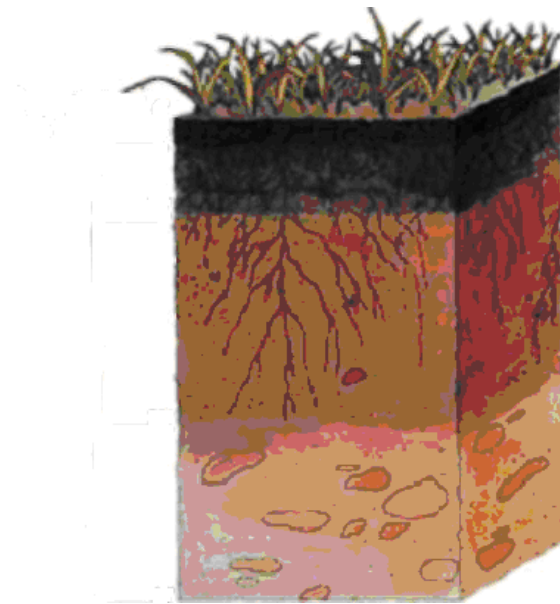


UNIVERSITATEA DE STAT „ALECU RUSSO” DIN BĂLȚI

Facultatea de Științe ale naturii și Agroecologie

Catedra de agroecologie



Stanislav STADNIC

PEDOLOGIE (Știința solului: geneza, proprietățile, clasificarea, geografia)

Curs de prelegeri

Bălți, 2010

CUPRINS

	PREFAȚĂ	5
	OBIECTUL ȘI SCOPUL DISCIPLINEI	6
	CAPITOLUL I. BAZELE GEOLOGIEI ȘI MINERALOGIEI	11
1.1	STRUCTURA GLOBULUI PĂMÂNTESC	11
1.2	FORMAREA ȘI CONSTITUENȚII SCOARȚEI TERESTRE	12
	1.2.1 Formarea scoarței terestre. Procesele endogene	12
	1.2.2 Constituenții scoarței terestre	12
1.3	PROCESELE EXOGENE	14
	1.3.1 Dezagregarea și alterarea rocilor și mineralelor	14
	1.3.2 Scoarțele de alterare	15
	CAPITOLUL II. FORMAREA, COMPOZIȚIA ȘI PROPRIETĂȚILE SOLULUI	18
2.1	NOȚIUNE DESPRE SOL ȘI PROCESUL DE SOLIFICARE	18
	2.1.1 Formarea profilului de sol	18
	2.1.2 Procesele pedogenetice	19
	2.1.3 Factorii pedogenetici	22
	2.1.4 Alcătuirea profilului de sol, trăsăturile lui morfologice	28
2.2	TEXTURA (COMPONENȚA GRANULOMETRICĂ) SOLULUI	33
	2.2.1 Elementele mecanice a solului	33
	2.2.2 Clasificarea solurilor după textură	34
	2.2.3 Importanța texturii solului	35
2.3	MATERIA ORGANICĂ DIN SOL	37
	2.3.1 Substanțele organice a solului	37
	2.3.2 Biota solului	39
	2.3.3 Procesele transformării materiei organice din sol	41
	2.3.4 Formarea humusului	42
	2.3.5 Compoziția humusului și proprietățile acizilor humici	44
	2.3.6 Însemnătatea humusului	45
2.4	PROPRIETĂȚILE CHIMICE ALE SOLULUI	47
	2.4.1 Coloizii solului	47
	2.4.1.1 Noțiune de coloizi, provenirea lor	47
	2.4.1.2 Structura coloizilor	47
	2.4.1.3 Proprietățile coloizilor	48
	2.4.2 Procesul de adsorbție	48
	2.4.3 Reacția solului	50
	2.4.4 Importanța reacției solului	51
	2.4.5 Capacitatea de tamponare a solului	53
	2.4.6 Potențialul de oxido-reducere a solului (redox)	54
2.5	STRUCTURA SOLULUI	55
	2.5.1 Principalele tipuri de structură	55
	2.5.2 Formarea structurii	56
	2.5.3 Degradarea și refacerea structurii	58
2.6	PROPRIETĂȚI FIZICE GENERALE ȘI FIZICO-MECANICE ALE SOLULUI	59
	2.6.1 Proprietăți fizice generale	59
	2.6.1.1 Densitatea (greutatea specifică)	59
	2.6.1.2 Densitate aparentă (greutatea volumetrică)	60
	2.6.1.3 Porozitatea	61
	2.6.2 Proprietăți fizico-mecanice ale solului	61
	2.6.2.1 Coeziunea (compactitatea)	61
	2.6.2.2 Consistența	62

	2.6.2.3	Plasticitatea	62
	2.6.2.4	Aderența (adeziunea)	62
	2.6.2.5	Gonflarea	63
	2.6.2.6	Contractia	63
	2.6.2.7	Maturitatea fizică	63
	2.6.2.8	Rezistența la arat	63
2.7		APA DIN SOL	64
	2.7.1	Forțele care acționează asupra apei din sol. Mișcarea apei în sol	64
	2.7.2	Formele de apă din sol	65
	2.7.3	Constantele hidrofizice ale solului	68
	2.7.4	Proprietățile hidrofizice ale solului	69
	2.7.5	Regimul hidric al solului	70
	2.7.6	Soluția solului	71
2.8		AERUL DIN SOL. PROPRIETĂȚILE AERIENE ALE SOLULUI	73
	2.8.1	Capacitatea pentru aer a solului	73
	2.8.2	Compoziția aerului din sol	73
	2.8.3	Aerația solului	74
	2.8.4	Însușirile solului pentru aer. Regimul aerului din sol	74
2.9		TEMPERATURA SOLULUI	75
	2.9.1	Noțiuni generale	75
	2.9.2	Proprietățile termice ale solului	75
	2.9.3	Regimul termic al solului	76
2.10		FERTILITATEA SOLULUI	77
		CAPITOLUL III. CLASIFICAREA SOLURILOR	79
3.1		SISTEME DE CLASIFICARE FOLOSITE LA NIVEL MONDIAL	79
	3.1.1	Noțiuni generale	79
	3.1.2	Clasificările genetice	79
	3.1.2.1	Clasificările ruse	79
	3.1.2.2	Clasificările americane (înainte de 1960)	81
	3.1.2.3	Alte clasificări genetice	81
	3.1.3	Clasificările morfologice	82
	3.1.3.1	Clasificarea americană	82
	3.1.3.2	Clasificarea FAO-UNESCO	82
	3.1.3.3	Baza mondială de referință pentru resursele de sol (BMRRS)	83
	3.1.3.4	Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS-2003)	87
3.2		CLASIFICAREA SOLURILOR MOLDOVEI	89
	3.2.1	Unitățile taxonomice de clasificare	89
	3.2.2	Diagnosticarea solurilor	90
	3.2.3	Clasificarea solurilor Republicii Moldova	91
	3.2.4	Solurile Moldovei. Unitățile taxonomice superioare	94
	3.2.4.1	Clasa solurilor automorfe	94
	3.2.4.2	Clasa solurilor litomorfe	103
	3.2.4.3	Clasa solurilor hidromorfe	105
	3.2.4.4	Clasa solurilor halomorfe	108
	3.2.4.5	Clasa solurilor dinamomorfe	109
		CAPITOLUL IV. GEOGRAFIA SOLURILOR	111
4.1		GEOGRAFIA SOLURILOR	111
	4.1.1	Legile răspândirii solurilor pe Terra	111
	4.1.2	Regionarea pedogeografică în Republica Moldova	114
	4.1.3	Zonele pedogeografice în Republica Moldova	122
	4.1.4	Provinciile pedogeografice în Republica Moldova	123
		CAPITOLUL V. CARTAREA. CALITATEA ȘI PRETABILITATEA SOLULUI	125

5.1	CARTAREA SOLURILOR	125
5.1.1	Noțiuni generale	125
5.1.2	Fazele cartării	128
5.1.3	Importanța practică a cartării solului	131
5.2	CALITATEA ȘI PRETABILITATEA SOLULUI	134
5.2.1	Bonitarea solurilor	134
5.2.2	Indicatori pentru constituirea unităților de teritoriu ecologic omogene (TEO)	134
5.2.3	Indicatori de bonitare pentru condițiile naturale.	135
5.2.4	Bonitarea solurilor în Republica Moldova.	136
5.2.5	Indicatori de caracterizare tehnologică.	138
5.2.6	Evaluarea terenurilor agricole.	138
5.2.7.	Zonarea agroecologică.	139
CAPITOLUL VI. PROCESELE DE DEGRADARE A SOLURILOR		141
6.1	PROCESELE DE DEGRADARE A SOLURILOR	141
6.1.1	Activitățile agricole	141
6.1.2	Degradarea fizică	142
6.1.3	Degradarea chimică	145
6.1.4	Poluarea	150
6.1.5	Deplăsări de mase de pământ. Alunecări.	152
6.1.6	Eroziunea solului	154
6.1.7	Decopertarea și copertarea antropică	158
6.1.8	Reconstrucția ecologică a solurilor	159
	BIBLIOGRAFIE	161

PREFAȚĂ

Solul este considerat ca unul din cele mai complexe sisteme naturale ale planetei, o componentă-cheie a mediului geografic, un complex biologic care se află în continuă transformare, un sistem polifuncțional pe care se sprijină funcțiile esențiale ale vieții pe pământ.

În cadrul ecosistemelor terestre solul îndeplinește diverse funcții: ecologice, industriale, sociale și tehnico-economice.

Odată cu intensificarea proceselor de poluare pot fi menționate cele mai importante funcții ecologice:

- funcția de filtru, tamponare și transformare, importantă nu numai pentru protecția fondului edafic, dar și pentru prevenirea perturbării lanțului trofic sol-planta-animal-om;
- funcția de conservare a apei și sechestrarea carbonului sub formă de materie organică, importanța cărora este amplificată în raport cu schimbările climatice globale;
- funcția de menținere a biodiversității genetice.

Atât științei, cât și întregii societăți revine misiunea conservării solului, prevenirii degradării sale, întrucât solul este fundamentul perpetuării existenței noastre.

Lucrarea de față este o sinteză a datelor din literatura de specialitate. Mai întâi se dau unele noțiuni referitoare la componența mineralogică și petrografică a litosferei, pe seama căreia s-a format solul. În continuare se trece la prezentarea proceselor de formare și evoluție a solului, la prezentarea amănunțită a componenței și proprietăților acestuia. Urmează un capitol ce tratează problema clasificării solurilor și se prezintă caracteristica succintă a solurilor din Republica Moldova. Un capitol aparte este consacrat regionării pedogeografice în Republica Moldova, se prezintă informație privind cartarea și bonitarea solurilor. Se încheie lucrarea cu descrierea proceselor de degradare a solurilor.

Autorul este profund recunoscător pentru obiecțiile și propunerile efectuate de membrul titular al AȘM, profesor universitar, președinte al Societății Naționale a Moldovei de Știința Solului Andrei URSU și profesorului cercetător Boris BOINCEAN, pentru recenzarea și redactarea lucrării.

Lucrarea este adresată, în primul rând, studenților facultății Științe ale Naturii și Agroecologie a Universității de Stat „Alec Russo” din Bălți, precum și altor persoane interesate.

Autorul

Recomandat de Ședința Catedrei de tehnologii agricole (Agroecologie) USB,
pr.-v. nr. 3 din 26.10.2010

OBIECTUL ȘI SCOPUL DISCIPLINEI

Pedologia reprezintă știința care se ocupă cu studiul legilor generale de formare a solurilor, repartiția geografică, clasificarea și caracteristica lor sub aspectul proprietăților morfologice, fizico-chimice, agroproductive și hidroameliorative.

Denumirea de *Pedologie* provine din limba greacă, de la *pedon* (sol, ogor, suport) și *logos* (vorbitură, știință), altfel spus *Știința solului*.

Știința solului analizează următoarele aspecte legate de sol:

- constituenții;
- organizarea și relațiile dintre constituenți;
- originea și evoluția solului;
- dinamica actuală a proceselor din sol în raport cu factorii de mediu;
- proprietățile și funcțiile solului;
- utilizarea solurilor.

Pedologia are un caracter complex generat de complexitatea formării solului și este în același timp o știință interdisciplinară – la hotarele științelor fundamentale (fizica, chimia, biochimia, informatica, matematica), științelor naturii (geologia, geomorfologia, climatologia, hidrologia, biologia) și științelor aplicative (agricultura, silvicultura, îmbunătățiri funciare, ocrotirea mediului etc.).

Solul, obiectul de studiu al pedologiei, este stratul afânat de la suprafața scoarței terestre, format prin acțiunea biosferei asupra produselor de dezagregare și alterare a rocilor, capabil să întrețină viața plantelor.

Solul reprezintă un sistem:

- structural – este un mediu organizat și structurat, constituenții aflându-se într-o strânsă interdependență atât pe verticală cât și pe orizontală;
- natural – format sub influența factorilor naturali;
- complex – produs al interacțiunii a 5 factori;
- polifazic – dezvoltat în timp în mai multe faze;
- deschis – realizează schimburi cu celelalte geosfere și este într-o continuă transformare;
- polifuncțional – îndeplinește funcții multiple;
- polidispers – faza lui solidă se află în diferite grade de dispersie: dispersii moleculare sau ionice (sărurile); dispersii coloidale (argila, humusul, hidroxizii); dispersii grosiere sau suspensii (praful, nisipul);
- eterogen – deoarece este alcătuit din 3 faze (solidă, lichidă, gazoasă).

În proiectul Legii solului (Parlamentul Republicii Moldova, 2008), articolul 4, sunt menționate funcțiile solului: „Solul reprezintă:

- a) mediul vital specific, baza ecosistemelor terestre, habitatul oamenilor, animalelor, plantelor și organismelor solului;
- b) un depozit de energie acumulată și conservată în formă de humus;
- c) mediul pentru descompunerea și transformarea biochimică a resturilor organice, de tamponare, transformare și filtrare a substanțelor, substrat reglator al circuitului și formării calității apelor de suprafață și subterane și a aerului;
- d) o arhivă de istorie naturală și culturală;
- e) mediul ce depozitează materia primă, spațiul pentru localități și recreație, terenul pentru utilizare agricolă și silvică, precum și în alte scopuri economice și publice”.

Denumirea de sol provine din limba latină de la *solum* – suport, bază, ceea ce indică rolul de suport pentru organismele vii și spațiu de interferență a lumii organice cu cea minerală.

În limba ebraică solul este numit *adâmah*, de aici provenind și numele primului om Adam, care conform Bibliei a fost plămădit din lut.

Pedogeografia sau *Geografia solurilor* reprezintă o ramură a Pedologiei dar și a Geografiei.

Geografia solurilor reprezintă știința care se ocupă cu studierea caracteristicilor, genezei și distribuției solurilor, cât și cu relațiile solului cu factorii de mediu și cu protecția acestuia.

Importanța celor două științe a crescut și mai mult în ultimul timp, datorită presiunii umane crescânde și utilizării neraționale a resurselor de sol. În acest sens, actualmente omenirea se află în fața următoarei provocări: “Cum să asigure necesarul de alimente, fără a distruge resursele de sol”.

Scurtă privire asupra evoluției cunoștințelor despre sol

Concepțiile referitoare la sol au evoluat în timp odată cu dezvoltarea agriculturii. Interesul omului pentru cunoașterea solului și a proprietăților lui s-a manifestat din cele mai vechi timpuri, de când a început să se ocupe cu agricultura, deci încă din epoca de piatră (paleolitic). Primele idei referitoare la sol au apărut la vechii greci, *Aristotel* considerându-l unul dintre cele 4 elemente componente ale Universului, alături de aer, apă și foc. El dădea și unele însușiri ale solului spunând că poate fi cald sau rece, umed sau uscat, greu sau ușor, tare sau moale. De asemenea, *Teofrast* (371-286 î.Hr.) îl numește edafos pentru a putea fi deosebit de Pământ ca planetă. *Pliniu cel Bătrân* (29-79 e.n.) a scris opera intitulată „Istoria naturală” în 37 volume, iar *Lucius Junius Moderatus Columella* (23-79 e.n.) a scris tratatul de agronomie intitulat „De re rustica”. Informații despre anumite însușiri ale solului avem și de la romanii *Cato*, *Varro*, *Hipocrate*, *Xenophon*, *Theophrast* și alții.

În evul mediu, Europa de vest a cunoscut în secolele al XII-lea și al XIII-lea o perioadă de înflorire culturală. Astfel, călugărul dominican *Albert le Grand* a dat pentru prima dată unele explicații cu privire la nutriția plantelor. A urmat apoi o perioadă de decădere a științelor din cauza dogmatismului și obscurantismului caracteristic inchiziției, instituție bisericească creată în prima jumătate a secolului al XIII-lea.

Interesul pentru cunoașterea solului începe să crească în secolul al XVI-lea, odată cu cerințele sporirii producției agricole, legate de creșterea populației orașelor. Caracteristic pentru perioada cuprinsă între secolul al XVI-lea și primele decenii ale secolului al XIX-lea este faptul că oamenii de știință cercetau solul în legătură cu problema nutriției plantelor. Un loc important în dezvoltarea științei l-a avut teoria despre formarea humusului formulată de *Albrecht Daniel Thaer* (1752-1828), care considera humusul ca sursă unică de nutriție pentru plante (cartea „Fundamentele unei agriculturi raționale”). Alți mari oameni de știință care au contribuit la dezvoltarea cunoștințelor despre sol sunt: *Theodor de Saussure* (1767-1845), *J.J.Berzelius*, *Gustav Schubler*, *Carl Sprengel* (1787-1859).

Începând cu jumătatea a doua a secolului al XIX-lea, transformarea vieții economice mondiale, mai ales în Europa, dezvoltarea însemnată a industriei au avut o deosebită influență asupra ritmului de creștere a agriculturii, care trebuia să aprovizioneze centrele industriale cu cantități mari de alimente și materii prime. În legătură cu aceasta, știința agricolă, inclusiv cea pedologică, cunosc o perioadă fructuoasă. Concepțiile referitoare la cercetarea solului încep să se cristalizeze, să formeze curente, școli, dintre care cele mai cunoscute sunt: școala agrochimică, școala agrogeologică și școala naturalistă.

Școala agrochimică a fost întemeiată de savantul german *J. Liebig*. Acesta pune bazele cercetării agrochimice în studiul solului. În anul 1840 *Justus Liebig* (1803-1873) a publicat cartea intitulată „Chimie aplicată la agricultură și fiziologie”, lucrare care a stat la baza începutului industriei de îngrășăminte chimice. Bazat pe deducții teoretice, confirmate mai târziu de datele experimentale, *Liebig* descoperă nutriția minerală a plantelor, răsturnând astfel vechea teorie a lui *Thäer* asupra nutriției plantelor cu humus.

Școala agrogeologică apare în Germania cam în aceeași perioadă cu școala agrochimică (jumătatea sec. XIX) și a fost reprezentată prin *F.A. Fallou* și alții. Potrivit acestei școli, solul reprezintă stratul de la suprafața scoarței terestre, format prin dezagregarea și alterarea rocilor masive inițiale.

Școala naturalistă are ca întemeietor pe savantul rus *V.V. Dokuceaev* (fig. 1). Cercetările sale au contribuit hotărâtor la formarea pedologiei ca știință de sine stătătoare.

Între anii 1876-1881, *Dokuceaev* studiază zona cernoziomurilor din Rusia, iar ca rezultat al acestor cercetări publică în anul 1883 monografia „Cernoziomul rusesc”, în care, pe baza unui material documentar foarte bogat, stabilește definitiv geneza acestui tip de sol.

În anul 1886 apar 14 volume cuprinzând materiale cu privire la studiile solurilor din gubernia Nijegorodsk. Cele două opere ale lui *Dokucaev* apărute ca rezultat al studiilor efectuate în decursul unui deceniu (1877-1886) au servit ca bază pentru întemeierea unei noi ramuri a științelor naturii – **pedologia**.

Fig. 1. *V.V.Dokucaev* (1846-1903) →



Particularitatea esențială în concepția lui *Dokucaev* despre sol este că acesta reprezintă un corp natural nou de sinestătător, care nu poate fi încadrat nici în una din categoriile formațiunilor istorice – naturale deja cunoscute. Acest corp natural nou are o istorie a sa, se dezvoltă după legi proprii și reprezintă produsul acțiunii concomitente a următorilor factori pedogenetici sau factori de formare a solului: roca-mamă, relieful, clima, organismele vii (vegetale și animale) și vârsta regiunii.

Spre deosebire de celelalte școli, care considerau solul ca o formațiune statică, o rocă dezagregată și alterată, *Dokucaev* arată că solul se găsește în permanentă dezvoltare, că el trăiește și se transformă.

În vara anului 1877 *V. Dokucaev*, în cadrul expediției organizate în scopul studierii cernoziomului, traversează Nistru și în apropierea comunei Nepada „pe un teren virgin absolut plan”, care cel puțin o sută de ani nu a fost lucrat, a realizat un profil pedologic. Grosimea solului era de 92 cm, conținutul de humus în stratul superior alcătuia 5,718 %. Acest sol a fost apreciat de *Dokucaev* ca cernoziom tipic „de prima categorie”. Proba de sol colectată din profilul menționat *Dokucaev* a inclus-o în colecția sa, care a fost demonstrată la diferite expoziții: Moscova, 1882; Paris, 1889; Cicago, 1893.

Dokucaev a formulat, de asemenea, prima clasificare științifică a solurilor și legitatea repartiției geografice a solurilor pe suprafața globului pământesc, deosebind zonalitatea orizontală și zonalitatea verticală.

În țara noastră primele însemnări despre sol ne-au rămas de la *Dimitrie Cantemir* (1673-1723) în lucrarea intitulată „*Descriptio Moldaviae*” (1716). Un rol important în dezvoltarea pedologiei în țara noastră a jucat *Nicolae Dimo* (fig. 2) – doctor habilitat în geologie-mineralogie, profesor universitar, academician al Academiei Agricole a URSS. S-a născut la 30 noiembrie 1873 în orașul Orhei, Republica Moldova. A absolvit Institutul de Agricultură și Silvicultură din Novaia Alexandria (aflat astăzi pe teritoriul Poloniei).

În 1945 se reîntoarce în Republica Moldova, unde este invitat să participe la organizarea primei Universități de Stat din Moldova, devenind prorector pentru știința. Este fondatorul Catedrelor de Pedologie la Institutul Agricol din Chișinău și Universitatea de Stat, a Institutului de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, care astăzi îi poartă numele.

Fig. 2. *N.A.Dimo* (1873-1953) →



Principalele realizări științifico-pedagogice ale lui *N. Dimo* sunt:

- A pus bazele cunoștințelor contemporane cu privire la repartizarea geografică a solurilor în Asia Mijlocie, regiunile Prevolgiene, Depresiunea Precaspică, a unui șir de raioane ale Georgiei și Azerbaidjanului.

- A delimitat un tip genetic nou de sol – beloziom, caracteristic semipustiilor din brâul temperat.

- A stabilit proprietățile specifice ale solurilor irigaționale din zona de pustiu, a estimat legitățile evoluției lor sub influența activității antropice, a propus separarea lor pe hărțile pedologice.

- Pentru prima dată a studiat complexitatea și discontinuitatea învelișului de sol din zona de semipustiu, a elaborat metode originale de cartare a lor și de reprezentare a profilurilor pedo-geomorfologice.

- A elaborat clasificarea și nomenclatura solurilor saline, a stabilit legitățile repartizării geografice a solonețurilor și solonceacurilor în zonele naturale; a cercetat bilanțul sărurilor în sistemul „plantă – sol – rocă – apă freatică”.

- A efectuat investigații pedo-ameliorative ale unor obiecte irigaționale uriașe în Asia Mijlocie (Stepa Flămânda) și în Kaukaz (Mugani, valea Alazan, s.a.), a propus un șir de metode practice de ameliorare a solurilor, a lansat ideea de construcție a canalului Karakum.

- Aplicând metode cantitative, a stabilit rolul pedogenetic al furnicilor, termitelor, rămelor și al rozătoarelor; a menționat legătura reciprocă dintre nivelul fertilității solului, caracterul și numărul pedofaunei.

- A construit un șir de mașini pentru lucrarea solului, un burghiu de sol, a propus o metodă nouă de analiză granulometrică, de determinare a compactității solului.

- A adus un aport esențial la studierea problemelor istoriei pedologiei, agronomiei și geografiei.

- A organizat cercetarea pe larg a solurilor Republicii Moldova; a propus să fie delimitată regiunea pedologică a Moldovei, a stabilit dependența conținutului de humus în cernoziomurile Moldovei de componența granulometrică a lor.

- A condus Catedra de Pedologie a Institutului de Organizare a Teritoriului din Moscova; a organizat Universitatea de Stat din Tașkent și Institutul de Pedologie și Geobotanică de pe lângă ea, ulterior fiind decan al Facultății Agricole; a predat la Catedra de Îmbunătățiri Funciare a Institutului Agricol din Tbilisi; a organizat Catedrele de Pedologie la Institutul Agricol și Universitatea de Stat din Chișinău.

N.Dimo a pregătit câteva generații de pedologi, agronomi, hidroamelioratori, geobotaniști, geologi, geografi. În toate republicile ex-URSS, în care a activat *N. Dimo*, a avut mulți discipoli și adepți ai direcțiilor sale de investigații.

În Republica Moldova cauza lor este continuată de:

- Membrul de Onoare al Academiei de Științe a Republicii Moldova *I.Krupenikov* (fig. 3) - un specialist în domeniul genezei, geografiei, cartografiei, bonității, protecției antierozionale a solurilor, în special a cernoziomurilor;



Fig. 3. *I.A.Krupenikov* (n. 10 aprilie 1912)→



Fig. 4. *Andrei Ursu* (n. 20 decembrie 1929)

- *A.Ursu* (fig. 4) – pedolog, geograf, ecolog, profesor universitar, autorul raionării agropedologice (1965) și pedoecologice a Moldovei (1980), clasificării solurilor Republicii Moldova (1999), autorul a peste 600 lucrări științifice, inclusiv 17 monografii, 30 hărți ale solurilor republicii. A fondat Muzeu pedologic în incinta Institutului de Pedologie și Agrochimie „N. Dimo”, Laboratorul de Geografie și Evoluția Solurilor în cadrul Institutului de Geografie al AȘ RM. Membru titular al AȘ Republica Moldova (1989) *A. Ursu* în prezent este președinte al Societății Naționale a Moldovei de Știința Solului (din 1996), membru multor organizații și societăți naționale și internaționale,.

- *V.Ungurean* (fig. 5) - specialist în domeniul pedologiei, agropedologiei și agroecologiei, care a fost ales ca membru-corespondent al Academiei de Științe a Moldovei;

Fig. 5. *Valentin Ungureanu* (n. 26 noiembrie 1931) →

- doctorii habilitați, profesorii universitari: *M. Zaslavski, I.Konstantinov, M.Țurcan, V.Grati, V.Cerbari* și mulți alții.

Anual, în ziua nașterii lui *N.Dimo*, au loc așa-numitele „citiri dimoviste” la care, sub aspectul testamentului științific lăsat de el, se analizează problemele și realizările din domeniul pedologiei și al altor discipline înrudite.



Rolul pedologiei în dezvoltarea producției agricole

În agricultură procesul muncii și al creării produselor este legat nemijlocit de sol. Producția agricolă depinde în mare măsură de fertilitatea solului, adică de ansamblul proprietăților fizice, chimice și biologice ale acestuia. Știința și tehnica modernă permit modificarea radicală a proprietăților solului, cu efecte favorabile pentru sporirea capacității sale de producție, dar, uneori intervenția omului poate avea rezultate negative. De aceea specialiștii, care lucrează în agricultură, trebuie să cunoască mult mai temeinic mijlocul principal de producție, solul, atât sub aspectul genezei cât și al modificărilor pe care le suferă sub influența activității productive.

Având ca subiect de studii geneza, evoluția, caracterele morfologice, răspândirea geografică, proprietățile fizice și chimice ale tipurilor genetice de sol, cercetările pedologice au menirea să pună la dispoziția specialiștilor agricoli inventarul cantitativ și calitativ al resurselor funciare, precum și datele necesare pentru utilizarea rațională și fundamentală științifică a măsurilor tehnice de sporire a producției vegetale. Datele cu privire la proprietățile chimice ale solurilor constituie baza de plecare pentru aplicarea îngrășămintelor și corectarea acidității și a alcalinității solului. Datele privind proprietățile fizice și fizico-mecanice sunt utile pentru elaborarea sistemelor de mașini și utilaje agricole, precum și în vederea elaborării metodelor de lucrare a solului specifice diverselor tipuri de sol.

Indicii fizici și hidrofizici, determinați de pedologi, constituie elementele de bază în proiectarea corectă a lucrărilor de irigații, desecării, combaterea eroziunii etc., precum și în exploatarea agricolă a teritoriilor ameliorate prin lucrări de îmbunătățiri funciare.

Hărțile de sol la scară mică și mijlocie, precum și hărțile pedoclimaterice de bonitare servesc la zonarea producției agricole la scară republicană și regiuni naturale, iar hărțile la scara mare și foarte mare sunt necesare pentru organizarea teritoriului unităților agricole, pentru lucrările hidroameliorative etc.

Cunoștințele pedologice constituie elementele de bază pentru fundamentarea științifică a exploatării terenurilor agricole, proiectarea și ameliorarea solurilor slab productive, pentru repartitia rațională a investițiilor și planificarea producției agricole în raport cu condițiile pedoclimaterice.

CAPITOLUL I. BAZELE GEOLOGIEI ȘI MINERALOGIEI

1.1. STRUCTURA GLOBULUI PĂMÂNTESC

Materia din care este alcătuit Globul Pământesc se prezintă în stare solidă, lichidă, gazoasă și plasmatică. Ea este dispusă astfel încât formează mai multe zone denumite învelișuri sau geosfere: atmosfera, hidrosfera, biosfera, perisfera, centrosfera (fig.1.1). La aceasta pedologii mai adaugă încă o zonă, denumită **pedosfera**.

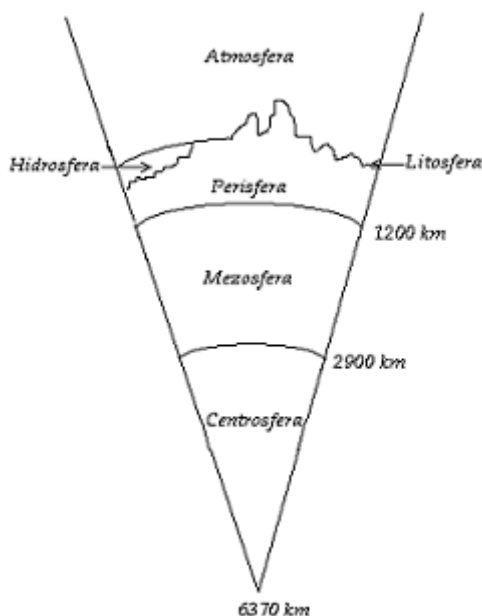


Fig. 1.1. Secțiune prin Globul Pământesc

Atmosfera. Este învelișul de gaze al Pământului. Drept limită inferioară a atmosferei se consideră suprafața uscatului, mărilor și oceanelor. Aerul este însă prezent și în scoarța Pământului, în crăpăturile, fisurile și porii acesteia. De asemenea, aer atmosferic se găsește și în ape. Atmosfera se întinde până la înălțimi foarte mari (~ 3000 km).

Atmosfera a fost împărțită în sens altitudinal în mai multe straturi (troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera, exosfera). Dintre acestea mai important este primul, denumit troposfera, care se întinde până la înălțimi de 6-18 km și în care se produc fenomenele meteorologice obișnuite (norii, ploile, vânturile etc).

Hidrosfera. Acoperă circa 71 % (361 mln.km²) din suprafața Pământului și este reprezentată prin oceane, mări, lacuri, ape curgătoare, ape subterane, apă sub formă de zăpadă, gheață și vapori.

Biosfera. Este alcătuită din totalitatea organismelor vii. Viața este prezentă pe Pământ, în Pământ, în apă și aer. Procesele specifice biosferei sunt sinteza și descompunerea materiei organice.

Litosfera sau scoarța terestră este alcătuită din roci muntoase: granit, gnaisuri, bazalt, peridotite etc.

Perisfera. Se întinde de la suprafața Pământului până la adâncimea de circa 1200 km. În componența perisferei predomină compuși ai siliciului cu aluminiu, magneziu etc.

Mezosfera. Se găsește în continuarea perisferei, între 1200 km și 2900 km. Mezosfera este alcătuită predominant din combinații a sulfului, cromului, fierului, siliciului, magneziului și nichelului.

Centrosfera. Începe de la circa 2900 km și continuă până în centrul Pământului (considerat la circa 6370 km). În alcătuirea centrosferei, denumită și sâmburele central al Pământului, predomină nichelul și fierul.

Pedosfera. Solul continental sau terestru se formează la intersecția litosferei cu atmosfera, cu biosfera, hidrosfera și cu litosfera însăși, fiindcă solul evoluează pe materialul litosferic ca substrat permanent. Se formează astfel la suprafața uscatului un înveliș care, oricum, protejează litosfera de solificare tot mai în profunzime. Solul subacvatic, solul lacustru, marin sau oceanic se formează la contactul litosferei mai mult cu hidrosfera și mai limitat cu biosfera și atmosfera. Aceasta înseamnă că odată cu formarea solului apare o sferă nouă, *pedosfera* sau *pătura solului*, care acoperă litosfera la suprafața de contact cu atmosfera.

Întrucât solul se formează în partea superioară a litosferei, pe seama mineralelor și rocilor ce o compun, este necesar în continuare de studiat unele noțiuni referitoare la alcătuirea mineralogică și petrografică a scoarței.

1.2. FORMAREA ȘI CONSTITUENȚII SCOARȚEI TERESTRE

1.2.1. Formarea scoarței terestre. Procesele endogene.

1.2.2. Constituenții scoarței terestre.

1.2.1. Formarea scoarței terestre. Procesele endogene

Pământul ca un corp fizic se dezvoltă, evoluează, suferă schimbări calitative: topirea rocilor solide, mișcarea magmei, degajarea din ea a gazelor, revărsarea lavei la suprafață, formarea noilor roci și minerale, formarea munților, schimbarea reliefului etc.

Cu studierea tuturor proceselor geologice, care au loc în litosferă sau la suprafața ei sub acțiunea cauzată de agenții interni și externi se ocupă geologia dinamică sau geodinamica.

Geodinamica după natura și originea agenților, care acționează asupra scoarței pământului se împarte în două capitole:

- dinamica internă, care studiază procesele provocate de agenții interni (procesele endogene);
- dinamica externă, care se ocupă cu studierea proceselor geologice, care au loc în scoarța pământului sub acțiunea agenților externi (procesele exogene).

Procesele endogene – magmatismul și mișcările scoarței terestre provoacă formarea la suprafața Pământului a principalelor forme de relief: masive muntoase, adâncituri enorme, cute, falii etc.

Procesele exogene, provocate de acțiunea geologică a atmosferei, hidrosferei și a biosferei duc la alterarea rocilor, dezagregarea și deplasarea materialului din locurile cu relief pozitiv în lășături, la nivelarea suprafeței pământului, distrugerea reliefului principal, format sub acțiunea proceselor endogene și formarea unor forme secundare de relief.

Așa dar, lupta acestor două grupe de procese cu predominare alternativă ba a unora, ba a altora condiționează caracterul suprafeței Pământului, reliefului ei în fiecare moment dat al dezvoltării ei.

1.2.2. Constituenții scoarței terestre

Scoarța terestră este alcătuită din toate elementele chimice, din care cele mai răspândite sunt (în %):

oxigenul – 49,13; calcium – 3,25;
siliciu – 26,00; sodiu – 2,40;
aluminiu – 7,45; magneziu – 2,35;
ferum – 4,20; potasiu – 2,35; etc.

Majoritatea elementelor chimice se întâlnesc în natură sub formă de minerale și roci.

Mineralele sunt, în general, substanțe anorganice, solide, omogene din punct de vedere fizico – chimic. În categoria mineralelor intră și unele substanțe lichide (de exemplu, mercurul) sau gazoase (de exemplu, hidrogenul sulfat și bioxidul de carbon). De asemenea sunt admise în mod convențional ca minerale și unele substanțe de origine organică (cărbunele, nafta etc.).

Mineralele se formează din: medii lichide (topituri sau soluții) prin solidificare, din medii gazoase prin sublimare și din mase solide prin recristalizare. Până în prezent au fost identificate peste 3000 de minerale. Dintre acestea numai circa 100 sunt mai frecvente.

Mineralele se pot întâlni în componența scoarței ca atare sub formă de agregate naturale monominerale (cuarțit, gips, calcar etc.) și poliminerale (granit, diorit, micașist etc.), denumite roci.

Mineralele se pot întâlni în componența scoarței ca atare sau sub formă de agregate naturale monominerale (cuarțit, calcar etc.) și poliminerale (granit, diorit, micașist etc.), denumite roci. Componența petrografică a scoarței se referă tocmai la rocile care o compun. Acestea au fost grupate după geneza lor în trei categorii: roci magmatice sau eruptive, roci metamorfice și roci sedimentare.

Rocile magmatice. Rocile magmatice rezultă de la consolidarea magmelor (topituri minerale alcătuite din silicați și oxizi, saturate cu vapori și gaze) în adâncime sau pe parcursul lor spre

suprafața scoarței, precum și de la consolidarea lavelor. Mai sunt cunoscute sub denumirea de roci eruptive sau primare, deoarece sunt primele roci apărute în scoarța terestră.

Rocile metamorfice. Rocile metamorfice provin din transformarea rocilor preexistente prin schimbarea în scoarță a condițiilor de presiune, temperatură și chimism, datorită mișcărilor tectonice sau deplasării topiturilor magmatice.

Rocile sedimentare. Rocile sedimentare sunt depozite de substanțe cristaline sau amorfe rezultate în urma unor procese complexe datorită agenților atmosferei (temperatura, vântul, etc.), hidrosferei (apele curgătoare, valurile mărilor, ghețarii etc.) și biosferei (viețuitoarele).

Acțiunea agenților exogeni amintiți se manifestă prin procese de dezagregare și alterare a mineralelor și rocilor.

Materialul rezultat este depus la locul de formare sau transportat și sedimentat. Principalul caracter al rocilor sedimentare îl constituie stratificația.

Numărul rocilor sedimentare este relativ mare. Ele pot fi împărțite după geneză în trei grupe principale:

- detritice sau clastice;
- de precipitație;
- biogene sau organogene.

Rocile detritice sau clastice sunt alcătuite din sfărâmituri ale rocilor preexistente, rezultate în urma proceselor de dezagregare și alterare. Cele mai răspândite ca roci de solificare sunt nisipurile, loessul și argilele.

Nisipurile sunt alcătuite din sfărâmituri minerale, de cele mai multe ori de cuarț, feldspați, muscovit, calcit, dolomit etc. și nu prezintă o compoziție mineralogică specifică. Totuși, după natura grăunților predominanți se deosebesc nisipuri cuarțoase, micacee, calcaroase, feldspatice, poligene etc. Nisipurile, fiind alcătuite din particule groșiere și, în general, sărace în substanțe minerale de nutriție, duc la formarea de soluri puțin fertile.

Loessul este alcătuit din praf, nisip fin și particule argiloase. Loessurile conțin 50-75 % cuarț, 10-20 % minerale argiloase, până la 20 % carbonat de calciu, 2-10 % feldspați, 2-3 % miche, 1-2 % piroxeni și amfiboli și 2-4 % alte minerale. În compoziția lor chimică intră SiO_2 circa 65 %, Al_2O_3 circa 11 %, FeO circa 3 %, MgO circa 1,5 %, CaO și alți oxizi (M_4O , TiO_2 , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , SO_3 etc.) circa 10 %.

În legătură cu formarea solurilor loessurile și sedimentele loessoide constituie roci excelente de solificare pe care se formează, în funcție și de celelalte condiții naturale, soluri fertile și foarte fertile.

Argilele sunt roci rezultate prin consolidarea particulelor argiloase. Sunt alcătuite în cea mai mare parte din minerale argiloase cu cantități mici de particule cu diametrul sub 0,002 mm, de cuarț, calcit, feldspați, muscovit, granați, pirita etc. În general, argilele conțin 45-55 % SiO_2 , 10-25 % Al_2O_3 , 5-9 % Fe_2O_3 , 2-5 % CaO , circa 3 % MgO , circa 1,5 %, K_2O , circa 1 % Na_2O , la care se pot adăuga cantități foarte mici de alți oxizi. Argilele cu un conținut mare de carbonat de calciu se numesc marne. Solurile formate pe argile și mane sunt, în general, bogate în substanțe nutritive, dar fiind soluri grele au proprietăți fizice nefavorabile.

Rocile de precipitație sunt alcătuite din material solubil rezultat în urma proceselor de alterare, transportat sub formă de substanțe dizolvate în apă în bazine de sedimentare unde are loc depunerea lui prin precipitare fizico-chimică, datorită măririi concentrației solurilor respective.

Dintre rocile de precipitație importanță mai mare prezintă cele calcaroase și cele de gips, întâlnite uneori ca roci de solificare, care se opun procesului de podzolire.

Rocile biogene se formează sub acțiunea viețuitoarelor prin îngrămădiri de resturi de animale (schelete, cochilii etc.) și de plante. Sub aspect pedologic importanță prezintă rocile biogene calcaroase, care la fel se opun procesului de podzolire.

1.3. PROCESELE EXOGENE

1.3.1. Dezagregarea și alterarea rocilor și mineralelor.

1.3.2. Scoarțele de alterare.

1.3.1. Dezagregarea și alterarea rocilor și mineralelor

Solul se formează în partea superioară a litosferei. Inițial litosfera a fost alcătuită din minerale, compacte, iar suprafața Pământului avea aspect stâncos, masiv, întâlnit astăzi numai în zonele cu munți înalți. În decursul timpurilor, sub acțiunea agenților atmosferei și biosferei, au avut loc o serie de procese, care au dus la transformarea mineralelor și rocilor primare, la pregătirea părții superioare a litosferei în vederea solificării. Dintre aceste procese o deosebită importanță prezintă dezagregarea și alterarea.

Dezagregarea este procesul de desfacere, mărunțire continuă a mineralelor și rocilor în fragmente și particule mai mici. Dezagregarea are loc datorită variațiilor de temperatură, înghețului și dezghețului, apei, vântului, forței gravitaționale și viețuitoarelor.

- *Dezagregarea datorită variațiilor de temperatură.*

Mecanismul dezagregării termice este următorul: în timpul zilei, partea exterioară a rocii se dilată mai mult decât miezul ceea ce crează tensiuni care conduc la apariția fisurilor. Același proces se petrece noaptea când partea exterioară a rocii se contractă mai mult decât miezul. Aceste tensiuni repetate conduc la sfărâmarea rocii în fragmente mai mici care vor fi supuse aceluiași proces.

Cauze: conductibilitatea slabă calorică a rocilor, coeficientul de dilatare volumetrică, căldura specifică și culoarea diferită a mineralelor. În acest sens, cu cât roca este alcătuită din mai multe minerale cu atât dezagregarea va fi mai rapidă.

- *Dezagregarea datorită gelivației* (înghețul și dezghețul repetat).

Se datorează tot variațiilor de temperatură, dar în jurul punctului de îngheț al apei (0°C) în regiunile umede, de tundră, munți înalți sau în cea temperată iarna. Mecanismul de producere este următorul: apa pătrunde în fisurile preexistente ale rocilor și la producerea temperaturilor negative îngheață mărindu-și volumul (9 %) și exercitând presiuni laterale ($2000\text{-}6000\text{ kg/cm}^2$) asupra pereților fisurilor determinând sfărâmarea rocilor.

Intensitatea dezagregării depinde de tăria și frecvența înghețului și de natura rocilor, cele compacte fiind mai mult afectate decât cele afânate.

Acest tip de dezagregare se manifestă până la 100-200 cm adâncime, determinând apariția câmpurilor de blocuri.

- *Dezagregarea datorită apei.* Dintre toți agenții de dezagregare apa este cel mai important. Acțiunea de dezagregare a apei este foarte variată: acțiunea apei din fisuri și pori; acțiunea apelor de șiroire și a torenților; acțiunea apelor curgătoare; acțiunea lacurilor, a mărilor și a oceanelor; acțiunea zăpezilor și a ghețurilor.

- *Dezagregarea datorită vântului.* Vântul spulberă particulele mai fine de la suprafața scoarței (acest proces poartă denumirea de *deflațiune*). Cu ajutorul particulelor spulberate vântul izbește și mistuie obstacolele stâncoase apărute în cale provocând dezagregarea lor. Acțiunea de mistuire a vântului este cunoscută sub numele de *coraziune*.

- *Dezagregarea datorită forței gravitaționale.* Se manifestă în regiunile fragmentate și cu versanți înclinați, acolo unde, fragmentele de rocă se desprind sub influența gravitației și în timpul rostogolirii se sfarmă (frecare, izbire).

- *Dezagregarea datorită viețuitoarelor.* De exemplu, rădăcinile arborilor pătrund uneori printre crăpăturile stâncilor și, pe măsură ce se îngroașă, exercită presiuni ($10\text{-}15\text{ kg/cm}^2$), determinând lărgirea crăpăturilor sau dislocarea unor părți din rocă.

Alterarea este procesul de modificare chimică a mineralelor ce intră în componența rocilor. Alterarea are loc concomitent cu dezagregarea. Cu cât suprafața totală a particulelor este mai mare, cu atât alterarea devine mai intensă. Suprafața totală a particulelor crește odată cu gradul de mărunțire. De exemplu, prin mărunțirea unui cub cu latura de 1 cm (suprafața 6 cm^2) în cuburi cu

latura de 0,000 0001 cm, suprafață totală a cuburilor ajunge la 60 000 000 cm², sau 6 000 m², sau 0,6 ha.

Alterarea mineralelor are loc pe cale chimică și biochimică sau biologică.

Alterarea chimică. Principalul factor al alterării chimice este apa. Apa care acționează în alterare nu este chimic pură; ea conține în stare dizolvată diferiți componenți ai aerului și din scoarță (CO₂, O₂, amoniac, clor etc).

Procesul complex al alterării chimice se manifestă printr-o serie de procese chimice simple dintre care o importanță mai mare prezintă:

- *hidratarea* – reprezintă un proces fizico-chimic prin intermediul căruia, apa este atrasă la suprafața particulelor minerale sau pătrunde în rețeaua cristalină a acestora. Din cauză că apa pătrunsă în rețeaua cristalină a mineralului rămâne în stare moleculară (H₂O), ea poate fi pierdută prin evaporare trecându-se din nou la anhidrit. Acest proces contrar celui de hidratare se numește *deshidratare*. Hidratarea este specifică regiunilor umede, iar deshidratarea celor uscate, în regiunile cu sezoane umede și uscate desfășurându-se alternativ;

- *dizolvarea* este procesul de trecere a unei substanțe în soluție;
- *hidroliza* reprezintă procesul de transformare a mineralelor datorită înlocuirii cationilor proprii cu ioni de hidrogen;
- *carbonatarea* reprezintă procesul de îmbogățire în carbonați, fie prin depunerea celor existenți în soluție, fie prin formarea lor;
- *oxido-reducerea*. Mineralele cel mai ușor de oxidat sunt cele care conțin fier și mangan în stare bivalentă. Oxidarea reprezintă practic procesul de îmbogățire în oxigen, fie direct, fie prin intermediul apei, mai ales când este încărcată cu bioxid de carbon.

Alterarea biochimică se datorează organismelor, care constituie principalul factor al migrației elementelor chimice în partea superioară a scoarței Pământului. În afara rolului lor în dezagregarea rocilor, plantele, animalele și microorganismele influențează și alterarea chimică a acestora, proces numit alterare biologică (biochimică).

Influența lor este atât directă, cât și indirectă, prin produsele rezultate din activitatea sau descompunerea lor.

Microorganismele se fixează pe minerale din care extrag substanțele necesare sau secretă substanțe acide care conduc la alterarea acestora, creând condiții pentru instalarea plantelor superioare. Plantele secretă substanțe acide, extrag din minerale și roci anumite substanțe sau produc acizi organici, toate acestea conducând la alterarea rocilor și mineralelor.

Rolul indirect este poate mai important, substanțele rezultate prin descompunerea organismelor vii determinând alterarea chimică, în special oxidarea și carbonatarea.

Rocile intens dezagregate și alterate sunt formațiuni calitativ noi față de rocile masive. Ele asigură într-o oarecare măsură condiții pentru creșterea plantelor, deoarece fiind poroase și afânate, au permeabilitate pentru apă și aer. Rocile intens dezagregate și alterate sunt denumite *roci-mame* sau *parentale*, deoarece pe seama lor, sub acțiunea viețuitoarelor se formează solul.

1.3.2. Scoarțele de alterare

Caracteristici generale. Prin scoarță de alterare se înțelege stratul afânat, permeabil față de apă și gaze, care se dezvoltă pe rocile de la suprafața uscatului prin procese de dezagregare și/sau alterare.

Scoarța de alterare apare ca o acoperire care acoperă roca parentală nedegradată și care poate include în partea ei superioară și învelișul de sol. Dezvoltându-se la suprafața crustei terestre, scoarța de alterare și implicit învelișul de sol, mulează suprafața reliefului. Aceasta are grosimi variabile, de la câteva zeci de metri, până la câțiva centimetri, în funcție de natura rocii, condiția climatică, panta suprafeței de relief și mai ales vechimea suprafeței de relief.

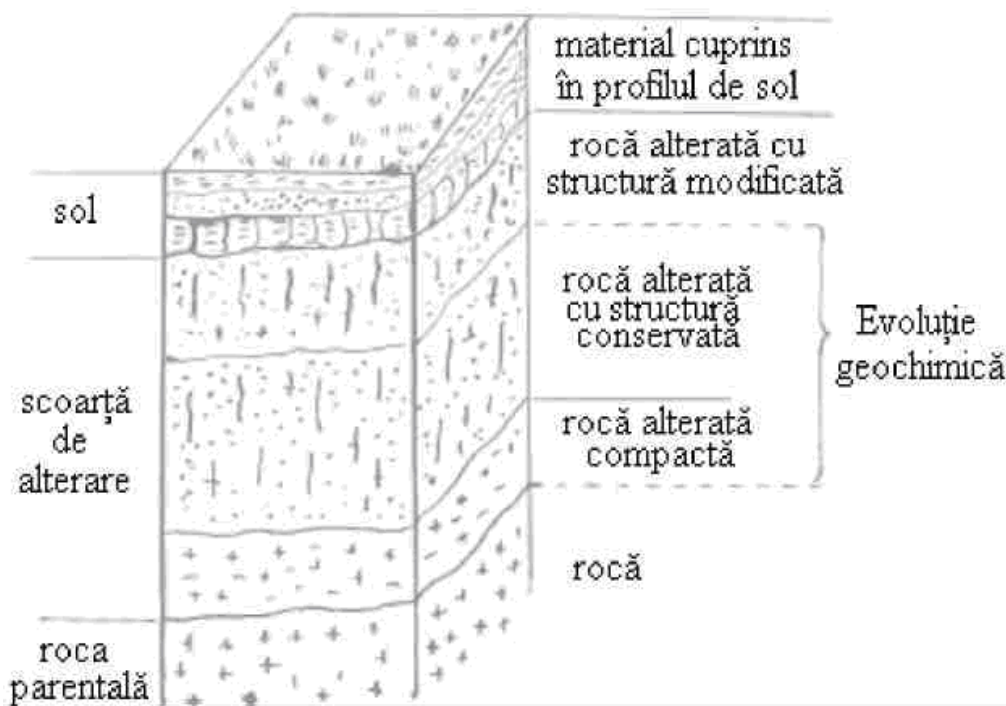


Fig. 1.2. Poziția scoarței de alterare (după P. Idelfonse, 1993, citat de Gh. Lupașcu, 1998)

Pe suprafețele orizontale (din zonele de platouri și câmpie), scoarțele de alterare sunt mai groase în condiții climatice similare, decât pe pantele versanților.

Substanțele minerale care intră în componența scoarței de alterare sunt reprezentate de produsele dezagregării și alterării rocilor parentale.

Produsele dezagregării apar sub formă de fragmente de roci și minerale numite claste (epiclaste). Dimensiunile clastelor variază mult, de la dimensiunile bolovanilor, la zecimi de milimetru.

Fragmentele epiclastice sunt numite și constituenți reziduali sau primari, deoarece provin direct din masa rocii parentale, natura lor depinzând exclusiv de cea a rocii.

Procentul de constituenți reziduali stabili este un indiciu al maturității (vechimii) scoarței de alterare. Unii dintre constituenții reziduali (fragmente de cuarț, muscovit, rutil, zircon) pot fi stabile chimic rezistând un timp nedefinit. Alții (cei care conțin feldspați, sticle vulcanice, olivine) sunt instabili și tind să dispară prin alterare.

Constituenții solizi noi, rezultați prin procesele de alterare fie a fragmentelor reziduale, fie direct a rocii parentale, sunt denumiți constituenți secundari. Aceștia se împart fie după structură, fie după solubilitate. După structura internă pot fi amorfi și cristalini. Constituenții secundari amorfi se mai numesc și constituenți coloidal, deoarece sunt hidroxizi cu grade diferite de hidratare.

Materialul scoarței de alterare rămâne pe locul de formare, în contact direct cu roca parentală, caz în care scoarța de alterare este considerată primară sau autohtonă (mai este denumit și eluviu).

Particulele care compun eluviul au suferit o rearanjare pe verticală în funcție de dimensiuni și densități. Din acest motiv, eluviile apar de obicei pe suprafețe unde acțiunea de transport a apei este redusă sau nulă.

Produsul de alterare nu rămâne pe loc, ci este supus unor procese de deplasare fie gravitaționale fie datorate eroziunii, provocată de scurgerea de suprafață, șiroire sau torențialitate.

Prin astfel de procese, se constituie diferite depozite sedimentare numite depozite deluviale, coluviale, proluviale, aluviale, morenaice, care nu mai sunt scoarțe de alterare propriu-zise, deoarece fundamentul lor nu mai este roca parentală.

Dacă procesul de dezagregare și alterare continuă și pe aceste depozite transportate, se formează o scoarță de alterare secundară sau alohtonă. În acest caz, depozitul transportat devine material parental pentru scoarța de alterare secundară (alohtonă).

Scoarța de alterare se află într-o continuă transformare și atunci când pe ea se instalează vegetația începe și formarea solului, care ulterior se dezvoltă în profunzime pe seama scoarței de alterare, accelerând evoluția acesteia.

Direcțiile majore de evoluție a unei scoarțe de alterare sunt exprimate de modalitățile de alterare ale rocilor silicaticice – allitizarea și siallitizarea.

Allitizarea – denumirea provine de la simbolul chimic al aluminiului și de la *lithos* – piatră. Această direcție de evoluție este o consecință a alterării silicaților prin hidroliză totală, proces în care toate elementele chimice, inclusiv siliciul, trec în hidroxizi. Allitizarea se produce în condiții de climă caldă și umedă, în timp îndelungat, fiind specifică regiunilor ecuatoriale și tropicale umede (în apa caldă silice este solubilă).

Allitizarea este cunoscută și sub denumirea de *lateritizare* (în latină *later* – cărămidă) datorită produsului de alterare roșu care rezultă și care prin uscare se întărește și capătă aspectul unei cărămizi. Pentru manifestarea lateritizării trebuie să fie îndeplinite două condiții :

- existența unui climat cald și umed;
- existența unei roci parentale care să conțină alumosilicați (feldspați, mize), alături de minerale care conțin fier (biotit, piroxeni, olivine, amfiboli).

În lipsa mineralelor care conțin fier, allitizarea generează o scoarță de alterare exclusiv aluminoasă (bauxită pură) de culoare albă.

Siallitizarea – denumirea provine de la simbolurile chimice ale siliciului și aluminiului și de la *lithos* – piatră. Are loc prin alterarea silicaților în urma unei hidrolize parțiale cu formare de minerale argiloase.

Cauza principală a hidrolizei parțiale este temperatura relativ scăzută a apei, motiv pentru care siallitizarea se produce în regiunile cu climă temperată moderată.

Scoarțele de alterare pot fi diferențiate după compoziția mineralogică și cea chimică, principalele tipuri fiind următoarele :

- *litogen* sau detritic-grosier – caracterizat prin predominarea fragmentelor de rocă și a mineralelor primare, reprezintă primul stadiu și are o grosime foarte redusă. Poate prezenta subtipurile silicato-litogen și carbonato-litogen;
- *aluminosiallitic* – caracterizat prin prezența mineralelor argiloase de tip cloritic, a aluminiului mobil și prezintă reacție acidă;
- *siallitic* – caracterizat prin prezența mineralelor argiloase tristratificate și poate prezenta subtipurile siallitic propriu-zis, carbonato-siallitic și halosiallitic;
- *allitic (ferallitic)* – caracterizat prin dominanța procesului de allitizare (ferallitizare), dar pot apărea și minerale argiloase caolinitice (bistratificate);
- *de tranziție* – realizează tranziția între tipul siallitic și cel allitic (ferallitic) și pot rezulta și prin alterarea calcarelor impure, caz în care sunt cunoscute sub denumirea de *terra rossa* sau *terra fusca*. Prezintă subtipurile siallito-allitic și siallito-feritic.

CAPITOLUL II. FORMAREA, COMPOZIȚIA ȘI PROPRIETĂȚILE SOLULUI

2.1. NOȚIUNE DESPRE SOL ȘI PROCESUL DE SOLIFICARE

2.1.1. Formarea profilului de sol.

2.1.2. Procesele pedogenetice.

2.1.3. Factorii pedogenetici.

2.1.4. Alcătuirea profilului de sol, trăsăturile lui morfologice.

2.1.1. Formarea profilului de sol

Procesul de formare a solurilor este unul îndelungat și extrem de complex, solul nefiind altceva decât expresia sintetică a interacțiunii factorilor naturali.

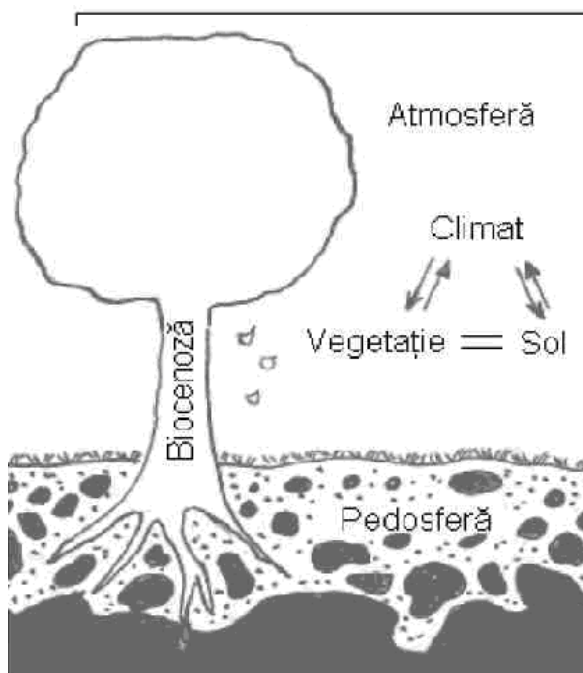
Partea superioară a litosferei, a fost supusă, în fazele inițiale de formare, acțiunii proceselor exogene (procese de îngheț-dezghet, precipitațiile atmosferice, vântul) care au determinat mai întâi, fisurarea rocilor și apoi dezagregarea acestora. Concomitent, are loc și transformarea chimică a materialelor rezultate prin dezagregare, datorată proceselor de oxido-reducere, dizolvare, hidratare, hidroliza și carbonatare.

Efectul este reprezentat prin apariția la suprafața litosferei a unui strat afânat, cu proprietăți noi – permeabilitate pentru apă și aer, capacitate de a reține apa – denumită scoarță de alterare.

Precizăm, că în acel moment, nu putea fi vorba despre sol, datorită absenței unei componente esențiale, cea organică. De altfel procesul de formare al solului nu poate începe și nu poate avea loc decât în prezența organismelor vegetale și animale cât și a microorganismelor. Primele au apărut organismele inferioare, de genul mușchilor, lichenilor și ciupercilor, care în timp, au creat condiții favorabile și pentru instalarea organismelor superioare.

Esența procesului de solificare constă în alternarea permanentă a proceselor de sinteză și descompunere a substanțelor organice, în transformarea substanțelor minerale în forma organică și iarăși în forma minerală.

În concepția lui *Dokuceaev*, solul este un sistem dinamic și complex în care are loc o permanentă schimbare a compoziției, proprietăților și energiei. Aceste schimbări reprezintă esența proceselor de formare a solului. În figura 2.1. prezentăm interacțiunea dintre factorii pedogenetici în procesul de formare a solului, redată de *F. Ramade* (1993).



Rolul plantelor este determinant în procesul de formare al solului, prin aceea că, ele preiau și apoi transformă substanțele minerale solubile, care domină în scoarța de alterare, în substanțe organice, care după încetarea ciclului biologic, sunt descompuse de către microorganisme.

Fig. 2.1. Relațiile dintre climă, sol și vegetație (după *F. Ramade*, 1993, citat de *Gh. Lupașcu*, 1998)

O parte dintre aceste substanțe se reîntorc în sol sub formă de elemente minerale utile, iar o altă parte se acumulează în sol, sub formă de materie organică humificată.

Trecând de aceste stadii inițiale de formare, solurile au evoluat în mod diferențiat, în funcție de condițiile specifice de mediu (climă, relief, rocă, vegetație, apă freatică, vârstă) datorită manifestării unor procese proprii, denumite pedogenetice:

acumularea materiei organice, formarea și migrarea argilei, stagnarea apei din pânza freatică și precipitații. În acest mod s-au diferențiat o serie de straturi naturale cu caracteristici morfologice și analitice proprii, denumite orizonturi de sol.

Dacă se execută o secțiune verticală printr-un sol (de la suprafață și până la roca prin transformarea căreia s-a format), se constată existența unor straturi ce se deosebesc unele de altele prin anumite proprietăți, straturi denumite **orizonturi**. Ansamblul acestor orizonturi constituie ceea ce se cunoaște sub numele de **profil de sol**.

El se identifică practic cu o secțiune verticală realizată într-un sol și reprezintă unitatea naturală de studiu în domeniul pedologiei.

Apariția și existența profilului de sol, este condiționată de manifestarea unor procese specifice de formare a solurilor, denumite procese pedogenetice.

În timpul solificării, datorită manifestării unor procese pedogenetice diferite, constituenții minerali și organici suferă deplasări, acumulări și transformări în profilul de sol, formându-se straturi caracteristice, cu proprietăți diferite, numite orizonturi de sol.

Orizontul de sol reprezintă un strat natural unitar din punct de vedere al proprietăților morfologice și analitice, format prin aceleași procese pedogenetice.

Din punct de vedere morfologic, orizonturile de sol se diferențiază după culoare, structură, textură, consistență, prezența unor neformații. De asemenea, din punct de vedere analitic orizonturile de sol se deosebesc prin conținutul în humus, valoarea pH-ului, gradul de saturație în baze, indicii de diferențiere texturală, etc.

Orizonturile de sol pot avea anumite caracteristici definitorii pentru o clasă sau un tip de sol și în acest caz sunt considerate orizonturi de diagnostic. Orizontul de diagnostic reprezintă orice orizont de sol care constituie un criteriu pentru definirea unităților taxonomice din sistemul de clasificare al solurilor. Orizontul de diagnostic este caracterizat atât prin însușiri exprimate cantitativ (grosime, conținut de argilă, conținut de materie organică), cât și prin procesele pedogenetice care au contribuit la formarea lui.

2.1.2. Procesele pedogenetice

Pedogeneza, în sensul procesului de formare a solului, reprezintă totalitatea fenomenelor fizice, chimice și biologice, care se manifestă în partea superficială a litosferei și care determină transformări și deplasări de substanțe și importante schimburi de energie și materie. Astfel, în sol se produc în permanență transformări și translocări ale constituenților, structurări și reorganizări ale acestora și pierderi sau aporturi de constituenți. Toate aceste procese se desfășoară sub influența puternică a factorilor de mediu.

Energia necesară manifestării acestor procese este solară, sintetizată în biomasa din sol, gravitațională (deplasarea apei în sol) și chimică (datorată reacțiilor de oxidare). Procesul de formare a solului este îndelungat și are ca punct inițial roca sau materialul parental și ca punct final stadiul de echilibru (climax) între condițiile de mediu, procesele pedogenetice și aspectul profilului de sol.

În acest fel, diferitele tipuri de sol, se află în multiple stadii evolutive, între punctul inițial și cel final al pedogenezei.

Procesele pedogenetice pot fi clasificate după cum urmează:

- I. de transformare;
- II. de translocare;
- III. de uniformizare;
- IV. de aport și transport.

I. Procese pedogenetice de transformare. Acest tip de procese determină modificări pe loc ("in situ") care afectează atât componentul mineral cât și pe cel organic.

1. *Alterarea*. Procesul de alterare poate fi analizat sub două aspecte, primul aflat în strânsă legătură cu fazele inițiale ale formării solului și anume apariția scoarței de alterare, iar cel de-al doilea, legat de manifestarea directă în profilul de sol și condiționarea apariției unor orizonturi specifice.

În prima situație, alterarea se desfășoară pe două direcții, dezagregarea și alterarea chimică. Dezagregarea determină fărâmițarea rocilor sub acțiunea agenților externi, fără a fi schimbată compoziția chimică a acestora. Alterarea chimică determină printr-o gamă largă de procese – hidratarea, hidroliza, dizolvarea, carbonatarea, oxido-reducerea – transformarea chimică a produselor rezultate în urma dezagregării. Manifestarea celor două procese conduce la apariția scoarței de alterare.

În cea de-a doua situație este vorba despre procesele de alterare care impun apariția unui orizont specific, B cambic (Bc) căruia îi sunt caracteristice o ușoară îmbogățire în argilă și o culoare gălbuie. Tot în acest context, trebuie adăugată și alterarea care se desfășoară în arealele cu roci vulcanice, unde există minerale fără organizare cristalină (allofane) și care impun caractere specifice orizontului B cambic.

2. *Bioacumularea*. Reprezintă un proces esențial al formării solurilor, având de asemenea, un caracter general, în sensul că se manifestă la toate solurile. Bioacumularea constă în acumularea în sol și la suprafața acestuia, de substanțe organice, îndeosebi sub formă de humus. Acest proces depinde în primul rând de factorul biologic, prin care înțelegem cantitatea și calitatea resturilor vegetale lăsate anual de către plante și activitatea animalelor și microorganismelor din sol.

În funcție de regimul termic și aerohidric al solului, procesul de bioacumulare poate evolua în trei direcții:

- mineralizare;
- humificare;
- turbificare.

În condițiile unui climat cald și umed, resturile organice sunt intens transformate având însă loc și o puternică mineralizare a acestora, fapt pentru care, în sol nu se acumulează humus, dar se produce o circulație activă a substanțelor minerale, în sistemul sol – plantă. Pe de altă parte, în condiții climatice cu umiditate redusă (în special regiunea de stepă – silvostepă) procesele de humificare sunt dominante, comparativ cu cele de mineralizare, ceea ce determină o intensă acumulare a humusului în sol. În regiunile reci, cu precădere în arealele cu exces de umiditate, transformarea resturilor organice este foarte lentă, acestea acumulându-se în sol sub formă de turbă (resturi vegetale aflate în diferite stadii de descompunere) datorită procesului de turbificare.

Ca urmare a manifestării acestor trei procese, caracterele morfologice ale orizonturilor de sol, formate prin bioacumulare vor fi diferite.

În situația în care rezultă materie organică bine humificată și intim amestecată cu partea minerală a solului, se formează un orizont de tip A (molic, umbric, ocric).

Atunci când, materia organică este slab humificată, în sensul că resturile vegetale se găsesc în diferite stadii de descompunere, se formează orizonturile organice O (de litieră, de fermentație, de humificare) și cel turbos, T (fibrific, hemic, sapric), acesta din urmă, în prezența excesului de umiditate care impune ca proces dominant turbificarea.

3. *Gleizarea și stagnogleizarea*. Reprezintă procese pedogenetice similare, care se manifestă numai în condițiile existenței în sol a excesului de umiditate. Acesta poate fi de natură freatică, provenind dintr-o pânză freatică aflată aproape de suprafață (până la 2 m) sau de natură pluvială.

Procesele care au loc sub influența excesului de umiditate provenit din pânza freatică, poartă denumirea de procese de gleizare și afectează în special, partea inferioară a profilului de sol.

Excesul de umiditate de natură pluvială afectează mai ales, partea superioară a profilului de sol și se datorează acumulării și stagnerii apei provenite din precipitații, în zonele cu relief plan sau depresionare, cu precipitații ridicate și în condițiile existenței unui orizont de sol impermeabil. Excesul de umiditate de natură pluvială se mai poate manifesta la poalele și în partea inferioară a versanților din regiunea de deal-podiș. Aceste procese sunt cunoscute sub denumirea de procese de stagnogleizare, termenul provenind de la «stagnare» și arată că excesul de umiditate nu își are originea în pânza freatică.

Cele două procese ale căror esență este dată de prezența unor active reacții de oxido-reducere, imprimă orizonturilor de sol caractere morfologice specifice. În general, elementele chimice care suferă intense oxidări și reduceri sunt fierul și manganul. În acest sens, se formează

orizonturile gleice (G) și stagnogleice (W) caracterizate printr-un aspect marmorat, distrugerea structurii și implicit, creșterea masivității și compactității.

II. Procese pedogenetice de translocare. Acest tip de procese implică deplasarea unor compuși pe verticală, în interiorul solului, fapt care determină diferențierea profilului de sol.

4. *Eluvierea și iluvierea.* Eluvierea reprezintă procesul de deplasare pe verticală, în profilul de sol, a constituenților prin intermediul apei. Constituenții care pot fi deplasați sunt în general sărurile, argila, oxizii și silicea. În funcție de modul specific în care se realizează această deplasare, eluvierea poate fi fizico-chimică (levigare) și mecanică (migrare).

Levigarea se referă la săruri și presupune deplasarea acestora în soluție, în timp ce migrarea implică deplasarea în suspensie, fără schimbarea compoziției chimice și se referă la substanțele coloidale (argilă, oxizi, humus, silice).

Sărurile cu diferite grade de solubilitate, sunt levigate spre baza profilului de sol, cele greu solubile (în special carbonatul de calciu) menținându-se în profilul solurilor specifice stepei și silvostepii.

Migrarea este un proces specific coloizilor solului, care sunt deplasați descendent, în suspensie, sub formă de particule foarte fine, până la diferite adâncimi în profilul de sol. Pentru a se produce migrarea, trebuie să se îndeplinească o condiție esențială și anume, îndepărtarea sărurilor, deoarece, prezența acestora, prin efectul lor coagulant, împiedică dispersarea coloizilor și trecerea lor în suspensie. Acest tip de eluviere este specific zonelor umede.

Efectul manifestării proceselor de eluviere îl constituie apariția unui orizont sărăcit în constituenți, cu caractere morfologice proprii, denumit eluvial și notat cu E (luvic, albic, spodic).

În același timp, constituenții eluviați din partea superioară a profilului de sol, se acumulează (sunt iluviați) în partea sa intermediară sau inferioară. Practic, procesul de iluviere reprezintă acumularea constituenților eluviați din partea superioară a profilului de sol, în partea sa intermediară sau inferioară, într-un orizont B (argiloiluvial, spodic) pe care le îmbogățesc, după caz, în carbonat de calciu, argilă, humus sau sescvioxizi.

5. *Salinizarea și alcalizarea.* Procesul de salinizare are ca efect îmbogățirea profilului de sol în săruri solubile (în special cloruri și sulfatați), iar cel de alcalizare – îmbogățirea complexului coloidal al solului în sodiu adsorbit.

Salinizarea se produce în condițiile existenței unei pânze freatice mineralizate, situată la adâncime mică și a unui drenaj defectuos al solului, sau în prezența unui material parental salifer. În aceste situații, sărurile urcă prin capilaritate și îmbogățesc orizonturile superioare ale solului determinând formarea orizontului salinizat.

Alcalizarea se produce în condiții asemănătoare salinizării, numai că de această dată, se constată pătrunderea în cantitate mare a ionilor de sodiu în complexul coloidal al solului și apariția orizonturilor natric. Acest tip de procese se asociază frecvent celor de gleizare.

III. Procese de uniformizare. Acest tip de procese sunt contrare celor de diferențiere, generând omogenizarea profilului de sol.

6. *Procesele vertice* sunt specifice solurilor sau orizonturilor de sol cu conținut ridicat de argilă (> 30 %) gonflantă (smectit). Manifestarea acestui tip de procese imprimă solului caractere morfologice particulare, atât în stare umedă, cât și în stare uscată, determinate de proprietatea unor anumite varietăți de argilă de a-și mări volumul în stare umedă și de a se contracta în stare uscată. Astfel, în timpul perioadelor uscate, argila se contractă, formându-se crăpături largi (>1 cm lățime) care fragmentează masa solului în agregate cu dimensiuni mari, având muchii și colțuri ascuțite.

Dimpotrivă, în perioadele mai umede, argila gonflează, ceea ce face ca agregatele de sol să preseze unele asupra celorlalte, să alunece, să se întoarcă sau să se răstoarne, lustruindu-și în acest mod suprafețele și determinând apariția fețelor de alunecare. Datorită acestor presiuni, existente în masa solului și a deplasării agregatelor de sol, la suprafața acestuia apar mici denivelări, care reprezintă microforme de relief specifice denumite "gâlgăi" sau "coșcove".

7. *Procesele vermice.* Denumirea provine din limba latină, de la *vermus*=vierme și se datorează activității faunei din sol. În acest sens, animalele din sol, prin galeriile pe care le sapă determină deplasarea materialelor în sol, ceea ce implică amestecarea orizonturilor de sol și

atenuarea clarității limitelor dintre acestea. În acest mod, diferențierile între orizonturile de sol se estompează, profilul tinzând să se uniformizeze. Acest tip de proces este frecvent în orizonturile superioare ale solurilor din regiunea de stepă și silvostepă.

Trăsăturile specifice pe care activitatea faunei le imprimă solului (neoformații biogene) determină apariția așa numitului "caracter vermic", considerat ca fiind prezent în situația în care, cel puțin 50 % din volumul orizontului A și cel puțin 25 % din volumul orizontului subiacent, prezintă aceste trăsături specifice.

8. *Procesele criogenice*. Sunt specifice zonelor de tundră și se manifestă prin îngheț-dezghet repetat, în cazul solurilor saturate cu apă și care prezintă un orizont permanent înghețat.

Datorită forțelor mecanice care acționează, în sol apar caractere specifice de genul movilelor, cercurilor cu pietre, poligoanelor, a căror apariție se datorează crăpării solului și structurii lamelare, datorită formării lentilelor de gheață.

IV. Procese pedogenetice de aport și transport. Acest tip de procese implică încetinirea pedogenezei și menținerea solurilor în stadii incipiente de evoluție. Sunt considerate ca făcând parte din această categorie următoarele procese:

- sedimentarea;
- denudația;
- solifluxiunea.

9. *Sedimentarea* implică un aport de material depus la suprafața solului care este preluat în procesul de solificare. Acest proces este specific luncilor (datorită aluvionării), zonei de la baza versanților (datorită eroziunii), zonelor vulcanice (datorită depunerii cenușii vulcanice) și celor aride (datorită depunerii prafului). În urma aportului continuu de material, pedogeneza este întreruptă, solurile menținându-se într-un stadiu incipient de evoluție, cazul solurilor aluviale, solurilor acoperite sau psamosolurilor.

10. Procesul natural de *denudare*, specific regiunilor montane și deluroase are ca efect întinerirea permanentă a solurilor prin echilibrarea raportului existent între rata denudării și cea a solificării. În această situație, solurile se află într-un stadiu incipient de evoluție, cazul regosolurilor, litosolurilor și al unor cambisoluri.

11. Procesele de *solifluxiune* precum și alte procese de alunecare, specifice solurilor formate în zone de pantă, determină perturbări ale procesului de pedogeneză și implicit încetinirea acestuia.

2.1.3. Factorii pedogenetici

Intensitatea proceselor care duc la formarea solurilor depind de o serie de factori, denumiți factori de formare a solului, sau factori pedogenetici (de solificare):

- rocile parentale și apa;
- vegetația;
- clima;
- relieful;
- timpul;
- activitatea omului.

Rocile parentale, apa freatică și stagnantă. În general, se consideră că rolul rocii în procesul de pedogeneză este mai slab comparativ cu cel al climei și vegetației. În acest sens, întemeietorul pedologiei moderne *Dokuceaev V.V.* a enunțat un principiu care susține că pe roci diferite în aceleași condiții de climă și vegetație se formează același tip de sol și pe aceeași rocă în condiții de vegetație și climă diferite se formează soluri diferite. Totuși, roca reprezintă materia de bază a solificării din care provine partea minerală a solului care deține aproximativ 80-90 % din masa acestuia.

Solurile formate pe roci sedimentare compacte au proprietăți asemănătoare cu cele ale scoarței de alterare, în timp ce în cazul rocilor eruptive și metamorfice formate în condiții deosebite de cele din scoarța de alterare, procesele de transformare vor fi intense, iar solurile vor păstra mai puține caractere.

În general, rocile hiperacide și acide determină apariția solurilor cu procese de podzolire, cu mult schelet și puțin profunde. Rocile intermediare și cele bazice determină formarea unor soluri profunde, cu puțin schelet, bogate în argilă și baze, rezistente la podzolire. Rocile ultrabazice determină apariția unor soluri specifice de tipul rendzinelor, bogate în humus calcic, de culoare închisă și saturate în baze. Rocile sedimentare de precipitație impun apariția anumitor soluri, de tipul rendzinei sau solului roșu.

Pe depozitele nisipoase care sunt foarte permeabile și sărace în elemente minerale, se formează soluri mai levigate, mai acide și mai sărace în humus și elemente nutritive. Dimpotrivă, pe depozitele argiloase apar soluri greu permeabile, bogate în elemente minerale, mai puțin levigate, mai bogate în humus și elemente nutritive, de multe ori cu procese de hidromorfism. Pe depozitele foarte argiloase se formează vertisolurile. Pe argilele cu carbonați și pe marne apar pseudorendzinele. Rocile salifere impun formarea solonceacurilor sau solonețurilor.

Pe de altă parte, larga prezență a loessului și depozitelor loessoide în regiunile de câmpie și podiș au favorizat desfășurarea clară a zonalității orizontale. O situație aparte apare în cazul existenței unor strate alternante, cu proprietăți diferite, foarte importantă fiind înclinarea acestora față de suprafața terenului. Dacă stratele sunt orizontale sau au o înclinare slabă, sunt prinse în procesul de solificare mai multe strate cu însușiri diferite pe care le vor imprima și solului. Dacă înclinarea stratelor este mare atunci prezintă importanță grosimea lor. Astfel, dacă ele sunt subțiri se va forma un singur sol pe un material eterogen, în schimb, dacă sunt late vom avea de-a face cu fâșii de soluri variate formate pe depozite diferite. Acolo unde înclinarea este mare, se va forma tot un singur sol pe un depozit deluvial rezultat prin amestecarea stratelor. Dacă există și iviri de rocă dură, depozitul deluvial va conține și schelet și în general partea superioară a versantului prezintă material mai grosier, iar cea inferioară material mai fin, grosimea depozitului deluvial crescând spre baza versantului.

În marea majoritate a cazurilor, solurile s-au format și evoluează în condiții de umiditate normală sub influența precipitațiilor atmosferice corespunzătoare climatului respectiv și sunt denumite **soluri automorfe**.

Uneori solificarea are loc în condițiile unui exces de apă, care poate proveni din precipitații sau din pânza freatică prezentă la mică adâncime, sau din apele stagnante. Prezența apelor de suprafață este legată de existența unor straturi impermeabile situate la mică adâncime și a unor forme joase de relief. Influența acestor ape asupra formării și evoluției solurilor depinde de adâncimea și compoziția lor chimică.

În zonele umede, în care apele freactice sunt mineralizate și se găsesc la mică adâncime, solificarea este orientată în sensul acumulării pe profil a sărurilor solubile. Astfel, apa cu sărurile respective se ridică prin capilaritate până la suprafață, se evaporă, iar acestea se acumulează în sol. Supraumezirea produce în același timp și gleizarea solului. Asemenea soluri au fost denumite *halomorfe*. Dacă pânza freatică mineralizată sau nemineralizată se află la adâncimi subcritice (3-6 m), apa freatică se ridică la suprafață și provoacă salinizare și gleizare sau numai gleizare în partea superioară a profilului, formând soluri de tipul *hidroautomorfe* sau *freatic umede*. În situația în care apele freactice sunt aproape de suprafață, dar nu conțin săruri sau acestea sunt în cantități mici, se formează *orizonturi de glei* sau *orizonturi gleizate*.

Când apa freatică este foarte aproape de excesul de umiditate, rezultă *soluri mlăștinoase*, puternic gleizate. În anumite situații se pot forma *soluri turboase*. Când apele freactice situate aproape la suprafață conțin un procent ridicat de săruri solubile (1-1,5%), procesele care au loc se numesc *proces de salinizare* (adică de acumulare de săruri solubile sub formă de cloruri și sulfuri) și *proces de alcalizare* (proces de solonețizare), deoarece complexul coloidal al solului se îmbogățește în sodiu.

Apele stagnante din zonele cu precipitații abundente, pe terenuri plane sau depresionare, impermeabile sau slab permeabile, orientează solificarea tot spre gleizare. Solurile formate sub influența supraumezirii cu ape freactice fără săruri solubile au fost denumite **hidromorfe**.

În zonele uscate, caracterizate prin existența unor perioade de secetă în timpul anului (zona de stepă), apa freatică situată aproape de suprafața solului poate determina procese de salinizare,

dând naștere la sărături (solonceacuri și solonețuri). În concluzie, apele freatice aflate aproape de suprafață și cele stagnante influențează solificarea și determină formarea unor soluri specifice.

Vegetația și fauna. Factorul biologic este strâns legat de cel climatic, de multe ori fiind utilizată formularea «factorul bioclimatic».

Vegetația, fauna și microorganismele influențează solurile în special, prin distribuția spațială, cantitatea, calitatea și modul de transformare a resturilor organice depuse anual la suprafața sau în interiorul solurilor.

Vegetația erbacee – în acest caz, principala sursă de resturi organice o constituie rădăcinile. Partea aeriană este de cele mai multe ori îndepărtată de către om, animale, vânt sau se mineralizează rapid. Rădăcinile sunt distribuite în profunzime (>1 m), dar cea mai mare parte este concentrată în primii 40-50 cm. În consecință, se formează un orizont superior bogat în humus și azot, profund. Scăderea conținutului de humus este foarte lentă în primii 40-50 cm (înrădăcinarea maximă) și lentă spre bază.

Vegetația lemnoasă – sursa principală de resturi organice o reprezintă frunzele, în timp ce rădăcinile lemnoase fine dețin doar 10 %. Ca urmare, se formează un orizont superior foarte bogat în humus, dar scurt (10-20 cm), după care conținutul de humus scade brusc pe profil. Caracteristica solurilor dezvoltate sub pădure este concentrarea materiei organice în primii 20 cm ai solului și prezența nesemnificativă în restul profilului.

Rezervele de humus ale solurilor forestiere diferă în funcție de:

- ✓ cantitatea anuală de resturi organice;
- ✓ natura resturilor organice;
- ✓ condițiile climatice în care se produce transformarea;
- ✓ gradul de participare al vegetației erbacee din parterul pădurilor.

În cazul solurilor din silvostepă, curba humusului exprimă caractere specifice ambelor formațiuni vegetale, datorită alternanței acestora în decursul timpului și prezenței în parterul pădurii a unui bogat înveliș erbaceu.

Solurile dezvoltate sub păduri de foioase, care au un covor erbaceu slab dezvoltat, prezintă o curbă a humusului specifică solurilor de sub pădure, cu concentrare maximă în primii 20 cm.

Fauna. Acțiunea animalelor asupra solului are drept consecință afânarea acestuia, amestecarea orizonturilor de sol, apariția unor cavități, cuiburi sau canale, crearea unei structuri specifice zoomorfe (coprolite).

Fauna acționează și asupra materiei organice din sol :

- sursă de resturi organice;
- mărunțirea resturilor organice;
- amestecarea cu partea minerală;
- transformarea resturilor organice.

Fauna joacă un rol important în geneza și evoluția unor anumite tipuri de sol. Solurile de stepă sunt caracterizate prin existența crotovinelor, rozătoarele determinând o carbonatare secundară prin aducerea materialului loessoid la suprafață.

Prezența crotovinelor în profilul solurilor de sub pădure mărturisesc că solul respectiv a trecut printr-un stadiu de sol de stepă. Râmele și viermii de pământ generează excremente bogate în N și Ca, iar canalele pe care le crează îmbunătățesc regimul aerohidric al solului.

Microorganismele. În sol există mai multe categorii de microorganisme, care pot fi grupate astfel :

- alge;
- bacterii;
- actinomicete;
- ciuperci.

Din categoria algelor, specifice solului sunt cele albastre, cele verzi și diatomeele. Acestea reprezintă microorganisme adaptate la condiții ecologice foarte variate, ceea ce determină o largă răspândire a lor în soluri. Îndeplinesc roluri importante în procesul de fotosinteză și în fixarea azotului.

Bacteriile populează anumite soluri în număr foarte mare (*miliarde/1g sol*) și se împart în general, în două grupe:

- autotrofe – acționează asupra compușilor minerali procurându-și bioxidul de carbon din aer și energia prin oxidarea substanțelor anorganice;
- heterotrofe – acționează asupra compușilor organici procurându-și bioxidul de carbon și energia prin oxidarea substanțelor organice.

Bacteriile pot fi de asemenea, aerobe sau anaerobe și sunt specifice în general, solurilor formate sub vegetația ierboasă, cu o reacție slab acidă/slab alcalină. Au un rol important în procesul de fotosinteză și în transformarea resturilor vegetale.

Actinomicetele reprezintă o treaptă evolutivă intermediară între bacterii și ciuperci, fiind prezente în solurile cu reacție neutră/alcalină și mai puțin în cele acide. Au o capacitate mai mare decât celelalte microorganisme de a descompune substanțe organice rezistente (*lignine, celuloză*).

Ciupercile sunt microorganisme heterotrofe și aerobe, care se dezvoltă în soluri cu reacție acidă, formate în general sub pădure, având de asemenea un rol important în transformarea resturilor vegetale.

Microorganismele din sol se diferențiază în sensul că unele sunt specifice fazei lichide a solului, iar altele celei solide a acestuia. Se constată de asemenea, o zonalitate a răspândirii acestora, determinată bioclimatic. Totodată, la nivelul profilului de sol se evidențiază o microzonare a distribuției microorganismelor, generată de proprietățile fizico-chimice ale orizonturilor de sol. Multe microorganisme sunt corelate cu prezența anumitor neoformații, care își datorează originea tocmai activității acestora: neoformațiile fierului, manganului și sulfului.

Clima. Influența climei în procesul de formare a solurilor se manifestă încă din fazele inițiale ale acestuia, dezagregarea și alterarea rocilor. În procesele de alterare, esențiale sunt trei elemente: temperatura, precipitațiile, vântul.

Dezagregarea este intensă în regiunea montană înaltă, datorită frecvenței mari a proceselor de îngheț-dezghet pe de o parte și diferențelor termice zi/noapte, pe de altă parte.

Vântul influențează dezagregarea rocilor prin procesele de coraziune și deflație. Coraziunea este frecventă în regiunea montană, iar deflația afectează zonele cu nisipuri.

Alterarea chimică a rocilor și mineralelor depinde în mod direct de temperatură și umiditate, în sensul că este cu atât mai intensă cu cât temperatura și umiditatea sunt mai ridicate. Alterarea cea mai intensă se produce în arealul pădurilor de foioase, cu temperaturi nu prea scăzute și umiditate suficientă. Alterarea mai redusă din regiunea de stepă se datorează umidității insuficiente, în timp ce în regiunea montană, cauza o constituie temperatura scăzută. Consecința manifestării proceselor de alterare este apariția principalilor constituenți minerali ai solului: nisip, praf, argilă, oxizi, săruri.

Clima influențează de asemenea, procesul esențial al solificării, descompunerea și formarea materiei organice, bioacumularea și circuitul substanțelor nutritive. Descompunerea materiei organice se realizează rapid în stepă, mai puțin rapid sub pădurea de foioase și lent sub pădurea de conifere și pajiștile alpine. Bioacumularea este intensă în stepă, reducându-se sub pădurea de foioase (climatul mai umed favorizând levigarea substanțelor rezultate în urma descompunerii materiei organice). În zona montană înaltă substanțele organice rămân blocate în materia organică nedescompusă (litiera).

Clima, prin intermediul precipitațiilor joacă un rol important în manifestarea proceselor de eluviere-iluviere. În stepă, cantitatea redusă de precipitații nu permite decât levigarea slabă a sărurilor și a carbonaților. Totodată, în arealele cu apă freatică aproape de suprafața solului, se produce salinizarea solurilor, datorită predominării curenților ascendenți. În pădurile de foioase procesele de eluviere-iluviere ale argilei și oxizilor sunt intense datorită existenței unui regim hidric percolativ.

Clima influențează solificarea și indirect, condiționând tipurile de formațiuni vegetale prin caracteristicile climatice zonale. Se remarcă în acest sens o evidentă corelație între zonele de climă, vegetație și sol.

Vântul, pe lângă influența pe care o are în procesul de dezagregare, determină prin acțiunea de deflație și transport, decopertarea unor soluri și acoperirea altora. În ambele cazuri, se poate

vorbi despre reîntinerirea solurilor, procesul de pedogeneză fiind mult încetinit sau chiar întrerupt și reluat apoi datorită aportului nou de material.

În general, microclimatele și topoclimatele au o influență mai redusă în procesul de formare și evoluție a solurilor.

Relieful. Caracteristicile reliefului Moldovei reprezintă una din principalele cauze ale variației învelișului de sol, datorită etajării.

În situația în care la nivelul Moldovei ar fi existat numai relief de câmpie, ar fi funcționat zonalitatea latitudinală, cele 4-5 grade de latitudine (în interiorul zonei temperate) nepermițând diversificarea învelișului de sol. Relieful variat al Moldovei intervine în formarea solurilor direct, dar și indirect, determinând etajarea și modificarea condițiilor de climă, vegetație, rocă, vârstă.

1. Influența directă. Aceasta se manifestă mai ales în regiunile accidentate, prin intermediul pantei și a expoziției. Panta influențează procesul de eroziune și prin acesta grosimea solurilor, textura acestora (sortarea materialului pe versant) și gradul lui de evoluție. Expunerea versanților exercită o influență importantă în special în regiunile climatice de tranziție.

În aceleași condiții de vegetație, pe versanții umbriți și reci, levigarea, acidifierea și podzolirea sunt mai accentuate, diferența de altitudine între limitele unităților de sol fiind de 100-150 m. Prezintă importanță și expunerea versanților la vânturile dominante, solurile de pe versanții adăpostiți fiind mai levigate de carbonați, mai bine aprovizionate cu apă și mai fertile. În general, solurile de pe versanții adăpostiți sunt mai evaluate decât cele de pe versanții expuși acțiunii vântului.

Microrelieful are o influență însemnată mai ales în regiunile de câmpie, determinând în principal o redistribuire a apei care ajunge la suprafața solului. Din acest motiv, în microdepresiuni (crovuri, padine, văi slab schițate) se formează soluri specifice unor zone mai umede decât cea în cauză. În cazul microreliefului de alunecări apar atât procese de reîntinerire a solurilor (râpa de desprindere), cât și diferite faze de hidromorfism între valurile de alunecare.

Pe terenurile cultivate, relieful prin intermediul pantei determină declanșarea eroziunii accelerate și influențează grosimea solurilor cât și textura acestora.

2. Influența indirectă. Aceasta se manifestă prin modificarea elementelor peisajului geografic, în special a climei și vegetației. Astfel, legea generală a distribuției solurilor Moldovei este cea a zonalității orizontal-altitudinale. Dacă în câmpiile și podișurile Moldovei zonele de sol se succed orizontal, în Codrii se constată etajarea acestora.

Timpul. Ca factor pedogenetic, timpul reprezintă durata de manifestare a pedogenezei, referindu-se practic la vârsta solurilor, care se corelează cu vârsta teritoriului în care acestea s-au format.

În general, vârsta solurilor crește de la câmpie spre munte, solurile cele mai tinere fiind cele din lunci și zone de divagare. O corelare între vârsta reliefului și cea a solurilor se poate realiza numai atunci când nu au avut loc modificări climatice sau aporturi de noi materiale, cazuri foarte rare.

Distingem după vârstă trei grupe mari de soluri :

- actuale;
- moștenite sau transmise;
- fosile.

Solurile actuale reprezintă soluri a căror geneză este determinată de condițiile climatice actuale și sunt ulterioare ultimei glaciațiuni. Aici pot fi încadrate solurile neevolute de luncă, litosolurile, regosolurile și cele mai multe dintre solurile zonale și intrazonale din Moldova. Ele au un ciclu scurt de evoluție și sunt monofazice. Solurile actuale pot fi îngropate, atunci când sunt acoperite cu un material din care s-a format alt sol.

Solurile moștenite reprezintă soluri vechi a căror geneză a fost determinată de condiții bioclimatice anterioare celor actuale și care mai sunt utilizate de vegetație. Acestea din urmă, își păstrează caracterele numai pe arealele cu calcare aproape de suprafață, în celelalte cazuri, partea superioară a profilului a fost transformată conform condițiilor actuale, caracterele moștenite

păstrându-se numai în partea inferioară. De asemenea, unele soluri profunde din piemonturi și platforme prezintă un suborizont B de culoare închisă care indică evoluția lor din vertisoluri.

Solurile fosile reprezintă soluri vechi formate în condiții climatice anterioare celor actuale și care nu mai sunt utilizate de către vegetație. Acestea pot fi îngropate, exhumate sau conservate (mumificate), ultimele negăsindu-se pe teritoriul Moldovei. Solurile îngropate pot fi compuse și complexe. În primul caz materialul acoperitor se află într-un nou ciclu evolutiv dar recent, motiv pentru care nu a fost afectat și vechiul sol. În cel de-al doilea caz materialul acoperitor este vechi, motiv pentru care procesele pedogenetice actuale afectează și vechiul sol. Solurile fosile apar în Moldova în regiunile de câmpie și de podiș acoperite cu loess și depozite loessoide.

Activitatea omului. Acțiunea omului asupra învelișului de sol a început odată cu apariția agriculturii și s-a intensificat în timp, pe măsură ce aceasta s-a dezvoltat. Pe anumite suprafețe, intervenția antropică este atât de puternică, încât conduce la apariția unor orizonturi pedogenetice sau chiar soluri care nu apar în condiții naturale.

Aceste procese sunt încă insuficient studiate și conform WRB-SR 1994 (World Reference Base for Soil Resources) sunt reprezentate prin următoarele activități :

1. Lucrarea adâncă a solului – se referă la lucrarea mecanică a solului pe o perioadă îndelungată și afectează o grosime mai mare a solului decât arătura normală, determinând amestecarea orizonturilor, distrugerea structurii, compactarea, reducerea permeabilității. În aceste condiții se formează orizontul hortic.

2. Fertilizarea intensă – se referă la aplicarea continuă pe sol de fertilizanți fără material mineral (gunoi de grajd, compost, deșeuri menajere). Se formează orizontul plaggen.

3. Adaosuri de materiale străine – se referă la aplicarea continuă pe sol a unor materiale silicice cu conținut ridicat de substanțe minerale (nisip, material pământos, îngrășăminte). Se formează orizontul terric.

4. Adaosuri de sedimente prin apa de irigație – se referă la suprafețele irigate frecvent și unde apa de irigație conține cantități mari de suspensii minerale, săruri solubile sau materie organică, care se depun deasupra orizontului de suprafață sau în interiorul lui. Se formează orizontul iragric.

5. Cultivarea submersă – se referă la orezării, unde datorită tehnologiei specifice de cultivare (apă în exces), orizontul de suprafață se destructurează, devine greu permeabil în condițiile predominării ferolizei. Se formează un orizont specific denumit antracvic.

Activitatea omului poate provoca modificarea condițiilor naturale și a solului în sens favorabil sau nefavorabil. Influența omului asupra evoluției solului poate fi sintetizată astfel :

- înlocuirea vegetației naturale cu pajiști sau perdele de protecție;
- înlocuirea vegetației naturale cu culturi agricole și executarea lucrărilor agrotehnice;
- introducerea în sol a îngrășămintelor, amendamentelor și pesticidelor;
- lucrări de desecare, drenaj și irigare;
- lucrări de modelare-nivelare;
- excavarea și acoperirea solului.

În Moldova, primele două categorii de activități realizează impactul cel mai mare. Amplasarea perdelelor de protecție în locul vegetației erbacee determină scăderea adâncimii carbonaților și a efervescenței, concrețiunile apar mai jos și sunt mai mari, scade pH-ul, culoarea devine mai închisă, structura în orizontul A mai bine formată, se observă ușoară migrare a argilei. Incluziunea în cultură a solului produce modificări mai însemnate la solurile de sub pădure decât la cele din stepă.

Un alt efect al defrișării îl reprezintă intensificarea eroziunii și înmlăștinirea solurilor cu exces de umiditate. Prin desecare, solurile hidromorfe tind să evolueze către soluri zonale. Pot apărea însă și procese inverse de înmlăștinire și salinizare.

Prin acoperire solurile sunt scoase din circuitul agricol, în timp ce prin excavare, învelișul de sol este complet distrus.

Omul intervine și în mod pozitiv de obicei prin măsuri de prevenire a degradării solurilor.

Variabilitatea factorilor pedogenetici condiționează formarea diferitor tipuri de sol (vezi harta pedologică).

Așa dar **solul** este corpul natural, format la suprafața scoarței terestre din rocile parentale sub acțiunea factorilor de solificare (pedogenetici).

2.1.4. Alcătuirea profilului de sol, trăsăturile lui morfologice

Cum s-a arătat mai sus, în componența diferitor profiluri de sol se pot găsi numeroase orizonturi, care apar datorită proceselor de eluviere-iluviere și biocumulative.

În diagnostica solurilor se folosesc trăsături (semne) morfologice, care reflectă caracterul procesului pedogenetic, particularitățile lui. Din principalele trăsături (semne) morfologice fac parte:

- 1 – succesiunea orizonturilor (în plan vertical)
- 2 – grosimea totală a profilului și a orizonturilor;
- 3 – culoarea;
- 4 – structura;
- 5 – așezarea;
- 6 – neoformațiunile;
- 7 – incluziunile;
- 8 – textura (compoziția granulometrică);
- 9 – umiditatea solului.

1. Succesiunea orizonturilor.

Profilul de sol constituie unitatea elementară în cercetarea și cartarea solurilor și reprezintă succesiunea de orizonturi pedogenetice de la suprafața solului până la materialul parental.

Prin **orizont de sol** sau **orizont pedogenetic** se înțelege un strat aproximativ paralel cu suprafața solului cu proprietăți omogene ce diferă de cele ale straturilor de deasupra și dedesubt prin caracteristici cum ar fi: culoarea, textura, structura, consistența, prezența unor neoformațiuni.

Orizonturile de sol se notează cu simboluri ce au sens genetic: litere mari, litere mici, cifre.

Cu litere mari se notează orizonturi principale ale solurilor:

Orizont H (organic hidromorf sau turbos). Este un orizont organic format în condițiile unui mediu saturat de apă în cea mai mare parte a anului și conține mai mult de 18 % de carbon organic.

Orizont O (organic nehidromorf). Este un orizont organic format la suprafața unor soluri minerale în condițiile unui mediu nesaturat cu apă în cea mai mare parte a anului și conține mai mult de 20 % de carbon organic.

Orizont A (orizont de acumulare a humusului). Este un orizont mineral format la suprafața solului mineral, sau sub orizonturile H și O, în care s-a acumulat materie organică humificată, legată de partea minerală.

Orizont E (eluvial, luvic sau albic). Este un orizont mineral caracterizat printr-un conținut mai scăzut de argilă și materie organică, decât orizontul de dedesubt și printr-o acumulare relativă de cuarț și alte minerale care au rezistat la alterare.

Orizont B (de tranziție după conținutul de humus sau iluvial). Orizontul B este un orizont mineral format sub orizontul A sau E, în care se constată o alterare a materialului parental, însoțită sau nu de o îmbogățire în argilă și în materie organică prin iluviere.

Orizont C (roca parentală) – orizont mineral format pe seama rocilor, constituit din material neconsolidat (lioss, argilă, nisip)

Orizont D (roca subiacentă) – strat mineral de material neconsolidat, care este așezat sub orizontul C și se deosebește de acest orizont prin proveniența și caracteristici texturale.

Orizont T (roca compactă). Este un orizont mineral situat în partea inferioară a unor profile, constituit din roci compacte.

Orizont G (orizontul gleic). Este un orizont mineral format în condițiile unui mediu saturat de apă, determinat de apă freatică situată la adâncime mică.

Orizont P (arabil). Este un strat arabil în solurile cu profil nediferențiat în orizonturi genetice – neevoluate și slab evolute.

Orizonturi de tranziție se consideră orizonturile de sol în care se îmbină proprietățile a două orizonturi principale, de exemplu: AE, EB, BE, BC, CB, AB, BA, AC, CA. Prima literă arată orizontul principal cu care orizontul de tranziție se aseamănă mai mult.

Orizonturi de asociere - sunt orizonturile formate prin asocierea caracterelor a două sau mai multor orizonturi, din care unele nu apar în succesiune pe profil ca orizonturi separate. Se notează cu simboluri formate din litere mari (orizonturi principale) și litere mici (caracterele asociate) de exemplu: As, Bt, Btn, Ch etc.

La notarea orizonturilor, în afară de litere, se folosesc și cifrele, care se scriu după litere și arată gradul de manifestare a unui sau altui caracter sau indicator pedologic, de exemplu B₁, B₂, etc.

Straturile de sol, formate din pedolit de diferită textură și grad de humificare, se notează cu cifre romane – I, II, III ..., ce nu au sens genetic.

2. Grosimea solului – grosimea totală a profilului solului de la suprafață până la roca slab afectată de procesul de solificare, exprimată în centimetri. E mai comod a se nota în cifre; consecutiv, de la orizont la orizont: $A \frac{0-15}{15}$; $E \frac{15-32}{17}$; $B \frac{32-50}{18}$; etc.

3. Culoarea este principala însușire morfologică a solurilor, care apare în mod vizibil la examinarea profilelor de sol și depinde de compoziția chimică a solului. Componentii humici îi atribuie solului tonalități închise – negru, brun-închis, cenușiu-închis; oxizii de Fe și Mn – culoarea galbenă, portocalie, roșietică; compușii de Fe redus – cenușie, albăstrie deschisă și verde; silicele, carbonatul de calciu și caolinitul – culoarea albă. Îmbinările și raporturile cantitative ale acestor compuși alcătuiesc diferite nuanțe. Pentru acest motiv, culoarea constituie principalul criteriu de separare a orizonturilor de diagnostic și un element fundamental pentru denumirea unor tipuri genetice de sol.

Studiind cernoziomurile din Rusia, V.V. Dokuceaev (1883) a făcut unele precizări referitoare la culoarea acestora, deosebind cernoziomuri negre, gri închis și brune. Studiile pedologilor americani asupra culorii solului au ca rezultat publicarea buletinului „Culoarea solului” (1911), în care se precizează faptul că, în general, culoarea solului depinde de conținutul de materie organică și de oxizi de fer, iar solurile roșii sunt adesea mai vechi decât cele galbene.

În perioada contemporană, pentru determinarea culorii solului se utilizează „Sistemul Munsell” care poate fi definit ca un sistem de coordonate cilindrice situat într-un spațiu euclidian, bazat pe trei atribute: nuanța, valoarea și croma.

Nuanțele de culoare se referă la o serie de culori specifice majorității solurilor. Astfel, în Sistemul Munsell se deosebesc cinci culori de bază, care au fost notate cu inițialele denumirilor din limba engleză a culorilor: roșu (**R=red**), galben (**Y=yellow**), verde (**G=green**), albastru (**B=blue**) și violet (**P=purple**), la care se adaugă cinci culori intermediare: galben-roșu (**YR**), verde-galben (**GY**), albastru-verde (**BG**), violet-albastru (**PB**) și roșu-violet (**RP**). La rândul lor, fiecare din aceste culori pot fi împărțite în 10 trepte intermediare, obținându-se în acest fel nuanțele de culori ce alcătuiesc *scara nuanțelor*. Acestea se notează în mod obișnuit cu cifre de la 1 la 10, așezate întotdeauna înaintea inițialelor corespunzătoare culorii de bază (ex. 5YR, 10YR etc.), încât toate culorile ce aparțin unei nuanțe se găsesc transpuse pe o tăbliță, care prezintă în colțul din dreapta sus simbolul nuanței.

Valoarea se referă la gradul de strălucire (luminozitate) a culorii, adică aceeași nuanță poate fi mai deschisă sau mai închisă. Valoarea se găsește pe scara verticală din sistemul Munsell și se notează cu cifre de la 1 la 8, situate deasupra liniei de fracție (ex. 2/, 5/ etc.).

Croma se referă la puritatea sau gradul de saturare a culorii respective. Croma este reprezentată pe scara orizontală din Sistemul Munsell și se notează cu cifre de la 0 la 8, situate sub bara de fracție (ex. /2, /5 etc.).

Determinarea culorilor solului se face cu ajutorul Sistemului Munsell, care se prezintă sub forma unui atlas cu planșe ce se succed gradual de la roșu la galben. Pe aceste planșe se găsesc etaloane cu nuanțe de culori diferite. Fiecare etalon este prevăzut dedesubt cu un decupaj care

permite compararea culorii eşantionului de sol cu cea a etalonului. Determinarea culorii solului se poate face în stare umedă și uscată. Dacă, diferențele de culoare dintre solul uscat și cel umed sunt apreciabile, atunci determinarea culorii solului se face în mod obligatoriu în cele două stări.

4. Structura solului – proprietatea solului de a avea particulele reunite în agregate. Principalele tipuri de structură, caracteristice solurilor din Moldova sunt următoarele: glomerulară, alunară, nuciformă, bulgăroasă, prismatică, columnară, lamelară (a se vedea în tema corespunzătoare).

5. Așezarea solului este manifestarea porozității și a compactității solului, care, la rândul lor, sunt determinate de forma și așezarea reciprocă a elementelor structurale. După gradul compactității, așezarea solului poate fi: foarte compactă, compactă, puțin compactă, afânată și friabilă.

6. Neoformațiunile de solificare acumulări sau separațiuni locale de diverse materiale care au luat naștere în profilul solului, ca o consecință a proceselor de pedogeneză. După natura și originea compuşilor de acumulare, neoformațiunile se clasifică astfel:

1. neoformațiuni rezultate prin acumulări de săruri;
2. neoformațiuni ale acumulărilor de oxizi;
3. neoformațiuni ale coloizilor minerali și organici;
4. neoformațiuni reziduale;
5. neoformațiuni biogene.

1). *Neoformațiunile rezultate prin acumulări intense de săruri* apar sub formă de:

- a) neoformațiuni de carbonați;
- b) neoformațiuni de săruri solubile.

a) *Neoformațiunile de carbonați* sunt alcătuite cu precădere din acumulări de carbonați de calciu și magneziu. Din această categorie de neoformațiuni fac parte *eflorescențele, pseudomiceliile, vinișoarele, tubușoarele, petele, pungile și concrețiunile*.

Eflorescențele sunt depuneri de carbonați de culoare albă sau alb-murdară, care apar de-a lungul traseelor de circulație a soluției solului pe profil.

Pseudomiceliile reprezintă depuneri incipiente, de culoare albă, pe fețele agregatelor structurale, sub forma cristalelor aciculare fine de carbonați secundari, cu aspect de micelii de ciupercă.

Vinișoarele constituie acumulări fine de carbonați în golurile rămase prin descompunerea rădăcinilor foarte subțiri.

Tubușoarele sunt depuneri de carbonați asemănătoare vinișoarelor, care prezintă în interiorul lor canale de-a lungul axei longitudinale.

Petele constau din acumulări foarte fine de carbonați, care apar pe fețele elementelor structurale sau pe pereții crăpăturilor.

Pungile sunt acumulări friabile de carbonați, de culoare albă sau alb-cenușie, care se depun în unele spații libere, în fisuri, culcușuri de larve, crăpături etc.

Concrețiunile sunt noduli de carbonați, de formă sferică sau ovală, cu dimensiuni diferite și care sunt bine cimentate. Unele concrețiuni prezintă și spații goale în interior, motiv pentru care se numesc *concrețiuni septarice*.

b) *Neoformațiunile de săruri ușor solubile* sunt depuneri alcătuite cu precădere din cloruri și sulfuri de K^+ , Na^+ , Mg^{2+} și Ca^{2+} . Aceste neoformațiuni au mai fost denumite și *neoformațiuni saline*.

Neoformațiunile saline apar sub formă de: *eflorescențe, tubușoare, pungi, pete și cruste*.

2). *Neoformațiunile formate prin acumularea oxizilor* iau naștere prin procese de iluviere a oxizilor, de reducere și oxidare, sub influența excesului de umiditate.

a) Neoformațiunile rezultate prin *iluvierea oxizilor* sunt: *duripanurile, cuirasele și orizontul de ortstein*.

Duripanurile reprezintă orizonturi situate la suprafață sau în apropierea suprafeței solului, cimentate îndeosebi cu silice, oxizi de fier sau carbonați. Duripanul are o consistență extrem de tare și poate fi casant.

Cuirasele reprezintă orizonturi subțiri, puternic cimentate sau indurizate prin îmbogățirea în sescvioxizi de fier și/sau aluminiu, reziduali sau iluviați. Cuirasele sunt întâlnite la plintosoluri și feralsoluri plintice, în savane, unde climatul prezintă contraste sezoniere.

Orizontul de ortstein este un strat subțire, format prin cimentarea nisipurilor de către oxizii de fier și mangan, cu sau fără materie organică. Asemenea orizonturi sunt caracteristice solurilor nisipoase din regiunile umede.

b) Neoformațiunile rezultate prin procese de oxidare și reducere sunt reprezentate prin pete de oxidare și de reducere, dendrite și concrețiuni feri-manganice.

Petele de oxidare sunt depuneri fine de oxizi de fier și mangan, de culoare brună sau roșcată, pe suprafețele agregatelor structurale.

Petele de reducere constau din acumulări fine de oxizi feroși hidratați, de culoare cenușie, verzuie sau albăstruie, pe suprafețele agregatelor structurale.

Dendritele sunt pelicule de oxizi de fier și mangan depuse pe suprafața agregatelor structurale, având conturul ramificat.

Concrețiunile feri-manganice reprezintă acumulări sferice de oxizi de fier și mangan, depuse în strate concentrice în jurul unor particule de cuarț.

3). *Neoformațiunile coloizilor minerali și organici:*

a) *Neoformațiunile de coloizi minerali* sunt rezultate prin procese de iluviere a mineralelor argiloase și se prezintă sub formă de pelicule (*cutane*).

Peliculele (cutanele) sunt depuneri foarte fine de minerale argiloase, sub formă de peliculă, pe suprafața agregatelor structurale.

Mineralele argiloase iluviate sunt orientate vertical, deosebindu-se de restul masei agregatului, la care particulele argiloase nu prezintă o anumită orientare. De asemenea, peliculele de argilă iluviată se deosebesc prin coloritul ceva mai închis, în comparație cu interiorul agregatelor structurale, întrucât preiau compuși minerali din orizonturile superioare. După grosime, peliculele (*cutanele*) pot fi:

- *subțiri*, când particulele elementare și agregatele structurale sunt îmbrăcate într-o peliculă foarte fină de argilă;
- *moderate*, când particulele elementare și agregatele structurale sunt acoperite cu o peliculă argilooasă al cărei contur nu este clar;
- *groase*, când particulele elementare și agregatele structurale sunt acoperite în întregime de pelicule argiloase.

După gradul de dezvoltare, peliculele se împart în:

- *rare*, când peliculele argiloase acoperă parțial fețele agregatelor structurale;
- *discontinue*, când peliculele acoperă pe suprafețe mari agregatele structurale, dar nu în totalitate;
- *continue*, dacă peliculele acoperă în întregime atât agregatele structurale, cât și unele canale de mici dimensiuni ale rădăcinilor plantelor ierboase sau ale microfaunei din sol.

b) *Neoformațiunile de coloizi organici* se formează prin acumulare datorită iluvierii humusului. În anumite condiții humusul din orizonturile superioare migrează pe profil și se acumulează în orizonturi subiacente, sub formă de *limbi de humus*.

Limbile de humus sunt acumulări mecanice, care se formează prin antrenarea compușilor coloidal ai humusului (sub acțiunea apei de infiltrație), depuși pe pereții agregatelor structurale. Aceste neoformațiuni se întâlnesc cu precădere la solurile cu textură mijlocie-fină și fină.

Neoformațiunile reziduale s-au format prin îndepărtarea progresivă a peliculelor de coloizi minerali și/sau organici din unele orizonturi situate la partea superioară a profilului de sol și acumularea pe loc a particulelor reziduale de nisip fin și praf. Aceste neoformațiuni sunt specifice proceselor de eluviere argiloiluvială și humico-feriiluvială și caracterizează orizonturile eluviale.

Din această categorie fac parte *pulberile de silice* și *petele silicioase*.

Petele silicioase sunt depuneri fine de silice, de culoare albă, la suprafața agregatelor structurale și caracterizează orizonturile eluviale, cu o levigare parțială a coloizilor.

Pulberile de silice reprezintă aglomerări de particule minerale fine, de culoare albă, alcătuite din silice amorfă. Sunt specifice orizonturilor eluviale cu procese foarte intense de îndepărtare a coloizilor minerali și/sau organici, dar și a oxizilor sau hidroxizilor.

Neoformațiunile biogene sunt acumulări locale de materiale minerale și organice, rezultanta directă a acțiunii vegetației și faunei din sol.

a) *Neoformațiunile biogene de origine vegetală* cuprind *cornevinele* și *dendritele*.

Cornevinele sunt canale ale rădăcinilor de plante lemnoase, umplute, de obicei, cu material humifer sau cu materiale din alte orizonturi, superioare celui în care s-au depus.

Dendritele reprezintă urme de rădăcini (ierboase și/sau lemnoase) imprimate pe fețele agregatelor structurale.

b) *Neoformațiunile de origine animală* sunt: *coprolite*, *crotovine*, *cervotocine* și *culcușuri*.

Coprolitele constau din aglomerări organo-minerale (rar minerale) formate prin acțiunea rămelor, în urma trecerii materialului de sol prin aparatul lor digestiv.

Crotovinele sunt vechi galerii ale animalelor din sol (îndeosebi macro și megafaună), umplute cu material pământos adus din alte orizonturi, dar pot fi și galerii goale.

Cervotocinele reprezintă canale create de râme sau alte animale mici (mezofaună), umplute sau nu cu material pământos.

Culcușurile sunt locașuri de larve.

Neoformațiunile de origine animală determină la nivel de varietate *caracterul vermic* (când peste 50 % din volumul unui orizont este constituit din canale de râme, coprolite, galerii de animale umplute cu material de sol adus din orizonturile supra și subiacente).

7. Incluziunile în sol sunt obiectele întâmplătoare, care n-au nimic comun cu procesul de geneză a solului și evoluția lui, de exemplu: bucăți de roci sau bolovani, rămășițe de lemn, bucăți de cărbune, scoici, bucăți de cărămizi, bucăți de vase etc.

8. Textura (compoziția granulometrică) este conținutul relativ în sol al elementelor mecanice de diferite dimensiuni. În câmp, textura se determină prin metoda organoleptică.

9. Umiditatea solului se evidențiază la descrierea însușirilor morfologice. La pipăit, se deosebesc următoarele grade de umiditate: sol uscat; sol reavăn; sol umezit; sol umed; sol ud.

2.2. TEXTURA (COMPONENȚA GRANULOMETRICĂ) SOLULUI

2.2.1. Elementele mecanice a solului.

2.2.2. Clasificarea solurilor după textură.

2.2.3. Importanța texturii solului.

2.2.1. Elementele mecanice a solului

Faza solidă a solului reprezintă obișnuit circa 50 % din volumul solului. Ea este alcătuită din substanțe în stare de dispersie moleculară sau ionică, coloidală și grosieră. Textura solului se referă tocmai la starea de dispersie a fazei solide a solului, la mărimea și proporția particulelor ce intră în alcătuirea lui. Textura (componenta granulometrică) – este conținutul relativ (%) în sol a elementelor mecanice de diferite dimensiuni.

Elementele mecanice – particulele, din care sunt alcătuite solurile. Elementele mecanice au dimensiuni, care variază în limite foarte largi, ceea ce a determinat necesitatea de grupare a lor (tab.2.1)

Tab.2.1. Clasificarea elementelor mecanice (după N.A.Kacinski)

Elemente mecanice	Diametru, mm
Pietre	>3
Pietriș	3-1
Nisip mășcat	1-0,5
Nisip mijlociu	0,5-0,25
Nisip mărunt	0,25-0,05
Praf mășcat	0,05-0,01
Praf mijlociu	0,01-0,005
Praf mărunt	0,005-0,001
Nămol grosier	0,001-0,0005
Nămol fin	0,0005-0,0001
Coloizi	<0,0001

Criteriul de bază folosit în gruparea particulelor texturale a fost acela de a include în aceeași grupă sau categorie particule care au practic aceleași proprietăți.

Scara simplificată a lui N.A.Kacinski, folosită pentru definirea texturii solului, include numai două grupe sau categorii de particule: nisip fizic și argilă fizică.

Acestea se deosebesc între ele prin anumite proprietăți, determinate îndeosebi de gradul de mărunțire.

Categoria nisip fizic (cu diametru mai mult de 0,01 mm) este alcătuită, de obicei, din particule de cuarț, rezistente la alterare, sau din particule ale mineralelor în curs de alterare (mică, feldspat, carbonat de calciu etc.). Din această cauză, precum și datorită gradului redus de mărunțire, nisipul se prezintă, în general, sub aspectul proprietăților fizice și chimice ca un material inactiv sau puțin activ. Nisipul fizic nu prezintă coeziune, plasticitate, aderență, nu reține apa, nu conține substanțe nutritive și nu are capacitate de reținere a acestora. Dispersat în apă, nisipul dă naștere la suspensii ce se limpezesc repede (particulele se depun într-un timp scurt). În sol, prezența particulelor nisipoase influențează unele procese. Ele facilitează mișcarea apei și aerului.

Categoria argilă fizică (cu diametru până la 0,01 mm) este alcătuită din particule de minerale argiloase. Complexitatea chimico-mineralogică, precum și gradul înaintat de dispersie fac ca această categorie de particule să fie foarte activă din punct de vedere fizic și chimic. Astfel, argila fizică prezintă coeziune, plasticitate și aderență mare, reține puternic apa, conține și eliberează elemente de nutriție, are capacitatea mare de reținere a substanțelor nutritive. Dispersată în apă ea dă naștere la soluții coloidale.

2.2.2. Clasificarea solurilor după textură

Sistemul de definiere al tipului de textură după conținutul procentual de argilă fizică și nisip fizic, este redat în tabelul 2.2.

Tabelul 2.2. Definirea texturii solului (după N.A.Kacinski)

Denumirea solului după textură	Conținutul de argilă fizică (< 0,01mm) %		
	Soluri podzolice	Soluri de stepă	Solonețuri și soluri puternic solonețizate
Nisipos	<5	<5	<5
Nisipos coeziv	5 – 10	5 – 10	5 – 10
Nisipo-lutos	10 – 20	10 – 20	10 – 15
Luto-nisipos	20 – 30	20 – 30	15 – 20
Lutos	30 – 40	30 – 45	20 – 30
Luto-argilos	40 – 50	45 – 60	30 – 40
Argilo-lutos	50 – 65	60 – 75	40 – 50
Argilos	65 – 80	75 – 85	50 – 65
Argilos-greu	> 80	> 85	> 65

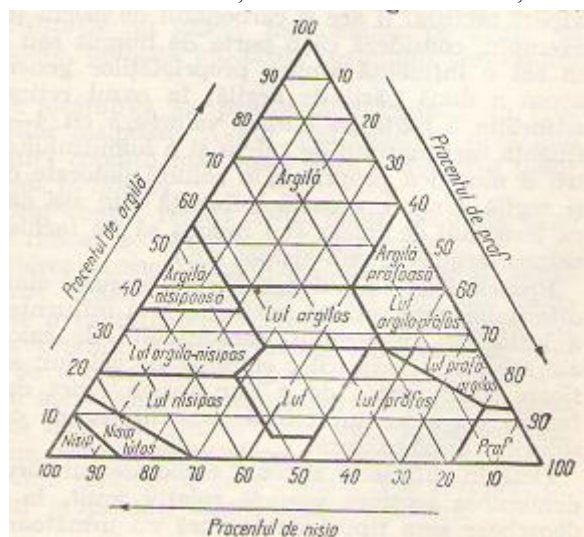
În cazul dat se folosește numai procentul de argilă fizică, diferența până la 100 revenind nisipului fizic.

În sistemul *Kacinski*, la definirea texturii se ține cont și de tipul de solificare, considerându-se că la anumite cazuri, la podzol, cernoziom sau soloneț, proprietățile solurilor respective din punct de vedere textural sunt aceleași la conținuturi diferite de argilă fizică și nisip fizic sau altfel spus la același conținut de argilă fizică și nisip proprietățile solului sub raport textural diferă la podzol, cernoziom sau soloneț.

Pentru a înțelege mai ușor cum poate fi definit tipul de textură și a scoate în evidență diferențele determinate de tipul de solificare în cazul aceluiași conținut de argilă fizică, să presupunem că în urma analizelor de laborator la o probă de sol podzolic, de cernoziom și de soloneț s-a găsit 43 % argilă fizică. Din datele cuprinse în tabelul 2.3 rezultă că primul sol este luto-argilos, al doilea lutos, iar al treilea argilo-lutos.

De cele mai multe ori, definirea tipurilor de textură se face ținând seama de conținutul procentual de argilă, praf și nisip (trei categorii de particule). În astfel de situații, numărul de tipuri de textură, denumirea acestora și limitele între care sunt cuprinse procente ale celor trei categorii de particule variază de la autor la autor. De exemplu, în SUA se folosește diagrama triunghiulară (fig. 2.2).

Fig. 2.2. Diagrama pentru definirea texturii (după Gr. Obrejanu și Șt. Puiu, 1972)



Să presupunem că un sol conține 15 % argilă, 25 % praf și 60 % nisip. Se fixează aceste procente pe laturile corespunzătoare ale triunghiului; din fiecare punct fixat se duce o linie paralelă la baza zero a categoriei respective de particule; locul de întâlnire a celor trei linii se află în compartimentul care indică textura nisipo-lutoasă.

Definirea texturii se poate face și prin metode de teren, cu aproximație, pe cale organoleptică (tab. 2.3).

Tabelul 2.3. Aprecierea pe teren a claselor texturale (după A. *Canarache*, 1990)

Clasa texturală	Comportarea solului în stare umedă		
	Aspect general	Plasticitate	Posibilități de modelare între degete
Nisip	Foarte aspru	Neplastic	Nu se modelează
Nisip lutos	Foarte aspru, murdărește ușor degetele	Extrem de Slab plastic	Practic nu se modelează
Lut	Făinos	Slab-moderat plastic	Formează sfere. Formează suluri care crapă ușor. Formează greu inele care se rup ușor
Lut argilos	Lunecos	Plastic	Formează sfere și suluri. Formează inele care se crapă ușor. Formează panglici lucioase care se rup ușor
Argilă	Lunecos, unuros	Foarte plastic	Formează sfere, suluri, inele și panglici lucioase

2.2.3. Importanța texturii solului

Textura constituie una dintre însușirile cele mai importante și mai stabile ale solului. Ea depinde de roca-mamă și de procesul de solificare. Datorită procesului de solificare, proporția inițială dintre diferite categorii de particule se poate modifica fără a se schimba tipul de textură sau chiar cu schimbarea acestuia.

Textura, determinată în bună măsură de procesele de formare a solului, exercită, la rândul ei, o influență însemnată asupra solificării. Astfel, texturile ușoare permit o levigare mai intensă, o dezvoltare mai mare pe adâncime a profilului, dar o diferențiere mai mică a orizonturilor, nu stimulează procesul de acumulare a humusului, înlesnesc eroziunea prin vânt etc. Din contra, texturile grele se opun levigării accentuate, profilurile sunt mai scurte, orizonturile mai bine diferențiate, creează condiții de evoluție sub influența unui exces de apă, stimulează acumularea humusului etc.

Textura solului determină sau influențează toate celelalte proprietăți fizice, fizico-mecanice, precum și cele chimice, biologice și în final însăși fertilitatea.

Cunoașterea texturii este necesară pentru stabilirea măsurilor agrotehnice ce urmează a fi aplicate solului (lucrarea solului, încorporarea îngrășămintelor organice și minerale). Un rol deosebit îl are cunoașterea texturii în lucrările ameliorative: irigații, desecări și drenări, prevenirea eroziunii etc.

Textura, atât pentru caracterizarea genetică cât și în scopuri practice trebuie cunoscută pe întreaga adâncime a solului (uneori inclusiv roca). Proprietățile, în general, ale solului, aprecierea condițiilor de creștere a plantelor, stabilirea măsurilor agrotehnice, agrochimice și ameliorative, depind nu numai de textura de la suprafață, ci și de variația de adâncime a conținutului procentual în diferite categorii de particule.

În general se consideră că fiecare categorie de particule exercită o influență asupra proprietăților solului sub aspect textural, proporțională cu procentul în care se află în solul respectiv. În realitate, între diferite categorii de particule au loc fenomene de neutralizare sau de amplificare a efectelor lor astfel că din acest punct de vedere solul trebuie considerat un corp complex, și nu un simplu amestec mecanic de diferite categorii de particule.

Un rol important în definirea proprietăților solului sub aspect textural îl are și carbonatul de calciu și humusul. Uneori, această influență este așa de mare încât apare necesitatea ca termenul de calcar sau humus să fie inclus în denumirea solului (sol calcaro-argilos, humo-nisipos etc.)

Proprietățile solului sub aspect textural sunt o rezultată a proporției diferitelor categorii de particule și a influenței reciproce dintre acestea; a influenței humusului, carbonatului de calciu și a altor componente ale solului; a însușirilor chimice ale solului; a procesului însuși de solificare. Dificultatea de a ține seama strict de tot ansamblul acesta de factori nu a înlăturat însă posibilitatea de caracterizare, în general, a solurilor după textură.

În practica agricolă, pentru simplificare, cele nouă tipuri de textură sunt grupate în trei mari categorii:

- ◆ soluri ușoare (nisipoase, nisipoase coezive și nisipo-lutoase);
- ◆ soluri mijlocii (luto-nisipoase și lutoase);
- ◆ soluri grele (luto-argiloase și toate argiloase);

Soluri ușoare fiind alcătuite aproape numai din particule nisipoase, de obicei de natură cuarțoasă, prezintă proprietăți asemănătoare nisipului fizic. Astfel, sunt foarte permeabile pentru aer și apă; au capacitate redusă de reținere a apei, pierd ușor apa prin infiltrație și prin evaporare, deci nu pot forma rezerve de apă. Nu sunt coezive, nu au plasticitate și nu sunt aderente, pot fi ușor spulberate, se lucrează ușor. Se încălzesc repede și pe adâncimi însemnate, deci sunt soluri calde. Sunt, în general, sărace în substanțe nutritive și au capacitatea redusă de reținere a acestora. Înșușirile amintite sunt cu atât mai evidente, cu cât particulele sunt mai grosiere, mai mult de natură cuarțoasă, conținutul de humus mai mic. Odată cu creșterea conținutului de humus proprietățile solurilor ușoare se îmbunătățesc. În concluzie, solurile ușoare au, în general, o fertilitate scăzută.

Soluri grele fiind alcătuite predominant din particule foarte fine, prezintă proprietăți asemănătoare argilei. Astfel, au permeabilitate mică pentru aer și apă, capacitate mare de reținere a apei, pot forma rezerve însemnate de apă. Din cauza permeabilității reduse, infiltrarea apei este redusă. Când sunt prea umede, devin plastice și aderente și se lucrează greu. La uscarea crapă, au o coeziune foarte ridicată și, de asemenea, se lucrează greu. Se încălzesc greu, mai ales când conțin prea multă apă, deci sunt soluri reci.

Sunt, în general, bogate în substanțe nutritive și au o capacitate mare de reținere a acestora. Odată cu creșterea conținutului de humus solurile grele își îmbunătățesc proprietățile. Deși au o fertilitate potențială, de obicei, ridicată, culturile nu găsesc întotdeauna pe astfel de soluri condiții bune de creștere, datorită îndeosebi regimului aero-hidric defectuos.

Soluri mijlocii. În alcătuirea acestor soluri, nisipul fizic și argila fizică intră în cantități aproximativ egale. Prin urmare, nici una din categoriile de particule nu poate avea influențe excesive, ci, din contra, își atenuază reciproc unele proprietăți. Solurile mijlocii sunt moderat permeabile pentru aer și apă, au o capacitate bună de reținere a apei și a substanțelor nutritive, regim aero-hidric corespunzător, coeziune și plasticitate potrivită, se lucrează bine etc. Asigură cele mai bune condiții de creștere a plantelor dintre toate tipurile de textură.

2.3. MATERIA ORGANICĂ DIN SOL

2.3.1. Substanțele organice a solului.

2.3.2. Biota solului.

2.3.3. Procesele transformării materiei organice din sol.

2.3.4. Formarea humusului.

2.3.5. Compoziția humusului și proprietățile acizilor humici.

2.3.6. Însemnătatea humusului.

2.3.1. Substanțele organice a solului

În sol și în deosebi la suprafața lui se acumulează materia organică sintetizată de plantele cu clorofilă sub formă de resturi vegetale: frunze, rămurele, fructe, iar în sol rădăcinile moarte. În sol este depusă, de asemenea, materia organică de origine animală, precum și cea rezultată din corpul microorganismelor (fig.2.3).

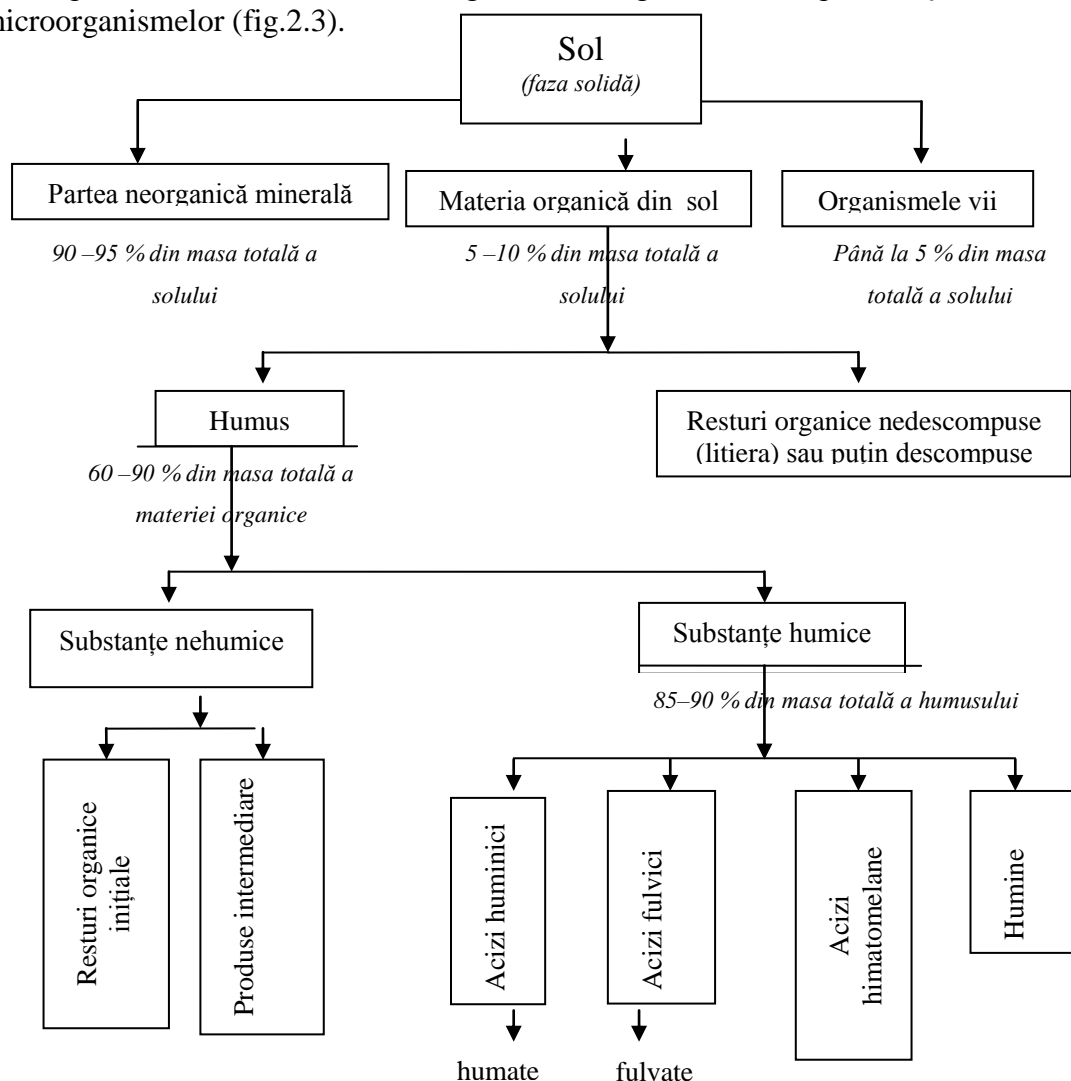


Fig. 2.3. Sistema substanțelor organice a solului (după D.S.Orlov, citat de V.A.Kovdași B.G.Rozanov, 1988)

Aceste resturi organice, sub acțiunea organismelor inferioare (bacterii, ciuperci), sunt descompuse până la elementele minerale din care au provenit, completând astfel circuitul biologic, sau sunt supuse unor procese biochimice complexe de transformare din care rezultă substanțe organice noi specifice solului, cu o structură moleculară complexă și o stabilitate mai mare în condițiile din sol. Aceste substanțe noi ce se acumulează în partea superioară a solului sunt reprezentate prin acizi humici care alcătuiesc *humusul*.

Cantitatea de resturi organice din sol variază în funcție de cantitatea de materie organică (vegetală și animală) ce se realizează anual în cadrul ecosistemelor respective (tab. 2.4).

Tabelul 2.4. Productivitatea primară de materie organică (după *Duvigneand și Tanghe*, citat de *Gr. Obrejanu și Șt. Puiu*, 1972)

Biotipul	Suprafața, km ²	% din suprafața continentelor	Productivitatea	
			t/ha/an	global t/an
Pădurea	40,7·10 ⁶	28	5	20·10 ⁶
Terenul cultivat	14,0·10 ⁶	10	4	5,6·10 ⁶
Stepa	25,7·10 ⁶	17	1,5	3,9·10 ⁶
Deșertul	54,9·10 ⁶	41	0,2	1,1·10 ⁶

După *Duvigneand și Tanghe*, fotosinteza permite formarea a 2,7·10¹⁰ tone materie organică în fiecare an în oceane și 3,1·10¹⁰ tone pe suprafața terestră, adică în total 5,8·10¹⁰ tone pe an.

În zonele acoperite cu vegetație forestieră formarea humusului din sol se realizează în principal pe seama resturilor organice din litieră. (tab. 2.5)

Din cifrele cuprinse în total se constată că cea mai puternică descompunere a resturilor organice din litieră, adică cel mai intens circuit biologic, se realizează sub pădurile tropicale și subtropicale, unde aportul anual în cantități de sute de tone la hectar este transformat aproape în totalitate în același an.

Tabelul 2.5. Producția din biomasă și rezerva din litieră (după *L.E.Rodin și N.I.Bazilevici*, citat de *Gr. Obrejanu și Șt. Puiu*, 1972)

Tipul de pădure	Biomasa totală	Litiera	
		rezerva totală	aportul anual
	în t/ha		
Pădure de tundră	4-30	-	-
Păduri de conifere și foioase din zona temperată	5-350	10-70	2-7
Păduri tropicale și subtropicale	500-1700	2-10	150-250

La vegetația ierboasă, masa vegetală supraterestră este, în general consumată de animale, din care cauză sursa principală de resturi organice pentru formarea humusului o constituie masa de rădăcini lăsată în fiecare an în sol. După *Alexandrova*, rezerva totală de rădăcini la vegetația ierboasă pe adâncimea de un metru, în diferite zone naturale, se prezintă astfel:

- în zona silvică 6-13 t/ha;
- în stepă 8-28 t/ha;
- în deșert 3-12 t/ha.

La ierburile perene cultivate, cantitatea, de rădăcini variază în funcție de recoltă și alcătuiește în amestecuri de la 6-8 până la 12-15 t/ha. Plante anuale lasă în sol 3-5 t/ha rădăcini. Masa totală a microorganismelor care participă la descompunerea resturilor vegetale, având în vedere viteza de înmulțire și numărul de generații în perioada de vegetație, se poate ridica la ¹/₃ din cantitatea resturilor organice aflate în sol. Cantitatea de resturi organice de origine animală este, în general, redusă, ajungând la 100-200 kg/ha.

Compoziția chimică a resturilor organice. Cea mai mare parte din masa resturilor organice o constituie apa care poate să reprezinte 75-90 %. Substanța uscată a resturilor organice cuprinde o serie de grupe de compuși (tab. 2.6).

Din acest tabel reiese că, în afară de bacterii, ce se deosebesc printr-un conținut ridicat de substanțe proteice, la toate celelalte grupe de organisme și, în special, la plantele superioare în compoziția chimică predomină hidrați de carbon (celuloză + hemiceluloză) și lignina.

Conținutul de cenușă variază în limite foarte mari, de la 20-30 % la alge până la 0,1-1 % la lemnul de conifere și foioase. În componența cenușii intră un număr mare de elemente minerale

importante pentru nutriția plantelor, ca: Na, K, Mg, Al, P, S, Si, Cl ș.a. substanțe minerale conținute în resturile vegetale, după descompunerea cărora sunt folosite din nou în nutriția plantelor.

Tabelul 2.6. Compoziția chimică a organismelor superioare și inferioare (după *L.N.Alexandrova*)

Organisme	În procente din masa uscată						
	Cenușa	Substanțe proteice	Hidrați de carbon		Lignină	Lipide, substanțe tanante	
			Celuloză	Hemiceluloză și alții			
Bacterii	2-10	40-70	-	-	0	1-40	
Alge	20-30	10-15	5-10	50-60	0	1-3	
Licheni	2-6	3-5	5-10	60-80	8-10	1-3	
Mușchi	3-10	5-10	15-25	30-60	0	5-10	
Ferigi	6-7	4-5	20-30	20-30	20-30	2-10	
Conifere:	lemn	0,1 -1	0,5-1	45-50	15-25	25-30	2-12
	frunze	2-5	3-8	15-25	15-20	20-30	5-15
Foiase:	lemn	0,1-1	0,5-1	40-50	20-30	20-25	5-15
	frunze	3-8	4-10	15-25	10-20	20-30	5-15
Ierburi perene:	graminee	5-10	5-12	25-40	20-35	15-20	2-10
	leguminoase	5-10	10-20	25-30	15-25	15-20	2-10

2.3.2. Biota solului.

Lumea animală din sol este variată și bine reprezentată numeric, putând servi conform unor cercetări din domeniul biologiei solului, ca indicator de diagnostic al formării acestuia.

Biota din sol (după *Likov A.M.*) are un rol important în accelerarea proceselor de humificare și mineralizare a resturilor vegetale, în structurarea solurilor, influențând totodată permeabilitatea și aerarea solului. În general, biota solului include animalele care își au mediul de viață în sol integral sau parțial (larvele). Numărul animalelor din sol variază foarte mult, în condiții ecologice diferite, ajungând la 500 milioane (*Bachelier, 1971*) în cazul protozoarelor.

Pentru clasificarea animalelor care alcătuiesc fauna solului sunt utilizate o serie de criterii, care i-au în calcul dimensiunile corpului, adaptarea la condițiile edafice, regimul de hrană.

După dimensiunile corpului animalele din sol se împart în (*Van der Drift, 1951; Dunger, 1964; Brauns și Bachelier, 1971, Prevost, 1990*):

- microfauna – <0,2 mm, protozoare, nematode, rizopode, care trăiesc în mediul lichid din interiorul agregatelor structurale;
- mezofauna – 0,2-8 mm, colebole, acarieni, enchitreide, miriapode mici, insecte mici și larvele lor, care trăiesc în porii din interiorul și dintre agregatele structurale;
- macrofauna – 8-80 mm, lumbricide (râme, viermi), moluște, isopode, miriapode, arahnide, insecte superioare (furnici, termite);
- megafauna – > 80 mm, vertebrate mici, inclusiv micromamifere, insecte mari (scorpioni), șerpi, crabi, broaște țestoase, rozătoare, bursuci, cârțițe, vulpi;

În raport cu adaptarea organismelor animale la viața în sol, distingem (*Ghiliarov, 1965*):

- ✓ organisme geobionte – acele animale pentru care solul reprezintă mediul de viață permanent: lumbricide, enchitreide, acarieni, collebole, miriapode;
- ✓ organisme geophile – reprezintă animalele care își petrec în sol numai o parte a vieții: stadiile larvare;
- ✓ organisme geoxene – reprezentate prin animale aflate în sol pentru iernare, adăpost sau refugiu temporar.

După regimul hranei pot fi separate următoarele grupe de animale (*Chiriță, 1974*):

- fitofage – se hrănesc cu părțile plantelor aflate în sol;
- zoofage – se hrănesc cu alte animale;
- necrofage – se hrănesc cu corpurile animalelor moarte;

- micofage – se hrănesc cu hife de ciuperci;
- saprofage – se hrănesc cu resturi vegetale aflate în descompunere;
- scatofage (coprofage) – se hrănesc cu excremente de animale.

Se constată de asemenea, adaptarea faunei din sol la condițiile diferite de umiditate (Varga, 1956):

- ✓ organisme higrobionte – se dezvoltă în apa capilară și cea legată;
- ✓ organisme higrofile – apar în condiții de umiditate ridicată;
- ✓ organisme mezofile – se dezvoltă în condiții de umiditate normală;
- ✓ organisme xerofile – preferă solurile uscate.

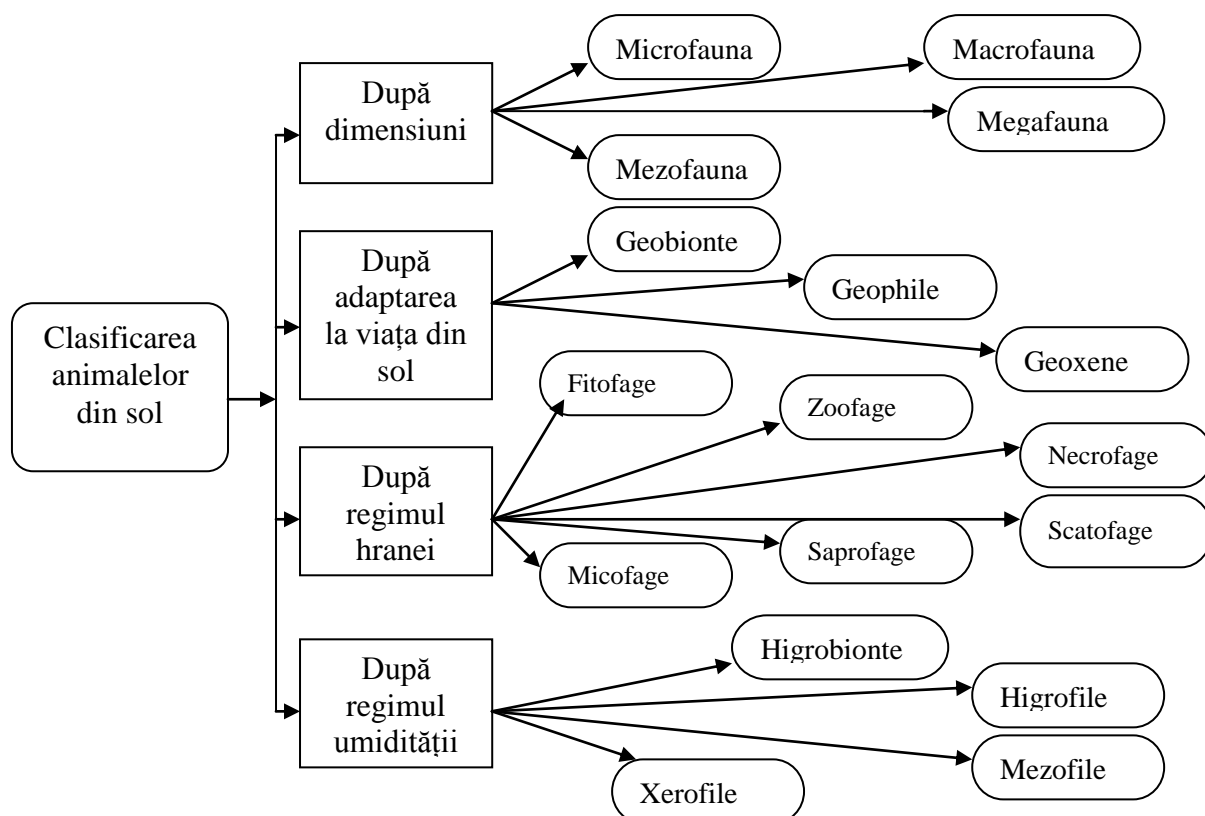


Fig. 2.4. Clasificarea animalelor din sol

În sol organismele animale sunt răspândite în funcție de proprietățile acestora, observându-se ca și în cazul microorganismelor, o microzonalitate.

Mai mult decât atât, unele animale din sol sunt deosebit de pretențioase la factorii ecologici, constituind chiar caracter de diagnostic pentru unele tipuri de sol și de orizonturi de sol.

În general, fauna solului se grupează în comunitățile care populează asociațiile de plante mici (*hiperedaphon*), comunitățile de pe suprafața solului (*epiedaphon*), cele care populează litiera și orizontul humifer (*hemiedaphon*) și cele din orizonturile minerale (*euedaphon*).

Din categoria algelor, specifice solului sunt cele albastre, cele verzi și diatomeele. Acestea reprezintă microorganisme adaptate la condiții ecologice foarte variate, ceea ce determină o largă răspândire a lor în soluri. Ele îndeplinesc roluri importante în procesul de fotosinteză și în fixarea azotului.

Bacteriile populează anumite soluri în număr foarte mare (miliarde/1g sol) și se împart în general, în două grupe:

- autotrofe – acționează asupra compușilor minerali folosind bioxidul de carbon din aer și energia prin oxidarea substanțelor anorganice;

- heterotrofe – acționează asupra compușilor organici folosind bioxidul de carbon și energia prin oxidarea substanțelor organice.

Bacteriile pot fi de asemenea, aerobe sau anaerobe și sunt specifice în general, solurilor formate sub vegetație ierboasă, cu o reacție slab acidă/slab alcalină. Au un rol important în procesul de fotosinteză și în transformarea resturilor vegetale.

Actinomicetele reprezintă o treaptă evolutivă intermediară între bacterii și ciuperci, fiind foarte prezente în solurile cu reacție neutră/alcalină și mai puțin în cele acide. Au o capacitate mai mare decât celelalte microorganisme de a descompune substanțe organice rezistente (lignine, celuloza).

Ciupercile sunt microorganisme heterotrofe și aerobe, care se dezvoltă în soluri cu reacție acidă, formate în general sub pădure, având de asemenea un rol important în transformarea resturilor vegetale.

Microorganismele din sol se diferențiază în sensul că unele sunt specifice fazei lichide a solului, iar altele celei solide a acestuia. Se constată de asemenea, o zonalitate a răspândirii acestora, determinată bioclimatic.

Totodată, la nivelul profilului de sol se evidențiază o microzonare a distribuției microorganismelor, generată de proprietățile fizico-chimice ale orizonturilor de sol. Multe microorganisme sunt corelate cu prezența anumitor neoformații, care își datorează originea tocmai activității acestora: neoformațiile fierului, manganului și sulfului.

2.3.3. Procesele transformării materiei organice din sol.

Resturile organice suferă în sol transformări complexe sub acțiunea microorganismelor, prin procese de descompunere și humificare.

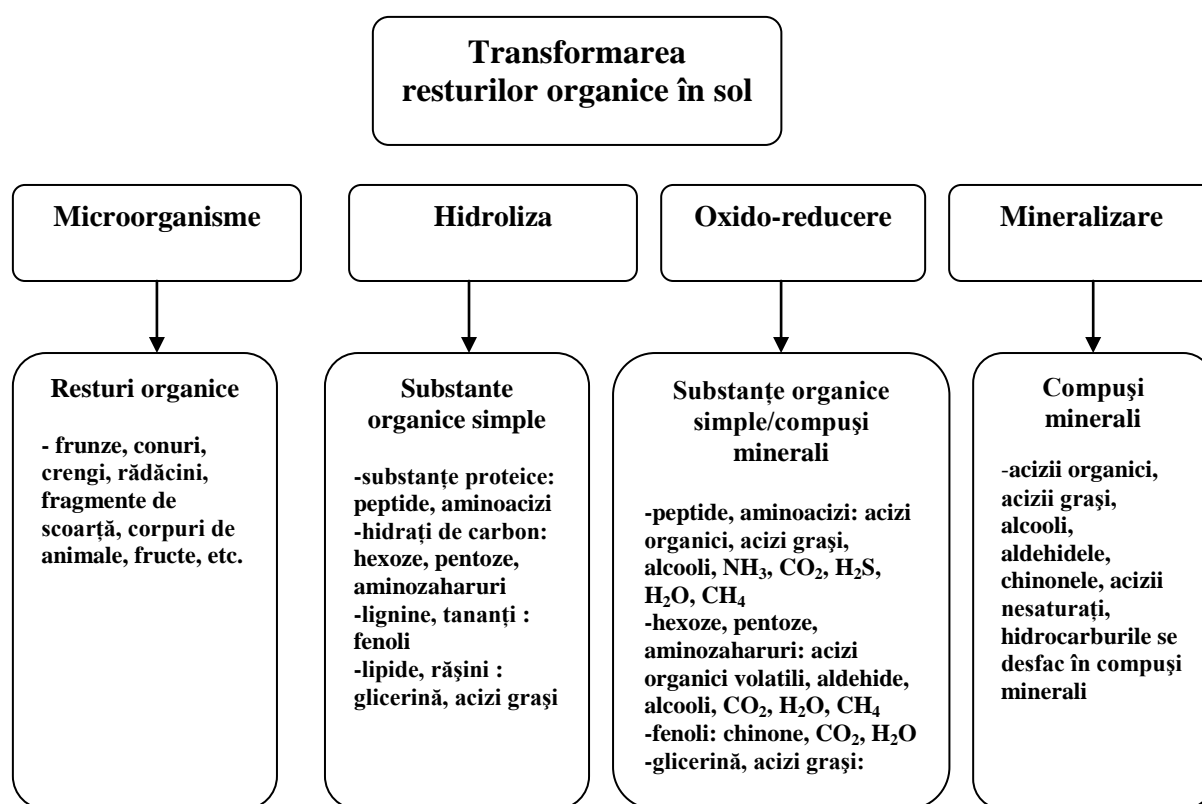


Fig. 2.5. Transformarea resturilor organice în sol

Prin descompunere, resturile organice se transformă în compuși mai simpli, la început tot de natură organică, iar apoi de natură minerală. La descompunerea resturilor organice pot fi separate trei etape: hidroliza, oxido-reducerea și mineralizarea totală.

Humificarea reprezintă procesul de formare în sol a substanțelor organice complexe, cunoscute sub denumirea de humus. Humusul reprezintă materia organică adânc transformată sau aflată în diferite stadii de transformare și care este alcătuită din acizii humici.

Acizii humici se formează pe seama produselor macromoleculare de descompunere a resturilor organice rezultate prin oxidarea biochimică. În continuare, produsele macromoleculare (polifenoli, aminoacizi) proveniți de la degradarea ligninei, substanțelor proteice, tananților, sau celulozei suferă reacții de condensare și polimerizare cu formare de chinone. În etapa următoare au loc noi condensări ale polifenolilor și chinonelor cu aminoacizii, rezultând compuși macromoleculari cu un număr mare de nuclee aromatice și îmbogățiți în carbon și azot, numiți acizi humici.

2.3.4. Formarea humusului.

Spre deosebire de mineralizare, în cadrul căreia resturile organice se descompun până la produși minerali, în procesul humificării se formează pe seama produșilor intermediari de descompunere, compuși macromoleculari care conțin azot, denumiți *acizi humici*. Acizii humici și compușii lor organo-minerali sunt mai rezistenți la acțiunea microorganismelor și se acumulează în sol formând materia organică specifică solului, cunoscută sub denumirea de *humus*. Acizii humici se formează pe seama produselor macromoleculare de descompunere a resturilor organice, ca urmare a oxidării biochimice lente a acestora. Reacțiile de oxidare care se petrec în prezența oxigenului din aer și a oxidazelor organismelor sunt catalizate de către componenții minerali ai solului și amoniac. Ele sunt însoțite de reacții de condensare și polimerizare reciprocă a produșilor macromoleculari rezultați din descompunere (*Alexandrova*).

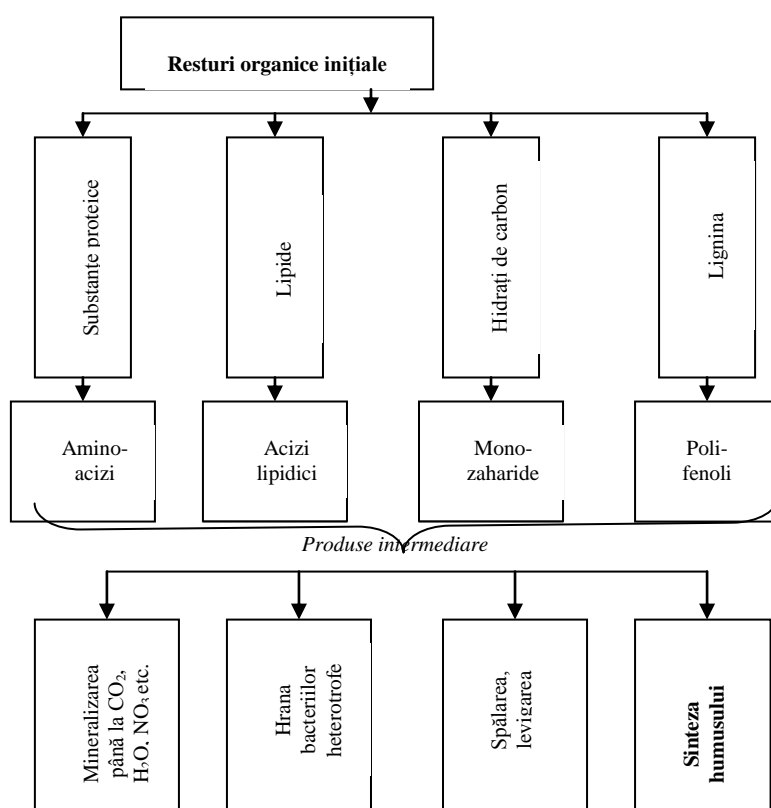


Fig. 2.6. Schema humificării

Dintre substanțele de descompunere a resturilor organice și care participă la sinteza acizilor humici sunt compușii aromatici de tipul polifenolilor rezultați din degradarea ligninei și aminoacizii proveniți din hidroliza substanțelor proteice.

În procesul humificării deosebim două etape:

- I etapă, are loc descompunerea (biodegradarea) resturilor organice inițiale sub acțiunea microorganismelor cu formarea produselor intermediare;
- II etapă, are loc sinteza substanțelor humice din produse intermediare (fig.2.6).

Lignina cuprinde ca element constitutiv un ciclu benzoic cu o catenă laterală de trei atomi de carbon. Ciclu benzoic poate avea sau nu hidroxil fenolic și una sau două grupări metoxile în dependență de tipul de plante. Prin polimerizare oxidativă enzimatică se formează lignină propriu-zisă sub formă de macromolecule tridimensionale (fig. 2.7).

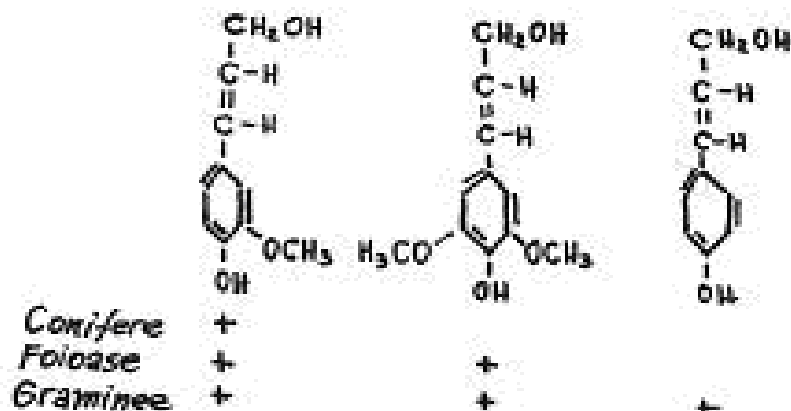
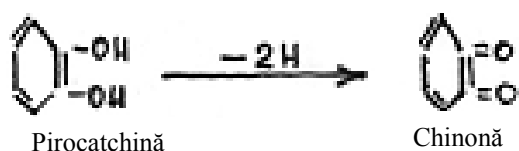


Fig. 2.7. Elementele constitutive ale ligninei (după V.Fleig citat de Gr. Obrejanu și Șt. Puiu, 1972)

Sub acțiunea actinomicetelor în mediu neutru, slab alcalin sau a ciupercilor în mediu acid, diferitele tipuri de lignine se descompun treptat dând naștere la diverși produși de degradare.

Prin oxidarea biochimică a produșilor de fragmentare a ligninelor se formează fenoli sau chinone. Potrivit ipotezei emise de Kononova, care a obținut acizi humici ca produse ale reacției dintre pirogalol și peptone în soluție, tipul de bază în sinteza substanțelor humice, îl constituie acțiunea reciprocă dintre polifenoli și aminoacizi în prezența fermenților oxidanți. În prima fază are loc o oxidare fermentativă a moleculei de polifenol cu formarea de chinone:



Chinonă rezultată, având un potențial oxidant, poate primi hidrogenul aminoacizilor ce rezultă din descompunerea substanțelor proteice, dând naștere la reacții de condensare după schema:



Odată cu reacțiile de condensare are loc reducerea unor molecule de chinone în polifenoli pe seama hidrogenilor desprinși din aminoacizi. În stadiile inițiale a humificării componenta aromatică provine din descompunerea substanțelor tanante, iar în stadiile mai avansate polifenolii rezultă din dezagregarea ligninei.

Produșii inițiali rezultați din condensarea polifenolilor, chinolelor cu aminoacizi sunt supuși în continuare unui proces de *policondensare*. Ca urmare a policondensării iau naștere substanțe macromoleculare, cu un număr mare de nuclei aromatici, îmbogățite treptat în carbon și azot care reprezintă *acizii humici*.

Prezența în macromolecula acizilor humici a diferitelor grupe funcționale permite declanșarea unor reacții cu partea minerală a solului ce au ca efect formarea de produși organominerali în care materia organică se descompune mult mai lent.

Factorii care influențează formarea humusului:

- temperatura solului (optimală 25-30⁰ C);
- umiditatea solului (optimală 60-80 % din capacitatea totală);
- condiții aerobe;
- reacția solului (neutră, pH = 7);
- textura solului;
- roca de solificare;
- prezența materiei inițiale pentru formarea humusului.

2.3.5. Compoziția humusului și proprietățile acizilor humici

Humus este complexul de compuși organici care se află în strânsă corelație cu partea minerală a solului.

Părțile componente a humusului sunt:

1. *substanțele nehumice*, denumite și substanțe nespecifice, constituie 10-15% din masa totală a humusului din sol și sunt reprezentate prin: substanțe de origine vegetală și animală inițiale, produse intermediare.
2. *substanțele humice* alcătuiesc partea principală și specifică a humusului, reprezentând circa 85-90 % din masa totală a lui. Substanțele humice cuprind:
 - grupa acizilor huminici și produșii lor organominerali;
 - grupa acizilor fulvici și produșii lor organominerali;
 - grupa acizilor hematomelane;
 - humine.

Acizii huminici sunt compuși macromoleculari care conțin azot, au o structură ciclică, sunt insolubili în apă și acizi, dar se solubilizează ușor în soluții alcaline au culoare închisă (neagră). Datorită prezenței în structura moleculară a grupelor funcționale carboxilice și fenolice, între acizii huminici și partea minerală a solului au loc reacții de schimb.

Acizii huminici fixați de partea minerală a solului pierd capacitatea de a trece în soluție la tratarea solului cu soluții alcaline. Având o capacitate de adsorbție ridicată și formând o serie de compuși organo-minerali insolubili în apă, favorizează acumularea în partea superioară a profilului de sol a elementelor nutritive. Acizii huminici proaspăt formați, saturați cu baze, în special cu calciu coagulează ireversibil, contribuind astfel la formarea agregatelor structurale hidrostabile.

Compoziția elementară (după V.A.Kovda, 1988):

C – 50-62 %; H – 2,8-6,6 %; O – 31-40 %; N – 2-6 %

Acizii huminici se formează, preponderent, din resturile organice, provenite din vegetația ierboasă. La interacțiunea cu partea minerală a solului acizii huminici formează compuși, denumiți *humați*, care îmbunătățesc structura și proprietățile solului.

Acizii fulvici sunt solubili în apă, acizi și soluții alcaline. În soluție, acizii fulvici au o culoare deschisă, care variază, în funcție de concentrație, de la galben-deschis până la portocaliu.

Compoziția elementară (după V.A.Kovda, 1988):

C – 41-46 %; H – 4-5 %; O – 40-48 %; N – 3-4 %

Datorită faptului că acizii fulvici au o reacție puternic acidă (pH = 2,6-2,8), exercită o puternică acțiune de alterare, permit mobilizarea și deplasarea în adâncime a diferitor componente ale solului. La interacțiunea cu partea minerală a solului acizii fulvici formează compuși, denumiți *fulvați*, care la fel favorizează alterarea părții minerale a solului și deplasarea elementelor nutritive

Acizii hematomelani și huminele sunt mai puțin studiate și prezintă complexe rezultate de la interacțiunea acizilor huminici, acizilor fulvici, părții minerale a solului și substanțelor nehumice.

Fertilitatea solului depinde nu numai de conținutul de humus în sol, dar și de gradul de saturare a complexului adsorbtiv cu Ca⁺⁺, care imprimă solului cele mai bune proprietăți fizice și chimice. Conținutul în acizi huminici este mai mare la solurile de stepă (la cernoziomuri) și mai mic

la cele de pădure. Valoarea raportului acizi huminici/acizi fulvici (AH/AF) crește de la solurile podzolice spre cernoziomuri, după cum se poate vedea din tabelul 2.7.

Tabelul 2.7. Conținutul în acizi huminici, acizi fulvici și raportul între acizi huminici și fulvici din orizontul arabil

Solul	% față de C total		Raportul AH/AF
	acizi huminici	acizi fulvici	
Podzol-înțelenite	19	32	0,6
Cenușii	22	26	0,8
Cernoziom argiloiluvial	32	21	1,4
Cernoziom tipic slab humifer	34	19	1,3
Cernoziom tipic moderat humifer	42	13	3,2

Solurile prezintă anumite raporturi C/N, care, într-o anumită măsură reflectă natura humusului și ca urmare servește la caracterizarea acestuia în legătură cu tipurile de sol. Alături de alte date, el dă indicații cu privire la bogăția solului în azot, principal element de nutriție a plantelor. Astfel, raportul C/N scăzut la cernoziomuri (10-12) arată bogăția acestora în azot în comparație cu solurile podzolice, la care raportul este mai ridicat (13-14).

Tipuri de humus:

- mull;
- moder;
- mor;
- turba.

Mullul este reprezentat prin materie organică bine humificată, transformată în întregime în acizi humici de către bacterii, intim amestecată cu partea minerală. Se formează în soluri bine aerisite cu activitate microbiologică activă, raportul C/N = 10, cel mai fertil tip de humus. Poate exista mull calcic și mull forestier, primul reprezentând cel mai fertil tip, are culoare închisă fiind alcătuit mai ales din acizi huminici și este saturat cu calciu. Cel de-al doilea apare în cazul solurilor sărace în calciu de sub vegetația forestieră, este mai deschis la culoare și este alcătuit mai ales din acizi fulvici. Poate exista și mull hidromorf.

Moderul este un humus intermediar între mull și mor, este alcătuit din materie organică humificată dar și din resturi organice în curs de transformare sau netransformate. Apare sub pădurile de rășinoase sau pajiști, în condiții de aerisire mai slabă, de climat mai răcoros și mai umed și cu o activitate microbiologică mai slabă. Raportul C/N este de 15-25, iar cel AH/AF <1. Moderul poate fi forestier, de pajiște, calcic sau hidromorf.

Morul sau humusul brut reprezintă materia organică slab transformată, neamestecată cu partea minerală, cu un procent scăzut de acizi huminici. Se formează sub acțiunea ciupercilor, în etajul molidului și cel subalpin și alpin cu condiții nefavorabile humificării: activitate microbiologică redusă, temperaturi scăzute, aciditate ridicată. Este acid și cu un conținut scăzut de azot, raportul C/N = 30-40.

Turba sau anmoorul este constituită din resturi organice care au evoluat în regim de exces de apă. Turba poate fi oligotrofă, formată într-un mediu saturat cu apă lipsită de săruri, sub vegetație de mușchi (*Sphagnum*), care este acidă și săracă în substanțe minerale sau eutrofă, formată într-un mediu saturat cu apă bogată în săruri sub vegetație de rogoz, sau mușchi (*Hypnum*), are reacție neutră și este bogată în elemente minerale.

Un tip aparte de humus este cel care apare la solurile halomorfe de tipul solonețului denumit humus alcalin.

2.3.6. Însemnătatea humusului

Acizii huminici și în special acizii fulvici au un rol deosebit în alterarea părții minerale a solului. Prin acțiunea lor asupra părții minerale a solului se formează săruri și compuși organominerali. În anumite condiții de mediu sărurile heteropolare rămân în stare de soluții adevărate sau soluții coloidale capabile să se deplaseze pe profilul solului. În caz de modificare a condițiilor de mediu

(modificarea reacției solului, a apariției în soluție a cationilor bazici bivalenți etc.) acești produși se depun. Toate aceste fenomene determină într-o mare măsură caracterul morfologic a profilului de sol.

Datorită capacității lor de schimb cationic, substanțele humice pot reține și feri astfel de spălare o serie de cationi (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+), pe care, tot prin schimb cationic, îi pot elibera și pune la dispoziția plantelor. Împreună cu argila, care are, de asemenea, această proprietate, humusul alcătuiește *complexul adsorbativ al solului* (CAS)

În prezența argilei, acizii huminici saturați cu cationi de calciu determină formarea structurii grăunțoase a solului. Prezența agregatelor cu mare stabilitate hidrică creează în sol un regim aerohidric favorabil dezvoltării normale a plantelor. Datorită capacității de a cimenta stabil particulele minerale în agregate structurale, humusul ameliorează proprietățile fizice a solurilor argiloase, micșorându-le coeziunea și mărindu-le în același timp permeabilitatea pentru aer și apă. Humusul mărește coeziunea solurilor nisipoase, le micșorează permeabilitatea pentru apă și mărește capacitatea de reținere a acestora. De asemenea, humusul influențează regimul termic al solului prin faptul că imprimându-i o culoare închisă contribuie la mărirea capacității calorice.

Sub aspectul nutriției plantelor, humusul reprezintă principala sursă de azot din sol și ale altor elemente de nutriție. Substanțele humice din sol exercită și o influență directă plantelor manifestând, în anumite condiții, o acțiune de stimulare a creșterii și dezvoltării plantelor.

2.4. PROPRIETĂȚILE CHIMICE ALE SOLULUI

2.4.1. Coloizii solului.

2.4.1.1. Noțiune de coloizi, provenirea lor.

2.4.1.2. Structura coloizilor.

2.4.1.3. Proprietățile coloizilor.

2.4.2. Procesul de adsorbție.

2.4.3. Reacția solului.

2.4.4. Importanța reacției solului.

2.4.5. Capacitatea de tamponare a solului.

2.4.6. Potențialul de oxido – reducere a solului (redox).

2.4.1. Coloizii solului

2.4.1.1. Noțiune de coloizi, provenirea lor

Coloizii sunt particule foarte mici, cu diametrul cuprins între 0,1 microni și 1milimicron (0,0001-0,000001 mm). În cazul solului, după părerea unor pedologi, limita superioară a particulelor coloidale este considerată până la 1-2 microni, adică în categoria coloizi este inclusă și fracțiunea argilă.

Coloizii se formează în urma fragmentării rocilor și mineralelor sau în urma condensării particulelor mai mici de 1 milimicron (molecule).

Particule coloidale cu apă formează soluții coloidale care nu difuzează printr-o membrană semipenetrabilă (pergament, membrană animală etc.) spre deosebire de soluții adevărate (moleculare).

Partea coloidală a solului este alcătuită din coloizi:

- minerali (argilă, hidroxizi sau oxizi hidratați de Fe și Si);
- organici (acizi humici);
- organo-minerali (argilo-huminele, alumo- și fero-humații).

Conținutul coloizilor din sol depinde de textura solului și conținutul humusului. Cele mai bogate în coloizi sunt solurile grele, humificate.

Coloizii solului trec în mediul de dispersie reprezentat prin soluția solului sub formă de particule cu o anumită alcătuire, cunoscute sub denumirea de micile coloidale.

2.4.1.2. Structura coloizilor

Micela coloidală este alcătuită dintr-un nucleu înconjurat de diferiți ioni sub formă de strate (fig.2.8)

Nucleul este format dintr-o moleculă sau dintr-un agregat de molecule.

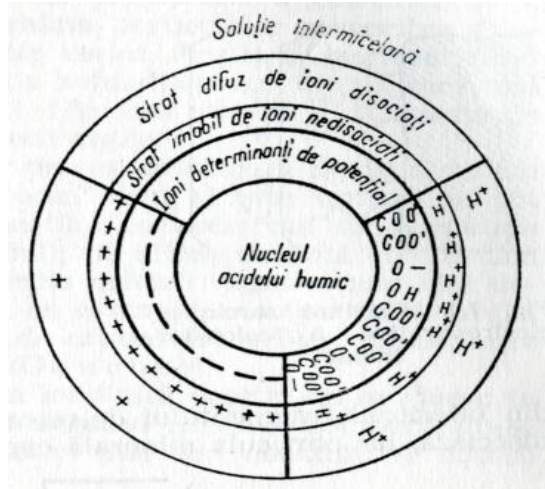


Fig. 2.8. Schema structurii micelii coloidale cu sarcină negativă (după N.I.Gorbunov)

La suprafața nucleului se găsește un strat de ioni denumit strat intern determinat de potențial; dacă ionii din acest strat sunt pozitivi coloidul este electropozitiv (acidoid), iar dacă sunt

negativi coloidul este electronegativ (bazoid). Coloizii care sunt capabili să modifice sarcina se numesc amfolitoide.

În continuarea stratului intern se găsesc alți ioni de semn contrar celor precedenți, denumiți din această cauză ioni compensatori. Acestea sunt dispuși astfel încât formează două strate succesive, diferite în ceea ce privește densitatea și mobilitatea ionilor respectivi. Primul este alcătuit din ioni dispuși dens, puternic legați și practic immobili, denumit strat dens de ioni. Următorul strat format din ioni dispuși difuz, slab legați și mobili, denumit strat difuz de ioni sau strat adsorbit.

2.4.1.3. Proprietățile coloizilor

La proprietățile principale a coloizilor se referă:

- ◆ reținerea (adsorbția) și schimbul de cationi;
- ◆ peptizarea și coagularea.

Principalii coloizi din sol (argila și humusul) sunt coloizi electronegativi. Particulele respective, având sarcina negativă sunt înconjurate cu ioni de semn contrar, adică ioni pozitivi (cationi) atrași din mediul de dispersie (soluția solului), care formează stratul dens și difuz de cationi. Această proprietate a coloizilor de a atrage din soluție și a reține la suprafața particulelor respective diferiți ioni poartă denumirea de adsorbție ionică. Totalitatea particulelor din sol care posedă proprietăți coloidale poartă denumirea de complex adsorbțiv al solului (CAS).

Nucleul împreună cu stratul intern de ioni (stratul determinat de potențial) posedă sarcina electrică pozitivă sau negativă, adică are față de lichidul intermicelar (electric neutru) un anumit potențial electric care a fost denumit potențial termodinamic.

Nucleul împreună cu stratul intern și cu stratul dens de contraioni prezintă un potențial electric, denumit potențial electrocinetic sau zeta.

Coloizii solului, având aceeași sarcină (predominant negativă) în soluție se resping, adică se află în stare dispersă denumită stare de zol. Dacă în soluție se află ioni cu sarcina pozitivă (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} etc.) ei provoacă unirea mai multor particule coloidale la un loc, formându-se agregate de particule coloidale, care se depun. Această stare a coloizilor se numește stare de gel.

Transformarea coloizilor din stare de zol în stare de gel se numește coagulare (închegare), dar din stare de gel în stare de zol – peptizarea.



Cationi de Ca^{2+} și Mg^{2+} , Fe^{3+} (polivalenți) provoacă coagulare ireversibilă (peptizare), adică agregatele formate nu se mai desfac în solizii, din care au provenit.

Cationii de Na^+ , K^+ , H^+ provoacă coagularea reversibilă (floculare).

Coloizii în stare de coagulare ireversibilă prezintă stabilitate, nu pot fi levigați în adâncime, leagă particulele de sol în agregate structurale, adică au un rol pozitiv.

2.4.2. Procesul de adsorbție

Capacitatea de adsorbție a solului – este însușirea solului de a adsorbi și de a reține substanțe în formă de ioni, molecule și particule întregi, care circulă împreună cu apa și aerul în sol și care contactează cu faza lui solidă. În funcție de starea în care se află substanțele și de partea constitutivă a solului care participă la adsorbție, *K.K.Gedroij* a stabilit cinci tipuri de capacitate adsorbțivă a solului:

- a) mecanică;
- b) biologică;
- c) chimică;
- d) fizică (moleculară);
- e) fizico – chimică (de schimb).

Capacitatea de adsorbție mecanică a solului constă în reținerea de către sol a particulelor suspendate în apă în procesul filtrării ei prin sol. Acest fenomen poate fi condiționat de diametrul redus al porilor solului în raport cu diametrul particulelor din suspensie, de deformarea și curbarea porilor și de sarcina electrică opusă a particulelor suspendate și a suprafeței particulelor, care formează pereții porilor și, ca rezultat are loc o atracție reciprocă și prin urmare, o reținere a particulelor suspendate.

Capacitatea de reținere mecanică a solului poate fi observată în procesul următoarei experiențe simple:

- se toarnă din păhăruț câte o jumătate de porțiune de suspensie tulbure pe o pâlnie cu sol și pe alta cu pietriș și nisip, se determină și se notează natura lichidului, care se scurge din ele.

Capacitatea de reținere biologică constă în reținerea substanțelor nutritive sub formă de substanțe organice. Sub acțiunea organismelor vii substanțele minerale, în general, solubile și supuse levigării sunt trecute sub formă de substanțe organice insolubile care se rețin în sol. Prezintă un rol deosebit de mare în reținerea azotului.

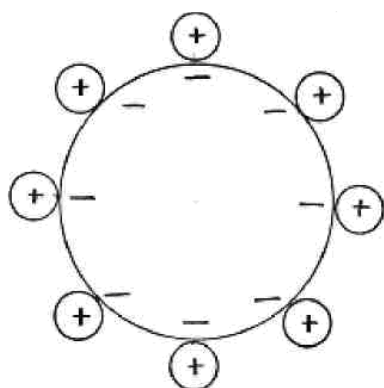
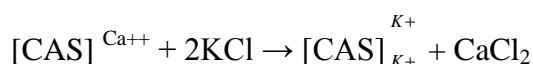
Capacitatea de adsorbție chimică – constă în interacțiunea dintre diferite substanțe chimice în sol cu formarea sărurilor insolubile, greu accesibile sau neaccesibile pentru plante.

De exemplu: $3\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{K}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{KNO}_3$

Capacitatea de adsorbție fizică sau adsorbție moleculară – este însușirea, mai ales a părții coloidale a solului, de a reține din soluție molecule întregi de gaze, apă și substanțe dizolvate în ea (mărirea concentrației moleculelor a diferitor substanțe pe suprafața coloizilor din contul energiei libere).

Acest fenomen se produce la hotarul de tranziție dintre faza dispersă și cea dispersantă și este condiționat de excesul de energie moleculară din stratul superior al fazei disperse. În acest timp de reținere moleculele gazelor de apă și ale electroliților nu intră în relații chimice cu coloizii, de aceea ele sunt reținute numai pe cale fizică. Adsorbția moleculară are două forme: pozitivă și negativă. La substanțele cu adsorbția pozitivă se referă moleculele vaporilor de apă, amoniac, compuși organici, iar la cele cu adsorbție negativă – clorurile, nitrați ș.a. Aceste proprietăți sunt necesare să fie luate în considerație în timpul tratării solului cu îngrășăminte.

Capacitatea de reținere fizico-chimică (de schimb) – este însușirea particulelor coloidale (CAS) din sol de a adsorbi și reține cationi (sau anioni) din soluția înconjurătoare în schimb pe cantitatea echivalentă a cationilor (sau anionilor) din complexul coloidal.



Principali coloizi din sol (argila și humusul) au sarcini electrice negative și atrag (rețin sau adsorb) din soluția solului diverși cationi (ioni pozitivi) cum sunt: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ ; H^+ ; (figura 2.9). Cationii adsorbiți pot trece din nou în soluție, prin schimb cationic.

Fig. 2.9. Schema adsorbției cationilor la suprafața particulelor coloidale.

Studierea fenomenelor de adsorbție cationică a scos în evidență faptul că schimbul cationic se petrece după anumite reguli sau legi:

- legea echivalenței;
- legea reversibilității;
- legea echilibrului;
- legea energiei de adsorbție.

La diferite soluri capacitatea de schimb diferă și depinde de capacitatea totală de schimb cationic.

Capacitatea totală de schimb cationic (E) - totalitatea cationilor adsorbțivi în complexul adsorbțiv al solului, care se exprimă în *me la 100 g sol uscat*.

Capacitatea totală de schimb cationic se determină după formula:

$E = S + H$, unde:

S - suma cationilor bazici de Ca^{2+} și Mg^{2+}

H - hidrogenul adsorbit.

Capacitatea totală de schimb cationic la cernoziomuri alcătuiește 50-70 me la 100 g sol uscat, la soluri ușoare – 5-10 me la 100 g sol uscat,

Gradul de saturație cu baze este proporția în care complexul coloidal al solului (CAS) este saturat cu cationi bazici. Se notează cu V și se exprimă în procente:

$$V = \frac{S}{S + H} \cdot 100 \%$$

După gradul de saturație cu baze solurile au fost împărțite așa cum se arată în tabelul 2.8.

Tabelul 2.8. Împărțirea solurilor în funcție de valorile gradului de saturație cu baze (după N. Florea, 1968)

V, %	Soluri
< 15	Practic complet nesaturate
15-30	Puternic nesaturate
30-50	Moderat nesaturate
50-75	Moderat saturate
75-90	Puternic saturate
> 90	Practic complet saturate

Gradul de saturație cu baze la cernoziomuri alcătuiește 80-95 %, la solurile cenușii – 60-80%.

Importanța adsorbției cationice este deosebită pentru următoarele motive:

- datorită ei, cationii nutritivi sunt feriți într-o oarecare măsură, de spălare, pe de altă parte ei putând fi trecuți treptat în soluția solului;
- prin reținerea și schimbul de cationi, complexul coloidal joacă rolul de regulator al compoziției și concentrației soluției solului;
- complexul coloidal și cationii adsorbiți influențează proprietățile fizico-chimice ale solului. Cu cât complexul este mai saturat cu Ca, cu atât proprietățile fizico-chimice ale solului sunt mai favorabile creșterii plantelor, calciul contribuind la formarea unei structuri stabile, determină o reacție aproape neutră, asigură condiții foarte bune pentru activitatea microbiologică. Creșterea proporției de hidrogen adsorbit are o influență negativă, reacția solului devine acidă, are loc mobilizarea unor cantități de aluminiu care depășesc limita de toleranță a plantelor, scade activitatea microbiologică. Foarte nefavorabilă este acțiunea sodiului adsorbit în cantități prea mari, care favorizează lipsa de structură a solului și o reacție foarte puternic alcalină;
- cunoașterea fenomenelor de adsorbție cationică ajută la folosirea rațională a amendamentelor și a îngrășămintelor.

Solurile au proprietatea de a reține nu numai cationi, dar și anioni dat fiind faptului că hidroxizi de aluminiu și de fier au caracter amfoter și pot adsorbi atât cationi cât și anioni. Reținerea anionilor prezintă o deosebită importanță în legătură cu reținerea fosforului din sol (*chemosorbție*).

2.4.3. Reacția solului

Prin reacția solului se înțelege gradul lui de aciditate sau alcalinitate. La temperatura $+22^{\circ}C$ apa disociază ($H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$) în cantitate 10^{-7} g mol la 1 litru H_2O .

Concentrația H^+ și OH^- la temperatura $22^{\circ}C$ este egală

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ g ion/l}$$

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-7} \text{ g ion/l} \cdot 10^{-7} \text{ g ion/l} = 10^{-14} \text{ g ion/l} - \text{constanta.}$$

Reacția solului este determinată de raportul dintre ionii de hidrogen H^+ și hidroxil OH^- aflați în soluția de sol. Când în soluție predomină ioni de H^+ , reacția este acidă ($pH < 7$), când predomină ioni OH^- reacția este alcalină ($pH > 7$), iar când și unii și ceilalți sunt în aceeași proporție, reacția este

neutră (pH=7). Obișnuit se folosește expresia de reacție a solului, înțelegându-se prin aceasta reacția soluției din sol.

Pentru a determina reacția solului este de ajuns să cunoaștem sau concentrația ionilor H⁺, sau ionilor OH⁻. De exemplu, dacă se știe că [H⁺] = 10⁻⁴ g·ion/l, rezultă că [OH⁻] = 10⁻¹⁰ g·ion/l, adică: [H⁺] > [OH⁻] și reacția este acidă.

În practică pedologii exprimă reacția solului prin concentrația ionilor H⁺. Pentru a exclude cifrele mici se folosește logaritmul zecimal (lg).

De exemplu, concentrația [H⁺] = 10⁻⁴ poate fi exprimată lg-4, sau -lg4. Logaritmul zecimal negativ se înlocuiește cu simbolul pH (pondus Hydrogeni, Sørensen, 1909).

Simbolul pH este logaritmul zecimal negativ al concentrației ionilor de H⁺.

Dacă: pH < 7 – reacția este acidă;

pH = 7 – neutră; 0

pH > 7 – alcalină.

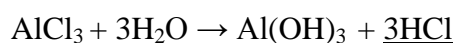
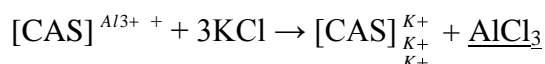
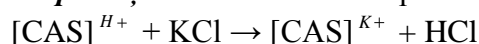
Teoretic valoarea pH-ului variază în limitele 0-14. În realitate, referitor la soluri, valoarea pH-ului variază în limitele 3-11.

Aciditatea solului are loc, când în CAS se găsesc adsorbiți mai mulți ioni de H⁺ și mai puțini de ioni bazici (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺). Se distinge aciditatea *actuală* și *potențială*.

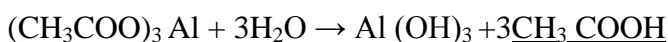
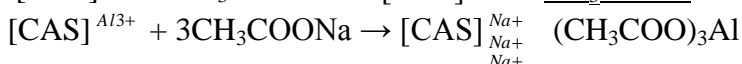
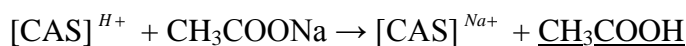
Aciditatea actuală – este aciditatea soluției solului, care conține acizi sau compuși minerali, organici, organo-minerali cu caracter acid.

Aciditatea potențială – este aciditatea fazei solide (CAS), care conține H⁺ sau Al³⁺ adsorbit. Se deosebește aciditatea potențială de *schimb* și *hidrolitică*.

Aciditatea potențială de schimb - se pune în evidență prin tratarea solului cu o sare neutră:

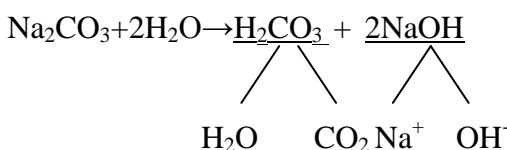


Aciditatea potențială hidrolitică - se pune în evidență prin tratarea solului cu o sare hidrolitic alcalină:

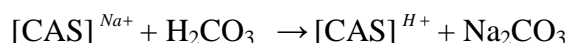


Alcalinitatea solului poate fi actuală și potențială.

Alcalinitatea actuală are loc, dacă soluția solului conține componenții cu caracter bazic (sărurile provenite din neutralizarea acizilor slabi cu baze puternice).



Alcalinitatea potențială are loc, dacă faza solidă a solului (CAS) conține cationul de Na⁺:



2.4.4. Importanța reacției solului

Reacția solului prezintă o deosebită însemnătate atât pentru caracterizarea, în general, a solurilor cât și pentru practica agricolă.

Valorile pH constituie indici importanți pentru caracterizarea solurilor. În funcție de reacția exprimată prin pH, solurile se împart așa după cum se arată în tabelul 2.9.

Tabelul 2.9. Împărțirea solurilor după mărimea valorilor pH (după Gr. Obrejanu, 1972)

Intervalul de pH	Definirea solurilor după reacție
< 4,5	Soluri foarte puternic acide
4,5-5,5	Soluri puternic acide
5,5-6,0	Soluri acide
6,0-6,8	Soluri slab acide
6,8-7,2	Soluri neutre
7,2-7,8	Soluri slab alcaline
7,8-8,5	Soluri alcaline
> 8,5	Soluri puternic alcaline

Reacția exercită o mare influență asupra activității și abundenței în sol a diferitelor grupe de microorganisme. În solurile cu pH sub 6 și peste 8-8,5 este stânjenită activitatea microorganismelor folositoare.

Cerințele unor plante cultivate față de reacția solului sunt prezentate în tabelul 2.10. Din tabel se poate observa că majoritatea plantelor de cultură cer reacții de la slab acide până la alcaline. Unele plante cultivate pot suporta sau chiar preferă reacții acide (cartoful), iar altele pot suporta reacții puternic alcaline (pH în jur de 9). Reacțiile prea acide sau prea alcaline influențează negativ creșterea plantelor atât direct cât și indirect prin procesul pe care le determină în sol. Reacția acidă a solului influențează negativ asupra vieții plantelor prin modificarea reacției sucului celulelor și a mersului proceselor biochimice.

Tabelul 2.10. Cerințele plantelor față de reacția solului (după N.S.Avdonin)

Planta	Intervalul optim de pH	Planta	Intervalul optim de pH
Hrișca	4,7-7,5	Măzăricea	5,7-7,5
Lupinul	4,5-6,0	Grâu de primăvară	6,0-7,5
Ovăzul	5,0-7,7	Grâu de toamnă	6,3-7,6
Cartoful	5,0-5,5	Orzul	6,8-7,5
Seradella	5,4-6,5	Porumbul	6,0-7,0
Secara	5,5-7,5	Mazărea	6,9-7,0
Meiul	5,5-7,5	Fasolea	6,4-7,1
Inul	5,9-6,5	Soia	6,5-7,1
Morcovul	5,5-7,0	Sfecla de nutreț	6,1-7,5
Floarea soarelui	6,0-6,8	Ceapa	6,4-7,9
Trifoiul	6,0-7,0	Sfecla de zahăr	7,0-7,5
Varza	6,7-7,4	Lucerna	7,0-8,0
Tomatele	6,3-6,7	Salata	6,0-6,5
Castravetele	6,4-7,9		

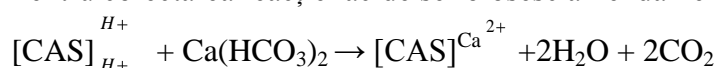
Solurile acide sunt sărace sau uneori practic lipsite de calciu, element important pentru viața plantelor. De asemenea, solurile acide sunt sărace sau lipsite de unele microelemente (B, Mo, Co etc.) atât ca urmare a levigării intense cât și a blocării lor datorită reacției acide. Reacția prea acidă a solurilor influențează negativ creșterea și dezvoltarea plantelor și prin faptul că provoacă apariția în soluția solului a unor cantități de fier, aluminiu și mangan care, depășind limita de toleranță a plantelor, devin toxice. Reacția prea acidă a solurilor influențează negativ și aprovizionarea cu fosfor a plantelor. La solurile cu pH<5, de obicei, fosforul trece sub formă de fosfați de fier și aluminiu, practic insolubili. Solurile acide au și proprietăți fizice puțin favorabile: structura slab formată sau deteriorată, porozitatea redusă, permeabilitatea mică etc. Prin urmare, solurile acide cu proprietăți fizice, chimice și biologice puțin favorabile, sunt slab fertile.

Influență negativă exercită, de asemenea, și reacția puternic alcalină (pH> 8,5). Carbonatul de sodiu atacă țesuturile rădăcinilor plantelor, le arde, împiedică pătrunderea în plantă a elementelor de nutriție și a apei. Concentrația mare în soluția solului a cationilor sărurilor solubile face ca acestea să pătrundă în plantă cu precădere în detrimentul elementelor de nutriție. Din aceeași cauză,

soluția solului capătă o presiune osmotică mare care o depășește pe aceea de sugere a rădăcinilor. Ca urmare, solul poate să aibă o umiditate excesivă și totuși apa nu poate pătrunde în plantă (așa numitul fenomen de secetă fiziologică). Solurile cu reacție puternic alcalină, datorită sodiului au și proprietăți fizice nefavorabile: sunt lipsite de structură, au o porozitate mică, practic sunt impermeabile etc. Aceste soluri prezintă proprietăți fizice, chimice și biologice mai nefavorabile decât solurile acide; ca urmare, practic, sunt nefertile.

Cunoașterea reacției și a fenomenelor legate de ea este necesară atât pentru folosirea rațională a solurilor cât și pentru fixarea metodelor de îmbunătățire a lor. Pentru corectarea reacției solului se folosesc *amendamentele*.

Pentru corectarea reacției acide se folosesc amendamentele calcaroase:



Prin calcarizare are loc nu numai corectarea reacției, dar și îmbunătățirea, în general, a proprietăților fizice, chimice și biologice.

Corectarea reacției puternic alcaline este mult mai complicată. Ea presupune:

- amendarea solului cu gips: $[\text{CAS}]_{\text{Na}^+}^{\text{Na}^+} + \text{CaSO}_4 \rightarrow [\text{CAS}]_{\text{Ca}^{2+}}^{\text{Ca}^{2+}} + \text{Na}_2\text{SO}_4$;
- efectuarea de spălări prin irigare pentru îndepărtarea sărurilor solubile;
- drenări pentru adâncirea apelor freatice salinizate.

Măsurile complexe duc nu numai la corectarea reacției solului, dar și la îmbunătățirea proprietăților lor fizice, chimice și biologice. Reacția ajută la caracterizarea solului și la fixarea unor metode de îmbunătățire a solului în scopul ridicării producției agricole.

2.4.5. Capacitatea de tamponare a solului.

Capacitatea de tamponare a solului – proprietatea lui de a se opune modificării evidente a pH-ului. Cel mai important rol de tamponare în sol îl joacă complexul coloidal (CAS). Puterea de tamponare este foarte slabă la solurile nisipoase sărace în humus și crește odată cu mărirea conținutului în sol a argilei și humusului.

Capacitatea de tamponare pentru acizi și baze este caracteristică solurilor, al căror complex coloidal (CAS) este saturat și cu cationi bazici (Ca^{2+} , Mg^{2+}) și cu cationi de H^+ . Dacă solul are complexul saturat în întregime cu cationi bazici, are capacitate de tamponare numai pentru acizi (soluri de stepă). Din contra, dacă solul are complexul saturat în cea mai mare parte cu cationi de H^+ , prezintă capacitatea de tamponare numai pentru baze (soluri podzolice).

Capacitatea de tamponare constituie rezultatul reacției solului. Faptul că la unul și același sol, datorită capacității de tamponare, pH-ul nu se poate modifica prea mult și în intervale scurte de timp prezintă o importanță deosebită în legătură cu activitatea microorganismelor și creșterea plantelor, fiindcă ele pot cu timpul adapta la anumite reacții, nu suportă variațiile mari și bruște de pH.

Capacitatea de tamponare a solului depinde de o serie de factori:

- cantitatea coloizilor din sol*, capacitatea de tamponare fiind cu atât mai mare cu cât în sol se găsesc mai mulți coloizi organici, minerali, organo-minerali. Solurile nisipoase sunt sărace în coloizi minerali, de aceea au capacitate scăzută de tamponare;

- sortimentul coloizilor din sol*, capacitatea de tamponare crescând odată cu creșterea conținutului de humus și a argilei montmorillonitice;

- natura cationilor schimbabili*: prezența în proporție mare a cationilor Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ și K^+ în complexul adsorbativ determină o capacitate mare de tamponare în domeniul acid, pe când prezența în proporție mare a ionilor de H^+ sau de Al^{3+} în complexul adsorbativ, influențează pozitiv capacitatea de tamponare în domeniul alcalin.

Capacitatea de tamponare a solului dă indicații asupra felului amendamentelor ce se aplică în vederea corectării reacției. Dozele de amendamente sunt mai ridicate în cazul solurilor cu capacitate de tamponare mare și invers.

Cunoașterea capacității de tamponare servește și în tehnica de încorporare a îngrășămintelor chimice. Astfel, pe solurile care nu au capacitate de tamponare pentru acizi nu se recomandă

încorporarea îngrășămintelor cu reacție acidă, pe când pe solurile lipsite de capacitate de tamponare pentru baze trebuie evitată folosirea îngrășămintelor cu reacție alcalină. În ceea ce privește dozele, pe solurile cu capacitate de tamponare redusă (soluri nisipoase și sărace în humus) se recomandă doze mici și la intervale scurte, în timp ce pe solurile cu capacitate mare de tamponare (soluri argiloase și bogate în humus) se pot folosi doze mari și la intervale de timp mai lungi.

2.4.6. Potențialul de oxido – reducere a solului (redox).

În sol, în afară de hidrogen sub formă de ioni (H^+), se poate găsi în cantitate mai mare sau mai mică și hidrogen molecular (H_2). În timp ce concentrația în ioni de H determină reacția solului respectiv exprimată prin pH, presiunea hidrogenului molecular (H_2) influențează asupra condițiilor de reducere din sol. Cu cât presiunea (P) hidrogenului molecular este mai mare, cu atât potențialul de reducere a solului este mai ridicat. Prin analogie cu pH care reprezintă logaritmul zecimal negativ concentrației ionilor de H, s-a convenit ca presiunea hidrogenului molecular să se exprime tot prin logaritm, notat cu rH_2 :

$$rH_2 = \log \frac{1}{P}$$

De fapt, cum s-a arătat mai sus, pH-ul, determinat de concentrația ionilor de H exprimă echilibrul dintre concentrația ionilor de H și OH, adică raportul dintre concentrația ionilor de H și OH, adică raportul dintre substanțele acide și bazice din sol. În mod asemănător se prezintă și problema rH -ului. În timp ce noțiunea de aciditate implică și pe cea de bazicitate, iar concentrația ionilor de H este invers proporțională cu cea a ionilor OH, noțiunea de reducere implică și pe cea de oxidare, iar presiunea hidrogenului molecular este invers proporțională cu cea a oxigenului molecular. Prin urmare rH_2 -ul exprimă potențialul oxido – reducător al solului determinat de echilibrul ce se stabilește dintre substanțele oxidante și cele reducătoare. În sol au loc atât procese de oxidare cât și de reducere. Intensitatea acestor procese depinde de condițiile de aerare a solului, care, la rândul lor, sunt în funcție de numeroși factori (gradul de umezire, textură, structură, conținutul de humus, activitate microbiană etc.). De exemplu, procesele de oxidare sunt favorizate în cazul solurilor ușoare și puțin umede, în timp ce pe solurile grele și cu exces de umiditate predomină procesele de reducere.

Teoretic rH_2 -ul variază între 0 (când presiunea de hidrogen molecular este egală cu presiunea atmosferică), care arată condiții maxime de reducere, și 40, care arată condiții minime de reducere și maxime de oxidare. Situația de echilibru între presiunea de O_2 și H_2 corespunde la $rH_2 = 27$. La soluri rH -ul variază obișnuit între 10 și 30, valorile maxime sunt caracteristice solurilor bine aerate, iar valorile minime – solurilor în care predomină procesele anaerobice (soluri gleice, hidromorfe). Este necesar de menționat că rH_2 -ul este supus unei variații sezoniere, lipsită de importanță pentru solurile bine aerate, dar semnificativă pentru cele hidromorfe.

Cercetările au arătat că între potențialul redox, exprimat prin rH_2 și creșterea plantelor există o strânsă legătură. Condiții optime din acest punct de vedere găsesc plantele de cultură pe solurile cu potențial redox mijlociu, mai puțin bune pe solurile cu potențial redox scăzut.

Corelația dintre presiunea hidrogenului molecular (rH_2) și reacția solului (pH) se determină după ecuația (după Klark).

$$rH_2 = \frac{Eh}{29} + 2pH, \text{ unde:}$$

Eh - este potențialul de oxido + reducere, exprimat în milivolți (după Peters):

$$Eh = 0,029 \lg \frac{f_{+}}{f_{-}}$$

La cernoziomuri Eh alcătuiește 400 – 600 mV, la soluri podzolice – 550-750 mV, la soluri gleice – până la 200 mV.

Condiții optime de nitrificație se creează la Eh = 350-500mV.

2.5. STRUCTURA SOLULUI

2.5.1. Principalele tipuri de structură.

2.5.2. Formarea structurii.

2.5.3. Degradarea și refacerea structurii.

2.5.1 Principalele tipuri de structură

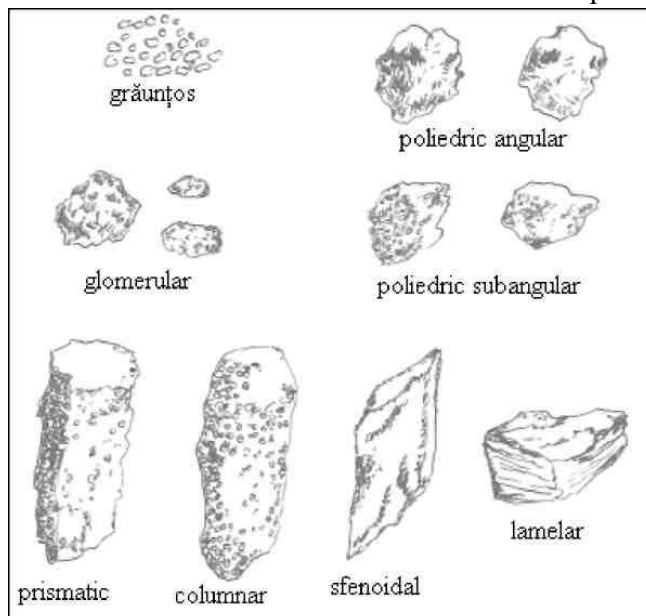
Particulele elementare ce compun faza solidă a solului se găsesc, de obicei, grupate în fragmente sau agregate de diferite forme și dimensiuni. Proprietatea solului de a avea masa sa alcătuită din fragmente sau agregate poartă denumirea de **structură**.

Prin urmare, în timp ce textura se definește prin mărimea și proporția diferitor particule elementare ce intră în alcătuirea solului, structura se referă la gruparea acestora în fragmente sau agregate.

Tipul morfologic de structură se stabilește după forma, mărimea, caracterele suprafețelor și muchiilor elementelor structurale. Cea mai utilizată clasificare a structurii solului a fost elaborată și fundamentată de clasificarea americană în „Soil Taxonomy”.

Principalele tipuri de structură care se găsesc în orizonturile pedogenetice ale solurilor structurate din țara noastră sunt: *glomerulară, granulară, poliedrică, angulară, subangulară, sfenoidală, prismatică, columnoidă, columnară, foioasă* (figura 2.10)

Structura granulară și glomerulară se caracterizează prin dispunerea particulelor minerale în glomerule sferice, poroase, ușor friabile în microagregatele din care sunt formate. Orizonturile pedogenetice care au structură glomerulară sau granulară sunt foarte afânate până la slab afânate iar elementele structurale sunt separate între ele prin goluri sau puncte de contact. Solul



cu structură glomerulară prezintă o bună porozitate capilară și necapilară care permite pătrunderea cu ușurință a rădăcinilor plantelor (N. Bucur, Gh. Lixandru, 1997).

Fig. 2.10. Tipuri de structură (după Soil Survey Manual)

Structura poliedrică angulară este caracterizată printr-o așezare îndesată a elementelor structurale, care sunt egal dezvoltate pe cele trei direcții ale spațiului. Fețele elementelor structurale au aspect neregulat, sunt mărginite de muchii evidente și se îmbină între ele. Solurile care prezintă acest tip de structură sunt slab până la puternic tasate.

Structura poliedric subangulară se caracterizează prin prezența muchiilor rotunjite ale elementelor structurale și printr-o așezare mai afânată. Orizonturile pedogenetice care posedă un astfel de structură sunt slab afânate până la slab tasate (Harach, 1991, citat de F. Filipov, 2003).

Structura prismatică prezintă elemente structurale alungite, orientate vertical, cu fețe plane și cu muchii fine și bine conturate. Structura prismatică este caracteristică orizonturilor mijlocii ale solurilor hidromorfe, halomorfe și stratului hardpanic (C. Teșu, 1993). În orizonturile superioare această structură se modifică în timp, devenind poliedrică sau angulară.

Structura columnară se deosebește de cea prismatică prin prezența elementelor structurale rotunjite la partea superioară. Este caracteristică solurilor halomorfe (solonețurilor).

Structura columnoid-prismatică este caracterizată de prezența elementelor structurale cu muchii rotunjite și fețe curbate.

Structura foioasă (plată) prezintă elemente structurale cu orientare orizontală, cu dimensiunile verticale mai mici decât cele orizontale. Fețele elementelor structurale sunt plane sau curbate și se lipesc între ele. Tipul respectiv de structură se întâlnește în cazul orizonturilor eluviale, la solurile băătorite datorită pășunatului nerațional și în orizonturile superioare ale solurilor ocupate de ape.

Structura loessică (loessoidică) este caracteristică orizonturilor A/C și C formate pe loess sau roci loessoidizate cu compoziție mecanică echilibrată și cu fracțiunile granulometrice prezente în părți aproximativ egale, cu carbonatul de calciu uniform răspândit în masa rocii (*N.Bucur* citat de *Filipov*, 2003). La uscarea solului în contact cu aerul, solul se rupe în coloane și prezintă micro- și macroporozitate.

Bulgării de pământ sunt fragmente de forme neregulate cu dimensiuni mai mari de 30 mm rezultate în urma arăturilor efectuate în condiții de sol prea umed sau prea uscat. Bulgării se pot fragmenta când umiditatea este favorabilă, în special în timpul iernii, sub acțiunea înghețului și dezghețului.

Poliedrii de dimensiuni mari rezultă în urma crăpăturilor mari prezente la solurile vertice care au un conținut mare în argilă gonflabilă. Crăpăturile se formează în perioadele secetoase ale anului prin uscarea puternică a solului.

Solurile nestructurate se caracterizează printr-o așezare mai mult sau mai puțin îndesată a particulelor elementare necoezive, fie printr-o masă consolidată sau cimentată de sol. După gradul de cimentare, solurile pot fi slab, puternic și foarte puternic cimentate.

Structura se pune în evidență prin observație directă. Luând în mână sol, prin presare ușoară sau prin divizare cu ajutorul degetelor, solul se desface în agregate. Se apreciază tipul de structură și gradul de realizare (structură foarte bine formată, bine formată, slab formată, în curs de formare, deteriorată). Se apreciază stabilitatea mecanică, adică rezistența agregatelor la presare în mână (stabilitate mecanică mare, mijlocie și mică). În laborator se determină stabilitatea hidrică, adică rezistența agregatelor sub acțiunea apei.

Prin gradul de dezvoltare a structurii se înțeleg diferențele ce există în privința coeziunii dintre agregatele structurale și se apreciază în funcție de stabilitatea acestora și de raportul dintre materialul structurat și cel nestructurat. Gradul de structurare variază foarte mult, în funcție de o multitudine de factori (textură, conținut de materie organică, prezența elementelor aglutinante etc.) Aprecierea acestuia depinde de starea de umiditate a solului și se poate pune foarte bine în evidență la solul aproape uscat sau reavăn. Se poate aprecia după următoarea scară:

- **sol nestructurat (masiv)**, adică sol lipsit de structură, la care particulele elementare nu sunt aglutinate (monogranulară).

În situația în care se constată o anumită coeziune dintre particule, structura poate fi:

- **slab dezvoltată**, când 25 % din masa solului este alcătuită din agregate structurale;
- **moderat dezvoltată**, când 25-75 % din masa solului este organizată în agregate structurale formate;
- **bine dezvoltată**, dacă 75 % din masa solului este constituită din agregate structurale;
- **structură distrusă**, în situația în care aceasta este profund modificată, prin lucrări agricole fiind distruse majoritatea agregatelor structurale.

Prin urmare, structura solului se caracterizează prin forma și mărimea agregatelor, prin gradul ei de realizare și de stabilitate mecanică și hidrică.

2.5.2. Formarea structurii

Structurarea are loc pe parcursul procesului de formare și evoluție a solului. Privind cu atenție un agregat structural, se poate observa că el este alcătuit din particule elementare mai grosiere (nisip și praf) legate, unite între ele. Rolul de legătură îl joacă în principal compușii coloidal ai solului. Particulele coloidale, datorită dimensiunii lor mici, atunci când se află în stare de dispersie (zol) pătrund printre particulele mai grosiere. Prin coagulare trec în stare de gel, determinând formarea de agregate structurale. Dacă coagularea este ireversibilă, substanțele coloidale rămân sub formă de gel și la umezirea solului, deci agregatele au stabilitate hidrică. Din

contra, dacă coagularea este reversibilă, prin umezire coloidul trece din nou în stare dispersă (zol), agregatele se desfac, structura nu prezintă stabilitate hidrică.

Principalii coloizi ai solului sunt argilele și humusul. Argila duce la formarea unor agregate mai mari, cu stabilitate mecanică mare, dar care sub influența apei se desfac ușor. Humusul are o capacitate mai mare de structurare, duce la formarea unor agregate mai mici, rotunjite, cu stabilitate hidrică mare, dar care prin presare se desfac ușor.

O structurare bună a solurilor are loc în prezența atât a humusului cât și a argilei care trebuie însă să îndeplinească anumite condiții. Humusul trebuie să fie alcătuit îndeosebi din acizi huminici, care pot coagula ireversibil. Argila trebuie să fie alcătuită din minerale care absorb mai multă apă și pot da agregatelor o stabilitate hidrică mai mare (minerale de tipul montmorillonit - beidellitul). Argila și humusul trebuie să aibă adsorbiți cationi de Ca și Mg, care pot provoca o coagulare ireversibilă. Structura cea mai bună – glomerulară – se formează anume în așa condiții. Cu cât situația se abate de la cea descrisă, cu atât starea structurală a solului este mai slabă.

Un rol de asemenea important în formarea agregatelor îl au și coloizii de fier și aluminiu, care acționează în complex cu argila și humusul. Uneori coloizii de fier constituie principalul ciment al agregatelor structurale.

Rol de ciment de legătură au și unele substanțe necoloideale, în primul rând carbonatul de calciu, care saturează coloizii, trec sub formă de bicarbonat de calciu, pătrund printre particulele de sol, iar prin pierderea de apă și bioxid de carbon reprecipită contribuind la cimentarea agregatelor.

În structurarea solurilor un rol important joacă și plantele, microorganismele, fauna din sol, fenomenele de umezire și uscare, de îngheț și dezgheț etc.

Plantele:

- lasă în sol cantități însemnate de substanțe organice pe seama cărora se formează humusul;
- prin rădăcini secretă diferite substanțe care pot provoca coagularea coloizilor;
- folosesc apă din sol contribuind la coagularea coloizilor prin deshidratare;
- fragmentează masa solului prin creșterea și ramificarea sistemului radicular (mai ales vegetația ierboasă perenă)

Microorganismele:

- participă la formarea humusului (acțiune indirectă);
- secretă substanțe care au proprietatea de a lega între ele particulele de sol.

Organismele din sol:

- fragmentează solul în urma deplasării lor în masa solului;
- trec prin sine cantități mari de sol (pentru obținerea hranei) și îl elimină sub formă de coprolite, bobite etc.

Fenomenele de umezire-uscăre și îngheț-dezgheț provoacă fragmentarea solului. Un sol umed, prin uscare crapă, se fragmentează. Solul arat toamna, dacă prezintă bulgări mari, datorită înghețului și dezghețului apare în primăvară mărunțit. Structura, formată prin umezire-uscăre și îngheț-dezgheț nu prezintă stabilitate hidrică.

Dintre toate formele de structură cea mai importantă pentru practica agricolă este cea glomerulară sau grăunțoasă. La solul fără structură, particulele componente nelegate între ele formează o rețea întregă de spații capilare. Apa din precipitații pătrunde prin spațiile capilare la adâncime mică fiindcă nu se găsește sub acțiunea forței gravitației. După ce spațiile capilare din partea superioară a solului s-au umplut, restul apei bălțește la suprafață și în sol se creează regimul de aer nefavorabil. După ploaie se evaporează mai întâi apa care bălțește și apoi cea din capilare într-o perioadă scurtă. Deci, perioada în care în sol există în optim și apă și aer este scurtă.

Solul cu structura grăunțoasă bună prezintă și spații capilare în interiorul agregatelor, și spații mai mari, necapilare dintre agregate. Apa din precipitații ajunsă la suprafața unui astfel de sol pătrunde în spațiile necapilare (dintre agregate), iar de aici în capilare (în interiorul agregatelor). După ce capilarele s-au umplut, apa din spațiile necapilare se deplasează datorită forței gravitației în jos, umezind solul la adâncime mare. În sol există și apă (în spațiile capilare din interiorul agregatelor), și aer (în spațiile necapilare dintre agregate). Solurile cu structură păstrează mai mult

timp apa primită. Dacă se pierde repede apa din agregatele de la suprafață, pierderea se micșorează la următoarele, fiindcă apa din spațiile capilare nu poate trece în cele necapilare. Solurile cu structură au deci un regim bun de apă și aer. Fiind și bogate în humus și substanțe nutritive, ele creează cele mai bune condiții pentru creșterea plantelor.

2.5.3. Degradarea și refacerea structurii

Structura grăunțoasă a solului este supusă cu timpul degradării (deteriorării). Cauzele pot fi de natură mecanică, fizico-chimică și biologică.

Degradarea structurii solului pe cale mecanică are loc în mai multe feluri. Așa, de exemplu, structura se poate deteriora datorită bătătoririi solului prin circulația fără rost pe câmp a tractoarelor, animalelor. De asemenea, pășunatul nerațional, mai ales în miriște, duce la stricarea structurii, în primul rând dacă solul este prea umed. Lucrarea necorespunzătoare a solului (când este prea umed sau prea uscat) contribuie la deteriorarea structurii.

Degradarea pe cale fizico-chimică se petrece sub acțiunea apei provenite din precipitații, care duce la înlocuirea cu timpul a cationilor de Ca din complex cu cationi de H. După cum se știe, complexul coloidal saturat cu H nu constituie un ciment stabil de legătură a particulelor în agregate și structura degradează. Același efect de deteriorare a structurii are loc și prin sărăturarea solului, care duce la înlocuirea Ca din complex cu Na.

Degradarea pe cale biologică se datorește descompunerii sub acțiunea microorganismelor a humusului, principalul ciment de legătură al agregatelor.

Omul poate preveni deteriorarea structurii, o poate păstra și reface. Pentru aceasta trebuie de acționat împotriva cauzelor care provoacă deteriorarea structurii:

- evitarea bătătoririi, pășunatului nerațional;
- evitarea lucrării solului prea umed sau prea uscat;
- aplicarea amendamentelor pe solurile acide sau alcaline;
- aplicarea îngrășămintelor organice;
- aplicarea amelioratorilor sintetici, care joacă rol de ciment de legătură a agregatelor de sol (*Crilium, Vama etc*).

2.6. PROPRIETĂȚI FIZICE GENERALE ȘI FIZICO-MECANICE ALE SOLULUI

2.6. 1. Proprietăți fizice generale.

2.6.1.1. Densitatea (greutatea specifică).

2.6.1.2. Densitatea aparentă (greutatea volumetrică).

2.6.1.3. Porozitatea.

2.6.2. Proprietăți fizico-mecanice ale solului.

2.6.2.1. Coeziunea (compactitatea).

2.6.2.2. Consistența.

2.6.2.3. Plasticitatea.

2.6.2.4. Aderența (adeziunea).

2.6.2.5. Gonflarea.

2.6.2.6. Contractia.

2.6.2.7. Maturitatea fizică.

2.6. 1. Proprietăți fizice generale

Solul, ca orice corp fizic posedă o serie de proprietăți fizice. Particularitățile fizice ale solului pot fi subdivizionate în: fizice generale, fizico-mecanice, termice și hidrofizice.

La proprietățile fizice generale se referă:

- densitatea (greutatea specifică);
- densitatea aparentă (greutatea volumetrică);
- porozitatea (spongiozitatea).

2.6.1.1. Densitatea (greutatea specifică)

Densitatea (greutatea specifică) – raportul dintre masa fazei solide a solului în stare uscată și masa volumului egal de apă la 4⁰ C (se ea în considerație numai volumul particulelor solide în stare uscată fără pori).

Masa fazei solide a solului uscat se determină după următoarea formulă (*Astapov* și colab.):

$$m = \frac{M \times 100}{100 + w}, \text{ în care:}$$

m – masa solului în stare uscată, g;

M – masa probei de sol până la uscare, g;

w – umiditatea solului, %.

Densitatea solului depinde de compoziția lui mineralogică și de conținutul în humus. Principalii constituenți ai solului (cuarțul, feldspații, carbonatul de calciu, mineralele argiloase) au densitatea (greutatea specifică) cuprinsă între 2,6 și 2,8.

Densitatea mineralelor bogate în fier este mai mare de 3,0. Densitatea materiei organice a solului (humusului) este cuprins între 1,2 și 1,5. În funcție de raportul dintre constituenții minerali și organici, densitatea solurilor obișnuite variază între 2,5-2,7.

Dacă valoarea densității trece de 2,7, aceasta indică la prezența în sol a mineralelor grele. Dacă valoarea densității este sub 2,5, aceasta indică la conținutul substanțelor organice în cantitate mai mare (tab. 2.11).

Tabelul 2.11. Densitatea diferitor soluri (după S.V.Astapov și colab.)

Solurile	Valorile densității
Nisipo-lutoase	2,70
Luto-nisipoase	2,65
Lutoase	2,60
Luto-argiloase și argile	2,55
Cernoziomuri cu un procent ridicat de humus (straturile de la suprafață)	2,40

Densitatea indică asupra naturii și alcătuirii solului (proporția dintre partea minerală și organică), servește la calcularea porozității și la determinarea alcătuirii granulometrice a solului.

2.6.1.2. Densitate aparentă (greutatea volumetrică)

Prin *densitatea aparentă (greutatea volumetrică)* a solului se înțelege greutatea unității de volum a solului uscat (la 105-110⁰ C) în structură naturală (cu pori) și se exprimă în grame (de sol uscat) la 1 cm³ (g/cm³).

Pentru aflarea densității aparente probele de sol se iau în structura naturală cu ajutorul unor cilindri care au un volum determinat (100 sau 200 cm³). Probele de sol prelevate pot fi transportate în laborator în cilindri folosiți la recoltarea probelor sau în pungi din material plastic. Valoarea densității aparente se calculează raportând masa solului uscat în etuvă, timp de 8 ore la temperatura de 105°C, la volumul cilindrului cu ajutorul căruia s-a recoltat proba de sol în așezare nederanjată la umiditatea din teren. Valoarea astfel determinată reprezintă densitatea aparentă la umiditatea de recoltare (fig. 2.11). Cunoscând volumul cilindrului, greutatea probei luate și umiditatea medie a solului, densitatea aparentă se calculează după următoarea formulă (Astapov și colab.)

$$Da = \frac{M \times 100}{(100 + w) \times V}, \text{ în care:}$$

M – este greutatea întregii probe luate, g;

w – umiditatea medie a solului, %;

V – volumul cilindrului, cm³.

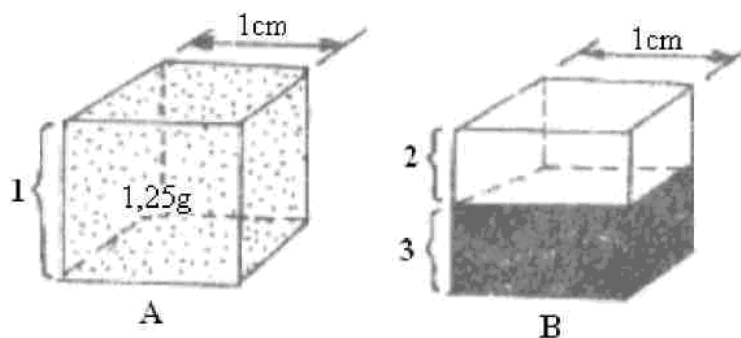


Fig. 2.11. Reprezentarea schematică a densității aparente (A) și a densității reale (B) la un sol la care spațiul poros (2) ocupă 50 % din totalul solului (1), spațiul ocupat de particule solide reprezentând restul 50 % (3) (după Gh. Lixandru, 1997, citat de M. Contoman și F. Filipov, 2007)

Densitatea aparentă depinde de compoziția mineralogică, de conținutul solului în substanță organică și de felul cum sunt așezate agregatele structurale, adică de tasarea și afânarea solului. În majoritatea solurilor densitatea aparentă variază între limitele 1,0-1,2 (stratul arat) și 1,5 (orizonturile iluviale) – 1,8 (orizonturile de gleizare, soluri bogate în compuși de Fe).

Valoarea densității aparente a solului influențează esențial asupra regimului hidric, aerian și termic al solului, prin urmare și asupra dezvoltării plantelor.

Pentru majoritatea culturilor agricole valorile optime ale densității aparente variază în limitele 1,1 și 1,3 g/cm³.

Creșterea ulterioară a densității aparente provoacă oprirea creșterii plantelor și reducerea productivității culturilor (tab 2.12).

Tabelul 2.12. Aprecierea densității aparente a solului (după N.A.Kacinski)

Densitatea aparentă, g/cm ³	Aprecierea calitativă
1,0	Solul este afânat și îmbogățit cu substanțe organice
1,0-1,1	Valorile tipice pentru solul proaspăt arat
1,2	Arătura este îndesată (bătătorită)
1,3-1,4	Arătura este foarte îndesată (bătătorită)
1,4-1,6	Valorile tipice pentru orizonturile subarabile la diferite soluri
1,6-1,8	Orizonturile iluviale ale solurilor foarte îndesate

Cunoașterea densității aparente prezintă o deosebită importanță practică. În afară de faptul că indică la alcătuirea solului, la starea de tasare sau afânare a solului, cunoașterea ei permite

efectuarea unor calcule simple, utile pentru stabilirea porozității, rezervei de apă sau de elemente nutritive în sol, cantități de apă de irigație etc.

2.6.1.3. Porozitatea

Porozitatea (spongiozitatea) solului este volumul total al porilor (umpluți cu aer sau apă) exprimat în procente în raport cu volumul general al solului. Ea depinde de textura, conținutul substanțelor organice, stării structurale, activității insectelor și animalelor din sol și a multor alți factori.

Porozitatea condiționează o serie dintre cele mai importante proprietăți ale solului și procese ce au loc în el (capacitatea de reținere a umidității, mișcarea apei și a soluțiilor pe verticală și pe orizontală, schimbul de gaze și căldură, procesele biochimice ș.a.) cu care se află în dependență directă dezvoltarea plantelor.

Pentru determinarea porozității este necesar să cunoaștem volumul real al particulelor solide (v).

Volumul porilor va fi determinat ca diferența: $V - v$, în care V este volumul total al solului (particulelor solide și a porilor).

Porozitatea (P) se determină după cum urmează:

$$P = \frac{V - v}{V} \times 100.$$

Dintre densitatea (D) și densitatea aparentă (D_a) există relația: $\frac{D}{D_a} = \frac{V}{v}$

Ca urmare, porozitatea poate fi exprimată prin: $P = \frac{D - D_a}{D} \times 100 = (1 - \frac{D_a}{D}) \times 100$

După S.V.Astapov și S.I.Dolgov o valoare a porozității:

- 55-65 % indică la o stare de afânare bună a stratului arabil, caracteristică pentru solurile fertilizate cu gunoi de grajd;
- 50-55 % – o porozitate satisfăcătoare;
- sub 50 % – solul este tasat și necesită afânare prin lucrări și fertilizare cu gunoi de grajd;
- mai mare de 65 % – sol prea afânat, necesită tasare.

În straturile subarabile porozitatea scade la 45-50 %. Straturile de sol cu porozitate de 40-45 % sunt greu accesibile pentru rădăcinile plantelor.

Se deosebește (după Schumacher):

- *porozitatea capilară* – porii cu diametrul până la 1 mm, ocupați de obicei cu apă (porii din interiorul agregatelor structurale);
- *porozitatea necapilară* – porii cu diametrul peste 1mm, ocupați de obicei cu aer (porii formați dintre agregatele structurale);
- *porozitate totală* – suma porozității capilare și necapilare.

După N.A.Kacinski, se consideră condiții normale de aerație când porii ocupați cu aer reprezintă cel puțin 25-30 % din porozitatea totală a solului.

2.6.2. Proprietăți fizico-mecanice ale solului

2.6.2.1. Coeziunea (compactitatea)

Coeziunea sau compactitatea solului. Dintre particulele solului se manifestă forțe de atracție reciprocă de diferită origine (electrostatice, capilare, moleculare, de coagulare etc.) care fac ca solul să aibă coeziune.

Coeziunea – este proprietatea solului de a se opune rezistenței forțelor ce tind să-l desfacă pe cale mecanică particulele ce îl alcătuiesc. Coeziunea solului este strâns legată de textura lui, ajungând la valori maxime la solurile argiloase lipsite de structură. Cu creșterea în sol a conținutului de nisip, coeziunea se micșorează. În afară de textura solului coeziunea este influențată de:

- starea de structurare și îndesare a solului;
- conținutul solului în apă;
- conținutul în humus;
- natura cationilor adsorbiți.

Datorită coeziunii, la lucrarea solului, dintre particule și părțile active ale uneltelor au loc fenomene de frecare ce măresc rezistența la arat. Solul opune rezistență la unele intervenții mecanice exterioare prezentând rezistența la forfecare, la penetrare, la compresiune etc.

2.6.2.2. Consistența

Consistența solului. În solurile coezive, dacă se găsesc în stare uscată, particulele ce-l alcătuiesc sunt strâns legate între ele. Dacă unui sol uscat, care se prezintă ca un corp tare, cu particulele strâns unite îi adăugăm cantități crescânde de apă, legătura dintre particule slăbește și el poate fi adus treptat în stare de pastă și apoi în stare fluidă. Legătura mai mare sau mai mică între particulele solului a fost denumită de *Atterberg*, *consistența solului*. El a arătat că consistența solului se modifică când cantitatea de apă din sol variază. *Atterberg* distinge șase forme de consistență în ordinea descrescândă a conținutului solului în apă:

- consistență de curgere subțire;
- consistență de curgere vâscoasă (în strat gros);
- consistență plastică lipicioasă;
- consistență plastică nelipicioasă,
- consistență semitare (corp semisolid),
- consistență tare (corp solid).

Umidități exprimate prin conținutul de apă în procente din greutatea solului uscat la care se face trecerea de la o formă de consistență la alta au fost definite ca *limite de consistență*. Cunoașterea limitelor de consistență prezintă o importanță practică, atât în ceea ce privește stabilirea momentului optim de lucrare a solului cât și în rezolvarea diferitor altor probleme.

2.6.2.3. Plasticitatea

Plasticitatea solului este proprietatea pe care o au solurile ca la o anumită umiditate să-și schimbe forma sub influența unor forțe exterioare și să-și păstreze forma după încetarea forței și pierderea apei. Ea reprezintă una din formele de consistență a solului.

Plasticitatea solurilor depinde de:

- textura solului;
- gradul de umiditate;
- conținutul de humus;
- natura cationilor adsorbiți.

2.6.2.4. Aderența (adeziunea)

Aderența sau adeziunea solului. La un anumit grad de umiditate solul se lipește de obiectele cu care vine în contact. Această proprietate se numește aderență sau adeziunea solului.

După *Dereaghin*, adeziunea este determinată de forțele de atracție și forțele electrostatice a particulelor coloidale. Solul manifestă proprietatea de aderare numai începând de la o anumită stare de umectare, și anume la umiditatea la care forțele de atracție dintre particulele de sol devin mai mici decât atracția dintre particulele de sol și obiectele cu care vin în contact.

Adeziunea solului depinde de:

- textura solului;
- starea structurală;
- conținutul de humus;
- cationi ce saturează complexul adsorbativ (se mărește la solurile saturate cu Na și se micșorează în cazul saturației cu Ca).

Lucrarea solului la umiditatea de aderare mărește rezistența specifică a solului la arat, necesitând o cheltuială mai mare de forță și efectuându-se o lucrare de proastă calitate.

2.6.2.5. Gonflarea

Gonflarea solului. Proprietatea pe care o au solurile de a-și mări volumul prin îmbibare cu apă a fost denumită *gonflare*. Această proprietate se observă mai ales la solurile argiloase, humificate. Apa legată la suprafața particulelor coloidale micșorează coeziunea dintre ele, le îndepărtează una de alta determinând astfel mărimea volumului.

Solurile al căror complex adsorbativ este saturat cu sodiu, prin umectare își măresc volumul mai mult decât cele saturate cu calciu. Dacă în procesul umectării particulele de sol se îndepărtează așa de mult încât acțiunea reciprocă dintre ele încetează, gonflarea poate avea ca efect distrugerea structurii solului, ruperea rădăcinilor plantelor etc.

2.6.2.6. Contrakția

Contrakția solului. proprietatea solului de a-și micșora volumul prin pierderea apei (uscare), fenomen invers gonflării. Ca și gonflarea, contracția se manifestă îndeosebi la solurile bogate în particule argiloase. Contrakția are ca efect formarea la suprafața solului a crăpăturilor în perioadele secetoase ce provoacă ruperea rădăcinilor. Ea depinde de textura solului, conținutul cationilor de Na și starea structurală.

2.6.2.7. Maturitatea fizică

Maturitatea fizică a solului. lucrarea solului, în special arătura, trebuie efectuată la acel grad de umiditate din sol când, pe de o parte, nu se manifestă fenomenul de aderență a solului la uneltele de lucru, iar pe de altă parte, solul nu se găsește în stare prea uscată, pentru a nu opune rezistență prea mare la tracțiune și a nu determina o arătură bolovănoasă de slabă calitate.

Solul se lucrează în cele mai bune condiții când umiditatea din sol permite ca brazda întoarsă să se desfacă în urma plugului în glomerule de diferite mărimi. În acest caz, rezistența la tracțiune a solului este minimă și se obține o lucrare de bună calitate din punct de vedere agrotehnic. Această stare a solului la care conținutul de umiditate din sol îngăduie efectuarea unei lucrări de bună calitate și cu minimum de efort a fost denumită *maturitatea fizică a solului*.

Limita inferioară a umidității la care se poate lucra solul (arătura) este mai mare cu 1,5 decât higroscopicitatea maximă, adică corespunzătoare coeficientului de ofilire.

Grăpatul de primăvară și pregătirea solului pentru semănăturile de primăvară se efectuează în condiții optime la o umiditate a solului apropiată de capacitate de apă în câmp.

2.7 APA DIN SOL

2.7.1. Forțele care acționează asupra apei din sol. Mișcarea apei în sol.

2.7.2. Formele de apă din sol.

2.7.3. Constantele hidrofizice ale solului.

2.7.4. Proprietățile hidrofizice ale solului.

2.7.5. Regimul hidric al solului.

2.7.6. Soluția solului.

2.7.1. Forțele care acționează asupra apei din sol. Mișcarea apei în sol

Apa a jucat un rol important în apariția și evoluția vieții pe globul terestru. Ea constituie componentul de bază al materiei organice vii și factorul esențial în realizarea schimbului de materie și energie dintre lumea minerală și cea vie.

Forțele care acționează asupra apei:

1. *Gravitațională.* Acționează asupra apei aflate în porii necapilari, atunci când solul este saturat cu apă. Sub influența gravitației apa se deplasează de sus în jos prin porii necapilari determinând umezirea în adâncime a solului. Odată cu scăderea cantității de apă, forța gravitațională scade la rândul ei și deplasarea apei încetează. Pe suprafețele înclinate se produce și o deplasare laterală a apei în sol.

2. *Forțele capilare.* Acționează asupra apei aflate în porii capilari ai solului, care nu este supusă forței gravitaționale și este reținută în sol. Forța cu care apa este reținută în porii capilari este invers proporțională cu diametrul porilor. Sub acțiunea acestor forțe, apa se mișcă mai lent, în toate direcțiile, în general dinspre porii mai mari spre cei mai mici.

3. *Forța de adsorbție.* Forțele moleculare libere de la suprafața particulei de sol în stare uscată compun forța sa de adsorbție. Acționează asupra apei aflate la suprafața particulelor de sol și este de natură electrostatică (diferență de sarcini electrice dintre apă și particulele de sol), apa îmbrăcând particulele sub formă de pelicule. Aceste forțe sunt foarte mari (10000 atm.) și sub influența lor apa se mișcă foarte lent dinspre peliculele mai groase spre cele mai subțiri sau trece sub formă de vapori. Fixarea apei este însoțită de degajare de căldură numită căldură de umezire. Odată cu mărirea umidității, pe măsura ce pelicula de apă din jurul particulei de sol se îngroașă, forța de adsorbție se reduce treptat și apa este legată mai puțin strâns, până la o completă anulare a forței de adsorbție.

4. *Forțe determinate de tensiunea vaporilor de apă.* Acționează asupra apei aflate sub formă de vapori. Vaporii de apă sunt supuși la tensiuni determinate de temperatură și umiditate, direct proporțional cu acestea, datorită variațiilor pe parcursul anului. Diferența de tensiune crează forțele care determină deplasarea vaporilor de apă din locurile cu presiune mare spre cele cu presiune mică.

5. *Forțele de sucțiune a rădăcinilor plantelor.* Rădăcinile plantelor exercită o forță de sugere care atinge 15-20 atm., prin care apa din sol este atrasă spre rădăcini. Pe măsură ce apa este consumată, este atrasă și se mișcă spre rădăcini și apa aflată la distanță mai mare.

6. *Forțele osmotice.* Acționează numai în cazul solurilor bogate în săruri solubile, datorită presiunii osmotice determinate de sărurile dizolvate în apă. Cu cât cantitatea de săruri este mai mare cu atât presiunea osmotică este mai mare. Presiunea osmotică determină o reținere mai puternică a apei, care nu mai poate fi preluată de rădăcini, fiind depășită forța de sucțiune a acestora, apărând seceta fiziologică.

7. *Forțele hidrostatice.* Acționează numai când solul este saturat și are un strat de apă deasupra (bălțește apa la suprafață). Forțele sunt determinate de greutatea stratului de apă de la suprafață, care impune deplasarea apei spre adâncime.

De obicei se disting trei forme ale mișcării apei în sol:

- ❖ Mișcarea în stare de vapori,
- ❖ Mișcarea capilară,
- ❖ Mișcarea gravitațională.

Mișcarea apei în stare de vapori are loc sub acțiunea unui gradient de temperatura sau a unei diferențe de umiditate, care creează între două zone din sol o diferență apreciabilă a presiunii vaporilor de apă. Un aspect practic îl constituie condensarea în sol a apei din aerul atmosferic, o sursă secundară de apă în sol.

Mișcarea capilară a apei în sol are loc sub acțiunea potențialului capilar. Importanța practică a acestei forme de mișcare a apei în sol constă în faptul că în acest mod circulă apa accesibilă plantelor.

După ce apa pătrunsă în sol a anulat forțele superficiale libere, excesul de apă ce nu mai poate fi reținut filtrează în adâncime sub efectul gravitației. Aceasta este mișcarea gravitațională a apei în sol, care are loc sub acțiunea potențialului gravitației de sus în jos, dar se poate produce sub acțiunea combinată a potențialului gravitației și al unui potențial hidrostatic, atunci când se produce după un plan înclinat.

2.7.2. Formele de apă din sol

După natura forțelor ce au un rol predominant la un moment dat în reținerea și mișcarea apei în sol diferiți cercetători au stabilit mai multe forme de apă în sol.

A.A. Rode, bazându-se pe clasificarea făcută de diferiți cercetători, propune să se deosebească următoarele categorii de bază a apei în sol:

1. *Apa sub formă de vapori*. Se găsește în pori și provine din evaporarea altor forme de apă sau prin pătrunderea în sol a aerului atmosferic încărcat cu vapori de apă. Deși se găsește în sol în cantitate mică (0,001%), constituie singura sursă de apă când solul este uscat (există doar apă legată). Roua internă a solului reprezintă fenomenul de condensare a vaporilor de apă datorită răcirii orizonturilor superioare în timpul nopții.

2. *Apa legată chimic*. Include apa de constituție și cea de cristalizare. Apa de constituție este reprezentată prin ionii OH^- (mice, hidromice, hidroxizi). Apa de cristalizare reprezintă moleculele de apă care intră în compoziția moleculelor hidratate (gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) și este complet imobilă (inaccesibilă plantelor).

3. *Apa legată fizic*:

- Apă puternic legată sau apă de higroscopicitate – este reținută prin forțe de sorbție la suprafața particulelor de sol. Apa de higroscopicitate este puternic reținută de particulele solului. Stratul monomoleculelor de la suprafața particulelor este reținut cu o forță ce poate ajunge la 10 000 atmosfere. Față de apa obișnuită apa de higroscopicitate are o densitate mai mare de 1, nu solubilizează sărurile, nu poate fi folosită de plante și se mișcă în sol numai prin trecerea în stare de vapori.

- Apă slab legată sau apa peliculară – de asemenea este reținută prin forțe de sorbție sub formă de pelicule în jurul particulelor de sol cu apă higroscopică.

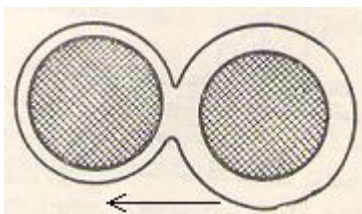


Fig. 2.12. Reprezentarea schematică a mișcării apei peliculare (după A.F.Lebedev, citat de V.A.Kovda și B.G.Rozanov, 1988)

Această formă de apă este reținută cu forțe mai mici decât apa de higroscopicitate. Presiunea cu care este reținută apa peliculară variază între 50 și 0,5 atmosfere, și o parte din această formă de apă poate fi folosită de către plante. Fiind mai slab legată de particulele de sol, apa peliculară poate avea în sol o mișcare lentă, și anume de la particulele cu o manta de apă mai groasă către cele cu strate de apă mai subțire. (fig.2.12).

4. Apă liberă reprezintă apa lichidă care se găsește în porii capilari și necapilari ai solului și circulă sub acțiunea forțelor capilare sau sub acțiunea gravitației. Se disting două forme de apă liberă:

1. apă capilară,
2. apă gravitațională.

Apă capilară – este reținută în porii capilari ai solului datorită fenomenelor de capilaritate. Este accesibilă pentru plante, constituie cea mai importantă formă de apă din sol (fig. 2.13).

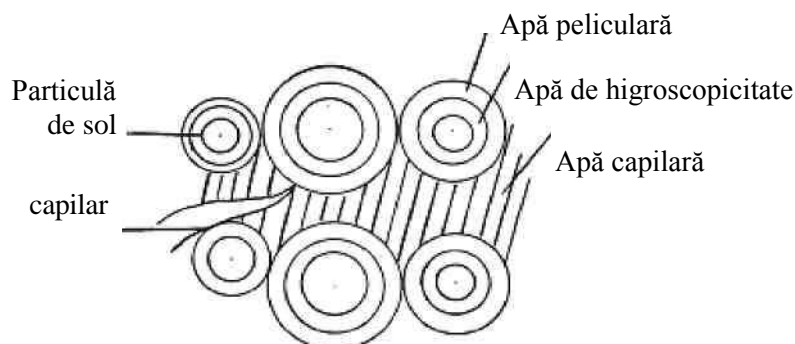


Fig. 2.13. Reprezentarea schematică a apei capilare (după P. Idelfonse, 1993, citat de Gh. Lupașcu, 1998)

Se distinge apă capilară sprijinită când are legătură cu apa freatică (din care provine prin ascensiune capilară) și apă suspendată (figura 2.14) când nu are legătură cu apa freatică, aceasta fiind la mare adâncime (în acest caz dintre apa provenită din precipitații și apa ridicată din pânza freatică se găsește un strat permanent uscat, denumit orizont mort).

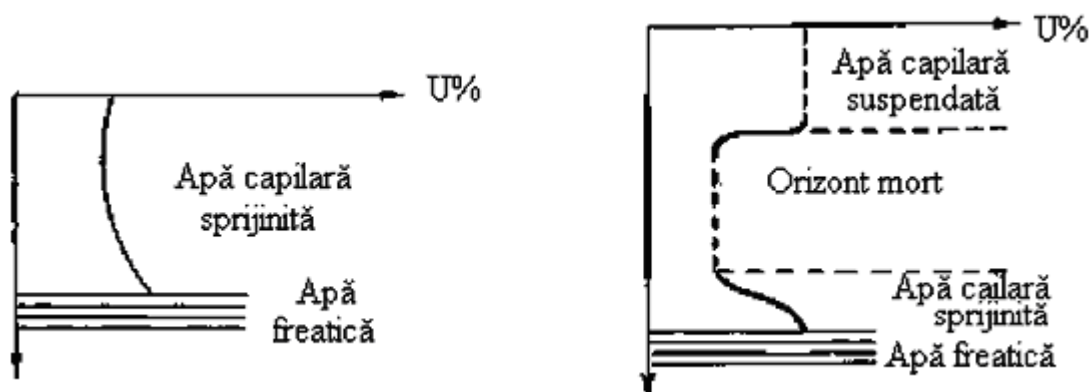


Fig. 2.14. Reprezentarea schematică a apei capilare sprijinite, suspendate și a orizontului mort (după P. Idelfonse, 1993, citat de Gh. Lupașcu, 1998)

Apă gravitațională – apă care se găsește în pori necapilari după căderea precipitațiilor și se scurge în adâncime sub influența gravitației. Este sursa temporară de aprovizionare a plantelor.

Apa freatică este apa scursă în adâncime și înmagazinată deasupra unui strat impermeabil. Stratul îmbibat se numește *strat acvifer*, de unde apa se ridică prin capilaritate. Porțiunea astfel umezită poartă denumirea de *franță capilară*, iar atunci când se execută un puț (de la grecescul *freas* – puț) apa se scurge în groapa respectivă, ridicându-se la un anumit nivel, denumit *oglindea apei freatică*. În funcție de adâncime, apa freatică poate fi: la adâncime critică (1-3 m), subcritică (3-5 m) și acritică (5-6 m). Când apa freatică se află la adâncime critică provoacă gleizarea sau înmlăștinirea solului, deoarece se ridică prin capilaritate la suprafață, iar dacă este mineralizată produce sărăturarea solului. Când se află la adâncime subcritică apa freatică influențează solul numai în partea inferioară, iar dacă se află la adâncime critică nu influențează deloc solul.

Sucțiunea apei din sol reprezintă forța cu care apa este atrasă și reținută în solul nesaturat în apă (solul conține apă sorbită la suprafața particulelor și apă capilară).

Sucțiunea poate fi pusă în evidență cu ajutorul tensiometrelor și se măsoară, de obicei, în centimetri coloană de apă, mm coloana de mercur sau în atmosfere.

Măsurată în centimetri coloană de apă, sucțiunea variază de la 1 cm (sol saturat cu apă), până la 10000000 cm coloană de apă (sol uscat). *Scofield* a introdus noțiunea de pF (prin analogie cu pH) care reprezintă logaritmul zecimal a centimetrelor coloană de apă corespunzătoare forței de reținere a apei de către sol.

Valoarea minimă a indicelui pF este 0, deoarece $\log 1 = 0$, iar valoarea maximă este 7 deoarece $\log 10000000 (10^7) = 7$.

Indiferent de unitatea de măsură în care este exprimată sucțiunea, datorită echivalenței dintre ele se poate face transformarea în celelalte unități. Exemplu: la un pF = 3 corespunde o forță de sucțiune egală cu o coloană de apă de 1000 cm (10^3) = $\log 10^3 = 3$, sau aproximativ 1 atmosferă (1 atm = 1033 cm coloana de apă), sau 760 mm coloana mercur, sau 1 bar sau 1000 milibari. Pentru a se trece de la un mod de exprimare a sucțiunii apei la altul pot fi folosite componentele menționate în tabelul 2.13.

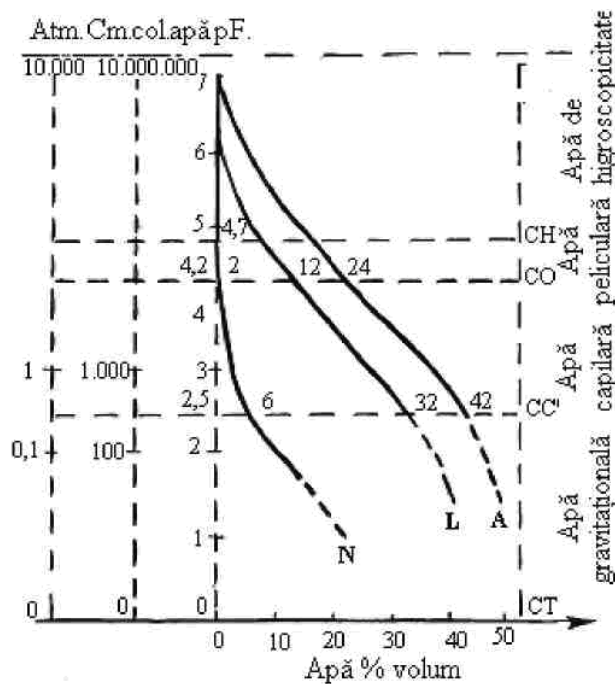
Tabelul 2.13. Unități de măsură folosite pentru exprimarea sucțiunii și transformarea lor (aproximativă)

Valori pF	Centimetri coloană de apă	Milimetri coloană de mercur	Atmosfere	Bari	Milibari
0	1	0,76	0,001	0,001	1
1	10	7,6	0,01	0,001	10
1,78	60	46	0,06	0,06	60
2	100	76	0,1	0,1	100
2,52	330	250	0,33	0,33	330
2,68	500	380	0,50	0,50	500
3	1000	760	1	1	1000
4	10000	7600	10	10	10000
4,20	15000	11400	15	15	15000
4,70	50000	38000	50	50	50000
5	100000	76000	100	100	100000
6	1000000	760000	1000	1000	1000000
7	10000000	7600000	10000	10000	10000000

Curba caracteristică umidității solului este reprezentarea grafică a variației sucțiunii în funcție de umiditate, exprimând legătura dintre cantitatea de apă și forța cu care aceasta este reținută de sol.

Curba se obține grafic înscriind pe abscisă umiditatea solului respectiv, iar pe ordonată sucțiunea corespunzătoare. La același sol, forța de sucțiune depinde de cantitatea de apă conținută și

poate crește de la pF=0 (sol saturat în apă), până la pF=7 (sol uscat).



Pe diferite soluri sucțiunea mai depinde și de alte proprietăți, cum ar fi textura. La aceeași umiditate, sucțiunea crește de la solurile nisipoase (N) spre cele argiloase (A) (figura 2.15).

Fig. 2.15. Curba caracteristică a umidității solului (după P. Idelfonse, 1993, citat de Gh. Lupașcu, 1998)

Pentru aprovizionarea plantelor cu apă este importantă nu numai cantitatea de apă ci și forța cu care aceasta este reținută de către sol (sucțiunea). Un sol argilos poate să aibă un procent mult mai mare de apă decât un sol nisipos, dar sucțiunea să depășească pe aceea de sugere a rădăcinilor, adică apa să nu fie accesibilă.

2.7.3. Constantele hidrofizice ale solului

Constantele hidrofizice ale solului reprezintă indicii care definesc mobilitatea și accesibilitatea apei din sol.

Coeficientul de higroscopicitate sau higroscopicitatea maximă (HM). Reprezintă cantitatea maximă de apă pe care solul uscat o poate adsorbi dintr-o atmosferă în prezența unei soluții 10 % de H₂SO₄ la temperatura de 25⁰ C, în care se realizează o umiditate relativă de circa 94 %. Valoarea higroscopicității maxime depinde de textură (de suprafața specifică totală de adsorbție), fiind mare la solurile grele și mai redusă pe cele ușoare (tab. 2.13).

Coeficientul ofilirii permanente (CO). Reprezintă cantitatea maximă de apă din sol, la care plantele se ofilesc și nu-și recapătă turgescența țesuturilor chiar dacă sunt introduse într-o atmosferă saturată cu vapori de apă. Umiditatea corespunzătoare coeficientului de ofilire se compune din apa puternic legată și din apa slab legată. Ea reprezintă limita inferioară a apei accesibile sau productive. Mărimea umidității corespunzătoare coeficientului ofilirii poate fi determinată înmulțind higroscopicitatea maximă cu 1,5.

Tabelul 2.13. Higroscopicitatea maximă pentru diferite categorii texturale de sol cu conținutul de humus 2-5% (după I.F.Garcușa)

Categoria texturală	Higroscopicitatea maximă, în % din masa solului uscat
Nisipos	0,5-1,5
Nisipo-lutos	1,5-3,0
Luto-nisipos	3,0-5,0
Lutos	5,0-6,0
Luto-argilos	6,0-8,0
Argilos	8,0-12,0 și mai mult

Coeficientul ofilirii permanente poate fi definit ca limită inferioară a apei disponibile pentru plante. Unele valori referitoare la coeficientul ofilirii pentru diferite categorii texturale de sol sunt prezentate în tabelul 2.14.

Tabelul 2.14. Valori caracteristice ale coeficientului de ofilire pentru diferite categorii texturale de sol

Categoria texturală	Coeficientul de ofilire (%)
Nisipos	1-3
Nisipo-lutos	3-6
Luto-nisipos	6-9
Lutos	9-13
Luto-argilos	13-15
Argilo-lutos	15-19
Argilos	19-24

Capacitatea minimă de apă (CM) sau capacitatea de apă în câmp (CC). Este sinonimă cu capacitatea limită de apă în câmp (Astapov) și capacitatea generală de apă. (Kacinski). Reprezintă cantitatea maximă de apă capilară suspendată pe care o poate reține solul sau roca cu alcătuire granulometrică omogenă, la o umectare puternică din ploi sau irigații.

Capacitatea minimă de apă depinde de textura, de starea structurală a solului, de porozitate, de starea de afânare.

Capacitatea minimă de apă reprezintă un indice hidrofizic foarte important în practica irigației. Apa din sol cuprinsă între capacitatea de apă în câmp și coeficientul ofilirii reprezintă capacitatea de apă utilă sau apă productivă, denumită și intervalul umidității active.

Interpretarea valorilor privind capacitatea de apă în câmp, se face așa după cum se arată în tabelul 2.15.

Mobilitatea și accesibilitatea apei pentru plante descresc de la capacitatea de apă în câmp către coeficientul ofilirii. Pornind de la capacitatea de apă în câmp, pe măsura mișcării umidității din sol

prin evapotranspirație, se ajunge la un moment când apa capilară suspendată pierde capacitatea de a se mișca în masă, având ca efect încetinirea ritmului de creștere a plantelor.

Tabelul 2.15. Interpretarea valorilor privind capacitatea de apă în câmp (după N.A.Kacinski)

Aprecierea capacității	Capacitatea de apă în câmp %
Foarte bună	40-50
Bună	30-40
Satisfăcătoare	25-30
Nesatisfăcătoare	sub 25

Conținutul de apă din sol corespunzător acestei situații a fost denumit de către Abramova, umiditatea de rupere a capilarilor. La solurile cu textură medie, umiditatea de rupere a capilarelor reprezintă 70 % din capacitatea de apă în câmp. Pentru obținerea unor producții ridicate, în practica irigației se recomandă ca plafonul umidității solului să nu coboare sub această limită.

Capacitatea totală pentru apă (CT). Este sinonimă cu capacitatea maximă pentru apă și prezintă cantitatea maximă de apă în sol sau rocă la umplerea cu apă a tuturor porilor. La această umiditate în sol sau rocă se găsesc cantități maxime posibile din toate formele de apă. Ea depinde de textura, dar mai ales de așezarea și starea structurală a solului sau rocii.

Capacitatea de apă utilă (CU) reprezintă cantitatea de apă accesibilă plantelor pe care o poate reține solul. Apa care depășește umiditatea corespunzătoare capacității de câmp este accesibilă plantelor, dar nu se păstrează în sol, pierzându-se prin scurgere în adâncime, iar când umiditatea scade până la coeficientul de ofilire apa nu mai este accesibilă plantelor, fiind reținută cu forțe mai mari decât cele de sugere ale rădăcinilor.

Pentru aprovizionarea plantelor ne interesează apa cuprinsă între CC și CO, denumită apă utilă. Capacitatea de apă utilă depinde și se calculează în funcție de CC și CO. Din datele prezentate în tabelul 2.16 se observă că valorile CU variază în funcție de tipul de sol.

Tabelul 2.16. Variația valorilor unor indici hidrofizici la principalele tipuri de sol (după Gr. Obrejanu și Șt. Puiu, 1972)

Solul	Valori maxime (% volume)			
	CH	CO	CC	CU
Nisipos	1	2	6	4
Lutos	8	12	32	20
Argilos	14	24	42	18

Cunoașterea acestui indice hidrofizic (CU) prezintă importanță deoarece indică domeniul de valori în cadrul căruia poate oscila apa folosită de plante, arată capacitatea solului de a înmagazina apa utilă provenită din precipitații sau irigații, servește la calcularea plafonului minim.

Capacitatea solului de cedare a apei (CCA). Prin această noțiune se înțelege cantitatea de apă care se scurge din sol sau rocă la coborârea nivelului apelor freatice. Mărimea capacității de cedare a apei depinde, pe de o parte, de textura, porozitatea, așezarea și starea structurală a solului, iar pe de altă parte, de situația nivelului inițial și final al apei. Valoarea maximă a capacității de cedare a apei se realizează atunci când umiditatea solului sau a rocii coboară de la umiditatea corespunzătoare capacității totale pentru apă la umiditatea capacității minime pentru apă.

Echivalentul umidității (EU) reprezintă cantitatea maximă de apă pe care o probă de sol saturată cu apă o poate reține atunci când este supusă unei forțe centrifuge de 1000 ori forța gravitațională. Se determină în laborator prin metoda centrifugării și reprezintă echivalentul capacității de apă în câmp care se determină mai greu în condiții de teren.

2.7.4. Proprietățile hidrofizice ale solului

După Rode se deosebesc următoarele proprietăți hidrofizice ale solului:

- capacitatea de reținere a apei în sol;
- capilaritate;

- permeabilitatea pentru apă.

Capacitatea de reținere a apei în sol este proprietatea care se caracterizează în realitate printr-o serie de capacități de reținere, diferite între ele în funcție de condițiile de umezire a solului și depinde de textura solului.

Capilaritatea solului (ascensiune capilară) este proprietatea ce determină ridicarea apei din pânza freatică la o anumită înălțime în sol, producând așa numitul franj capilar. Dacă apa din acest franj începe a se cheltui (prin diferite căi), apa cheltuită este înlocuită datorită forței capilare care ridică noi cantități de apă capilară din apa freatică. Înălțimea franjului capilar depinde de textura solului și de așezarea particulelor de sol (de mărimea porilor). Înălțimea maximă a ridicării apei prin capilari pentru soluri nisipoase alcătuiește 0,5-0,7 m, pentru soluri argiloase – 3-6 m.

Pentru aprovizionarea plantelor cu apă din pânza freatică ne interesează și viteza de ridicare a acesteia, viteză care variază în sens invers cu înălțimea, fiind mai mare la solurile nisipoase și mai mică la cele argiloase. Ridicarea apei prin capilare prezintă importanță și la solurile care nu sunt sub influența apei freactice.

În cazul irigației terenurilor cu aport freatic, normele de udare trebuie să fie mai mici, astfel ca apa infiltrată în sol să nu se întâlnească cu cea ridicată din pânza freatică, pentru a nu determina înmlăștinirea sau salinizarea solurilor.

Permeabilitatea solului pentru apă determină posibilitatea și intensitatea accesului apei în sol: este proprietatea solului de a primi apă și de a o transmite apoi în masa sa. Permeabilitatea depinde de mărimea porozității totale a solului, de textură. Procesul de pătrundere, transportare și redistribuire a apei în sol, care în ansamblu descrie dispariția apei de la suprafață în profilul solului, a fost denumit infiltrație (spre deosebire de soluri saturate unde are loc filtrația). Capacitatea de infiltrație poate fi definită ca viteză maximă cu care apa pătrunde în sol la un moment dat și corespunde vitezei cu care trebuie să fie dată apa prin aspersiune în scopul de a nu crea bălțiri și scurgeri la suprafața solului.

Interpretarea valorilor privind capacitatea de infiltrație sunt prezentate în tab. 2.17.

Tabelul 2.17. Interpretarea valorilor privind capacitatea de infiltrație (după N.A.Kacinski)

Aprecierea permeabilității	Capacitatea de infiltrație (cm/oră)
Extrem de mare	Peste 100
Prea mare	100 – 50
Foarte bună	50 – 10
Bună	10 – 7
Suficientă	7 – 3
Insuficientă	sub 3

2.7.5. Regimul hidric al solului

Regimul hidric al solului – este ansamblul fenomenelor de înmagazinare, mișcare, reținere și pierdere a apei din sol.

Regimul hidric poate fi exprimat cantitativ prin bilanțul apei în sol:

$$\underbrace{P + A_{af} + S_s}_{\text{întrearea}} = \underbrace{E + T + S'_s + S'_i + S'_{af}}_{\text{pierdere}}$$

P – precipitațiile;

A_{af} – aportul apelor freactice;

S_s – aportul de apă din scurgere de suprafață;

E – evaporația (sol),

T – transpirația (plante);

S'_s – apa scursă la suprafață;

S'_i – apa scursă prin interiorul solului;

S'_{af} – apa infiltrată prin sol în pânza freatică

În funcție de bilanțul apei se deosebesc următoarele tipuri de regim hidric:

Percolativ – unde suma precipitațiilor este cu mult mai mare, decât transpirația și evaporația ($ET < P$) și surplusul apei permanent spală profilul solului (ajunge până la pânza freatică). Este caracteristic climatelor umede (păduri de câmpie, deal, podiș și munte), profilul de sol este umezit de sus până jos cel puțin o dată pe an.

Periodic percolativ – este caracteristic solurilor de silvostepă, profilul de sol este umezit de sus până jos numai în anii ploioși ($ET \approx P$).

Nepercolativ – unde suma precipitațiilor este mai mică sau egală cu evapotranspirația și profilul solului nu este umezit niciodată de sus până jos ($ET > P$). Este caracteristic solurilor de stepă.

Exudativ – este caracteristic solurilor de stepă și silvostepă cu pânze freatice aflate la adâncimi critice. Solul pierde prin evaporare mai multă apă decât primește datorită ridicării nivelului freatic prin capilaritate care alimentează în permanență solul, care este tot timpul supraumezit de jos în sus.

Stagnant – este caracteristic solurilor greu permeabile situate pe suprafețe plane, microdepresiuni sau la baza versanților, în regiuni umede. Apa stagnează în sol uneori chiar de la suprafață, solul prezentând exces de apă.

Pergelic – este caracteristic regiunilor cu îngheț permanent, când în perioada caldă a anului partea superioară a solului se dezgheață și deasupra stratului înghețat se formează apă stagnantă care se consumă prin evaporare și scurgeri laterale. Solul este permanent umed.

De irigație – apare la solurile irigate, unde se produce o umezire mai profundă și repetată a solului fără a fi schimbat însă regimul hidric natural.

2.7.6. Soluția solului – apa din sol, care conține în stare de dispersie ionică, moleculară sau coloidală diferite substanțe. Compoziția soluției solului depinde de cantitatea și calitatea precipitațiilor atmosferice, de compoziția fazei solide a solului, de alcătuirea cantitativă și calitativă a materialului stratului vegetal al biocenozelor, de activitatea vitală a mezofaunei și a microorganismelor. Compoziția soluției solului suferă permanent modificări datorită activității plantelor superioare, prin extragerea de către rădăcinile acestora a unor compuși, și invers, prin pătrunderea unor substanțe, prin secreții ale rădăcinilor plantelor etc.

Substanțele minerale, organice și organo-minerale care intră în compoziția fazei lichide a solului se pot prezenta sub formă de combinații solubile (dizolvate) sau combinații coloidale.

Substanțele coloidale sunt reprezentate prin săruri ale acidului silicic, ale oxizilor de fier și de aluminiu, prin combinații organice și organo-minerale. Se apreciază că, în general, coloizii reprezintă de la 1/10 până la 1/4 din cantitatea totală de substanțe care se găsesc în soluția solului.

Cei mai importanți cationi care se pun în evidență în soluția solului sunt: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , H^+ , Al^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , iar dintre anionii mai răspândiți sunt: HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_2^- , Cl^- , SO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} .

Fierul, aluminiul și multe microelemente (Cu, Ni, V, Cr etc.) se găsesc în soluția solului mai ales sub formă de combinații complexe organominerale, în care partea organică a complexelor este reprezentată de către acizii humici și acizi organici cu molecule mici, de către polifenoli și alte substanțe organice. Cantitatea de substanță organică din faza lichidă a solului se micșorează pe adâncimea profilului de sol, datorită intensificării migrării substanțelor solubile pe profilul de sol. Împreună cu substanțele organice migrează și fierul. În soluția solului, până la 80-95% din fier este puternic legat în complexe organo-minerale.

În general, la solurile de stepă (cernoziomuri) concentrația soluției solului este mai mare decât în solurile podzolice. Având în vedere activitatea biologică mai intensă a acestor soluri și că în cele de stepă crește conținutul în ioni bicarbonați, reacția lor devine neutră sau slab alcalină. Sub acțiunea vegetației de stepă se constată creșterea concentrației și a altor cationi și anioni (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-}); în solonețuri crește brusc cantitatea ionilor de Na^+ , a ionilor CO_3^{2-} , determinând la acestea reacția alcalină a soluției solului.

Compoziția soluției solului este influențată de temperatura și umiditatea din sol, de intensitatea microflorei și microfaunei solurilor, de metabolismul plantelor superioare, de procesele de descompunere a resturilor organice din sol, ceea ce determină dinamica concentrației soluției

solului, atât zilnică, cât și sezonieră. Pentru diferitele tipuri de sol se constată o creștere globală, foarte importantă, a concentrației soluției solului, cu precădere în orizonturile superioare, din primăvară spre vară, datorită, pe de o parte, concentrării umidității solului prin evaporare și transpirație, precum și intensificării descompunerii resturilor organice în perioada caldă a anului. În perioada toamnă-iarnă precipitațiile atmosferice diluează soluția solului și dizolvă o parte din săruri.

Folosind metode moderne de cercetare a soluției solului (cu ajutorul electrozilor ionoselectivi), s-au obținut date interesante privind dinamica zilnică (în 24 ore) a unor ioni în soluția solului. Astfel, pentru cernoziomuri, s-a observat o bruscă variație a activității ionilor de calciu. Concentrația maximă a acestora a fost în orele după amiază iar minimă în timpul nopții. Probabil ziua secreția acidului carbonic de către organismele din sol este mai activă influențând echilibrul bicarbonaților de calciu prin dizolvarea calciului și extragerea lui din complexul adsorbiv al solului. Dinamica zilnică a ionilor de nitrați în orizontul de la suprafața cernoziomului este inversă celei a calciului: cea mai mare concentrație a nitraților se observă în orele nopții, dimineața devreme și seara; ziua, în perioada de fotosinteză intensă a plantelor superioare, ea este minimă.

Soluția solului constituie sursa directă de hrană pentru plante. Prin aplicarea diferitelor măsuri agrochimice, agrotehnice, hidroameliorative (irigații, desecări) omul modifică compoziția soluției solului, aducând-o la valori optime în raport cu cerințele creșterii și dezvoltării plantelor.

Pentru folosirea elementelor nutritive din soluția solului de către plante, un rol important îl are presiunea osmotică a soluției solului. Dacă aceasta este egală cu presiunea osmotică a sucului celular al plantelor sau mai mare, atunci pătrunderea apei în plante nu mai are loc.

2.8. AERUL DIN SOL. PROPRIETĂȚILE AERIENE ALE SOLULUI

2.8.1. Capacitatea pentru aer a solului.

2.8.2. Compoziția aerului din sol.

2.8.3. Aerația solului.

2.8.4. Însușirile solului pentru aer. Regimul aerului din sol.

2.8.1. Capacitatea pentru aer a solului

Aerul din sol este constituit din gaze și vapori de apă și deține între 15-35 % din volumul solului în funcție de umiditatea acestuia. În natură nu există sol fără aer, indiferent cât de mare este excesul de umiditate, pentru că aerul este fie dizolvat în apă, fie rămâne în spațiile foarte mici din sol sau în cele captive. Aerul se găsește în sol în porii acestuia, deci proporția lui depinde de porozitate. Porii solului pot fi însă ocupați în măsură mai mare sau mai mică de apă, prin urmare volumul de aer a unui sol cu o anumită porozitate depinde de fapt de umiditate. Porozitatea solurilor este în funcție de textură, de structură și de gradul de afânare sau îndesare a solului. Volumul de aer crește de la solurile argiloase spre cele nisipoase, de la solurile nestructurale la cele structurale, de la solurile îndesate la cele afânate.

Capacitatea pentru aer a solului depinde de umiditatea solului și volumul porilor necapilari. Cu cât solul este mai umed, cu atât apa ocupă un procent mai mare de pori și deci volumul de aer este mai mic. Când solul este saturat cu apă, practic nu conține aer, iar când este uscat, volumul de aer corespunde porozității totale.

Aerul reprezintă alături de apă elementul de bază pentru dezvoltarea organismelor din sol. Pentru creșterea și dezvoltarea normală a plantelor de cultură este necesar ca în sol să existe un anumit volum de aer. Se consideră că solul oferă, în general, condiții bune de creștere și dezvoltare a plantelor de cultură atunci când acesta reprezintă 15-30 % din volumul total al solului. Pentru aprecierea condițiilor de creștere și dezvoltare a plantelor trebuie luat în considerație raportul aer – apă, adică regimul aero-hidric al solului. Din acest punct de vedere cea mai bună situație o prezintă solurile cu structură glomerulară bine formată și stabilă, cu textură mijlocie, afânate. În astfel de cazuri, porozitatea totală fiind de peste 50 % și reprezentată în proporții aproximativ egale prin porozitate capilară (sau de reținere a apei) și porozitate necapilară (sau de aerație), se poate realiza un raport optim apă – aer.

Aerul poate fi prezent în sol sub mai multe stări:

- liber – este prezent în porii capilari și mai ales necapilari, circulă în sol și se schimbă cu cel atmosferic, fiind în starea care influențează cel mai mult solul;
- captiv – se găsește în porii izolați, nu circulă prin sol, nu se schimbă, are influență neînsemnată;
- adsorbit – se găsește legat la suprafața particulelor minerale;
- dizolvat – gazele dizolvate în apa din sol, care nu influențează aerația.

Aerul în sol influențează:

- procesele de oxidare-reducere;
- procesele de carbonatare;
- procesele de humificare\mineralizare;
- regimul elementelor nutritive;
- temperatura solului.

2.8.2. Compoziția aerului din sol

Aerul solului provine din cel atmosferic. Cu toate acestea aerul din sol față de cel atmosferic prezintă unele diferențe în ceea ce privește proporția principalelor componente. Aerul din orizonturile superioare ale solului poate conține 10-20 % oxigen (față de circa 21 % în aerul atmosferic), 78,5-80,0 % azot (față de 78 %), 0,2-3,5 % bioxid de carbon (față de circa 0,03 %). De asemenea, aerul din sol este, în general, mai bogat în vapori de apă și în amoniac, iar uneori poate conține și unele gaze (hidrogenul sulfurat, metanul ș.a.)

Referitor la compoziția aerului din sol, importanța deosebită în legătură cu creșterea și dezvoltarea plantelor de cultură prezintă conținutul de oxigen și bioxid de carbon. Față de aerul atmosferic cel din sol este mai sărac în oxigen și mai bogat în bioxid de carbon. În procesul de respirație a rădăcinilor plantelor se consumă oxigen și se eliberează bioxid de carbon. Descompunerea substanțelor organice din sol se petrece cu consum de oxigen, iar în rezultatul descompunerii printre alți compuși se elimină bioxidul de carbon. Conținutul de bioxid de carbon și de oxigen variază în funcție de conținutul de substanțe organice, de activitatea microbiologică, textura, structura, gradul de afânare, umiditate etc. Scăderea sub anumite limite a conținutului de oxigen din aerul solului, care este însoțită de creșterea proporției de bioxid de carbon, influențează negativ germinația, înrădăcinarea, pătrunderea în plantă a apei și substanțelor nutritive etc. În solurile foarte bogate în substanțe organice și cu exces de umiditate apar și gaze toxice pentru plante precum hidrogenul sulfurat și metanul.

2.8.3. Aerația solului

Normalizarea compoziției aerului din sol se face prin înlocuirea continuă a acestuia cu aer atmosferic sau prin difuziunea unor gaze din sol în atmosferă și invers. În conformitate cu teoria cinetică a gazelor, acestea se află într-o mișcare continuă și tind să ocupe volumul maxim ce li se oferă și să se răspândească uniform. Difuzarea unor gaze din sol în atmosferă este determinată mai ales de concentrația lor diferită. Astfel, bioxidul de carbon, fiind în concentrație mai mare în aerul din sol, decât în cel atmosferic, difuzează din sol în atmosferă, iar oxigenul, având o concentrație mai mare în aerul atmosferic decât în aerul din sol, difuzează din atmosferă în sol; în ambele situații, tendința este de a se realiza un echilibru de concentrație.

Normalizarea compoziției aerului din sol este influențată și de alți factori:

- temperatură;
- umiditate;
- presiune atmosferică;
- vânt.

Pentru normalizarea compoziției aerului din sol se petrec lucrările solului.

2.8.4. Însușirile solului pentru aer. Regimul aerului din sol

Regimul aerului din sol depinde de factorii de care depinde și aerația solului – de porozitatea și umiditatea solului. El este supus variațiilor diurne, sezoniere și anuale și poate fi:

- deficitar (la soluri cu exces de umiditate);
- excesiv (la soluri nisipoase, fără structură și umiditate redusă);
- echilibrat (la soluri cu structură glomerulară, cu o proporție optimă dintre porozitatea capilară și necapilară).

Se deosebesc următoarele însușiri ale solului pentru aer:

1. *Permeabilitatea pentru aer* – reprezintă capacitatea solului de a permite mișcarea aerului. Este în strânsă legătură cu porozitatea, gradul de structurare, textură și gradul de tasare. Permeabilitate mare au solurile afânate, bine structurate, cu textură grosieră și poroase.

2. *Capacitatea pentru aer* – reprezintă cantitatea de aer corespunzătoare capacității pentru apă în câmp.

3. *Limita de aerație* – reprezintă umiditatea solului corespunzătoare unui conținut de aer de 10 %.

4. *Deficitul de aerație* – reprezintă procentul din excesul de umiditate care trece peste limita de aerație (7 % aer = 3 % deficit de aerație sau exces de umiditate).

2.9. TEMPERATURA SOLULUI

2.9.1. Noțiuni generale.

2.9.2. Proprietățile termice ale solului.

2.9.3. Regimul termic al solului.

2.9.1. Noțiuni generale

Principala sursă de energie calorică a solului o constituie radiația solară. Din energia calorică inițială:

- circa 40 % se pierde prin reflexie în spațiul cosmic;
- circa 17 % este absorbită de către atmosferă;
- circa 10 % se reflectă de la suprafața solului în atmosferă;
- circa 33 % pătrunde în sol.

Constanta solară (cantitatea medie de energie solară primită de fiecare cm^2 de pe suprafața solului, pe minut) este de 1,946 calorii. Însă cantitatea de energie solară primită de sol este mult mai mică (până la 0,8 calorii în iunie și până la 0,06 calorii în ianuarie în Moldova).

Din alte surse de energie o importanță mai mare o prezintă sursa legată de diferite procese exotermice din sol:

- humificare (la formarea unui gram de humus se degajă circa 5 calorii, ceea ce la 1 ha echivalează cu potențialul termic a circa 60 tone de antracit);
- hidratarea humusului și a argilei. La hidratarea unui kg de humus se degajă 20 calorii, a unui kg de argilă între 3 – și 15 calorii etc.

Toate aceste surse au o importanță secundară față de radiația solară.

Cantitatea de energie solară ce ajunge la suprafața solului depinde de:

- latitudine;
- relief;
- starea de umezeală a atmosferei;
- nebulozitate.

2.9.2. Proprietățile termice ale solului

Cantitatea de energie calorică ce poate pătrunde efectiv în sol depinde de următoarele proprietăți termice:

- capacitate de absorbție;
- căldura specifică;
- capacitatea calorică;
- conductibilitatea termică.

Capacitatea de absorbție reprezintă însușirea solului de a reține radiația solară și reprezintă diferența dintre radiația totală ajunsă pe sol și radiația reflectată de sol (albedou).

Capacitatea de absorbție a solului este influențată de culoare, expoziție, pantă, acoperirea cu vegetație, acoperirea cu zăpadă, anotimp (solurile arate).

Căldura specifică este cantitatea de căldură (calorii) necesară pentru ridicarea temperaturii unui gram de sol cu 1°C .

Capacitatea calorică este cantitatea de căldură (calorii) necesară pentru ridicarea temperaturii unui cm^3 de sol în așezare naturală cu 1°C .

Căldura specifică și capacitatea calorică a solului depind de aceleași proprietăți și proporții ale componentelor săi. Cu cât solul va avea căldura specifică sau capacitatea calorică mai mică, cu atât își va ridica temperatura mai mult (căldura specifică a nisipului este de circa 0,10; carbonatului de calciu – 0,21; argilei – 0,23; aerului – 0,24; humusului – 0,47; apei – 1,0). Este o rezultată a căldurii specifice a componentelor solului, solurile umede încălzindu-se și răcindu-se mai greu decât cele uscate. De asemenea, solurile nisipoase se încălzesc mai ușor decât cele argiloase.

Conductibilitatea termică este proprietatea solului de a transmite căldura. Ea la fel depinde de conductibilitatea și proporția componentelor săi (conductibilitatea termică a nisipului este de

0,0093 calorii pe cm^3 și secundă; argilei – 0,0022; apei – 0,0013; materiei organice – 0,00027; aerului – 0,000056). Cu cât procentul componentelor cu conductibilitate termică mare este mai ridicat, cu atât solul se încălzește mai mult și la adâncime mai mare. Constituții minerali au o conductibilitate termică de 100 ori mai mare ca a aerului și de 28 de ori mai mare ca a apei.

2.9.3. Regimul termic al solului

Reprezintă totalitatea fenomenelor de încălzire și răcire a solului sub acțiunea diferiților factori. În funcție de dinamica lui în timp se deosebește un regim termic diurn, lunar, sezonier, anual, multianual. După caracteristicile lui, regimul termic al solului poate fi echilibrat, blând, exagerat de rece, exagerat de cald, cu momente de minime prea coborâte și maxime prea ridicate.

O primă modalitate de pierdere de energie calorică o constituie fenomenele de difuzie a radiațiilor calorice obscure din sol în atmosferă. Pierderea energiei calorice pe această cale depinde de sol și de alți factori. Ca de exemplu, ea este mai mare:

- la solurile ușoare decât la cele grele;
- la solurile uscate decât la cele umede;
- la solurile sărace în materie organică decât la cele bogate;
- la solurile neacoperite de vegetație, de zăpadă decât la cele acoperite (vegetația și zăpada joacă un rol protector);
- în cazul în care atmosfera este uscată decât atunci când este umedă (vapori de apă joacă un rol protector);
- ziua, cu cât insolația este mai puternică;
- noaptea, cu cât cerul este mai senin;
- cu cât porozitatea solului este mai mică și cu cât porii sunt mai puțin ocupați de aer decât de apă (aerul din sol, având conductivitatea termică mică joacă rolul de izolator termic și împiedică micșorarea temperaturii solului etc.)

O altă cauză a micșorării temperaturii solului o constituie evaporarea apei. Transformarea unui gram de apă în vapori are loc prin consumarea a circa 600 calorii (la 10^0 C).

Temperatura solului în condițiile Moldovei variază în timp și crește începând cu răsăritul soarelui până la ora 14, după care se micșorează. În ceea ce privește variația anuală, temperatura solului crește din martie până în iulie, după care începe să scadă. Gradul variațiilor diurne și anuale diferă la diferite adâncimi.

Regimul termic influențează procesele fizice, chimice și biologice din sol și deci formarea, evoluția și fertilitatea acestuia. Un regim termic al solului diferit de cel al climatului general, datorat particularităților termice ale solului, definesc *microclimatul solului*, care influențează și climatul mediului înconjurător.

Regimul termic prezintă o importanță deosebită pentru dezvoltarea plantelor și pentru practica agricolă. De variația anuală a temperaturii sunt legate: germinația semințelor și dezvoltarea plantelor, stabilirea epocilor de semănat și plantat, stabilirea sortimentului de culturi, alegerea soiurilor și hibridilor, activitatea microbiologică din sol, intensitatea proceselor de solubilizare a sărurilor din sol și gradul de absorbție a apei și a elementelor nutritive, fenomenul de îngheț și dezgheț, etc. Regimul termic al solului poate fi influențat prin: lucrări de afânare, încorporarea resturilor organice în sol (prin descompunere se degajă căldură), acoperirea cu diferite materiale (mulci) pentru micșorarea pierderilor de căldură din sol, reținerea zăpezii la suprafața solului, eliminarea excesului de apă prin desecare sau drenaj, lucrarea diferențiată a solurilor (mai adânc la solurile cu textură fină și exces de apă).

2.10. FERTILITATEA SOLULUI

Fertilitate este proprietatea solului de a pune la dispoziția plantelor, în cantitate mai mică sau mai mare, elementele nutritive în condițiile unui regim aero-hidric corespunzător cerințelor plantelor. Fertilitatea este proprietatea esențială a solului; prin ea solul se deosebește de rocile din care a provenit.

Dintre condițiile materiale necesare existenței omenirii, activității productive a oamenilor, o importanță deosebită prezintă solul. Astfel, procesul producției agricole este legat în mod nemijlocit de sol. Acesta este principalul mijloc de producție în agricultură. În industrie, excluzând ramurile extractive, solul acționează ca fundament, ca loc, ca o bază spațială de acțiune.

În agricultură, cantitatea și calitatea produselor depind direct de fertilitatea solului, de starea lui calitativă, de caracterul folosirii lui. Aici solul funcționează ca un factor activ al procesului de producție. Spre deosebire de mijloacele de producție folosite în industrie care în procesul producției se uzează (mașini, unelte etc), fertilitatea solului, în cazul aplicării unui sistem rațional de agricultură, poate fi sporită continuu, iar măsurile tehnice folosite pentru obținerea de recolte mari constituie în același timp mijloace pentru ridicarea fertilității solului. Acest specific imprimă agriculturii o serie de particularități, care o deosebesc de celelalte ramuri de producție.

Producția agricolă care furnizează omenirii hrana necesară existenței sale, precum și materia primă pentru numeroase ramuri ale industriei, se bazează pe proprietatea pe care o au plantele de a transforma substanțele minerale în materie organică, folosind energia solară. Plantele pot transforma energia cinetică a luminii solare în energie potențială, acumulată în materia organică având un randament cu atât mai mare cu cât vor găsi în sol apă și substanțe nutritive minerale în cantitate corespunzătoare cerințelor fiecărui sol, specii etc. Prin urmare, cu cât fertilitatea solului este mai mare, cu atât se obțin mai multe produse agricole pe o unitate de suprafață, la aceleași investiții de muncă și mijloace materiale.

În mod obișnuit, un sol posedă de fertilitate naturală și fertilitate artificială.

Fertilitatea naturală a solului se formează sub acțiunea bioacumulativă a asociațiilor vegetale din diferite zone bioclimaterice. Fertilitatea naturală este determinată de ansamblul însușirilor fizice, chimice și biologice ale solului, care se manifestă în contextul unor condiții climatice date. Fertilitatea naturală este, prin urmare, o însușire caracteristică solului privit ca un corp natural în sensul definiției date de *Dokuceaev*. Bilanțul acumulării substanțelor nutritive și a materiei organice în sol sub acțiunea asociațiilor vegetale diferă în funcție de climă, rocă, relief etc. Ca urmare, fertilitatea naturală într-un caz poate fi foarte ridicată, ca de exemplu, la cernoziomurile tipice și levigate din nordul Moldovei, iar în altele mai scăzută, ca bunăoară la cernoziomurile carbonatate și solurile sărăturate de la sudul Moldovei.

Două suprafețe de teren cu aceleași însușiri chimice, care au aceeași fertilitate naturală, pot produce cantități diferite de produse agricole datorită faptului că substanțele nutritive din acestea pot fi valorificate imediat de către plante, deoarece se găsesc sub forme diferite de accesibilitate. Aceasta este *fertilitatea efectivă*, necesară de luat în considerație în agricultură.

În decursul istoriei agriculturii, fertilitatea naturală a solului a fost modificată prin investiții de muncă vie și materializată prin factorii tehnico-economici, ceea ce a dat naștere la așa-numita *fertilitate artificială*. *Fertilitatea artificială* se creează de om, ca rezultat al acțiunii lui asupra solului, prin lucrări agrotehnice, aplicarea îngrășămintelor, asolamentelor raționale, a lucrărilor ameliorative etc. Din momentul în care o anumită suprafață de teren este luată în cultură, iar solul devine astfel un mijloc de producție și într-o anumită măsură un produs al muncii omenești, alături de fertilitatea naturală solul capătă și o fertilitate artificială. Solul, ca purtător al fertilității, trebuie privit în strânsă legătură cu alți factori naturali care influențează asupra recoltei culturilor, cum sunt condițiile climaterice, geomorfologice, hidrogeologice ș.a. Influența acestor factori asupra recoltelor se exercită prin intermediul solului.

Deși deosebim fertilitatea naturală de fertilitatea artificială, dar în practică ele sunt indisolubil legate și nu pot fi separate. Cu cât un anumit sol a fost supus lucrărilor culturale un timp

mai îndelungat, cu cât agrotehnica aplicată se perfecționează, cu atât solul pierde mai mult din caracterele lui inițiale și cu atât se pune în evidență mai mult fertilitatea artificială.

Între fertilitatea naturală și cea îmbunătățită artificial de om există legături nemijlocite, formând astfel un tot unitar numit *fertilitate economică*. *Fertilitatea economică* a solului definește capacitatea agriculturii, a forței productive a muncii de a face ca fertilitatea naturală a solului să fie imediat folosită. Această capacitate a agriculturii este diferită pe anumite trepte de dezvoltare a societății, ceea ce face ca fertilitatea economică să fie considerată ca un moment al fertilității naturale. Odată cu dezvoltarea științelor naturale și tehnice se schimbă și fertilitatea solului deoarece se modifică mijloacele cu care se intervine pentru a fi valorificate elementele nutritive din sol. Nivelul fertilității unui sol poate fi privit în mod absolut și exprimat prin compoziția chimică, fizică și biologică a solului. O compoziție poate fi favorabilă pentru o anumită cultură, dar nefavorabilă pentru alta datorită cerințelor biologice diferite ale plantelor.

Noțiunea de fertilitate economică scoate în evidență rolul muncii în creșterea fertilității efective, rezultatul acțiunii omului asupra creșterii puterii de producție a solului.

Fertilitatea economică poate fi privită sub două aspecte:

- *fertilitatea absolută* reprezintă sporirea puterii de producție a solului datorită factorilor de intensificare, care au contribuit la creșterea randamentelor la hectar;
- *fertilitatea relativă* este rezultatul factorilor de intensificare ce au determinat nu numai creșterea randamentelor la hectar, ci au realizat și sporirea productivității muncii, a reducerii costurilor pe unitatea de produs, adică a crescut eficiența economică în cultivarea speciei respective de plante.

Fertilitatea este deci o însușire dinamică a terenului agricol, care este legată indestructibil de progresul tehnic, de factorii de producție utilizați în agricultură.

Creșterea generală a fertilității solului, datorită îmbunătățirilor survenite, poate duce la o oarecare egalizare a condițiilor de productivitate pentru exploatații agricole diferite.

CAPITOLUL III. CLASIFICAREA SOLURILOR

3.1. SISTEME DE CLASIFICARE FOLOSITE LA NIVEL MONDIAL

3.1.1. Noțiuni generale.

3.1.2. Clasificările genetice.

3.1.3. Clasificările morfologice.

3.1.1. Noțiuni generale

Clasificarea solurilor a constituit o preocupare permanentă a pedologilor. Ca urmare acțiunii și interacțiunii diferitor factori pedogenetici în diferite zone geografice s-au format soluri diferite, ceea ce creează dificultăți pentru pedologi.

Primele clasificări au fost unilaterale, deoarece solurile s-au grupat în funcție de o singură însușire - fizică, chimică sau biologică. Dintre cele mai importante clasificări apărute pe plan mondial și care au determinat adevărate salturi în cercetarea solurilor a fost clasificarea naturalistă a lui *V. V. Dokuceaev*.

M. Contoman și *F. Filipov* (2007) analizând evoluția sistemelor de clasificare conclud că obiectivele clasificării solurilor trebuie să corespundă la „...două categorii de criterii: științifice și utilitare. O clasificare pur științifică poate satisface și anumite utilizări, în schimb una pur utilitară nu îndeplinește primul criteriu, fiind considerată artificială”. În continuare autorii remarcă că pentru a-și atinge scopul, o clasificare de sol trebuie să cuprindă următoarele caracteristici:

- să fie generală, simplă și deschisă pentru toate solurile care există;
- să fie folosite pentru mai multe utilizări;
- să fie obiectivă;
- să fie naturală.

În prezent nu există o clasificare unică a solurilor. În multe țări operează sisteme naționale de clasificare a solurilor, adesea bazate pe criterii diferite. Totalitatea clasificărilor folosite în lumea contemporană pot fi divizate în două tipuri: clasificări genetice și clasificări morfologice.

3.1.2. Clasificările genetice

3.1.2.1. Clasificările ruse

Primele studii efectuate de marele pedolog *V. V. Dokuceaev* și de discipolii lui au avut ca suport „tipul genetic de sol”. Școala lui *Dokuceaev* este cea care a dat o clasificare naturală, genetica-naturalistă a solurilor. Clasificarea respectivă este rezultatul conceptului în care solul este privit ca un corp istorico-natural, o individualitate de sine stătătoare, format sub influența factorilor naturali. Zonalitatea solurilor este dată de variația zonală a acestor factori și în special a vegetației și a climei.

Prima clasificare făcută de *V. Dokuceaev* a apărut în 1879, apoi a fost reeditată cu modificări în 1886 și definitivată în 1900 și a avut la bază principiul zonalității pedo-fito-climatice (tabelul 3.1).

Aceste clasificări au evoluat și a apărut o subdivizare accentuată a climatelor și bioclimatelor. Dintre acestea se remarcă cele făcute de *E. N. Ivanova*, *N. N. Rozov* (1958) și *N. N. Rozov* și *E. N. Ivanova* (1957). În schema de clasificare întocmită de *N. N. Rozov* și *E. N. Ivanova* (1967) se precizează, în mod egal, tipul de climat, alterarea, ciclurile biologice, drenajul și complexul organo-mineral. În 1977 Institutul de Sol „*V. V. Dokuceaev*” a pregătit clasificarea solurilor URSS. Pentru că aprecierea zonală și climatică nu este compatibilă cu toate solurile, unii autori vin să precizeze importanța evoluției acestora în timp, propunând astfel o clasificare istorico-genetică (*A. Kovda*, *I. V. Lobova*, *B. Gh. Rozanov*).

Tabelul 3.1. Clasificarea solurilor după V. V. Dukucaev (1900)**CLASA A.** Solurile normale, de vegetație terestră sau zonală

Nr. Crt.	Denumirea zonelor și a tipurilor de sol	Particularitățile principale ale proceselor de pedogeneză
I	Zona boreală. Solurile de tundră, de culoare brună închisă	Procese de dezagregare, în general și de levigare foarte slabe, în special. Acumulare mare de humus acid, grosolan, cu deosebire în orizontul învelișului ierbaceu
II	Zona de taiga. Solurile podzolite, de culoare cenușie deschisă	Procesele de dezagregare și în special la levigare ating maximul și dezagregarea se termină prin podzolirea solurilor
III	Zona de silvostepă. Solurile cenușii și cenușiu închise	Procesele de pedogeneză au un caracter de tranziție între zonele II și IV; orizontul B capătă o structură nuciformă, cu o culoare cenușie
IV	Zona de stepă. Soluri de cernoziom	Acumulare importantă de humus greu solubil. În subsol se acumulează carbonați. Structura solurilor este mărunță glomerulară friabilă
V	Zona de stepă deșertică. Soluri castanii și brune	Acumularea humusului devine mai slabă. În subsol se depun nu numai carbonați, ci și sulfați
VI	Zona arală sau zona deșerturilor. Soluri aerale. Soluri galbene, albe	Procesele de eflorescență sau de exudare a sărurilor ușor solubile predomină asupra proceselor de levigare
VII	Zona subtropicală și tropicală păduroasă. Soluri de laterite, de culoare roșie	Dezagregarea și levigarea sunt tot atât de intense, ca și în taiga și de aceea nici în sol, nici în subsol, nu există și nu pot exista nici cloruri, nici sulfați sau carbonați

CLASA B. Soluri de tranziție

Aceste soluri nu corespund intru totul interacțiunii normale dintre condițiile fizico-geografice și geobiologice ale regiunii respective.

VIII. Soluri mlăștinoase de luncă;

IX. Soluri carbonatice sau rendzine;

X. Soloncauri secundare;

CLASA C. Soluri anormale

Solurile respective nu sunt legate în mod genetic de complexul normal al condițiilor locale fizico-geografice și geobiologice.

XI. Soluri mlăștinoase;

XII. Soluri aluviale;

XIII. Soluri eoliene.

În clasificarea rusă se utilizează următorii termeni de diferențiere: clasa, subclasa, tip, subtip, gen și specii.

Clasele sunt definite pe criterii de climat și vegetație, iar subclasele sunt determinate de modul de drenaj al solului (automorf, semihidromorf, hidromorf etc.).

Tipul este nivelul de clasificare cel mai folosit și are la bază principiul conform căruia fiecare tip de sol se dezvoltă într-un singur ansamblu de condiții bioclimatice și hidrologice. El se caracterizează prin:

- același tip de acumulare a materiei organice;
- același tip de migrare a constituenților din sol;
- aceleași măsuri de menținere și ameliorare a fertilității.

Subtipurile prezintă diferențe cantitative în interiorul tipurilor.

Genul este determinat de rocile parentale și de modul cum acestea intervin în textura sau în compoziția solului.

Speciile se definesc în funcție de intensitatea principalelor procese de formare (puternic, mijlociu, slab).

În Rusia la Institutul de Sol „V.V.Dukucaev” a fost propusă o nouă clasificare (L. L. Șișov, 1997, 2004), care prezintă o tendință de aliniere la principiile moderne de clasificare din lume cum

ar fi Soil Taxonomy, FAO, IRB, WRB. Cu toate acestea în Rusia continuă să fie folosite în mod activ de oamenii de știință clasificarea solurilor din URSS (1977).

3.1.2.2. Clasificările americane (înainte de 1960)

Dintre clasificările americane cea mai cunoscută este clasificarea făcută de *F. C. Marbut* (1927). În această clasificare, pentru stabilirea unităților de sol autorul precizează lista caracteristicilor profilului care cuprinde:

- numărul orizonturilor de profil;
- culoarea orizonturilor;
- textura;
- structura;
- dispunerea relativă a orizonturilor;
- compoziția chimică a acestora;
- grosimea geologică a materialului solului.

În acest sistem de clasificare se găsesc șapte categorii majore de soluri.

O caracteristică aparte a acestui sistem o reprezintă introducerea în clasificare la nivel superior a termenului de *pedocal* și *pedalfer*.

Termenul *pedocal* (pedon = sol, cal = calcar) se folosește pentru solul care conține CaCO_3 într-unul din orizonturi, însoțit sau nu de alte săruri.

Termenul *pedalfer* (al = aluminiu, fer = fier) este utilizat pentru un sol lipsit de carbonați secundari, dar în care se întâlnește fier și aluminiu.

După clasificarea lui *F. C. Marbut*, teritoriul SUA poate fi împărțit în două jumătăți: jumătatea vestică cu climat secetos în care predomină pedocalul, și estul mai umed, în care s-a dezvoltat pedalferul.

Pe baza acestei teorii a fost elaborat de către Serviciul pentru Conservarea Solului, în 1938, vechiul sistem de clasificare americană.

Acest sistem este ierarhizat astfel:

- ordinele (nivelul cel mai înalt), constituite din soluri zonale, intrazonale și azonale;
- grupele mari ale solului (corespunzătoare tipurilor genetice din clasificarea rusă și sovietică);
- seriile de soluri (în funcție de originea și natura materialului parental, regimul hidric, dezvoltarea profilului de sol);
- tipurile de sol (diferențiate după textură);
- fazele de sol (în funcție de relief, eroziune, fertilitate).

După anul 1960 au apărut modificări în structura clasificărilor americane care au căpătat noi tendințe, dintre care amintim:

- renunțarea la formula genetică;
- accentuarea pe caracteristicile solurilor;
- punerea în circulație a unor termeni noi, renunțându-se la cei vechi.

3.1.2.3. Alte clasificări genetice

În Franța primele clasificări au fost făcute de către *A. Oudin* (1937, 1952), *V. Agafonoff* (1936) și *H. Erhart* (1933). Pedologii respectivi s-au inspirat din principiile școlii ruse de pedologie.

A. Demolon (1944) propune o clasificare în care se întâlnesc două mari ansambluri de soluri: soluri evoluat și soluri puțin evoluat.

În perioada 1963-1967 pedologi francezi au întocmit o clasificare care include 12 clase de soluri (soluri minerale brute; slab evoluat; calcimagnezice; izohumice; brunefiate; podzolice; cu sescvioxizi de fier; ferallitice; hidromorfe; sodice; vertisoluri; andosoluri).

Din anul 1976, *Ph. Duchaufour* a întocmit o nouă clasificare cu o anumită orientare ecologică. El arată că „solul nu poate fi definit în afara mediului în care s-a format”. Autorul distinge o pedogeneză de tip climatic (zonală în școala rusă), care depinde de condițiile staționare (roca mamă, drenaj etc.). Acest sistem de clasificare cuprinde 11 clase.

În Germania, cea mai cunoscută este clasificarea lui *E. Muckenhausen* (1962, 1965) inspirată din lucrările lui *L. V. Kubiens*. Ca element de clasificare el a propus următoarele niveluri: secțiune, clasă, tip, subtip. Clasificarea cuprinde patru secțiuni și anume: soluri terestre, soluri semiterestre, soluri subhidrice și soluri de mlaștină.

În Marea Britanie prezintă importanță clasificarea făcută de *W. B. Avery* (1973) în care se găsesc patru niveluri de clasificare: marile grupe, grupa, subgrupa și seria. Autorul s-a inspirat din clasificarea lui *L. V. Kubiens*, precum și din cea franceză.

În România până în anul 1980 sunt de remarcat clasificările făcute de *C. Chiriță* (1972), *C. Păunescu*, *N. Bucur* și *N. Florea* (1969).

3.1.3. Clasificările morfologice

O mare parte dintre pedologii care s-au ocupat cu clasificarea solurilor au ajuns la concluzia că acestea trebuie să se sprijine pe date mai concrete și mai puțin pe concepte. Conform acestor teorii solurile trebuie clasificate după proprietățile lor intrinseci.

3.1.3.1. Clasificarea americană prezentată inițial în 1960 de un grup de pedologi sub îndrumarea lui *G. Smith*, definitivată în 1975 sub denumirea de Soil Taxonomy și îmbunătățită în 1999, constituie poziția oficială a Departamentului Agriculturii din Statele Unite în domeniul clasificării solurilor. În cadrul clasificării americane se întâlnesc 11 ordine. **1. Entisoluri** (soluri primitive) sunt soluri tinere, nedezvoltate, fără orizonturi distincte, profilul prezintă numai orizonturile A și C. **2. Vertisoluri** (soluri argiloase închise care crapă) au un conținut ridicat de argile gonflante (> 30 %). Ele sunt răspândite atât în zonele temperate cât și în cea tropicală. **3. Inceptisolurile** (soluri imature) pot fi mai evolute decât entisolurile, dar în comparație cu alte soluri din aceeași regiune sunt imature (nu sunt în stadiul de „climax”). Ele se formează în toate zonele climatice, exceptând deșertul, unde ele se exclud prin definiție. **4. Aridisolurile** (solurile deșertului) sunt aproape uscate tot timpul anului. **5. Mollisolurile** sunt cele mai productive. Sistemul des de rădăcini fibroase al ierburilor favorizează dezvoltarea unui orizont A gros, negru, bogat în humus, cu o mare abundență de substanțe nutritive pentru plante. **6. Spodosolurile** (solurile acide ale terenurilor cu rășinoase) prezintă un orizont B spodic. **7. Alfisolurile** (solurile cu multe baze schimbabile de sub pădurile de foioase), prezintă un orizont argilic sau natric. **8. Ultisolurile** (soluri de padure cu baze puține, din regiuni calde), au un orizont B argilic. **9. Oxisolurile** (solurile tropicale foarte alterate) prezintă orizontul B oxic. Aceste soluri sunt formate în mod obișnuit pe roci sedimentare și roci cristaline bazice care se alterează ușor. **10. Histosolurile** (soluri organice) sunt acumulări de materie organică în medii care au fost prea umede pentru ca ea să se poată descompune. **11. Andisolurile** sunt soluri formate pe roci vulcanice. Cu toate că sistemul de clasificare americană a declanșat numeroase critici, el s-a impus destul de repede în lumea științifică, prezentând o serie de avantaje.

3.1.3.2. Clasificarea FAO-UNESCO nu reprezintă un sistem taxonomic în sine. Ea este o listă a principalelor unități de sol și poate fi considerată ca o clasificare monocategorială. Definiția unităților de sol se bazează pe proprietățile observabile și măsurabile ale solului însuși, fapt care asigură caracterul naturalistic și obiectiv al clasificării.

Legenda FAO-UNESCO în ediția revizuită în 1998 cuprinde 28 de grupări majore de sol după cum urmează: Histosoluri; Antrosoluri; Leptosoluri; Regosoluri; Fluvisoluri; Gleisoluri; Vertisoluri; Andosoluri; Arenosoluri; Cambisoluri; Calcisoluri; Gipsisoluri; Soloncauri; Solonețuri; Kastanoziomuri; Cernoziomuri; Faeoziomuri; Griziomuri; Luvisoluri; Planosoluri; Podzoluvisoluri; Podzoluri; Nitisoluri; Lixisoluri; Alisoluri; Acrisoluri; Feralsoluri; Plintisoluri.

Clasificarea FAO-UNESCO a solurilor nu este o simplă asamblare de elemente ci, dimpotrivă, ea a făcut posibilă o sinteză unitară, creatoare și realizarea unui inventar concret al repartiției și caracteristicilor solurilor lumii în scopuri științifice și practice. Clasificarea FAO

stabilește o anumită terminologie și notație referitoare la orizonturile pedogenetice, orizonturile diagnostice și caracterele diagnostice.

3.1.3.3. Baza mondială de referință pentru resursele de sol (BMRRS) sau WRB for SR în engleză (*World Reference Base for Soil Resources*): urmărește îndeaproape nomenclatura legendei FAO-UNESCO fără să se identifice însă cu aceasta. BMRRS încorporează ultimele noutăți referitoare la resursele globale de sol și relațiile dintre acestea. BMRRS este succesorul bazei internaționale de referință pentru clasificarea solurilor (IRB), elaborate la o inițiativă a FAO, susținută de Organizația Națiunilor Unite pentru Mediu (UNEP) și Societatea Internațională de Știința Solului. Intenția proiectului IRB a fost de a stabili un cadru prin care sistemele existente de clasificare a solurilor ar putea fi corelate și armonizate. Obiectivul final a fost să ajungă la un acord internațional cu privire la grupările solurilor la nivel major, precum și privind metodologia și criteriile care trebuie aplicate pentru definirea și identificarea solurilor. Un astfel de acord a fost menit să faciliteze schimbul de informații și de experiență, pentru a oferi un limbaj comun științific, pentru a consolida aplicații ale științei solului, precum și pentru a îmbunătăți comunicarea cu alte discipline.

BMRRS urmărește următoarele obiective:

- utilizarea datelor de sol în beneficiul altor științe;
- evaluarea resurselor de sol;
- monitorizarea solurilor, în special a proceselor de dezvoltare a solurilor, care depind de modul în care solurile sunt utilizate de către comunitatea umană;
- validarea metodelor experimentale de utilizare a solurilor pentru o dezvoltare durabilă, care va menține și, dacă este posibil, va îmbunătăți potențialul solului;
- transferul de tehnologii de utilizare a solului de la o regiune la alta.

BMRRS este conceput ca un mijloc de comunicare în rândul oamenilor de știință pentru a identifica și caracteriza tipuri majore de soluri. Acesta nu este menit să înlocuiască sistemele naționale de clasificare a solurilor, dar să fie un instrument pentru o mai bună corelare între sistemele naționale. Acesta își propune să acționeze ca un numitor comun prin care sistemele naționale pot fi comparate. BMRRS servește ca o limbă de bază în domeniul științei solului pentru:

- facilitarea comunicării științifice;
- elaborarea diferitelor sisteme de clasificare având o bază comună;
- utilizarea internațională de date pedologice, nu numai de oamenii de știință a solului, dar și de către alți utilizatori ai solului și a terenurilor, cum ar fi geologi, botaniști, hidrologi, ecologi, agricultori, silvicultori, ingineri și arhitecți.

Principiile generale pe care se bazează BMRRS:

- clasificarea solurilor se bazează pe proprietățile solului, definite în termeni de orizonturi de diagnostic și a caracterelor considerate specifice principalelor categorii de soluri;
- parametrii climatici nu sunt aplicați în clasificarea solurilor.

BMRRS propune 30 de grupe majore de sol, care în funcție de unele particularități de formare pot fi unite în 9 grupe mari.

I. Soluri minerale condiționate de climat tropical și subtropical umed:

1. FERRALSOLS (*Ferralsolurile*) – FR. Denumirea provine din limba latină de la ferrum și aluminium. Reprezintă solurile cele mai intens alterate de pe Glob și pot atinge grosimi de zeci de metri. Prezintă orizont B feralic (oxic) alcătuit din oxizi de fier și aluminiu hidratați, argilă caolinitică și cuarț. Dețin o suprafață de 7,4 %, în special în nordul Americii de Sud și centrul Africii. Profilul de sol este de tipul A-B-C, are între 8-10 m grosime, potențialul de fertilitate este redus și se află sub păduri.

2. PLINTHOSOLS (*Plintosolurile*) – PT. Sunt soluri care conțin peste 25 % din volum plintit (amestec de fier, argilă caolinitică și cuarț), într-un strat de cel puțin 15 cm grosime în primii 50 cm ai solului. Denumirea provine din limba greacă, de la *plinthos*=cărămidă. Plintitul are culoare cenușie-albăstruie cu pete roșii, brune și ocră și este puternic întărit. În stare umedă poate fi tăiat cu un instrument metalic, dar în stare uscată se întărește ireversibil formând cuirase feruginoase.

Ocupă o suprafață de 0,4 % în regiunile cu relief vălurit din zona tropicală, în zone joase sau platouri (Brazilia, Congo, India, Australia, Spania). Plintosolurile sunt soluri feralitice afectate de hidromorfism (exces de umiditate) și au o fertilitate foarte redusă datorită micșorării volumului edafic, excesului de umiditate și compactității.

3. ACRISOLS (*Acrisolurile*) – AC. Sunt caracterizate prin prezența unui orizont Bt cu capacitate redusă de schimb cationic și grad de saturație în baze <50 %. Denumirea provine din limba latină de la *acris*=foarte acid și dețin 6 % la nivel mondial. Formula profilului de sol este A-E-Bt-C, orizontul E nu prezintă nici trecere bruscă nici glosică, orizontul Bt este de culoare brun-roșcată sau roșie, iar argila nu este distribuită uniform pe profil ca la nitisoluri. Apar în regiunea tropicală/subtropicală umedă sub vegetație arborescentă. Sunt sărace în materie organică și nutrienți având o fertilitate slabă pentru culturi agricole, dar bună pentru vegetația naturală. Deoarece dau două recolte pe an sunt totuși folosite în sistemul de agricultură itinerantă.

4. ALISOLS (*Alisolurile*) – AL. Sunt soluri cu orizont Bt și se deosebesc de luvisoluri, acrisoluri și lixisoluri printr-o capacitate mai mare de schimb cationic, grad de saturație în baze >50 % și un conținut mai ridicat de aluminiu schimbabil. Denumirea provine din latină de la *aluminium* și dețin 0,7 % în zona temperată dar și în zona tropicală umedă în asociație cu acrisolurile.

5. NITISOLS (*Nitisolurile*) – NT. Denumirea provine din limba latină de la *nitidus*=strălucitor, deoarece prezintă un orizont Bt cu agregate cu fețe lucioase, poliedrice. Nu prezintă orizont E, iar limita între A și B este difuză, conținutul de argilă nu descrește de la maximul înregistrat cu >20 % în primii 150 cm. Dețin 1,9 % în climatul tropical cu două anotimpuri (umed/uscat), pe relieful mai înalt, pe roci bazice/intermediare. Profilul este de tipul A-AB-Bt-C și are o culoare roșie. Sunt solurile cele mai fertile din zona tropicală, fiind larg utilizate în agricultură.

6. LIXISOLS (*Lixisolurile*) – LX. Se deosebesc de acrisoluri printr-un grad de saturație în baze >50 % în orizontul Bt. Ele realizează tranziția între acrisoluri și solurile din regiuni mai aride, apărând în climatul tropical subumed (păduri xerofile, savane). Au probleme de utilizare asemănătoare acrisolurilor cu excepția amendării calcaroase.

II. Soluri minerale condiționate de climat arid/semiarid

7. CALCISOLS (*Calcisolurile*) – CL. Sunt caracterizate prin prezența unui orizont Cca și a unui orizont A sărac în humus. Denumirea provine din latină de la *calcium* și dețin 7,5 % în regiunile aride și semiaride (mai ales) din climatul temperat și subtropical. Au o fertilitate foarte redusă datorită deficitului de umiditate și sunt folosite ca pășuni.

8. GYPISISOLS (*Gipsisolurile*) – GY. Sunt caracterizate prin prezența unui orizont cu acumulare de gips situat la mică adâncime și un orizont A sărac în materie organică. Se aseamănă cu calcisolurile, dețin 1,1 % în regiuni foarte aride din Algeria, Tunisia, Siria, Irak, Spania, statul american Texas, Mexic, sudul Australiei, Namibia. Au fertilitate foarte redusă datorită deficitului de umiditate și nu pot fi irigate datorită dizolvării gipsului.

9. SOLONCHAKS (*Solonceacurile*) – SC. Prezintă în partea superioară (primii 20-30 cm) o puternică acumulare de săruri ușor solubile. Au o formulă de tip A-C și dețin 2 % în arealele joase, slab drenate din zona aridă/semiaridă, uneori și semiumedă. Denumirea provine din rusă de la *sol*=sare și sunt practic inutilizabile datorită costurilor mari ale măsurilor ameliorative.

10. SOLONETZ (*Solonețurile*) – SN. Prezintă un orizont B natric cu saturație ridicată în Na⁺ schimbabil și o formulă de tipul A-Btna-C sau A-E-Btna-C. Dețin 0,7 % în aceleași areale cu solonceacurile. Au o fertilitate foarte redusă și sunt folosite ca pășiți.

11. DURISOLS (*Durisolurile*) – DU. Sunt caracterizate prin prezența la mică adâncime (primii 100 cm) a duripanului (strat întărit cu silice secundară) sau a nodulelor întărite. Apar în climatul mediteranean sau în cele aride/semiaride. Formula profilului este A ocric-duripan (30 cm - 4 m grosime) și au culoare roșie. Au fertilitate redusă fiind folosite ca pășuni, iar în regim irigat pot fi cultivate.

III. Soluri minerale condiționate de climatul temperat de tip stepic

12. KASTANOZEMS (*Kastanoziomurile*) – KS. Reprezintă soluri cu acumulare de humus relativ redusă formate în stepa mai uscată. Formula profilului de sol este Am-AC-Cca și dețin 3,2 % la tranziția dintre deșerturi și stepă. Acumularea de humus și spălarea sărurilor sunt reduse datorită

cantității mici de precipitații, fiind carbonatice de la suprafață. Denumirea provine din latină de la *castaneo*=castană. Sunt folosite ca pășuni și se cultivă numai în regim irigat.

13. CHERNOZEMS (*Cernoziomurile*) – CH. Reprezintă soluri cu acumulare mare de humus, formate în stepă și silvostepă. Prezintă orizont A molic și un orizont Cca situat la mai puțin de 125 cm adâncime și dețin 2,2 % în stepele Europei, Asiei și Americii de Nord. Formula profilului Am-AC-Cca, Am-Bv-Cca, Am-Bt-Cca. Au potențial de fertilitate foarte bun și sunt folosite pentru culturi, necesitând irigații.

14. PHAEOZEMS (*Faeoziomurile*) – PH. Prezintă orizont Am-Bt-C (sau Cca la peste 125 cm adâncime) iar denumirea provine din greacă de la *phaios*=întunecat. Dețin 1 % în preria nord americană, Argentina, Uruguay, China de Nord-Est, Europa Centrală (câmpiile dunărene). Au o fertilitate chiar mai bună ca a cernoziomurilor datorită reacției ușor acide și umidității mai mari, fiind folosite pentru culturi agricole. Soluri minerale condiționate de climat temperat umed și subumed.

15. LUVISOLS (*Luvisolurile*) – LV. Prezintă orizont Bt cu grad de saturație în baze >50 % și o formulă a profilului de sol de tipul O-Ao-Bt-C sau O-Ao-E-Bt-C. Dețin 4,5 % în zona pădurilor de foioase din Europa, Asia și America de Nord. Fertilitatea este moderată sau redusă fiind folosite pentru cartof, porumb, viță de vie sau plantații de măslini.

16. PLANOSOLS (*Planosoluri*) – PL. Se caracterizează prin formarea unui exces temporar de umiditate în partea superioară a profilului, datorită prezenței unui orizont Bt. Trecerea între orizonturile E și Bt se realizează brusc, iar formula profilului de sol este O-A-Ew-Btw-C. Dețin 1,1 % în climatul temperat continental și cel tropical cu două anotimpuri, pe suprafețe plane sau depresionare, denumirea provine din latină de la *planus*=plat, orizontal. Potențialul de fertilitate este slab, utilizarea principală fiind cea pastorală sau silvică.

17. ALBELUVISOLS (*Albeluvisolurile*) – AB. Realizează tranziția între luvisoluri și podzoluri și dețin 1,9 % în climatul temperat răcoros, în special sub pădure. Prezintă orizont E albic care trece în orizontul Bt sub formă de limbi (caracter glosic), formula profilului de sol fiind O-A-Ea-Bt-C. Prezintă exces de umiditate și au fertilitate scăzută pentru agricultură fiind folosite ca păduri și pajiști.

18. PODZOLS (*Podzolurile*) – PZ. Sunt soluri care prezintă orizont spodic (Bs, Bhs) și dețin o suprafață de 3,6 %. Apar în special în emisfera nordică, la sudul zonei de tundră din Europa, Asia și America de Nord, sub păduri de conifere. Pot apărea și în climatul tropical umed și temperat atlantic. Formula profilului de sol este de tip O-A-E-Bhs-C(R) sau O-A-Bs-C(R). Denumirea provine din limba rusă de la *pod*=sub și *zola*=cenușă. Grosimea solului este redusă în zona nordică și montană (<1 m) și mare în cea tropicală (2-3 m). Au un potențial redus de fertilitate

19. UMBRISOLS (*Umbrisolurile*) – UM. Reprezintă soluri cu orizont B cambic și orizont A umbric închis, bogat în materie organică, V<50 % și reacție acidă. Denumirea provine din latină de la *umbra*=închis. Apar în Nord-Vest al Europei, fațada atlantică a Europei, Islanda, insulele Britanice și zonele montane înalte din Europa, Asia, America de Sud, Australia și America de Nord. Profilul este de tip A-Bv-C. Sunt utilizate predominant ca pajiști și silvic.

IV. Soluri minerale condiționate de climatul arctic

20. CRYOSOLS (*Criosolurile*) – CR. Reprezintă soluri care prezintă un strat permanent înghețat în primii 100 de cm. Ocupă suprafețe întinse în Alaska, nordul Canadei, al Europei și Rusiei, Groenlanda, Antarctica și zonele montane cele mai înalte. Predomină procesele criogenice: îngheț-dezghet, crioturbații, sortarea criogenică, crăpături termale și segregarea de gheață. Sunt utilizate ca pajiști dar și silvic și mai rar agricol.

V. Soluri minerale condiționate de vârsta limitată

21. CAMBISOLS (*Cambisolurile*) – CM. Sunt soluri moderat dezvoltate brune sau roșii, care au față de materialul parental modificări de culoare, structură și textură, prezentând orizont B cambic. Ocupă 6,2 % cele mai răspândite din lume, în climatul temperat și subpolar, dar și în cel tropical/subtropical în teritorii fragmentate și accidentate, pe pante. Evolutiv reprezintă tranziția între leptosoluri/regosoluri și luvisoluri/podzoluri (clima temperată) sau lxisoluri/feralsoluri (climă caldă și umedă). Profil de tip A-Bv-C, iar denumirea provine din italiană de la

cambiare=schimbare. Cele acide au fertilitate scăzută fiind folosite silvic, iar cele saturate în baze sunt mai bune fiind folosite ca pajiști sau livezi.

VI. Soluri minerale condiționate de roca parentală

22. ARENOSOLS (*Arenosolurile*) – AR. Denumirea provine din latină de la *arena*=nisip și reprezintă soluri nisipoase pe cel puțin 100 cm adâncime, care de obicei prezintă doar un orizont A ocric. Ocupă o suprafață de 2 % în regiunile aride și chiar semiaride. Au fertilitate extrem de scăzută fiind folosite ca pajiști sau silvic și putând fi cultivate numai în regim irigat.

23. VERTISOLS (*Vertisolurile*) – VR. Denumirea provine din latină de la *vertere*=a se învârti, a se întoarce și apar pe depozite argiloase gonflante. Nu sunt diferențiate datorită omogenizărilor prin procese vertice, prezentând orizont vertic între 25-100 cm adâncime. Ocupă o suprafață de 2,5 % în Australia, India, Sudan, Maroc. Poartă denumirea de regur (India), tirs (Nordul Africii), smolniță (Iugoslavia), slitoziom (Rusia). Apar pe terenuri plane în climat tropical/subtropical și mai rar în cel temperat cu un sezon umed și unul uscat. Profilul este de tip Ay-ACy-C sau Ay-By-C. Au proprietăți fizice nefavorabile, dar cu toate acestea sunt cele mai fertile din zona caldă. Sunt cultivate pe scară largă, mai ales în condiții de irigație (bumbac, grâu, trestie de zahăr, sorg, porumb), dar se lucrează greu și cu consumuri mari.

24. ANDOSOLS (*Andosolurile*) – AN. Denumirea provine din japoneză de la *an*=închis și *do*=sol și sunt formate pe cenuși sau roci vulcanice. Ocupă 1,2 % în regiunile cu activitate vulcanică și au profil de tipul A-Bv-C (R). Sunt în general fertile pentru pădure și pajiști, iar în zona caldă sunt cultivate cu bune rezultate (cafea, cauciuc, banane, citrice, viță de vie).

VII. Soluri minerale condiționate de relief

25. LEPTOSOLS (*Leptosolurile*) – LP. Denumirea provine din greacă de la *leptos*=subțire și sunt caracterizate prin apariția rocii dure, compacte în primii 30 cm (A-R). Ocupă 16,9 % în regiunile montane, pe versanți cu pantă accentuată sau culmi înguste, cu eroziune activă, cât și în pustiuri. Au un potențial de fertilitate redus datorită volumului edafic scăzut. Sunt folosite predominant ca pajiști și evoluează spre alte soluri în funcție de pantă, natura rocii și condițiile climatice.

26. REGOSOLS (*Regosolurile*) – RG. Denumirea provine din greacă de la *rhegos*=înveliș și reprezintă soluri neevoluate dezvoltate pe sedimente neconsolidate (cu excepția aluviunilor), având profil de tip A-C. Ocupă 6,7 % din suprafața globului mai ales în regiunile arctice (tundră) și tropicale/subtropicale aride. Pedogeneza este lentă datorită temperaturii scăzute, aridității și eroziunii pe pante. Au fertilitate redusă fiind folosite ca pajiști.

27. FLUVISOLS (*Fluvisolurile*) – FL. Reprezintă soluri în curs de formare caracteristice zonelor de luncă, teraselor joase, deltelor și ariilor de divagare și sunt dezvoltate pe sedimente aluviale recente. Denumirea provine din latină de la *fluvius*=fluviu și prezintă un orizont A urmat de aluviuni. Ocupă 2,4 %, sunt frecvent gleizate și sunt relativ fertile fiind folosite complex, atât ca pășuni, pajiști, și pentru culturi, dar cu toate acestea sunt cele mai fertile din zona caldă. Sunt cultivate pe scară largă, mai ales în condiții de irigație (bumbac, grâu, trestie de zahăr, sorg, porumb), dar se lucrează greu și cu consumuri mari.

28. GLEYSOLS (*Gleisolurile*) – GL. Denumirea provine din rusă de la *gley*=masă de sol (sunt masive) și se formează în condițiile excesului de apă freatică. Prezintă orizont gleic în primii 50 cm și au profil de tipul A-AG-G, A-BG-G, A-AG-CcaG. Ocupă 4,6 % în regiunile mlăștinoase din zona tropicală și temperată nordică. Sunt folosite îndeosebi ca pajiști și silvic. Pot fi cultivate numai în condițiile executării unor lucrări de drenaj.

VIII. Soluri minerale condiționate de activitatea umană

29. ANTHROSOLS (*Antrosolurile*) – AT. Denumirea provine din franceză de la *anthropo*=referitor la om și ocupă circa 2 milioane de hectare. Se referă la soluri care prezintă modificări importante ale orizonturilor sau stării originare. Pe o grosime de cel puțin 50 cm solurile sunt fie desfundate, fie îmbogățite în fosfor datorită fertilizării, fie se acumulează sedimente în urma irigației, fie sunt acoperite cu gunoaie orășenești, deșeuri de mine, diferite umpluturi.

IX. Soluri organice

30. HISTOSOLS (*Histosolurile*) – HS. Denumirea provine din greacă de la *histos*=țesut și reprezintă soluri organice saturate cu apă perioade lungi ale anului. Prezintă la suprafață un orizont gros (>40-60 cm) de materie organică aflată în diferite stadii de descompunere. Ocupă 1,8 % în zonele cu turbării din zona subpolară și tropicală umedă (Câmpia Siberiei de Vest, Câmpia Amazonului). Pot fi cultivate numai în condiții foarte stricte deoarece sunt afectate de subsidență, pot lua foc, iar dacă sunt drenate prea mult, materia organică se usucă și poate fi spulberată.

O suprafață considerabilă a uscatului (995 milioane ha) este lipsită de covorul solului. Totodată, suprafața uscatului cu înveliș permanent de sol este în jur de 13.392 milioane ha.

Grupul de lucru privind BMRRS a mai propus și următoarea terminologie privind profilul de sol.

Caracteristica este o trăsătură observabilă și măsurabilă a solului (de ex. culoarea, pH-ul, textura etc.). *Asamblajul* este o combinație specifică de caracteristici și sunt indicatoare pentru procesul de formare a solurilor. *Orizontul* este un strat care constă din unul sau din două asamblaje care au un grad minim, de exprimare pe o grosime minimă și care este distinct de asamblajele care apar în straturile imediat deasupra sau dedesubt.

Solul (pedonul) este o combinație verticală specifică de orizonturi, apărând în cadrul unei adâncimi, care este considerată a fi rezultatul unui set de procese prezente sau trecute de formare a solului.

Secvența este o variație laterală a felului de orizonturi și a combinațiilor lor vertice, corelată cu trăsăturile landşaftului (spre ex. panta, materialul parental, vegetația etc.)

În acest sistem de clasificare se merge pe linia unificării tendințelor diverse prezentate în pedologia contemporană. Sistemul are o bază genetică, care este în primul rând cantitativă și care nu exclude posibilitatea introducerii de noi definiții.

3.1.3.4. Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS-2003)

În anul 2003 s-a adoptat o clasificare modernă intitulată *Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor* (SRTS), elaborat de Institutul de Cercetări pentru Pedologie, clasificare care este în concordanță cu cerințele cuprinse în *World Reference Base for Soil Resources* (WRB). Noua clasificare grupează solurile pe baza procesului genetic caracteristic și a orizonturilor diagnostice. Proprietățile solurilor și orizonturilor cu actuala lor semnificație pot fi măsurate și identificate pe teren, fapt care asigură sistemului precizie și obiectivitate.

SRTS are la baza trei unități taxonomice: **clasa de sol**, grupează solurile cu același orizont diagnostic; **tipul de sol**, unitate inferioară clasei, grupează solurile care se disting prin același tip de procese pedologice și aceeași succesiune de orizonturi; **subtipul de sol** diferențiază solurile în funcție de prezența sau absența unor orizonturi de tranziție între două tipuri.

Clasele și tipurile principale de soluri.

1. Protisolurile (solurile neevoluate) sunt soluri în stadiu incipient de formare, cu profil încă incomplet diferențiat, lipsit de orizonturi diagnostice; prezintă cel mult un orizont A sau O sub 20 cm grosime, fără alte orizonturi caracteristice. Din această categorie fac parte: *litosolul*, *regosolul*, *psamosolul*, *aluvisolul* și *entiantrosolul*.

2. Cernisolurile (molisolurile) se caracterizează printr-un orizont A molic. În această clasă sunt incluse următoarele tipuri: *kastanoziom (sol balan)*, *cernoziom calcaric (cernoziom carbonatic)*, *cernoziom*, *cernoziom cambic*, *faeoziom cambic (sol cernoziomoid cambic)*, *faeoziom argic (sol cernoziomoid argiloiluvial)*, *cernoziom argiloiluvial*, *faeoziom greic (sol cenusiu)*, *faeoziom marmic (pseudorendzina)* și *rendzina*.

3. Umbrisolurile sunt caracterizate printr-un orizont A umbric (Au). Includ următoarele tipuri: *nigrosolul (solul negru acid)* și *humosiosolul (solul humico-silicatic)*.

4. Cambisolurile sunt caracterizate prin prezența unui orizont B cambic (Bv), cu excepția acelor soluri care îndeplinesc condiția de a fi molisoluri, umbrisoluri, hidrisoluri (soluri hidromorfe) sau salsodisoluri (soluri halomorfe). Includ următoarele tipuri: *eutricambisolul (solul brun eumezobazic)*, *terra rossa (solul roșu)* și *districambisolul (solul brun acid)*.

5. Luvisolurile (argiluvisolurile) includ solurile cu profil bine diferențiat, caracterizat prin prezența unui orizont B argilic (Bt), cu excepția acelor soluri care se încadrează la molisoluri și care au un orizont Bt relativ slab exprimat. Luvisolurile pot avea sau nu orizont eluvial E. Din această clasă fac parte: *preluvisolul tipic (sol brun argiloiluvial)*, *preluvisolul roșcat (solul brun-roșcat)*, *luvosolul tipic (solul brun luvic tipic)*, *luvosolul albic (luvisolul albic)*, *planosolul* și *alosolul*. Cu excepția primelor două, celelalte tipuri de sol prezintă orizont eluvial.

6. Spodisolurile (spodosolurile) sunt caracterizate prin prezența orizontului B spodic (Bs și Bhs) sau orizont criptospodic (Bcp). Includ trei tipuri: *prepodzolul (solul brun feriiluvial sau brun podzolic)*, *podzolul* și *criptopodzolul*, podzolul având orizont eluvial bine exprimat.

7. Pelisolurile (vertisolurile) sunt soluri determinate de predominarea orizonturilor A, B, C bogate în argile. În această clasă au fost separate două tipuri de soluri: *pelosolul* și *vertosolul*. Acestea includ soluri cu orizont pelic sau vertic de la suprafață sau imediat sub orizontul arat, orizont situat între 25 și 100 cm adâncime. Pelosolurile conțin argilă neexpandabilă, foarte compactă, fiind practic lipsită de pori, în timp ce vertosolul se caracterizează prin gonflarea și contractarea puternică a argilei, când se trece de la starea uscată la cea umedă și invers.

8. Andisolurile se caracterizează prin prezența orizontului andic în profil, în lipsa orizontului spodic. Sunt soluri cu orizont A, urmat de un orizont intermediar AC, AR sau Bv, la care se asociază proprietăți andice pe cel puțin 30 cm, începând din primii 25 cm. Include un singur tip de sol, și anume *andosolul*, care este specific munților.

9. Hidrisolurile (solurile hidromorfe) sunt formate sub influența predominantă a unui exces de umiditate de lungă durată, având, deci, un regim hidric special care determină în sol anumite procese și proprietăți. Se caracterizează prin prezența unui orizont gleic de reducere (Gr), până la 125 cm adâncime, sau a unui orizont stagnic (W), a unui orizont alimnic (Al) sau un orizont histic (T). Includ următoarele tipuri: *stagnosolul (solul pseudogleic)*, *gleisolul (solul gleic și lăcoviștea)* și *limnisolul*.

10. Salsodisolurile (solurile halomorfe) includ solurile a căror geneză, evoluție și proprietăți au fost și sunt influențate apreciabil de sărurile ușor solubile. Solurile din această clasă prezintă ca orizont diagnostic, fie un orizont salic (sa) sau un orizont natric (na) în primii 20 de cm ai solului, fie un orizont argiloiluvial natric (Bt_{na}). Tipurile de sol specifice salsodisolurilor sunt: *solonceacul* (cu orizont salic) în primii 20 de cm și *solonețul* (cu orizont natric în primii 20 de cm sau un orizont Bt_{na} indiferent de adâncime).

11. Histisolurile (solurile organice sau histosolurile) sunt soluri formate din material organic care au un orizont turbos (T) sau folic (O) la suprafață bine dezvoltat. Cuprind două tipuri: *histosolul* și *folisolul* caracterizate printr-un orizont turbos sau folic de peste 50 cm grosime.

12. Antrisolurile (solurile trunchiate și defundate) prezintă un orizont antropogenetic sau lipsa orizontului A și E, îndepărtate prin eroziune accelerată sau decapitare antropică. În această clasă au fost incluse solurile care au avut un profil bine diferențiat, dar care a fost atât de intens trunchiat sau ale cărui orizonturi au fost atât de intens amestecate prin acțiunea omului, încât nu mai prezintă caracteristici diagnostice care să permită încadrarea lor la unul din tipurile amintite anterior. Din această categorie fac parte *erodosolul* și *antrosolul*.

3.2. CLASIFICAREA SOLURILOR MOLDOVEI

3.2.1. Unitățile taxonomice de clasificare.

3.2.2. Diagnosticarea solurilor.

3.2.3. Clasificarea solurilor Republicii Moldova.

3.2.1. Unitățile taxonomice de clasificare

Pentru clasificarea solurilor se folosesc următoarele unități taxonomice:

- clasa;
- tip;
- subtip;
- gen;
- specie;
- varietate;
- categorie (rang).

Unitatea de bază este tipul de sol, care se deosebește printr-un profil vertical specific, un tot integru al orizonturilor, caracterele și particularitățile cărora elucidează rezultatele proceselor pedogenetice. Tipul de sol reprezintă o grupă de soluri asemănătoare separate în cadrul unei clase de soluri, caracterizate printr-un anumit mod specific de manifestare a uneia sau mai multor dintre următoarele elemente diagnostice: orizontul diagnostic specific clasei și asocierea lui cu alte orizonturi, trecerea de la sau la orizontul diagnostic specific, etc.

După *N. Florea* (1968) aceiași tip genetic aparțin solurile care au caracteristici comune:

- același tip de aport de substanțe organice și de procese de transformare a acestora;
- același tip de procese complexe de descompunere a masei minerale și de sinteză a noilor compuși minerali și organo-minerali;
- același tip de migrare și de acumulare a substanțelor.

Ca urmare solurile din cadrul unui tip genetic au alcătuire similară a profilului de sol și nivel apropiat de fertilitate

Tipurile se unesc în clase în funcție de rolul predominant al unor factori, influența cărora condiționează particularitățile comune a proceselor pedogenetice. Clasa de soluri reprezintă totalitatea solurilor caracterizate printr-un anumit stadiu sau mod de diferențiere a profilului de sol dat, de prezența unui anumit orizont pedogenetic sau proprietate esențială, considerate elemente diagnostice.

În cadrul tipurilor se evidențiază subtipurile de sol, specificul cărora este condiționat de rolul, intensitatea și stadiile de dezvoltare a proceselor pedogenetice, caracteristice tipurilor sau de alte particularități.

Genul este o grupă de soluri în cadrul subtipului ale cărui particularități sunt determinate de influența complexului condițiilor locale. Divizarea subtipurilor în genuri de sol se face în funcție de caracteristicile particulare ale solului, gradul de gleizare, stagnogleizare, salinizare, alcalizare, eroziune, adâncimea de la care apar carbonații etc.

Specia este o grupă de soluri în componența genului care se caracterizează prin gradul de dezvoltare a procesului de solificare de bază (adâncimea, intensitatea proceselor de podzolire, adâncimea și intensitatea acumulării humusului ș.a.). De exemplu, evidențierea speciilor la solurile podzolice-întelenite după gradul de podzolire – slab podzolic, moderat podzolic, puternic podzolite. Evidențierea speciilor cernoziomurilor din Moldova poate fi efectuată după grosimea orizontului humic (A + AB):

- superficial (mai puțin de 20 cm);
- puțin profund (20-45 cm);
- moderat profund (45-80 cm);
- profund (80-120 cm);
- foarte profund (mai mult de 120 cm).

Varietate – grupa de soluri în cadrul speciei asemănătoare după compoziția granulometrică (textura) a orizonturilor superioare, conținutul de schelet și gradul de transformare a materiei organice în cazul solurilor organice.

Categorie (rang) – grupa de soluri în cadrul varietății asemănătoare după caracterul rocilor de solificare (rocilor parentale).

Exemplu de încadrare:

Clasa	Tipul	Subtipul	Genul	Specia	Varietatea	Categorie
Automorfe	cernoziom	carbonatic	slab salinizat	puțin profund	lutos	pe lut argilos

Toată suma de calități ale solurilor, potrivit cărora ele pot fi deosebite și atribuite la anumite unitate de clasificare, se numește diagnosticarea solurilor.

3.2.2. Diagnosticarea solurilor

Academicianul A. Ursu (1999) menționează că:

„Sistemul de orizonturi în primul rând evidențiază solul ca un corp natural de sine stătător, care posedă o construcție verticală specifică, calitativă cu o sumă de particularități și proprietăți, care îl deosebesc de obiectele biologice și minerale.

Fiecare orizont prezintă un rezultat integrat al interacțiunii diferitor procese de solificare (într-un anumit strat) și, totodată este un component al profilului vertical.

Formarea solului se începe de la suprafață și în mare măsură depinde de componența rocii materne și specificul biomasei care se formează și se acumulează în anumite condiții.

În condiții naturale la suprafața solului se formează un strat de reziduuri organice (litiera) cu anumită componență în funcție de specificul biocenozii. El nu este un orizont propriu zis al solului, și totodată prezintă un component al peisajului care influențează în mod direct la formarea profilului”.

Se propun pentru notarea orizonturilor următoarele simboluri:

- A – orizontul de acumulare a humusului și a elementelor biogene;
- B – orizontul de tranziție (*iluvial*);
- C – roca parentală, parțial afectată de procesele pedogenetice;
- D – roca subiacentă.

După A. Ursu (1999) cele mai principale caractere a orizonturilor, condiționate de diferite procese genetice, care pot fi folosite în diagnostica și nomenclatura solurilor răspândite în Republica Moldova sunt următoarele:

- ◆ eluvial (e) - luvic, podzolit, pudrat cu bioxid de siliciu amorf, cu conținut redus de humus și minerale argilice;
- ◆ albic (a) - cenușiu deschis, bogat în SiO₂ amorf;
- ◆ iluvial (i) - brun sau brun-roșcat tasat, cu acumulare de argilă, sescvicoxizi (R₂O₃), bulgăros sau columnar;
- ◆ mollic (m) - cenușiu închis, humificat humatic, structurat - grăunțos, afânat (cernoziom);
- ◆ ocric (o) - cenușiu, cu nuanțe brune, sau gălbui (fulvatic), structură grăunțoasă sau nuciformă mică;
- ◆ cambic (c) - brun, cu nuanțe roșcate, gălbui, argilizat, se deosebește de culoarea și componența rocii materne;
- ◆ levigat (l) - lipsit de carbonați și de săruri solubile;
- ◆ carbonatic (ca) - conține carbonați (efervescentă cu HCl);
- ◆ vertic (v) - argilos, culoare cenușie închisă, uneori cu nuanțe verzui, cu fețe de alunecare, bulgăros, sau prismatic;
- ◆ solodizat (so) - cenușiu deschis, pudrat cu SiO₂, amorf, structura slab pronunțată;
- ◆ natric (alcalizat) (n) - solonețizat, cenușiu închis, columnar sau bulgăros;
- ◆ salinizat (s) - cu săruri solubile;

- ◆ hidric (h) - umed, cu exces de umezeală, acvifer;
- ◆ gleic (g) - cu diferite forme de oxidare-reducere (pete ruginoase, marmorizare);
- ◆ turbos (t) - mlaștinos, cu straturi de turbă;
- ◆ scheletic (sc) - conține fragmente de rocă dură (calcar, gresie) >5 %.

Denumirea solului la nivel de tip și subtip este condiționată de predominarea unor sau altor caractere, iar îmbinările lor multiple condiționează formarea unui spectru larg de unități taxonomice.

„Fiecare sol prezintă o îmbinare a orizonturilor cu simbolurile respective. Astfel se creează o formulă, care este individuală și specifică pentru fiecare unitate (tip, subtip, gen). Această formulă argumentează și legitimează existența unității taxonomice respective. Nu poate exista o unitate de sol, particularitățile căreia nu pot fi exprimate prin formula respectivă. De asemenea, una și aceeași formulă nu poate fi atribuită și nu poate reprezenta două sau mai multe soluri” (A. Ursu, 1999).

3.3.3. Clasificarea solurilor Republicii Moldova

Pentru clasificarea solurilor în Republica Moldova a fost utilizat sistemul naturalist rus (1977). Ulterior I.A. Krupenikov și V.P. Podâmiov au elaborat „Lista sistematică a solurilor Republicii Moldova” (1987), care include cca 5000 de denumiri de soluri.

În scopul înlăturării dificultăților la aplicarea acestui sistem în cadrul efectuării ridicărilor pedologice la scara mare, în anul 1993 colaboratorii Institutului de Pedologie și Agrochimie „N. Dimo” au elaborat un sistem de clasificare și bonitare a solurilor mai simplu care a fost racordat cu clasificarea FAO-UNESCO și Baza Internațională de referință (IRB). După perfecționare (2001) acest sistem de clasificare și bonitare a solurilor la nivel superior include 17 tipuri și 65 subtipuri de sol (V. Cerbari, 2001).

În anul 1999 A. Ursu propune „Clasificarea solurilor Republicii Moldova”, care a fost aprobată prin Hotărârea Guvernului al Republicii Moldova nr. 1261 din 16 noiembrie 2004 (anexa nr. 3 la Regulamentul cu privire la conținutul documentației cadastrului funciar – *Clasificarea solurilor Republicii Moldova și notele de bonitare*, Monitorul oficial al RM, nr. 212-217 (1566-1571) 26 noiembrie 2004, p. 84)

„Clasificarea solurilor utilizată în Republica Moldova presupune evidențierea și identificarea solurilor pe baza proprietăților lor intrinseci, precum și folosirea unor particularități ale orizonturilor în scopuri diagnostice” (după A. Ursu, 1999).

Conform acestei clasificări ca urmare a condițiilor bioclimatice neomogene a teritoriului Republicii Moldova, acțiunii și interacțiunii diferitor procese de pedogeneză, învelișul de sol este divizat în 13 tipuri, care sunt unite în 5 clase. În cadrul tipurilor sunt evidențiate 36 subtipuri (tab. 3.3). Autorul menționează că clasificarea „... păstrează și respectă principiile de bază a pedologiei genetice. Solul este conceput și caracterizat ca un corp specific, care integrează într-un tot unic construcția verticală a profilului, particularitățile și interdependența dintre toate orizonturile și suborizonturile genetice. Caracterele orizonturilor, care prezintă rezultatele proceselor pedogenetice și sunt condiționate de ele, servesc ca piloni diagnostici, nefiind izolate, ci luate în ansamblu. Astfel solul nu este scos artificial din condițiile biocenotice în folosul unui oarecare principiu subiectiv, ci rămâne baza obiectivă a boigeocenozelor și ecosistemelor (A. Ursu, 1999).

Prezenta clasificare, ca regulă, păstrează denumirile și unitățile taxonomice tradiționale, ceea ce oferă posibilitatea de a folosi tot patrimoniul pedologic, hărțile și materialul cartografic, cu ajutorul unor legende paralele.

Tabelul 3.3 prezintă unitățile taxonomice de bază cu caracteristica privind numărul de areale, suprafața și nota de bonitare.

Tabelul 3.3. Unitățile majore de soluri (după A. Ursu, 2006)

Clasa	Tipul	Subtipul	Nr. de areale	Suprafața		Nota de bonitare	
				ha	%		
Automorfe	Brun	tipic	287	23023	0,68	72	
		luvic					
	Cenușiu	albic	55	4446	0,13	58	
		tipic	2456	146274	4,33	68	
		molic	2558	170623	5,05	78	
		vertic	*	*	*	50	
	Cernoziom	argiloiluvial		2033	132535	3,93	88
			levigat	8448	438239	12,98	94
		tipic	moderat humifer	4721	335894	9,95	100
			slab humifer (obișnuit)	9171	669856	20,73	82
carbonatic			13782	731302	21,66	71	
vertic			554	14359	0,43	50	
Litomorfe	Rendzină	levigată	367	15502	0,46	****	
		tipică (carbonatică)					
		marnoasă (pseudorendzină)					
	Vertisol	molic	**	**	**	****	
ocric							
Hidromorfe	Sol cernoziomoid	levigat	229	5628	0,17	85	
		tipic					
	Mocirlă	tipică	1107	2938	0,09	25	
		gleică				20	
		turbică				****	
	Sol turbos	tipic				****	
gleic							
Halo-morfe	Soloneț	molic	331	3797	0,11	34	
		hidric					
	Solonceac	molic	35	503	0,01	34	
		hidric				10	
Dinamomorfe	Sol deluvial	molic	4083	123124	3,65	85	
		ocric	192	10151	0,30	85	
	Sol aluvial	molic	2636	238707	6,93	85	
		stratificat				80	
		hidric	462	48238	1,43	25	
		turbic	30	25726	0,76	-	
		vertic	154	36386	1,08	48	
	Sol antropic	molic	***	***	***	****	
ocric							
Suprafețe distruse de alunecări de teren			3615	133347	3,94	****	
Cernoziomuri solonețizate și salinizate			788	18334	0,55	****	
In total			59177	3376000	100	****	

* suprafețele sunt incluse în arealele solurilor cenușii tipice

** suprafețele sunt incluse în arealele cernoziomurilor vertice

*** suprafețele sunt incluse în arealele cernoziomurilor și solurilor cenușii

**** nota nu a fost stabilită

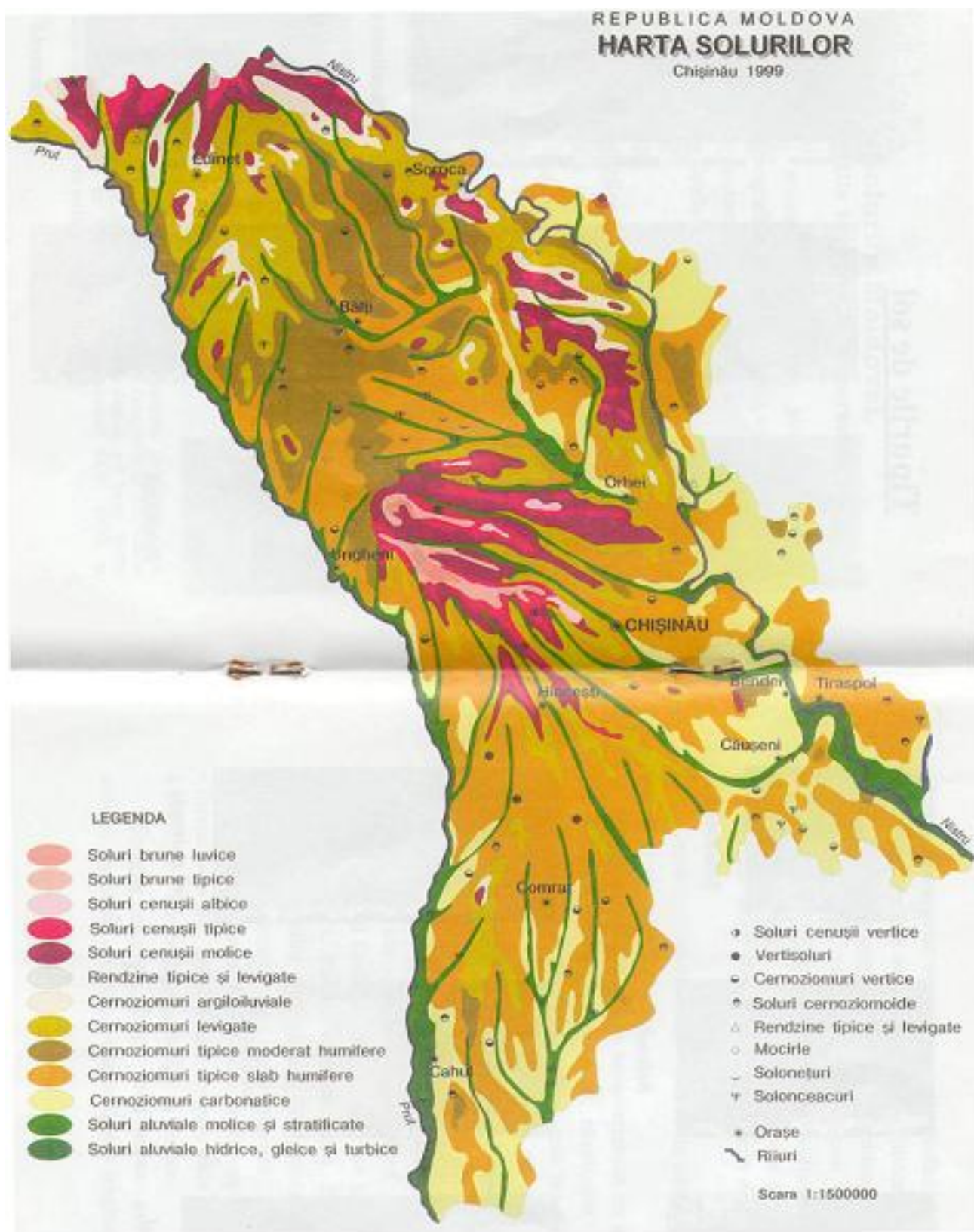


Fig. 3.1. Harta solurilor Republicii Moldova (autorii *A.Ursu, A. Overcenco*, 1999)

În tabelul ce urmează (tab. 3.4) caractere diagnostice, care apreciază specificul tipului, subtipului și genului de sol sunt indexate de *A. Ursu* cu simboluri respective, formând formula solului.

Tabelul 3.4. Unitățile taxonomice și indexarea orizonturilor (după A. Ursu, 1999)

Tip	Index	Subtip	Index	Gen (index)
Sol brun	Ao Bc	luvic	Ao/e Bc	hidric (Bc/h), gleic (Bc/g)
		tipic	Ao Bc	
Sol cenușiu	Ao/e Bi	albic	Ao/a Bi	hidric (Bi/h), gleic (Bc/g), vertic (Bi/v)
		tipic	Ao/e Bi	
		molic	Am/e Bi	
		vertic	Ao/e Bi/v	
Cernoziom	Am Bm	argiloiluvial	Am Bm/i	vertic (Bm/i/v), hidric (Bm/i/h), gleic (Bm/i/g)
		levigat	Am Bm/l	vertic (Bm/l/v), hidric (Bm/i/h), gleic (Bm/i/g)
		tipic	Am Bm/ca	salinizat (Am/s Bm/ca/s), natric (Am/n Bm/ca/n), hidric (Bm/ca/h), gleic (Bm/ca/g)
		carbonatic	Am/ca Bm/ca	salinizat (Am/ca/s Bm/ca/s), hidric (Bm/ca/h), gleic (Bm/ca/g)
		vertic	Am Bm/v	levigat (Bm/v/l), carbonatic (Am/ca Bm/v/ca), salinizat (Am Bm/v/s), hidric (Bm/v/h), gleic (Bm/v/g)
Rendzina	Am Cca	levigată	Am/l Cca	scheletic (Am/l/sc)
		carbonatică	Am/ca Cca	scheletic (Am/ca/sc)
Vertisol	Av Bv	molic	Av/m Bv	carbonatic (Av/m/ca), natric (Bv/n), gleic (Bv/g)
		ocric	Av/o Bv	hidric (Bv/h), gleic (Bv/g)
Sol cernoziomoid	Am Bh	levigat	Am/l Bh	gleic (Bh/g), vertic (Bh/v)
		tipic	Am Bh/ca	gleic (Bh/ca/g), vertic (Bh/ca/v)
Mocirlă	Ah Bh	tipică	Ah Bh	salinizată (Ah/s Bh/s), vertică (Ah Bh/v)
		gleică	Ah Bh/g	vertică (Ah Bh/g/v)
		turbică	Ah Bh/t	gleică (Bh/t/g), vertică (Bh/t/v)
Sol turbos	At Bt	tipic	At Bt	vertic (Bt/v)
		gleic	AtBt/g	vertic (Bt/g/v)
Soloneț	Aso Bn	molic	Aso/m Bn	vertic (Bn/v), salinizat (Aso/m/s Bn/s)
		hidric	Aso Bn/h	vertic (Bn/h/v), gleic (Bn/h/g)
Solonceac	As Bs	molic	As/m Bs	natric (As/m/n Bs/n)
		hidric	As Bs/h	natric (As/n Bs/h/n), gleic (Bs/h/g)
Sol deluvial	I	molic		hidric, natric, salic, vertic, gleic
	II	ocric		
Sol aluvial	I	molic		hidric, natric, salic, vertic, gleic
	II	stratificat		
	III	hidric		
	IV	turbic		
	V	vertic		
Sol antropic		molic		puternic erodat, desfundat, irigat (salinizat), desecat (drenat), colmatat, recultivat, decopertat, poluat

3.2.4. Solurile Moldovei. Unitățile taxonomice superioare

La prezentarea solurilor Republicii Moldova se păstrează descrierea efectuată de A. Ursu în „Clasificarea solurilor Republicii Moldova” (1999, p.p. 22-35). Informația dată este completată cu caracteristici morfologice și fizico-chimice a diferitor soluri, obținute în urma cercetărilor pedologice efectuate de A. Ursu și colaboratori și publicate recent.

3.4.2.1. Clasa solurilor automorfe

Clasa solurilor automorfe – include 3 tipuri, care reprezintă zonele naturale fizico-geografice, biogeografice și pedologice respective. Aceste soluri se formează sub influența condițiilor bioclimatice zonale.

Solurile brune ocupă cele mai înalte și mai umede coline ale Codrilor și s-au format în condițiile pădurilor de fagete și gorunete în intervalul altitudinilor de 300-430 m.

Acizii organici proveniți din descompunerea literei acestor fitoasociații se neutralizează de cationi bivalenți, ceea ce stopează descompunerea mineralelor primare și procesul de podzolire. Din aceste cauze profilul solurilor brune are un caracter cambic, aciditatea slabă. Solurile brune sunt reprezentate de două subtipuri: luvice și tipice.

Solurile brune luvice sunt dominante în Podișul Codrilor, ocupă cele mai înalte și mai umede coline – arealele fostelor făgete în intervalul altitudinilor 330-430 m. Profilul acestor soluri are caractere luvice – pete și scurgeri de SiO₂, fără caractere evidente de iluviere (Ao/e Bc).

Denumirile precedente – brune de pădure nesaturate sau slab saturate podzolite.



Caracteristica morfologică a solului brun luvic. Profilul 89, com., Bursuc, pădure, raionul pedogeografic nr.7 (Ursu, 2008)

A 0-18 cm, uscat de culoare cenușie-albică, trecere lentă, lut nisipos, slab tasat, structură neevidențiată glomerulară nestabilă, includeri de SiO₂.

AB 18-38 cm, în stare uscată, de culoare cenușie-deschis cu nuanțe gălbui, trecere lentă, lut nisipos, slab tasat, structură neevidențiată.

B₁ 38-80 cm, în stare uscată de culoare brun-gălbuie cu buzunare albicioase, trecere lentă, lut nisipos, tasat, structură neevidențiată.

B₂ 80-100 cm, în stare reavănă, de culoare neomogenă brună cu buzunare mai deschise, trecere lentă, lut nisipos, slab tasat, structură neevidențiată, formațiuni de R₂O₃.

BC 100-150 cm, de culoare brună, tasat nestructurat.

Fig. 3.2. Sol brun luvic (Ursu, 2008)

Tabelul 3.5. Caracteristica fizico-chimică a solului brun luvic. Profilul 89 (Ursu, 2008)

Orizont genetic	Adâncime, cm	Higroscopici ate	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili			Aciditatea hidrolitică	Gradul de saturație cu baze, %
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ		
						me/100g sol				
A	0-10	1,62	2,53	-	6,55	8,94	4,07	13,01	1,33	90,7
AB	20-30	1,03	1,23	-	5,20	2,83	4,04	6,87	3,98	63,4
	45-55	1,09	0,47	-	5,50	4,04	2,84	6,88	3,54	66,0
B ₁	60-70	1,44	0,36	-	5,32	6,29	2,64	8,93	3,99	69,1
B ₂	90-100	1,98	0,31	-	4,75	7,75	2,86	10,61	5,80	64,6
BC	120-130	1,40		-	4,55	5,48	3,04	8,52	5,32	61,6
C	140-150	1,28		-	4,65	4,46	2,43	6,89		

Solurile brune tipice se caracterizează cu un profil Ao Bc fără caractere luvice, sunt răspândite la niveluri altitudinale ceva mai joase decât cele precedente (280-350 m) și s-au format sub păduri de fagete-gorunete. Denumirile precedente – brune de pădure, brune slab nesaturate.

Caracteristica morfologică a solului brun tipic. Profilul 12, com. Rădenii-Vechi, pădure, raionul pedogeografic nr. 7 (Ursu, 2006).

A₀ 0-2 cm, litieră semidescompusă.



A₁ 2-10 cm, uscat, cenușiu brun, trecerea lentă, argilos, tasat, structura glomerulară mică, pronunțată, rădăcini subțiri.

AB 10-38 cm, uscat, cenușiu-brun-gălbui, trecerea lentă, argilos, dur, structura nuciformă pronunțată, mică, stabilă.

B₁ 38-53 cm, uscat, cenușiu cu nuanțe brune, trecere lentă, argilos, dur, structura nu se evidențiază.

B₂ 53-80 cm, uscat, gălbui cu nuanțe brune, trecere lentă, argilos, foarte dur, nestructurat-compact.

C 80-120 cm, uscat, de culoare cenușie-albicioasă, rocă carbonică, compactă, foarte dură.

În profil nu se evidențiază nici SiO₂, nici R₂O₃.

Fig. 3.3. Sol brun tipic (Ursu, 2008)

Tabelul 3.6. Caracteristica fizico-chimică a solului brun tipic. Profilul 12 (Ursu, 2008)

Orizont genetic	Adâncime, cm	Hi grosopici ate	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili			Aciditatea hidrolitică	Gradul de saturație cu baze, %
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ		
						me/100g sol				
A ₁	2-10	4,52	6,10	-	6,4	21,7	3,4	25,1	4,2	83,2
AB	20-30	4,24	1,63	-	6,2	19,6	3,4	23,0	4,1	82,0
B ₁	40-50	4,43	0,81	-	5,4	30,8	6,3	37,1		
B ₂	60-70	6,64	0,38	-	5,8	29,3	4,3	33,6		
C	110-120	5,67		5,1	8,5	25,7	3,7	29,4		

Solurile brune sunt parțial valorificate și folosite în agricultură – preponderent pentru cultivarea culturilor de câmp, pomicole (prunul, mărul, nucul, părul) și a viței de vie (Izabela). Valorificarea s-a efectuat pe contul solurilor brune luvice. În stratul arabil conținutul de humus constituie doar 1-1,5 %, structura lui este distrusă, reacția solului fiind slab acidă.

Solurile cenușii ocupă înălțimile predominante (220-350 m) ale Podișului de Nord, Dealurilor Prenistrene și periferiei Codrilor, fragmentar se întâlnesc și pe alte înălțimi (Tigheci, Puhoi; Rădoaia etc.). S-au format în condițiile pădurilor de foioase – carpinete, quarcete cu diferite amestecuri. Se caracterizează cu un profil diferențiat. Orizontul A este ocric cu caracter eluvial, iar B – iluvial (*Ao/e Bi*)

Tipul de sol cenușiu este reprezentat de 4 subtipuri:

- albice;
- tipice;
- molice;
- vertice.

Divizarea în subtipuri este condiționată de gradul de diferențiere a profilului, care depinde de coraportul condițiilor pedogenetice. În aspect zonal, solurile cenușii albice, de regulă, reprezintă condițiile mai reci și umede (partea de nord), cele molice contactează cu cernoziomurile (partea de sud). Subtipul vertic prezintă trecerea spre solul litomorf – vertisol ocric.

➤ Solurile cenușii albice (denumirea precedentă – cenușii deschise de pădure) se întâlnesc fragmentar, de obicei pe roci luto-nisipoase, suportate de argile la adâncimea de 150-200 cm. S-au format sub păduri în majoritate carpinete-quarcete. Orizontul superficial ocric trece evident într-un suborizont albic (cu SiO₂ amorf), slab structurat. Spre adâncime acest suborizont trece în B iluvial, brun-roșcat cu structura columnară sau prismatică mare și dură. Formula simbolică a profilului este *Ao/a Bi*.

Caracteristica morfologică a solului cenușiu albic. Profilul 21, com. Rădenii Vechi, pădure, raionul pedogeografic nr. 7 (Ursu, 2008).



A₁ 0-6 cm, uscat, cenușiu-închis, cu nuanțe brune, trecere lentă, slab tasat, lut argilos, structură glomerulară și nuciformă mică, slab pronunțată.

A₂ 6-24 cm, uscat, eluvial, brun-gălbui, albicios, trecere lentă, slab tasat, lut argilos, structură nuciformă mică, pudrat de SiO₂.

B₁ 24-50 cm, brun, în stare uscată, roșcat, trecere lentă, tasat, argilos, structură poliedrică mică.

B₂ 50-75 cm, reavăn, brun cu nuanțe gălbui, tasat, argilos, structură poliedrică slab pronunțată, formațiuni de R₂O₅.

BC 75-100 cm, reavăn, gălbui, omogen cu dungi brune (pseudofibre), trecere bruscă, nisip lutos, slab tasat, nestructurat.

CD 100-120 cm, marnă albicioasă.

Fig. 3.4. Sol cenușiu albic (Ursu, 2008)

Tabelul 3.7. Caracteristica fizico-chimică a solului cenușiu albic. Profilul 21 (Ursu, 2008)

Orizont genetic	Adâncime, cm	Higroscopicitate	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili			Aciditatea hidrolitică	Gradul de saturare cu baze, %
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ		
						me/100g sol				
A ₁	0-5	4,13	4,17	-	6,6	18,3	7,8	26,1	3,53	86,7
A ₂	10-20	3,31	1,36	-	5,2	8,3	6,1	14,4	8,38	63,2
B ₁	30-40	4,26	0,83	-	5,4	11,5	7,3	18,8	6,34	74,8
B ₂	60-70	3,37	0,63	4,8	5,5	11,4	5,7	17,1	3,91	81,2
BC	80-90	1,43	0,37	62,3	7,3	-	-	-	-	-
CD	110-120	1,45	-	-	8,8	-	-	-	-	-

Solurile cenușii tipice reprezintă subtipul caracteristic tipului (Ao/e Bi) – cu un suborizont eluvial brun-cenușiu, nuciform și un B iluvial bine pronunțat – brun, prismatic, dur.



Caracteristica morfologică a solului cenușiu tipic. Profilul 9, com. Rădenii Vechi, pădure, raionul pedo-geografic nr. 7 (Ursu, 2008).

A₁ 1-10 cm, uscat, cenușiu-brun, afânat, lutos, structură glomerulară mică.

A₂ 10-42 cm), reavăn, cenușiu-gălbui, lutos, structură nuciformă mică, rădăcini, SiO₂ amorf.

B₁ 42-62 cm, reavăn, brun-gălbui, argilos, structură nuciformă prismatică, canale de răme.

B₂ 62-103 cm, reavăn, brun, argilos, tasat, structură prismatică, formațiuni de R₂O₃.

BC 103-140 cm, reavăn, brun-gălbui, tasat, argilos, structură prismatică, slab pronunțată, pete de R₂O₃.

Fig. 3.5. Sol cenușiu tipic (Ursu, 2008)

Tabelul 3.8. Caracteristica fizico-chimică a solului cenușiu tipic Profilul. 9 (Ursu, 2008)

Orizont genetic	Adâncime, cm	Higroscopici ate	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili			Aciditatea hidrolitică	Gradul de saturație cu baze, %
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ		
						me/100g sol				
A ₁	1-10	3,28	4,93	-	5,6	11,85	5,42	17,27	5,35	
A ₂	20-30	2,60	1,88	-	5,5	8,50	7,77	14,27	6,94	
B ₁	50-60	3,74	0,90	-	5,8	12,45	5,70	18,15	6,08	
B ₂	70-80	3,89	0,83	-	5,8	13,38	5,85	19,23	5,02	
	90-100	4,21	0,74	-	6,6	14,90	7,10	22,00	-	
BC	130-140	3,82		-	7,1	7,40	4,55	11,95	-	

➤ Solurile cenușii molice (denumirea precedentă - cenușii închise de pădure) se caracterizează cu un A molic, humificat, cu structura grăunțoasă mare, cu caracter eluvial slab pronunțat. Orizontul B este iluvial însă relativ la fel slab pronunțat (*Am/e Bi*) S-au format în condițiile pădurilor de stejar cu înveliș ierbos dezvoltat.

Caracteristica morfologică a solului cenușiu molic argilos. Profilul 53, com. Bardar, pădure, raionul pedogeografic 8 (Ursu, 2006).



A₀ 0-6 cm, de culoare cenușie-închisă, trecere lentă, foarte slab tasat, structură glomerulară mică, lut argilos.

A₁ 6-30 cm, uscat, de culoare cenușie-închis, trecere lentă, lut argilos, slab tasat, structură nuciformă mică și medie.

B₁ 30-57 cm, reavăn, de culoare cenușie-brună, humificat, în stare tasată, dură, structură nuciformă mare și medie, componența granulometrică argilooasă, includeri de formațiuni de R₂O₃.

B₂ 57-105 cm, reavăn, de culoare brună, trecere lentă, componența granulometrică argilooasă, constituție dură, structură poliedrică mare și medie, includeri de formațiuni de R₂O₃, efervescența de la 100 cm

C 105-150 cm, reavăn, de culoare galbenă-pestriță, cu includeri de formațiuni de carbonați, lut argilos.

Fig. 3.6. Sol cenușiu molic (Ursu, 2008)**Tabelul 3.9.** Caracteristica fizico-chimică a solului cenușiu molic. Profilul 53 (Ursu, 2008)

Orizont genetic	Adâncime, cm	Higroscopici ate	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili			Aciditatea hidrolitică	Gradul de saturație cu baze, %
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ		
						me/100g sol				
A ₀	0-5	5,04	8,89	-	6,20	36,97	7,99	44,96	2,07	95,6
A ₁	15-25	3,78	3,06	-	4,90	21,17	5,83	27,00	4,99	84,4
B ₁	40-50	3,99	1,31	-	5,20				1,82	93,6
B ₂	60-70	3,84	0,83	-	5,35	21,60	5,00	26,60		
	90-100	3,60	0,54	-	7,30	23,62	3,52	27,14		
C	120-130	2,72		-	7,45		-	-		
	140-150	2,85		-	7,50					

➤ Solurile cenușii vertice se formează sub pădurile de quarcete – carpinete, pe roci argiloase. În formarea profilului (*Ao/e Bi/v*) se evidențiază influența componentei rocii materne. Orizontul B iluvial, totodată, se caracterizează prin unele particularități vertice (nuanțe verzui, fețe de alunecare, argilă fină). Solul prezintă o treaptă de trecere spre vertisol – clasa solurilor litomorfe.

Solurile cenușii au fost, în mare măsură, valorificate și incluse în fondul agricol. După defrișarea pădurilor și lucrare, solurile cenușii pierd în scurt timp cea mai mare parte de substanță organică, acumulată în orizontul superior. În stratul arabil conținutul de humus constituie doar 1,5-2 %; structura naturală este distrusă, reacția solului – slab acidă.

Defrișarea pădurilor și valorificarea solurilor cenușii s-a produs pe seama subtipurilor tipice și molice. Ele se folosesc pentru cultivarea culturilor de câmp, pomicole, iar la periferiile Codrilor și a soiurilor europene de viță de vie. În procesul desfunderii orizonturile solurilor cenușii se amestecă, este scos la suprafață orizontul iluvial, ceea ce defavorizează proprietățile fizico-chimice ale solurilor. În stratul superficial se reduce permeabilitatea, solul se tasează, se formează crusta.

Cernoziomurile ocupă cea mai mare parte din suprafața Republicii Moldova – peste 75 %. Acest tip de sol se deosebește prin caracterul acumulativ, bine humificat (până la adâncimea de 80-100 cm conținutul de humus depășește 1 %) și structurat, afânat (molic). Cernoziomurile se asociază cu vegetația stepelor însă se întâlnesc și se formează sub păduri, preponderent quarcete cu înveliș încheiat de ierburi. Profilul cernoziomurilor atât orizontul A cât și B au caracter molic, ultimul fiind un orizont de tranziție relativ humificat și structurat (*Am Bm*).

Cernoziomul ca tip este reprezentat de 5 subtipuri:

- argiloiluvial;
- levigat;
- tipic;
- carbonatic;
- vertic.

Divizarea cernoziomurilor în subtipuri este condiționată de diferiți factori. În cadrul zonei cernoziomice se deosebește partea de nord, mai rece și mai umedă, cu un regim de umiditate numit percolativ. Apa precipitațiilor, datorită forțelor gravitaționale, pătrunde până la mari adâncimi, străbate tot profilul solului și „spală” substanțele solubile, inclusiv carbonații.

În partea de sud a zonei regimul hidric este nepercolativ, temperaturile sunt mai ridicate. Profilul cernoziomului este spălat de săruri solubile, dar nu și de carbonați, care sunt prezenți în tot profilul, începând cu orizontul superficial la cernoziom carbonatic.

Partea de mijloc a zonei se caracterizează prin regim de umiditate periodic percolativ. Partea de sus a profilului este lipsită de carbonați, însă orizontul B este carbonatic, cernoziomul fiind tipic.

La contactul cernoziomurilor cu solurile cenușii sub păduri de stejar se formează un subtip de tranziție: argiloiluvial. Pe argile terțiare cernoziomul se deosebește prin caractere vertice (orizontul B) și prezintă un subtip de tranziție spre solul litomorf – vertisol molic.

➤ Cernoziomurile argiloiluviale s-au format în condițiile pădurilor de stejar cu înveliș de ierburi bine dezvoltat, care contactează cu stepele mezofite (partea de nord a Moldovei). Denumirea precedentă – cernoziomuri podzolite. Orizontul superficial este de tip molic, fără caractere de iluviere și doar slab pudrat cu SiO₂. Orizontul B în partea inferioară are caracter iluvial cu conținut mai ridicat de argilă fină, structură poliedrică, tasat (*Am Bm/i*).



Fig 3.7. Cernoziom argiloiluvial (*Ursu, 2008*)

Caracteristica morfologică a cernoziomului argiloiluvial luto-argilos. Profilul 4, raionul Strășeni, pădure, raionul pedogeografic nr. 8 (*Ursu, 2008*).

A₁ 0-5 cm, litieră, formată din resturi organice (frunze, iarbă).

Brun-închis, mai jos foarte închis, lut argilos, structură grăunțoasă moderată, bine afănat, poros.

A 5-38 cm, în stare umedă de culoare neagră, trecere lentă, componența granulometrică luto-argiloasă, afănat, structură grăunțoasă-glomerulară mijlocie.

B₁ 38-58 cm, brun-cenușiu foarte închis, trecere lentă, lut argilos, structură glomerulară medie și mică, slab tasat, poros, numeroase rădăcini și canale de râme, caproliți.

B₂ 58-76 cm, brun-cenușiu închis, trecere lentă, tasat, bulgăros-prismatic, rădăcini rare și canale de râme.

BC 76-126 cm, brun, lutos, trecere clară, slab tasat, bulgăros-prismatic, scurgeri de humus, rădăcini rare de ierburi, canale de râme și crotovine.

C de la 126 cm, brun-gălbui, lut greu, tasat, nestructurat poros, se întâlnesc pete și vinișoare albicioase de CaCO₃.

Tabelul 3.10. Caracteristica fizico-chimică a cernoziomului argiloiluvial. Profilul 4 (Ursu, 2008)

Orizont genetic	Adâncime, cm	Higroscopici ate	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili			Aciditatea hidrolitică	Gradul de saturație cu baze, %
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ		
						me/100g sol				
A ₁	0-5	4,1	6,0		6,5	35,5	4,5	40,0	3,2	92,6
A	10-20	3,8	3,6		5,9	24,5	2,5	27,0	3,6	88,2
	30-40	4,0	2,5		6,6	31,5	1,5	33,0	3,0	91,7
B ₁	50-60	4,0	1,6		6,7	28,7	1,5	30,2	2,6	91,8
B ₂	70-80	3,9	0,9		6,9	26,2	3,5	29,7	2,1	93,4
BC	90-100	4,0	0,7		7,3	25,5	3,5	29,0	1,6	94,7
	120-130	3,4	0,6	13,1	8,1	24,4	3,0	27,4		
C	140-150	3,4	0,7	12,4	8,0	28,7	2,0	30,7		
	190-200	3,2	0,8	7,8	8,2	27,8	2,6	30,4		
	240-250	3,0		16,0	8,2	22,6	1,0	23,6		
	290-300	3,0		14,0	8,2	24,2	1,0	25,2		

➤ *Cernoziomurile levigate* se formează în condițiile stepelor mezofite ale zonei de silvostepă, dar se întâlnesc și sub păduri de stejar cu înveliș încheiat de ierburi. Profilul are un caracter general molic, levigat, adică lipsit totalmente de carbonați (*Am Bm/l*). Ca regulă, efervescența se începe ceva mai jos de limita inferioară a orizontului B.

Caracteristica morfologică a cernoziomului levigat luto-argilos. Profilul 45, com. Borceac, pădure, raionul pedogeografic 11 (Ursu, 2006).



A₁ 0-9 cm, uscat, cenușiu-închis, omogen, humificat, trecere lentă, lut argilos, slab tasat, structură glomerulară și grăunțoasă mică și mare, pronunțată, dură, rădăcini.

A 9-47 cm, uscat, cenușiu închis, omogen, trecere lentă, lut argilos, tasat, structură glomerulară și grăunțoasă bine pronunțată, dură, mică și medie, rădăcini.

B₁ 47-78 cm, uscat, cenușiu închis cu nuanțe brune, trecere lentă, lut argilos, tasat, structură bulgăroasă, se desprinde în glomerulară mică, râme.

B₂ 78-108 cm, uscat, de culoare neomogenă cenușie-gălbuie, pestriță de la carbonați, trecere lentă, lut argilos, tasat, structură neclară glomerulară, neevidențiată și nedură, CaCO₃ - vinișoare.

BC 108-125 cm, de culoare galbenă murdară, pestriță de la carbonați, trecere lentă, lut argilos, tasat, CaCO₃ - vinișoare, pete.

C de la 125 cm, de culoare palidă-gălbuie neomogenă, CaCO₃ - concreții, pete.

Fig 3.8. Cernoziom levigat (Ursu, 2008)

Tabelul 3.11. Caracteristica fizico-chimică a cernoziomului levigat luto-argilos. Profilul 45 (Ursu, 2008)

Orizont genetic	Adâncime, cm	Higroscopicitate	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili			Aciditatea hidrolitică	Gradul de saturație cu baze, %
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ		
						me/100g sol				
A	0-8	5,58	8,75	-	6,70	41,4	4,63	46,03		
A ₁	10-20	5,06	5,12	-	6,50	37,4	3,78	41,18		
	30-40	5,17	4,25	-	6,95					
B ₁	50-60	5,04	3,43	-	7,30	40,3	2,11	42,44		
	65-75	4,87	2,28	-	7,75					
B ₂	90-100	4,29	1,48	8,73	8,56	37,1	0,90	38,00		
BC	120-130	3,78		10,23	8,55					
C	140-150	3,74		11,55	8,62	32,8	1,66	34,44		

Cernoziomurile tipice – reprezintă subtipul modal al tipului. Se formează în condițiile de stepă, uneori cu pâlcuri de stejar pufos. Ocupă în Nordul Republicii Moldova partea de sud a zonei de silvostepă. Sunt răspândite și în stepa relativ umedă a Bălțului. Orizontul A este bine humificat, structurat și afânat. Orizontul B – de tranziție, este mai slab humificat, cu structura grăunțoasă mare și diferite forme de carbonați (*Am Bm/ca*). Subtipul se divizează în două genuri:

- moderat humifere;
- slab humifere (obișnuite).

Primele se formează sub stepele mezofite și stepele xerofite cu pâlcuri de stejar pufos, ultimele – sub stepele xerofite cu comunități de negară și păiuș (denumirea precedentă – cernoziomuri obișnuite). Ele sunt mai slab humificate, carbonații apar în partea inferioară a orizontului A. Structura pronunțată, grăunțoasă, mică, relativ slab hidrostabilă.

Caracteristica morfologică a cernoziomului tipic moderat humifer. Profilul nr. 69, Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp "Selecția" (Bălți), fâșia forestieră de protecție a câmpurilor, raionul pedogeografic 3 (Ursu, 2006).



A₁ 0-12 cm, în stare uscată, de culoare cenușie-închis, cu resturi vegetale, trecere lentă, lut argilos slab tasat, structură grăunțoasă și glomerulară.

A 12-42 cm, în stare uscată, de culoare cenușie-închis, trecere lentă, lut argilos, tasat, structură glomerulară mică și medie.

B₁ 42-65 cm, în stare uscată, de culoare cenușie-cafenie, trecere lentă, lut argilos, tasat

B₂ 65-95 cm, în stare uscată, de culoare galbenă-cafenie, trecere lentă, lut argilos, tasat, structură neevidențiată, conține diferite formațiuni de carbonați.

BC 95-110 cm, în stare uscată, de culoare gălbuie-brună pestriță, trecere lentă, lut argilos, tasat, structură neevidențiată, include concreții de carbonați.

C 110-120 cm, în stare uscată de culoare pestriță gălbuie-cafenie, lut argilos tasat. Cernoziomul tipic reprezintă subtipul modal al tipului.

Fig 3.9. Cernoziom tipic moderat humifer (Ursu, 2008)

Tablul 3.12. Caracteristica fizico-chimică a cernoziomului tipic moderat humifer. Profilul 69 (Ursu, 2008)

Orizont genetic	Adâncime, cm	Higroscopici ate	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili			Aciditatea hidrolitică	Gradul de saturație cu baze, %
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ		
						me/100g sol				
A ₁	0-10	5,72	6,90	-	7,95	34,68	5,07	39,75		
A	30-40	5,85	3,90	-	7,50	32,18	5,08	37,26		
B ₁	50-60	7,43	2,80	-	7,25	30,72	4,52	35,24		
B ₂	70-80	5,19	2,00	5,10	8,43					
BC	90-100	4,70	1,00	7,70	8,43	26,59	3,56	30,15		
C	110-120	4,77		14,00	8,55					

Caracteristica morfologică a cernoziomului tipic slab humifer. Profilul 80, com. Svetlâi, fâșie forestieră de protecție a câmpurilor, raionul pedogeografic nr. 13 (Ursu, 2006).



A₁ 0-30 cm, uscat, de culoare cenușie-închis, trecere lentă, luto-argilos, slab tasat, structură glomerulară mare, rădăcini.

B₁ 30-55, reavăn, cenușiu închis cu nuanțe brune, trecere lentă, lut argilos, dur, structură bulgăroasă, se desface în elemente mai mici colțuroase, se întâlnesc formațiuni de CaCO₃.

B₂ 55-80 cm, reavăn, de culoare cenușie brună, neuniformă, cu pete albicioase, trecere lentă, argilos, dur, CaCO₃.

BC 80-100 cm, de culoare neomogenă pestriță, argilos, tasat, CaCO₃.

Dimensiunea de 5,3 % a conținutului de humus în orizontul A al cernoziomului tipic slab humifer (profilul 80) este comparativ mare, care poate fi explicată numai prin faptul că acest sol timp îndelungat este înțelenit. Această condiție a favorizat acumularea humusului în orizontul superior A. În mod normal cernoziomul tipic slab humifer (arabil) conține cca 3,5 % de humus.

Fig. 3.10. Cernoziom tipic slab humifer (Ursu, 2008)

Tablul 3.13. Caracteristica fizico-chimică a cernoziomului tipic slab humifer. Profilul 80 (Ursu, 2008)

Orizont genetic	Adâncime, cm	Higroscopici ate	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili			Aciditatea hidrolitică	Gradul de saturație cu baze, %
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ		
						me/100g sol				
A	0-10	4,59	5,30	-	6,95	28,87	7,53	36,40		
	20-30	5,00	2,9	-	7,10	31,92	9,24	41,16		
B ₁	40-50	5,13	2,1	5,09	7,30	29,44	10,93	40,37		
B ₂	60-70	4,99	1,4	5,03	7,50	26,46	13,44	39,90		
BC	90-100	4,82	1,2	4,04	7,78	19,71	18,89	38,57		

➤ Cernoziomurile carbonatice se formează în condițiile stepelor xerofite și doar parțial cu pâlcuri de stejar pufos. Sunt mai slab humificate ca cele precedente cu structura mai puțin stabilă. Conțin carbonați de la suprafață (*Am/ca Bm/ca*). Contactează teritorial cu cernoziomurile tipice slab humifere.



Caracteristica morfologică a cernoziomului carbonatic. Profilul 49, s. Samurza, fâșie de pădure cu covor înțelenit, subraionul 13b (Ursu, 2006).

A_{gazon} 0-8 cm, uscat, cenușiu-închis, trecere lentă, argilo-lutos, slab tasat, structură grăunțoasă și glomerulară mică, pronunțată, rădăcini

A₁ 8-30 cm, uscat, cenușiu-trecere lentă, argilă lutoasă, structură glomerulară mică, rădăcini.

A₂ 30-55 cm, uscat, cenușiu-închis, trecere lentă, argilă lutoasă, structură glomerulară mică, vinișoare fine de carbonați.

B₁ 55-80 cm, uscat, cenușiu cu vinișoare de carbonați, trecere lentă, lutoasă, tasat, structură glomerulară mică slab pronunțată, CaCO₃.

B₂ 80-110 cm, uscat, cenușiu cu pete și vinișoare de carbonați, trecere argilă lutoasă, tasat, CaCO₃, crotovină.

C 110-150 cm, de culoare galbenă cu pete și concrețiuni albe de CaCO₃, argilă lutoasă, slab tasat, crotovină.

Fig. 3.11. Cernoziom carbonatic (Ursu, 2008)

Tabelul 3.14. Caracteristica fizico-chimică a cernoziomului carbonatic argilo-lutos, profilul 49 (Ursu, 2008)

Orizont genetic	Adâncime, cm	Higroscopicitate	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili			Aciditatea hidrolitică	Gradul de saturație cu baze, %
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ		
						me/100g sol				
A _{gaz}	0-8	3,88	2,83	2,6	8,46	26,80	3,54	30,34		
A ₁	15-25	3,98	2,08	3,6	8,56	26,62	3,11	29,73		
A ₂	35-45	4,09	1,64	4,5	8,59					
B ₁	60-70	3,79	1,25	5,8	8,59	24,08	3,32	27,40		
B ₂	90-100	2,86	0,41	6,8	8,72	16,05	6,58	22,63		
C	120-130	3,22	0,89	13,0	8,62					
	140-150	2,95		10,7	8,72					

➤ Cernoziomurile vertice se formează în condiții de stepă pe roci argiloase cu conținut înalt de argilă fină. Orizontul A este molic, structurat, însă tasat, dur. Orizontul B, fiind și el în genere molic, (humificat), are caractere vertice – nuanțe verzui, structură bulgăroasă mare. După nivelul și conținutul carbonaților, cernoziomurile vertice pot fi carbonatice, tipice sau levigate (se evidențiază la nivel de gen).

Cernoziomurile constituie solul principal al fondului agricol, predominând în asolamente, plantații viti-pomicole, masive de pășuni. Lucrarea sistematică a acestor aduce la destructurarea, dehumificarea și tasarea lor în stratul arabil. Pe versanți activează eroziunea de suprafață și cea liniară.

3.2.4.2. Clasa solurilor litomorfe

Clasa solurilor litomorfe – este reprezentată de rendzine și vertisoluri, care s-au format datorită influenței predominante a proprietăților rocilor materne – calcarelor, marelor și argilelor grele. Componenta și particularitățile acestor roci modifică direcția și regimurile pedogenetice zonale, automorfe.

Rendzinele se formează pe calcare și marne, atât sub influența asociațiilor ierboase de stepă, cât și de pădure. Procesele pedogenetice se produc doar în stratul alterat de la suprafața rocilor calcaroase. Profilul solurilor rendzinice este de tipul AC, ca regulă fără orizontul de tranziție B (solurile cu profil de tip ABC aparțin tipurilor respective). Orizontul superficial are caracter molic – humificat, structurat, uneori scheletic, suportat de rocă (*Am C*). Denumirile precedente – soluri humico-carbonatice. Rendzinele se divizează în trei subtipuri: levigate, tipice, marnoase (pseudorendzine).

➤ **Rendzinele levigate** se formează pe depozitele calcaroase în zona de silvostepă sub păduri de foioase amestecate (cu predominarea stejarului) ori sub vegetație ierboasă. Stratul superficial, care prezintă solul ca atare, este intensiv humificat, levigat, având o structură grăunțoasă bine pronunțată (*Am/l Cca*).



Caracteristica morfologică și datele analitice ale rendzinei levigate din Dealul Rădoia (*Boboc, 2008*).

A₀ 0-4 cm, litiera cu resturi organice în descompunere, cenușiu-închis, bine afânat, trecere treptată.

A₂ 4-39 cm, uscat, cenușiu, argilos, structură bulgăroasă, compactitate medie cu rădăcini și galerii de răme, trecere treptată.

AC 39-60 cm, maroniu neuniform, argilos, structură bolovănoasă, rădăcini, cu galerii de răme umplute cu material din orizontul A, trecere bruscă.

C - placă masivă de calcar de vârsta Sarmațianului mijlociu.

Fig. 3.12. Rendzina levigată (*Boboc, 2008*)

Tabelul 3.15. Caracteristica fizico-chimică ale rendzinei levigate. Dealul Rădoia (*Boboc, 2008*)

Orizont genetic	Adâncime, cm	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili			Aciditatea hidrolitică	Gradul de saturație cu baze, %
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ		
					me/100g sol				
A ₀	0-4	9,32	-	7,60	20,20	1,40	21,60	-	-
A ₂	20-30	2,94	-	6,45	16,00	2,20	18,20	6,13	74,80
AC	45-55	1,23	-	6,60	17,20	2,20	19,40	3,94	81,12

➤ **Rendzinele tipice** se formează pe rocile calcaroase în condiții de stepă. Ele sunt mai bogate în humus decât cele precedente, bine structurate, carbonatice, deseori scheletice (*Am/ca Cca*).

➤ **Rendzinele marnoase** au fost stabilite recent sub păduri de fag în partea de nord-vest a Codrilor. Ele s-au format pe niște argile marnoase, carbonatice. Deoarece rocile nu sunt scheletice, solurile pot fi numite pseudorendzine. Se caracterizează printr-un orizont A humificat, care brusc trece în roca – argilă carbonatică.

Rendzinele sunt răspândite fragmentar pe stâncile calcaroase, pe malurile abrupte ale fluviului Nistru, râului Ciugur, parțial ale Răutului și ale altor râuri. În agricultură se folosesc foarte rar, preponderent ca pășuni.

Vertisolurile se formează în condițiile de stepă și de silvostepă, sub vegetație ierboasă pe roci argiloase grele (cu conținut mare de argilă fină). Procesele pedogenetice sunt condiționate de proprietățile specifice ale acestor roci, care în stare umedă gonflează, iar în stare uscată crapă. Solificarea se produce doar în stratul superficial. Solul humificat pătrunde în adâncime împreună cu apa, prin crăpături. Astfel, solul prezintă un strat amestecat, de culoare cenușie închisă, uneori cu



nuanțe verzui, cu o structură bulgăroasă mare, cu fețe de alunecare. Profilul slab se diferențiază în orizonturi ($A_v B_v$). Vertisolurile se divizează în subtipuri: molice și ocrice.

➤ Vertisolurile molice se formează în condiții de stepă, orizontul A având caractere molice slab pronunțate, humificare relativ omogenă și elemente de structură mică ($A_v/m B_v$). Spre deosebire de cernoziomurile vertice, vertisolurile molice sunt lipsite de structură grăunțoasă, fiind mai compacte și mai slab humificate.

Fig. 3.13. Vertisol molice (Ursu, 1999)

➤ Vertisolurile ocrice se formează în anturajul pădurilor, însă în poieni sub vegetație ierboasă. Se deosebesc prin humificare slabă, culoare cenușii-gălbuie, neomogenă, structură bulgăroasă mare, cu fețe de alunecare. Orizontul B este compact, cenușiu-verzui, dur ($A_v/o B_v$).

Vertisolurile, în majoritate, au fost valorificate și se folosesc în agricultură în comun cu cernoziomurile vertice.

3.2.4.3. Clasa solurilor hidromorfe

Clasa solurilor hidromorfe – include solurile cernoziomoide, mocirlele și solurile turboase, formarea cărora este condiționată de excesul de umezeală.

Solurile cernoziomoide se formează în condiții de stepă și silvostepă pe terenurile unde periodic sau permanent persistă un surplus de umezeală. Denumirile precedente – soluri freatic umede, cernoziomuri de fâneață ș. a. Profilul acestor soluri se caracterizează cu orizontul A molice - bine humificat și structurat. Orizontul B are caracter hidric, condiționat de pânza capilară sau nivelul ridicat al apelor freactice ($A_m B_h$). Se divizează în două subtipuri:

- levigate;
- tipice.

➤ Solurile cernoziomoide levigate sunt permanent sau periodic umede în partea de jos a profilului (nivelul apei freactice – 100-200 cm) și spălate de carbonați ($A_m/l B_h$).

➤ Solurile cernoziomoide tipice conțin carbonați (fac efervescență) în orizontul B ($A_m B_h/ca$). Soluri cernoziomoide care fac efervescență la suprafață nu au fost evidențiate.

Caracteristica morfologică a solului cernoziomoid argilos. Profilul 65, pajiște, s. Dobrogea, raionul pedogeografic 3 (Ursu, 2006).



A_0 0-10 cm, în stare reavănă, de culoare cenușiu-închis, aproape neagră, trecere lentă, slab tasat, structură glomerulară medie, argilos.

A_1 10-50 cm, reavăn, de culoare negricioasă cu pete de rugină, trecere lentă, slab tasat, structură grăunțoasă și nuciformă, componența granulometrică argilosoasă.

B_1 50-70, reavăn, de culoare cenușie cu nuanțe brune, trecere lentă, tasat, structură grăunțoasă și nuciformă neevidențiată, argilos.

BC 70-90 cm, în stare reavănă, de culoare neomogenă gălbuie-cafenie, trecere lentă, lipicios, argilos.

C 90-120 cm, ud, de culoare galbenă, lipicios, argilos.

Fig. 3.14. Sol cernoziomoid (Ursu, 2008)

Tabelul 3.16. Caracteristica fizico-chimică a solului cernoziomoid argilos. Profilul 65 (Ursu, 2008)

Orizont genetic	Adâncime, cm	Higrosc o-piciate	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili			
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	Σ
						me/100g sol			
A ₀	0-10	5,29	7,5	5,45	8,25	21,27	20,85	2,52	42,12
A ₁	20-30	4,83	4,2	1,17	8,30	13,84	23,90	2,10	37,74
B ₁	55-65	4,82	3,3	0,66	8,8	10,48	19,29	1,26	29,77
BC	75-85	4,57	1,9	1,30	8,8	9,62	17,15	1,88	26,77
C	90-100	3,53	1,0	21,27	8,7	7,87	14,49	2,28	22,36

Majoritatea solurilor cernoziomoid au fost valorificate și sunt folosite în agricultură, fiind incluse în diferite asolamente (de câmp, legumicole).

Mocirlele se formează în arealele cu exces de umiditate. Nivelul apei freatice se află în profil, ajungând până la suprafață. Solurile sunt mlăștinoase, procesele pedogenetice au caracter anaerob. Mocirlele pot fi:

- tipice;
- gleice;
- turbice.

➤ **Mocirlele tipice** au nivelul apei la adâncime de 50-100 cm, partea superioară a profilului, fiind umedă, se găsește periodic în condiții aerobice (Ah/m Bh).



Fig. 3.15. Mocirlă tipică (Ursu, 2008)

Caracteristica morfologică a mocirlei tipice argiloase. Profilul 64, pajiște palustră, s. Dobrogea, raionul pedogeografic nr. 7 (Ursu, 2008).

A_(gazon) 0-10 cm, în stare reavănă, de culoare neagră, trecere lentă, slab tasat, structură glomerulară mică și medie, componența granulometrică argilooasă.

A₁ 10-43 cm, în stare umedă, de culoare neagră, trecere lentă, slab tasat, structură grăunțoasă de diferite dimensiuni, granule strălucitoare, trecere lentă, rădăcini, răme, componența granulometrică argilooasă.

B₁ 43-68 cm, în stare umedă, de culoare neagră-cenușie, trecere lentă, tasat-cleios, structură neevidențiată grăunțoasă-colțuroasă strălucitoare, componența granulometrică argilooasă, efervescența depistată la adâncimea de 60-110 cm.

BC 68-100 cm, de culoare neomogenă galbenă, cu pete humificate, trecere lentă, structură neevidențiată, componența granulometrică argilooasă, nivelul piezometric (hidrostatic) al apei freatice 100 cm.

C 100-110 cm, ud, de culoare galbenă, lipicios, argilos.

Tabelul 3.17. Caracteristica fizico-chimică a mocirlei tipice. Profilul 64 (Ursu, 2008)

Orizontul genetic	Adâncimea, cm	Higroscopicitatea	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili		
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ
						me/100 g sol		
A _{gazon}	0-10	4,91	6,4	4,81	8,10	15,53	20,98	36,51
A ₁	30-40	4,64	3,3	0,62	8,50	10,88	18,00	28,88
B ₁	50-60	4,29	1,9	1,80	8,65	10,85	17,10	27,95
BC	70-80	3,82	1,0	14,58	8,70	8,92	14,32	23,24
C	100-110	3,76		22,85	8,80			

- Mocirlele gleice sunt permanent în condiții anaerobe, orizontul B având caractere gleice – oxidare-reducere, marmorizare, glei (Ah Bh/g).
- Mocirlele turbice se deosebesc prin prezența în profil (ca regulă, în B) a straturilor turbificate (Ah Bh/t).



Fig. 3.16. Mocirlă turbică (Ursu, 2006)

Caracteristica morfologică a mocirlei turbice. Profilul 94, s. Cobani, raionul pedogeografic nr. 2 (Ursu, 2006).

I 0-20 cm, ud de culoare neagră cu străluciri, reziduuri organice, trecere lentă, lut argilos, slab tasat, structură neclară.

II 20-55 cm, ud, negru omogen, trecere lentă, lut argilos, slab tasat, structură neclară.

III 55-90 cm, ud, negru cu nuanțe cenușii, pestriț cu pete de materia organică semidescompusă, trecere lentă, lut argilos, slab tasat.

IV 90-110 cm, de culoare cenușie, vânăt, lut argilos. De la 95 cm se prelinge apa freatică.

Mocirlele constituie fragmente de zone umede, răspândite printre solurile zonale, de obicei, pe versanți. Parțial au fost desecate și valorificate pentru scopuri agricole.

Tabelul 3.18. Caracteristica fizico-chimică a mocirlei turbice. Profilul 94 (Ursu, 2006)

Orizontul genetic	Adâncimea, cm	Higroscopicitatea	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili		
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ
						me/100 g sol		
I	0-10	3,98	8,08	-	7,35	24,54	23,29	56,83
II	30-40	2,66	3,35	-	7,45	8,21	13,14	21,35
III	60-70	2,93		-	7,42	7,41	14,41	21,82
IV	90-100	2,69	2,38	-	7,75	5,34	13,14	18,48

Solurile turboase se formează în condiții permanent anaerobe, când rămășițele plantelor hidrofile se descompun puțin, se conservează în sol în formă de turbă. Solurile turboase (At Bt) pot fi: tipice și gleice.

- Solurile turboase tipice au un profil neomogen, straturile minerale alternând cu straturile turbice (At Bt).

Profilul unui sol turbos, acoperit cu strat preponderent mineral, argilos, salinizat are următoarea construcție verticală (Ursu, 2008).



I 0-10 cm, cenușiu închis, umed, humificat, argilos, cu structură neevidentă, bulgăroasă.

II 10-50 cm, neuniform, reavăn, cenușiu-pestrițat, argilos, cu diferite aglomerații de săruri solubile.

III 50-100 cm, negru, umed, slab tasat, nestructurat, turbos.

Stratul turbic continuă spre adâncime. La 85 cm s-a stabilit nivelul apei freatică. Solurile turboase se deosebesc prin nivelul sporit de higroscopicitate și a conținutului de substanță organică. Reacția solului este neutră la suprafața și acidă spre adâncime. În stratul superior se conțin săruri solubile.

Fig. 3.17. Sol turbos (Ursu, 2008)

Tabelul 3.19. Caracteristica fizico-chimică a solului turbos. Profilul 106 (Ursu, 2008)

Adâncimea, cm	Higroscopicitatea	MOS	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili		
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Σ
					me/100 g sol		
0-10	8,00	14,30	-	7,35	9,18	8,53	17,71
30-40	8,35	11,68	-	6,50	15,71	14,52	30,23
60-70	10,57	24,70	-	4,45	18,13	13,82	31,95
90-100	10,31	21,60	-	4,15	26,25	12,02	38,27

➤ *Solurile turboase gleice*, de regulă, în orizontul B sunt gleizate (*At Bt/g*).

Solurile turboase sunt răspândite foarte rar și preponderent prezintă mlaștini sau se găsesc sub apă.

3.2.4.4. Clasa solurilor halomorfe

Clasa solurilor halomorfe – include solonețurile și solonciacurile.

Solonețurile se formează în condițiile de stepă pe roci argiloase, care conțin săruri solubile (NaCl, Na₂SO₄, etc.). Principalele caractere sunt condiționate de prezența cationilor Na⁺, care, parțial, înlocuiește în complexul adsorbiv Ca⁺⁺. Prezența Na⁺ duce la formarea humatului de Na, care spre deosebire de humatul de Ca, este mai solubil și mai cafeniu. Structura devine bulgăroasă sau columnară. Profilul solonețului constă din orizontul A cu caracter solodizat – cenușiu deschis, lamelar, pudrat cu SiO₂ și B solonețizat, natric-iluvial, columnar (*Aso Bn*). Grosimea profilului (A+B) este relativ mică (50-60 cm). Solonețurile pot fi molice sau hidrice.



➤ *Solonețurile molice* sunt mai humificate, cu elemente structurale grăunțoase, moderat profunde (*Aso/m Bn*).

Caracteristica morfologică a solonețului molic argilos. Profilul 71, s. Brejeni, pajiște, subraionul pedogeografic nr. 3a (Ursu, 2006).

A₀ 0-3 cm, în stare reavănă de culoare cenușie-închisă, trecere evidentă, tasat, structură neclară prăfoasă, multe rădăcini.

A 3-14 cm, în stare reavănă de culoare cenușie-închisă, trecere lentă, constituție dură, argilos, structură bulgăroasă, se fărâmă în fragmente nuciforme-grăunțoase.

Fig. 3.18. Soloneț molic (Ursu, 2008)

B₁ 14-25 cm, în stare uscată de culoare cenușie-închisă, structură columnară, argilos, la suprafața columnelor – cenușie, trecere lentă.

B₂ 25-40 cm, în stare reavănă de culoare neomogenă cenușie, trecere lentă, dur, structură neclară, bulgăroasă, argilos, neformațiuni de carbonați și sulfăți.

BC 40-60 cm, în stare reavănă, de culoare neomogenă galbenă, cu pete de carbonați și sulfăți, argilos.

C 60-110 cm, reavăn, galben-pestriț, cu pete de carbonați și sulfăți.

Tabelul 3.20. Caracteristica fizico-chimică a solonețului molic. Profilul 71, (Ursu, 2008)

Orizontul genetic	Adâncimea, cm	Higroscopicitatea	Humus	CaCO ₃	pH	Cationi schimbabili				
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Σ	Na ⁺ , % din Σ
						me/100 g sol				
A ₁	0-2	4,02	10,4	-	6,7	15,81	7,07			
A	2-10	3,39	6,79	-	7,1	12,82	6,20	2,89		13,2
B ₁	12-24	4,92	5,16	0,65	7,7	10,90	14,70	7,76		23,3
B ₂	30-40	5,00	2,42	4,15	8,8	8,40	17,20	5,88		18,7
BC	45-55	4,16	1,15	14,26	8,6	12,50	16,25	5,87		17,0
C	90-100	3,84	0,42	16,75	8,3	20,77	14,12	7,66		14,3

➤ Solonețurile hidrice în partea inferioară a profilului sunt umede (*Aso Bn/h*), din cauza influenței pânzei capilare sau a nivelului ridicat al apei freatice (50-150 cm).

Solonciacurile se formează sub influența apelor freatice mineralizate. Evaporarea apei duce la acumularea la suprafață și în profil a sărurilor solubile. Solonciacurile se divizează, după nivelul apelor freatice în: molice și hidrice.

➤ Solonceacurile molice sunt relativ drenate, nivelul apelor freatice este mai jos de 100 cm. Orizontul A, fiind saturat cu săruri (>1 %), are, totodată, caracter molic.

➤ Solonceacurile hidrice sunt umede, nivelul apelor freatice fiind aproape de suprafață.



Solonchac. Profilul nr.67, amplasat pe același versant sud-vestic al văii din preajma com. Dobrogea Veche (Sîngerei) (Ursu, 2008).

I (0-2 cm), crustă de săruri.

II(2-5 cm), în stare umedă de culoare pestriță cenușie-închis.

III(5-... cm), în stare umedă de culoare cenușie-închis, mai cenușie-închis decât orizontul II.

Fig. 3.19. Solonchac (Ursu, 2008)

Tabelul 3.21. Particularitățile fizico-chimice ale solonchacului. Profilul nr.67, (Ursu, 2008)

Orizontul genetic	Adâncimea, cm	Higroscopicitatea	Humus	CaCO ₃	pH	HCO ₃	Cationi schimbabili					Reziduu mineral, %	Na solub., me/100 g sol
							Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Σ	Na ⁺ , % din Σ		
							me/100 g sol						
I	0-2	0,91	0,4	2,67	10,05	4,84	1,61	3,64	5,60	10,85	51,6	1,113	10,95
II	2-5	1,93	2,0	1,91	9,5	3,26	2,04	2,85	5,80	10,69	54,3	3,285	51,47
III	10-15	2,81	2,1	1,97	10,0	5,35	2,06	1,23	5,90	9,19	64,2	3,660	38,33

Pentru valorificarea și folosirea eficientă a solurilor halomorfe sunt necesare operațiuni ameliorative.

3.2.4.5. Clasa solurilor dinamomorfe

Clasa solurilor dinamomorfe – include solurile, formarea cărora este în dinamică. Ele se formează în depresiuni sub influența proceselor deluviale și aluviale, foarte rar coluviale, sau pe pante, drept rezultat al transformării tehnogenetice a învelișului de sol inițial. În aceste soluri nu se evidențiază orizonturi genetice, profilul lor fiind supus în dinamică diferitelor procese naturale sau tehnologice.

Solurile deluviale se formează la baza versanților și în văi pe contul particulelor de sol transportate de torenții de scurgere. Profilul solurilor deluviale constă din straturi de material solificat (humificat, structurizat), mai mult sau mai puțin transformat de procesele pedogenetice actuale locale. Aceste soluri sunt foarte profunde, humificate și bine structurate. Solurile deluviale în funcție de caracterul materialului inițial pot fi molice sau ocrice.

➤ Solurile deluviale molice se formează în văi și la baza versanților ocupați de cernoziomuri.

➤ Solurile deluviale ocrice se formează pe contul solurilor brune și cenușii, răspândite pe teritoriul bazinului hidrografic.

Solurile deluviale posedă un potențial înalt de productivitate, dar folosirea lor este limitată de pericolul inundațiilor și al viiturilor. Profilul acestor soluri se află în dinamică și crește pe contul depunerilor deluviale recente.

Solurile aluviale sunt cele mai tinere și se formează în luncile râurilor pe depunerile aluviale recente. Ele se divizează în următoarele subtipuri: molice; stratificate; hidrice; vertice; turbice.

➤ **Solurile aluviale molice** ocupă teritoriile luncilor drepte și sunt relativ mai vârstnice. Vegetația hidrofilă treptat este înlocuită cu cea zonală de stepă sau de pădure. În partea superioară a profilului solurile sunt humificate și structurate, aici, practic, nu se evidențiază straturi aluviale.

➤ **Solurile aluviale stratificate** sunt cele mai tinere și de fapt, prezintă depozite de aluviuni contemporane slab solificate.

➤ **Solurile aluviale hidrice** ocupă niveluri joase, aflându-se permanent sau periodic sub influența apelor freatiche.

➤ **Solurile aluviale vertice** se formează pe aluviunile argiloase, grele. Au o culoare cenușie-verzuie, în stare umedă sunt gonflate, iar în stare uscată prin crăpături se divizează în blocuri dure.

➤ **Solurile aluviale turbice** se formează în depresiuni, în condiții anaerobe, determinate de stagnarea apei. În profil se evidențiază straturi turbice.

Solurile aluviale pot fi salinizate, solonețizate, gleizate. Aceste caractere se evidențiază la nivel de gen. Proprietățile și potențialul productiv al solurilor aluviale sunt foarte diferite. Valorificarea și folosirea lor necesită intervenții ameliorative specifice.

În clasa solurilor dinamomorfe se includ diferite soluri transformate în mod tehnogenic, când construcția morfologică a profilului nu permite atribuirea lor la nivel de tip genetic natural.

Solurile antropice prezintă amestecuri de orizonturi de sol sau de sol cu roca maternă. Se formează în procesul efectuării tehnologiilor de nivelare și desfundare a solurilor puțin profunde, de terasare a pantelor, de replantare a terenurilor etc.

➤ **Solurile antropice molice** se formează în urma transformării tehnogenice pe terenurile cu învelișul inițial cernoziomic.

➤ **Solurile antropice ocrice** se formează în zonele răspândirii solurilor cenușii și brune și pe contul transformării tehnogenice. Tehnologiile de transformare tehnogenică sunt condiționate de proprietățile inițiale ale solurilor, care, de fapt, apreciază și posibilitățile de folosire.

Răspândirea geografică a solurilor este condiționată de coraportul condițiilor pedogenetice în diferite regiuni.

CAPITOLUL IV. GEOGRAFIA SOLURILOR

4.1. GEOGRAFIA SOLURILOR

4.1.1. Legile răspândirii solurilor pe Globul Pământesc.

4.1.2. Regionarea pedogeografică în Republica Moldova.

4.1.3. Zonele pedogeografice în Republica Moldova.

4.1.4. Provinciile pedogeografice în Republica Moldova.

4.1.1. Legile răspândirii solurilor pe Globul Pământesc

Geografia solurilor reprezintă o ramură a pedologiei și geografiei, care studiază legitățile repartiției geografice a solurilor pe suprafața uscatului în scopul regionării pedogeografice.

Ca știință geografia solurilor a apărut la sfârșitul secolului XIX-lea, bazele fiind puse de către V. V. Dokuceaev, care a stabilit corelații dintre sol și factorii de solificare, a demonstrat legitățile repartiției geografice a solurilor pe Globul Pământesc. În baza cercetărilor pedologice părții europene a Rusiei a fost alcătuită harta de soluri, care, la rând cu materialele cercetărilor a permis lui V. V. Dokuceaev de stabilit **legea zonalității orizontale și verticale** (1898-1899).

Zonalitatea orizontală este de cele mai multe ori latitudinală (fâșii dispuse succesiv de la nord la sud), ca în cazul Europei și Africii. În anul 1900 V. V. Dokuceaev separă zone latitudinale de sol pentru emisfera nordică: zona arctică, zona de pădure, zona cernoziomurilor, zona aerăla și zona solurilor lateritice.

Regiunile de litoral aflate sub influența curenților marini, dar și cele din apropierea lanțurilor muntoase orientate de la nord la sud, prezintă o zonalitate orizontală longitudinală, zonele de sol fiind dispuse succesiv în sensul meridianelor, ca în cazul vestului Americii de Nord și de Sud, sau estului Chinei.

Chiar și în regiunile în care se manifestă zonalitatea orizontală latitudinală, în apropierea oceanelor se poate observa o arcuire spre sud a zonelor de sol (vestul Europei). Zonalitatea orizontală combinată (latitudinală și longitudinală) poate fi observată cel mai bine în America de Nord, unde la est de fluviul Mississippi este latitudinală, iar la vest de acesta, până la Munții Stâncoși este longitudinală.

Zonalitatea orizontală implică în general, succedarea de la Poli la Ecuator a următoarelor zone de sol (fig. 4.1):

- Criosoluri, gleisoluri și regosoluri în tundră (climat rece);
- Podzoluri sub pădurile de conifere (climat temperat rece);
- Albeluvisoluri, luvisoluri, cambisoluri și feoziomuri greice sub pădurile de foioase (climat temperat);
- Cernoziomuri, feoziomuri sub stepă/silvostepă (climat temperat);
- Kastanoziomuri sub stepa aridă (climat temperat);
- Calcisoluri, gipsisoluri în zona de deșert/semideșert;
- Nitisoluri, alisoluri, acrisoluri, lixisoluri în zona subtropicală;
- Ferralsoluri, plintisoluri în zona tropicală umedă.

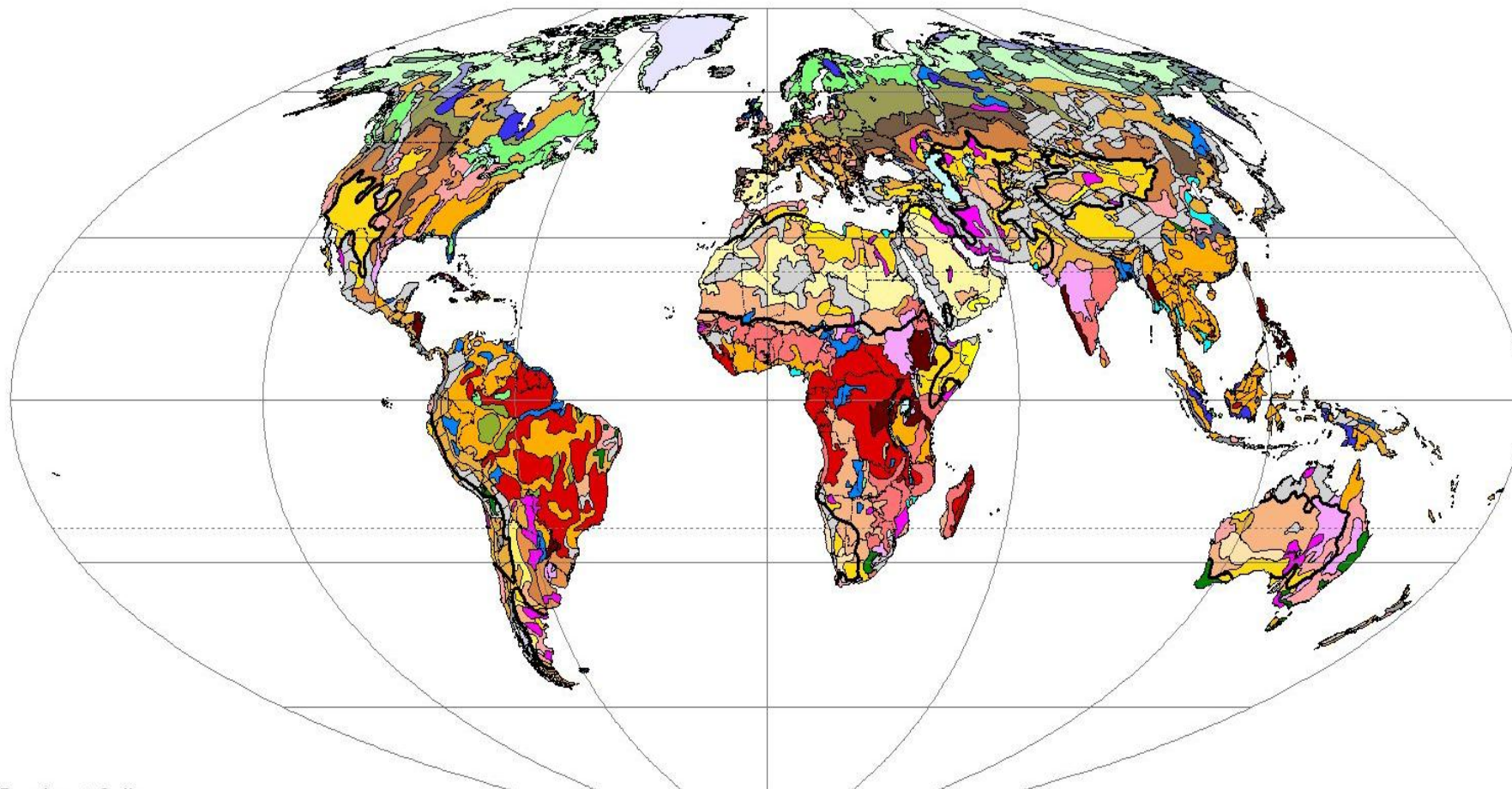
Zonalitatea verticală (etajarea) reprezintă legea generală a răspândirii solurilor în regiunile muntoase. În acest sens, solurile sunt dispuse în zone sau etaje care se succed de la poale spre vârf. Zonalitatea verticală, cunoscută și sub numele de etajarea solurilor, este asemănătoare celei orizontale, dar nu identice, cum s-ar putea crede la prima vedere. În general, etajele de sol sunt mai bine individualizate, iar unele dintre ele, cum ar fi cel al solurilor brune acide de sub pădurile de fag sau al solurilor humico-silicaticice de sub pajiștile alpine nu se regăsesc în cadrul zonalității orizontale. Etajarea solurilor depinde în primul rând de situarea latitudinală a masivului muntos și altitudinea acestuia. Astfel, cu cât masivul muntos este mai înalt și este poziționat mai aproape de Ecuator, cu atât vor exista mai multe etaje de sol. Altfel spus, masivele muntoase situate în apropierea Ecuatorului și cu altitudini care ating limita zăpezilor permanente vor avea o etajare

foarte diversificată (Kilimandjaro, Anzii). Practic, masivele muntoase, prin intermediul altitudinii, nu fac altceva decât să permită constituirea unor zone de sol care, în cadrul zonalității orizontale sunt situate mai la nord. Spre exemplu, în cazul unora dintre masivele muntoase din zona caldă apare etajul podzolorilor, care este specific zonei temperate reci (păduri de conifere). Și în cazul zonalității verticale, în cuprinsul unui etaj de sol pot apărea soluri intrazonale condiționate în special de pantă și rocă, fără ca acestea să fie însă dominante.

































Legea regionalității pedologice nu exclude zonalitatea solurilor dar o nuanțează, evidențiind variațiile învelișului de sol în cuprinsul unei zone de sol. Cu alte cuvinte, această lege susține analizarea învelișului de sol în mod unitar, ținându-se cont atât de aspectele de zonalitate cât și de cele de intrazonalitate.

Influența climei, principalul factor care determină zonalitatea solurilor pe Terra, nu poate fi observată decât pe teritorii întinse, în timp ce pe teritorii mai restrânse, modelele spațiale în care se combină solurile zonale și cele intrazonale sunt destul de diverse fiind condiționate de modul specific în care se desfășoară acțiunea conjugată a tuturor factorilor pedogenetici. De aceea a fost elaborat conceptul regionalității pedologice.

Fig. 4.1. Harta solurilor lumii (<ftp://ftp.fao.org/agl/agll/faomwsr/wsavcl.jpg>)



Dominant Soils

- | | | | |
|---|---|--|---|
|  Acrisols, Alisols, Plinthosols (AC) |  Chernozems, Phaeozems (CH) |  Histosols, Gleysols (HS) |  Planosols (PL) |
|  Albeluvisols, Luvisols (AB) |  Cryosols (CR) |  Kastanozems, Solonetz (KS) |  Plinthosols (PT) |
|  Andosols (AN) |  Durisols (DU) |  Leptosols, Regosols (LP) |  Podzols, Histosols (PZ) |
|  Anthrosols (AT) |  Ferralsols, Acrisols, Nitisols (FR) |  Leptosols, Cryosols (LR) |  Regosols (RG) |
|  Arenosols (AR) |  Fluvisols, Gleysols, Cambisols (FL) |  Lixisols (LX) |  Solonchaks, Solonetz (SC) |
|  Calcisols, Cambisols, Luvisols (CL) |  Gleysols, Histosols, Fluvisols (GL) |  Luvisols, Cambisols (LV) |  Umbrisols (UM) |
|  Calcisols, Regosols, Arenosols (CA) |  Gypsisols, Calcisols (GY) |  Nitisols (NT) |  Vertisols (VR) |
|  Cambisols (CM) |  Histosols, Cryosols (HR) |  Phaeozems (PH) |  Glaciers (gl) |

4.1.2. Regionarea pedogeografică în Republica Moldova

Drept bază pentru regionarea pedogeografică contemporană servesc hărțile pedologice după care se stabilesc hotarele diferitor asociații de sol. Cu cât scara hărții este mai mare, cu atât regionarea va fi mai detaliată. Anterior, în lipsa hărților de sol, a fost utilizată și altă metodă de regionare în baza cercetărilor teritoriului și generalizării informației despre învelișul de sol.

„Regionarea pedologică (pedogeografică, agropedologică, ecopedologică) are drept scop evidențierea terenurilor sau a regiunilor, care se deosebesc prin caracterul general al învelișului de sol – predominarea unor tipuri sau subtipuri zonale (automorfe), legitățile etajării altitudinale, caracterul răspândirii solurilor intrazonale etc” (A. Ursu, 2006).

Rezultatele regionării pedogeografice pot fi utilizate pentru alte regionări speciale, precum și în scopuri practice în diferite domenii de activitate. În acest scop regionarea pedogeografică presupune o caracterizare complexă ale teritoriilor unităților taxonomice care include:

- **indicii condițiilor climatice** (suma precipitațiilor anuale și a perioadei de vegetație, temperatura medie anuală, suma temperaturilor active $>10^{\circ}$, coeficientul umidității ș.a.);
- **particularitățile reliefului** (altitudinile maximă și medie, dimensiunile, suprafețele și expoziția versanților);
- **particularitățile rocilor parentale** (suprafețe ocupate de argile, luturi, loessuri, luturi nisipoase, calcare, aluvioni ș.a.);
- **caracteristica vegetației;**
- **componența învelișului de sol** (suprafețele ocupate de diferite soluri) (A. Ursu, 2006).

Unitățile taxonomice, folosite pentru regionarea pedogeografică sunt:

- zona;
- provincia;
- districtul;
- raionul;
- microraionul.

În monografia „Raioanele pedogeografice și particularitățile regionale de utilizare și protejare a solurilor” A. Ursu prezintă următoarele definiții a unităților taxonomice:

Zona este arealul răspândirii predominante a tipului zonal (automorf) de sol și al altor soluri zonale și intrazonale care îl însoțesc.

Provincia reprezintă o parte a zonei, care se deosebește prin caracterul general al învelișului de sol, condiționat de particularitățile regionale ale climei (continentalism).

Districtul este o parte a provinciei, care se deosebește prin componența spectrului altitudinal de soluri zonale.

Raionul este o parte a districtului, care se deosebește prin predominarea și răspândirea anumitor subtipuri de soluri zonale.

Microraionul reprezintă o mică parte a unui raion (sau subraion), ale cărui înveliș de sol și condiții naturale se deosebesc esențial de cele ale unității pedogeografice respective prin unele particularități locale.

Conform regionării pedogeografice teritoriul Republicii Moldova, se împarte în 3 zone de sol, 5 provincii, 7 districte, 14 raioane. În cadrul raioanelor se evidențiază 8 subraioane și 80 de microraioane (I. Krupenikov, A. Ursu, 1984, A. Ursu, 2006).

În tabelele 4.1-4.6 și fig. 2. sunt prezentate raioanele și subraioanele pedogeografice: particularitățile reliefului și rocilor parentale, componența învelișului de sol și suprafețele terenurilor agricole.

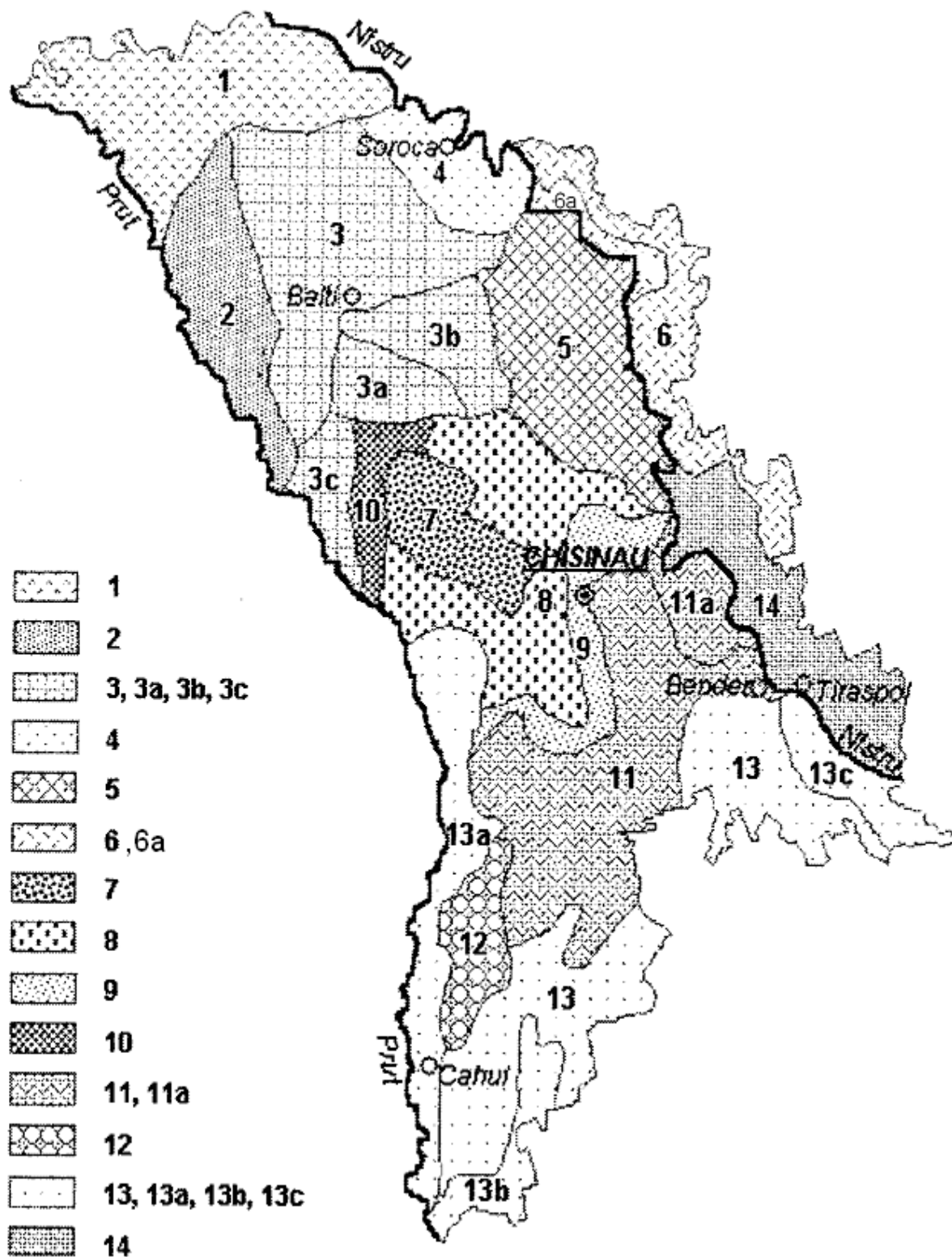


Fig. 4.2. Raiioanele și subraioanele pedogeografice (după A.Ursu, 2006)

Tablelul 4.1. Raioanele și subraioanele pedogeografice (după A.F. Ursu, 2006)

Zona	Nr d/o	Denumirea raionului și a subraionului	Suprafața totală	
			mii ha	% din suprafața țării
Silvostepei de Nord	1.	Raionul solurilor cenușii, cernoziomurilor argiloiluviale și levigate ale silvostepei Podișului de Nord	290,1	8,6
	2.	Raionul cernoziomurilor tipice și levigate ale silvostepei Dealurilor Prutului Mijlociu	151,5	4,5
	3.	Raionul cernoziomurilor tipice ale stepei Câmpiei Bălților	307,3	9,1
	3 a	Subraionul cernoziomurilor tipice și solurilor solonețizate ale stepei Dealurilor Ciulucului	67,2	2,0
	3 b	Subraionul cernoziomurilor tipice și levigate ale silvostepei Dealurilor Solonețului	84,9	2,5
	3 c	Subraionul cernoziomurilor tipice slab humifere și carbonatice ale stepei teraselor Prutului Mijlociu	55,7	1,6
	4.	Raionul cernoziomurilor levigate, tipice și solurilor cenușii ale Silvostepei Dealurilor Sorocii	91,6	2,7
	5	Raionul cernoziomurilor levigate, argiloiluviale și solurilor cenușii ale silvostepei Dealurilor Rezinei	261,0	7,7
	6.	Raionul cernoziomurilor tipice și carbonatice ale stepei Câmpiei Nistrului Mijlociu	137,0	4,1
	6 a	Subraionul cernoziomurilor carbonatice ale teraselor Nistrului	40,5	1,2
Pădurilor Codrilor	7	Raionul solurilor brune și cenușii ale pădurilor Podișului Codrilor	100,0	3,0
	8	Raionul solurilor cenușii și cernoziomurilor levigate ale silvostepei Colinelor Codrilor	269,6	8,0
	9	Raionul cernoziomurilor levigate, tipice și solurilor cenușii ale silvostepei Dealurilor Sud-Estice ale Codrilor	119,0	3,5
	10	Raionul cernoziomurilor tipice și levigate ale silvostepei Dealurilor periferiei Vestice a Codrilor	56,3	1,7
Stepii Câmpiei de Sud	11	Raionul cernoziomurilor tipice slab humifere și levigate ale silvostepei xerofite a Câmpiei de Sud	373,2	11,0
	11a	Subraionul cernoziomurilor tipice slab humifere și carbonatice ale stepei teraselor Nistrului	70,0	2,1
	12	Raionul cernoziomurilor levigate și tipice ale silvostepei Dealurilor Tigheciului	66,9	2,0
	13	Raionul cernoziomurilor tipice slab humifere și carbonatice ale stepei Câmpiei Sudbasarabene	354,4	10,5
	13a	Subraionul cernoziomurilor carbonatice și solurilor aluviale ale Văii Prutului Inferior	172,2	5,1
	13b	Subraionul cernoziomurilor carbonatice ale stepei Câmpiei Dunărene	81,3	2,4
	13c	Subraionul cernoziomurilor carbonatice și solurilor aluviale ale văii Nistrului Inferior	54,5	1,6
	14	Raionul cernoziomurilor carbonatice și tipice slab humifere ale stepei Câmpiei Nistrului Inferior	171,9	5,1

Tabelul 4.2. Parametrii reliefului raioanelor și subraioanelor pedogeografice (I.Krupenikov, A.Ursu, 1984)

Raionul, subraionul	Denumirea raionului, subraionului	Altitudinea, m				Lungimea medie a versanților, m	Suprafața terenurilor (%) cu înclinația			
		maximă	minimă	predomină	medie		0-2°	2-6°	6-10°	>10°
1	Raionul silvostepii Podișului de Nord	311	54	200-240	213	600	55	30	10	5
2	Raionul silvostepii Dealurilor Prutului Mijlociu	270	40	140-200	162	800	45	38	12	5
3	Raionul stepei Câmpiei Bălților	291	60	160-200	168	700	50	40	7	3
3a	Subraionul stepei Dealurilor Ciulucului	350	40	120-160	138	700	30	45	15	10
3b	Subraionul silvostepii Dealurilor Solonețului	340	40	150-200	157	1000	40	35	15	10
3c	Subraionul stepei teraselor Prutului Mijlociu	240	33	80-150	109	800	55	30	10	5
4	Raionul silvostepii Dealurilor Sorociei	347	30	160-240	181	750	40	37	15	8
5	Raionul silvostepii Dealurilor Rezinei	338	12	160-240	198	1000	30	45	15	10
6	Raionul stepei Câmpiei Nistrului Mijlociu	274	30	120-240	168	200	45	35	10	10
6a	Subraionul teraselor Nistrului	180	30	120-200	133	400	55	25	10	10
7	Raionul pădurilor podișului Codrilor	430	80	220-360	239	1000	20	30	30	20
8	Raionul silvostepii colinelor Codrilor	357	30	160-280	175	1100	30	35	20	15
9	R-I silvostepii dealurilor sud-estice a Codrilor	314	47	130-200	154	900	30	40	20	10
10	R-I silvost. dealurilor periferiei vestice a Codrilor	388	30	120-200	132	1000	25	35	25	15
11	Raionul silvostepii xerofite a Câmpiei de Sud	280	20	120-200	133	1100	40	35	15	10
11a	Subraionul stepei teraselor Nistrului	177	10	40-160	76	600	55	30	10	5
12	Raionul silvostepii Dealurilor Tigheciului	301	30	160-240	183	800	35	38	20	7
13	Raionul stepei Câmpiei Sudbasarabene	220	20	120-180	127	1200	45	35	15	5
13a	Subraionul Văii Prutului Inferior	200	6	40-140	61	600	55	30	12	3
13b	Subraionul stepei Câmpiei Dunărene	140	10	40-120	71	800	60	35	3	2
13c	Subraionul Văii Nistrului Inferior	170	5	20-120	49	300	65	20	10	5
14	Raionul stepei Câmpiei Nistrului Inferior	198	1	20-80	35	200	80	15	5	0

Tabelul 4.3. Rocile parentale (%) ale raioanelor și subraioanelor pedogeografice (*I.Krupenikov, A.Ursu, 1984*)

Raionul, subraionul	Argile nămoase	Depozitele eluviale și eluvio- deluviale		Depozite loessoide		Luturi nisipoase	Depuneri aluvionare și eluvio-deluviale	Calcare
		argile lutoase și luturi argiloase	luturi	argiloase	lutoase			
1	3,5	82,4	0,4	5,0	1,5	0,9	5,0	1,3
2	7,2	42,3	1,4	29,9	3,1	0,8	14,2	1,1
3	7,0	75,1	0,5	8,1	0,6	1,3	6,5	0,9
3a	19,6	66,0	0,4	2,5	0,5	1,3	9,2	0,5
3b	6,8	75,5	2,6	2,3	0,9	1,0	10,7	0,2
3c	16,4	11,4	0	48,1	12,9	0	11,2	0
4	4,7	56,1	3,5	19,3	8,3	1,4	3,7	3,0
5	2,6	37,8	11,0	23,8	7,0	6,1	9,2	2,5
6	5,4	37,5	3,9	27,7	6,1	9,6	5,8	4,0
6a	1,4	1,6	0	31,3	44,8	3,3	5,2	12,4
7	16,4	27,6	28,6	1,5	1,1	16,7	8,1	0
8	9,4	39,8	25,9	3,4	2,6	8,0	10,6	0,3
9	4,9	47,8	12,2	9,3	4,7	4,2	16,3	0,6
10	20,7	42,8	2,7	8,7	3,4	2,0	19,7	0
11	4,3	5,7	0,1	67,1	9,5	3,4	9,8	0,1
11a	0,3	1,8	0	42,1	43,4	1,4	10,3	0,7
12	7,4	1,8	0	59,8	13,2	4,3	13,5	0
13	3,9	1,2	0	70,2	12,6	1,7	10,4	0
13a	3,7	0,1	0	34,1	30,2	2,4	29,5	0
13b	0,4	1,4	0	32,8	46,0	5,6	13,8	0
13c	2,9	0	0	34,7	16,0	4,2	41,8	0,4
14	0,4	0,6	0	57,0	22,0	4,2	15,0	0,8

Tabelul 4.4. Condițiile climatice ale raioanelor și subraioanelor pedogeografice (*I.Krupenikov, A.Ursu, 1984*)

Raionul, subraionul	Temperatura, °C		Durata perioadei cu t>10°, zile	Precipitații, mm		Indicile aridității
	medie anuală	suma t>10°		anual	pentru perioada cu t>10°	
1	7,5-7,8	2700-2795	165-168	456-551	418-437	0,76-0,84
2	7,9-8,2	2820-2890	169-171	511-527	398-412	0,68-0,74
3	8,2-8,6	2890-2980	171-174	489-511	378-398	0,64-0,68
3a	8,2-9,1	2890-3120	171-178	456-511	348-398	0,55-0,68
3b	8,2-8,6	2890-2980	171-174	489-511	378-398	0,64-0,68
3c	8,6-8,9	2980-3070	174-177	467-489	358-378	0,58-0,64
4	8,2-8,6	2890-2980	171-174	489-511	378-398	0,64-0,68
5	8,2-8,6	2890-2980	171-174	489-511	378-398	0,64-0,68
6	8,2-9,1	2890-3120	171-178	456-511	348-395	0,55-0,68
6a	9,1-9,6	3120-3255	178-183	423-456	318-348	0,48-0,55
7	6,8-8,6	2520-2980	159-174	489-599	378-477	0,64-0,98
8	7,8-8,9	2796-3070	168-177	467-533	358-418	0,58-0,76
9	8,2-8,9	2890-3070	171-177	467-511	358-398	0,58-0,68
10	8,2-8,9	2890-3070	171-177	467-511	358-398	0,58-0,68
11	7,8-8,4	2795-2935	168-173	500-533	388-418	0,66-0,76
11a	8,9-9,3	3070-3165	177-180	445-467	338-358	0,52-0,58
12	7,7-8,2	2750-2890	166-171	511-544	398-427	0,68-0,78
13	8,4-8,9	2935-3070	173-177	467-500	358-388	0,58-0,60
13a	9,1-9,5	3120-3210	178-181	434-456	328-348	0,50-0,55
13b	9,1-9,8	3120-3300	178-184	412-456	318-348	0,45-0,55
13c	9,1-9,6	3120-3250	178-183	423-456	318-348	0,48-0,55
14	9,4	3190	180	439	333	0,50

Tabelul 4.5. Suprafețele solurilor raioanelor și subraioanelor pedogeografice (I.Krupenikov, A.Ursu, 1984)

Raionul, subraionul	Suprafața, (fără localități) ha	Soluri cenușii			Soluri brune	Cernoziomuri							Deteriorate de alunecări	Soluri cernoziomoi de și deluviale	Soluri aluviale, mocerle	Rendzine
		albice și tipice*	molice*	moderat și puternic erodate		argiloalu viale*	levigate*	tipice moderat humifere*	tipice slab humifere*	carbo natic*	vertice, soloneți zate	moderat și puternic erodate				
1	248592	23736	40532	895	0	47843	61974	22785	11483	1760	1151	8993	5838	8629	9274	3699
2	130907	2868	7435	387	0	12431	17874	30641	11912	3887	1326	8334	8459	5772	17965	1616
3	269681	0	0	0	0	0	44680	93974	53218	20840	4876	12436	12330	13075	11376	2876
3a	57988	0	0	0	0	0	477	15006	12464	5485	6318	4871	5476	4338	3223	2051
3b	76501	609	1057	20	0	1775	5584	23405	12442	9653	1689	6900	3355	6385	3438	189
3c	51621	0	0	0	0	172	280	2058	21587	7198	1088	4934	7872	1357	5051	24
4	78947	6114	11008	162	0	10379	17044	9792	4779	4366	217	4810	3747	2742	1017	2770
5	236784	15057	38214	2737	0	29447	42164	18031	13401	31182	1257	9867	3991	11593	13420	6423
6	121496	0	1114	109	0	2623	14039	20129	26485	35271	1004	3340	172	4860	3834	5516
6a	36474	0	0	0	0	0	105	55	3336	23071	96	2252	187	1085	1285	5001
7	92396	18784	6705	5169	27169**	424	4949	756	260	369	191	3313	16182	2110	6015	0
8	244902	52054	27057	11536	0	2717	45956	9415	18253	5311	2057	16683	23100	9607	20275	861
9	108298	4034	8174	777	0	3133	20258	13463	11916	10499	1450	10194	4173	7327	12200	700
10	51611	0	1823	64	0	96	5004	51108	9117	2736	2248	4698	9138	2707	8872	0
11	336477	0	768	13	0	712	47690	1907	131353	57697	9810	43242	5382	14311	23358	234
11a	61991	0	0	0	0	18	2314	0	19870	25946	177	4588	1358	1253	5998	469
12	62151	528	477	101	0	797	19801	5041	7507	5838	1470	8105	3003	6290	3193	0
13	329773	0	0	0	0	0	3736	7606***	118627	112312	3376	37556	8016	21139	17161	151
13a	155592	0	0	0	0	0	303	0	41987	45067	1178	11066	4911	5718	45362	0
13b	75164	0	0	0	0	0	573	0	100096	43708	124	9268	108	4043	7244	0
13c	48789	0	0	0	0	0	0	2982***	3980	13117	75	4350	1207	3130	19741	207
14	147565	0	0	0	0	0	0	0	46649	54994	164	18055	64	6040	20268	1331

*inclusiv slab erodate

** inclusiv slab, moderat și puternic erodate

*** xerofite de pădure după I. Krupenikov

Tabelul 4.6. Suprafețele terenurilor agricole raioanelor și subraioanelor pedogeografice (*I.Krupenikov, A.Ursu, 1984*)

Raionul, subraionul	Suprafața totală, ha	Inclusiv, %					
		teren arabil	livezi	viță-de-vie	pășune și fânețuri	păduri	localități, drumuri etc.
1	290085	60,2	6,4	0,1	7,2	11,8	14,3
2	151471	51,6	7,4	1,1	13,4	12,9	13,6
3	307289	67,5	4,4	1,0	7,8	7,1	12,2
3a	67208	65,2	2,7	2,5	11,1	4,8	13,7
3b	84851	60,8	3,0	3,9	10,1	12,4	9,8
3c	55727	70,4	5,3	2,4	10,4	4,1	7,4
4	91587	65,4	3,9	0,5	7,3	9,1	13,8
5	260972	64,6	4,2	2,2	7,6	12,1	9,3
6	137043	66,9	5,2	1,5	4,3	10,8	11,3
6a	40498	75,2	6,2	1,3	3,1	4,3	9,9
7	99993	21,8	6,8	10,9	8,6	44,3	7,6
8	269564	32,3	4,4	14,3	12,5	27,4	9,1
9	118963	47,0	4,8	17,0	7,7	14,5	9,0
10	56335	48,8	6,5	8,4	14,7	13,2	8,4
11	373220	56,7	3,4	11,7	10,3	8,1	9,8
11a	70037	60,2	7,3	9,0	6,9	5,1	11,5
12	66900	48,7	3,0	14,0	5,0	22,2	7,1
13	354403	64,1	1,8	10,6	7,6	8,9	7,0
13a	172240	62,6	0,8	12,0	10,8	4,1	9,7
13b	81314	66,0	1,9	11,2	11,0	2,3	7,6
13c	54500	48,6	3,9	16,3	7,7	13,0	10,5
14	171900	65,7	9,1	2,1	4,0	4,9	14,2

4.1.3. Zonele pedogeografice în Republica Moldova

Zona Silvestepei de Nord cuprinde primele 6 raioane (4 subraioane) și se delimitează de partea centrală – Codrii – prin Valea Răutului de Jos, Ciulucului Mic, apoi frontiera în direcția sud-vest ajunge la Prut prin valea râulețului Delia. Zona include Podișul de Nord, Dealurile Prutului Mijlociu și Prenistrene. Aceste regiuni deluroase înconjoară câmpia Bălților, care coincide cu bazinul hidrografic al Răutului de Sus.

În această zonă ca urmare a influenței factorilor pedogenetici s-au format următoarele soluri:

- cenușii albe;
- cenușii tipice;
- cenușii molice;
- cernoziomuri argiloaluviale;
- cernoziomuri levigate;
- cernoziomuri tipice moderat humifere;
- cernoziomuri carbonatice;
- rendzine;
- soluri aluviale.

În funcție de componența și structura spectrului zonal al învelișului de sol, condiționat de particularitățile reliefului, climei, vegetației spontane în cadrul zonei de silvestepă se evidențiază 3 districte:

1. silvestepa propriu-zisă, care ocupă regiunile deluroase cu soluri cenușii, cernoziomuri argiloaluviale și levigate;
2. pratostepa, care ocupă Câmpia Ondulată a Bălților cu cernoziomuri tipice și levigate;
3. stepea Câmpiei Nistrului Mijlociu cu cernoziomuri carbonatice (A. Ursu, 2006).

Zona Pădurilor Codrilor ocupă o poziție geografică intermediară, între silvestepa de nord și stepea câmpiei de sud. La nord este marcată de Ciulucul Mic, spre nord-est coboară în valea Răutului, versantul fiind activ afectat de alunecări. În direcțiile sud-est și sud-vest Colinele Codrilor foarte lent trec în Câmpia de Sud. Limita sudică trece prin localitățile: Ustia – Cruglic – Cricova – Chișinău – Băcioi – Rezeni – Cărbuna – Sagaidac – Hârtop – Ceadâr – Lăpușna – Bujor – Bălăurești. Teritoriul regiunii Codrilor parțial aparține bazinelor hidrografice ale Prutului, nemijlocit al Mării Negre (Cogâlnic) și al Nistrului. Lungimea medie a versanților este de 1100 m, depășind uneori 2000 m. Suprafețele plane, platourile și luncile ocupă doar 22%, cu înclinația de 2-6° – 36 %, 6-10° – 24 %, peste 10° – 18 %. Diferența locală de altitudini depășește 240 m. Codrii se află în zona activității seismice, terenul fiind supus ridicării cu 6-10 mm anual.

Condițiile naturale și învelișul de sol sunt specifice și foarte neomogene. Relieful Codrilor prezintă o consecință a denudației – eroziunii și alunecărilor de teren. O formă specifică de așa natură reprezintă „hârtoapele” – văile semirotunde provenite prin „prepararea” erozională a alunecărilor. Alunecările sunt condiționate de construcția geologică stratificată și regimurile hidrogeologice ale terenurilor. Toată suprafața zonei a fost ocupată totalmente de păduri cu fag, gorun, stejar, carpen. Însă, cu rari excepții, în cadrul districtelor și raioanelor pădurilor suprafețe considerabile deseori au fost ocupate de vegetație ierboasă – de pajiști și stepe. În intervalul altitudinilor de 300-430 m, în condițiile climatice relativ umide (>650 mm), sub influența pădurilor de fag și gorun, pe straturile alterate ale rocilor terțiare (sarmațiene) s-au format solurile brune. Pe culmile dealurilor și pe părțile superioare ale versanților, cu altitudini mai joase (300-150 m) în condiții climatice mai xeromorfe (550-650 mm), sub pădurile de gorun și carpen și stejărișuri, pe diferite roci sedimentare s-au format solurile cenușii. Spre periferia Codrilor pe părțile inferioare ale versanților și terasele râurilor, pe roci luto-argiloase și loesside sub diferite asociații floristice (păduri de stejar, pajiști, stepe) s-au format diferite subtipuri de cernoziom (după A. Ursu, 2006).

Zona Stepei Câmpiei De Sud cuprinde 4 raioane (11-14) și reprezintă o câmpie deluroasă în partea de nord, spre sud – mai plană, ondulată. Frontiera ei nordică, care delimitează regiunea de Podișul Central, este convențională, deoarece colinele Codrilor continuă în direcțiile sud și sud-est,

foarte lent transformându-se în dealuri cu altitudini mai joase, cu versanți mai puțin abrupti, întretăiați de văile afluenților Botnei, Cogâlnicului, Ialpugului. Concomitent cu scăderea altitudinilor spre sud se modifică anturajul landșaftic, condițiile climatice devin mai aride. Partea de nord, unde erau (și mai sunt) răspândite fragmentar păduri de stejar, poate fi considerată regiune de silvostepă. Aici pe culmile dealurilor sub păduri s-au format soluri cenușii molice și cernoziomuri argiloiluviale. Aceste soluri sunt răspândite fragmentar și contactează cu cernoziomurile levigate, formarea cărora este posibilă atât sub pădurile de gârniță, cât și sub vegetația ierboasă (pajiști). Sub pâlcurile de stejar pufos (gârneț) și între ele în condițiile climatice ale Câmpiei de Sud s-au format cernoziomuri tipice moderat humifere, numite de *I.Krupenikov* „xerofite de pădure”. Solurile caracteristice pentru Câmpia de Sud sunt cernoziomurile tipice slab humifere (obișnuite) și carbonatice (micelar-carbonatice, după *I.Krupenikov*). În cadrul cernoziomurilor zonale fragmentar sunt răspândite cernoziomuri vertice, solonețuri, solonceacuri, soluri salinizate, cernoziomoide, mocirle. Pe pante solurile sunt supuse proceselor de eroziune, pe alocuri – alunecărilor de teren. Periodic în Câmpia de Sud este posibilă deflația. În văi și vâlcele, la bazele versanților s-au format soluri deluviale, în luncile râurilor – diferite subtipuri de soluri aluviale, deseori salinizate sau solonețizate (după *A. Ursu*, 2006).

4.1.4 Provinciile pedogeografice în Republica Moldova

Savanții Institutului de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie „N. Dimo” (*I.Krupenikov*, *A.Ursu*, 1976) au divizat teritoriul Republicii Moldova în 4 provincii pedogeografice, care în mare măsură coincid cu zonele naturale economice (de nord, centrală, de sud și sud-est):

1. Provincia de Silvostepă de Nord (suprafața 1490000 ha) ocupă 44,1 % din teritoriul republicii. În această provincie predomină cernoziomurile tipice și cele levigate. Ponderea solurilor cenușii constituie circa 10 %. Eroziunea solului în această provincie e slab dezvoltată.

2. Provincia Pădurilor Moldovei Centrale (Codrii, suprafața 542000 ha) ocupă 16,1 % din teritoriul republicii. Suprafața solurilor brune și cenușii constituie 40 %, a cernoziomurilor argiloiluviale și celor levigate – circa 30 %. Datorită particularităților reliefului în această provincie este puternic dezvoltată eroziunea solului și alunecările de teren.

3. Provincia de Stepă a Dunării (suprafața 1172000 ha) ocupa 34,7 % din teritoriul republicii. Aici predomină cernoziomurile tipice slab humifere și cele carbonatice, pe alocuri se întâlnesc cernoziomuri tipice moderat humifere (xerofite de pădure după *I.Krupenikov*) și cernoziomuri vertice. În luncile râurilor sunt răspândite soluri halomorfe. Gradul de manifestare a eroziunii este înaintat.

4. Provincia de Stepă Ucraineană (suprafața 172000 ha) ocupa 5,1 % din teritoriul republicii. Aici predomină cernoziomurile tipice slab humifere și cele carbonatice. Eroziunea solului se manifestă slab.

În monografia „Почвы Молдавии” (1984) se propune divizarea Provinciei de Stepă Ucraineană în 2 provincii: de Silvostepă Ucraineană și de Stepă Ucraineană (fig. 4.3)

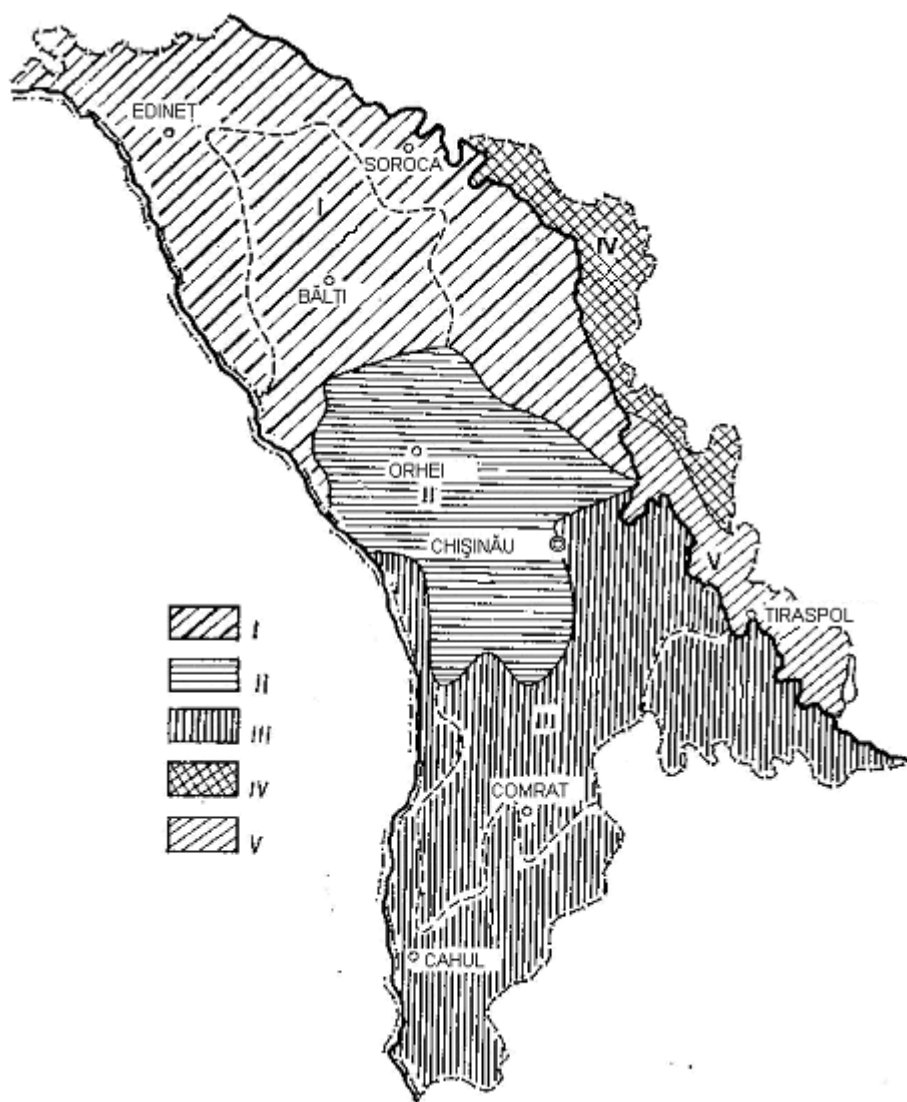


Fig. 4.3. Provinciile pedogeografice (după I. Krupenikov, A. Ursu, 1984)

CAPITOLUL V. CARTAREA. CALITATEA ȘI PRETABILITATEA SOLULUI

5.1. CARTAREA SOLURILOR

5.1.1. Noțiuni generale.

5.1.2. Fazele cartării.

5.1.3. Importanța practică a cartării solului.

5.1.1. Noțiuni generale

Prin lucrările de cartare pedologică și de bonitare cadastrală a solurilor se realizează baza de date grafice și descriptive necesare pentru inventarierea, clasificarea și evaluarea resurselor de sol dintr-un spațiu geografic, care poate să fie reprezentat de o exploatare agricolă sau de un teritoriu administrativ-cadastral.

Învelișul de soluri este studiat în raport cu factorii naturali și antropici ce îi determină însușirile și respectiv, fertilitatea naturală cu diferite favorabilități pentru creșterea și dezvoltarea fitocenozelor agrare sau naturale.

Utilizarea resurselor funciare din cadrul ecosistemelor agricole presupune cunoașterea riguroasă a modului de manifestare și evoluție a factorilor restrictivi ai capacității de producție. În acest scop se impune efectuarea periodică a studiilor pedologice, care asigură baza de date primare a caracteristicilor morfologice și a însușirilor fizice și chimice pe unități cartografice de sol (US) și respectiv de teritoriu ecologic omogen (TEO).

Prin cartarea solurilor se înțelege un complex de operațiuni, care constă în cercetarea, identificarea și delimitarea spațială a diferitelor soluri existente pe un anumit teritoriu și apoi transpunerea lor pe hartă.

După executarea recunoașterii teritoriului, pedologul trece la cartarea propriu-zisă. Aceasta constă în cercetarea detaliată a învelișului de sol precum și a condițiilor fizico-geografice prin metoda descriptiv-comparativă asociată cu analiza geografico-genetică.

Cartarea solurilor se realizează cu ajutorul **profilurilor de sol** repartizate pe teren în așa fel, încât să formeze o rețea de puncte. Ele nu se deschid toate la aceeași adâncime, ci variază în funcție de scopul pe care-l urmăresc în cartare.

Profilurile de sol, care se deschid în cartările la scară mare și mijlocie, sunt de trei feluri: principale, secundare și de control sau sondaje

Profilurile principale constituie elementele de bază ale unei cartări deoarece cu ajutorul lor se vor putea determina însușirile morfologice, fizice și chimice ale solurilor din sectorul luat în cercetare. Amplasarea lor în teren se face cu foarte mare grijă deoarece acestea trebuie să reprezinte cât mai fidel tipul caracteristic de sol, de aceea se recomandă ca amplasarea acestora să se facă după ce suprafața de teren a fost cercetată prin profile secundare.

Profilurile principale se execută până la adâncimea rocii generatoare de sol, având astfel o succesiune completă de orizonturi a profilului de sol, adâncimea lor variază între 1-3 m și este condiționată de tipul de sol, de roca generatoare, de condițiile de relief și de scopul cercetării.

După executarea acestui tip de profile, cercetarea și descrierea solului durează 1,5 - 2,0 ore. Din aceste profile se ridică și probe de sol pentru analize.

Profilurile secundare servesc pentru studiul complementar al profilurilor principale, în vederea determinării suprafeței de răspândire a acestora. De asemenea, servesc și la stabilirea și caracterizarea varietăților de soluri în funcție de sesizarea unor însușiri deosebite. Ele se execută până la adâncimea de 90-150 cm, porțiune ce reprezintă partea principală a profilului de sol

La aceste profile se face o descriere detaliată din care se vor ridica profilele principale și se execută în număr mult mai mare decât al profilurilor principale.

Profiluri de control sau sondaje servesc la delimitarea unităților de sol identificate și caracterizate prin profilurile principale și cele secundare. Acestea sunt puțin adânci, permit doar cercetarea orizontului A și începutul celui următor (50-60 cm adâncime). Ele se descriu sumar, notându-se grosimea orizontului superior, textura acestuia etc. și se amplasează de obicei între două

profile secundare, prin tatonări la locul unde se presupune trecerea de la un sol la altul. Acestea se trec și pe hărțile topografice.

Drumurile parcurse de pedolog, de-a lungul cărora s-au amplasat și cercetat profiluri de sol, reprezintă **itinerariile de lucru**. Itinerariile se stabilesc fie după metoda traverselor paralele, fie după metoda circuitului. Aceste două metode se combină în munca de teren.

În metoda traverselor paralele, itinerariile sunt reprezentate prin linii (drumuri) paralele, situate la distanțe aproximativ egale (dependente de scara hărții), încât să fie uniform acoperită întreaga suprafață de cartat, iar orientarea și fixarea lor trebuie făcută, în așa fel încât să traverseze toate formele peisajului geografic. În vederea efectuării acestor itinerarii sunt necesare hărțile topografice și observațiile notate în timpul recunoașterii.

Metoda traverselor paralele este mult folosită în teritoriile slab fragmentate și cu înveliș de sol variat. Limitele de sol pun în evidență această situație prin interpretarea a două traverse și pe baza observațiilor de micro și mezorelief pe teren.

În metoda circuitului, itinerariile sunt reprezentate prin linii cu o dispoziție cu relief accidentat și înveliș complex de soluri. Stabilirea lor se face ținându-se seama de relief și de rețeaua hidrografică. Și pentru aceste itinerarii sunt necesare hărți topografice.

Amplasarea profilelor de sol, se face de obicei pe baza unor itinerarii planificate dinainte, ca rezultat al recunoașterii. Aceste itinerarii, care sunt trecute și pe hărțile topografice, sunt de obicei preliminare, deoarece ele pot fi modificate în funcție de cerințele terenului. Cu prilejul stabilirii itinerariilor de lucru se amplasează și locul unde se vor executa profiluri principale și secundare. Repartiția și amplasarea corectă a profilelor de sol influențează calitatea și randamentul lucrărilor. Profiluri principale se amplasează acolo unde pedologul cartator consideră că ar prezenta locul cel mai caracteristic pe baza însușirilor morfologice, fizice și chimice ale tipului de sol. Orice schimbare survenită la unul dintre factorii de formare ai solului, necesită amplasarea unui nou profil principal din suprafața respectivă. Schimbările survenite sunt legate mai ales de modificarea formelor de relief, de rocă, de vegetație și de adâncimea apei freatice.

Suprafețele caracterizate prin profile principale vor fi cercetate în continuare prin profile secundare.

Amplasarea profilelor principale se face de obicei, după ce suprafața respectivă a fost cercetată prin profiluri secundare.

Amplasarea profilelor principale și secundare se poate face dinainte, în schimb amplasarea celor secundare se face numai în teren.

Profilurile de control lipsesc cu desăvârșire în centrul arealelor de sol și apar foarte des la periferia acestora, deoarece servesc la stabilirea limitelor între două unități de sol.

Dacă limita de trecere apare distinctă în relief, atunci numărul de profile de control se micșorează.

Paralel cu amplasarea profilelor pe teren se face și notarea acestora pe hartă. În vederea trecerii cât mai corecte a profilelor de sol pe hartă, distanța între două puncte se măsoară cu piciorul, a cărui lungime este etalonată. Prin transformarea numărului de pași la scara hărții, se poate face o transpunere corectă a locului pe hartă.

Densitatea profilurilor de sol este condiționată de complexitatea învelișului de sol, de scara hărții și de acoperirea terenului.

In zonele cu relief accidentat și cu învelișul de sol foarte variat, cercetarea solurilor se face cu o densitate mai mare de profile decât media. In zonele cu relief mai uniform și cu înveliș de sol mai omogen, densitatea de profile va fi mai mică decât media.

În practica lucrărilor de teren se folosește clasificarea regiunilor în categorii de complexitate a învelișului de sol, care sunt definite astfel (normele Comitetului Geologic):

Categoria I-a - Regiunile naturale cu relief de șes, foarte slab fragmentate, cu soluri variate; suprafețele unităților de sol depășesc în general 3 km². Complexele de soluri constituie cel mult 5 % din suprafața regiunii.

Categoria a II-a – Regiunile de șes fragmentat, străbătute de râuri, viroage și văi puțin adânci, elemente de relief slab diferențiate, cu soluri puțin variate. Complexele de soluri de la 5 până la 15 %.

Categoria a III-a - Regiuni de dealuri joase și oricare ale regiuni cu relief fragmentat și ondulat sau cu roci generatoare de sol variate. Regiuni de categoria a I-a cu complexe de soluri de 25-40 %. Regiuni din categoria a II-a cu complexe de soluri de la 15-30 % din suprafață.

Categoria a IV-a - Regiuni din categoria a II-a acoperite de păduri. Regiuni accidentate de dealuri înalte și submontane. Delte și lunci relativ puțin variate, cu păduri și zăvoaie pe mai puțin de 20% din suprafață.

Categoria a V-a - Oricare regiune cu complexe de soluri de la 40-60 %. Regiuni din categoria a III-a acoperite cu păduri. Regiuni muntoase. Regiuni cu mlaștini în proporție de peste 40 %. Delte și lunci cu soluri variate sau acoperite cu păduri și stufărișuri pe mai mult de 20 % din suprafață. Regiuni cu complexe de soluri acoperind peste 60 % din suprafață. Regiuni din categoria a IV-a acoperite cu păduri.

Densitatea minimă de profile (principale și secundare) necesară pentru cartare, depinde de scară și este prezentată în tabelul 5.1.

Numărul profilelor de control nu este normat, în general fiind egal cu numărul de profile principale și secundare.

Tabelul 5.1. Numărul minim de profiluri principale sau secundare pentru caracterizarea unu km² de teren (în raport cu scara de cartare și categoria de complexitate)

Categoria de complexitate a regiunii	Scara hărții					
	1:500.000	1:200.000	1:100.000	1:50.000	1:25.000	1:10.000
I	0,07	0,13	0,29	0,59	1,33	4,66
II	0,08	0,16	0,35	0,71	1,60	5,61
III	0,10	0,20	0,44	0,89	2,00	6,99
IV	0,14	0,28	0,59	1,19	2,64	9,35
V	0,20	0,40	0,89	1,78	4,35	14,05

Descrierea profilelor de sol se face fie în fișe tip sau în carnet de teren în care se notează toate observațiile asupra acestora.

Delimitarea unităților de sol este una dintre lucrările cele mai importante în cartarea pedologică. La baza delimitării acestor unități trebuie să stea raportul care există între condițiile naturale și procesul de formare a solului.

Solul reprezintă oglinda peisajului geografic, iar unitățile de sol, modul de împletire al factorilor naturali. Factorii naturali care pot furniza limite precise sunt relieful și vegetația. Astfel, în cazul sărăturilor, cartarea geobotanică este echivalentă cu cartarea pedologică. De asemenea, dacă s-a ajuns la stabilirea unei interdependențe între sol și o anumită formă de relief, delimitarea unității de sol se reduce la delimitarea formei de relief. În cazul solurilor luate în folosință agricolă, delimitarea unităților de sol se face acolo unde culoarea, textura și structura solului se schimbă.

Delimitarea este mai complicată în situația în care trecerea între unitățile de sol se face treptat iar limitele nu sunt clare. Atunci ea trebuie făcută cu ajutorul unui număr mai mare de profile secundare și de control. În acest mod limita devine o fâșie mai lată sau mai îngustă, prin care se face trecerea de la o unitate la alta, iar pedologul cartator este obligat să precizeze până unde, în

cuprinsul fâșiei, domină caracterele uneia dintre unitățile de sol și unde se remarcă saltul calitativ care indică transformarea unității respective în alta unitate.

În funcție de scara de cartare se pot face unul sau mai multe sondaje în vederea stabilirii limitei.

Paralel cu identificarea limitelor pe teren se face și transportarea lor pe hartă, ținând seama de toate punctele reper de pe hartă. Exactitatea traseului pe hartă a limitelor depinde de scara hărții, de detaliile de planimetrie și nivelment reprezentate pe hartă și de complexitatea învelișului de sol.

În trasarea limitelor de sol există anumite "limite" de toleranță, în funcție de scara hărții și de felul în care limitele se evidențiază pe teren.

Pentru hărțile la scări mijlocii și mari se prevăd următoarele limite de toleranță:

- limite distincte pe teren = 2 mm toleranță pe hartă;
- limite clare pe teren = 4 mm toleranță pe hartă;
- limite neclare pe teren = 8 mm toleranță pe hartă.

În situația în care învelișul de sol este foarte variat și nu poate fi reprezentat la scara hărții de cartare, suprafețele respective se reprezintă pe hartă sub formă de **complexe de soluri** sau **asociații de soluri**.

Prin complex de soluri se înțelege o alternanță de diferite soluri pe suprafețe mici, care se repetă mereu, pe distanță de metri sau sute de metri. De cele mai multe ori complexele de soluri sunt legate de un anumit microrelief (exemplu: într-un complex de soluri alcătuit din cernoziomuri argiloiluviale și solonețuri, limitele se stabilesc după microrelief - solonețurile ocupă microdepresiile, iar cernoziomurile argiloiluviale ocupă spațiile dintre ele; dacă teritoriul este cultivat, golurile din cultură indică suprafețe cu solonețuri).

Prin asociații de soluri se înțeleg suprafețe alcătuite dintr-un sol predominant, dar la care sunt incluse și suprafețe relativ mari de alte soluri, aflate într-o strânsă corelație geografică. Cartarea acestora se face întocmai ca la complexele de soluri.

5.1.2. Fazele cartării

Cartarea solului este o operație foarte complexă în cadrul căreia se deosebesc trei faze: de pregătire, de teren, de laborator și încheierea lucrărilor.

Faza de pregătire. Constă în adunarea tuturor materialelor necesare unei informări asupra regiunii ce urmează să fie cartată, precum și a celor necesare efectuării muncii propriu-zise de teren. Se procură mai întâi baza topografică (planuri topografice sau fotogrametrice). Aceasta este de dorit să fie la o scară mai mare decât aceea la care urmează să fie alcătuită harta de soluri, pentru a avea detalii mai numeroase și pentru a asigura o mai mare precizie în trasarea limitelor între unitățile de sol. Dacă în regiune sau în împrejurimi au fost făcute cercetări pedologice, studii referitoare la climă, vegetație, geomorfologie, agrotehnică etc., se consultă cu atenție tot acest material, care poate da o imagine generală supra condițiilor naturale și de sol.

De asemenea în această fază se pregătesc toate utilajele și rechizitele necesare pentru faza de teren (carnete de teren, busolă, binoclu, lupă de buzunar, aparat de fotografiat, ruletă, diferite truse pentru determinări expeditiv, sonde etc.).

Faza de teren. Cuprinde totalitatea operațiilor ce se efectuează în teren. Aceste operații constau, în principal, în cercetarea profilelor de sol în strânsă legătură cu condițiile naturale și de producție; separarea, delimitarea și caracterizarea unităților de sol și ridicarea probelor de sol în vederea efectuării analizelor de laborator. Faza de teren începe obișnuit cu recunoașterea teritoriului ce urmează să fie cartat. Munca de cercetare a solului în teren presupune o cercetare amănunțită a profilelor de sol, a condițiilor de relief, rocă, vegetație, apă freatică, a modului de exploatare a solurilor respective etc. Toate acestea se consemnează în carnete, pe hărți, schițe etc., adunându-se un bogat material ce va servi la definitivarea lucrărilor de cartare. După separarea și delimitarea unităților de sol, din profilele caracteristice ale unităților se ridică probe pentru diferitele analize de laborator și monoliți.

În zonele cu fenomene de eroziune, odată cu cartarea solului sau în mod special, se face și cercetarea și cartarea eroziunii. În cercetarea și cartarea eroziunii ca și în cazul cartării solului se

pornește tot de la profilul solului și de la condițiile naturale ale zonei respective. Pentru aprecierea eroziunii se caută un profil-martor (care să nu fi fost supus de loc eroziunii) cu care se compară profilele erodate, delimitându-se suprafețele cu diferite grade de eroziuni.

Faza de laborator și încheierea lucrărilor. În cadrul acestei faze se fac mai întâi observații asupra probelor și monoliților ridicați, în vederea verificării și precizării descrierii profilelor și a proprietăților morfologice. De exemplu, aprecierea culorii în teren este foarte mult influențată de umiditatea solului în momentul descrierii profilului și de luminozitate. Astfel, la o umiditate mai mare a solului și în cazul cercetării profilului spre seară sau pe timp noros culoarea apare mai închisă; din contra, pe timp puternic însorit și atunci când solul este uscat, culoarea apare mai deschisă.

Pentru a putea caracteriza cât mai complet solurile diferitelor unități separate în teren, trebuie efectuate analize de laborator. Acestea ajută la caracterizarea genetică a solurilor, cât și la elaborarea complexului de măsuri agrotehnice, agrochimice și ameliorative ce trebuie aplicate. Se știe, de exemplu, că datele referitoare la conținutul de humus au o deosebită importanță în clasificarea cernoziomurilor, gradul de saturație cu baze (V%) și reacția (pH-ul) sînt indici prețioși de caracterizare a solurilor podzolice, conținutul în elemente nutritive servește la recomandarea îngrășămintelor, proprietățile fizice prezintă o deosebită importanță în deosebi pentru lucrările de ameliorații etc.

Dintre determinările ce se efectuează asupra probelor ridicate, unele sînt comune, iar altele specifice anumitor soluri. Dintre cele comune mai principale sunt: determinarea humusului; determinarea sumei bazelor schimbabile; determinarea capacității totale de schimb cationic; determinarea pH-ului; determinarea azotului, fosforului și potasiului; analiza granulometrică; determinarea porozității; determinarea higroscopicității maxime; determinarea gradului de structurare și stabilității mecanice și hidrice a agregatelor etc.

Dintre analizele ce se execută numai la anumite soluri amintim: determinarea acidității hidrolitice și de schimb, determinarea aluminiului mobil, determinarea sărurilor solubile, determinarea carbonaților etc.

Natura analizelor și determinărilor ce trebuie efectuate mai depinde și de scopul în care se face cercetarea. Așa, de exemplu, dacă se urmărește rezolvarea unor probleme hidroameliorative se va insista asupra proprietăților fizice: analiza granulometrică, greutatea specifică și volumetrică, porozitatea, permeabilitatea sau infiltrația (toate acestea pe adâncimea sol-rocă, uneori până la apa freatică), capacitatea de câmp, ascendensiunea capilară, nivelul și compoziția apelor freatice etc.

Cartarea propriu-zisă se încheie cu alcătuirea unei hărți de soluri. În acest fel se face o primă lucrare a materialului obținut în urma activității de teren.

Asupra probelor de sol luate din teren se vor executa o serie de analize de laborator necesare pentru o caracterizare cât mai completă a solurilor întâlnite în teritoriul de cercetare.

Dintre determinările care se efectuează în laborator unele sunt comune iar altele specifice pentru anumite soluri.

Analize comune:

- determinarea humusului;
- determinarea bazelor schimbabile;
- determinarea capacității totale de schimb cationic;
- determinarea pH-ului;
- determinarea N, K, P asimilabile;
- determinarea compoziției granulometrice;
- determinarea porozității și a gradului de structurare;
- determinarea stabilității mecanice și hidrice ale agregatelor, etc.

Analize specifice pentru anumite soluri:

- determinarea carbonaților;
- determinarea sărurilor solubile;
- determinarea acidității hidrolitice și de schimb;
- determinarea aluminiului mobil, etc.

Natura analizelor depinde și de scopul pe care îl urmărește cercetarea.

În faza de birou, cea mai importantă etapă este **întocmirea hărților de sol**, acestea reprezentând rezultatul muncii de teren a pedologilor cercetători.

Prima operațiune este stabilirea legendei care constituie principalul criteriu după care se apreciază o hartă. Legenda de soluri cuprinde două părți: în prima parte sunt prezentate denumirile taxonomice ale solurilor, iar în a doua parte sunt prezentate texturile de la suprafața acestora și, acolo unde este cazul, a rocilor generatoare de sol.

Legenda pentru soluri (prima parte) în cazul hărților la scară mică sau mijlocie cuprinde toate tipurile, subtipurile și complexe de soluri, înșirate în succesiunea lor natural-geografică, dar care în parte urmărește firul unei clasificări, iar în cazul hărților la scară mare, legenda de soluri reprezintă clasificarea de soluri adoptată.

Dacă harta cuprinde atât zone de munte, cât și de câmpie, în legendă se vor separa solurile de munte cu cele de câmpie.

În legendă, unitățile de sol se notează prin simboluri (sau cifre), culori (sau hașuri) și semne. Semnele se folosesc de obicei, pentru marcarea pe hartă a apariției izolate de soluri, care nu pot fi reprezentate la scara hărții respective.

Complexele de soluri se notează în legenda hărții prin tipurile sau subtipurile de sol predominante. Reprezentarea lor grafică se face fie prin dungii alternative divers colorate, fie prin colorarea fondului unității cu culoarea solului predominant, celelalte soluri fiind reprezentate prin semne.

În a doua parte a legendei se face referire la textura solurilor la suprafață, iar în unele cazuri și la textura rocilor de solificare. Pentru solurile formate pe roci neconsolidate, reprezentarea grafică a texturii se face prin hașuri, iar pentru cele formate pe roci consolidate, reprezentarea se face prin semne.

Alcătuirea hărții de sol constă în desemnarea unei baze topografice în care sunt înscrise numai datele topografice absolut necesare. Acestea trebuie să cuprindă următoarele elemente:

- **curbele de nivel** → vor fi trasate pe baza topografică numai acelea prin care relieful este scos ușor în evidență;
- **rețeaua hidrografică a teritoriului** → se consemnează pe hartă în totalitatea ei;
- **rețeaua de drumuri** → vor fi reprezentate numai drumurile principale și căile ferate;
- **localitățile** → vor fi menționate pe hartă cu scop de orientare.

După stabilirea bazei topografice simplificate se trece la definitivarea limitelor unităților de sol. Transpunerea limitelor unităților de sol se face la scara de întocmire a hărții. În unitățile de sol delimitate pe hartă, se vor nota simbolurile, se vor desemna și apoi se va colora harta. Pe hartă se vor nota și locurile unde s-au deschis profilele de sol.

Baza topografică simplificată, completată cu unitățile de sol și simbolurile respective, se trece pe hârtie de calc și se multiplică.

Memoriul agropedologic. Având la dispoziție datele culese din teren, verificate, parte din observațiile făcute asupra profilelor în teren pe probele și monoliții ridicați, precum și rezultatele analizelor și determinărilor, se trece la încheierea lucrărilor. Totalitatea observațiilor și a rezultatelor se organizează într-un raport științific cunoscut și sub denumirea de *memoriu agropedologic*.

Raportul științific sau memoriul agropedologic este alcătuit dintr-o parte descriptivă, hărți și anexe.

Partea descriptivă cuprinde o scurtă introducere, prezentarea condițiilor naturale (fizico-geografice) și apoi caracterizarea solurilor teritoriului respectiv. În introducere se delimitează sectorul cercetat, se prezintă datele generale existente în literatura de specialitate sau care au fost culese în timpul cartării, se arată scopul lucrării etc. Se trece apoi la prezentarea condițiilor naturale (fizico-geografice) și anume: geologia și geomorfologia, hidrologia și hidrogeologia, clima și vegetația.

Referitor la geomorfologie și geologie se arată că sunt unitățile de relief și substanțele litologice, rolul lor în formarea și repartizarea solurilor pe teritoriul respectiv, influența lor asupra mecanizării lucrărilor agricole, asupra fenomenelor de eroziune, alunecare etc.

Datele hidrografice și hidrogeologice se referă la rețeaua hidrografică, debite, izvoare, lacuri; nivelul hidrostatic al apelor freatice; indicații în legătură cu aprovizionarea cu apă; posibilitatea de inundație, de stagnare a apelor provenite din precipitații, de sărăturare, de înmlăștinire, de desecare și irigare, îndiguire etc.

În cadrul datelor referitoare la climă se prezintă temperaturile (medii lunare și anuale, maxime, minime etc.); brumele și înghețurile timpurii și târzii; precipitațiile (medii pe decade, luni și ani); umiditatea atmosferică; direcția, intensitatea și frecvența vânturilor (vânturi aducătoare de ploi, de furtuni, de uscăciune, de ger etc.); indicii climatici; aprecieri generale asupra climatului regiunii și indicații de culturi potrivite acestuia sau care ar putea fi introduse etc.

Datele de vegetație se referă la natura arborescentă sau ierboasă a acesteia, componentă, grad de acoperire, buruieni și posibilități de combatere, observații asupra modului cum se comportă vegetația cultivată etc.

În continuare se prezintă solurile separate, pe unități. La fiecare unitate se dau date referitoare la formarea solurilor respective în funcție de condițiile de solificare; caracterizarea morfologică și fizico-chimică; aprecieri asupra fertilității și posibilității de sporire a producției (lucrări agrotehnice, adâncimea stratului arat, combaterea crustei, îngrășămintele și amendamentele indicate, măsurile hidroameliorative, prevenirea și combaterea eroziunii etc.); recomandări asupra modului cel mai indicat de folosire etc.

După prezentarea separată a unităților de sol se trece la gruparea acestora în unități agropedoameliorative, urmărindu-se alcătuirea de unități care să permită aplicarea aceluiași complex de măsuri agrotehnice, agrochimice, hidroameliorative etc.

Memoriul agropedologic cuprinde în mod obligatoriu și hărți. Numărul și natura acestora este în funcție în primul rând de scopul pentru care a fost făcută cercetarea și specificul regiunii. Hărțile alcătuite la cartarea solurilor fac parte din categoria hărților speciale. Ele trebuie să fie clare, ușor de descifrat. Pentru acest motiv nu se încarcă prea mult și sânt întotdeauna însoțite de legende detaliate. În orice lucrare de cercetarea solului trebuie prezentată harta unităților de sol și caracterizarea lor. În mod obișnuit, pentru a nu se încărca prea mult această hartă, și ai complica astfel folosirea, se alcătuiesc hărți separate referitoare la: unitățile geomorfologice, textură, roci mame, adâncimea apelor freatice și compoziția acestora, gradul de saturare, permeabilitatea, capacitatea de câmp, conținutul de humus și necesitatea de încorporare a îngrășămintelor organice, reacția solului și nevoia de amendamente, conținutul în elemente nutritive și recomandări de aplicare a îngrășămintelor minerale, indicații referitoare la aplicarea măsurilor agrotehnice, hidroameliorative, de prevenire și combatere a eroziunii solului etc.

Raportul științific sau memoriul agropedologic este însoțit și de anexe reprezentate prin materialele documentare de teren, de laborator etc., cum ar fi: fișele cu descrierea pe teren a profilelor de sol, buletine de analiză a probelor, schițe, fotografii etc.

5.1.3. Importanța practică a cartării solului

O agricultură rațională nu poate fi făcută fără cunoașterea amănunțită a întregului ansamblu de factori ce alcătuiesc mediul de creștere și dezvoltare a plantelor. Pentru asigurarea celor mai bune condiții de cultură a plantelor este necesară cercetarea corelată a plantei și a mediului. Un ajutor prețios în atingerea acestui scop îl constituie datele obținute în cartarea solului, sistematizate și concretizate în hărțile și partea descriptivă a memoriului agropedologic. Acestea servesc plantificării în general a agriculturii, organizării teritoriului, stabilirii celor mai indicate moduri de folosință și întocmirii planurilor de măsuri agrotehnice, agrochimice sau ameliorative ce trebuie aplicate diferitelor terenuri etc.

Așa, de exemplu, cartările la scară mică și mijlocie dau informații generale asupra fondului funciar al țării; dau indicații asupra rezervelor de terenuri pe seama cărora poate fi mărită suprafața arabilă a țării etc.

Natura învelișului de sol a țării, tipurile de sol existente și răspândirea lor pe suprafețe mai mari sau mai mici, proprietățile lor morfologice, fizice, fizico-chimice, fertilitatea lor etc. dau indicații prețioase în ceea ce privește stabilirea și planificarea bazei tehnice de dezvoltare a

agriculturii (necesarul și indicii tehnici ai mașinilor și uneltelor, necesarul și felul îngrășămintelor chimice etc.).

Cunoscând felul și cantitatea de produse agricole reclamate de consumul direct și de industrie, cerințele plantelor față de sol și de ceilalți factori ai mediului, pe baza datelor puse la dispoziție de către cartările la scări mici și mijlocii, se stabilesc zonele cele mai indicate pentru cultura plantelor de câmp, pentru pomicultură și viticultură, pentru pășuni-fânețe, pentru silvicultură etc. Așa, de exemplu deși sectoarele pomicol și viticol aduc mari venituri, în condițiile țării noastre nu este indicat să se extindă în regiunile în care solul și ceilalți factori ai mediului permit cultivarea cu bune rezultate a cerealelor și a plantelor tehnice, ci să se dezvolte în continuare în regiunile de deal. Tot pe această linie, dat fiind faptul că în țara noastră există suprafețe întinse acoperite cu păduri în zonele accidentate, în ultima vreme cea mai mare parte a pădurilor aflate în zone nefavorabile agriculturii au fost defrișate, cedând astfel agriculturii teritoriile respective. Cartările la scară mică și mijlocie au scos în evidență și faptul că pe teritoriul țării noastre există anumite suprafețe situate în zonele favorabile, nefolosite încă în agricultură. În prezent se desfășoară o largă acțiune de mărire a suprafeței arabile a țării, pe seama punerii în valoare a luncilor inundate, a bălților, a mlaștinilor etc.

Cartările de sol, și anume cele la scări mari, servesc direct la organizarea și dezvoltarea agriculturii în unitățile de stat și cooperativele agricole de producție, stabilirii celor mai prejudicioase folosințe a terenurilor, stabilirii și folosirii agrotehnicii diferențiate, aplicării raționale a îngrășămintelor și amendamentelor, executării lucrărilor de irigație, desecare, indiguire, de prevenire și combatere a eroziunii solului etc.

Organizarea teritoriilor unităților agricole, problemă atât de importantă pentru dezvoltarea agriculturii, are ca punct de plecare datele obținute în urma cercetărilor referitoare la sol și la ceilalți factori ai mediului, cuprinse în memoriile agropedologice. În funcție de aceste date se face organizarea șoselelor și a rețelei de drumuri, separarea suprafețelor ce trebuie împădurite sau înțelenite, irigate sau drenate, indiguire etc.

Plantele de cultură manifestă, în general, anumite cerințe față de sol și de celelalte condiții ale mediului. Unele soluri pot fi bune pentru anumite culturi, dar neindicate pentru altele. Așa, de exemplu dacă memoriul agropedologic arată că pe teritoriul unei unități agricole există soluri grele și soluri ușoare, în cazul cultivării cartofului acesta va fi plantat pe cele din urmă. Dacă memoriul agropedologic indică soluri acide, trebuie alese acele culturi care suportă aciditatea, cum sânt, de exemplu, secara, ovăzul etc.

Datele cuprinse în memoriile agropedologice servesc și la stabilirea agrotehnicii diferențiate. Așa, de exemplu, dacă acestea arată că pe teritoriul unei unități agricole există soluri nisipoase, supuse spulberării, va fi evitată mobilizarea exagerată a acestora prin lucrări (din contra foarte des va fi folosit tăvălugul). În cazul solurilor cu exces de umiditate de suprafață, lucrarea solului se va face în așa fel, încât să asigure o cât mai bună pătrundere a apei în adâncime și evacuarea excesului prin brazde, șanțe, canale etc.

Studiile de sol dau indicații prețioase în ceea ce privește aplicarea îngrășămintelor și amendamentelor. Pentru aceasta în afara hărților de sol propriu-zise se alcătuiesc *cartograme agrochimice*, care arată conținutul de elemente nutritive și reacția, pe parcelele mici (de obicei nu mai mari de 5 ha) și deci necesarul de îngrășămintă și amendamente.

O deosebită importanță prezintă cercetarea solului în legătură cu executarea lucrărilor ameliorative. Studiile de sol efectuate în acest sens cuprind o serie de date în funcție de specificul lucrării respective. Așa, de exemplu, în cazul lucrărilor de irigare, în cercetarea solului se insistă asupra reliefului, rocilor, apelor freactice, asupra indicilor hidrofizici, în vederea stabilirii normelor de udare, metodelor de irigare etc., asupra eventualelor modificări pe care irigarea le-ar putea crea în ceea ce privește regimul hidric, salin, termic, biologic al solului etc.

În cadrul lucrărilor de desecare, drenare și îndiguire, memoriile agropedologice cuprind date speciale referitoare la regimul hidric, indicii hidrofizici, cauzele care determină excesul de apă, posibilitatea de înlăturare a acestuia etc.

Cercetările de sol în vederea prevenirii și combaterii eroziunii insistă asupra gradului de eroziune, reliefului (grad de fragmentare, pante etc.), rocilor etc., asupra metodelor agrotehnice și tehnice ce trebuie aplicate (arăturile pe curbele de nivel, înierbări, împăduriri, terasări etc.).

În cele de mai sus au fost prezentate câteva aspecte ale folosirii memoriilor agropedologice în rezolvarea unor probleme legate de sectorul agricol. Cercetările de sol apar însă necesare și în alte sectoare: silvicultură, construcții (solul ca teren de fundații), în legătură cu construcția drumurilor, căilor ferate, instalarea diferitelor conducte, subterane etc., în domeniul apărării sănătății publice (cercetare sanitară a solului) etc.

5.2. CALITATEA ȘI PRETABILITATEA SOLULUI

5.2.1. Bonitarea solurilor.

5.2.2. Indicatori pentru constituirea unităților de teritoriu ecologic omogene (TEO).

5.2.3. Indicatori de bonitare pentru condițiile naturale.

5.2.4. Bonitarea solurilor în Republica Moldova.

5.2.5 Indicatori de caracterizare tehnologică.

5.2.6. Evaluarea terenurilor agricole.

5.2.7. Zonarea agroecologică

5.2.1. Noțiuni generale

Termenul de ”bonitare a solului în vederea clasificării pe clase de fertilitate” apare pentru prima oară la *I.F Mayer* (Germania) în anul 1805. De atunci va fi folosit mereu și de alți cercetători pentru a desemna această complexă lucrare de măsurare a puterii de producție a solului.

Bonitarea solurilor (din latină *bonitus*=bună calitate) reprezintă o operațiune complexă de cercetare, determinare și apreciere a calității de producție a acestora prin intermediul unui sistem de indici tehnici și de note de bonitare (*Teaci, 1972*).

Bonitarea – aprecierea comparativă a calității solurilor, fertilității lor potențiale în raport cu condiții naturale și cerințele diferitor culturi față de acestea (*Kovda, 1988*).

Bonitarea terenurilor agricole reprezintă o acțiune complexă de cercetare și de apreciere cantitativă a principalelor condiții care determină creșterea și producția plantelor, de stabilire a gradului de favorabilitate a acestor condiții pentru fiecare folosință și cultură. Deoarece capacitatea de producție a terenurilor se modifică sub influența factorilor naturali, dar mai ales a intervenției omului, bonitatea trebuie actualizată în permanență.

Prin lucrările de cartare pedologică și de bonitare cadastrală a solurilor se realizează baza de date grafice și descriptive necesară pentru inventarierea, clasificarea și evaluarea resurselor de sol dintr-un spațiu geografic, care poate să fie reprezentat de o exploatare agricolă sau de un teritoriu administrativ-cadastral. Învelișul de soluri este studiat în raport cu factorii naturali și antropici ce îi determină însușirile și respectiv, fertilitatea naturală, cu diferite favorabilități pentru creșterea și dezvoltarea fitocenozelor agrare sau naturale.

Prin realizarea lucrărilor de bonitare a terenurilor agricole se cer rezolvate următoarele probleme:

1. Precizarea capacității de producție a terenului pentru diferite plante de cultură, plantații pomicole și viticole și pașiști naturale;
2. Precizarea celor mai raționale repartiții a culturilor pe teritoriu, respectiv fundamentarea lucrărilor de zonare și profilare a producției agricole;
3. Stabilirea cauzelor care limitează capacitatea de producție și evidențierea lor în vederea diminuării sau înlăturării efectelor negative care limitează recoltele;
4. Fundamentarea măsurilor economice pentru evidențierea și comensurarea rentei funciare diferențiale în vederea preluării și redistribuirii acesteia, pentru asigurarea echității social-economice pentru toți lucrătorii din agricultură.

5.2.2. Indicatori pentru constituirea unităților de teritoriu ecologic omogene (TEO)

Acordarea notelor de bonitare se execută pentru fiecare unitate TEO. Aceasta se definește ca o porțiune de teritoriu pe care toți factorii naturali sau în cazul suprafețelor ameliorate și cei antropici, se manifestă uniform.

Constituirea unităților TEO se face folosind aceiași indicatori ca și la bonitarea propriu-zisă și potențarea notelor de bonitare. Lista completă a indicatorilor pentru constituirea unităților TEO este următoarea:

- elemente sau forme de relief;
- alunecări și unele forme de microrelief;

- panta;
- expoziția;
- media anuală a precipitațiilor (valori reale);
- textura în secțiunea de control (pe profil);
- roca sub secțiunea de control;
- contraste de textură;
- gradul de descompunere a materiei organice;
- clase de gleizare;
- clase de pseudogleizare;
- clase de salinizare;
- clase de alcalinizare;
- adâncimea la care apare roca dură;
- textura în primii 20 cm;
- conținutul de schelet în secțiunea de control;
- clase de eroziune în suprafață;
- clase de eroziune în adâncime;
- lucrări de îmbunătățiri funciare și poluarea solului.

Într-o unitate TEO se includ terenurile care prezintă aceeași situație privind caracteristicile exprimate prin indicatorii respectivi. Numărul unităților TEO este cu atât mai mare, cu cât scara la care se lucrează este mai mare. La nivel de parcelă, fermă, notele de bonitare se calculează ca medii ponderate a notelor unităților TEO componente.

Odată cu bonitarea se face și caracterizarea tehnologică a terenurilor respective, în scopul determinării necesităților și posibilităților de sporire a capacității de producție.

Pentru caracterizarea tehnologică a terenurilor se folosesc 8 indicatori, și anume:

- pretabilitatea pentru irigații;
- necesitatea lucrărilor de prevenire și combatere a excesului de umiditate;
- necesitatea lucrărilor de prevenire și combatere a salinității și alcalinității;
- necesitatea lucrărilor de prevenire și combatere a eroziunii;
- specificul lucrărilor solului și posibilitatea mecanizării lucrărilor;
- consumul de energie și durata perioadei pentru lucrările solului;
- necesitatea amendării calcice și specificul fertilizării;
- necesitatea lucrărilor de recultivare și reducere a poluării.

În cadrul fiecărui indicator tehnologic s-au separat clase și subclase de terenuri. Clasele împart sau grupează terenurile în funcție de intensitatea restricțiilor sau a necesităților lucrărilor respective de ameliorare. Subclasele împart sau grupează terenurile după natura restricțiilor sau specificul tehnologiilor culturale.

5.2.3. Indicatori de bonitare pentru condițiile naturale

Bonitarea terenurilor agricole reprezintă o acțiune complexă de cercetare și de apreciere cantitativă a principalelor condiții care determină creșterea și rodirea plantelor, de stabilire a gradului de favorabilitate a acestor condiții pentru fiecare folosință și cultură. Deoarece capacitatea de producție a terenurilor se modifică sub influența factorilor naturali, dar mai ales datorită intervenției omului, bonitarea trebuie actualizată în permanență.

În interpretarea practică a cercetării condițiilor naturale pentru nevoile producției agricole se deosebesc două laturi și anume: bonitarea și caracterizarea tehnologică a terenurilor. Exprimarea favorabilității terenurilor se face prin note de bonitare în condiții naturale și potențarea notelor de bonitare, prin aplicarea lucrărilor de îmbunătățiri funciare și a unor tehnologii curente ameliorative. Pentru calculul notelor de bonitare se folosesc anumiți indicatori, denumiți *indicatori de bonitare*, iar pentru potențarea notelor de bonitare prin aplicarea lucrărilor de îmbunătățiri funciare și a unor tehnologii curente ameliorative cu utilizarea *indicatorilor de potențare*.

La realizarea bonitării se pornește de la condițiile și factorii principali care se manifestă relativ omogen pe spații mai largi și creează un cadru de ordonare mai extins pentru factorii care au

o variație mare pe spații relativ restrânse. Pornind în această ordine se va proceda la analiza mai întâi a reliefului, apoi a factorilor climatici, pentru a se încheia cu precizarea rolului fiecărui din aceștia în ansamblul ecologic integrat.

5.2.4. Bonitarea solurilor în Republica Moldova

În Republica Moldova este utilizată scara desfășurată de bonitare. Pentru determinarea deosebirilor calitative în note, unul din tipurile de soluri arabile se notează după proprietățile sale cu 100 puncte.

De exemplu:

- pentru culturile cerealiere, floarea-soarelui, sfecla pentru zahăr și culturile legumicole cu 100 puncte este apreciat cernoziomul tipic moderat humifer, luto-argilos;
- pentru culturile pomicole – cernoziomul levigat, argilos;
- pentru viță-de-vie și tutunul – cernoziom carbonatic, luto-argilos.

Pentru indicatorii de bonitare de bază (conținutul de humus, textura, etc.) au fost întocmite scări detaliate ale coeficienților de bonitare care permit calcularea notei de bonitare a solurilor luând în considerație valorile concrete ale însușirilor. Folosirea coeficienților de bonitare după valorile concrete ale însușirilor solului se permite numai în cazul când valoarea unei sau altei însușiri este un parametru mediu calculat pe baza determinării acestei însușiri în probele de sol, recoltate din cel puțin trei profiluri, amplasate pe arealele unei unități taxonomice de sol.

Bonitarea se poate face nu numai pe unități teritoriale ecologic omogene, ci și pe întreaga unitate de producție sau administrativă prin calcularea notei medii de bonitare. Nota reală (Br) al fiecărei varietăți de sol se determină prin înmulțirea balului solului respectiv după însușiri și proprietăți (Bp) la coeficientul de rectificare după textura, gradul de eroziune, gleizare, alcalinizare (tabelul 5.1).

Tabelul 5.1. Scara complexă de bonitare a solurilor arabile din Moldova (după R. Luneva ș.a., 1986, cu modificări)

Solurile	Nota de apreciere după însușirile solurilor	Textura					Gradul de eroziune			Gleizare			Alcalinizare		
		Argilos	Luto-argilos	lutos	Luto-nisipos	Nisipo-lutos	Slab	Moderat	Puternic	Slabă	Moderată	Puternică	Slabă	Moderată	Puternică
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Brune	72	0,9	1,0	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,5	0,7	0,6	0,4	-	-	-
Cenușii albice și tipice	68	0,9	1,0	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,5	0,7	0,6	0,4	-	-	-
Cenușii molice	78	0,9	1,0	0,9	0,8	0,6	0,8	0,7	0,5	0,7	0,6	0,4	-	-	-
Cernoziomuri argiloiluviale	88	1,0	1,0	0,9	0,8	0,6	0,8	0,7	0,5	-	-	-	-	-	-
Cernoziomuri levigate	94	1,0	1,0	0,9	0,8	0,6	0,8	0,7	0,5	-	-	-	0,8	0,6	0,4
Cernoziomuri tipice moderat humifere	100	1,0	1,0	0,9	0,8	0,6	0,9	0,8	0,5	-	-	-	0,8	0,6	0,4
Vertisoluri	98	1,0	1,0	0,9	-	-	0,8	0,6	0,5	-	-	-	-	-	-
Cernoziomuri tipice slab humifere	82	1,0	1,0	0,9	0,8	0,6	0,8	0,6	0,4	-	-	-	0,8	0,9	0,4
Cernoziomuri carbonatice	71	1,0	1,0	0,9	0,8	0,6	0,8	0,6	0,4	-	-	-	0,8	0,6	0,4
Soluri aluviale	97	1,0	1,0	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,6	0,4
Solonețuri, solonchecuri	34	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota medie (B_m) pentru grupul de sol al unei gospodării fermiere, asociații etc. care include câteva varietăți se calculează luând în considerație suprafața fiecărui sol (S) după formula:

$$B_m = \frac{Br_1 \times S_1 + Br_2 \times S_2 + \dots + Br_m \times S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}, \text{ unde:}$$

Br_1, Br_2, \dots, Br_m – nota reală a varietăților de sol,

S_1, S_2, \dots, S_n – suprafața, ha.

În funcție de valoarea notei de bonitare se stabilesc 10 clase de bonitare sau favorabilitate, clasa I fiind cea mai slabă (de la 1 până la 10 puncte) și clasa a X – cea mai bună (de la 91 până la 100 puncte).

Folosind nota medie al grupului de sol și valoarea unui bal pentru diferite culturi (tabelul 5.2), se calculează recolta scontată a diferitor culturi după următoarea formulă:

$$Ra = B_m \times Vb, \text{ unde:}$$

Ra este recolta scontată;

B_m – nota medie al grupului de sol;

Vb – valoarea notei.

Exemplu: O societate cu răspundere limitată (SRL) dispune de următoarele varietăți de sol:

- cernoziom tipic slab humifer luto-argilos – 60 ha;

- cernoziom tipic slab humifer lutos – 50 ha;

- cernoziom tipic slab humifer luto-nisipos moderat alcalinizat – 40 ha.

Aceste soluri, conform tabelului 5.1, se apreciază, corespunzător, cu:

82 ($82 \times 1,0$), 74 ($82 \times 0,9$) și 59 ($82 \times 0,9 \times 0,8$) baluri.

Determinăm balul mediu (B_m) al solurilor SRL-ului:

$$B_m = \frac{82 \times 60 + 74 \times 50 + 59 \times 40}{60 + 50 + 40} = 73 \text{ puncte}$$

Datorită proprietăților solului, determinăm recolta scontată a grâului de toamnă, folosind datele valorii unui punct (tabelul 5.2):

$$Ra = 73 \times 40 \text{ kg/ha} = 2920 \text{ kg/ha}$$

Tabelul 5.2. Valoarea unui bal al bonitetului la diferite culturi din Moldova (după R. Luneva ș.a., 1986)

Planta de cultură	Valoarea unui bal, Vb (kg/ha)
Porumb (boabe)	48
Porumb (masa verde)	307
Grâu de toamnă	40
Floarea soarelui	23
Sfecla de zahăr	440
Tutun	23
Soia, mazăre	23
Vița de vie, soiuri de masă	116
Vița de vie, soiuri tehnice	108
Pomicole semînțoase	168
Pomicole sâmburoase	120
Legumicole	419

În România pentru bonitarea terenurilor se stabilesc terenurile ecologice omogene pe toată suprafața țării, adică se delimitează acele suprafețe de teren care au aceleași calități naturale, dar și de producție. Pentru a ajunge la stabilirea unei note pentru fiecare TEO (unitate de teritoriu ecologic omogen) a fost nevoie ca pentru fiecare din cei 4 factori principali: sol, relief, hidrologie și climă să se cauntifice principalele caracteristici. De asemenea, s-au făcut cercetări pentru cunoașterea exactă a influenței acestor caracteristici asupra randamentului la hectar și a celorlalți indicatori economici: cost, beneficiu, rata rentabilității. În urma cercetărilor întreprinse s-a stabilit ca bonitatea terenurilor să se facă pe baza unei scări de 1-100 puncte, iar cei 4 factori principali să primească următorul punctaj: solul 0-50 puncte, clima +20 puncte, hidrologia +15 puncte și relieful -15 puncte. Scara

inițială de 100 de puncte pentru fiecare categorie de folosință agricolă și cultură a fost împărțită în 10 clase de fertilitate (din 10 în 10 puncte), clasa I reprezentând terenurile cele mai puțin fertile.

Studiul pedologic și bonitarea terenurilor prezintă o deosebită importanță, ajutând la stabilirea cât mai corectă a folosințelor și culturilor, a tehnologiilor, a planurilor de producție, a contractărilor, a impozitelor, a investițiilor, a retribuirii muncii în agricultură etc. Folosindu-ne de bonitarea solului, putem astfel clarifica aprecierea comparativă a productivității diferitor soluri și prognoza recolta diferitor culturi în cadrul gospodăriei, al raionului, al provinciei pedologice, al republicii cu ajutorul evidenței fertilității naturale a solului.

5.2.5. Indicatori de caracterizare tehnologică

Odată cu bonitarea se face și caracterizarea tehnologică a terenurilor respective, în scopul determinării necesităților și posibilităților de sporire a capacității de producție.

Pentru caracterizarea tehnologică a terenurilor se folosesc 8 indicatori și anume:

- pretabilitatea pentru irigații;
- necesitatea lucrărilor de prevenire și combatere a excesului de umiditate;
- necesitatea lucrărilor de prevenire și combatere a salinității și a alcalinității;
- necesitatea lucrărilor de prevenire și combatere a eroziunii;
- specificul lucrărilor solului și mecanizarea proceselor de lucrare a solului;
- consumul de energie și durata perioadei pentru lucrările solului;
- necesitatea amendării calcice și specificul fertilizării;
- necesitatea lucrărilor de recultivare și diminuare a poluării.

5.2.6. Evaluarea terenurilor agricole

Stabilirea valorii terenurilor stă la baza părții economice a cadastrului general. La baza evaluării stă bonitarea cadastrală care furnizează informații calitative stabilite prin metode științifice. La terenurile agricole și forestiere se folosesc următoarele noțiuni:

- **valoarea de randament** - care se bazează pe bonitarea terenurilor și pe evaluarea venitului net în raport cu clasele de calitate ale unor unități model;
- **valoarea impozabilă** – care are ca punct de plecare venitul net și valoarea de randament, din primul scăzându-se dobânzile ipotecilor, al capitalului propriu și un procent de beneficiu. Acest procedeu conduce în final la un impozit drept și echitabil care îmbină interesele individuale cu cele sociale;
- **valoarea de circulație** – care ia în considerare valoarea de randament la care se adaugă șansa de a realiza un câștig.

Pentru cadastrul general se cere calculul venitului net și valoarea de randament ca elemente de bază pentru stabilirea impozitelor. Prețul de pe piața liberă este influențat de legea cererii și a ofertei, definită de poziția terenului față de centrele populate, în special cele turistice și de șansele ca acestea să poată construi, de accesibilitatea la căile de transport ș.a.

Evaluarea pământului în cadrul economiei de piață este o operație importantă, întrucât valoarea lui are pondere în capitalul proprietății agricole. Ea trebuie să țină seama că terenurile agricole au o multitudine de clasificări, destinații, categorii. Ca urmare, valoarea pământului este influențată de o serie de factori și cauze, care au o tendință de sporire sau scădere a acesteia.

Principalii factori care pot influența mai mult sau mai puțin valoarea s pământului sunt:

- calitatea terenului agricol;
- posibilitățile creșterii valorii prin efectuarea unor lucrări de îmbunătățiri funciare (drenaje, irigații, fertilizări);
- avantajele oferite de apropierea de căile de comunicație, sursele de comunicație și centrele populate;
- gustul și aspirațiile populației atrase sau nu de activitățile agricole;
- forma sub care este exploatat pământul (personal, în arendă, în parte);
- mărimea, organizarea – parcelarea;

- sistemul de cultură practicat (extensiv - intensiv);
- brațele de lucru disponibile în localitate sau în zonă.
Cauzele speciale pot și ele influența valoarea pământului. Dintre acestea amintim:
 - a) Cauze care dau o tendință de majorare a valorii:
 - valoarea socială a pământului, ce conferă posesorilor siguranță, un acord și o posibilitate de muncă;
 - prețul produselor agricole, care prin majorare influențează creșterea valorii pământului;
 - criza imobiliară mai accentuată din cauza crizei financiare, adică atunci când capitalurile nu sunt plasate în bunuri imobiliare, ele se întorc către plasamente în bunuri rurale.
 - b) Cauze care imprimă o tendință de scădere a valorii pământului:
 - criza agricolă generală;
 - deficitul brașelor de muncă;
 - mărirea salariilor muncitorilor agricoli;
 - impozitele fiscale ș.a.

5.2.7. Zonarea agroecologică

Zonarea agroecologică reprezintă un exemplu de aplicare a unui set de concepte, principii și linii metodologice inițiat de FAO în anul 1976 (C.V Patriche, 2003).

FAO a elaborat și implementat Proiectul Zonelor Agroecologice la scară continentală (1:5000000). Ulterior această metodologie a fost aplicată la diferite scări de spațiu, de la nivel regional și național, până la nivel local.

Zonele agroecologice sunt definite ca secțiuni ale terenului care sunt caracterizate printr-o uniformitate relativă a condițiilor climatice, geomorfologice și pedologice și/sau a învelișului vegetal. În zonarea agroecologică un rol important îl prezintă noțiunea de *perioadă de creștere* care exprimă acea perioadă din an în care, condițiile termice și de umiditate sunt favorabile pentru creșterea plantelor. Perioada de creștere (FAO, 1979) este caracterizată prin valori ale precipitațiilor medii lunare mai mari sau cel puțin egale cu jumătate din valorile medii lunare corespunzătoare ale evaporației potențiale. După precizările făcute de FAO (1979) perioada de creștere poate fi de patru tipuri:

- perioadă de creștere normală, caracterizată printr-o perioadă umedă și două intermediare;
- perioadă de creștere intermediară care nu prezintă perioadă umedă;
- perioadă de creștere integral umedă, cu precipitații mai mari decât evapotranspirația potențială, pe tot parcursul anului;
- perioadă de creștere integral uscată, cu precipitații mai mici decât jumătate din evapotranspirația potențială pe tot parcursul anului, situație în care creșterea nu se poate desfășura.

În delimitarea perioadei de creștere se va ține seama de pragurile biologice ale diferitelor plante de cultură.

Zonarea agroecologică a terenurilor cuprinde trei etape:

1. etapa inventarierii tipurilor de utilizare a terenului;
2. inventarierea resurselor terenului;
3. cuantificarea resurselor terenului.

Tipurile de utilizare a terenului vor fi caracterizate din punct de vedere al cerințelor plantelor față de climă, sol și relief. Este cunoscut faptul că cerințele fotosintetice ale plantelor depind de tipul de fotosinteză și de răspunsul acestora la condițiile termice și al radiațiilor solare.

În etapa *inventarierii resurselor terenului* are loc realizarea unei baze de date care va cuprinde informații despre:

- resursa climatică a regiunii;
- resursa edafică și geomorfologică;
- utilizarea actuală a terenului;
- limitele administrative ale teritoriului.

Inventarierea resursei hidrotermice presupune analiza lungimii perioadei de creștere a plantelor, definirea zonelor termice, culegerea datelor climatice pentru fiecare perioadă de creștere identificată în teritoriu.

Inventarierea resurselor edafice și geomorfologice impune identificarea în teren a tipurilor asociațiilor și incluziunilor de soluri. Pentru fiecare tip de sol se urmărește:

- adâncimea efectivă;
- capacitatea de apă utilă;
- stabilitatea structurală;
- scheletul, materie organică;
- capacitatea de schimb cationic;
- reacția solului ;
- salinizare/alcalizare.

De asemenea se notează clasa texturală a solului din zona de înrădăcinare, panta terenului precum și proprietățile care definesc fazele solului. Etapa respectivă are ca finalitate suprapunerea zonelor termice, a zonelor cu diferite lungimi ale perioadei de creștere, cu diferite resurse edafice, geomorfologice și utilizări actuale ale terenului și a limitelor administrative. Acest volum mare de informații se poate colecta și prelucra utilizând Sistemele Informaționale Geografice (GIS).

Cuantificarea favorabilității terenului cuprinde două faze și anume:

1. *cuantificarea favorabilității agroclimatice* care constă în:

- determinarea compatibilității dintre culturi și zonele termice;
- calcularea producțiilor potențiale de biomasă netă condiționate exclusiv de factorii termo-radiativi;
- inventarierea restricțiilor agroclimatice pentru fiecare lungime a perioadei de creștere, pentru fiecare cultură;
- aplicarea restricțiilor agroclimatice asupra producțiilor potențiale pentru a determina producțiile condiționate climatic, pentru fiecare lungime a perioadei de creștere;
- clasificarea favorabilității agroclimatice, în funcție de reducerile procentuale ale producțiilor condiționate climatic în raport cu cele potențiale.

2. *cuantificarea favorabilității agroedafice* care cuprinde:

- compararea cerințelor edafice ale culturilor cu proprietățile de sol și evaluarea favorabilității diferitelor tipuri de sol;
- modificarea claselor de favorabilitate obținute anterior pe baza restricțiilor impuse de pantă, textură, fazele solului, obținându-se favorabilitatea finală.

Hărțile de favorabilitate pe folosințe și culturi se întocmesc pe baza hărților cu teritorii ecologic omogene și a tabelului cu note de bonitare naturală ale acestora.

Clasele de favorabilitate corespund următoarelor intervale de variație a producțiilor relative, exprimate procentual prin raportare la nivelul potențial (%), astfel:

- foarte favorabil 80-100;
- favorabil 60-80;
- moderat favorabil 40-60;
- slab favorabil 20-40;
- foarte slab favorabil 5-20;
- nefavorabil 0-5.

Favorabilitatea agroedafică rezultă din cuantificarea compatibilității dintre cerințele edafice ale culturilor și proprietățile diferitelor unități de sol.

CAPITOLUL VI. PROCESELE DE DEGRADARE A SOLURILOR

6.1. PROCESELE DE DEGRADARE A SOLURILOR

- 6.1.1. Activitățile agricole.
- 6.1.2. Degradarea fizică.
- 6.1.3. Degradarea chimică.
- 6.1.4. Poluarea.
- 6.1.5. Deplasări de mase de pamant. Alunecari.
- 6.1.6. Eroziunea solului.
- 6.1.7. Decopertarea si copertarea antropică.
- 6.1.8. Reconstrucția ecologică a solurilor.

6.1.1. Activitățile agricole

În primul rând, analiza repartiției terenului agricol la nivel continental ne indică pe primele locuri Asia, Europa și America de Nord și Centrală. De asemenea, ponderea suprafeței agricole la nivel continental situează pe primele locuri aceleași continente, dar în ordinea Europa, Asia, America de Nord și Centrală. Activitatea agricolă determină pierderi de elemente nutritive și energie, prin intermediul recoltei și deci, sărăcirea solului în nutrienți și materie organică. Prin aplicarea unor agrotehnici necorespunzătoare, poate fi declanșată eroziunea, poate fi distrusă structura solului și implicit, solurile suferă procese de compactare și formare de crustă, având loc și importante pierderi de sol. Pe suprafețele irigate necorespunzător, pot apărea procese de degradare prin exces de umiditate sau salinizare. De asemenea, aplicarea de îngrășăminte sau pesticide în doze prea mari, poate conduce la degradarea prin acidifiere sau poluare. Din nefericire, activitatea agricolă determină manifestarea celor mai multe tipuri de degradare a solurilor, reprezentând implicit una din principalele cauze. La nivel mondial, activitatea agricolă este principala cauză a degradării pentru circa 552 milioane hectare de teren (28,1 %), ocupând locul al treilea, după pășunatul excesiv și despădurire, diferențele fiind însă minime. Raportându-ne la suprafața continentelor, activitatea agricolă reprezintă principalul factor cauzator al degradării solurilor în America Centrală (45,2 %) și de Nord (65,6 %), deținând ponderi însemnate, de peste 25 % și în Asia, Europa și America de Sud.

Pășunatul excesiv. Datorită pășunatului excesiv dispar speciile sensibile și scade producția de fitomasă, este redusă permeabilitatea și capacitatea de reținere a apei, se intensifică eroziunea, apare compactarea (cărări de vite). De altfel, pășunatul excesiv reprezintă la nivel mondial, principalul factor cauzator al degradării solurilor, cu 34,7 %. Diferențele între continente sunt destul de mari, pășunatul excesiv având un rol nefast asupra învelișului de sol, mai ales în Africa (49,2 %) și Oceania (81,4 %), care de altfel, dețin și cele mai mari suprafețe ocupate cu pajiști.

Despădurirea. Despădurirea are un efect devastator în cazul tăierilor rase, care determină instalarea eroziunii accelerate, declanșarea alunecărilor, dar și apariția aridizării. După datele FAO, defrișarea la nivel global înregistrează un ritm de 20 ha/min. În acest sens, devine interesantă analiza repartiției și ponderii suprafeței împădurite la nivel global și continental, cât și dominanța speciilor.

Activitatea industrială. Obiectivele industriale determină degradarea solului prin acidifiere și poluare datorită emisiilor pe care le elimină în atmosferă și care mai devreme sau mai târziu ajung pe sol. Dintre substanțele provenind de la activități industriale care generează acidifierea solului amintim dioxidul de sulf, oxizii de azot și hidrocarburi. Poluarea solului are ca principale surse substanțele radioactive, metalele grele, pulberile, apele uzate și nămolurile, agenții patogeni. Centrele urbane, reprezintă de asemenea, surse de poluare a solului, ca și complexe de creștere a animalelor, prin intermediul apelor menajere și dejecțiilor evacuate, sau prin depunerea gunoaielor. Supraexploatarea covorului vegetal pentru necesități casnice se manifestă ca factor cauzator, cu precădere în regiunile semiaride și se referă la exploatarea vegetației pentru necesități casnice. În regiunile semiaride care dețin și așa un covor vegetal sărac, supraexploatarea acestuia are efecte devastatoare asupra tuturor componentelor mediului și implicit și asupra solului, producându-se așa

numita “deșertificare”, care induce extinderea deșerturilor în detrimentul regiunilor semiaride. Efectul este amplificat de faptul că, cele mai extinse suprafețe semiaride sunt situate în țări cu nivel de dezvoltare și educațional redus, sărăcia resurselor și nivelul de trai scăzut determinând supraexploatarea covorului vegetal. Acesta din urmă deține la nivel mondial un procent de 6,7 fiind aproape inexistent în America de Nord, Oceania și Europa, valori mai ridicate prezentând în cazul Americii Centrale (17,7 %) și Africii (12,7 %). Un studiu efectuat (1987) de către Programul Națiunilor Unite pentru Mediu (UNEP) indică faptul că anual 50000 de km² de teren sunt afectați de deșertificare, dintre care 6 milioane hectare sunt irevocabil pierdute, iar 21 milioane hectare devin din punct de vedere economic fără valoare. Din nefericire, deșertificarea afectează suprafețe de teren situate pe toate continentele, dar situația cea mai gravă se înregistrează în Africa, unde indiferent de utilizare deșertificarea este continuă și accelerată. Suprafețele de teren pe care se înregistrează o îmbunătățire, în sensul stopării procesului sunt situate pe teritoriul asiatic al fostei URSS, în America de Nord și în Europa mediteraneană.

6.1.2. Degradarea fizică

Procesele care afectează proprietățile fizice ale solurilor au o extindere mai mare în Europa, 36 milioane hectare, urmată de Africa 19 milioane hectare, Asia 12 milioane hectare, America de Sud 8 milioane hectare, America Centrală 5 milioane hectare, Oceania 2 milioane hectare și America de Nord 1 milion hectare. Procentual, această categorie de degradare înregistrează valori sub 10 % din suprafața degradată, cu excepția Europei.

Degradarea fizică implică modificarea proprietăților fizice ale solurilor prin intermediul următoarelor procese:

- compactarea, întărirea masei solului și formarea crustei;
- subsidența solurilor;
- excesul de umiditate.

Dintre cele trei tipuri de degradare fizică, compactarea, întărirea masei solului și formarea crustei deține 82 %, excesul de umiditate 13 %, iar subsidența 5 %.

Subsidența solurilor. Solurile organice sau histosolurile dețin 1,8 % din suprafața uscatului, în special în regiunea subpolară, tropicală umedă și temperat oceanică și se formează în arealele cu exces de umiditate în care procesul caracteristic este turbificarea. În general, turbăriile pot fi clasificate (Kivinen, 1980) în funcție de următoarele caracteristici:

- natura resturilor organice – mușchi, vegetație erbacee, vegetație lemnoasă;
- gradul de descompunere a resturilor organice – slab, moderat, puternic;
- troficitate – oligotrofe, mezotrofe, eutrofe.

Subsidența afectează solurile care au suferit lucrări de drenaj, în special pe cele bogate în materie organică (turboase) și în mai mică măsură pe cele argiloase. Acest tip de degradare este foarte extins în Asia de sud-est, în sudul SUA, Arhipelagul Britanic, în regiunea polderelor olandeze, în Norvegia și Israel. Intensitatea de manifestare a procesului de degradare prin subsidență depinde de următoarele caracteristici:

- stadiul maturării solului (pierderea apei);
- grosimea materialelor organice;
- adâncimea drenajului.

Subsidența are drept principală cauză pierderea apei (maturare) și implicit reducerea volumului solului, fiind un proces de lungă durată (zeci, sute de ani), influențat în mare măsură și de caracteristicile climatice. Procesul în sine este cel de lăsare a solului, datorită reducerii spațiilor lacunare. În cazul solurilor bogate în materie organică (soluri turboase) acest proces atinge valori foarte mari. Se manifestă în peisaj sub forma unor mici depresiuni (adâncituri), în regiunea câmpiilor joase și luncilor. Efectele subsidenței pot fi de asemenea observate în teren prin intermediul vegetației arborescente, datorită faptului că arborii au în arealele afectate de acest proces rădăcinile dezgolite sau trunchiurile îndoite care au pierdut apa și reducerii volumului materiei organice prin uscare. În cazul solurilor bogate în materie organică (soluri turboase) acest proces atinge valori foarte mari. Se manifestă în peisaj sub forma unor mici depresiuni (adâncituri),

în regiunea câmpiilor joase și luncilor. Efectele subsidenței pot fi de asemenea observate în teren prin intermediul vegetației arborescente, datorită faptului că arborii au în arealele afectate de acest proces rădăcinile dezgolate sau trunchiurile îndoite. Olanda, în polderile recent amenajate, după 10 ani au apărut microdepresiuni adânci de 20 cm, la distanță de 10-15 m una de cealaltă. Efectul negativ al subsidenței constă în instalarea excesului de umiditate și îngreunarea lucrărilor agricole, iar combaterea se realizează prin nivelare.

Caracteristicile procesului de degradare prin subsidență a solurilor sunt următoarele (Glopper, 1973):

- reprezintă un proces de lungă durată;
- factorul determinant îl reprezintă clima;
- dintre procesele chimice cea mai mare influență o exercită mineralizarea humusului și cimentarea CaCO_3 (generează efecte de contracție);
- subsidența se datorează în proporție de 75 % lucrărilor de drenaj de până la 1,5 m, iar 25 % celor la peste 1,5 m;
- intensitatea de manifestare a subsidenței crește odată cu creșterea conținutului de argilă.

De asemenea, s-a constatat că introducerea irigației stopează subsidența, datorită umplerii spațiilor lacunare din sol cu apă.

Exces de umiditate. Din punct de vedere pedogenetic, soluri cu exces de umiditate sunt considerate acelea în profilul cărora apar cu intensitate diferită, caracterele de hidromorfism datorate proceselor de reducere sau oxido-reducere: gleizare, pseudogleizare, amfigleizare. Pentru definirea excesului de umiditate se folosesc mai mulți indicatori, dintre care cei mai importanți se referă la conținutul de apă care depășește capacitatea de câmp a solului pentru apă și la volumul minim de aer necesar pentru asigurarea condițiilor normale de respirație a rădăcinilor plantelor și a microorganismelor aerobe. Se apreciază că pentru asigurarea acestor condiții în sol trebuie să existe un volum de aer de minimum 10-15 % din volumul total al solului. Cantitatea de apă care reduce volumul de aer sub limita minimă reprezintă excesul de umiditate.

Factorii care determină apariția excesului de umiditate în sol sunt de natură:

- climatică;
- hidrogeologică;
- hidrologică;
- geomorfologică;
- pedolitologică;
- antropică.

Factorul climatic. Clima, prin intermediul a trei dintre elementele sale, precipitațiile atmosferice, temperatura aerului și evapotranspirația, constituie factorul cel mai important al formării excesului de umiditate. Precipitațiile atmosferice constituie în mod direct sau indirect, principala sursă a excesului de umiditate în sol, atât prin cantitatea totală anuală, cât și prin repartizarea lor sezonieră, lunară sau chiar diurnă și prin caracterul de torențialitate. În zona umedă precipitațiile depășesc evapotranspirația tot timpul anului, cu excepția lunilor iulie și august, excesul de apă fiind accentuat și de umezeala aerului destul de ridicat vara și de temperaturile medii mai scăzute care reduc evapotranspirația. În zona subumedă, excesul de apă este temporar și apare mai ales în perioada rece a anului, pe terenurile cu drenaj necorespunzător. El este determinat în special de ploile torențiale repetate și de trecerea bruscă de la iarnă la primăvară, care are ca efect topirea rapidă a zăpezii, în condițiile existenței unor soluri înghețate, care nu permit infiltrarea apei. În zona secetoasă, excesul de umiditate apare numai în cazul căderii unor precipitații abundente într-un timp relativ scurt și în condițiile în care ceilalți factori favorizează instalarea acestui proces.

Factorul hidrogeologic. Prezența unor pânze freatice aflate la niveluri ridicate, pentru perioade mai scurte sau mai lungi de timp, determină de asemenea, instalarea excesului de umiditate. Hidrogeologia unei regiuni poate constitui o sursă permanentă de exces de apă, acesta accentuându-se în perioadele cu precipitații abundente, când nivelul freatic urcă spre suprafața solului. Apa freatică cu nivel ridicat, alimentată din precipitații, infiltrații din cursurile de apă, lacuri, scurgeri subterane, crează exces de umiditate în zonele de luncă, pe terase și în câmpiile

joase. În acest sens, adâncimea critică de la care se produce excesul de umiditate variază de la stepă, la silvostepă și sub pădure.

Factorul hidrologic. Rețeaua hidrografică cu alimentare de ploaie și regim torențial, constituie o sursă a excesului de umiditate prin revărsările pe care le produce la viituri. În acest caz, excesul de umiditate este cu atât mai pronunțat cu cât frecvența și durata revărsărilor sunt mai mari. De asemenea, rețeaua hidrografică determină prin densitate și adâncime drenajul natural al zonelor învecinate și implicit intensitatea excesului de umiditate. În acest sens, o rețea hidrografică rară determină în perioadele ploioase o acumulare a apei în zonele învecinate datorită drenajului necorespunzător și apariția excesului de umiditate, fenomen care se produce și în cazul existenței unei rețele dense de văi torențiale, cu viituri frecvente. Totodată, un accentuat exces de umiditate se produce și în cazul unei rețele hidrografice puțin adânci și colmatate, care are patul albiei situat deasupra cotei zonelor învecinate, pe care le inundă frecvent.

Factorul geomorphologic. Relieful, prin intermediul pantei și al microformelor sale, constituie unul din principalii factori favorizanți ai instalării excesului de umiditate. Astfel, el influențează drenajul natural al unui teren și deci, gradul de umezire al solurilor. Excesul de umiditate apare frecvent în zonele de luncă, câmpii joase și terase, precum și în zonele depresionare. Acest lucru este determinat de microrelief, care impune redistribuirea apei provenite din precipitații. În regiunile cu pante reduse, apa provenită din precipitații și topirea zăpezii se scurge foarte lent, solurile fiind în permanență supraumezite, apărând pericolul înmlăștinirii.

Factorul pedolitic. Factori favorizanți ai apariției excesului de umiditate sunt și prezența unei roci parentale impermeabile sau a unor orizonturi de sol argiloase sau tasate pe adâncime mare. Aceste caractere ale solului sau ale substratului, determină o permeabilitate redusă și un drenaj intern slab al solului. În aceste condiții, cu cât solul este mai argilos, cu atât excesul de umiditate este mai frecvent și de durată mai mare. Lucrările agricole, prin distrugerea structurii în stratul arabil, compactizare excesivă și reducerea conținutului în humus, reduc infiltrația favorizând instalarea excesului de umiditate.

Factorul antropic. Intervenția nerațională a omului asupra mediului poate provoca excesul de umiditate sau extinderea și intensificarea manifestării lui prin următoarele acțiuni:

- aplicarea unor agrotehnici necorespunzătoare care duc la tasarea solului și la apariția «talpei plugului» (orizontului de hardpan) ;
- aplicarea nerațională a irigației și ridicarea nivelului freatic;
- realizarea unor acumulări de apă în zonele de șes;
- bararea scurgerii de suprafață prin amplasarea unor ramblee de drumuri, căi ferate;
- lipsa de întreținere a albiilor cursurilor de apă și a canalelor.

Efectele excesului de umiditate. Excesul de umiditate determină în sol multiple și complexe procese chimice, fizice și biologice, cu efecte negative asupra acestuia dar și asupra plantelor. Umezirea excesivă provoacă în sol procese de pseudogleizare, gleizare și amfigleizare, iar atunci când apa în exces are conținut ridicat de săruri solubile, procese de salinizare și alcalizare. Procesul de gleizare se datorează pânzei freatice, atunci când aceasta se află aproape de suprafață, cu alte cuvinte la o adâncime mai mică de doi metri. El implică practic existența în sol a unui exces de umiditate de natură freatică, proces frecvent în zonele de luncă, delte, câmpii de divagare sau terase inferioare. Procesul de pseudogleizare este datorat de asemenea prezenței în sol a unui exces de umiditate provenit însă din precipitațiile atmosferice. Acest proces se produce frecvent în zonele piemontane, pe podurile teraselor sau pe funduri de depresiuni. Procesul de amfigleizare implică existența în sol a unui exces de umiditate de natură atât freatică cât și pluvială și se manifestă frecvent la baza versanților din regiunea de deal-podiș sau la racordul dintre depresiuni și unitățile înconjurătoare mai înalte. Aceste procese determină un regim aerohidric nefavorabil în sol, lipsa aerisirii împiedicând activitatea microorganismelor aerobe care asigură descompunerea materiei organice în compuși simpli, solubili în apă, asimilabili de către plante. Se remarcă de asemenea, pierderea parțială a fierului în pânza freatică, precum și îmbogățirea în argilă, scăzând permeabilitatea. Reacțiile de reducere exercită o influență nefavorabilă asupra compușilor de fosfor și sulf care sunt trecuți în compuși neasimilabili. În aceste condiții, elementele nutritive rămân

imobilizate sub formă de compuși organici insolubili în apă, adăugându-se și apariția unor compuși toxici. Excesul de umiditate influențează și regimul termic al solurilor, acestea fiind mai reci și încălzindu-se mai greu. În acest sens, un sol uscat are o căldură specifică de patru până la cinci ori mai mare decât a apei și în consecință, un sol cu circa 50 % umiditate necesită de două ori și jumătate mai multă căldură pentru a se încălzi. Excesul de umiditate predispune solurile la îngheț pe adâncimi mai mari, în special în iernile fără zăpadă și în cazul înghețurilor târzii de primăvară, schimbul de gaze între sol și atmosferă realizându-se greoi, deoarece apa în exces nu permite înlocuirea dioxidului de carbon eliminat de organisme, cu oxigenul atmosferic. Structura solului este și ea afectată, deoarece sunt dizolvați lianții care unesc particulele de sol în agregate structurale, solul devenind masiv. Solurile cu exces de umiditate sunt mai grele, plastice, adezive și au o coeziune ridicată, fiind mult mai greu de lucrat. Umezirea excesivă a solurilor determină un regim aerohidric, termic, biologic și nutritiv nefavorabil, cu consecințe negative asupra fertilității acestora. În general, efectul excesului de umiditate asupra plantelor se manifestă într-un interval cuprins între 3-12 zile.

6.1.3. Degradarea chimică

Degradarea chimică a solurilor afectează în Asia 74 milioane hectare, în America de Sud 70 milioane hectare, în Africa 62 milioane hectare, în Europa 26 milioane hectare, în America Centrală 6 milioane hectare, în Oceania 1 milion de hectare, iar în America de Nord sub 1 milion de hectare. Procentual, valorile oscilează în jurul a 10.% din suprafața degradată, cu excepția Americii de Sud. Raportându-ne la suprafața continentelor, valorile cele mai mari apar în cazul Americii Centrale 5,7 %.

Această categorie de degradare determină modificarea proprietăților chimice ale solurilor și include următoarele tipuri:

- pierderea nutrienților;
- acidifierea;
- salinizarea și alcalizarea;
- poluarea.

Dintre cele patru tipuri de degradare chimică a solurilor, pierderea de nutrienți deține 57 %, salinizarea 32 %, poluarea 9 % și acidifierea 2 %.

Pierderea de nutrienți. Fertilitatea solurilor este determinată în principal de trei caracteristici, referitoare la regimul apei în sol, cel al aerului și la aprovizionarea cu elemente nutritive. Nutrienții reprezintă elementele sau substanțele chimice pe care plantele le preiau din soluția solului, în timpul procesului de creștere. În acest sens, între sol și plantă se crează un circuit, care reprezintă practic esența procesului de formare a solului. Din acest motiv, este foarte important ca nutrienții să nu fie înlăturați din acest circuit sol-plantă, fapt care ar conduce la sărăcirea solului și implicit la scăderea fertilității acestuia. Un lucru important este acela că elementele nutritive sunt extrase de către plante din soluția solului și de aceea este necesar ca aceștia să se găsească în sol în forme solubile. Paradoxal, există soluri care conțin cantități însemnate de elemente nutritive și cu toate acestea au o fertilitate redusă, deoarece nutrienții se găsesc în forme insolubile inaccesibile pentru plante. În regim natural, solurile conțin cantități diferite de elemente nutritive, legat în special de condițiile bioclimatice în care s-au format. Astfel, în zona caldă cele mai mari cantități de carbon se întâlnesc în savana aridă, 64,35 t/ha în stratul cuprins între 0 și 20 cm adâncime și 94,70 t/ha în stratul cuprins între 20 și 100 cm adâncime (Florea N., 1997). Această afirmație este valabilă și în ceea ce privește conținutul de azot, oxid de calciu sau oxid de potasiu, de la 5,735 t/ha la 10,443 t/ha în cazul primului, la 7,672 kg/ha până la 18,604 t/ha în cazul celui de-al doilea și de la 1,503 t/ha până la 3,207 t/ha, în cazul celui de-al treilea. Cantitățile cele mai reduse de elemente nutritive se constată pentru zona caldă în cazul pădurilor tropicale: carbon între 24,90-39,58 t/ha, azot între 2,448-4,664 t/ha, oxid de calciu între 632-2607 kg/ha și oxid de potasiu între 110-318 kg/ha. În cazul zonei temperate conținutul în humus spre exemplu, oscilează între 90-149 t/ha sub pădurea de foioase, 100-205 t/ha pentru solurile din silvostepă și 140-268 t/ha pentru solurile din stepă. Celelalte elemente nutritive înregistrează aceeași creștere de la solurile de sub pădurile de foioase la cele de sub vegetația de stepă.

Degradarea chimică a solurilor prin pierderea nutrienților, se produce de cele mai multe ori, pe trei căi:

- levigare;
- eroziune;
- recoltarea biomasei.

Pierderile prin intermediul levigării se referă la trecerea nutrienților în forme foarte solubile și îndepărtarea lor din sol prin apa de infiltrație, care îi deplasează în pânza freatică. Manifestarea eroziunii implică pierderi de sol și odată cu aceasta și a nutrienților pe care materialul de sol erodat îi conținea. Totodată, prin recoltarea biomasei, cantitățile de nutrienți înglobate în corpul plantelor în procesul de creștere nu se mai reîntorc în sol decât în mică măsură. Principalii nutrienți ai solului, a căror pierdere determină scăderea capacității productive a acestuia sunt în număr de 17. În funcție de importanța pe care o au în nutriția plantelor pot fi împărțiți în macronutrienți și micronutrienți.

Macronutrienți. În această categorie sunt incluse următoarele elemente chimice: oxigenul, hidrogenul, carbonul, azotul, fosforul, potasiul, calciul, magneziul și sulful. Primele trei, oxigenul, hidrogenul și carbonul sunt preluate din aerul atmosferic și din apa din sol.

Azotul joacă un rol foarte important în metabolismul plantelor, aflându-se în sol în proporție de peste 95 % în combinații organice. Proveniența azotului din soluri se datorează descompunerii resturilor organice, fixării din atmosferă și aportului de oxid azotic prin intermediul precipitațiilor atmosferice. În cazul azotului, se produc pierderi în primul rând prin levigare, atunci când acesta se găsește în sol sub formă de nitrați care sunt ușor solubili în apă. Pierderile cele mai importante apar în cazul solurilor nisipoase cultivate, cu precădere iarna, când solul nu este înghețat sau în cazul supraîngrășării cu azot. Pierderile prin levigare sunt compensate prin fixarea în sol de azot atmosferic sau prin aport de azot adus de precipitații. Manifestarea eroziunii determină pierderi de azot datorită îndepărtării orizontului humifer pe versanții defrișați. Astfel, pe suprafețele forestiere afectate de tăieri rase, în primul an după tăiere pierderile sunt de 122 kg/ha/an. Prin recoltare plantele cultivate care consumă în procesul de creștere azotul din sol, sunt îndepărtate, fiind întrerupt circuitul sol-plantă. În acest mod, cantitățile de azot din corpul plantei nu se mai reîntorc în sol, unde ar fi ajuns prin descompunerea resturilor vegetale de către microorganisme. Prezentăm în continuare pierderile de azot datorate recoltării, la câteva din principalele plante cultivate:

- cereale păioase – 60-85 kg/ha/an;
- porumb – 220-225- kg/ha/an;
- sfeclă – 150-200 kg/ha/an.

Remarcăm de asemenea faptul că, pierderile se intensifică pe terenurile irigate datorită măririi recoltei, plantele dezvoltându-se mai mult și consumând astfel cantități mai mari de azot din sol. În solurile forestiere aflate în regim natural, aproximativ 20-25 % din cantitatea de azot se înmagazinează în masa lemnoasă și se pierde, dar între 75-80 % din cantitatea pierdută revine în sol prin intermediul litierii. În ecosistemele naturale, neexistând recolte, se realizează un echilibru dinamic al substanțelor nutritive, datorită circuitului biologic continuu al substanțelor în sistemul sol-plantă. În ecosistemele cultivate, prin scoaterea din regimul natural apar modificări însemnate în economia azotului.

Fosforul reprezintă una dintre cele mai importante substanțe nutritive, cu rol hotărâtor în dinamica energetică, motiv pentru care și consumul plantelor este mare, fiind cifrat în cazul plantelor cultivate între 15-100 kg/ha/an (*Dorneanu A., 1976*), iar în cazul speciilor forestiere la 10-15 kg/ha/an, din care între 1-4 kg/ha/an revin în sol prin intermediul litierii (*Muller G, 1968*). În primul rând, circuitul fosforului în sol este determinat în mare măsură de către microorganisme care participă la mobilizarea, solubilizarea și fixarea acidului fosforic. Fosforul provine în sol atât prin alterarea rocilor, în special a celor magmatice, cât și prin descompunerea materiei organice. Fosforul este mai puțin solubil comparativ cu azotul, motiv pentru care pierderile prin levigare sunt foarte slabe, dar în același timp cele prin eroziune sau prin recoltare pot fi importante.

Potasiul joacă un rol important în procesele de fotosinteză, respirație și transpirație, în lipsa lui procesele vegetative ale plantelor neavând loc. Cea mai mare parte a potasiului existent în soluri provine din rocile alterate, fiind conținut în special de feldspați, mice și mineralele argiloase.

Consumul de potasiu al plantelor este cu până la 0,5 ori mai mic decât cel de azot și până la 2 ori mai mare decât cel de fosfor (*Dorneanu A., 1976*). Potasiul înregistrează pierderi prin levigare cu precădere în cazul solurilor nisipoase și turboase. Pierderile prin recoltă pot fi de asemenea însemnate:

- cereale 50-80 kg/ha/an;
- cartof 70-120 kg/ha/an;
- sfeclă 130-170 kg/ha/an;
- legume 150-300 kg/ha/an.

Calciul joacă un rol important în fiziologia plantelor, fiind un element de bază în nutriția plantelor consumul fiind de 20-300 kg/ha/an (*Dorneanu A., 1976*). Pierderea calciului prin levigare este favorizată de o intensă activitate biologică și de îngrășarea cu gunoi de grajd, datorită eliberării de bioxid de carbon și formării bicarbonatului de calciu foarte solubil. De asemenea, îngrășarea solului cu potasiu sau azot, determină trecerea calciului în forme solubile. O altă cauză este recolta, plantele de cultura absorbind din sol între 20-200 kg/ha/an calciu. Cele mai mici cantități absorb cerealele, iar cele mai mari trifoiul și lucerna.

Magneziul este un component important al clorofilei, având și alte funcțiuni în procesul de dezvoltare al plantelor. Soluri cu conținut scăzut de magneziu sunt argiluvisolurile și solurile nisipoase. În ceea ce privește consumul de magneziu al plantelor, acesta se cifrează la 10-40 kg/ha/an (*Dorneanu A., 1976*). Pierderile de magneziu au loc prin intermediul aceluiași trei procese ca și în cazul celorlalți macronutrienți prezentați anterior.

Sulful conținut de către soluri are ca principală sursă materia organică, dar el mai poate proveni și din alterarea rocilor, prin intermediul precipitațiilor atmosferice sau prin fixarea din aerul atmosferic. Consumul anual de sulf al plantelor atinge valori de 6-15 kg/ha, mai mare la culturile intensive (10-25 kg/ha, *Dorneanu A., 1976*). Carențe de sulf pot apărea în cazul solurilor sărace în materie organică, a celor cu levigare puternică (podzoluri, argiluvisoluri, soluri irigate) sau al celor nisipoase. Pierderea sulfului din sol se datorează mai ales levigării și eroziunii, dar și recoltării biomasei.

Micronutrienți. În această categorie sunt incluse următoarele elemente chimice: borul, clorul, cuprul, fierul, manganul, molibdenul, sodiul și zincul. Remarcăm de asemenea faptul că, în plante au fost depistate în jur de 60 de elemente chimice, dintre care cele evidențiate mai sus au rolul cel mai important. Pierderea micronutrienților din sol se produce pe aceleași căi ca și în cazul macronutrienților.

Pierderea humusului. O problemă importantă o constituie îndepărtarea prin eroziune a orizontului superior al solurilor bogat în humus. În procesul de formare al solurilor un rol esențial îl joacă circuitul care se realizează între sol și plante. În acest sens, o parte a nutrienților preluați de către plante se reîntorc în sol prin intermediul resturilor vegetale, care sunt descompuse și transformate în humus. În sine, humusul reprezintă un compus organic care nu poate hrăni plantele dar, foarte important este procesul de mineralizare, care reprezintă practic descompunerea humusului în elemente chimice care ulterior pot fi preluate de către plante din soluția solului. În consecință, pierderea prin eroziune odată cu materialul de sol și a humusului, determină în mod indirect sărăcirea solului în nutrienți.

Acidifierea reprezintă un proces de degradare chimică care constă în schimbarea reacției soluției solurilor (pH-ul), care este adusă la valori mai acide decât cele normale. Acest tip de degradare a solurilor se referă la schimbarea reacției solurilor într-una mai acidă ca urmare a unei intervenții antropice. Subliniem faptul că nu pot fi considerate soluri degradate prin acidifiere acelea care în mod natural au un pH acid. În același timp însă, un cernoziom cu reacție acidă este un sol degradat deoarece în mod normal acesta are o reacție neutră-slab alcalină. Acidifierea este cauzată în principal de aportul în sol a patru substanțe chimice:

- dioxidul de sulf;
- oxizii de azot;
- ozonul;
- hidrocarburi.

Impactul cel mai mare asupra reacției soluției solului îl au dioxidul de sulf și oxizii de azot, care pot fi transportate și depuse pe sol atât în stare uscată cât și în stare umedă (ploaie acidă, ceață acidă, zăpadă acidă). Oxizii de sulf și cei de azot sunt transformați și într-un caz și în celălalt în acizi conform modelului de mai jos. În cazul depunerii uscate este afectată de obicei, doar suprafața din apropierea sursei emitente, în timp ce în cazul depunerii umede efectele se pot resimți până la 1000 km depărtare. Ploile acide care au asupra solului și nu numai un efect devastator, înregistrează un pH având valori de 2,4, identic cu cel al sucului de lămâie, în timp ce apa curată de ploaie are un pH de 5,6. Ploile acide au efecte nocive extrem de diversificate afectând solul, vegetația, animalele și sănătatea oamenilor. Influența exercitată asupra solului de către depunerile acide depinde de valoarea pH-ului, durata și intensitatea fenomenului atmosferic și temperatura aerului. În acest sens, cu cât depunerea are un pH mai acid, cu atât efectul asupra solului va fi mai intens. De asemenea, cu cât cantitatea de emisii este mai mare și durata emiterii lor în atmosferă mai lungă, cu atât efectele vor fi mai nocive. Acidifierea solurilor se produce datorită următoarelor procese determinate de infiltrarea substanțelor acide:

- reducerea intensității schimbului cationic;
- acumularea ionilor de aluminiu;
- micșorarea activității biologice în sol;
- modificarea compoziției chimice a soluției solului care determină la rândul ei intensificarea reacțiilor de oxido-reducere și pierderea principalilor cationi: Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ .

Efectul pe care procesul de degradare prin acidifiere îl are asupra solului și plantelor este divers:

- accelerarea degradării metalelor care conduce la eliberarea de elemente toxice;
- reducerea intensității nitrificării și amonificării având drept consecință scăderea conținutului de azot;
- sporirea vitezei de descompunere a celulozei;
- intensificarea absorbției anionilor;
- reducerea mineralizării humusului care determină scăderea conținutului în elemente nutritive;
- fixarea fosforului în forme insolubile, ceea ce îl face inaccesibil plantelor;
- reducerea fotosintezei;
- reducerea eficienței pesticidelor;
- apariția clorozei plantelor, datorate excesului de aluminiu;
- dezvoltarea microbilor patogeni și dăunătorilor.

Salinizare-alkalizare. Salinizarea și alcalizarea reprezintă două procese pedogenetice deseori asociate, care determină apariția în exces în sol a sărurilor solubile sau a sodiului schimbabil, cu efecte deosebit de grave pentru plante. Aceste procese devin nocive atunci când acumularea sărurilor depășește limita de toleranță a plantelor. Atunci când analizăm degradarea prin salinizare sau alcalizare nu luăm în considerare situațiile în care solurile halomorfe se dezvoltă în condiții naturale (regiunile aride și semiaride) sau au caracter de intrazonalitate (regiunea temperată). Sunt considerate soluri degradate cele afectate de salinizare/alkalizare secundară datorată intervenției antropice.

Salinizarea. În general, sărurile solubile care acumulate în exces devin nocive pentru plante sunt clorurile, sulfații și carbonații și pot fi împărțite în trei mari categorii:

- săruri ușor solubile – clorurile de sodiu, calciu sau magneziu, sulfații de sodiu și magneziu, bicarbonatul de calciu sau magneziu;
- săruri greu solubile – sulfatul de calciu;
- săruri insolubile – carbonatul de calciu sau magneziu.

Factorii cauzatori ai salinizării solurilor sunt fie naturali, în cazul salinizării primare, fie antropici în cazul celei secundare. În mod natural, sărurile se acumulează în sol datorită următoarelor cauze:

- ariditatea climatului;

- configurația reliefului nivelul ridicat al apei freatic mineralizate;
- prezența unui substrat salifer.

În regiunile cu climă secetoasă, evapotranspirația depășește valoarea anuală a precipitațiilor atmosferice, motiv pentru care nivelul freatic se ridică spre suprafață (regim hidric exudativ). În continuare, datorită temperaturii ridicate apa se evaporă iar sărurile se depun (precipită) în sol, știut fiind faptul că prin pierderea apei sărurile trec din starea de soluție în cea solidă prin precipitare. La rândul ei, configurația reliefului influențează depunerea sărurilor în sol prin faptul că în cazul reliefurilor joase de luncă, deltă sau câmpie, sau al microformelor negative, nivelul freatic este situat aproape de suprafața solului. Prezența unui nivel freatic aproape de suprafață, constituie de asemenea un element de risc în ceea ce privește salinizarea, deoarece în cazul unor fluctuații ale acestuia sărurile pot precipita în sol. Dezvoltarea solurilor pe substraturi salifere implică o aprovizionare continuă a acestora cu săruri și de aici riscul apariției salinizării. Trebuie remarcat faptul că solurile în profilul cărora se manifestă procese de salinizare primară nu pot fi considerate soluri degradate, deoarece acesta este un proces natural a cărui manifestare este impusă de condițiile de formare a solurilor din regiunile respective. Pe de altă parte, salinizarea secundară este aceea care determină degradarea solurilor, însuși termenul de secundar fiindu-i atribuit pentru a evidenția faptul că solurile respective nu mai conțineau săruri primare, ci acestea au fost readuse în profilul de sol datorită unor intervenții antropice. Salinizarea secundară se produce în principal datorită aplicării irigației, fie din cauza încărcării cu săruri a apei de irigat, fie datorită irigării excesive (norme de udare prea mari). În prima situație, sărurile ajung în sol prin intermediul apei folosite la irigat, iar în cea de-a doua cantitatea prea mare de apă care ajunge în sol determină ridicarea nivelului freatic mineralizat. Prin cercetări de teren au fost stabilite adâncimea și mineralizarea critică de la care se produce salinizarea. În afară de condițiile în care se produce salinizarea secundară care au fost expuse mai sus, există și alți factori care favorizează manifestarea acestui proces:

- configurația reliefului (prezența microdepresiunilor);
- surse de apă pentru irigat bogate în săruri;
- existența unui nivel freatic mineralizat situat aproape de suprafață;
- prezența unor soluri cu textură argiloasă.

Irigațiile aplicate necorespunzător determină pe de o parte ridicarea nivelului freatic, iar pe de altă, împiedicarea pierderii apei prin evaporare datorită umezirii orizontului superior și umplerii spațiilor lacunare cu apă. De asemenea, se produce condensarea vaporilor de apă din orizontul superior umezit, ceea ce aprovizionează apa freatică. Atunci când se practică irigarea prin aspersiune (sub formă de ploaie artificială), crește umiditatea atmosferică, reducându-se puternic evaporarea apei din sol. Salinizarea secundară se poate produce și în cazul existenței unei pânze freatiche nemineralizate, dacă aceasta străbate în timp ce se ridică spre suprafață straturi saline (cazul loessurilor). De asemenea, prin infiltrații laterale sau datorită pulverizării apei de irigație încărcată cu săruri de către vânt pot fi afectate și suprafețele limitrofe perimetrelor irigate. Pe suprafețele în cuprinsul cărora se formează crustă de săruri există pericolul extinderii degradării prin pulverizarea sărurilor de către vânt.

Alcalizarea. Manifestarea alcalizării are două cauze principale, legate de ridicarea nivelului freatic mineralizat și de utilizarea la irigat a unor ape alcaline. Procesul constă în înlocuirea calciului din complexul adsorbativ al solului cu ioni de sodiu și foarte rar de magneziu. Trebuie precizat faptul că cele două procese se pot manifesta și simultan, caz în care termenul utilizat este cel de sărăturare. Pe suprafețele pe care se manifestă procese de salinizare sau alcalizare se formează soluri halomorfe de tipul soloncaului, sol îmbogățit în săruri solubile, sau solonețului, sol îmbogățit în sodiu. Efectele manifestării proceselor de salinizare și alcalizare sunt de natură chimică, fizică, microbiologică sau fiziologică.

Efecte de natură chimică. Se referă la faptul că prin înlocuirea în complexul adsorbativ al solului a calciului cu sodiul se produce dispersarea humusului și argilei fapt care determină migrarea celor doi componenți pe verticală. Acest lucru se datorează faptului că, în sol complexe saturate în calciu sunt foarte stabile, în timp ce cele saturate în sodiu sunt mult mai instabile (se desfac ușor).

Efecte de natură fizică. Datorită migrării humusului și formării orizontului argilos (B argiloiluvial) are loc o compactizare excesivă a solului care conduce la reducerea permeabilității. De asemenea, are loc o creștere a forței de reținere a apei în sol care conduce la apariția “secetei fiziologice”. În acest sens, plantele au o forță de sucțiune a apei din sol de 15 atmosfere, în timp ce la solurile puternic salinizate forța de reținere a apei poate depăși 200 atmosfere. Astfel apare situația într-un fel curioasă că, deși solul este saturat cu apă, plantele se ofilesc din cauza lipsei acesteia, pentru simplul motiv că forța de sucțiune a plantelor este mai mică decât cea cu care apa este reținută în sol.

Efecte de natură microbiologică. În primul rând, în solurile halomorfe bacteriile fixatoare de azot și cele nitrificatoare sunt foarte rare sau lipsesc, ceea ce conduce la reducerea rezervei de azot. Pe de altă parte, concentrația mare de săruri solubile sau sodiu determină scăderea activității enzimatică a bacteriilor.

Efecte de natură fiziologică. În primul rând se manifestă o diminuare a absorbției apei de către rădăcinile plantelor. În al doilea rând se produce o acțiune toxică asupra plantelor care nu se mai pot dezvolta, fiindu-le afectată nutriția, acțiunea cea mai nocivă având-o clorul, care conduce la manifestarea clorozei plantelor. Totodată, are loc modificarea biochimismului plantelor: reducerea intensității respirației, micșorarea fotosintezei, influențarea regimului nutritiv și chiar dizolvarea rădăcinilor în cazul soluțiilor de sol extrem de caustice. Un studiu al Organizației Națiunilor Unite din anul 1982 (The Global 2000) arată că, din suprafața totală irigată care se cifrează la 230 milioane hectare (15 % din terenul arabil), 111,5 milioane hectare erau afectate de sărăturare, cu alte cuvinte 48,5 % din suprafața irigată și 7,5 % din suprafața arabilă. Un alt studiu efectuat de către Organizația Națiunilor Unite (Desertification 1977) arată că anual 125 000 hectare de terenuri agricole sunt afectate de sărăturare și înmlăștinire. Din păcate, costurile ameliorării solurilor sărăturate sunt foarte mari, calculându-se o valoare de 25 miliarde de dolari pentru reabilitarea a 50 milioane hectare de terenuri afectate.

6.1.4. Poluarea

Poluarea implică infiltrarea în sol a unor substanțe nocive provenite în urma activităților antropice. Indicele sintetic al efectului poluării este reprezentat fie prin reducerea cantitativă și calitativă a producției vegetale și animale, fie prin cheltuielile necesare menținerii capacității bioproductive a solului, la parametrii cantitativi și calitativi anteriori manifestării poluării. Substanțele care pătrund în sol determină poluarea acestuia numai atunci când concentrația lor depășește limita maximă admisă.

Poluarea radioactivă. Substanțele radioactive reprezintă componenți naturali ai planetei, unele dintre ele formându-se chiar în atmosferă sub acțiunea radiației cosmice, în special carbonul 14 și așa numitul tritium. Solurile conțin la rândul lor substanțe radioactive apărute în timpul formării lor, cum ar fi uraniu, toriu sau actiniu, precum și derivații a acestora, radium 222 și radium 226. Despre creșterea conținutului de substanțe radioactive în soluri nu se poate vorbi decât începând cu anul 1945, anul lansării primei bombe nucleare și mai ales din anii '60, odată cu începerea experiențelor nucleare. Degradarea solurilor prin poluare cu substanțe radioactive se produce întâmplător, pe areale extinse în jurul locului unde au loc accidente nucleare. În general, solurile au o radioactivitate redusă, chiar dacă în ultimele decenii aceasta a crescut cu aproximativ 10-30 %, datorită experiențelor nucleare. Efectul poluării radioactive depinde de perioada de înjumătățire a substanțelor radioactive, altfel spus cu perioada necesară eliminării lor din soluri. Timp îndelungat rămân active ceziul 137 (30 ani), stronțiu 90 (28 ani) și plutoniul 238 (24 ani). Pentru agricultură și implicit pentru sol, cele mai nocive substanțe radioactive sunt Ceziu 137, Iod 131 și Stronțiu 90, cărora li se adaugă în ordinea efectului negativ pe care îl produc, Ceziu 134, Ruteniu 106, Carbon 14, Plutoniul 238, Ruteniu 103 și Stronțiu 89. De altfel, Ceziul 137 nu există în mod normal în solurile naturale și provine în urma exploziilor nucleare. Principalele surse ale poluării solurilor cu substanțe radioactive sunt următoarele:

- centralele nucleare;
- instituțiile medicale sau de cercetare care folosesc acest tip de substanțe;

- submarinele nucleare;
- depozitele de deșuri radioactive;
- experiențele nucleare.

De altfel, sursele de poluare radioactivă pot fi clasificate în naturale, care țin de alcătuirea internă a Pământului și de radiațiile cosmice și artificiale. Poluarea radioactivă a solului se produce de cele mai multe ori pe calea aerului și se poate produce atât sub formă de depunere uscată, cât și umedă. Efectul negativ constă în aceea că substanțele radioactive ajunse în sol sunt preluate ulterior de plante, animale și în final de către om. Radioactivitatea maximă apare în sol în orizontul cu humus, stronțitul fiind fixat de materia organică și mineralele argiloase, iar ceziul în special de mineralele argiloase (micacee). Unele îngrășăminte cu fosfor cât și fosfogipsul, pot fi radioactive datorită apatitei folosită ca materie primă. Dintre accidentele nucleare care s-au produs de-a lungul timpului efectele cele mai puternice le-a avut cel de la centrala nucleară Cernobîl din Ucraina produs la 26 aprilie 1986. În regiunile vecine radioactivitatea era de 10-14 mcr/h, iar după accidentul de la Cernobîl a ajuns la 50-90 mcr/h în mai 1986, scăzând la 17-22 mcr/h în septembrie același an și stabilizându-se abia în 1990. De asemenea mai pot fi menționate accidentul din anul 1957 de la Windscale din Marea Britanie, cel din 1979 de la Three Miles Island Pennsylvania SUA, cel din anul 1984 din Marea Neagră în care a fost implicată nava Mont Louis, sau scufundarea unui submarin sovietic nuclear în Atlanticul de Nord în anul 1986.

Poluarea cu metale grele. Acest tip de poluare se produce local datorită:

- emisiilor din industria metalelor neferoase și feroase;
- irigației cu ape uzate;
- aplicării de nămoluri orășenești;
- fertilizării cu îngrășăminte fosfatice;
- emisiilor mijloacelor de transport;
- folosirii pesticidelor.

În general, metalele grele reprezintă micronutrienți, dar devin toxice atunci când depășesc limita maximă admisă, cu excepția mercurului, cadmiului și plumbului care sunt foarte toxice în orice condiții. Acțiunea în sol a fiecărui metal greu depinde de mobilitatea acestuia, influențată în mare măsură de reacția solului. Majoritatea metalelor grele devin mobile în mediu foarte acid, în timp ce doar molibdenul și seleniul sunt mai mobile în mediu alcalin. Cea mai mare capacitate de a reține metale grele o au solurile argiloase și bogate în humus, cu reacție slab acidă-slab alcalină.

Poluarea cu particule solide (pulberi). Acest tip de poluare se referă la substanțe purtate de aer, solurile cele mai afectate fiind cele aflate în apropierea surselor primare de emisie, reprezentate în general prin fabricile de ciment și termocentralele pe cărbune. Pe măsură ce înălțimea coșurilor de evacuare a emisiilor crește, poluarea solurilor din imediata apropiere se reduce, dar se extinde suprafața supusă poluării. Principalii poluanți purtați de aer sunt: particule minerale solide și compuși chimici – sulfati, fosfati, carbonați, pulberi de marnă sau argilă, oxizi de fier, praf de cărbune, cenușă; compuși gazoși – hidrocarburi, oxizi de sulf, azot și carbon. Efectele pe care acest tip de poluare le produce în sol sunt schimbarea reacției soluției solului și a gradului de saturație în baze și îmbogățirea în metale grele.

Poluarea cu ape uzate și nămoluri. Apele uzate și nămolurile provin de la crescătoriile de animale și din rețeaua de canalizare a orașelor. Sunt împrăștiate pe soluri cu ape de irigație în vederea epurării, existând avantajul utilizării încărcării lor în azot, fosfor și potasiu ca elemente nutritive. Dezavantajele sunt reprezentate prin pericolul unei creșteri prea mari în sol a concentrației unor nutrienți, a metalelor grele, sărurilor solubile și a sodiului schimbabil. Din acest motiv, împrăștierea lor pe soluri trebuie făcută în anumite doze și nu în cazul culturilor legumicole.

Poluarea cu îngrășăminte și pesticide. În cazul îngrășămintelor, pericolul pentru sol este mai mic, dar sunt afectate într-o măsură mai mare, atmosfera, apele freactice și lacurile. Poluarea cu pesticide a devenit o problemă datorită extinderii utilizării acestora. Pesticidele organoclorurate sunt greu de descompus, persistând în sol (DDT este interzis). Din acest motiv, se folosesc mai mult pesticide organofosforice care sunt mai ușor biodegradabile. Caracteristicile pesticidelor: toxicitatea; specificitatea; persistența. Toxicitatea reprezintă capacitatea pesticidului de a anihila

organismele împotriva cărora este aplicat (organismele țintă), care se cuantifică prin doza letală care asigură moartea a minimum 50 % din organisme (LD₅₀). Doza letală depinde de fiziologia organismelor țintă, metoda de aplicare, condițiile meteo, proprietățile solului. Valoarea LD₅₀ crește în funcție de conținutul în materie organică și argilă a solului. Pesticidele aplicate necorespunzător au efecte negative prin pătrunderea și afectarea lanțului trofic plantă-animal-om.

Poluarea cu agenți patogeni. Acest tip de poluare poate apărea în jurul centrelor urbane, a complexelor de creștere a animalelor, sau a solurilor tratate cu ape uzate sau nămoluri. Solul dispune de o mare capacitate de autoepurare și agenții patogeni sunt distruși, dacă contaminarea nu continuă. Dintre agenții patogeni, doar unele specii de *Salmonella* rezistă 30-40 de zile, iar sporiile de *Antrax* chiar și ani de zile.

Rolul și importanța solului în combaterea poluării. Spre deosebire de celelalte componente ale mediului, solul joacă rolul unui absorbant purificator, un neutralizator biologic de poluanți și un mineralizator al reziduurilor organice. Altfel spus, solul joacă rol de depoluator, însă firește între anumite limite, deoarece el nu poate recicla decât cantități limitate de poluanți. Dacă limita maximă admisibilă (LMA) este depășită, se transformă în poluator pentru celelalte componente ale mediului. Solul nu poate totuși neutraliza orice fel de poluanți (unele metale, materiale plastice) datorită inexistenței microorganismelor capabile să le descompună, dar unele deșeurii sau reziduuri care în alte medii ar fi poluanți, devin sursă de energie pentru microorganismele din sol și sursă de elemente nutritive. Rolul de depoluator poate fi jucat datorită următoarelor caracteristici:

- largă distribuție geografică – i se mai spune decontaminator universal;
- profunzimea – permite preluarea unor cantități mari de substanțe;
- capacitatea de filtrare – reține suspensiile (cu excepția celor coloidale);
- capacitatea de schimb cationic – preia anumite elemente din soluții (dedurizarea apei);
- activitatea biologică – descompune materia organică în compuși mai simpli;
- determină precipitarea chimică a unor substanțe.

În pofida acestor caracteristici favorabile, solul are o capacitate limitată de încărcare cu poluanți. Exemplu: capacitatea pentru apă în câmp pe 1 m adâncime 1500-4000 m³/ha, capacitatea de schimb cationic în primii 20 cm 5-50 me/100g sol, capacitatea de reținere a azotului pe adâncimea de 1 m 1-10 t/ha, fertilitatea este afectată la pH <5 și >8,4, la conținut de săruri solubile > 0,095-0,175 % și de sodiu schimbabil de 5-10 % din capacitatea de schimb cationic. Solul manifestă cea mai mare compatibilitate cu materiile organice și cele lichide (gunoi de grajd, nămol, ape uzate, deșeurii și reziduuri ale industriei alimentare, textile și de celuloză și hârtie). Spre exemplu, doza anuală de gunoi de grajd permisă este de 10-20 t/ha. Pentru transformarea deșeurilor organice solul trebuie să aibă un regim aerohidric favorabil pentru a se produce oxidările. Acest regim nu este favorabil în cazul solurilor nisipoase datorită permeabilității ridicate care permite infiltrația prea rapidă a deșeurilor și nici a celor argiloase, în care stagnarea apei reduce oxidarea substanțelor poluante. În privința metalelor grele, numai culturile furajere pot anihila cantități reduse, din care o parte sunt eliberate în atmosferă (90 g/ha). Nămolul poate fi împrăștiat pe sol cu condiția ca echivalentul zinc să nu depășească 5-10 % din capacitatea totală de schimb cationic. Cele mai multe dintre pesticide sunt detoxificate de către microorganismele din sol.

6.1.5. Deplasări de mase de pamant. Alunecări

Alunecările de teren reprezintă procese cu impact cel mai mare asupra învelișului de sol, dacă luăm în considerare suprafața și adâncimea pe care solurile sunt afectate. Ele se produc foarte frecvent în regiunea de deal-podiu. Cauzele care determină producerea alunecărilor de teren sunt reprezentate de către gravitație, acțiunea apei, mișcările seismice, procesele de îngheț-dezghet și acțiunea omului. Producerea alunecărilor de teren este favorizată în anumite condiții:

- fragmentare și înclinare mare a reliefului;
- prezența unor soluri și roci argiloase sau marnoase;
- prezența unor straturi impermeabile.

În cazul unei alunecări de teren putem distinge următoarele elemente constitutive:

- râpa de desprindere;
- corpul alunecării;
- patul de alunecare;
- fruntea alunecării.

Alunecările pot fi clasificate în funcție de localizarea lor în alunecări de mal și alunecări de versant. Din punct de vedere al intensității lor alunecările pot fi superficiale, atunci când grosimea stratului alunecat este mai mică de 1 metru, semiprofunde între 1-5 metri și profunde, atunci când grosimea stratului alunecat este mai mare de 5 metri. Alunecările de teren pot fi clasificate și după morfologia lor în următoarele categorii:

- alunecări în brazde;
- alunecări în valuri;
- alunecări în trepte;
- alunecări cu mobile;
- alunecări curgătoare.

În funcție de dinamica lor actuală, alunecările de teren pot fi clasificate în următoarele categorii:

- vechi stabilizate;
- vechi cu tendințe de reactivare;
- recente în curs de stabilizare;
- recente active.

Efectele producerii alunecărilor de teren asupra solurilor sunt complexe și se identifică prin amestecarea orizonturilor de sol, acoperirea solurilor, încetinirea pedogenezei, instalarea excesului de umiditate între valurile de alunecare și intensificarea eroziunii în râpa de desprindere. Prin amestecarea orizonturilor de sol sunt modificate proprietățile fizico-chimice ale solului fiindu-i afectată implicit și fertilitatea. Totodată, acoperirea solurilor situate la baza alunecării determină în cazul acestora reluarea pedogenezei datorită aportului de material (solul alunecat) sau în cel mai bun caz încetinirea acesteia. Pe de altă parte, apariția denivelărilor din corpul alunecării conduce la o redistribuire a apei provenite din precipitațiile atmosferice, care se adună în microformele negative de relief, determinând instalarea excesului de umiditate. Nu în ultimul rând, pe suprafața râpei de desprindere datorită apariției unei pante extrem de abrupte, eroziunea se amplifică considerabil. Deci, putem sublinia faptul că, în cazul alunecărilor de teren procesele de degradare a solurilor sunt complexe și cu efecte extrem de negative asupra fertilității acestora.

Deplasări gravitationale. Acest tip de procese se manifestă pe terenurile în pantă și constau practic în rostogolirea spre baza versantului a agregatelor de sol, sub influența gravitației. În acest mod are loc subțierea orizontului superior al solurilor situate pe versanți, în paralel cu creșterea grosimii solurilor situate la baza versanților. Efectul manifestării acestui tip de procese este incomparabil mai slab decât în cazul procesului de eroziune, iar acțiunea conjugată a celor două procese determină apariția solurilor erodate pe versanți și a coluvisolurilor sau solurilor colmatate la baza versanților. Prăbușirile se manifestă mai ales în zona malurilor cursurilor de apă, prin subminarea malului de către curentul de apă, având ca efect retragerea acestora și implicit apariția pierderilor de sol. Procesele de prăbușire se pot produce și în zona malurilor ravenelor sau ogașelor, materialul de sol prăbușit fiind ulterior transportat spre baza versantului, cât și în cazul frunților abrupte de terasă. De asemenea, procesele de prăbușire pot apărea și în toate cazurile în care versantul a fost secționat prin lucrări efectuate de către om, fiindu-i afectat în acest mod echilibrul. Este cazul construcției de drumuri, carierelor de exploatare sau săpării de canale. Prăbușirile pot fi clasificate în două categorii:

- vechi stabilizate;
- recente.

La rândul lor, prăbușirile recente pot fi:

- superficiale (adâncimea de desprindere mai mică de doi metri);

- profunde (adâncimea de desprindere mai mare de doi metri).

6.1.6. Eroziunea solului

Procesul de eroziune se manifestă pe întreaga suprafață a uscatului nu numai pe cea acoperită cu sol, astfel încât termenul general este cel de eroziune a terenurilor. Totuși, având în vedere faptul că de cele mai multe ori cel afectat este solul, se folosește și termenul de eroziune a solului, caz în care sunt analizate efectele și modul de manifestare ale procesului asupra învelișului de sol. Denumirea de eroziune provine din limba latină de la “erosion”, cu înțelesul de separare, despărțire și reprezintă **procesul de desprindere, transport și depunere a particulelor de sol, sub acțiunea agenților exogeni apa și vântul**. Scoarța terestră a evoluat de la începutul formării sale sub acțiunea proceselor morfogenetice, care s-au manifestat în ritmuri și intensități diferite. În categoria proceselor geomorfologice exogene, eroziunea solului joacă un rol important în ceea ce privește modelarea scoarței terestre. Cele trei faze ale procesului de eroziune sunt realizate de doi agenți principali, apa și aerul în mișcare, ale căror surse cinetice inepuizabile sunt energia solară și gravitația. Acest proces este influențat și de activitatea omului, care spre deosebire de ceilalți agenți poate fi controlată și dirijată rațional. Eroziunea reprezintă unul dintre principalele procese care conduc la degradarea învelișului de sol și oricum cea mai extinsă formă de degradare. Se estimează în acest sens, că anual se pierde de pe continente prin eroziune peste 76 miliarde tone de sol fertil. Eroziunea prin apă constituie la nivel mondial cel mai extins tip de degradare a solurilor deținând 55,7 %. Totodată, eroziunea eoliană are la rândul ei o pondere însemnată, 27,9 % și împreună cele două tipuri de degradare însumează 83,6 % din totalul suprafețelor afectate de degradare. Analizând procesele de eroziune în funcție de intensitatea lor de manifestare, putem evidenția faptul că din totalul suprafeței afectate, 31 % reprezintă eroziune prin apă slabă, 48 % moderată și 21 % puternică și excesivă. În cazul eroziunii eoliene, 49 % din suprafață este afectată slab, 46 % moderat și 5 % puternic și excesiv. Eroziunea se manifestă pe întreaga suprafață a uscatului sub diferite forme, în regiunile polare și subpolare, apa sub formă de ghețari și procesul de solifluxiune jucând un rol important. În regiunile temperate și calde, rolul principal în apariția eroziunii revine apei sub formă de șuvoaie, pârâuri sau râuri, iar în regiunile aride și acțiunea vântului devine apreciabilă. Eroziunea este deci un proces general de modelare a uscatului, intensitatea ei de manifestare depinzând în primul rând de fragmentarea reliefului și de condițiile climatice. Eroziunea care se manifestă în condițiile normale ale mediului natural este cunoscută sub denumirea de **geologică sau normală**. În cazul acesteia, pierderile de sol sunt mici, 0,1-1 t/ha/an, ceea ce atestă existența unui echilibru între eroziune (pierderi de sol) și pedogeneză (câștiguri de sol). Eroziunea care se produce cu o intensitate sporită față de cea geologică și este declanșată de activitatea omului poartă denumirea de **accelerată sau antropică**. În acest sens, o pierdere anuală de sol prin eroziune de 12-15 t/ha poate fi comparată cu reducerea stratului de sol cu 1 mm/an, situație în care intensitatea pedogenezei este depășită de cea a eroziunii, echilibrul natural fiind afectat. Din acest motiv au existat încercări de a calcula eroziunea admisibilă, adică cea a cărei intensitate de manifestare nu afectează pedogeneza. Factorii determinanți ai eroziunii solului sunt naturali sau antropici, cu precizarea că numai în condițiile unei intervenții umane asupra suprafeței respective pot fi analizate condiționările exercitate de caracteristicile sale naturale:

- clima;
- relieful;
- proprietățile solului;
- roca;
- vegetația;
- activitatea omului.

Clima. Acest factor determină intensitatea manifestării procesului de eroziune a solurilor prin intermediul principalelor sale elemente, precipitațiile atmosferice, temperatură și vânt, dar în special prin precipitațiile atmosferice. Influența precipitațiilor se manifestă mai ales prin ploile torențiale și zăpadă, în timpul topirii acesteia. Dintre criteriile utilizate în vederea selectării ploilor torențiale, foarte cunoscut este cel al lui *Yarnell*. Ploile torențiale posedă o mare energie cinetică

datorată acțiunii picăturilor de ploaie. Această energie cinetică este determinată pe de o parte de intensitatea și durata ploii, iar pe de alta de diametrul și viteza de cădere a picăturilor. Dimensiunile picăturilor depind de intensitatea ploii, viteza vântului și altitudinea norilor. În cazuri excepționale ele pot atinge 6-8 mm, dar cele mai mari de 5-6 mm se fracționează din cauza curenților de aer. Viteza de cădere a picăturilor depinde de înălțimea de cădere, diametrul picăturii și tăria vântului. De obicei, viteza de cădere variază în atmosfera calmă între 2-9 m/s. Energia cinetică produsă de căderea picăturilor determină dislocarea părții superioare a solurilor. În acest sens, *Osborne* arată că în timpul unei ploi torențiale de 50 mm și cu intensitatea de 2,5 mm/min, pe un hectar fără vegetație sunt ridicate în aer prin acțiunea picăturilor 240 tone de sol. Topirea zăpezii influențează eroziunea mai ales dacă solul este înghețat în adâncime sau saturat cu apă.

Relieful. Condiționează intensitatea de manifestare a proceselor de eroziune prin caracterele sale morfometrice:

- panta;
- lungimea versanților;
- forma versanților;
- expoziția versanților.

Panta influențează viteza de scurgere a apei în mod direct proporțional, cu cât înclinarea terenului este mai mare cu atât crește viteza de scurgere a apei. În acest sens, omul de știință francez *Chezy* a calculat în mod experimental, că o creștere a pantei de patru ori, dublează viteza de scurgere a apei. Referitor la lungimea versantului, se constată că la aceeași înclinare a acestuia, alungirea traseului de scurgere al apei determină intensificarea eroziunii prin creșterea debitului. Altfel spus, cu cât versantul este mai lung, cu atât eroziunea este mai accentuată. La rândul ei, forma versantului determină și ea diferențierea scurgerii și implicit și a eroziunii. În acest sens, versanții cu profil convex sunt cel mai intens erodați, panta accentuându-se spre bază. Pe versanții cu profil concav diminuarea pantei spre bază determină scăderea vitezei de scurgere și implicit a eroziunii. Pe versanții cu profil drept, intensitatea eroziunii este moderată, crescând ca și la cei convecși către bază. Expoziția versanților joacă și ea un rol, chiar dacă mai puțin evident, în manifestarea proceselor de eroziune. Astfel, versanții însoriți sunt mai intens erodați deoarece topirea zăpezii și dezghețul sunt mai timpurii și se produc brusc, comparativ cu cei umbriți unde aceste procese se desfășoară mult mai lent.

Proprietățile solului. Solul determină rezistența pe care o opune manifestării proceselor de eroziune, prin intermediul proprietăților sale:

- textura;
- gradul de structurare și stabilitatea hidrică a structurii;
- conținutul în humus;
- porozitatea;
- coeziunea.

În general, solurile bine structurate, cu stabilitate hidrică mare, cu porozitate, coeziune, conținut în argilă și humus ridicat, sunt rezistente la eroziune.

Roca influențează eroziunea în mod mai mult indirect, în special prin duritate, deoarece pe roci dure solurile au o profunzime mică și o capacitate redusă de infiltrație a apei, crescând în acest mod eroziunea, în timp ce în cazul solurilor dezvoltate pe roci friabile, care sunt profunde și au capacitate mare de reținere a apei, eroziunea este mai slabă.

Vegetația. În primul rând, vegetația joacă pentru învelișul de sol un rol protector care se manifestă prin următoarele elemente:

- reținerea picăturilor de ploaie pe aparatul foliar;
- reducerea vitezei de scurgere a apei la suprafața solului;
- îmbunătățirea structurii și porozității solului;
- fixarea solului prin intermediul sistemului radicular.

De asemenea, un m² de mușchi de pădure care cântărește în stare uscată un kilogram, are după o ploaie abundentă șase kilograme, rezultând în acest mod că un hectar de mușchi poate reține

aproximativ cinci vagoane de apă (*Rădulescu A.*). În aceeași ordine de idei, într-o țelină bine încheiata, 17 cm de sol se pot pierde prin eroziune abia în 18 00 până la 30000 de ani, în timp ce într-un teren arat, aceeași grosime de sol se poate pierde în doar 48-50 de ani (*Chiriță C.*). Vegetația lemnoasă protejează cel mai bine solul împotriva eroziunii reținând o cantitate mai mare de apă din precipitații, datorită aparatului foliar bine dezvoltat. Prezența litierei determină la rândul ei reducerea scurgerii, acționând ca un burete, iar răspândirea rădăcinilor până la adâncimi mari sporește infiltrația. Plantele cultivate asigură solului o protecție diferențiată în funcție de caracteristicile morfologice și tehnologice ale culturii și perioada de vegetație. O protecție bună asigură gramineele, cerealele păioase de toamnă, leguminoasele, în timp ce cartoful, porumbul, floarea soarelui asigură o slabă protecție a solului.

Activitatea omului. Prin acțiunile sale, omul determină direct manifestarea eroziunii, ale cărei efecte depășesc în intensitate și amploare pe cele generate de factorii naturali. Activitatea industrială și urbanizarea modifică caracterele locale ale climei, iar lucrările agricole modifică proprietățile solului și echilibrul biologic. Omul modelează formele de relief, defrișează și împădurește mari suprafețe de teren determinând activizarea sau încetinirea eroziunii.

Eroziunea eoliană. Eroziunea eoliană afectează în cazul Asiei 222 milioane hectare, al Africii 186 milioane hectare, al Americii de Sud și Europei câte 42 milioane hectare fiecare, al Americii de Nord 35 milioane hectare, al Oceaniei 16 milioane hectare și al Americii Centrale 5 milioane hectare. Procentual, acest tip de degradare a solurilor deține valori ridicate din totalul suprafețelor degradate în cazul Africii 38 %, Americii de Nord 36 % și Asiei 30 %. Raportat la procentul afectat din suprafața continentului, în toate cazurile acesta este sub 10 %, cu un maxim în ceea ce privește Africa 6,3 %. Acest tip de eroziune se manifestă în regiunile de câmpie secetoase și afectează suprafețe mult mai mici decât eroziunea prin apă. Factorii care influențează intensitatea eroziunii eoliene sunt următorii:

- intensitatea și durata vântului;
- configurația terenului;
- proprietățile solului;
- gradul de acoperire cu vegetație.

Efectele acțiunii vântului asupra suprafeței solului se amplifică odată cu creșterea duratei și vitezei acestuia. Procesul de deflație (spulberare) care implică atât desprinderea particulelor de sol, cât și transportul și depunerea lor este foarte intens în cazul vânturilor puternice și de durată. Relieful intervine la rândul său prin expunerea la vânturile dominante, gradul de denivelare și înclinare. În primul caz este evident faptul că pe suprafețele de teren orientate în direcția vânturilor dominante efectele sunt amplificate. De asemenea, suprafețele denivelate opun o rezistență mai mare acțiunii de deflație, comparativ cu cele netede, ca și cele cu înclinare slabă față de cele puternic înclinate, pe care particulele de sol pot fi mai ușor dislocate datorită stabilității mai reduse. Solul influențează procesul în discuție prin intermediul texturii, structurii, conținutului în humus și umidității. Cele mai afectate sunt solurile cu textură nisipoasă, slab structurate, sărace în humus și uscate. Gradul de acoperire cu vegetație se referă la faptul că aceasta are în general un rol protector diminuând intensitatea eroziunii. În acest caz, prezintă importanță tipul de cultură, stadiul ei de vegetație și caracterele morfometrice ale plantelor. Desprinderea particulelor de sol este determinată de forța exercitată de vânt la suprafața solului prin procesul de deflație. Deplasarea particulelor de sol este determinată de viteza și turbulența vântului și de diametrul lor. Particulele de sol sunt transportate fie sub formă de suspensii la înălțime mare, fie în salturi până la înălțimea de un metru, fie prin rostogolire la suprafața solului. Cea mai mare parte a particulelor (62-97 %) sunt transportate pe înălțimea cuprinsă între suprafața solului și un metru. Cel mai frecvent este transportul în salturi (0,05-0,5 mm diametru) urmat de cel prin târâre (0,5-2 mm). Eroziunea prin vânt afectează orizontul superior al solurilor (de obicei orizontul A) căruia îi este redusă treptat grosimea, având loc pierderi de sol. Pe de altă parte, în zonele unde se produce depunerea materialului de sol transportat solurile existente sunt acoperite, iar pedogeneza mult încetinită sau chiar întreruptă. În cazul solurilor nisipoase sau a nisipurilor, apare un microrelief specific format din mușuroaie, mobile, valuri, dune.

Eroziunea prin apă. Eroziunea prin apă afectează la nivel mondial cele mai mari suprafețe, cifrate la 441 milioane hectare în Asia, 227 milioane hectare în Africa, 144 milioane hectare în Europa, 123 milioane hectare în America de Sud, 83 milioane hectare în Oceania, 60 milioane hectare în America de Nord și 46 milioane hectare în America Centrală. Exprimând cifrele prezentate anterior în procente din suprafața afectată de degradare constatăm că eroziunea prin apă deține pe toate continentele, cu excepția Africii (46 %) peste 50 %, atringând în cazul Oceaniei chiar 81 %. Raportându-ne la suprafața continentelor, o situație îngrijorătoare înregistrează America Centrală, care are afectată de eroziunea prin apă, 43,4 % din suprafață. După modul în care se exercită acțiunea dinamică a apei asupra suprafeței terenului distingem:

- eroziune prin picături;
- eroziune prin scurgere.

În ceea ce privește efectul eroziunii asupra configurației terenului, aceasta poate fi:

- eroziune de suprafață;
- eroziune în adâncime.

Eroziunea solului este foarte greu de cuantificat, metodele cele mai bune fiind cele de teren, care se bazează pe măsurări directe vizând grosimea orizonturilor de sol. Totuși ecuația cea mai utilizată în vederea calculării estimative a eroziunii o reprezintă formula universală a eroziunii elaborată în anul 1960 (*Vischmaier H.*).

Eroziunea prin picături. Efectul principal al impactului picăturilor de ploaie cu suprafața solului constă în sfărâmarea, mărunțirea, împrăștierea (transportul prin aer) agregatelor structurale și aterizarea particulelor de sol. Distrugerea agregatelor structurale se datorează următoarelor elemente:

- șocul produs de picături asupra suprafeței solului;
- explozia agregatelor structurale de sol;
- dispersarea liantului care susține agregatele structural.

Intensitatea acțiunii erozive a picăturilor depinde de:

- energia cinetică a picăturilor;
- valoarea unghiului format de traiectoria picăturii cu planul suprafeței solului în punctul de impact;
- proprietățile solului;
- caracteristicile covorului vegetal.

Cel mai ușor sunt desprinse particulele de nisip fin, iar cel mai greu agregatele structurale cu stabilitate hidrică mare, particulele argiloase, datorită coeziunii ridicate și cele de nisip grosier, datorită greutateii mari. Picăturile de ploaie produc și îndesarea solului, reducându-se astfel permeabilitatea. Fenomenul de împrăștiere a particulelor de sol se produce până la 60-80 cm înălțime și pe o distanță orizontală de până la 1,5 m. Transportul de material nu se produce pe terenurile plane ci numai pe cele înclinate, pe care se constată o deplasare de sol spre aval. În acest sens, s-a constatat că pe un teren cu panta de 10 % se transportă în aval prin intermediul picăturilor de apă de trei ori mai mult material decât în amonte. Efectele manifestării procesului de eroziune prin intermediul picăturilor de ploaie se materializează în:

- remanierea (redistribuirea) locală a materialului de sol;
- netezirea suprafeței solului.

Eroziunea prin scurgere. Scurgerea dispersată de suprafață. Apa provenită din precipitații și topirea zăpezii care nu se infiltrază în sol, se scurge în cazul în care terenul este înclinat, la suprafață. Datorită scurgerii ea dezvoltă o anumită energie, prin intermediul căreia erodează solul, deosebindu-se mai întâi faza de desprindere și apoi cea de transport a particulelor de sol. În cazul în care stratul de apă care se scurge este subțire, puterea de transport este determinată numai de viteza de translație a apei, iar dacă este mai gros, intervin și curenții verticali, eroziunea depinzând și de turbulența curenților. Viteza de scurgere a apei depinde de înclinarea terenului și grosimea stratului de apă care se scurge. Mecanismul de producere al acestei forme de eroziune prin apă este următorul: precipitațiile căzute sub formă de ploaie, odată ajunse la suprafața solului sunt

absorbite până când capacitatea de absorbție a solului este depășită de cantitatea de apă căzută. Din acest moment, apa începe să se adune în microdepresiuni și cu timpul dacă ploaia continuă oglinzile de apă se unesc formând o peliculă continuă de apă care începe să se scurgă sub formă de firișoare sau șuvoaie. Eroziunea prin scurgere începe numai atunci când este depășită capacitatea de absorbție a solului și de reținere a apei în microdepresiuni. În privința capacității de reținere a apei în funcție de denivelările terenului, putem exemplifica prin faptul că pe ogor se rețin între 5 și 20 mm de apă, iar pe asfalt între 2-3 mm. Particulele de sol desprinse datorită acțiunii mecanice a picăturilor de ploaie și a scurgerii apei, sunt transportate fie prin târâre, fie în salturi, fie în suspensie. Ca urmare, pe traseele firișoarelor de apă se formează microrigole ale căror pereți instabili se surpă, efectul erozional fiind accentuat. Cantitatea de sol transportată depinde de capacitatea de transport a apei, de proprietățile fizice ale solului și de caracteristicile covorului vegetal. Dintre proprietățile solului, stabilitatea hidrică a agregatelor structurale are cea mai mare influență. Procesul se localizează în porțiunile uniforme ale versantului și are ca efecte apariția rigolelor și depunerea selectivă (după dimensiuni) a materialului de sol. **Scurgerea concentrată de suprafață** apare odată cu creșterea intensității și duratei ploii, prin unirea firișoarelor de apă în șuvoaie, scurgerea concentrându-se numai pe anumite trasee. Aceste șuvoaie se formează în special pe elementele rețelei hidrografice vechi (văiuți, vâlcele, viroage, văi) sau pe drumuri de câmp, cărări, poteci de vite, brazde. Energia cinetică și puterea de erodare a curenților de apă este mult mai mare determinând apariția rigolelor, ogașelor și ravenelor. Efectele depind în mare măsură de proprietățile solului, în special de textură și permeabilitate. Astfel, pe solurile nisipoase se formează ușor rigole și ogașe ale căror maluri se prăbușesc însă, adâncirea realizându-se lent, dar producându-se o mare dezvoltare laterală. Pe solurile argiloase rigolele și ogașele se formează mai greu, dar având malurile stabile, eroziunea înaintază în adâncime. Materialul erodat este transportat (târâre, salturi, suspensie) și depus fie datorită consumării energiei cinetice a curenților de apă, fie datorită unor obstacole. Eroziunea prin scurgere concentrată afectează puternic versanții pentru că antrenează și materialele provenite în urma eroziunii prin picături și scurgere dispersată, care constituie practic faze premergătoare. Formele de relief rezultate ca urmare a manifestării acestui tip de eroziune sunt:

- **rigola**, care are adâncimi de 20-50 centimetri și aspectul unor șanțuri izolate dispuse conform înclinării versantului, sau ramificații de șanțuri dese cu orientări diferite care nu au legătură cu rețeaua hidrografică;
- **ogașul**, care are adâncimi de 0,5-3 metri și lățimi de 0,5-8 metri, reprezintă șanțuri cu trasee neregulate dispuse conform înclinării versantului, evolute din rigole, cu lungimi de zeci sau sute de metri și cu linia bazei paralelă cu suprafața versantului;
- **ravena**, care are adâncimi de peste 3 metri, lățimea de până la 100 metri și lungimi de câțiva kilometri. Au evoluat din ogașe, au obârșia compusă din mai multe ramificații iar linia bazei are o înclinare mai mică decât suprafața versantului.

Când procesul este foarte intens se formează așa numitele pământuri rele (bad lands). La ploile torențiale scurte se manifestă eroziunea prin picături și cea prin scurgere dispersată, iar la cele de durată eroziunea prin scurgere concentrată. În cazul topirii zăpezii, predomină scurgerea concentrată, șuvoaiele fiind alimentate continuu prin topirea lentă. Efectele manifestării acestui tip de eroziune sunt evidențiate prin fragmentarea versanților datorită ravenării, declanșarea alunecărilor și prăbușirilor și aluvionarea unor zone de la baza versanților. O problemă importantă a apărut în cazul suprafețelor irigate necorespunzător, pe care a început să se manifeste așa numita **eroziune de irigație** (Measnicov M., 1975). Eroziunea de irigație se află în strânsă legătură cu normele de udare și se manifestă pe terenurile cu pantă mai mare de 1%. Cercetări experimentale au arătat că la o singură udare se pot înregistra pierderi de sol de 5 t/ha. Eroziunea de irigație apare atât în cazul aplicării metodei brazdelor sau canalelor, cât și a celei prin aspersiune (picături de apă).

6.1.7. Decopertarea și copertarea antropică

Un tip aparte al degradării prin dislocare și acoperire este cel datorat intervenției directe a omului asupra învelișului de sol, prin operațiunile de decopertare și de depunere a materialelor

transportate. Decopertarea se realizează de cele mai multe ori prin excavare, solul fiind distrus în mai toate situațiile în totalitate. Remarcăm faptul că operațiunea de decopertare care se aplică în cazul nivelării solurilor nisipoase este benefică, deoarece materialul superior decopertat se reasează la loc după executarea nivelării, în aceste condiții decopertarea fiind chiar obligatorie, pentru a se evita amestecarea orizontului superior mai fertil cu materialul subiacent nisipos și sărac. Decopertarea este frecventă atunci când se realizează căi de comunicații, construcții, sisteme de îmbunătățiri funciare sau alte operațiuni care implică excavarea solului. Efectul negativ este acela că se produc pierderi de sol și chiar și atunci când materialul decopertat rămâne pe loc el se amestecă pierzându-și calitatea inițială. De asemenea, decopertarea poate afecta întreg volumul de sol sau numai fragmente din acesta. Degradarea prin acoperire se referă la depunerea pe solurile deja existente a diferitelor materiale transportate de către om.

Acoperirea se poate realiza atât cu material de sol, cât și cu materiale amestecate, cum ar fi sterilul (halde). Efectele asupra solului sunt nocive, pedogeneza fiind întreruptă, iar la o eventuală reamenajare a suprafețelor respective, plantele s-ar afla în contact direct cu materialul acoperitor și nu cu solul inițial. Solurile pot fi acoperite în diferite grade, mergând până la scoaterea lor definitivă din folosință. Acest tip de degradare este frecventă în zonele în care se execută lucrări ample, dar acoperirea poate avea și un caracter extrem de haotic.

6.1.8. Reconstrucția ecologică a solurilor

Îndeplinirea funcțiilor ecologice ale solului în cadrul ecosistemului este asigurată de însușirile morfologice, fizice, chimice și mineralogice ale acestuia și în special a celor din orizontul de suprafață și din cele subiacente. Orizonturile care asigură hrana plantelor alcătuiesc așa-numitul *profil ecopedologic*. Reconstrucția ecopedologică a solului înseamnă de fapt reconstrucția profilului ecopedologic. Pentru că această reconstrucție nu se poate realiza pe întreg profilul au fost stabilite anumite priorități. Dintre aceste priorități menționăm *refacerea volumului edafic, capacitatea de schimb cationic, humusul, reacția solului, permeabilitatea*.

Obiectivele reconstrucției ecologice:

- ameliorarea stării fizice a solurilor compactate artificial și natural, prin aplicarea lucrărilor de afânare și introducerea de noi sisteme tehnologice de conservare;
- ameliorarea stării fizice a solurilor afectate de unele procese fizice de degradare de suprafață;
- corectarea reacției solului;
- refacerea rezervei de humus;
- fertilizarea echilibrată a terenurilor agricole;
- reducerea poluării cu substanțe chimice provenite de la diferiți agenți economici;
- elaborarea unor programe și a unor tehnologii de cultură specifice pentru valorificarea eficientă a terenurilor în condiții de protecție a mediului înconjurător și a calității vieții.

În funcție de intensitatea degradării ecosistemului și de natura intervențiilor necesare pentru reconstrucția ecologică se disting următoarele tipuri:

- reconstrucția ecologică (redresare ecologică dirijată), prin care se realizează un biosistem supraindividual asemănător celui anterior (refacerea nivelului trofic, al pH-ului, etc.)

- ameliorarea ecologică – reprezintă o acțiune mult mai intensă, prin care se realizează biosisteme care respectă în principal funcționalitatea și mai puțin structura și componența celui anterior (ex. ameliorarea sărăturilor, a nisipurilor, modificarea regimului hidric prin desecări sau irigații, plantări cu alte specii etc.);

- reconstrucția ecologică, în care se asigură o distribuție artificială a speciilor în biosisteme supraindividuale, conform unor aranjamente considerate optime, în care, în general, primează funcția de protecție a mediului ambiental (ex. terasări, instalarea unor biocenoze, altele decât cele inițiale).

Rezolvarea obiectivelor privind reconstrucția ecologică a solurilor se poate face prin respectarea unor principii și anume:

- realizarea protecției, conservării, reconstrucției și a managementului resurselor de sol, corespunzător cerințelor agriculturii și silviculturii durabile;
- revederea structurii folosințelor agricole și silvice;
- stabilirea și aplicarea măsurilor de prevenire a degradării solurilor;
- construirea perimetrelor de ameliorare a terenurilor degradate intens prin diverse tipuri de poluare;
- urmărirea stării de calitate a solurilor prin intermediul monitoringului integrat, în vederea stabilirii evoluției, prognozelor, avertizării și recomandarea măsurilor de reconstrucție ecologică în funcție de tipurile și complexitatea ecosistemelor abordate.

Pentru reconstrucția ecologică a solurilor agricole se vor avea în vedere următoarele obiective generale:

- reabilitarea, modernizarea și extinderea actualelor amenajări de îmbunătățiri funciare pe baza unor concepții moderne;
- ameliorarea stării fizice a solurilor prin aplicarea unui complex de măsuri ameliorative și folosirea tehnologiilor moderne de cultură a plantelor;
- ameliorarea condițiilor de fertilitate;
- elaborarea unor tehnologii moderne pentru cultivarea terenurilor degradate prin exploatarea miniere, a celor ocupate cu reziduuri.

În acest mod se poate realiza integrarea politicii agrare în cadrul politicii naționale de protecție a mediului înconjurător.

BIBLIOGRAFIE

1. ANDRIEȘ, S., URSU, A. *Starea și perspectiva folosirii solurilor*. // Lucrările conferinței științifice Solul și viitorul. Chișinău, 2001.
2. *Ameliorarea solurilor*. Ediție comemorativă / resp. ed.: Andrei Ursu (preș.). Chișinău, 2005.
3. CANARACHE, A. *Fizica solurilor agricole*. Editura Ceres. București, 1990.
4. CAPCELEA, V., OSIIUK, V., RUDCO, Gh. *Bazele geologiei ecologice a Republicii Moldova*. Chișinău: Știința, 2001.
5. CONTOMAN, M., FILIPOV, F. *Ecopedologie*. Ed. "Ion Ionescu de la Brad", Iași, 2007
6. *Degradarea solurilor și deșertificarea*. / Sub red. acad. Andrei Ursu, Chișinău, 2000.
7. *Eroziunea solului. Esența, consecințele, minimalizarea și stabilirea procesului* / red. resp.: Dan Nor, trad.: D.Balteanschi. Chișinău, Pontos, 2004.
8. FILIPOV, F., LUPAȘCU, Gh. *Pedologie*. Ed. Terra nostra, Iași, 2003
9. FLOREA, N. ș.a. *Geografia solurilor României*, București: Ed. științifică, 1968.
10. GOBAT, J-M., ARAGNO, M., MATTHEY, W. *Le Sol vivant. Bases de pedologie. Biologie des sols*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 1998.
11. JIGĂU, Gh., NAGACEVSCHI, T. *Ghid al disciplinei Fizica solului*. Chișinău, CEP USM, 2006.
12. OANEA, N. *Pedologie generală*. București: Ed. PACO, 2001.
13. LUPAȘCU, Gh., PARICHI, M., FLOREA, N. *Știința și ecologia solului (Dicționar)*. Iași, 1998.
14. LUPAȘCU, Gh., JIGĂU, Gh., VÂRLAN, M., *Pedologie generală*. Editura Junimea, Iași, 1998.
15. *Nicolae Dimo. Colaboratori și discipoli: În memoriam* / Chișinău: Soc. Naț. A Moldovei de Știința Solului, 2003.
16. OBREJANU, Gh., PUIU, Ș. *Pedologie*. Editura didactică și pedagogică, București, 1972.
17. ROȘCA, Z., BULAT, M., STASIEV, G. *Analiza chimică a solului. Îndrumări metodice pentru studenții facultății de biologie și agrochimie*. Chișinău, USM, 1990.
18. Soil Atlas of Europe, European Soil Bureau Network European Commission, 2005, 128p.
19. *Solurile (Seria monografică)*. Ed. Acad. Rom., 1990.
20. STADNIC, S. *Pedologie cu bazele geologiei*. Caiet de lucru cu îndrumări metodice și sarcini individuale pentru îndeplinirea lucrărilor de laborator, practice și practica de instruire pentru specialitățile 613.1 „Agronomie”, 424.1 „Ecologie”, Bălți, Presa universitară bălțeană, 2009.
21. STĂNILĂ, AL. *Cartografia solurilor*. București, 2001.
22. URSU, A., OVERCENCO, A., UNGUREANU, T. și al. *Transformarea tehnogenică a solurilor*. Chișinău, 1996.
23. URSU, A. *Pământul – principala bogăție naturală a Moldovei*. Chișinău, 1999.
24. URSU, A. *Clasificarea solurilor Republicii Moldova*. Chișinău, 1999.
25. URSU, A. *Solul în ecosistemele naturale și economia Moldovei* // Lucrările conferinței științifice Solul și viitorul. Chișinău, 2001.
26. URSU, A. *Raioanele pedogeografice și particularitățile regionale de utilizare și protejare a solurilor*. Chișinău: Tipogr. Acad. De Șt., 2006.
27. URSU, A. ș.a. *Caracteristica complexă a solurilor Republicii Moldova reflectată în banca de date* // Mediul ambiant, 2008, N° 4, p. 1-8.
28. URSU, A. ș.a. *Complexul de soluri hidro-halomorfe din stepa Bălților* // Mediul ambiant, 2008, N° 5, p. 34-37.
29. URSU, A. ș.a. *Turba și solurile turboase în lunca Nistrului* // Mediul ambiant, 2008, N° 6, p. 30-32.
30. *Атлас почв Молдавии*, Кишинёв: Штиинца, 1988.
31. АЛЕКСАНДРОВА, ЛН., НАЙДЕНОВА, ОА. *Лабораторно-практические занятия по почвоведению*, Л.: Колос, 1967.
32. БОИНЧАН, БП. *Экологическое земледелие в Республике Молдова (Севооборот и органическое вещество почвы)*. Chișinău: Știința, 1999.
33. ГАРКУША, ИФ., ЯЦЮК, ММ. *Почвоведение с основами геологии*, М.: Колос, 1975.
34. ЗОНН, СВ. *Почвообразование и почвы субтропиков и тропиков*, М.: УДН им. П. Лумумбы, 1974.
35. КРУПЕНИКОВ, ИА. *Чернозёмы Молдавии*. Кишинёв: Картя молдовеняскэ, 1967.
36. КРУПЕНИКОВ, ИА. *Чернозёмы: возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения*. Кишинёв: Pontos, 2008.
37. КРУПЕНИКОВ, ИА. БОИНЧАН, БП. *Чернозёмы и экологическое земледелие*. Бэлць, 2004.
38. ЛОБОВА, ЕВ., ХАБАРОВ, АВ. *Почвы* Москва: Мысль, 1983.

39. ЛЫКОВ, АМ., ТУЛИКОВ, АМ. *Практикум по земледелию с основами почвоведения*, М.: Колос, 1976.
40. *Почвоведение*. /Под ред. И.С.Кауричева, М.: Агропромиздат, 1989.
41. *Почвы Молдавии*, т. I, II, III, Кишинёв: Штиинца, 1984-1986.
42. *Почвоведение*. /Под ред. В.А.Ковды, Б.Г.Розанова, ч.I, II. М.: Высшая школа, 1988.
43. РОУЭЛЛ, Дэвид. *Почвоведение: методы и их применение*. Москва: Колос, 1998.
44. ФОКИН, АД. *Почва, биосфера и жизнь на Земле*. Москва: Наука, 1986.
45. <http://www.ec-gis.org/inspire/>
46. www.bgr.de/schoelerberg/start.htm
47. www.soil-net.com