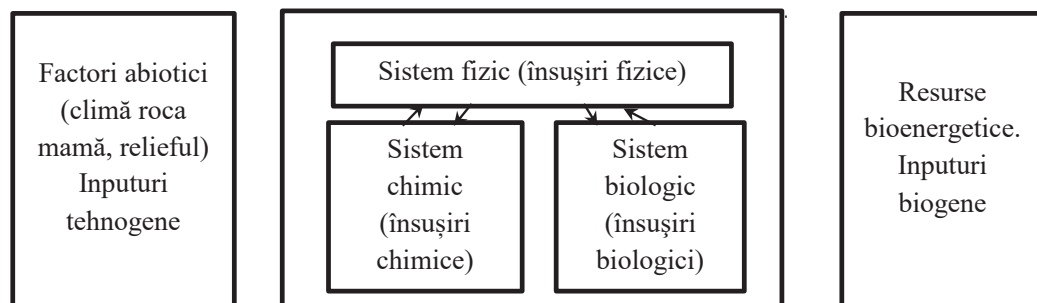


Figura 2. Organizarea sistemică a solului

Prin prisma conceptului organizării sistemice a solului este necesar să fie scoase în evidență câteva particularități ale acestuia de care trebuie să se țină cont în cadrul activităților de evaluare a solului și elaborării cadrului tehnologic de management sustenabil a funcționalității sistemului ecologic „sol-plantă”.

1. Solul urmează a fi considerat sistem alcătuit din elemente/subsisteme structurale interacționate prin relații directe și de răspuns (Fig. 2).

2. Oricare modificare în cadrul unei subsisteme implică, în mod inevitabil, modificări în cadrul altor subsisteme.

3. Impactul îndelungat a unor factori din exterior asupra solului conduce la intensificarea activității proceselor direcționate pe conservarea stării de echilibru a sistemului.

4. Pentru fiecare factor extern cu impact asupra solului sunt caracteristice intervale de valori în cadrul cărora sistemul își menține starea de echilibru.

În contextul celor expuse orișice factor (fertilizare, lucrare, irigare etc.) de impact asupra solului este considerat factor de stres extrem de puternic.

Impactul de durată a unor atare factori poate fi cauză a perturbării stării de echilibru a sistemului cu ulterioara degradare a acestuia. Prin această prismă de idei managementul sistemic al solurilor presupune reducerea până la minimum a impactului și măsuri tehnologice de atenuare a acestuia [1].

Prin această prismă de idei practicarea tehnologiei de compostare a materiei organice la suprafața solului (stratul superior) conceptul căreia este subiectul prezentelor cercetări presupune managementul sustenabil interdeterminat și interdependent a tuturor factorilor (fizici, chimici, biologici) responsabili de funcțiile eco/agroecosistemice de bază ale solurilor.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Gestionarea cu procesele pedogenetice și funcționalitatea solurilor trebuie considerată o parte integrantă a sistemului de gestionare a productivității agroecosistemelor. Esența acestui sistem de gestionare constă în determinarea în fiecare situație specifică a lanțului de factorilor care limitează funcționalitatea solurilor în scopul îmbunătățirii consecvente a acestora utilizând cele mai eficiente practici agricole. Actualmente pentru restabilirea funcționării normale a agroecosistemelor, reproducerea resurselor energetice în sol și regenerarea procesului pedogenetic cernoziomic sunt utilizate din ce în ce mai multe investiții energetice suplimentare care nu sunt întotdeauna recuperate prin producție suplimentară. În plus acestea în multe cazuri au impacturi în detrimentul principalilor factori de sănătate și fertilitate a solurilor responsabile de regenerarea procesului pedogenetic cernoziomic și funcțiile agroecosistemice de bază a acestora.

Cele menționate implică concluzia că reabilitarea ecologică la această etapă presupune consolidarea mecanismelor de autoreabilitare a solului bazat pe reproducerea și utilizarea materiei organice de origine vegetală. Prin urmare accentele trebuie plasate nu atât pe intensificare aporturilor de resurse tehnogene (fertilizanți minerali, pesticide etc.) cât pe intensificarea proceselor de acumulare și transformare a energiei în sol sub formă

de materie organică și revizuirea metodelor tradiționale de preparare a materialelor organice și de utilizare a acestora.

Actualmente pentru managementul regenerativ al procesului cernoziomic în regim arabil pe scară sunt utilizate resturile vegetale, îngrășămintele verzi, culturile succesive de acoperire prin încorporarea lor directă în sol. În același timp, însă, mai multe cercetări arată că acest procedeu este constrâns de efectul deprimant al resturilor vegetale asupra recoltei culturii ulterioare.

Totodată compostarea lor în locuri amenajate implică cheltuieli mari pentru deplasare și distribuire.

Din acest considerente în opinia noastră principala modalitate neconvențională de utilizare eficientă a acestor resurse bioenergetice ușor accesibile materializată în sporirea unidirecționată a conținutului de materie organică în sol este compostarea lor la suprafața solului direct în câmp aceasta fiind cea mai ieftină și mai accesibilă metodă de returnare regulată a materiei organice în sol.

Procesul de compostare în segmentul superior al solului contribuie intensificării funcționării unidirecționate a interdependente și interdeterminate a tuturor subsistemelor solului.

Mai receptiv la condițiile bioenergetice nou create este sistemul biologic iar efectele induse se manifestă nu doar în intensificarea activității biologice a microbiomului solului dar și în dezvoltarea tuturor grupelor de microorganisme responsabile de circuitul carbonului și elementelor organogene dar și de procesele care se realizează în sistemul „sol-plantă” aferente acestuia. Pe măsura dezvoltării microbiomului sporește gradul de protecție a acestuia atât prin asigurarea unor condiții mai favorabile hidrotermice și nutritive cât și prin furnizarea în sol de substanțe humice proaspete care reduc la minimum dezvoltarea și activitatea organismelor patogene. Dezvoltarea intensivă a microbiomului solului și activității acestuia este favorizată de gradul înalt de compatibilitate a biotei substratului în fază de compostare și celei a solului [2].

Descompunere a masei compostate în stratul superior al solului presupune dezvoltarea în acesta a unei asociații microbiotice corespunzătoare condițiilor concrete de landșaft. În acest sens, în segmentul superior decurg procese tipice respectivului tip/subtip de soluri.

În context energetic stratul superior al solurilor, în cadrul unei atare tehnologii complexe, reprezintă sisteme neechilibrate care interacționează cu straturile de aer aferente suprafeței solului în timp între sol și acestea instaurându-se un echilibru dinamic, caracteristic sistemelor termodinamice care îmbogățesc solul cu energie liberă prin sporirea conținutului de materie organică, elemente de nutriție și un consum mai econom al resurselor bioenergetice manifestat în reducerea emisiilor de gaze în atmosferă. Totodată, în aceste condiții se intensifică funcțiile informaționale, se formează compuși noi, se modifică structurarea și însușirile solului și se diversifică structurile nou formate. În același timp se intensifică procesele care se realizează în spațiul poros al formațiunilor structurale nou formate astfel regenerându-se „blocul regenerativ” cu dezvoltarea unui nou tip de memorie.

Prin această prismă de idei compostarea materiei organice în stratul superior al solului reprezintă o etapă nouă în regenerarea unidirecționată a agrolandșaftelor. În acest sens, practicarea unei atare tehnologii presupune demararea în soluri a unei etape unidirecționate de regenerare a tuturor componentelor landșaftului.

În acest sens, în segmentul superior al profilului se asigură o ambianță ecologică corespunzătoare unui nivel bioenergetic mai înalt și, respectiv, unei funcționalități mai intensive.

Conform conceptului tehnologic managementul proceselor care se realizează în substratul în fază de compostare presupune încorporarea acestuia la 6-8 cm în primul an, 10-14 cm în al doilea și 20-22 cm în al treilea. Acestea presupun 3 nivele de transformare-compostare:

1. de mineralizare-humificare intensivă a biomasei verzi, din componența substratului, cu formarea de fitonutrienți minerali și organominerali care asigură efecte imediate ale lucrărilor, dezvoltarea microbiomului și zoocenozei care contribuie inițierii procesului de transformare-descompunere a paiețelor cu formarea de substanțe organice labile, și humice mobile.

2. de humificare intensivă a paiețelor cu formarea de substanțe humice, realizarea reacțiilor organo-minerale, agregarea-structurarea în situ și furnizarea de substanțe humice pentru stratul subiacent al profilului (AmB).

3. de humificare lentă și furnizarea de substanțe humice pentru orizontul de tranziție la roca mamă (B) .

Prin această prismă de idei conceptul tehnologie presupune regenerarea modelului natural de funcționare a sistemului de substanțe organice manifestat în profilul humifer progresiv-acumulativ al cernoziomurilor cu integrarea acestuia cu cel agregativ.

În acest sens evoluția sistemului de substanțe organice presupune integrarea unidirecționată interdeterminată și interdependentă a profilului humifer și celui agregatic astfel asigurându-se nu doar acumularea carbonului organic în sol dar și stabilizarea acestuia.

Prin această prismă de idei considerăm că esența procesului cernoziomic de solificare presupune integrarea unidirecționată la scară pedologică a timpului a procesului de formare-acumulare humusului și celui de agregare-structurare materializată în constituirea unor formațiuni pedogenetice biorutinare cu cel mai înalt grad de integrare a materiei abiotice și celei biotice [3].

În acest sens cercetările noastre au arătat că formarea structurii agregatice presupune realizarea unidirecționată a lanțului funcțional evolutiv: particulă elementară → ultramicroagregat → microagregat (< 0,25 mm) → agregate fine (0,25-1,0 mm) → mezo-agregate (1-5 mm) → macroagregate (5-10 mm) [3].

În același timp, s-a stabilit că postacțiunea procesului de compostare a materiei organice în stratul superior al solului alcătuiește până la 5 ani și mai mult dat fiind intensitatea moderată a procesului integral de mineralizare-humificare în cadrul acestuia [4].

Procesul de formare și evoluție a compostului în stratul superficial al solului presupune ameliorarea componenței ultimului în sensul sporii conținutului de substanțe organice, regenerarea sistemului de substanțe organice, formarea de compuși humici și organo-minerali. Sincronizat cu componenta organică [sistem bioenergetic] evaluează componenta structural-agregatică [sistem agregatic], regimurile pedogenetice, pedofuncționale procesele și funcțiile determinate de acestea, în special bioproductivă, sanocreativă și cea ambiental modelatoare responsabilă de reziliența climatică și capacitatea de adaptare la schimbările climatice, în special la secetă.

Principalul factor care determină reziliența climatică și adaptarea la ciclicitatea climei la scara pedogenetică a timpului este sistemul de substanțe organice care se materializează prin intermediul structurii, aceasta la rândul ei materializându-se prin indicii de așezare (densitatea aparentă, porozitatea totală și diferențială). Indici integratori ai evoluției factorilor specificați sunt parametrii hidrofizici permeabilitatea pentru apă și conductivitatea hidraulică, capacitatea totală și cea de câmp pentru apă, umiditatea de întrerupere a continuității capilare și cea de ofilire, diapazonul optimal de apă utilă (DOAU) și diapazonul de apă utilă (DAU).

Prin această prismă de idei funcția de bază a procedului de compostare a resturilor organice în stratul superficial al cernoziomurilor presupune asigurarea unui cadru hidrofizic optimal pentru funcționarea sistemului ecologie „sol-plantă”, materializat în capacitatea de adaptare a acestuia la condițiile climatice.

CONCLUZII

Regenerarea procesului pedogenetic cernoziomic, în cadrul actualei faze de degradare sistemică a acestora, managementul proceselor pedogenetice presupune intensificarea proceselor de acumulare și transformare a substanțelor și energiei în sol sub formă de materie organică dar și revizuirea metodelor tradiționale de preparare a materialelor organice și de utilizare a acestora.

În baza analizei conceptual-sintetice a cercetărilor din domeniu considerăm că cea mai indicată modalitate netradițională de sporire a materiei organice în sol și de regenerare interacționată interdependentă și interdeterminată a tuturor componentelor sistemului solului este compostarea complexă a diverselor deșeuri din agricultură, îngrășămintelor verzi, sideratelor ș.a. direct în câmp în stratul superior (orizontul Am) al profilului solului.

REFERINȚE:

1. ОВСЯННИКОВ Ю. А. Использование системного подхода при изучении почвы. Овсянников Ю. Аграрный вестник Урала, 2006, №2 (32). с. 51- 53.
2. JIGĂU GH., DOBROJAN S., TURCHIN B., SPRÂNCEAN E., SPRÂNCEAN N. Obținerea și utilizarea preparatelor biooganominerale în tehnologiile mo-

dernizate de adaptare a solurilor la schimbările climatice. Chișinău, S.n. 2022, (Primex-Com) 80 p.

3. ЖИГЭУ Г. Теоретические основы управления агрегатной структурой черноземов. Lider Agro. 2020, No. 9. с. 14-18.
4. БЕЛЮЧЕНКО И.С. Использование фосфогипса для рекультивации чернозема обыкновенного в степной зоне Кубани. I Всероссийская Научная конференция. Краснодар, 2009. с. 54–59.

N.B. Articolul este realizat în cadrul proiectului „Eficientizarea tehnologiei de utilizare a producției vegetale secundare în calitate de fertilizant prin aplicarea preparatelor algale, cianobacteriene și bioorganominerale”, cu cifrul 24.80015.7007.03PI, și „Biotehnologie complexă de management a rezilienței climatice a agrofitocenozelor vulnerabile la schimbările climatice”, cu cifrul 24.80015.7007.04VI.