FUNCȚIILE SANO-ECOLOGICE ALE FRACȚIUNII LABILE A SUBSTANȚELOR ORGANICE DIN SOL: O ABORDARE CONCEPTUAL-TEORETICĂ

SANO-ECOLOGICAL FUNCTIONS OF THE LABILE FRACTION OF SOIL ORGANIC SUBSTANCES: A CONCEPTUAL-THEORETICAL APPROACH

CZU: 631.4:631.86 **https://doi.org/10.59295/spd2024n.63**

Gheorghe JIGĂU,
ORCID: 0000-0002-4778-2105
e-mail: gheorghe.jigau@gmail.com
Universitatea de Stat din Moldova
Sergiu DOBROJAN,
ORCID: 0000-0003-0040-5836
e-mail: sergiudobrojan84@yahoo.com
Universitatea de Stat din Moldova
Galina DOBROJAN,
e-mail: galinadobrojan87@gmail.com
Universitatea de Stat din Moldova
Nina PLĂCINTĂ,
Universitatea de Stat din Moldova
Iurie MOȘOI,
e-mail: mosiur@mail.ru
Universitatea de Stat din Moldova
Boris TURCHIN,
e-mail: siropcik@mail.ru
Universitatea de Stat din Moldova
Valentin GABERI,
e-mail: gaberi_valentin@yahoo.com
Universitatea Tehnică din Moldova

Summary. *Through the concept of ,,soil resources,'' the ,,system of soil organic substances'' was defined as the entirety of discrete particles of organic residues of biogenic origin, non-humic biomolecules, humic substances adsorbed and integrated into the mineral conglomerate (matrix) of the soil. The driving force of the functionality of the organic substances system is the labile fraction of organic substances, which represents a complex heterogeneous bioenergetic system consisting of organic dead matter and the living phase, exclusively determined by landscape conditions. The primary function of the labile fraction of organic substances within the organic substances system involves the continuous provision of bioorganic-mineral resources for its functioning within the soil ecosystem.*

In the context of the soil's sano-ecological functions, the primary function of the labile fraction of organic substances is to ensure the energoplastic buffer system protecting the humic system of the soil.

Keywords: *abile fraction of organic substances, health-ecological functions, system of humic substances.*

Cuvinte-cheie: *fracţiune labilă de substanţe organice, funcţii sano-ecologice, sistem de substanţe humice*

INTRODUCERE

Actualmente, în condiţiile când solul în calitatea lui de sistem biorutionar paraviu este încadrat într-un trend degradativ unidirecţionat determinat de transformarea radicală a ecosistemelor terestre prin substituirea biocenozelor landșafto-adaptate cu agrofitocenoze, degradarea biotopului determinată de degradarea fizică, chimică, fizico-chimică, biologică, aridizarea regimului hidric, sporirea gradului de continentalitate a climatului solului, a sporit semnificativ rolul componentei bioorganice în asigurarea biotei solului cu resursele bioenergetice necesare pentru susţinerea şi dezvoltarea biodiversităţii reducerea efectelor induse de inputurile tehnogene sporirea rezilienţei la fenomenele de climă mai severă induse de instabilitatea climei ș.a. materializate în funcţiile şi serviciile ecosistemice expresie cantitativă şi calitativă a cărora sunt fertilitatea şi sănătatea solului.

În calitatea lor de categorii pedogenetice fertilitatea şi sănătatea solului sunt interdependente şi interdeterminate au rol decisiv în reproducerea şi evoluţia unidirecţionată a procesului cernoziomic. În acest context cercetările mai recente au arătat că în cadrul actualei faze antropo-naturale de evoluţie a pedogenezei cernoziomice nivelul bioenergetic scăzut a cauzat instaurarea în cernoziomurilor arabile a unui nivel de sănătate şi fertilitate sub cel corespunzător condiţiilor biopedoclimatice iar un studiu mai recent a arătat că cernoziomurile arabile nu mai fac faţă condiţiilor climatice (fenomen necunoscut teoriei pedogenezei) dar şi tehnologiilor practicate. Aceasta implică necesitatea elaborării unui cadru tehnologic bazat pe managementul durabil al sistemului bioenergetic al cernoziomurilor cu luarea în calcul a rolului agroecologic a fiecărui component al acestuia în parte.

Actualmente în cercetările pedogenetice sunt utilizaţi, cu succes parametrii stării de humus [7, 11]. Utilizarea acestora permite identificarea sensului şi intensităţii procesului de humificare evaluarea gradului de asigurare a solului cu humus şi azot precum şi calitatea humusului, identificarea relaţiilor dintre alcătuirea şi însuşirile substanţelor humice şi procesul de pedogeneză, dar şi particularităţile genetice ale sistemului de substanţe organice al fiecărui tip/subtip de sol în parte. În acelaşi timp, însă, parametrii stării de humus nu asigură cadrul necesar pentru evaluarea valorii şi rolului sano-ecologic al fiecărui component al acestuia în parte iar corelaţiile dintre conţinutul de humus şi recoltele culturilor de câmp nu se realizează pentru toate culturile. Cu atât mai mult că acestea sunt valabile doar pentru cazurile când substanţa organică a solului este unica sursă de elemente de nutriţie. Pornind de la aceasta, considerăm oportună examinarea rolului agroeconologic a sistemului de substanţe organice a solului prin divizarea acestuia în

două grupe mari distincte de substanţe organice (1. stabile-conservative; 2. labile) în cadrul unui concept integral al sistemului de substanţe organice [8, 9].

MATERIALE ȘI METODE

Humusul solului a intrat în atenţia cercetării încă în jumătatea a doua a secolui XVIII încât până în prezent este acumulat un vast material informativ cu privire la componenta stabilă a sistemului de substanţe organice a solului. Rolul fracţiunii de substanţe organice labile în majoritatea cazurilor a fost redus doar la evaluarea cantitativă a acesteia în calitate de sursă energetică pentru microorganismele din sol şi sursă primară de formare a humusului. Din aceste considerente această fracţiune de substanţe organice a intrat în atenţia cercetării relativ recent în contextul funcţiilor agronomice şi agroecologice ale substanţei organice a solului. La acest capitol mai recent a fost elaborat cadrul conceptual şi metodologic de extragere şi de evaluare a acesteia.

În acest context în cadrul prezentelor cercetări ne-am propus o analiză sintetică a cercetărilor proprii dar şi ale altor autori, accentele fiind plasate pe dezvoltarea cadrului conceptual cu privire la sistemul de substanţe organice al solurilor şi funcţiile sano-ecologice ale fracţiunii labile de substanţe humice.

DISCUȚII ȘI REZULTATE

În cercetările noastre mai recente fracţiunea labilă de substanţe organice este examinată în cadrul unui concept integral cu privire la alcătuirea şi funcţionarea sistemului de substanţe organice al solului [3, 4]. În acest sens în baza analizei sintetice a propriilor cercetări dar şi ale altor cercetări din domeniu, propunem de a defini sistemul de substanţe organice totalitatea particulelor discrete ale resturilor organice de origine biogenă, biomoleculelor de provenienţă nehumică, substanţelor humice adsorbite şi integrate în conglomeratul (matricea) de particule minerale ale solului (Fig. 1). În cadrul acestuia se disting două grupe de substanţe de origine pedogenetică interacţionate, interdependente şi interdeterminate dar cu alcătuire, însuşiri şi funcţii deferite: a) substanţe conservative/inerte stabile; b) substanţe labile.

Prima grupă întruneşte substanţele organice care caracterizează trăsăturile tipogenetice ale tipului de sol. Acestea sunt, în primul rând acizii huminici maturi, humaţii de calciu, acizii hemato- melanici, huminile şi parţial o serie de substanţe asociate procesului de humificare (compuşi nespecifici). Ultimii au fost incluşi în prima grupă datorită gradului avansat de stabilitate chimică şi biologică. Totodată cantitatea lor în sol este în funcţie de tipul de pedogeneză.

Substanţele din această grupă se formează pe parcursul unei perioade mari de timp şi se păstrează în sol sute şi mii de ani, iar componenţa şi însuşirile lor determină regimurile pedogenetice şi pedofuncţionale, capacitatea pentru apă şi parametrii hidrofizici (funcţia de bază a humusului), capacitatea de reţinere ş.a.. Conform calculelor lui A. Smaghin pierderile de humus din cernoziomurile arabile până la moment sunt echiva-

lente cu reducerea cu 10-20 mmoli/100 g de sol a capacității de reținere iar cu acestea cca 30% din fondul de elemente nutritive care formează recoltele, precum și cca 150-200 mm de apă productivă.

Substanțele din această grupă se materializează în funcțiile sano-ecologice ale solurilor prin structura agregatică.

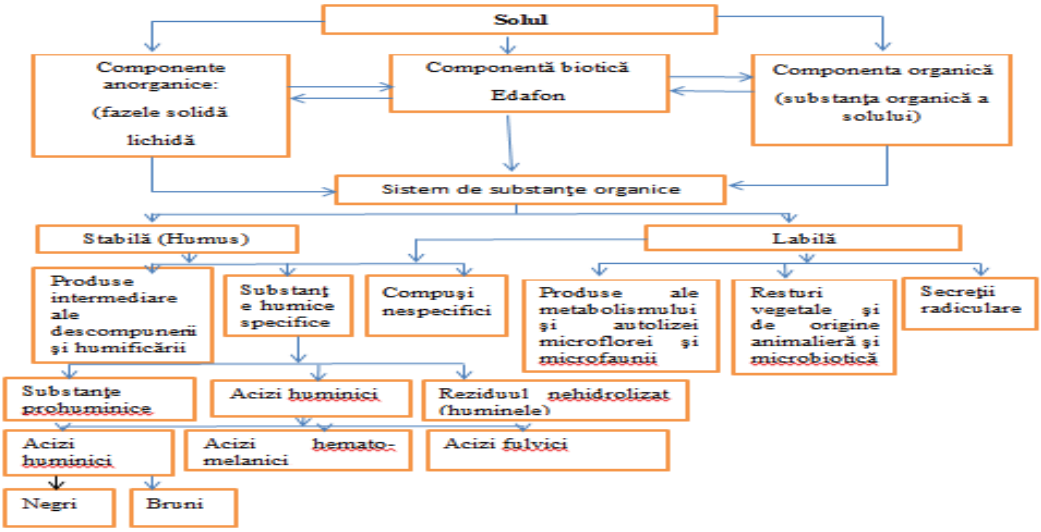


Fig. 1. Alcătuirea sistemului de substanțe organice al solului

Prin prisma conceptului „resursele solului”, în opinia noastră, fracțiunea labilă de substanțe organice reprezintă un sistem bioenergetic complex, heterogen, alcătuit din mortmasă organică (resturi vegetale și de origine animalieră, inclusiv microbiotică) și faza vie a solului cu alcătuire determinată, în exclusivitate, de condițiile concrete de landșaft cu anumite funcții în cadrul sistemului de substanțe organice al solului (Fig. 2)

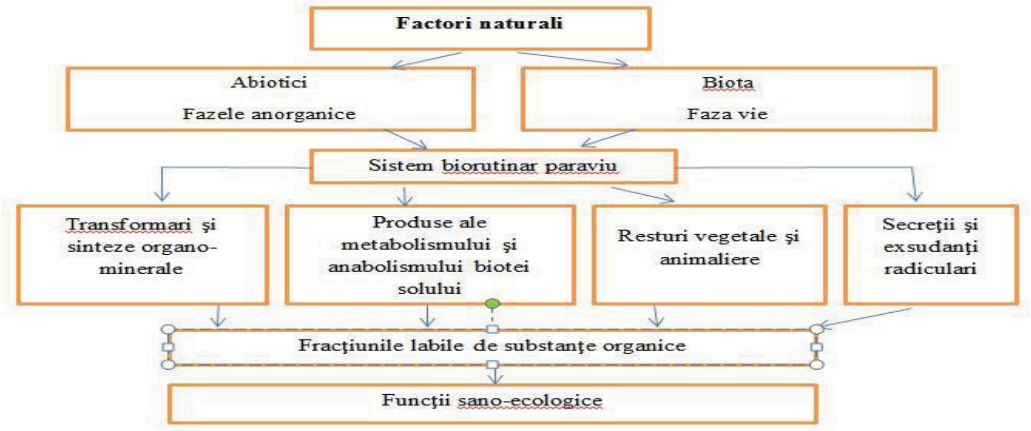


Fig. 2. Geneza fracțiunii labile de substanțe organice

În acelaşi timp, conform mai multor cercetări grupele de substanţe care formează sistemul biorutinar paraviu sunt alcătuite din mai multe grupe de substanţe organice care radical se deosebesc între ele atât structural cât şi funcţional, inclusiv fracţiunile uşoare ale carbonului predispuse la mineralizare [2, 10].

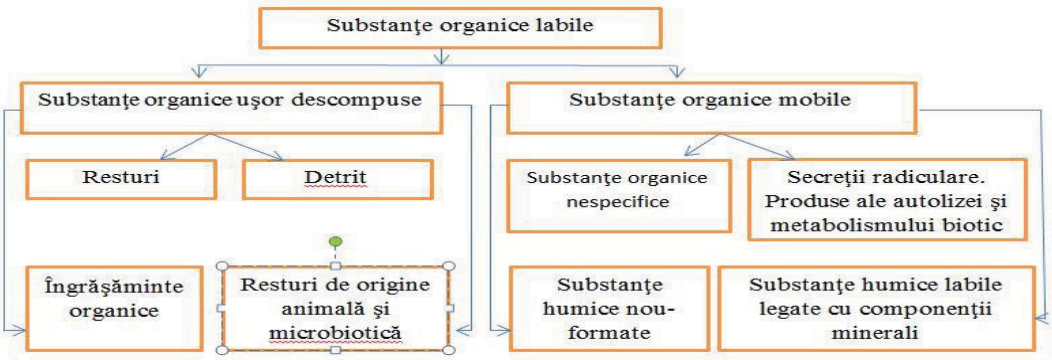


Fig. 3 Alcătuirea fracţiunii de substanţe organice labile (Мамонтов, 2000)

În contextul celor prezentate materia organică a solului este un sistem heterogen complex integrat cu sistemul mineral al solului în materia de bază a acestuia. Rezervele ei în soluri, stabilitatea şi rezistenţa la procesele biodegradative sunt în funcţie de factorii externi şi de cei interni responsabili nu doar de procesele de descompunere-transformare a substanţelor organice în sol cu formarea humusului dar şi de cele de acumulare şi stabilizare a acestora în sol. Conform unor cercetări mai recente Materia Organică din Sol include de la particule solide cu dimensiunile 2-0,53 mm (Particulate Organic Mater, POM) până la formaţiuni organice fine <0,053 mm (Mineral-Associated Organic Mater, MAOM) [5].

Fracţiunea POM este alcătuită din resturi organice proaspete şi în diverse faze de descompunere fie neprotejate (extra agregatice) fie încadrate în agregatele structurale (agregatice) cu perioada medie de existenţă în soluri de la câţiva până la zeci de ani [12].

Fracţiunea MAOM este reprezentată, preponderent, prin formaţiuni organice fin dispersate(cu dimensiuni <0,005 mm cu concentrare majoră în cele <0,002 mm, în special, în argila coloidală <0,0002 mm) care formează compuşi stabili cu mineralele argiloase cu durata medie de existenţă de la zeci de ani până la secole şi mii de ani [1].

Conform lui V.M. Semenov. particulele labile formează POM, iar compuşii organo-minerali formează MAOM, iar ca urmare POM caracterizează faza de sechestrare a carbonului iar MAOM faza de stabilizare (depunării a acestuia în sol), ambele reprezentând grupe structurale [12]

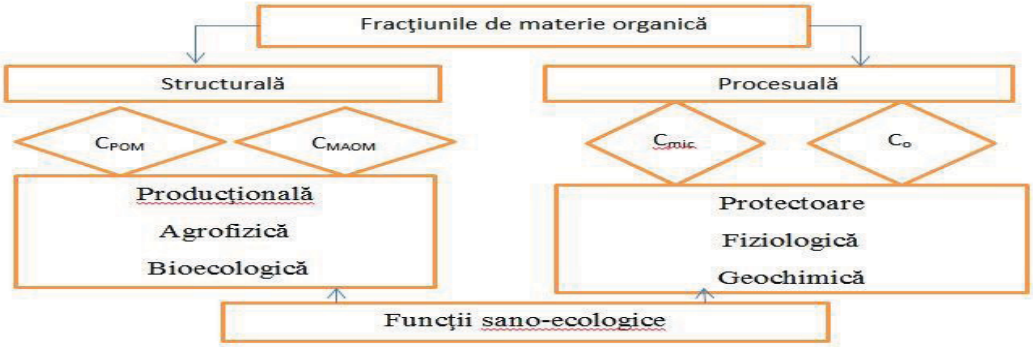


Fig. 4 Funcțiile sano-ecologice ale fracțiunii labile de substanțe organice

Din cele prezente mai sus constatăm că deși fracțiunii de substanțe organice labile îi revin cel mult 10-15% din conținutul total de materie organică în sol acesteia îi revine un rol decisiv în funcționarea ecosistemului solului.

În acest sens menționăm că cercetările teoretico-metodologice mai recente cu privire la sistemul de substanțe organice au constatat că fracțiunea labilă de substanțe organice îndeplinește funcția de substrat energetic de bază supus mineralizării și îndeplinește funcția de sistem tampon energoplastic care protejează substanțele humice inerte, responsabile de organizarea structural-funcțională a ecosistemului solului, prin reducerea proceselor de mineralizare microbiană a acesteia în condiții când se modifică (sporesc) necesitățile biotei heterotrofe în energie și metaboliți ai schimbului plastic-procesul de anabolism (fig. 5) [6].



Fig. 5. Schema sistemului tampon energoplastic (mecanismul humuso protector) al solului cu participarea sistemului de substanțe labile organice [6].

În același timp fracțiunea labilă de substanțe organice este considerată un indicator cu grad înalt de sensibilitate la calitatea ecologică/sănătății solului utilizat în scopul evaluării eficienței modului de management a resurselor de sol, în special pentru monitorizarea sensului și intensității fluxurilor de carbon, precum și în scopul modelării proceselor responsabile de acestea și argumentarea deciziilor manageriale, îndeosebi a celor care țin de intensificarea crizelor ecologice globale (degradarea solurilor fertile; schimbările climatice; reducerea și degradarea resurselor de apă dulce).

CONCLUZII

Sistemul de substanţe organice a solurilor care este responsabil de asigurarea reproducerii unidirecţionate a fertilităţii şi sănătăţii solului, reprezintă totalitatea substanţelor de origine biogenă şi humică integrate în conglomeratul de particule minerale (matricea) solului şi presupune două grupe de substanţe organice labile şi inerte stabile, interdeterminate şi interdependente.

Forţă motrică a funcţionalităţii unidirecţionate este fracţiunea labilă de substanţe organice care presupune furnizarea continuă a resurselor bioenergetice necesare pentru funcţionarea şi reproducerea unidirecţionată a ecosistemului solului.

Funcţia de bază a fracţiunii labile de substanţe organice presupune asigurarea sistemului tampon energoplastic-mecanismul protector al substanţelor humice inerte în condiţii de modificare a necesarului biotei solului în energie şi metaboliţi.

O altă funcţie sano-ecologică importantă este furnizarea sistemică de informaţii cu privire la cantitatea şi calitatea fluxurilor de carbon în condiţii concrete de landşaft/ agrolandşaft.

REFERINȚE

1. COTRUFO M. F, WALLENSTEIN M D., BOOT C M., DENEF K, PAUL E. The Microbial Efficiency-Matrix Stabilization (MEMS) framework integrates plant litter decomposition with soil organic matter stabilization: do labile plant inputs form stable soil organic matter? *Global Change Biology,* 2013. Vol. 19, No 4. p. 988-995. În:https://doi.org/10.1111/gcb.12113
2. GREGORICH, E.G., CARTER, M.R., ANGERS, D.A., MONREAL, C.M. and ELLERT, B.H. Towards a Minimum Data Set to Assess Soil Organic Matter Quality in Agricultural Soils. *Canadian Journal of Soil Science,* 74, (1994) 367-385. În: https://doi.org/10.4141/cjss94-051
3. JIGĂU GH., DOBROJAN S., TURCHIN B., DOBROJAN G., CRIVOI A., GABERI V., BACALOV I. Locul şi rolul substanţelor humice în constituirea sănătăţii cernoziomurilor arabile. *Particularităţi pedo-geomorfologice „Alexandru Ioan Cuza" din Iaşi,* 2023. p. 76-89.
4. JIGĂU GH., STADNIC A., CIOLACU T., TURCHIN B. Tehnologiile agricole pedoconservative: abordare pedofuncţională. *Geneza, evoluţia şi încadrarea taxonomică a solurilor din depresiunile intramontane din România. Iaşi: Editura Universităţii „Al. I. Cuza" din Iaşi,* p. 74-88.
5. JOCELYN M. LAVALLEE, JENNIFER L. SOONG, M. FRANCESCA COTRUFO. Conceptualizing soil organic matter into particulate and mineral-associated forms to address global change in the 21st century. *Global Change Biology,* 2020. Vol 2(4). p. 261-273. În:https://doi.org/10.1111/gcb.14859
6. ГАМКАЛО З. Г., БЕДЕРНИЧЕК Т. Ю. Лабильное органическое вещество почвы как индикатор ее экологического качества в разных условиях зем-

лепользования. *Экосистемы, их оптимизация и охрана.* 2014. Вып. 10. С. 193–200.

7. ГРИШИНА Л.А, ОРЛОВ Д.С. Система показателей гумусного состояния почв. *Проблемы почвоведения. - М.:Наука,* 1978, с. 42-47.
8. ЖИГЭУ Г.В. Почвенно-функциональная концепция воспроизводства почвенного плодородия. *Lider agro,* 2017, nr. 3. c.4-8.
9. ЖИГЭУ Г.В. Современные процессы эволюции черноземов и принципы технологического обеспечения их плодородия. *Lider agro,* 2015, nr. 5. c.4-9.
10. МАМОНТОВ В.Г., РОДИОНОВА Л.П., БЫКОВСКИЙ Ф.Ф., СИРАДЖ А. Лабильное органическое вещество почвы: номенклатурная схема, методы изучения. и агроэкологические функции. *Известия ТСХА*. Вол 4, 2000 с. 93-108
11. ОРЛОВ Д.С., БИРЮКОВА О.Н., РОЗАНОВА М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов. Ж. *Почвоведение.* - 2004. - № 8, с. 918-926.
12. СЕМЕНОВ В. М., ЛЕБЕДЕВА Т. Н., ЛОПЕС ДЕ ГЕРЕНЮ В. О., ОВСЕПЯН Л. А., СЕМЕНОВ М. В. , КУРГАНОВА И. Н. Пулы и фракции органического углерода в почве: структура, функции и методы определения. *Почвы и окружающая среда* 2023 Том 6 № 1 În:https://doi.org/10.31251/pos.v6i1.199