

DOI: <https://doi.org/10.55505/sa.2022.2.01>

CZU: 631.412(478)

ANALIZA COMPARATIVĂ A CERNOZIOMURILOR TIPICE DIN ZONA DE NORD A MOLDOVEI DUPĂ DIFERIȚI INDICATORI

Marina ILUȘCA

Abstract: The purpose of this presented paper is determining the main indicators of soil fertility of typical chernozems in the Northern part of Moldova, by the Near Infrared Reflectance Spectroscopy method, used as a rapid and cost-effective analytical tool for the assessment and monitoring of their quality over time. The study was carried out in the fields of 10 districts in the northern area of Republic of Moldova. For the analysis of the agrophysical and agrochemical soil properties, a total of 16 soil profiles cultivated with different agricultural crops (winter wheat, corn, winter barley, sunflower, soybean, peas, sugar beet) and a soil profile from a fallow land were taken. Data on soil texture (clay, silt and sand fractions) do not show large differences between the sampling regions and the depth of the soil layer. On average, physical clay content is 53-64%, and fine clay content is 35-44%. The humus content varies between 3.48-4.85% in the arable soil layer and between 2.69-4.80% in the 25-50 cm sub-arable layer. The total nitrogen content in the investigated soils correlates with the humus content. The higher the humus content, the higher the total nitrogen content. Total N content ranges from 0.28% (chernozem under fallow) to 0.13% (chernozem grown with maize) in the 0-50 cm soil layer. The C:N ratio is equal to 10-11 in the 0-50 cm soil layer and 8-11 in the 50-100 cm layer. The pH values vary between 5.9-7.2 in the 0-50 cm layer and 6.8-8.1 in the 50-100 cm soil layer. Carbonates are accumulated throughout the soil profile. Comparing the results previously obtained on the typical chernozems under fallow land with the results obtained on the arable chernozems investigated in this study, showed that there is a tendency of the humus content decrease by about 2%, especially in the 0-50 cm soil layer, as a result of applied agricultural practices. Simultaneously, degradation processes are amplified, especially through erosion. In this context, the main issue is the need to monitor soil fertility to assess the impact of agricultural management applied by farmers.

Keywords: Typical chernozem; Soil texture; Total nitrogen; Carbonates; Soil pH; Humus; NIR spectroscopy.

Rezumat: Obiectivul cercetării actuale a fost de a determina principalii indicatori ai fertilității cernoziomurilor tipice din zona de Nord a Republicii Moldova. A fost aplicată metoda spectroscopiei de absorbție în regiunea infraroșu apropiat a spectrului electromagnetic, utilizată ca un instrument analitic rapid și cost-efectiv pentru evaluarea și monitorizarea stării de calitate a acestora în timp. Cercetările științifice au fost efectuate pe terenurile agricole a 10 raioane din zona de Nord a Republicii Moldova. Pentru analiza proprietăților agrofizice și agrochimice ale solului s-au prelevat 16 profile de sol cultivat cu diferite culturi agricole (grâu de toamnă, porumb, orz de toamnă, floarea-soarelui, soia, mazăre, sfeclă de zahăr) și un profil de sol de pe un teren înțelenit. Datele privind textura solului (fracțiunile granulometrice de argilă, praf și nisip) nu prezintă diferențe mari între regiunile de prelevare și adâncimea stratului de sol. În medie conținutul de argilă fizică pe cernoziomurile tipice arabile constituie 53-64%, iar de argilă fină – 35-44%. Conținutul de humus variază în limitele 3,48-4,85% în stratul arabil de sol și 2,69-4,80% în stratul subarabil 25-50 cm. Conținutul azotului total în solurile cercetate corelează cu conținutul de humus. Cu cât conținutul de humus este mai mare, cu atât și conținutul de azot total se mărește. Conținutul de azot total variază de la 0,28% (cernoziom înțelenit) până la 0,13% (cernoziom cultivat cu porumb) în stratul de sol 0-50 cm. Raportul C:N este egal cu 10-11 în stratul de sol 0-50 cm și 8-11 în stratul 50-100 cm. Valorile pH variază în limitele 5,9-7,2 în stratul 0-50 cm și 6,8-8,1 în stratul 50-100 cm de sol. Carbonații sunt acumulați pe întreg profilul solului. Compararea rezultatelor obținute anterior pe cernoziomurile înțelenite cu rezultatele obținute pe cernoziomurile arabile tipice cercetate în acest studiu, au arătat că există o tendință de reducere a conținutului de humus cu cca 2%, în special în stratul 0-50 cm de sol, ca rezultat al practicilor agricole aplicate. Concomitent se produce amplificarea

proceselor de degradare, în special prin eroziune. În acest context, problema de bază constă în necesitatea monitorizării fertilității solului pentru evaluarea impactului managementului agricol aplicat de fermieri.

Cuvinte-cheie: Cernoziom tipic; Textura solului; Azot total; Carbonați; pH; Humus; Spectroscopie NIR.

INTRODUCERE

Cernoziomurile sunt considerate solurile principale ale țării, care s-au format în condiții de stepă sub asociații vegetale ierboase cu păiuș și negară pe terenuri cu altitudini mai joase și ocupă o suprafață de peste 70% din teritoriul republicii (Cerbari, V. 2010).

Starea actuală de calitate a acestora este condiționată de modul de exploatare până în prezent. Totodată, degradarea solurilor are loc și datorită eroziunii prin apă, compactării solurilor, distrugerii structurii, salinizării, înmlăștinirii și dehumificării solurilor arabile neerodate (Leah, T. 2012). Problema extinderii proceselor de degradare a solului este acutizată și de managementul inadecvat al terenurilor bazat pe un model industrial de intensificare a producției agricole, care nu asigură o dezvoltare durabilă (Boincean, B. 2018; Boincean, B. et al. 2018; Boincean, B. 2021).

Impactul managementului agricol asupra calității și sănătății solului poate fi evaluat prin monitorizarea cu precizie a calității fizice, chimice și biologice a solului, care necesită utilizarea unor tehnici sensibile și eficiente, capabile de a depista modificări semnificative în starea acestuia (Velasquez, E. et al. 2005). Aceasta va permite corelarea aplicărilor cu nevoile reale ale plantelor, punct cu punct în câmp, care asigură beneficii economice fermierilor, precum și protecția solului împotriva aplicării excesive de substanțe chimice (Lee, K. et al. 2010).

Efectuarea monitoringului calității solurilor în diverse regiuni ale Republicii Moldova nu este o noutate pentru comunitatea științifică din țară, însă, în acest studiu, pentru prima dată a fost folosită metoda spectroscopiei de absorbție în domeniul infraroșu apropiat (NIRS – *Near Infrared Reflectance Spectroscopy*) în analiza proprietăților agrofizice și agrochimice ale solurilor, fapt ce a permis prelevarea și procesarea unui număr mai mare de probe de sol în scopul studierii stării de calitate a cernoziomurilor tipice din zona de Nord a Moldovei. NIRS este o tehnică analitică rapidă, nedistructivă și cost-efectivă ce implică măsurarea reflexiei difuze în domeniul infraroșu apropiat al spectrului electromagnetic (Heinze, S. et al. 2013; Wetterlind, J. et al. 2013; Tümsavaş, Z. et al. 2019; Ahmadi, A. et al. 2021; Heil, K., Schmidhalter, U. 2021; Munawar, A. et al. 2021).

MATERIALE ȘI METODE

Cercetările științifice au fost efectuate pe terenurile agricole a 10 raioane din zona de Nord a Republicii Moldova: Briceni, Ocnîța, Dondușeni, Edineț, Drochia, Glodeni, Rîșcani, Florești, Soroca și Sîngerei.

Pentru studierea modificărilor în starea de calitate a cernoziomurilor tipice arabile din zona de Nord a Republicii Moldova, utilizate în dependență de arealul geografic, tehnologia de cultivare, cultura agricolă, au fost prelevate în total 17 profile de sol cu adâncimea de până la 1 m. Probele de sol, recoltate din orizonturile genetice ale fiecărui profil prelevat, au fost supuse analizelor necesare cu utilizarea metodelor existente atât a celor standard clasice, cât și a celor alternative moderne.

Conținutul de carbon (C) și azot (N) total a fost determinat prin metoda ANCA-MS (Automated Nitrogen Carbon Analysis – Mass Spectrometry). A fost utilizat spectrometrul de masă cu raportul izotopic în flux continuu Europa 20-20x după arderea la 1000°C în analizorul CN Europa ANCA-GSL. Conținutul de C organic a fost determinat prin aceeași metodă ANCA-MS, după îndepărtarea carbonaților. Textura solului (fracțiunile de argilă <0.002 mm, praf 0.002-0.06 mm și nisip 0.06-2 mm) a fost determinată prin metoda sedimentării cu dispozitivul automat de măsurare SEDIMAT 4 – 12, în conformitate cu metoda VDLUFA.

Datele spectrale au fost obținute prin analiza spectroscopică de reflexie în domeniul infraroșu apropiat (NIRS). Mecanismul de achiziție a datelor spectrale, procesare, calibrare și creare a modelelor de predicție sunt descrise detaliat de Marina Ilușca (2022a; 2022b) în publicațiile anterioare privind performanța și eficacitatea metodei.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Analiza probelor de sol prin metoda NIRS (*Near Infrared Reflectance Spectroscopy*) s-a prezentat drept efectivă pentru determinarea conținutului de N total, C organic, carbonați, pH și textura solului în cernoziomurile Republicii Moldova. Prin urmare, spectroscopia NIR ar putea fi utilizată ca un instrument analitic rapid pentru monitorizarea managementului solului și evaluarea stării de calitate a cernoziomurilor tipice arabile sub influența agrotehnicii zonale.

Astfel, datele privind textura solului (fracțiunile granulometrice de argilă, praf și nisip) nu prezintă diferențe mari între regiunile de prelevare și adâncimea stratului de sol. În stratul arabil 0-25(30) cm de sol conținutul de argilă fizică (<0,01 mm) constituie între 53,4-64,4% și de argilă fină (<0,001 mm) – 35,3-43,7% în medie, iar în stratul subarabil 25-50 cm conținutul de argilă fizică constituie între 51,1-67,9% și de argilă fină – 33,6-46,4% în medie.

Rezultatele obținute confirmă că textura cernoziomurilor tipice cercetate este preponderent luto-argiloasă pe întreg profilul solului, cu excepția câmpurilor din raionul Drochia (câmpul nr. 4, cultivat cu orz de toamnă și câmpul nr. 5, cultivat cu floarea-soarelui), care se deosebesc printr-o textură argilo-lutoasă pe întreg profilul solului. Textura lutoasă a stratului arabil în solurile cercetate favorizează prelucrarea mai ușoară a acestora, arătura fiind mai puțin bulgăroasă. Textura argiloasă creează condiții mai anevoioase pentru lucrarea solului și expune aceste câmpuri spre compactare și formare de crustă.

Conform rezultatelor obținute în acest studiu, cernoziomul tipic înțelenit (Polig. 32) are cel mai înalt conținut de argilă fizică, 67-69%, și argilă fină – 46-47% pe întreg profilul solului. Rezultate similare au fost obținute și de V. Cerbari și T. Balan (2010), care au menționat că procentul mare de argilă se datorează depozitelor loessoide luto-argiloase, situate pe argile marine slitizate, mai adânci de 100 cm, pe care s-a format cernoziomul înțelenit al poligonului nr. 32.

Studiile efectuate de V. Cerbari și T. Balan (2010) arată că textura cernoziomurilor practic nu se modifică sub influența modului de gestionare a terenurilor, fiind o însușire constantă în timp și spațiu, dar parametrii texturii determină în mare parte pretabilitatea solurilor pentru diferită folosință agricolă. Totodată, omogenitatea spațială mare a texturii pe întreg arealul de răspândire a cernoziomurilor tipice este condiționată de omogenitatea depozitelor loessoide pe care s-au format aceste soluri.

Rezultatele privind însușirile agrochimice pentru profilele cernoziomurilor tipice cercetate sunt prezentate în figura 1 și tabelul 1. Conținutul mediu de humus în profilul subtipului cercetat variază de la 4,85-3,63% în stratul arabil 0-25 cm până la 0,84% în stratul de sol 75-100 cm (Figura 1).

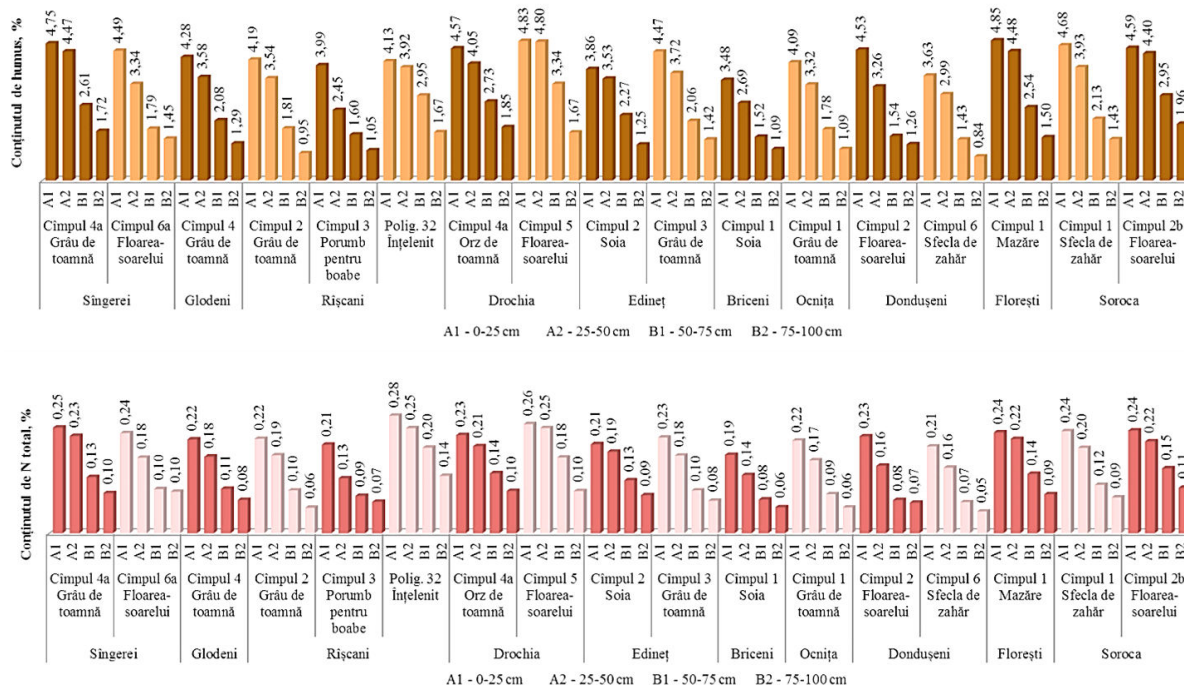


Figura 1. Conținutul de humus și azot total al cernoziomurilor tipice cercetate din zona de Nord

Cernoziomul tipic cultivat cu floarea-soarelui, câmpul nr. 5 (profilul Dr-F5) din raionul Drochia, are cel mai înalt conținut de humus pe întreg profilul solului: 4,80-4,83% în stratul 0-50 cm și 1,67-3,34% în stratul 50-100 cm; iar câmpul nr. 4 (profilul Dr-F4a) din același raion, cultivat cu orz de toamnă, are un conținut de humus mai mic, ce variază de la 4,05-4,57% în stratul 0-50 cm și 1,85-2,73% în stratul 50-100 cm.

Câmpul nr.1 (profilul Fl-F1) din raionul Florești, cultivat cu mazăre pentru boabe, are un conținut de humus înalt, de 4,48-4,85% în stratul 0-50 cm și 1,50-2,54% în stratul 50-100 cm.

Cernoziomul tipic cultivat cu grâu de toamnă, câmpul nr. 4 (profilul Sg-F4a) din raionul Sîngerei, are un conținut de humus înalt pe întreg profilul solului: 4,47-4,75% în stratul 0-50 cm și 1,72-2,61% în stratul 50-100 cm, iar câmpul nr. 6 (profilul Sg-F6a) din același raion, cultivat cu floarea-soarelui are 3,34-4,49% humus în stratul 0-50 cm și 1,45-1,79% în stratul 50-100 cm.

Un conținut de humus înalt pe întreg profilul solului se evidențiază și în câmpul nr. 2 (profilul So-F2b) din raionul Soroca, cultivat cu floarea-soarelui, ce variază între 4,40-4,59% în stratul 0-50 cm și 1,96-2,95% în stratul 50-100 cm; iar în câmpul nr.1 (profilul So-F1) din același raion, cultivat cu sfeclă de zahăr, conținutul de humus variază între 3,93-4,68% în stratul 0-50 cm și 1,43-2,13% în stratul 50-100 cm.

Cernoziomurile tipice din teritoriul raioanelor Edineț, Briceni, Dondușeni, Ocnîța, Râșcani și Glodeni se caracterizează prin valori puțin mai mici ale indicatorilor agrochimici.

În raionul Edineț conținutul de humus în stratul arabil 0-25 cm al cernoziomurilor tipice de sub culturile de soia (câmpul nr. 2) și grâu de toamnă (câmpul nr. 3) constituie 3,86% și 4,47%, corespunzător, iar straturile inferioare înregistrează o scădere treptată de la 3,52-3,72% humus în stratul 25-50 cm până la cca 1% spre adâncimea de 1 m.

Aceeași tendință se observă și pe câmpul nr. 4, cultivat cu grâu de toamnă din raionul Glodeni, cu un strat arabil ce conține 4,28% humus și scade treptat până la 1,29% în stratul 75-100 cm de sol.

În profilul cernoziomului tipic cultivat cu floarea-soarelui, câmpul nr. 2 (profilul Dn-F2) din raionul Dondușeni, conținutul de humus variază între 3,26-4,53% în stratul 0-50 cm și 1,26-1,54% în stratul 50-100 cm; iar cel cultivat cu sfeclă de zahăr are un conținut de humus mai mic și variază între 2,99-3,63% în stratul 0-50 cm și 0,84-1,43% în stratul 50-100 cm.

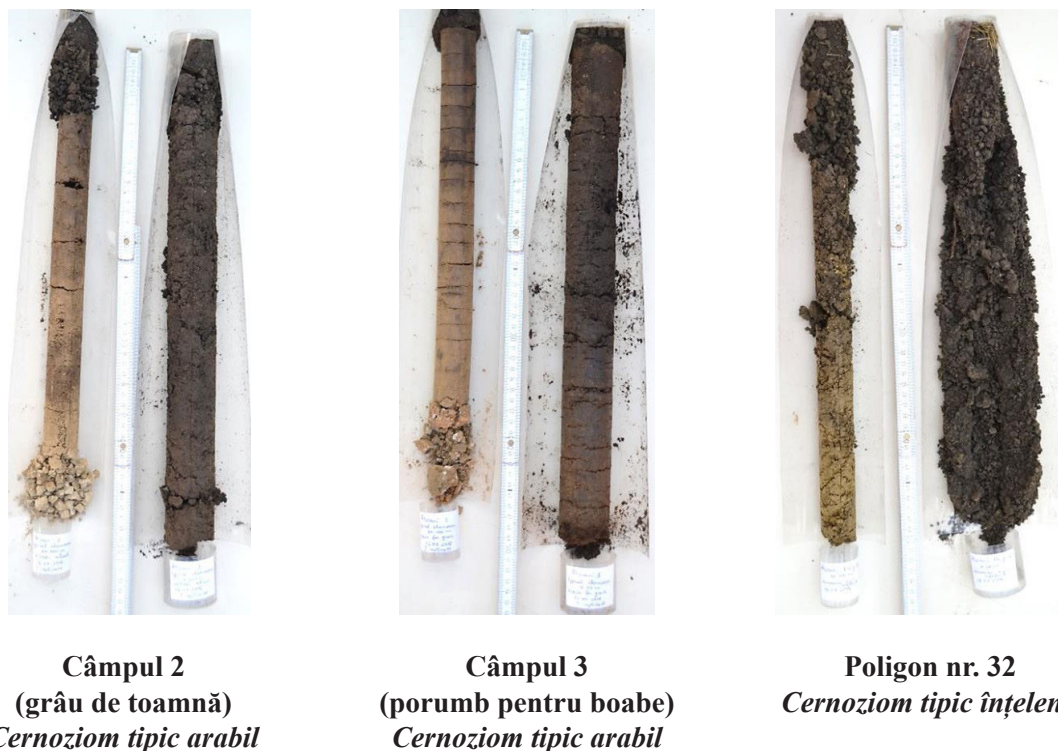
În profilul cernoziomului tipic cultivat cu grâu de toamnă, câmpul nr. 1 (profilul Oc-F1) din raionul Ocnîța, conținutul de humus variază între 3,32-4,09% în stratul 0-50 cm și 1,09-1,78% în stratul 50-100 cm.

Câmpul nr. 1, cultivat cu soia, din raionul Briceni, înregistrează valori mici ale conținutului de humus ce variază de la 3,48-2,69% în stratul 0-50 cm și până la 1,09-1,52% în stratul 50-100 cm de sol.

În raionul Râșcani, pe câmpul nr. 2, cultivat cu grâu de toamnă, stratul humifer are o grosime de cca 50 cm și scade brusc sub 2% humus în adâncime, comparativ cu câmpul nr. 3 cultivat cu porumb pentru boabe, al cărui strat humifer are o grosime de până la 28 cm și scade brusc până la 1% humus spre adâncimea de 1 m.

Profilul de sol Rs-Polig.32 a fost prelevat pe terenul poligonului de monitoring nr. 32 amplasat pe teritoriul moșiei satului Grinăuți (raionul Râșcani). În cadrul cercetărilor pedologice efectuate de V. Cerbari și T. Balan (2010), poligonul nr. 32 a servit ca etalon absolut pentru studierea stării de calitate a cernoziomurilor tipice înțelenite și aprecierea modificărilor însușirilor cernoziomurilor arabile sub influența factorului antropic. Din aceste considerente, s-a decis prelevarea unui profil de sol (Rs-Polig.32) de pe acest poligon.

În figura 2 sunt prezentate imagini ale profilelor cernoziomurilor tipice arabile și înțelenite. Astfel, profilul cernoziomului înțelenit se caracterizează printr-un orizont superior înțelenit de acumulare a humusului cu rădăcini vii și putrede, cu nuanță puternică brună de la resturile organice semidescompuse, structura grăunțoasă cu agregate de mărime mijlocie și mică, foarte poros și o trecere treptată în orizontul următor. Orizontul inferior este o continuare a orizontului humifer și are structura grăunțoasă-nuciformă, cu agregate structurale de mărime diferită, compact, poros, pori fini și mici, slab fisurat, carbonați sub formă de vinișoare.



Câmpul 2
(grâu de toamnă)
Cernoziom tipic arabil

Câmpul 3
(porumb pentru boabe)
Cernoziom tipic arabil

Poligon nr. 32
Cernoziom tipic înțelenit

Figura 2. Imagini cu profilele de sol ale cernoziomurilor tipice cercetate din r. Râșcani

Profilele cernoziomurilor arabile s-au deosebit vizual față de cel înțelenit. Profilul de sol prelevat din câmpul nr. 2, cultivat cu grâu de toamnă, s-a caracterizat prin orizontul arabil afânat și orizontul subarabil slab compact până la compact cu structura glomerulară, comparativ cu cel prelevat din câmpul nr. 3, cultivat cu porumb pentru boabe, care avea orizonturile superioare slab compacte și orizonturile inferioare compacte.

Conform rezultatelor obținute în acest studiu, cernoziomul tipic înțelenit (Polig. 32) are un conținut de humus ce variază de la 4,13% în stratul 0-25 cm până la 1,67% în stratul 75-100 cm; iar conținutul de N total are cele mai înalte valori pe întreg profilul de sol începând de la 0,28% în stratul arabil 0-30 cm și până la 0,14% în stratul 75-100 cm de sol.

Conținutul azotului total în solurile cercetate corelează cu conținutul de humus (Figura 1). Conținutul de N total variază pe profilul solurilor cercetate de la 0,28% în stratul de sol 0-50 cm până la 0,05% în stratul 50-100 cm.

Valorile medii ale raportului C:N pentru stratul de sol 0-50 cm sunt egale cu 10-11, iar pentru stratul 50-100 cm de sol – 8-11 (Tabelul 1).

Tabelul 1. Indicatori de calitate ai cernoziomurilor tipice cercetate din zona de Nord

Raion	Profil, cultură	Strat de sol, cm	C:N	CaCO ₃ , %	pH (CaCl ₂)	Argilă fizică (<0,01 mm)	Argilă (<0,002 mm), %	Praf (0.002-0.06 mm), %	Nisip (0.06-2 mm), %
Sîngerei	Sg-F4a, Grâu de toamnă	0-25	11,0	0,55	6,3	60,93	45,77	52,08	5,94
		25-50	11,2	-	6,6	63,79	48,16	51,70	0,83
		50-75	11,3	-	7,1	58,05	43,37	54,42	2,58
		75-100	10,4	6,15	7,8	57,82	43,18	53,98	3,79
	Sg-F6a, Floarea-soarelui	0-28	11,0	-	6,4	59,39	44,49	52,18	3,82
		28-50	10,8	0,35	6,6	58,56	43,80	51,67	8,73
		50-75	9,9	6,60	7,8	56,57	42,14	56,10	2,89
		75-100	8,5	13,95	7,7	59,41	44,51	56,05	0,00

Glodeni	Gl-F4, Grâu de toamnă	0-30	11,1	-	6,2	55,86	41,55	52,72	8,89
		30-50	11,4	-	6,5	57,14	42,62	51,82	6,93
		50-75	11,4	0,38	7,5	52,98	39,15	53,07	7,66
		75-100	9,4	12,70	8,1	54,24	40,20	52,89	8,05
Râșcani	Rs-F2, Grâu de toamnă	0-25	10,8	0,64	6,4	58,01	43,34	51,63	5,34
		25-50	11,1	0,63	6,7	59,38	44,48	49,88	5,12
		50-75	10,3	2,72	7,6	57,22	42,68	53,48	2,37
		75-100	9,1	14,51	8,0	57,69	43,07	48,32	7,39
	Rs-F3, Porumb pentru boabe	0-28	11,0	-	6,1	58,96	44,13	52,07	5,13
		28-50	10,9	0,09	6,5	56,48	42,07	52,28	3,79
		50-70	10,4	2,30	7,3	54,15	40,13	55,15	4,09
		70-100	8,2	17,09	7,9	58,55	43,80	51,42	3,90
	Rs-Po- lig. 32, înțelenit	0-25	8,6	6,17	6,6	59,79	44,82	43,98	7,68
		25-50	9,1	3,58	7,0	67,90	51,58	41,03	5,51
		50-75	8,4	4,04	7,4	68,85	52,38	41,66	3,92
		75-100	7,1	1,77	7,5	68,08	51,73	42,44	5,33
Drochia	Dr-F4a, Orz de toamnă	0-25	11,4	-	6,8	60,05	45,04	51,48	3,62
		25-50	11,4	-	6,9	62,19	46,82	49,42	2,73
		50-75	11,1	2,86	7,6	63,62	48,02	51,95	0,00
		75-100	10,7	8,66	7,9	62,44	47,04	52,71	1,10
	Dr-F5, Floarea- soarelui	0-25	10,8	0,51	6,3	64,39	48,66	48,97	1,49
		25-50	11,1	1,18	6,7	65,97	49,98	46,74	1,64
		50-75	10,8	1,15	7,2	66,69	50,58	47,88	0,00
		75-100	9,6	4,11	7,7	64,27	48,56	50,69	2,84
Edineț	Ed-F2, Soia	0-28	10,6	1,45	6,2	59,46	44,55	51,65	6,05
		28-50	10,6	-	6,2	61,30	46,08	50,92	1,27
		50-72	10,5	2,45	6,8	59,71	44,75	50,54	3,03
		72-100	8,0	5,49	7,4	60,65	45,55	52,51	1,12
	Ed-F3, Grâu de toamnă	0-28	11,4	-	5,9	59,06	44,22	51,09	2,38
		28-55	11,7	-	6,1	58,15	43,46	53,39	0,00
		55-72	11,7	-	6,8	56,42	42,01	53,59	2,30
		72-100	10,6	2,57	7,3	56,97	42,48	55,10	0,37
Briceni	Br-F1, Soia	0-25	10,8	-	5,9	55,84	41,53	53,57	5,96
		25-50	11,3	-	6,2	53,80	39,83	52,33	5,82
		50-75	11,0	1,31	7,2	52,19	38,49	54,56	5,70
		75-100	10,2	5,67	7,8	50,77	37,31	55,57	7,74
Ocnîța	Oc-F1, Grâu de toamnă	0-25	10,8	-	6,0	59,21	44,34	52,45	1,06
		25-50	11,1	-	6,4	57,01	42,51	51,53	3,81
		50-75	11,1	-	7,3	54,40	40,33	54,92	2,98
		75-100	10,3	7,37	7,9	54,91	40,76	53,79	4,77
Dondușeni	Dn-F2, Floarea- soarelui	0-25	11,4	-	6,1	57,04	42,53	52,42	3,97
		25-50	11,8	-	6,6	54,33	40,27	53,89	3,13
		50-75	11,3	2,30	7,5	52,63	38,86	54,66	5,70
		75-100	10,0	11,37	7,5	56,49	42,08	51,50	5,28
	Dn-F6, Sfecla de zahăr	0-25	10,2	-	6,0	53,40	39,50	51,82	8,11
		25-50	11,2	-	6,2	51,10	37,58	49,86	8,62
		50-75	11,2	0,14	7,0	48,51	35,42	51,05	10,69
		75-100	9,4	10,42	7,6	45,92	33,27	51,04	15,54

Florești	FI-F1, Mazăre	0-25	11,7	-	6,7	58,82	44,01	50,59	4,40
		25-50	11,6	-	6,9	61,16	45,97	49,90	4,56
		50-75	10,4	7,82	7,6	62,90	47,42	51,65	1,40
		75-100	9,4	18,00	8,1	60,46	45,38	50,18	6,22
Soroca	So-F1, Sfecla de zahăr	0-25	11,2	-	7,1	58,77	43,97	52,55	4,51
		25-50	11,2	0,78	7,2	61,51	46,26	52,28	1,06
		50-75	10,8	8,65	7,8	58,36	43,64	54,28	2,52
		75-100	9,8	14,38	7,9	59,03	44,19	54,35	2,71
	So-F2b, Floarea- soarelui	0-25	10,9	0,52	6,4	56,91	42,42	51,96	5,78
		25-50	11,7	-	6,7	59,64	44,70	50,46	3,04
		50-75	11,1	3,97	7,5	58,81	44,01	53,17	1,55
		75-100	10,5	10,44	7,8	60,24	45,20	54,51	0,10

Cernoziomurile tipice de pe câmpurile studiate se caracterizează prin reacție slab acid-neutră în orizonturile superioare și slab alcalin-neutră în orizonturile inferioare. Valorile pH-ului variază în limitele 5,9-7,2 în stratul de sol cu adâncimea 0-50 cm. Stratul 50-100 cm de sol se caracterizează prin valori ale pH-ului mai mari decât în stratul 0-50 cm (pH 6,8-8,1). Cel mai înalt nivel al pH-ului în stratul arabil de 0-25 cm s-a înregistrat pe câmpul (Sg-F1) cultivat cu sfeclă de zahăr din raionul Soroca.

În profilul solurilor cercetate, carbonații sunt acumulați atât în stratul 0-50 cm, cât și în stratul 50-100 cm. Conținutul carbonaților variază în limitele 0,1-1,5% în stratul de sol 0-50 cm și 0,1-18,0% în stratul 50-100 cm de sol.

Pentru aprecierea impactului antropic asupra însușirilor cernoziomurilor tipice timp îndelungat utilizate la arabil, este necesar de a compara indicatorii acestora cu indicatorii cernoziomurilor tipice înțelenite, dat fiind faptul că cernoziomuri tipice virgine nu s-au păstrat până în prezent. În acest sens, au fost folosite studiile efectuate de pedologi renumiți din Republica Moldova.

Cercetările pedogeografice efectuate de cercetătorul Andrei Ursu (2011) și generalizate în monografia sa „Solurile Moldovei” au scos în evidență efectele valorificării și folosirii cernoziomurilor la arabil. Astfel, valorificarea totală și lucrarea sistematică a acestora a contribuit la declanșarea proceselor de degradare (destructurizare, dehumificare, eroziune). Pentru analiza comparativă a evoluției stării de calitate a cernoziomului tipic, autorul a amplasat în Stepa Bălților un profil de sol în fâșie forestieră cu înveliș ierbos (profilul 69) și un profil de sol în arătură (profilul 70) la o distanță de 50 m de profilul 69. Conform datelor prezentate de Andrei Ursu (2011), în cernoziomul tipic de sub fâșia forestieră conținutul de humus variază de la 5,90% în stratul 0-20 cm până la 1,10% în stratul 90-100 cm de sol. În cernoziomul tipic arat conținutul de humus se reduce și variază de la 3,90% în stratul 0-20 cm până la 1% în stratul 90-100 cm de sol.

Valorile însușirilor cernoziomurilor tipice înțelenite au servit ca etalon absolut în cercetările pedologice efectuate de V. Cerbari și T. Balan (2010), care au avut ca scop aprecierea gradului de degradare a însușirilor cernoziomurilor tipice arabile, precum și a gradului de remediere a acestor însușiri, deteriorate sub influența vegetației naturale ierboase pe terenul desfundat și înțelenit timp de 30 ani și 60 ani. Astfel, prin analiza comparativă a însușirilor cernoziomurilor tipice înțelenite virgine de pe teritoriul satului Grinăuți, raionul Rîșcani, cu cele ale cernoziomurilor tipice înțelenite 60 ani de pe teritoriul raionului Drochia, s-a constatat restabilirea completă a însușirilor (structura grăunțoasă și conținutul de humus), caracteristice solurilor înțelenite virgine (Cerbari, V. 2010).

Conform datelor prezentate de V. Cerbari și T. Balan (2010), conținutul de humus în stratul 0-25 cm al solurilor cercetate a constituit: arabile – 4,03%; înțelenite (virgine) – 6,06%; postdesfundate, înțelenite 30 ani – 4,66%; postarabile, înțelenite 60 ani – 6,15%. Conținutul de humus s-a micșorat cu cca 33% în stratul 0-30 cm al solurilor arabile în comparație cu cel inițial. Astfel, înțelenirea timp de 30 ani a cernoziomurilor tipice postdesfundate a contribuit la sporirea conținutului de humus cu 0,63% pentru stratul 0-30 cm și cu 0,55% pentru stratul 0-50 cm de sol, constituind 10-11% de la conținutul inițial de humus de până la deștelenire (Cerbari, V. 2010).

Compararea rezultatelor obținute de către cercetătorii menționați pe cernoziomurile înțelenite cu rezultatele obținute pe cernoziomurile tipice arabile din raioanele zonei de Nord a Moldovei, cercetate

în acest studiu, au arătat că există o tendință de reducere a conținutului de humus cu cca 2%, în special în stratul 0-50 cm de sol. Acest fapt prezintă rezultatul practicilor agricole aplicate, caracterizate preponderent prin lucrări agricole intensive și un aport insuficient de resturi vegetale și de gunoi de grajd. Deci, se poate constata că conversia de la vegetația perenă la cea anuală modifică rata de acumulare a materiei organice în sol.

Cercetătorul Andrei Ursu (2011) menționa că folosirea în continuare a cernoziomului tipic moderat humifer necesită implementarea unor sisteme de fitotehnologii protecționiste orientate spre menținerea bilanțului humusului și a proprietăților pozitive ale solului.

În acest context, rezultatele experiențelor în câmp de lungă durată cu asolamente și culturi permanente pe cernoziom tipic din stepa Bălților, din cadrul Institutului de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția”, au demonstrat posibilitatea de refacere deplină a rezervelor de humus prin înlocuirea culturilor agricole anuale cu formațiuni ierboase perene. Potrivit datelor obținute pe parcelele cu pârlăoagă, pentru a reface rezervele inițiale de carbon organic al solului (COS) în stratul de sol 0-40 cm, este nevoie de 31 de ani de înțelenire la varianta nefertilizată și 25-30 de ani la varianta fertilizată. Astfel, recuperarea pierderilor inițiale în stratul de sol 0-20 cm sub vegetația de pârlăoagă s-a produs datorită unui spor al rezervei de COS în mărime de 12% și 7% pe varianta nefertilizată și fertilizată, corespunzător. Totodată, prin rezultatele obținute în aceste experiențe de câmp se confirmă că o diversitate mai mare de culturi din asolament asigură o calitate mai bună a materiei organice a solului (MOS), iar adăugarea de leguminoase perene în rotație îmbogățește solul cu COS și cu azot (Boincean, B., Dent, D. 2020).

Aceste date despre modificarea rezervei de MOS, care este un indicator integral al fertilității solului sub influența factorului antropoc ne demonstrează că fertilitatea, productivitatea și multe alte funcții ale solului depind de un management agricol durabil.

CONCLUZII

Datele privind textura solului nu prezintă diferențe mari între regiunile de prelevare și adâncimea stratului de sol. În medie, conținutul de argilă fizică constituie 53-64%, iar de argilă fină – 35-44%. Este evident că textura solului rămâne un indicator stabil, care nu este influențat de activitatea umană.

În profilul cernoziomurilor tipice arabile cercetate conținutul de humus variază în limitele 3,48-4,85% în stratul arabil de sol; 2,69-4,80% în stratul subarabil 25-50 cm; 1,43-3,43% în stratul 50-75 cm și până la 0,84-1,96% în stratul 75-100 cm de sol.

Compararea rezultatelor obținute pe cernoziomurile înțelenite cu rezultatele obținute pe cernoziomurile tipice arabile din raioanele zonei de Nord a Moldovei, cercetate în acest studiu, au arătat că există totuși o tendință de reducere a conținutului de humus, cu cca 2%, în special în stratul 0-50 cm de sol, ca rezultat al practicilor agricole aplicate, caracterizate preponderent prin lucrări agricole intensive și un aport insuficient de resturi vegetale și gunoi de grajd.

Modificarea rezervei de MOS în solurile cercetate confirmă că fertilitatea, productivitatea și multe alte funcții ale solului depind de un management agricol durabil.

RECUNOAȘTERI

Cercetările efectuate în acest studiu au fost parțial finanțate de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare a Republicii Moldova în cadrul proiectului „Monitorizarea fertilității solului în Republica Moldova” cu cifrul 16.80012.05.09F (director de proiect – dr. Gavrițaș Sergiu) și de Serviciul German de Schimb Academic (DAAD) în baza grantului de cercetare pentru realizarea programului de doctorat „Sandwich” coordonat bi-național (Germania – Moldova).

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. AHMADI, A., EMAMI, M., DACCACHE, A., HE, L. (2021). Soil properties prediction for precision agriculture using visible and near-infrared spectroscopy: A systematic review and meta-analysis. In: *Agronomy*, vol. 11(3), p. 433. Available: <https://doi.org/10.3390/agronomy11030433>
2. BOINCEAN, Boris, DENT, David (2020). *Managementul durabil și rezilient al solurilor de cernoziom*. Chișinău: Prut Internațional. 244 p. ISBN 978-9975-54-519-8.

3. BOINCEAN, B. (2018). Provocări și perspective în dezvoltarea durabilă a sectorului agrar. In: Akademos, nr. 2(49), pp. 55-63. ISSN 1857-0461.
4. BOINCEAN, B., RURAC, M., IGNAT, A., GRAMA, M. (2018). Promovarea sistemului conservativ de agricultură în Republica Moldova. In: Lucrări științifice, Univ. Agrară de Stat din Moldova. Chișinău, vol. 52(1): Agronomie și agroecologie, pp. 13-17. ISBN 978-9975-64-301-6.
5. BOINCEAN, B. (2021). Asolamentul și fertilitatea solului – factori limitativi în asigurarea dezvoltării durabile a agriculturii în Republica Moldova. In: Akademos, nr. 4(63), pp. 101-110. ISSN 1857-0461.
6. CERBARI, V., RUSU, A., ANDRIEȘ, S. (2010). Monitoringul calității solurilor Republicii Moldova: (baza de date, concluzii, prognozare, recomandări). Chișinău: Pontos, 476 p. ISBN 978-9975-51-138-4.
7. HEIL, K., SCHMIDHALTER, U. (2021). An Evaluation of Different NIR-Spectral Pre-Treatments to Derive the Soil Parameters C and N of a Humus-Clay-Rich Soil. In: Sensors, vol. 21(4), pp. 14-23. Available: <https://doi.org/10.3390/s21041423>
8. HEINZE, S., VOHLAND, M., JOERGENSEN, R., LUDWIG, B. (2013). Usefulness of near-infrared spectroscopy for the prediction of chemical and biological soil properties in different long-term experiments. In: Journal of Plant Nutrition and Soil Science, vol. 176(4), pp. 520-528. ISSN 1436-8730.
9. ILUȘCA, Marina (2022a). Potențialul metodei NIRS în determinarea texturii solurilor din zona de Nord a Republicii Moldova. In: Tradiție și inovare în cercetarea științifică: Materialele conferinței științifice cu participare internațională, 8 octombrie 2021. Bălți, vol. I, pp. 183-189. ISBN 978-9975-50-271-9.
10. ILUȘCA, Marina (2022b). Estimarea preciziei modelului NIRS de predicție în funcție de tipul de sol. In: Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”. nr. 2(65), pp. 93-98. ISSN 1857-0461.
11. LEAH, T. (2012). Managementul durabil al resurselor de soluri și implementarea tehnologiilor conservative în agricultură. In: Intellectus, nr. 1, pp. 101-104. ISSN 1810-7079.
12. LEE, K.S., SUDDUTH, K.A., DRUMMOND, S.T., LEE, D.H., KITCHEN, N.R., CHUNG, S.O. (2010). Calibration Methods for Soil Property Estimation Using Reflectance Spectroscopy. In: Transactions of the ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers), vol. 53(3), pp. 675-684. Available: DOI: 10.13031/2013.30059
13. MUNAWAR, A., YUNUS, Y., DEVIANTI, D., SATRIYO, P. (2021). Agriculture environment monitoring: rapid soil fertility evaluation by means of near infrared spectroscopy. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: The International Conference on Agricultural Technology, Engineering and Environmental Sciences, 21-22 September 2020, Banda Aceh, Indonesia, vol. 644 (1), pp. 1-11. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/644/1/012036/pdf>
14. TÛMSAVAȘ, Z., TEKIN, Y., ULUSOY, Y., MOUAZEN, A. (2019). Prediction and mapping of soil clay and sand contents using visible and near-infrared spectroscopy. In: Biosystems Engineering, vol. 177, pp. 90-100. ISSN 1537-5110. Available: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.06.008>.
15. URSU, Andrei (2011). Solurile Moldovei. Chișinău: Știința. 324 p. ISBN 978-9975-67-572-7.
16. VELASQUEZ, E., LAVELLE, P., BARRIOS, E., JOFFRE, R., REVERSAT, F. (2005). Evaluating soil quality in tropical agroecosystems of Colombia using NIRS. In: Soil Biology and Biochemistry, vol. 37(5), pp. 889-898. ISSN 0038-0717. Available: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.09.009>
17. WETTERLIND, J., STENBERG, B., VISCARRA ROSSEL, R. (2013). Soil analysis using visible and near infrared spectroscopy. In: Methods in molecular biology (Clifton, N.J.), vol. 953, pp. 95-107.

INFORMAȚII DESPRE AUTOR

Marina ILUȘCA  <https://orcid.org/0000-0003-3866-1157>
 doctorandă, Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova
 E-mail: ilushca.marina@gmail.com

Data prezentării articolului: 25.10.2022

Data acceptării articolului: 03.12.2022