

**CADRUL CONCEPTUAL DE ADAPTARE A TEHNOLOGIILOR PEDO-CONSERVATIV-
REGENERATIVE CLIMATO-OPTIMIZATE LA CONDIȚIILE REPUBLICII MOLDOVA (ÎN
DEZVOLTAREA
CONCEPTULUI FAO)**

Gheorghe Jigău, *doctor în biologie, conferențiar universitar*, Sergiu Dobrojan, *doctor în biologie, conferențiar universitar*, Tatiana Ciolacu, *doctor în biologie, conferențiar cercetător*, Boris Turchin, *cercetător științific*, Galina Dobrojan, *cercetător științific*, Nina Plăcintă, *cercetător științific*, Angela Stadnic, *cercetător științific, Universitatea de Stat din Moldova*, Nistor Bolocan, *doctor în agricultură, conferențiar cercetător, Institutul de Microbiologie și Biotehnologii, MEC.*

The chernozems of the space between the Prut and the Dniester have an increased potential for resilience-adaptation to climate change due to the specific bio-pedo-climatic conditions of the region in the last 6.0-4.5 thousand years. Its realization in conditions of agrogenesis supposes the sustainability of the functionality of the pedofunctional system [the system of organic substances – the structural-aggregate system] within some pedoconservative-regenerative technologies adapted to the conditions of the landscape.

Key words: *soil resilience; adaptation potential; system of organic substances; structural-aggregate system.*

INTRODUCERE

Prin prisma teoriei pedogenezei și funcționalității învelișului de sol schimbările climatice, de rând cu impactul tehnoproductiv, se înscriu în numărul factorilor cu impact asupra funcțiilor biosferice/ecosistemice, agrosferice și sociosferice și reprezintă una din cele mai grave provocări ale actualului mileniu, iar consecințele acestora devin tot mai resimțite și se materializează în intensificarea diverselor forme de degradare a solurilor și reducerea a capacității de adaptare a acestora la condițiile climatice nou-create. În acest context A.Л. Иванов și coautorii constată că intensificarea gradului de continentalitate a climei, dar și manifestările regionale a humidizării și aridizării cauzează procese de perturbare a structurii agrosistemelor și degradarea agrolandsafturilor din cadrul zonei cernoziomice [1]. Conform cercetărilor mai recente în mai multe spații cernoziomice, procesele de degradare a solurilor au atins "punctul ireversibilității", iar evoluția antropo-naturală a cernoziomurilor este determinată de necorespunderea condițiilor pedo-funcționale cadrului climatic [2]. Din numărul acestora face parte și spațiul dintre Prut și Nistru în cadrul căruia actualul trend al climei indică la o tendință stabil unidirecționată de modificare a climei și a cadrului biopedoclimatic în general materializată în diverse fenomene de climă extremă (secete, ploi torențiale, vânturi puternice ș.a.), care afectează funcționalitatea eco- și agroecosistemelor și a sistemului ecologic "sol-plantă".

Manifestarea schimbărilor climatice nu presupune doar elementele de climă extremă deoarece acestea sunt caracteristice variabilității și instabilității climatice prognozate de B.A. Ковда, care consideră că la trecerea dintre milenii este posibilă încălzirea climei, sporirea gradului de continentalitate a acestora și intensificarea gradului de instabilitate climatică manifestată în alternanțe de perioade umede și uscate de durată [9]. Specificul actualelor schimbări climatice constă în viteza și magnitudinea/intensitatea cu care se manifestă măsurările indicând că magnitudinea și viteza efectelor înregistrate depășesc parametrii tipici caracteristici variabilității/instabilității climatice.

În aceste condiții importanța prioritară are practicarea de tehnologii agricole capabile să asigure reabilitarea și reproducerea lărgită a procesului cernoziomic bazate pe mobilizarea potențială a potențialului pedogenetic natural, dar și pe optimizarea ambianței pedogenetice interne materializată în regimurile pedogenetice și pedofuncționale.

În opinia mai multor cercetători acestor exigențe corespund tehnologiile pedoconservative conceptul cărora a fost elaborat sub egida FAO în baza analizei sintetice a experienței globale în acest domeniu [3, 4, 5]. Conceptul tehnologiilor pedo-conservative-regenerative a fost dezvoltat ca parte componentă a unui concept mai amplu de "neutralitate din punctul de vedere al degradării terenului" ca parte a Obiectivului de Dezvoltare Durabilă (ODD) convenite de Adunarea Generală a Organizației Națiunilor Unite în 2015, iar punerea în aplicare a acestuia presupune dezvoltarea cadrului conceptual-teoretic de adaptare a acestuia la diverse nivele de organizare și funcționare a spațiului pedogeografic.

Scopul prezentelor cercetări presupune elaborarea cadrului biofizic de fundamentare și de adaptare a tehnologiilor pedo-conservative-regenerative climato-optimizate la condițiile bio-pedo-climatice ale spațiului dintre Prut și Nistru.

MATERIAL ȘI METODE

Elemente conceptuale cheie

Elaborarea și punerea în aplicare a tehnologiilor de conservare și regenerare a solurilor și funcțiilor acestora presupune fundamentarea și dezvoltarea cadrului conceptual-teoretic al acestora bazat pe reziliența solului.

Cu referire la funcționalitatea solurilor și managementul sustenabil al acestora în calitatea lor de sistem natural conceptul de reziliență a intrat în utilizare recent pentru a deschide sisteme care se confruntă cu diferiți factori perturbatori și care parcurg perioade variate de dezechilibru, având capacitatea de a reveni la starea inițială [6].

Prin prisma adaptării și optimizării climatice a tehnologiilor agricole, în opinia noastră, mai acceptabilă este perceperea rezilienței ca abilitatea unui sistem de a absorbi schimbarea și de a se reorganiza, aflându-se în plină schimbare, astfel încât să păstreze aceeași abilitate de funcționare, aceeași structură, identitate și raportare la mediul extern sistemului [7].

În dezvoltarea acestei abordări B. Smit și J. Wandel consideră că reziliența nu presupune doar capacitatea sistemului de a-și păstra neschimbate doar anumite funcții sau structuri, ci mai degrabă păstrarea integrității în timp și se asociază cu capacitatea de a se adapta pozitiv, ceea ce îi permite să se dezvolte [8].

Cu referire la schimbările climatice reziliența climatică presupune sustenabilizarea proceselor responsabile de sporirea capacității de a absorbi impactul din exterior și de reorganizarea organizării structural-funcționale de adaptare la condițiile nou-formate.

În contextul celor expuse adaptarea cernoziomurilor la ciclicitatea și schimbările condițiilor climatice este „înscrisă în codul genetic al cernoziomurilor” și este produsul procesului de evoluție a pedogenezei cernoziomice în spațiul Pridanubian în rezultatul dezvoltării interdeterminată și interdependentă a tuturor componentelor landsaftului și se materializează în reziliența acestora. În acest sens, actualele cernoziomuri ale spațiului dintre Prut și Nistru pot fi examinate ca o etapă (a treisprezecea) finală (la moment) a procesului de pedogeneză pe parcursul perioadei cuaternare, de altfel, climatic identică cu majoritatea etapelor precedente [9]. Totodată cercetările au arătat că pe parcursul acestei ultimei etape formarea și evoluția actualului landsaft a fost determinată de alternarea în timp și spațiu a mai multor faze de schimbare a climei și solurilor [2].

Prin această prismă de idei geneza și evoluția cernoziomurilor în spațiul dintre Prut și Nistru este examinată în baza triadei neodokuceaeviste (factori → procese pedogenetice → sol) cu luarea mai recentă în calcul a regimurilor pedogenetice (factori → regimuri → procese pedogenetice → sol) și particularităților principalelor parametri pedo-ecologici caracterizați cu o îmbinare instabilă a principalelor indici hidrotermici manifestați în gradul de exprimare a proceselor humuso-acumulative și de organizare structural-funcțională a materiei de bază a solului [10].

Pornind de la aceasta considerăm că zonalitatea proceselor cernoziomice care clar se conturează în spațiul dintre Prut și Nistru este determinată de zonalitatea condițiilor hidrotermice, iar succesiunea în spațiu de la sud la nord a rândului evolutiv-genetic cernoziomuri carbonatice → cernoziomuri tipice slab humifere → cernoziomuri tipice moderat humifere → cernoziomuri levigate → cernoziomuri argilo-iluviale este o expresie a succesiunii spațiale a condițiilor de umezire, termice și gradului de continentalitate a climei în cadrul trendului regional pe parcursul ultimilor 6,0-4,5 mii de ani.

Forța motrică a genezei și evoluției procesului cernoziomic de solificare și de adaptare a acestuia la cadrul bio-pedo-climatic este funcționarea interdeterminată și interdependentă a sistemului pedofuncțional [sistemul de substanțe organice ⇔ sistemul structural agregatic] constituit la scara pedologică a timpului.

În acest context concepții și principii cheie a actualului cadru conceptual-teoretic sunt: conceptul rolului prioritar al procesului de formare și de acumulare a humusului în cadrul pedogenezei cernoziomice. În acest sens funcția de bază a procesului de humificare presupune furnizarea substanțelor humice capabile să asigure procesul de agregare a materiei solului, iar funcția de bază a humusului presupune asigurarea stabilității agregatice, sechestrarea și stabilizarea carbonului organic în agregatele structurale; conceptul dezvoltării și evoluției interdependente și interdeterminante a procesului de humificare și celui de agregare-structurare a materiei solului: cantitatea și calitatea humusului determină sensul și intensitatea procesului de agregare-structurare și invers alcătuirea și gradul de stabilitate a structurii determină sensul și intensitatea procesului de humificare precum și alcătuirea și calitatea substanțelor humice nou-formate; legea fertilității solului: conservarea și reproducerea lărgită a fertilității solurilor în oricare condiții agroecologice se asigură prin susținere a circuitului rădăcinilor plantelor în interacțiune strânsă cu alte componente ale biotei solului (bacterii, ciuperci, alge, mezofaună), aerului și schimbului de apă între materia biotică și cea abiotică din cadrul ecosistemului.

Aplicarea acestei legi asigură gestionarea fertilității solului, iar prin urmare și sporirea unidirecționată a resurselor bioenergetice potențiale și efective pentru realizarea procesului pedogenetic și reproducerea lărgită a acestuia. Prin această prismă de idei această lege presupune Principiul primatului fertilității solului în cadrul pedogenezei și alcătuiește suportul conceptual-aplicativ al procedurii de biologizare a tehnologiilor agricole practicate [11].

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cadrul biofizic actual de evoluție a capacității de adaptare a cernoziomurilor spațiului dintre Prut și Nistru la schimbarea climei

În cadrul actualului trend al climei în regiune și al climatului solurilor în condiții de agrogeneză procesul pedogenetic în cadrul tuturor pedocosmurilor decurge în condiții de aridizare relativă manifestată în asigurare mai redusă cu apă decât cea posibilă în cadrul respectivelor condiții climatice.

În aceste condiții modificări semnificative suferă întregul complex de factori abiotici și biotici manifestată în alcătuirea sistemului de substanțe organice, deplasarea în timp a fazelor succesive ale procesului de humificare însoțite de reorganizarea componentei minerale a solului, dezintegrarea structurii cernoziomice native în stratul agrogen și reagregarea materiei solului în condițiile nou-formate.

Exprimare cantitativă mai pronunțată a acestora se atestă în stratul arabil care reprezintă o parte a orizontului humuso-acumulativ, care în cernoziomurile native îndeplinește funcția de zonă transformațional-humificațională a profilului organic al solului și este responsabilă de autoreglarea

sistemului de substanțe organice a cernoziomurilor. Forța motrică a autoreglării sistemului de substanțe organice în cernoziomurile native este fluxul permanent de resurse bioenergetice și menținerea acestora în stratul de la suprafață la un nivel cantitativ mai înalt decât în cele subiacente.

Includerea cernoziomurilor în circuitul agricol însoțită de substituirea biocenozelor cu agrofitorcenoze, distrugerea „litierii de stepă”, și a orizontului înțelenit, intensificarea gradului de aerație a stratului arabil conduce la modificarea sistemului de substanțe organice manifestată în reducerea semnificativă a conținutului total de materie organică și, îndeosebi, a fracțiunii de substanțe organice labile și perturbarea conexiunii genetice între zonele profilului organic al solurilor și ciclicității unidirecționate a procesului cernoziomic materializată în destabilizarea ecosistemului solului, modificarea sensului și intensității proceselor tipogenetice (Tab. 1).

Tabelul 1. Alcătuirea sistemului de substanțe organice a cernoziomurilor tipice moderat humifere lutoargiloase (strat 0-30 cm) în diverse condiții de întreținere

Mod de întreținere	Conținutul total de materie organică, %	Alcătuirea sistemului de substanțe organice, % din conținutul total de materie organică		
		Humus	Materie nehumificată	Substanțe extrase în 0,1 n NaOH
Fâșie de pădure (47 ani)	5,84	78,8	12,8	8,3
Pârloagă (16 ani)	5,39	76,1	13,7	10,2
Arabil slab supracultivat	3,68	92,8	1,4	5,3
Arabil moderat supracultivat	3,08	94,8	0,9	4,3
Arabil puternic supracultivat	2,36	96,2	0,7	3,1

Din datele prezentate constatăm că în condiții de fâșie de pădure conținutul total de materie organică alcătuiește 5,84% din care 78,8% din aceasta revin humusului. Frațiunii de substanțe labile îi revin 21,2% din care 12,8% revin materiei organice nehumificate, iar 8,3 revin substanțelor extrase în soluție 0,1 n NaOH.

În cernoziomurile arabile cantitatea totală de materie organică se reduce până la scăzută (3-4%) și foarte scăzută (2-3%). În componența materiei organice sporește, semnificativ, ponderea relativă a humusului. Conținutul fracțiunii de materie organică nehumificată se reduce de 8-9 ori în solurile slab supracultivate și de 12-13 ori în cele puternic supracultivate. Ponderea substanțelor extrase în soluție 0,1 n NaOH se reduce de 2-4 ori în funcție de gradul de supracultivare.

În baza celor expuse putem concluda că sistemele de substanțe organice a cernoziomurilor arabile reprezintă formațiuni agrogene inerte incapabile să asigure funcționalitatea profilului organic și reproducerea procesului cernoziomic și evoluția acestuia pe verticală cu reproducerea profilului humifer progresiv acumulativ. În același timp, însă, acestea sunt receptive la sporirea resurselor bioenergetice ale solului.

Din tabelul 1 constatăm că întreținerea solurilor în regim de pârloagă (16 ani) contribuie sporirii de cca 1,5 ori a conținutului total de materie organică în sol (5,39%). În componența acesteia cca 76,1% revin humusului. În același timp sporește semnificativ ponderea fracțiunii de substanțe labile (23,9%) care depășește conținutul acesteia în solurile din fâșiile de pădure, lucru care ne permite să concludem că sporirea gradului de asigurare cu resurse bioenergetice contribuie restabilirii sistemului de substanțe organice a cernoziomurilor arabile supracultivate.

Legități asemănătoare se constată și în evoluția sistemului de substanțe humice a cernoziomurilor (Tab. 2).

Cernoziomurile din cadrul fâșiilor de pădure se caracterizează cu tip de humus fulvato-humatic ($C_{Ah}/C_{Af} = 1,63$). În componența acizilor huminici predomină humații de calciu (Ah_2), iar în componența acizilor fulvici – fulvații de calciu. Conținutul sumar al fracțiunilor ”agresivă și mobilă” (Af_{1a} , Af_1) de acizi fulvici este aproximativ egală cu conținutul acestora în cernoziomurile native.

Tabelul 2. Alcătuirea sistemului de substanțe humice a cernoziomului tipic moderat humifer lutoargilos în diverse condiții de întreținere

Mod de întreținere	C	C acizi huminici, %	C acizi fulvici, %	C reziduu	$C_{Ah}/$
--------------------	---	---------------------	--------------------	-----------	-----------

	total, %	Ah ₁	Ah ₂	Ah ₃	Suma	Af _{1a}	Af ₁	Af ₂	Af ₃	Suma	nehidrolizat, %	C _{Af}
Fâșie de pădure (47 ani)	2,68	11,8	27,5	3,9	43,2	1,9	6,7	15,2	2,8	26,5	30,3	1,63
Pârloagă (16 ani)	2,39	10,7	26,5	8,0	45,2	1,9	5,5	11,9	5,0	24,3	30,5	1,86
Arabil slab supracultivat	1,98	14,0	19,7	6,2	39,9	6,6	7,9	10,0	4,8	29,3	30,8	1,37
Arabil moderat supracultivat	1,70	14,7	17,8	4,6	37,1	7,6	8,6	10,9	4,4	31,5	31,4	1,18
Arabil puternic supracultivat	1,32	14,9	18,1	4,6	37,6	7,8	8,8	9,8	4,9	31,3	31,1	1,21

Condițiile biohidrotermice instaurate în cernoziomurile arabile au condus atât la modificări în mersul procesului de humificare, cât și în alcătuirea sistemului humic al acestora. În acest sens cercetările au arătat că în condițiile de agrogenză la nivelul microproceselor humificarea este identică condițiilor naturale. La nivel de mezo- și macroproces se atestă o deplasare a humificării în sensul „aridizării” manifestată în: a) sporirea conținutului relativ humaților „liberi” și celor formați cu participarea mineralelor argiloase; b) reducerea conținutului humaților cu calciu; c) intensificarea proceselor de sinteză a fracțiunilor „agresive” de acizi fulvici (Af_{1a}, Af₁); d) de cca 1,2-1,3 ori a sporit conținutul sumar al acizilor fulvici; e) raportul C_{ah}/C_{af} prezintă valori (1,37-1,18) care nu sunt caracteristice cernoziomurilor din spațiul dintre Prut și Nistru. Atare valori sunt caracteristice solurilor din cadrul stepelor xerofite. În același timp conținutul de carbon huminic (reziduu nehidrolizat) practic nu suferă modificări. Aceasta ne permite să considerăm că modificările atestate în alcătuirea sistemului humic al cernoziomurilor arabile sunt determinate de particularitățile procesului contemporan de humificare în condiții de deficit de resurse bioenergetice și azot biologic, grad avansat de aerație a solului de continentalitate a climatului solului.

Întreținerea solului în regim de pârloagă conduce la substituirea regimului hidric nepercolativ evapo-desuctiv caracteristic agroecosistemelor cu regim hidric nepercolativ-desuctiv. Trăsătură specifică a acestui tip de regim hidric este tendința stabilă de humidizare și percolare adâncă a profilului solului. În perioada 2009-2021 în unii ani/perioade ale anilor (2015, 2017, 2021) s-a atestat supraumezirea pe întreaga grosime a profilului. Sporirea semnificativă a cantității de resturi vegetale și calității acestora (ponderea mare a resturilor radulare depozitate în profilul solului) de rând de reducerea gradului de aerație a solurilor conduce la instaurarea în soluri de condiții biohidrotermice care favorizează formarea substanțelor huminice precum și transformarea fracțiunilor „agresive” de substanțe humice (Ah₁, Af_{1a}, Af₁) în substanțe cu stabilitate mai mare și sporirea capacității de agregare. Aceasta ne permite să concludem că alternarea perioadelor de humidiere și celor de aridizare a regimului hidric al cernoziomurilor din regiune este principalul factor care a asigurat reproducerea periodică a procesului de pedogeneză cernoziomică [2].

Modificarea structurii și funcționării sistemului de substanțe organice a cernoziomurilor arabile a condus la perturbarea interacțiunilor interdeterminate stabilite în acestea la scara pedologică a timpului între sistemul de substanțe organice și sistemul structural-agregatic. În acest sens considerăm că degradarea sistemului structural-agregatic este o consecință genetic determinată indusă de încadrarea cernoziomurilor în circuitul agricol.

Tabelul 3. *Elemente de evoluție antropogenă a sistemului structural-agregatic al cernoziomului tipic moderat humifer lutoargilos*

Mod de întreținere	Adâncimea, cm	Conținut de agregate, %			Stabilitate agregatică, %		
		> 10 mm	10-0,25 mm	< 0,25 mm	5-3 mm	3-0,25 mm	< 0,25 mm
Fâșie de pădure (41 de ani)	0-10	6,3	85,6	8,1	27,0	52,0	21,0
	10-20	8,7	84,0	7,3	19,4	59,6	19,4
	20-30	11,3	79,2	9,5	23,6	58,2	17,6
Arabil (53 de ani)	0-10	13,9	73,6	12,5	7,4	53,0	39,6
	10-20	19,7	65,0	14,3	4,4	49,0	46,6
	20-30	31,7	58,2	10,1	11,8	41,9	46,3
	30-40	30,3	56,9	12,8	10,7	44,4	44,9

	40-50	17,8	69,8	12,4	10,9	52,0	37,1
Arabil (47 ani)	0-10	12,5	68,0	19,5	7,7	52,0	40,3
	10-20	19,4	68,5	12,1	6,1	47,0	46,9
	20-30	30,7	58,0	11,3	9,7	42,0	48,3
	30-40	30,3	56,9	12,8	10,3	41,5	48,2
	40-50	14,7	73,0	12,3	9,1	47,3	43,0

Pornind de la cele expuse mai sus cu privire la geneza cernoziomurilor din spațiul dintre Prut și Nistru considerăm că sistemul structural-agregatic al cernoziomurilor arabile este moștenit de la etapa preagricolă și este produsul interacțiunii cantitative a mecanismelor coagulațional, radicular și coprogen de agregare a materiei solului, care asigură reproducerea echilibrată anuală cu formarea pedurilor granular-glomerulare [10]. În condiții de agrogeneză aceste interacțiuni suferă modificări semnificative cauzate de reducerea ponderii mecanismelor radicular și coprogen de agregare a materiei solului care se realizează în indicii cantitativi și calitativi ai stării structural-agregatice a cernoziomurilor arabile (Tab. 3) [12].

Din datele Tabelului 3 constatăm că evoluția natural-antropică a sistemului structural-agregatic al cernoziomurilor arabile presupune sporirea semnificativă a conținutului de agregate >10 mm cu valoare agronomică și pedofuncțională redusă precum și mărunțirea structurii cu sporirea conținutului de agregate <0,25 mm. Modificările specificate se realizează din conținutul de agregate agronomic valoroase (10-0,25 mm).

Cu grad mai mare de variabilitate se caracterizează fracțiunile >10 și 5-10 mm, care sunt în exclusivitate de origine mecanică și sunt totalmente lipsite de hidrostabilitate. Cu grad maximal de stabilitate pe parcursul vegetației se caracterizează fracțiunea 1-0,25 mm. Agregatele 5-1 mm ocupă o poziție intermediară, iar dinamica conținutului acestora este determinată de condițiile climatice și cultura cultivată. Un loc aparte în metastructurarea revine proceselor de mărunțire mecanică a structurii sub acțiunea lucrărilor solului.

Modificări semnificative suferă stabilitatea agregatică. În stratul agrogen mai mult de 45% din masa agregatelor hidrostabile revin microagregatelor (<0,25 mm). Cca 50% din masa agregatelor hidrostabile revin fracțiunii 3-0,25 mm. În același timp în componența acestora cca 50% revin agregatelor 1-0,25 mm. Urmare a stabilității agregatice redusă este predispunerea masei solului la consolidare și supracompactare. Procesele specificate sunt favorizate de gradul sporit de dehumifiere și debiologizare a materiei solului [11]. Aceasta ne permite să concludem că procesele de agregare-structurare a masei solului în condiții natural-antropice se detașează tot mai mult de procesele naturale. În acest sens, în condiții de agrogeneză procesele de „înnoire” și reproducere anuală a structurii cernoziomice sunt înlocuite cu procesele de reagregare a masei solului cu formarea de pseudoagregate cu dimensiuni corespunzătoare agregatelor agronomic valoroase. În condițiile unui trend stabil de debiologizare și de dehumifiere a masei solului rolul decisiv în reagregarea masei solului revine proceselor termo-compresionale și celor fizico-mecanice materializate în metastructurarea structurii agregatice manifestată în reducerea ponderii agregatelor de origine bioagulațională și sporirea ponderii agregatelor de origine mecanică. În acest context considerăm că metastructurarea este principalul factor care determină dinamica și variabilitatea alcătuirii structural-agregatice a cernoziomurilor arabile pe parcursul perioadei de vegetație (Tab. 4, 5).

Tabelul 4. *Dinamica parametrilor stării structural-agregatice a cernoziomurilor arabile pe parcursul perioadei de vegetație*

Solul	Sistem de lucrare	Adâncimea, cm	Termeni de recoltare a probelor. Conținutul de agregate, %									
			La începutul vegetației					La sfârșitul vegetației				
			> 10 mm	10-0,25 mm	5-1 mm	3-0,25 mm	<0,25 mm	>10 mm	10-0,25 mm	5-1 mm	3-0,25 mm	< 0,25 mm
Cernoziom carbonatic lutoargilos	Arătură	0-20	4,1	89,6	55,9	53,2	6,3	6,9	83,3	47,1	51,3	9,8
		20-40	10,1	87,9	50,5	33,3	2,0	29,8	66,5	33,5	23,13	3,7
		40-60	11,8	86,3	60,6	41,9	1,9	14,4	83,4	49,3	30,9	2,2
	Afânare adâncă	0-20	17,8	83,04	45,8	43,9	5,2	26,8	69,7	39,6	40,4	3,5
		20-40	21,8	77,1	38,3	21,0	1,1	29,8	69,5	37,4	18,71	0,7

Cernoziom tipic slab humifer lutoargilos	Afânare adâncă	40-60	15,3	82,8	50,8	31,54	2,0	16,9	83,5	47,4	23,8	0,5
		0-20	17,8	80,1	50,0	42,9	2,2	10,7	87,0	50,6	41,0	2,3
		20-40	26,8	72,2	34,3	19,9	1,0	32,7	65,7	38,0	25,8	1,5
	Combinat	40-60	31,3	67,9	38,9	23,6	1,0	21,0	78,0	47,9	27,6	0,7
		0-20	40,9	58,5	23,52	15,1	0,8	12,8	83,0	52,8	53,3	4,2
		20-40	29,6	69,6	33,4	18,0	0,8	35,6	63,2	28,61	17,6	1,2
Cernoziom tipic moderat humifer lutoargilos	Afânare adâncă	40-60	33,5	65,3	38,6	26,7	1,2	23,4	75,3	38,3	26,1	1,3
		0-20	45,3	53,4	25,1	18,1	1,3	9,5	81,5	40,6	37,8	9,0
		20-40	21,6	77,2	38,0	22,6	1,2	19,1	76,3	46,6	43,0	4,7
	Combinat	40-60	15,8	82,7	43,5	31,5	1,4	18,4	76,7	41,3	31,8	4,9
		0-20	21,7	70,4	30,3	37,4	7,7	10,1	78,9	43,7	58,8	10,9
		20-40	17,8	79,5	46,6	36,3	2,7	18,11	78,9	50,6	37,5	3,0
Cernoziom levigat lutoargilos	Afânare superficială	40-60	32,6	65,5	31,6	22,2	1,9	14,8	83,7	43,7	22,5	1,5
		0-20	8,8	85,7	53,6	52,8	5,6	22,4	69,7	48,2	37,4	7,8
		20-40	3,2	95,6	59,9	35,2	1,2	28,0	68,9	31,0	25,4	3,1
	Combinat	40-60	19,3	79,9	44,3	26,1	0,8	15,2	83,4	43,0	26,9	1,4
		0-20	7,0	89,0	52,5	48,7	4,0	14,7	78,8	43,0	47,6	6,5
		20-40	10,8	89,1	37,6	12,8	0,2	23,0	76,3	43,5	23,2	0,7
Combinat	40-60	7,4	91,9	42,9	17,9	0,7	10,1	89,0	45,2	24,2	0,9	

Tabelul 5. Rânduri de reducere a conținutului de agregate structurale cu diverse dimensiuni în cernoziomurile arabile în condiții de diverse sisteme de lucrare

Sol	Adânci mea, cm	Sistem de lucrare	Termeni de recoltare a probelor. Distribuția agregatelor cu diverse dimensiuni															
			La începutul vegetației						La sfârșitul vegetației									
Cernoziom carbonatic lutoargilos	0-20	Arătură	>1	>3	>2	>5	>7	>0,25	>0,5	>10	>1	>3	>2	>5	>0,5	>0,25	>7	>10
			>3	>7	>5	>1	>2	>10	>0,5	>0,25	>10	>7	>3	>5	>1	>2	>0,25	>0,5
			>3	>1	>2	>10	>5	>7	>0,5	>0,25	>3	>5	>10	>2	>1	>7	>0,25	>0,5
	0-20	Afânare adâncă	>10	>1	>3	>7	>2	>5	>0,25	>0,5	>1	>10	>3	>2	>7	>5	>0,5	>0,25
			>10	>3	>7	>5	>2	>1	>0,5	>0,25	>10	>3	>7	>5	>2	>1	>0,5	>0,25
			>3	>5	>10	>7	>2	>1	>0,5	>0,25	>3	>10	>5	>1	>2	>7	>0,25	>0,5
Cernoziom tipic slab humifer lutoargilos	0-20	Afânare adâncă	>1	>10	>3	>2	>7	>5	>0,5	>0,25	>2	>3	>5	>2	>7	>10	>0,5	>0,25
			>10	>7	>3	>5	>2	>1	>0,5	>0,25	>10	>3	>5	>7	>1	>2	>0,5	>0,25
			>10	>3	>7	>5	>2	>1	>0,5	>0,25	>3	>10	>5	>7	>2	>1	>0,5	>0,25
	0-20	Combinat	>10	>7	>5	>3	>2	>1	>0,5	>0,25	>1	>2	>3	>10	>7	>5	>0,5	>0,25
			>10	>7	>3	>5	>2	>1	>0,5	>0,25	>10	>7	>5	>3	>2	>1	>0,5	>1,15
			>10	>3	>7	>2	>1	>5	>0,5	>0,25	>10	>7	>3	>5	>1	>2	>0,5	>0,25
0-20	Afânare adâncă	>10	>7	>3	>5	>1	>2	>0,5	>0,25	>7	>3	>1	>5	>2	>0,5	>1	>0,25	
		>10	>7	>5	>3	>2	>1	>0,5	>0,25	>10	>1	>3	>2	>5	>7	>0,25	>0,5	

at humife r lutoarg ilos	40-60		> 7	> 3	> 10	>5	> 1	>2	>0, 5	>0, 25	> 10	> 5	> 13	> 7	>1	>2	>0, 25	>0, 5
	0-20	Combi nat	> 10	> 7	> 1	>3	> 5	>0, 5	>0, 25	>2	> 7	> 3	> 1	> 5	>2	>1 0	>0, 25	>0, 5
	20-40		> 3	> 10	> 1	>5	> 2	>7	>0, 5	>0, 25	> 10	> 1	> 3	> 2	>5	>7	>0, 25	>0, 5
	40-60		> 10	> 7	> 3	>5	> 1	>2	>0, 5	>0, 25	> 10	> 3	> 5	> 7	>1	>2	>0, 25	>0, 5
Cernoziom levigat lutoarg ilos	0-20	Afânar e superfi cială	> 1	> 2	> 3	>0 .5	> 10	>7	>5	>0, 25	> 10	> 1	> 3	> 2	>0, 5	>5	>0, 5	>0, 25
	20-40		> 3	> 7	> 2	>7	> 1	>1 0	>0, 5	>0, 25	> 10	> 7	> 5	> 3	>1	>2	>0, 5	>0, 25
	40-60		> 3	> 10	> 7	>5	> 2	>1	>0, 5	>0, 25	> 3	> 7	> 5	> 10	>1	>2	>0, 5	>0, 25
	0-20	Combi nat	> 1	> 3	> 2	>7	> 5	>0, 5	>1 0	>0, 25	> 1	> 10	> 3	> 2	>0, 25	>0, 5	>5	>0, 7
	20-40		> 5	> 3	> 7	>1 0	> 2	>1	>0, 5	>0, 25	> 10	> 3	> 5	> 7	>2	>1	>0, 5	>0, 25
	40-60		> 3	> 7	> 5	>2	> 10	>1	>0, 5	>0, 25	> 3	> 5	> 7	> 2	>1 0	>1	>0, 5	>0, 25

CONCLUZII:

Abordări tehnologice

Cernoziomurile din spațiul dintre Prut și Nistru dispun de potențial de reziliență/adaptare sporit provenit din particularitățile condițiilor biopedoclimatice ale regiunii și dezvoltat în cadrul evoluției în ultimii 6,0-5,4 mii de ani. Realizarea acestuia la etapa actuală natural-antropică de evoluție este limitată de modificările induse de utilizarea agricolă, în special de debiologizarea și dehumificarea materiei solului. Un alt factor cu impact genetic-evolutiv major este perturbarea regimurilor pedogenetice și pedofuncționale indusă de lucrările solului.

În acest context soluțiile tehnologice de realizare a potențialului adaptiv presupun managementul sustenabil sincronizat a factorilor limitativi menționați. Realizarea acestui obiectiv este favorizată de faptul că ambii factori sunt gestionabili și presupune: minimalizarea impactului lucrărilor solului prin adaptarea acestora la condițiile concrete de landșaft prioritate fiind acordată procedeelelor cu impact minimal (no-till, strip-till, mini-till);

- restabilirea sistemului de substanțe organice prin sustenabilizarea fluxurilor de materie organică în sol, diversificarea componenței și ameliorarea calității acestora. În acest sens este necesar ca în timp cantitatea de materie organică îmbogățită cu azot să alcătuiască 20-25% din fluxul anual. Acest obiectiv presupune includerea obligatorie a leguminoaselor în structura culturilor, practicarea ogorului sidental, ogorului verde și culturilor intermediare.
- rotația culturilor și rădăcinilor prin adaptarea asolamentelor la condițiile concrete de landșaft.
- sustenabilizarea biotei solului prin aplicarea sistematică a preparatelor pe baza de substanțe humice și reducerea impactului chimic asupra solurilor.

Bibliografie:

1. Иванов, А.Л.; Лебедева, И.И.; Гребенников, А.М. *Факторы и условия антропогенной трансформации черноземов, методология изучения эволюции почвообразования*. В: Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2013. Вып. 72. – с. 26-46.
2. Jigău, Gh.; Leșanu, M.; Bîrsan, A. *Trenduri de evoluție a cernoziomurilor: factori și soluții tehnologice de adaptare*. În: Conferința științifică consacrată jubileului de 90 de ani din ziua nașterii academicianului Boris Melnic. – Chișinău: CEP USM, 2018, p. 251-256.
3. *Глобальное почвенное партнерство – Всемирная хартия почв*. Рим, 6-13.06.2015. www.fao.org/geonetwork. Пересмотренная Всемирная хартия почв. ФАО, 2015. с. 3-6.
4. Соколов, М.С.; Глинушкин, А.П.; Спирилонов, Ю.Я.; Торопова, Е.Ю.; Филипчук, О.Д. *Технологические особенности почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (в развитие концепции ФАО)*. В: Агрохимия, 2019, №5, с. 3-20.
5. Кирюшин, В.И. *Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия*. В: Почвоведение, 2019, №9. с.1130-1139 DOI 10.1134/90032180x19070062.

6. Хитров, Н.Б. *Представление об устойчивости почв к внешним воздействиям*. В: Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. – Москва: Издательство Почвенного института им. В.В. Докучаева, 2002, с. 3-6.
7. Welker, B.E. et.al. *Resilience, adaptability and transformability in social-ecological system*. In: Ecology and Society? No. 9 (2), 2004, p. 5.
8. Smit, B.; Wandel, J. *Adaptation, adaptive capacity and vulnerability*. In: Global Environmental Change. 2006. no. 16. p. 282-292.
9. Лисецкий, Ф.Н.; Голеусов, П.В.; Чепелев, О.А. *Развитие черноземов Днестровско-Прутского междуречья в голоцене*. В: Почвоведение, 2013, № 5, с.540-555.
10. Jigău, Gh. *Geneza și fizica solurilor*. - Chișinău: CEP USM, 2009. - 164 p.
11. Jigău, Gh.; Leșanu, M. *Reabilitarea ecologică a terenurilor agricole*. – Chișinău: IS Tipografia Centrală. - 200 p.
12. Jigău, Gh. *Cernoziomurile spațiului Pridanubian: evoluție, trenduri, management sustenabil*. In: International Scientific Conference „Eastern European Chernozems – 140 years after V. Dokuceaev”. – Chișinău: 2019, p. 360-376.

Lucrarea este elaborată în cadrul proiectului de transfer tehnologic 21.80015.5807.253T