

# MĂSURI DE SPORIRE A CAPACITĂȚII DE PRODUCȚIE A SOLURILOR ERODATE

DOI: 10.5281/zenodo.3364326

Academician **Serafim ANDRIEȘ**Doctor în pedologie, conferențiar cercetător **Vladimir FILIPCIUC**

Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”

## MEASURES TO INCREASE THE PRODUCTION CAPACITY OF ERODED SOILS

**Summary.** The current state of soil erosion, factors and forms of degradation, economic and ecological prejudices, the effectiveness of environmentally friendly agricultural practices to reduce nutrient losses are presented in this article. There are proposed measures to increase the production capacity of eroded soils.

**Keywords:** soil, erosion, degradation, measures, fertility.

**Rezumat.** În articol este reflectată starea actuală a eroziunii solului, factorii și formele de degradare, prejudiciile economice și ecologice, eficacitatea practicilor agricole prietenoase mediului pentru reducerea pierderilor de nutrienți. Sunt expuse măsuri de majorare a capacității de producție a solurilor erodate.

**Cuvinte-cheie:** sol, eroziune, degradare, măsuri, fertilitate.

## INTRODUCERE

Eroziunea solului reprezintă procesul de desprindere, transportare și depunere a particulelor de sol sub acțiunea apei și vântului. În funcție de intensitatea producerii fenomenului, procesele de eroziune se clasifică în eroziune normală (geologică) și eroziune accelerată (antropică). Rezultatul eroziunii este distrugerea parțială sau totală a solului și modificarea structurii învelișului de sol. În țările grav afectate de eroziunea hidrică, eoliană și alunecări de teren anual sunt distruse și scoase din circuit suprafețe imense de terenuri agricole [1; 2; 3].

În Republica Moldova eroziunea este cea mai gravă formă de degradare și de distrugere a solului cu consecințe economice și ecologice considerabile [1; 4]. Afectată sever de eroziune, țara noastră riscă să piardă pe suprafețe de proporții (circa 370 mii ha soluri moderat și puternic erodate) cea mai mare bogăție naturală – fertilitatea solului. Mai mult ca atât, pe aceste terenuri există pericolul dispariției cernoziomului ca tip de sol.

În 1983, Organizația Națiunilor Unite a aprobat Harta Mondială a solurilor în care se menționează „...necesitatea difuzării mai pe larg a informației și cunoștințelor despre eroziune, precum și a metodelor de combatere. De aceasta depinde bunăstarea multor țări”. Din analiza stării de calitate actuale a învelișului de sol [4, 5] rezultă că Republica Moldova face parte din țările intens afectate de eroziune.

Obiectivul cercetărilor rezidă în evaluarea stării actuale a eroziunii solului și elaborarea măsurilor de sporire a capacității de producție a solurilor erodate.

## MATERIAL ȘI METODĂ

Au fost generalizate datele experimentale obținute în anii 2004–2015 privind manifestarea eroziunii solului și evaluarea prejudiciilor economice și ecologice ale acesteia. Ca urmare, au fost obținute rezultate noi referitor la reducerea pierderilor de materie organică și de elemente nutritive prin eroziune, atenuarea gradului de poluare a apelor de suprafață cu nutrienți.

Investigațiile au fost efectuate în zona de Centru a Moldovei, în cadrul unui bazin hidrografic tipic cu o suprafață de 860 ha din comuna Negrea, raionul Hâncești, pe cernoziom obișnuit luto-argilos cu diferit grad de eroziune (slab, moderat, puternic). Au fost testate următoarele practici agricole: asolament anti-erozional (grâu, porumb, orz, floarea-soarelui, lucernă); cultivarea plantelor de cultură în fâșii alternative (prășitoare, dese); lucrarea conservativă a solului la 10-12 cm cu păstrarea resturilor vegetale la suprafață; managementul gunoiului de grajd și al nutrienților; deșeurile înierbate; înierbarea între rânduri în plantațiile pomiviticole; fisurarea solului la 40 cm în cuplu cu drenajul cârțiță; benzi de centură din ierburi perene în plantațiile pomiviticole. Pe loturile experimentale pierderile de sol și scurgerile lichide au fost determinate prin: utilizarea instalațiilor staționare; simularea ploilor torențiale artificiale (intensitatea 2 mm/min) cu instalație mobilă; măsurarea șiroirilor (lățimea, lungimea, adâncimea).

Analizele de laborator au fost efectuate în scurgerile solide (sol): materia organică,  $N_{total}$ ,  $N-NO_3$ ,  $P_2O_5$  total,  $P_2O_5$  mobil,  $K_2O$  schimbabil; în scurgerile lichide

de: substanța organică, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>O. Valorile eroziunii sunt exprimate prin: scurgerile lichide, mm/ha; coeficientul de scurgere; infiltrație, mm; turbiditate, g/l; pierderile de sol, t/ha [6]. Pentru determinarea însușirilor morfologice, chimice și fizice ale solului a fost efectuată cartarea pedologică și agrochimică a terenurilor pe toată suprafața bazinului hidrografic de 860 ha. Eficacitatea îngrășămintelor a fost determinată în experiențe de câmp pe cernoziom obișnuit moderat erodat. Caracteristica agrochimică a solului: conținut scăzut de humus (1,7 – 2,1%), fosfor mobil (0,9-1,3 mg/100 g), potasiu schimbabil „moderat” (20-24 mg/100g); CaCO<sub>3</sub> – 0,8-2,5%, pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> – 7,2 – 7,4, textura – luto-argiloasă, nota de bonitate constituie numai 42 puncte. Capacitatea de producție a solului cercetat este joasă și constituie 1,6 t/ha grâu de toamnă (unități cerealiere). Schema experienței este constituită din două componente: managementul gunoiului de grajd și managementul nutrienților. În sol au fost formate diferite nivele de fosfor mobil (fertilizare ameliorativă) după metoda Macgihin: de la 1 mg la varianta martor (sol nefertilizat) până la 3 mg/100g de sol cu un interval de 0,5 mg/100g (P 1,0-3,0). Metodologia formării și menținerii în timp a nivelului optim de fosfor mobil din sol este expusă în [7]. Datele experimentale au fost prelucrate prin diferite metode statistice.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

### 1. Factorii care influențează eroziunea solului.

Factorii care contribuie la declanșarea proceselor erozionale pot fi grupați în două categorii: naturali și antropici. **Factorii naturali** condiționează eroziunea normală (geologică) și includ: clima – regimul precipitațiilor, temperaturile, vânturile etc.; relieful – panta, lungimea și gradul de înclinare, expoziția, forma versantului etc.; solurile – textura, structura, permeabilitatea, materia organică, natura rocii mame, alternarea rocilor parentale etc.; vegetația – ierboasă, forestieră, asolamente, structura semănăturilor etc.

Eroziunea normală (geologică) are loc când factorii de mediu, de vegetație, nu sunt modificați de intervenția factorului antropic. În condiții naturale covorul vegetal minimizează eroziunea din contul părții aeriene și a sistemului radicular. Plantele, prin suprafața lor aeriană, protejează solul de distrugere sub acțiunea energiei cinetice a picăturilor de ploaie care vin în contact cu un teren înclinat. Masa rădăcinilor conexează particulele de sol, sporește rezistența agregatelor la rupere-spălare-alunecare. Vegetația contribuie, de asemenea, la sedimentarea particulelor de sol din scurgerile lichide.

În condiții naturale vegetația ierboasă și lemnoasă, acționând asupra rocilor parentale, au format de-a lungul secolelor solul, totodată protejându-l activ de distrugere sau de degradare. Pierderile de sol prin eroziune erau compensate prin procesele de acumulare. Experimental s-a stabilit [1] că cernoziomurile Moldovei formate pe pante, după conținutul de humus și alte însușiri fizice și chimice nu se deosebeau de solurile formate pe terenurile cvasiorizontale. Pe pante scurgerile lichide aveau loc, însă acestea se caracterizau prin turbiditate redusă. O astfel de situație s-a menținut până la începutul secolului al XVIII-lea, când au început să se extindă terenurile arate, să se dezvolte agricultura [8].

**Factorii antropici sau socio-economici** conduc la intensificarea proceselor de eroziune. Fenomenul se clasifică ca eroziune accelerată (antropică, actuală). Principalele acțiuni care au condus la accelerarea proceselor erozionale se referă la: valorificarea excesivă a fondului funciar (75% din total) cu includerea la arabil a terenurilor cu grad sporit de înclinare; abandonarea asolamentelor zonale antierozionale; cota sporită a culturilor prășitoare pe terenurile în pantă; defrișarea fâșiilor forestiere de protecție și lipsa fâșiilor pe versanți; lucrarea solului cu mari devieri de la direcția generală a curbelor de nivel; lipsa celor mai simple măsuri agrotehnice și fitotehnice antierozionale pe terenurile în pantă.

Un rol deosebit în manifestarea eroziunii solului îi revine reformei agrare, realizată fără un plan chibzuit și fără suport științific. Parcelarea excesivă a terenurilor agricole a exclus posibilitatea aplicării tehnologiilor pedoprotectoare. Prin amplasarea cotelor de-a lungul pantei, lucrarea solului se efectuează pe direcția „deal-vale”. În condițiile eroziunii accelerate (antropice, actuale) cantitatea de sol transportat depășește cu mult volumul acumulat de materie organică. Are loc degradarea accelerată a solului, modificarea orizonturilor genetice și a profilului de sol.

Pentru teritoriul Republicii Moldova sunt caracteristice următoarele tipuri de eroziuni: eroziunea prin vânt (eoliană, deflația), eroziunea prin apă (pluvială, hidrică) și alunecările active de teren. Eroziunea prin apă se divizează în două forme: eroziunea de suprafață și eroziunea de adâncime. Alunecările de teren de asemenea au două forme: stabilizate (străvechi) și active (actuale).

### 2. Prejudiciile economice și ecologice ale eroziunii solului

Conform Cadastrului Funciar din 01.01.2009, suprafața solurilor erodate constituie 878 mii ha ori 35 % din terenurile agricole. Suprafața terenurilor cu diferit grad de eroziune se repartizează în felul ur-

mător: slab erodate – 505 mii ha; moderat erodate – 259 mii ha; puternic erodate – 114 mii ha. În funcție de gradul de eroziune, fertilitatea solurilor erodate scade de la 20 % pentru solurile slab erodate până la 60-80 % pentru cele puternic erodate. Suprafața solurilor erodate crește anual în medie cu 7,0 mii ha.

Pierderile anuale de sol constituie circa 26 mil. tone, ceea ce echivalează cu 2 000 ha de cernoziom cu profil integru, cu grosimea stratului humifer de 90 cm și nota de bonitate de 100 de puncte. Această cantitate de sol conține 700 de mii de tone de humus, 50 de mii de tone de azot și 34 de mii de tone de fosfor. Prețul normativ al 1 m<sup>3</sup> de sol constituie 100 de lei [9]. Costul solului spălat, racordat la prețul normativ al acestuia (1 ha – 926496 lei), este de aproximativ 1 mld. 850 mil. lei. Costul producției agricole, pierdute din cauza eroziunii solului, se estimează la 873 mil lei. În total, pierderile anuale directe și indirecte în urma proceselor erozionale constituie 2 mld. 723 mil. lei. Eroziunea solului reduce suprafața terenurilor agricole prin creșterea terenurilor distruse de ogoașe, ravene și prin extinderea solurilor excesiv erodate [4].

Principalele consecințe ecologice ale eroziunii solului sunt: deformarea profilului de sol creat pe parcursul mileniilor, în urma pierderii straturilor superficiale, humifere, bogate în materie organică și în elemente nutritive; degradarea proprietăților chimice ale solului în urma pierderii orizonturilor pedogenetice cu rezerve mari de materie organică și elemente nutritive, îndeosebi cu azot și fosfor; modificarea proprietăților fizice ale solului, ca urmare a micșorării conținutului de humus, distrugerii structurii, compactării, scăderii permeabilității, vitezei de infiltrare a apei etc.; înrăutățirea regimului apelor de suprafață și pedofreatice; poluarea apelor de suprafață și subterane cu substanțe nocive și materie organică; înnămolirea lacurilor,

iazurilor și altor bazine de apă; intensificarea secetei pedologice și proceselor de deșertificare, îndeosebi în zona de sud a Moldovei.

Alunecările active de teren conduc la deteriorarea învelișului de sol și scoaterea terenurilor fertile din circuitul agricol, distrugerea căilor de comunicații, localităților, a obiectelor de menire socială.

### 3. Pierderile de materie organică și de elemente nutritive prin eroziune

Cercetările pedoerozionale sunt însoțite, de regulă, de date experimentale referitoare la scurgerile solide (sol) [1]. În literatura de specialitate sunt puține date experimentale privind pierderile de materie organică și de nutrienți prin eroziune. Scurgerile lichide și solide pătrund în rețeaua hidrografică, poluează apele râurilor interne, a celor transfrontaliere și a Mării Negre cu azot și fosfor.

Din datele obținute (tabelul 1) rezultă că implementarea asolamentului antierozional cu includerea în structura acestuia a unui câmp de lucernă a redus pierderile de sol prin eroziune până la 7,6 t/ha sau cu 90 % față de martor. O capacitate înaltă de protecție antierozională înregistrează sistemul de cultivare a culturilor în fășii.

Cantitatea de sol spălat de pe câmpurile cu aplicarea acestui sistem a fost de 7 ori mai mică în comparație cu martorul și a alcătuit 9,8 t/ha. De menționat însă că implementarea atât a asolamentului antierozional, cât și a sistemului de cultură în fășii, n-au asigurat scăderea pierderilor de sol până la limita admisibilă de 5 t/ha. În ambele cazuri, scurgeri și pierderi de sol au avut loc numai în fășiile cu culturi prășitoare. În cele cu plante semănate des, torenții au fost dispersați, iar încărcătura de sol colmatată. Prin urmare, pentru reducerea eroziunii la valorile admisibile, trebuie aplicate măsuri agrotehnice suplimentare

Tabelul 1

### Influența practicilor agricole prietenoase mediului asupra pierderilor de materie organică și de elemente nutritive [10]

Sol erodat, t/ha	Conținutul de humus și nutrienți în solul spălat						Pierderi prin eroziune						
	Humus,%	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N total	P total	Humus, kg/ha	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N total	P total	
													mg/100 g sol
Martor (sol neprotejat)													
72,0	2,2	0,6	0,90	21,6	0,10	0,080	1591,2	439,2	648,0	15,6	72,0	57,6	
Asolament antierozional													
7,6	2,3	0,7	0,95	26,0	0,11	0,075	181,6	56,2	72,2	2,0	8,4	5,7	
Sistem de cultură în fășii													
9,8	2,4	0,7	1,13	27,0	0,11	0,076	235,2	59,6	110,7	2,6	10,8	7,4	

Tabelul 2

## Efecte ale lucrării de bază a solului și măsurilor agrotehnice de protecție asupra valorilor eroziunii [6]

Intervalul de timp, min	Precipitații	Scurgeri lichide	Coeficientul de scurgere	Infiltrația, mm	Turbiditatea, g/l	Pierderi de sol, t/ha
	mm					
Lucrare convențională fără procedeu						
10	20	2,8	0,14	17,2	138,6	3,9
15	30	4,7	0,25	22,5	114,0	5,4
20	40	7,0	0,36	25,5	107,2	7,5
25	50	7,0	0,43	27,8	100,2	7,7
30	60	8,2	0,49	29,6	98,0	8,0
Total	-	30,4				32,5
Lucrare convențională cu fisurare + drenaj cârțiță						
10	20	2,0	0,10	18,0	89,0	1,8
15	30	3,0	0,17	25,0	80,2	2,4
20	40	4,2	0,23	30,8	79,6	3,3
25	50	6,1	0,31	34,7	75,4	4,6
30	60	8,4	0,39	36,3	73,6	6,2
Total	-	23,7				18,3
Lucrare conservativă fără procedeu						
10	20	3,3	0,16	16,7	113,8	3,8
15	30	5,7	0,30	21,0	78,6	4,5
20	40	6,0	0,38	25,0	75,0	4,5
25	50	7,3	0,47	27,7	71,2	5,2
30	60	9,3	0,53	28,4	68,4	6,4
Total	-	31,6				24,2
Lucrare conservativă cu fisurare + drenaj cârțiță						
15	30	3,5	0,12	26,5	80,0	2,8
20	40	5,3	0,22	31,2	70,4	3,7
25	50	6,0	0,30	35,2	64,8	3,9
30	60	9,0	0,39	36,2	59,6	5,4
Total	-	23,8				15,8

în câmpurile (fășile) cu culturi prășitoare, cum ar fi mușuroirea, fisurarea sau brăzderea întreruptă [1]. Aplicarea asolamentului antierozional și a sistemului de cultură în fășii a redus pierderile de humus de 6,8-8,7 ori, iar cele de azot și fosfor total de 6,7-8,6 ori, respectiv de 7,8-10,1 ori.

Studierea procesului de eroziune și evaluarea impactului procedeelelor agro- și fitoameliorative asupra reducerii pierderilor de nutrienți s-a realizat de asemenea pe terenurile fertilizate cu îngrășăminte minerale și organice, cu lucrare conservativă a solului și în plantațiile viticole. Udarea prin aspersiune a parcelelor de controlul scurgerilor s-a efectuat cu o instalație mobilă. În toate cazurile s-a aplicat un volum de apă de 60 mm. Durata ploii artificiale a fost de 30 min cu intensitatea de 2 mm/min [6].

Pe terenurile arabile de testare a eficacității îngrășămintelor, scurgerile lichide în condiții de neaplicare a procedeelelor antierozionale alcătuiesc 20,0-22,2 mm

sau 33-37% din volumul de apă aplicat. Fisurarea solului cuplată cu drenajul cârțiță reduce pierderile de apă la 13,1-14,9 mm sau cu 33-35% mai puțin față de condițiile neprotejate ale solului.

Un procedeu tehnologic eficient de reducere a eroziunii pe terenurile în pantă este lucrarea conservativă (sistemul minim) a solului. Pentru evaluarea efectului antierozional a acestui procedeu au fost testate două variante: lucrarea convențională a solului (arat la 25-27 cm); lucrarea cu discuri și păstrarea la suprafață a resturilor vegetale. În cadrul fiecărei variante a fost efectuată fisurarea solului cuplată cu drenaj cârțiță la adâncimea de 40 cm. Din analiza datelor prezentate în tabelul 2 rezultă că modul de lucrare a solului nu influențează scurgerea de suprafață. Astfel, din 60 mm de precipitații, de pe solul cu lucrare convențională s-au scurs 30,4 mm, iar de pe solul cu lucrare conservativă 31,6 mm, pierderile de apă alcătuind 51, respectiv, 53 %. Totodată, în variantele testate s-a

înregistrat o diferență semnificativă privind turbiditatea scurgerilor. La varianta martor (cu lucrare tradițională a solului) turbiditatea medie alcătuiește 111,6 g/l; pe terenul discuit cu prezența resturilor vegetale la suprafață, valorile acestui indice nu depășesc 81,4 g/l.

Diferența încărcării microcurenților cu material solid în aceste variante este determinată de doi factori principali: primul factor ține de rezistența redusă de detașare și transport a particulelor de pe solul arat sub acțiunea apei; cel de-al doilea factor se referă la efectul de mulcire a resturilor vegetale. Variația în timp a turbidității înregistrează salturi apreciabile în primele 10-15 min, atingând o stabilitate relativă după 25 min de udare. Pierderile de sol prin eroziune, conform rezultatelor obținute, sunt în corelație cu volumul scurgerilor lichide, turbiditatea acestora fiind în continuă descreștere la ambele variante de lucrare a solului. Numai diferența de încărcare a determinat cantitatea de sol spălat: la varianta cu lucrare convențională 32,5 t/ha, la cea cu lucrare conservativă 24,3 t/ha. Prin urmare, lucrarea minimă a solului, cu păstrarea la suprafața solului a resturilor vegetale, reduce intensitatea eroziunii cu cca 25 la sută. Aplicarea fisurării combinate cu drenaj cârțiță pe fundalul diferitor metode de lucrare a solului conduce la scăderea volumului de scurgeri lichide cu 6,7-7,8 mm și la diminuarea pierderilor de sol. Astfel, la lucrarea tradițională a solului acest procedeu agrotehnic antierozional reduce cantitatea de

sol spălat cu 14,2 t/ha. Pe câmpul lucrat cu grapa cu discuri fisurarea solului a avut un efect mai mic, scăzând valorile eroziunii cu 8,5 t/ha. De menționat că la gradul de înclinare a versantului de 7°-8°, măsurile de protecție utilizate n-au asigurat micșorarea eroziunii până la valoarea admisibilă. Prin urmare, pe terenurile arabile cu asemenea pantă trebuie aplicate măsuri agrotehnice și fitoameliorative suplimentare.

Plantațiile viticole sunt amplasate preponderent pe versanți. Pentru prevenirea degradării solurilor prin eroziune a fost aplicată metoda înierbării spațiilor între rânduri. Observațiile asupra scurgerii și eroziunii arată că pierderile de apă la varianta martor și la cea cu înierbare nu înregistrează devieri esențiale, alcătuind 20,2, respectiv 19,3 mm. Referitor la cantitatea de sol spălat se constată o reducere cu 31 % în varianta cu înierbare. Formarea covorului vegetal în plantațiile de viță de vie asigură scăderea pierderilor de sol sub limita admisibilă.

Pentru determinarea pierderilor de elemente nutritive și materie organică prin eroziune și în scopul evaluării rolului măsurilor de protecție antierozională în diminuarea acestor pierderi, în scurgerile solide și lichide a fost determinat conținutul de humus, potasiu schimbabil și hidrosolubil, formele mobile și totale de azot și fosfor (tabelul 3).

Rezultatele arată că aplicarea îngrășămintelor minerale și a gunoiului de grajd conduce la creșterea

Tabelul 3

**Influența măsurilor antierozionale asupra pierderilor de materie organică și nutrienți [6]**

Varianta	Specifi- care*	Scurgeri solide						Scurgeri lichide			
		Humus kg/ha	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N <sub>total</sub>	P <sub>total</sub>	Humus	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			g/ha		kg/ha		kg/ha		g/ha		kg/ha
Martor (Porumb)	1	188	16	144	3,1	8,4	4,5	2,5	0,8	44	19,3
	2	119	10	90	2,1	5,5	3,8	1,2	0,5	39	11,8
N <sub>120</sub> anual + P <sub>312</sub> , o dată în 5 ani	1	156	25	208	2,7	5,6	5,0	2,0	0,8	100	17,7
	2	120	18	168	2,2	3,9	3,2	1,8	0,6	60	14,0
Gunoi de grajd, 40 t/ha, o dată în 4 ani	1	181	26	209	3,4	7,6	6,3	3,3	0,5	66	21,4
	2	116	16	134	2,1	5,8	2,9	1,8	0,5	42	12,9
Lucrare con- vențională	1	764	78	334	13,1	32,5	25,4	2,6	1,4	61	25,9
	2	430	48	196	7,4	20,1	13,9	2,4	1,0	71	21,4
Lucrare con- servativă	1	620	75	271	10,0	31,5	19,4	2,9	1,4	95	26,3
	2	383	44	170	6,3	14,2	17,4	2,7	1,0	48	19,4
Vița de vie	1	218	25	153	3,1	7,1	4,8	2,4	0,7	81	19,4
	2	154	16	99	2,1	5,4	3,7	2,7	0,7	97	19,3

\*1 - fără procedeu antierozional; 2 - fisurarea solului concomitent cu drenajul cârțiță.



conținutului formelor mobile de azot și fosfor în scurgerile solide. Astfel, conținutul de  $N-NO_3$  în scurgerile din variantele fertilizate este de 1,7-2,1 ori, iar cel de  $P_2O_5$  de 1,5-1,8 ori mai mare în comparație cu varianta martor. În scurgerile lichide concentrația maximă de compuși organici hidrosolubili (13,0-14,9 mg/l) s-a înregistrat în varianta cu gunoi de grajd. Conținutul sporit de nutrienți și humus în scurgerile solide și lichide din plantația de viță de vie se datorează fertilității naturale înalte a solurilor. Din datele prezentate în tabelul 3 rezultă că aplicarea fisurării solului micșorează pierderile formelor mobile de azot și fosfor cu 27-38 % și, respectiv, 20-37 %, iar formele totale ale acestor elemente cu 24-35 % și 16-34 %, corespunzător. Pierderile de materie organică prin scurgeri solide în variantele cu sol neprotejat sunt cu 23-37 % mai mari în comparație cu cel la care au fost aplicate măsuri antierozionale.

Influența procedeeilor antierozionale asupra pierderilor de nutrienți prin scurgeri lichide s-a manifestat mai puțin accentuat. De asemenea, reduceri nesemnificative ale pierderilor de elemente nutritive s-au depistat la aplicarea lucrării conservative a solului.

Importanța deosebită în combaterea eroziunii solului în plantațiile viticole îi revine covorului vegetal. La înierbarea spațiilor între rândurile de viță de vie, pierderile formelor totale de azot și fosfor se reduc cu 24%, respectiv 23%, iar cele mobile cu 36 și 35%, corespunzător. Antrenarea în rețeaua hidrografică a nutrienților și materiei organice prin scurgeri lichide este neînsemnată. În baza generalizării datelor experimentale obținute menționăm următoarele: implementarea asolamentelor antierozionale și sistemului de cultură în fâșii a redus pierderile de sol și humus de 6,8-8,7 ori, iar cele de azot și fosfor de 6,7-8,6 și 7,8-10,1 ori, corespunzător; fisurarea solului asociată cu drenaj cârțiță conduce la diminuarea scurgerii de suprafață cu 33-37% și la micșorarea pierderilor de azot și fosfor cu 26-37%, respectiv 18-35% în comparație cu terenul neprotejat; lucrarea conservativă a solului asigură scăderea pierderilor de sol cu 26% față de lucrarea convențională. Înierbarea spațiilor între rândurile de viță de vie are drept efect diminuarea pierderilor de azot și fosfor în medie cu 30% comparativ cu spațiile lipsite de covor vegetal.

**4. Măsuri de sporire a fertilității solurilor erodate.** În literatura de specialitate consacrată problemei eroziunii solului nu se acordă o atenție suficientă măsurilor agrochimice de minimalizare a acestei forme de degradare și de sporire a fertilității. În compartimentul dat prezentăm date experimentale privind influența eroziunii asupra proprietăților solului și rolul fertilizanților în sporirea capacității de producție a terenurilor erodate.

**4.1. Caracterizarea agrochimică a solurilor erodate.** *Humusul* este unul dintre indicii principali ai fertilității solului. El este sursa și depozitul de elemente nutritive pentru plante. În urma mineralizării materiei organice se eliberează cantitățile respective de azot, fosfor, potasiu, sulf și alte elemente biofile. Conform [1], pentru cernoziomuri pierderile de humus în funcție de gradul de erodare constituie 20, 40 și 60 % față de etalon (sol cu profil deplin). Solurile erodate se caracterizează printr-un conținut scăzut (2-3 %) și foarte scăzut (mai mic de 2 %) de humus.

*Capacitatea de nitrificare* caracterizează nivelul fertilității efective a solului. Capacitatea de nitrificare optimă și ridicată (14-16 mg  $NO_3/100$  g sol) este caracteristică pentru solurile cu conținut ridicat de humus – de 4-6%. În solurile cu conținut foarte scăzut și scăzut de materie organică (0,9-1,5%) capacitatea de nitrificare este foarte redusă și constituie 0,3-3,2 mg  $NO_3/100$  g sol.

*Azotul mineral din sol.* Experimental s-a stabilit că majorarea conținutului de humus în sol cu 1 % asigură formarea și acumularea a 24 kg/ha de azot mineral [7]. În solurile cu conținutul de materie organică în mărime de 4,0% se vor acumula anual 96 kg/ha azot mineral accesibil plantelor. Solurile cu un conținut de humus de circa 2% asigură plantele cu azot mineral în mărime de 48 kg/ha. Solurile moderat și puternic erodate, cu conținut scăzut de humus, produc anual 24-48 kg/ha de azot mineral. Conform [7], aceste cantități de Nmin sunt suficiente pentru formarea a 1,0-1,6 t/ha grâu de toamnă. Pe fondul gradului scăzut de asigurare a solului cu azot mineral se prognozează o eficacitate înaltă a îngrășămintelor cu azot, îndeosebi pe solurile moderat și puternic erodate.

*Conținutul de fosfor mobil* este un criteriu esențial al fertilității solului. Solurile Moldovei se caracterizează prin conținut scăzut de fosfor mobil. Fosforul rocilor de solificare are o mobilitate redusă și accesibilitate scăzută pentru plante. Cantitatea principală de fosfați accesibili plantelor (70-80% din total) se formează pe seama mineralizării materiei organice. Conform [11], în solurile cu profil deplin cantitatea de fosfor obținut prin mineralizare constituie anual 15-20 kg/ha, iar în solurile puternic erodate, de două ori mai puțin (7-10 kg/ha).

Conținutul de fosfor mobil prognozat în solurile nefertilizate constituie 0,9-1,1 mg în solurile cu profil întreg, 0,7-0,9 mg în solurile slab erodate și 0,4-0,5 mg/100 g în cele puternic erodate.

*Potasiu schimbabil.* Solurile Moldovei sunt bogate în minerale cu conținut înalt de potasiu. Conținutul de  $K_2O$  total în straturile superioare ale cernoziomurilor constituie 1,8-2,8%. Pe profilul solului conținutul

de  $K_2O$  scade treptat și la adâncimea de 2 m constituie 1,2-1,4 %. Cantitatea de potasiu în sol depinde mai mult de compoziția mineralogică a rocilor parentale decât de particularitățile genetice ale solurilor. Conform cercetărilor agrochimice, circa 90 % din solurile Moldovei conțin peste 20 mg de potasiu schimbabil, iar 20% – peste 40 mg [12]. La conținutul de 16-20 mg de  $K_2O$  100 g sol eficacitatea îngrășămintelor cu potasiu este scăzută. Rezultatele experiențelor de câmp au demonstrat un efect semnificativ în recoltă la aplicarea îngrășămintelor cu potasiu la cultivarea sfeclii pentru zahăr, culturilor legumicole și pomiviticole. Plantele extrag din sol cantități considerabile de potasiu. De exemplu, pentru formarea 1 t de producție principală floarea-soarelui consumă 70 kg de  $K_2O$ , tutunul – 31, sfecla de zahăr și cea furajeră – 5, respectiv 6 kg, diferite culturi legumicole de la 5 până la 11 kg [7]. Pentru formarea recoltelor înalte plantele exportă din sol cantități considerabile de potasiu – de 250-300 kg/ha și mai mult. Rezerva de potasiu schimbabil în solurile Moldovei este înaltă. Dar ea poate fi destul de repede consumată. Utilizarea îndelungată a solului fără îngrășăminte va conduce la epuizarea rezervelor de potasiu schimbabil și va apărea necesitatea aplicării îngrășămintelor. Astfel de exemple deja au loc în agricultură în diferite țări ale lumii.

#### 4.2. Acțiuni pentru sporirea fertilității solurilor erodate

*Asolamentele antierozionale* asigură minimalizarea eroziunii solului, ameliorarea însușirilor chimice, fizice și biologice ale solului; creează condiții favorabile pentru creșterea producției agricole; diminuează consecințele negative ale secetei pedologice. Raportul optim între culturile prășitoare, dese și ierburile perene se determină în funcție de mărimea pantei și gradul de eroziune a solului. Cu cât panta și gradul de eroziune a solului este mai mare, cu atât cota ierburilor perene și culturilor dese trebuie să fie mai înaltă [1]. Asolamentul este măsura agrotehnică cea mai rentabilă, fiindcă nu necesită investiții suplimentare. El asigură un efect economic, agronomic și ecologic înalt.

*Lucrarea conservativă a solului.* Asolamentul este productiv în condițiile în care se implementează concomitent sistemele de lucrare a solului, de fertilizare și de protecție a plantelor de buruieni, boli și vătămători. Funcțiile principale ale sistemului de lucrare a solului sunt: asigurarea condițiilor favorabile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor cu diferite particularități biologice; crearea condițiilor agrofizice favorabile în stratul arat de sol; mobilizarea elementelor biofile pentru nutriția plantelor; acumularea umidității în sol; combaterea eficientă a buruienilor; minimalizarea

eroziunii solului. În ultimii 20-30 de ani, în multe țări afectate de eroziune se implementează tot mai pe larg „Sistemul de lucrări pentru conservarea solului” [13]. Menținerea parțială sau totală a resturilor vegetale la suprafața solului reprezintă un procedeu de combatere a eroziunii și o sursă de material energetic pentru biotă.

*Aplicarea îngrășămintelor.* În Moldova primele experiențe cu îngrășăminte pe solurile erodate au fost efectuate de secția Combaterea Eroziunii Solului condusă de profesorul M. Zaslavski [14]. În 1950, pe cernoziomul carbonatic slab și puternic erodat din raionul Anenii Noi a fost fondată experiența cu lucernă. Rezerva de humus în stratul de 0-50 cm în cernoziomul slab erodat a constituit 152 t/ha, pe cel puternic erodat de 2,6 ori mai mică – 59 t/ha. Din datele obținute de profesorul Zaslavski [1966] rezultă următoarele concluzii: aplicarea îngrășămintelor pe cernoziomul carbonatic erodat din zona de Centru a Moldovei a condus la majorarea productivității lucernei cu 30-134 %. Sporul în recoltă de la fertilizanți a fost mai mare pe cernoziomul carbonatic puternic erodat decât pe cel slab erodat; acțiunea superfosfatului și îngrășămintelor organice s-a manifestat pe parcursul a trei ani; aplicarea gunoii de grajd în doză de 20 t/ha +  $P_{60}$  a asigurat cel mai înalt spor în recoltă – 44 % pe solul slab erodat și 134% pe cernoziomul puternic erodat. Îngrășămintele organice și organo-minerale, aplicate pe solul cu grad puternic de eroziune, au condus la dublarea recoltei (de la 2,0 t până la 4,1-4,6 t/ha).

Profesorul I. Constantinov [15] a efectuat cercetări pentru determinarea eficacității îngrășămintelor pe diferite subtipuri de cernoziom. Experiențele au fost fondate pe cernoziomul levigat slab erodat din comuna Ivancea, raionul Orhei, cernoziomurile obișnuite și carbonatice erodate din raioanele Cimișlia, Leova și Cahul. S-a stabilit că aplicarea îngrășămintelor minerale (NPK) în doze optime pe cernoziomurile obișnuite erodate asigură obținerea unui spor în recoltă de 40-60 %. S-a constatat că odată cu majorarea gradului de eroziune a solului eficacitatea fertilizanților crește. Pentru sporirea fertilității solurilor erodate se recomandă aplicarea sistematică a îngrășămintelor organice în doze de 50-60 t/ha o dată la 3-4 ani. Pe cernoziomul obișnuit din zona de Sud a Moldovei cea mai mare eficacitate agronomică și economică a îngrășămintelor la cultivarea porumbului se obține la aplicarea  $N_{90-120}P_{40}$  pe sol slab erodat,  $N_{120}P_{40}$  pe cel moderat erodat și  $N_{60-90}P_{40}$  pe cel puternic erodat. La aceste variante de fertilizare fiecare kg de îngrășămintă asigură obținerea a 6,8-8,3 kg boabe de porumb.

În condițiile zonei centrale pe sol cenușiu moderat erodat din comuna Ivancea, raionul Orhei, la varianta martor recolta medie pe trei ani a constituit 2,8 t/ha unități cerealiere. Utilizarea îngrășămintelor minerale pe acest tip de sol a condus la obținerea unui spor în recoltă de 14,3-21,4 %. Producții mai înalte au fost obținute la aplicarea sistemului organo-mineral de fertilizare a plantelor în asolamentele de câmp. Introducerea în sol a 60 t/ha îngrășămintele organice o dată în trei ani și a  $N_{60}P_{60}K_{60}$  în fiecare an a contribuit la formarea recoltei de 3,6 t/ha unități cerealiere. Sporul în recoltă în urma fertilizării solului a constituit 30,5% față de varianta nefertilizată [16].

Pe parcursul a mai multor ani, testarea îngrășămintelor s-a efectuat la Stațiunea Experimentală de Stat pentru Combaterea Eroziunii Solului a Institutului „Nicolae Dimo” situată în zona de Sud a Moldovei în comuna Lebedenco, raionul Cahul [17, 18, 19]. Obiectul de studiu a fost cernoziomul obișnuit moderat erodat cu textură luto-argiloasă, cu conținut scăzut de humus (2,1-2,5%), de fosfor mobil (1,5-1,9 mg sol) și potasiu schimbabil (15,3-16,8 mg/100 g sol). S-a experimentat posibilitatea refacerii fertilității cernoziomului obișnuit moderat erodat prin acțiunea a doi factori: înierbare (formarea pajiștii temporare) și fertilizare. Compoziția ierburilor perene: lucernă albastră, sparțetă comună, obsigă nearistată, pir crestă, perișor. Componenta floristică a covorului vegetal a fost alcătuită la 44% din leguminoase și 43 % din graminee. Au fost testate diferite doze de gunoi de grajd și de îngrășămintele minerale. Vom menționa că conținutul de fosfor mobil în sol era de 1,5-1,9 mg sau de 2-3 ori mai mare decât fondul natural de 0,6-0,7 mg/100 g de sol caracteristic pentru cernoziomurile puternic erodate nefertilizate.

S-a stabilit [17] că la cultivarea ierburilor perene pe parcursul a șase ani pe un fond de 100 t/ha îngrășămintele organice cantitatea de materie organică în stratul 0-20 cm a crescut cu 0,50 %. Sporul anual de materie organică a constituit 2,0 t/ha. Formarea pajiștilor temporare (6 ani) a condus la acumularea anuală a materiei organice în mărime de 1,1 t/ha; total pentru 6 ani – 6,5 t/ha, sau 0,27%. În perioada întreținerii solului sub covor vegetal format din ierburi perene nu s-au înregistrat scurgeri lichide și solide. Ierburile perene și, îndeosebi, îngrășămintele organice au condus la ameliorarea regimului de fosfor și potasiu. Ca rezultat, la variantele fertilizate producția de fân a crescut cu 19-31 %. Concomitent, la aceeași stațiune au fost testate diferite doze de gunoi de grajd, îngrășămintele minerale și composturi aplicate în asolamentele de câmp [20]. La variantele fertilizate conținutul de materie organică a sporit cu 0,4-0,7 %; s-a majorat

cantitatea de fosfor mobil și potasiu schimbabil. La variantele fertilizate s-a înregistrat un spor al recoltei în medie pentru nouă ani de 20,1-54,2 % față de martor. Pentru cernoziomurile obișnuite moderat erodate se recomandă aplicarea îngrășămintelor organice în doză de 50 t/ha o dată în patru ani.

Laboratorul Agrochimie al Institutului „Nicolae Dimo” a testat-demonstrat eficacitatea îngrășămintelor organice, organo-minerale și minerale pe cernoziom obișnuit moderat erodat din comuna Negrea, raionul Hîncești [21]. Utilizarea gunoii de grajd în doze de 40 și 80 t/ha a condus la creșterea conținutului de potasiu schimbabil cu 6-9 mg/100 g sol. Cantitatea de fosfor mobil la variantele fertilizate a sporit de la gradația „scăzută” de asigurare a solului până la „optimă” și „ridicată”. Remedierea fertilității solului s-a soldat cu majorarea capacității de producție a acestuia. La variantele fertilizate cu gunoi de grajd recolta a crescut cu 50,4-121,0 % față de martor. Majorarea dozei de gunoi de grajd de la 40 la 80 t/ha nu asigură obținerea unui spor semnificativ în recoltă. Introducerea îngrășămintelor minerale ( $N_{60}P_{60}$ ) pe fond de 40 t/ha gunoi de grajd a contribuit la obținerea celui mai mare spor în recoltă – de 121,0% în comparație cu varianta martor. În medie pe patru ani productivitatea plantelor de cultură a constituit 2,72 t/ha unități cerealiere, cu 1,49 t/ha mai mult decât la varianta martor. Aplicarea îngrășămintelor cu fosfor în doze calculate a condus la formarea nivelelor de fosfor mobil de 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 mg/100 g sol. Administrarea îngrășămintelor cu azot ( $N_{60}$  și  $N_{120}$ ) pe un fond optim de fosfor mobil a contribuit la dublarea, iar în anii favorabili după umiditate la triplarea recoltei. Cele mai mari sporuri în recoltă au fost obținute la varianta  $P_{2,5}+N_{60}$ . Majorarea dozei de azot de la 60 până la 120 kg/ha nu a influențat productivitatea plantelor de cultură, însă a condus la creșterea conținutului de gluten în boabele grâului de toamnă cu 3 % și obținerea producției pentru panificație.

**Resturi vegetale.** În condițiile Republicii Moldova paie pot servi drept măsură de ameliorare a însușirilor fizice ale solurilor și procedeu de compensare a pierderilor de materie organică [22]. În 1 tonă de paie se conține în medie 800 kg substanță organică, 5 kg N, 2 kg  $P_2O_5$ , 9 kg  $K_2O$ . În paiele culturilor spicoase raportul C:N constituie 50-100. Microorganismele descompun activ materia organică, asigurându-și nutriția și necesarul de energie pentru procesele metabolice, la raportul de C:N=25:1 și în prezența umidității optime în sol. S-a calculat că fiecare tonă de paie încorporată în sol se completează cu 10 kg/ha azot. Cu recolta de 3,0 t/ha boabe grâu de toamnă se formează 4,0 t/ha paie. Producția secun-



dară se mărunțește și se distribuie uniform pe suprafața ternului agricol. Pentru 4,0 t/ha paie aplicate ca îngrășământ organic se recomandă de introdus în sol nu mai puțin de 40 kg/ha de azot (substanță activă). Aplicarea sistematică a producției agricole secundare în calitate de îngrășământ concomitent cu introducerea dozelor optime de îngrășăminte conduce la ameliorarea însușirilor fizice și minimalizarea eroziunii solului.

## CONCLUZII

1. Implementarea asolamentelor antierozionale și a sistemului de cultură în fâșii a redus pierderile de sol și de humus de 6,8-8,7 ori, iar cele de azot și fosfor de 6,7-8,6 și 7,8-10,1 ori față de martor.

2. Fisurarea solului, asociată cu drenajul cârțiță, conduce la diminuarea scurgerilor de suprafață cu 33-37 % și la micșorarea pierderilor de azot și fosfor în medie cu 26-37 %, respectiv 18-35 % în comparație cu terenul neprotejat.

3. Lucrarea conservativă a solului asigură scăderea pierderilor de sol cu 26 % față de lucrarea clasică. Înierbarea spațiilor între rândurile viței de vie are drept efect diminuarea pierderilor de azot și fosfor în medie cu 30 % comparativ cu spațiile lipsite de covorul vegetal.

4. Solurile erodate se caracterizează printr-un conținut scăzut de humus și de fosfor mobil, precum și printr-o capacitate scăzută de nutrire. Gradul scăzut de asigurare a solurilor erodate cu elemente nutritive, accesibile plantelor, condiționează o eficiență înaltă a îngrășămintelor. Sporul în recoltă în urma aplicării fertilizantilor pe cernoziomul obișnuit moderat erodat constituie 50-130 %.

## BIBLIOGRAFIE

1. Eroziunea solului. Chișinău: Pontos, 2004, 472 p.
2. Wright R.T. Environmental science: toward a sustainable future, 9th. ed, 2004, p. 216-228.
3. Agroekologiya. Moskva: Kolos, 2000. 536 s.
4. Programul complex de valorificare a terenurilor degradate și sporirea fertilității solurilor. Partea I. Ameliorarea solurilor. Chișinău: Pontos, 2004. 212 p.
5. Monitoringul calității solurilor Republicii Moldova. (Alcătuitor coordonator – Cerbari V.) Chișinău: Pontos, 2010. 475 p.
6. Andrieș S., Filipciuc V., Boaghe Lilia, Dobrovolschi Gr. Aplicarea practicilor agricole prietenoase mediului pentru minimalizarea pierderilor de sol și nutrienți prin eroziune. În lucrările conf. științ. cu participare internațională „Eficiența utilizării și problemele protejării solurilor”. Chișinău, 2012, p. 13-23.

7. Andrieș S. Optimizarea regimurilor nutritive ale solurilor și productivitatea plantelor de cultură. Chișinău: Pontos, 2007. 374 p.

8. Cerbari V. Problema remedierii stării de calitate și sporirea capacității de producție a cernoziomurilor. Rolul agriculturii în acordarea serviciilor ecosistemice și sociale. Materialele conferinței, Bălți, 2014, p. 334-340.

9. Instrucțiune privind evaluarea prejudiciului cauzat resurselor de sol. Monitorul Oficial al Republicii Moldova, nr. 186-192, din 22.10.2004.

10. Andrieș S., Filipciuc V. Eroziunea solului: starea actuală, consecințele și măsurile de minimalizare. Agricultura Moldovei nr. 5-6, 2012, p. 12-17.

11. Țiganoc V., Andrieș S. Metode agrochimice de stabilizare și sporire a fertilității solurilor erodate. În: Eroziunea solului. Chișinău, 2004, p. 338-358.

12. Burlacu I. Deservirea agrochimică a agriculturii Republicii Moldova. Chișinău, 2000. 228 p.

13. National Agronomy Manual. – Unitet States Department Service, 2011, p. 501-1; 502-1.

14. Zaslavskiy M. N. Eroziya pochv i zemledelie na sklonakh. Kishinev: Kartya Moldovenyaski, 1966. 465 s.

15. Konstantinov I. S. Zashchita pochv ot erozii pri intensivnom zemledelii. Kishinev: Shtiintsa, 1987. 240 s.

16. Bogatu A. F. Effektivnost' udobreniy na srednesmytykh seroy lesnoy pochve i karbonatnom chernozeme. V: Effektivnost' ispol'zovaniya udobreniy v zemledelii Moldavii. Kishinev, 1998, s. 115-120.

17. Rusu Al. Recuperarea solurilor arabile puternic erodate prin înierbare. În: Tezele conferinței științifice „Rezultatele și perspectivele cercetărilor științifice în domeniul ameliorării și tehnologiilor de cultivare a culturilor leguminoase și furajere”. Bălți: ICC, 2001, p. 39-40.

18. Rusu Al., Popov L. Remedierea cernoziomului puternic erodat prin cultivarea ierburilor perene. În: Lucrările conferinței internaționale științifico-practice „Solul – una din problemele principale ale secolului XXI”. Chișinău: Pontos, 2003, p. 215-216.

19. Popov L. Influența îngrășămintelor asupra producției de ierburi perene pe cernoziom obișnuit puternic erodat în condițiile climatice semiaride. Autoreferatul tezei de dr. în biologie. Chișinău, 2014. 24 p.

20. Siuris A. Utilization of organic fertilizers on eroded soils from the Republic of Moldova. Lucrări științifice ale Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad”. Vol. 55, nr. 2, seria Horticultură. Iași, 2012, p. 443-448.

21. Andrieș S., Ciochină V., Lungu V., Leah N. Măsuri și procedee agrochimice de sporire a fertilității solurilor erodate. În lucrările Simpozionului Internațional științ.-practic „Utilizarea eficientă a resurselor hidro-funciare în condițiile actuale – realizări și perspective”, 29-30 septembrie, 2016. Chișinău, 2016, p. 51-54.

22. Rusu Al. Valorificarea surplusurilor de paie. Chișinău, 2009. 40 p.