

# Ș T I I N Ț A S O L U L U I

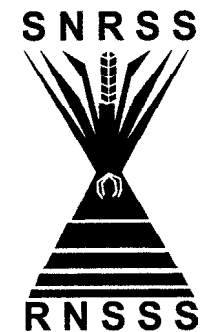
REVISTĂ A SOCIETĂȚII NAȚIONALE  
ROMÂNE PENTRU ȘTIINȚA SOLULUI

Seria a III-a

---

## S O I L S C I E N C E

JOURNAL OF THE ROMANIAN  
NATIONAL SOCIETY OF SOIL SCIENCE



1-2

---

2004, vol. XXXVIII

## **CENTENARUL - ACAD. NICOLAE CERNESCU**

Pe data de 22 iunie 2004 a avut loc în Amfiteatrul Heliade Rădulescu al Bibliotecii Academiei Române, sesiunea omagială

### **CENTENAR - ACAD. NICOLAE CERNESCU**

Această manifestare, la care au participat numeroși oameni de știință și cadre didactice din domeniul Științei Solului și alte domenii conexe, a fost organizată de Academia Română (Secția de Științe Agricole și Silvicultură) în colaborare cu Academia de Științe Agricole și Silvicultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară București, Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie.

Au luat cuvântul Acad. Valeriu D. Costea, Prof. dr. N. Florea, Dr. Alexandru Vasu, Dr. I. Munteanu, Dr. Volumina Cucută, Dr. P. Papacostea și Prof. dr. Șt. Puiu.

În alocuțiunile lor vorbitorii au subliniat meritele, activitatea și personalitatea marelui dispărut.

În acest număr, dedicat Centenarului Acad. Nicolae Cernescu, revista Știința Solului publică alocuțiunile rostite la această manifestare omagială.



## ACAD. PROF. DR. NICOLAE C. CERNESCU

Acad. David Davidescu și Acad. Valeriu D. Cotea



Avem nevoie și totodată datoria – deopotrivă onorantă – de a reîncorona periodic personalități care reprezintă, prin rezultatele activității lor repere de excepție. Omagiindu-le memoria, le reactualizăm contribuția la dezvoltarea patrimoniului științific, adâncim ecoul aportului lor în conștiința noilor generații. Un astfel de moment este cel de astăzi în cadrul căruia comemorăm un secol de la nașterea remarcabilului om de știință Nicolae C. Cernescu, care a activat peste 4 decenii în domeniul științei solului, la mijlocul secolului precedent.

Nicolae C. Cernescu, născut la 31 august 1904 în orașul Câmpulung (Muscel), a fost unul din cei 7 copii ai unei familii de institutori. Din familie și din școala primară a primit o educație aleasă, pe care a continuat-o ca bursier la liceul Sf. Sava din București. În perioada 1922-1925 a frecventat cursurile Facultății de Științe a Universității din București, devenind licențiat în științe fizico-chimice în anul 1925, an în care este angajat chimist la Secția de agrogeologie (numită ulterior secția de pedologie) a Institutului Geologic al României.

Și-a continuat pregătirea profesională în domeniul chimiei solului printr-un stagiul de doctorat la Politehnica Federală, din Zürich (1929-1931) sub conducerea reputatului profesor Georg Wiegner; subiectul abordat în teză, susținută în 1931, a fost din domeniul schimbului de cationi și structura silicaților.

În activitatea științifică, începută în 1925 la Institutul Geologic, mai întâi chimist și apoi cercetător la secția de pedologie, s-a bucurat de îndrumarea atentă a lui T. Saidel, fondatorul chimiei solului în România

a lui P. Enculescu, eminent geobotanist și a lui Em. Protopopescu-Pache, pedolog și hidrogeolog renumit, urmași și continuatori în domeniul științei solului ai marelui om de știință Gheorghe Munteanu-Murgoci, fondatorul pedologiei românești. Și-a însușit de la aceștia concepția naturalist-genetică în știința solului pe care a dezvoltat-o la noi niveluri, în întreaga sa activitate, continuată neîntrerupt la Institutul Geologic, unde, în 1948, ajunge șef al secției de pedologie, funcție deținută până la stingerea din viață.

Paralel a dus o susținută activitate de cercetare și în cadrul Academiei Române începând din 1946; din 1953 a devenit șeful Colectivului de Pedologie al Academiei Române, transformat ulterior în Centru de Ecologie Agricolă și Silvică.

În anul 1955 este ales membru corespondent al Academiei Române, iar în 1963 devine membru titular. Din 1966 este ales președinte al Secției de Științe Agricole și Silvicultură a Academiei Române și membru în Prezidiul Academiei.

În învățământul universitar Nicolae C. Cernescu a funcționat ca asistent la catedra de Chimie generală și chimia solului a Facultății de Agronomie din București în anii 1927-1928, întrerupându-și activitatea prin plecarea la doctorat în Elveția. Își reîncepe activitatea la Școala Politehnică din București, unde în perioada 1939-1946 a funcționat ca șef de secție la laboratorul de analize chimice și industriale sau ca asistent și apoi ca șef de lucrări la catedra de chimie fizică și analitică, predând cursul de chimie fizică în anii 1945-1947.

Din 1947 a ocupat prin concurs postul de conferențiar, iar din 1948 cel de profesor de pedologie la Institutul Agronomic din București.

Nicolae C. Cernescu a avut o bogată activitate științifică concretizată în cca 100 de lucrări publicate, care vădesc o arie largă de probleme abordate. În prima parte a activității sale științifice, preocupările au fost din domeniul chimiei fizice și din cel al chimiei și fertilității solurilor. În a doua parte a activității și-a îndreptat atenția spre problemele de clasificarea solurilor, cartarea și raionarea pedogeografică. A colaborat, de asemenea, la zonarea agriculturii României. Totodată a fost preocupat de coordonarea și dezvoltarea studiilor pedologice în țară, domeniul luând în următorii ani o amploare deosebită.

Nicolae C. Cernescu a organizat pentru prima dată pregătirea de specialiști pedologi în Facultate prin crearea unei secții de pedologie, inițial la Facultatea de Geologie a Institutului de Geologie și Tehnică Minieră înființată în 1948, unde a funcționat 2 ani ca profesor; această



secție a fost transferată după 2 ani la Institutul Agronomic, unde după câțiva ani a fost desființată, fiind reînființată în 1990.

Pentru lucrările științifice efectuate a primit premiul "Em. Racoviță" în 1949 și premiul "Gh. Doja" în 1957, decernate de Academia Română. În 1963 a fost ales membru al Academiei de Științe Agricole din Berlin.

Nicolae C. Cernescu a fost membru al Societății Internaționale de Știința Solului din anul 1929. A participat la înființarea Societății Naționale Române pentru Știința Solului în anul 1961, unde a avut și funcția de vicepreședinte.

În perioada 1937-1941 a îndeplinit funcția de secretar al Comitetului de geneză și cartografia solurilor. În anul 1960 a fost ales președinte al Societății Internaționale de Știința Solului - SISS – (pentru perioada 1960-1964), calitate în care a organizat cu succes lucrările celui de-al VIII-lea Congres Internațional de Știința Solului, București, 1964, congres care s-a bucurat de aprecieri elogioase și a avut un ecou larg în lumea pedologilor de pe glob. La încetarea din viață, la 26 aprilie 1967, avea funcția de "Past-president" (fost președinte) în cadrul SISS.

Nicolae C. Cernescu a participat la numeroase congrese, conferințe, simpozioane, consfătuiri. A făcut parte din Comitetul de experți pentru corelarea solurilor în vederea realizării hărții solurilor lumii și din Comitetul de raportări pentru întocmirea hărții solurilor Europei la scara 1:1000000.

Din 1965 a fost membru în "Comitetul consultativ pentru aplicarea științei și tehnicii la dezvoltare" de pe lângă O.N.U., alcătuit din 18 savanți din lume; la ultimele întâlniri ale acestui comitet a condus lucrările Biroului pentru resursele naturale.

Opera științifică de largă notorietate și munca neobosită de dezvoltare și impunerea științei solului în țară, ca și activitatea de promovare a colaborării internaționale în acest domeniu – aspecte ce vor fi dezvoltate în lucrările următoare – situează pe Nicolae C. Cernescu printre oamenii de știință de renume național și mondial, care și-a dedicat întreaga viață muncii pasionate de cercetare în domeniul științei solului, căreia i-a deschis noi orizonturi.

## ACTUALITATEA OPEREI ȘTIINȚIFICE A DISTINSULUI OM DE ȘTIINȚĂ NICOLAE CERNESCU (1904 – 1967)

**Prof. dr. N. Florea**  
Membru titular al A.S.A.S.



Prezentarea operei înaintașilor științei, în cazul de față ai științei solului, este nu numai o datorie izvorâtă din necesitatea de a readuce în memorie și de a face cunoscut patrimoniul nostru științific și pe slujitorii științei, ci și o îndatorire morală de a face un bilanț cuprinzător al activității acestor predecesori și a le determina locul pe care îl merită în istoria științelor. Este totodată o datorie de onoare de a sublinia valoarea operei înaintașilor și a aduce la cunoștință noilor generații pentru a le servi ca informație și model.

Pedologul Nicolae Cernescu, de la nașterea căruia se împlinesc 100 de ani, este unul dintre acești înaintași, cel mai de seamă reprezentant al științei solului din România de la mijlocul secolului al XX-lea, fondatorul pedologiei moderne în țara noastră.

Distinsul om de știință, stins din viață la numai 63 de ani în plină activitate creatoare, a avut o rodnică perioadă de lucru în aproape 4 decenii în domeniul științei solului și ne-a lăsat o operă științifică de înalt nivel, consemnată în aproape 100 lucrări publicate. Această operă poate fi caracterizată fără dubii ca fiind de mare complexitate și cu caracter fundamental într-o viziune holistică, contribuind la menținerea prestigiului științific recunoscut pentru acest domeniu încă din perioada lui Gh. Munteanu-Murgoci și T. Saidel.

Prin excelentele rezultate în diferite domenii ale științei solului, prin contribuția esențială adusă la fondarea și dezvoltarea de noi ramuri ale acestei tinere științe la vremea respectivă, prin activitatea neobosită de

instruire și pregătire de noi specialiști în variate ramuri ale pedologiei, prin atmosfera de lucru creată, Nicolae Cernescu și-a câștigat stima, respectul și recunoașterea de demn urmaș al lui Murgoci și Saidel.

Prin opera sa de mare valoare științifică a ridicat nivelul și prestigiul pedologiei românești, recunoscut pe plan internațional. De altfel multe dintre contribuțiile lui științifice depășesc granițele țării, fiind contribuții la dezvoltarea patrimoniului științei globale a solului.

Pentru meritele sale deosebite și activitatea sa polivalentă, comunitatea pedologilor l-a considerat pe Nicolae Cernescu o autoritate științifică de necontestat, astfel că el a dominat - prin ținută sa științifică remarcabilă și prestigiul său, timp de decenii - viața pedologică românească. Pentru aceasta este unanim recunoscut ca fondator al pedologiei moderne în România (Florea, 1994). De altfel, și eminentul profesor emerit N. Barbu denumesc etapa modernă de dezvoltare a pedologiei dintre 1948 și 1970 "perioada Cernescu-Chiriță", atribuindu-i deci numele după cele 2 personalități de seamă, "făuritoare de școală", din vremea respectivă.

\*  
\* \*

Chimist ca pregătire universitară, Nicolae Cernescu și-a început activitatea legată de sol prin efectuarea de analize chimice sub îndrumarea lui T. Saidel, fondatorul chimiei solului în România. Și-a desăvârșit studiile prin efectuarea unui doctorat în Elveția sub conducerea lui Georg Wiegner (Zürich) despre schimbul de cationi și structura compușilor minerali ce au această însușire, precizând legile schimbului de cationi și explicând comportarea diferită a materialelor studiate prin compoziția și structura lor internă. Teza efectuată a fost citată în numeroase lucrări de sinteză din vestul Europei la vremea respectivă, fapt ce atestă valoarea ei.

Întors în țară își reia preocupările de a introduce metode adecvate de analiză a solurilor și de efectuare de analize pentru diferitele tipuri de sol în vederea caracterizării lor. A contribuit la perfecționarea metodei potențimetrice de determinare a pH-ului în sol, metodă introdusă pentru prima dată în lume de T. Saidel (1912, 1913, 1915). A adaptat, îmbunătățind-o, metoda Schollenberger pentru determinarea capacității de schimb cationic și a cationilor schimbabili, fiind în acord cu definiția saturației în baze a solului dată de Bradfield (corespunzătoare solului cu carbonați) la care s-a aliat. Introduce metoda Kelley-Chapman pentru determinarea Ca schimbabil în solurile cu carbonați. Pentru determi-

narea H schimbabil folosește percolarea cu acetat de K, normal.

Aceste noi metode de analiză a solului, alături de cele care se foloseau deja pentru granulometrie, conținutul de humus, de azot, de carbonați etc., au asigurat obținerea de date comparabile pentru toate solurile. Ele sunt utilizate și în prezent în laboratoarele din țară, unele cu inerente adaptări. Au fost introduse între timp și noi variante de metode sau alte metode pentru noi determinări (săruri solubile, alcalizare, gips etc.).

O sinteză a lor a fost realizată prin volumul de "Metode de analiză chimică a solului" (1986) elaborat sub coordonarea Elenei Stoica. De asemenea, Alexandra Vasu a adus contribuții valoroase la abordarea sistemică în studiul chimic al solului și echilibrelor ionice, elaborând o metodologie de cercetare a structurii sistemice a solurilor, a componentelor în echilibru în circuitele biogeochimice și a condițiilor de stabilitate termodinamică și de translocare a nutrienților în ecosisteme (1986, 1988, 1989).

Nicolae Cernescu a considerat solul ca un sistem natural fizico-chimic și biochimic, foarte complex. De aceea, a dat atenție nu numai proprietăților chimice și fizico-chimice, ci și celorlalte fațete ale solului și relațiilor cu mediul, pentru a se putea obține o caracterizare cuprinzătoare a solului. Caracteristicile rocilor-mame de sol au fost considerate esențiale pentru definirea solului, astfel că a dezvoltat cunoștințele despre roci și minerale și îndeosebi despre structura cristalină a silcaților și mai ales a mineralelor argiloase și proprietățile acestora determinate de structura lor cristalină. Convins fiind de importanța substratului mineral al solului pentru geneza, clasificarea, fertilitatea și comportarea tehnologică a solurilor a pus bazele științifice și metodologice ale studiului mineralogic al solului, la început prin mijloace chimice (studiul cristalochimic al argilei) și apoi și prin metode specifice (röntgenografic, infraroșu etc.) în cadrul unui laborator special, domeniu care a fost dezvoltat de Gh. Gâță. Florica Popescu, Venera Codarcea și continuă să fie dezvoltat de Constantin Crăciun sub aspect metodologic, al compoziției mineralogice a solului și proprietăților induse, al proceselor pedogenetice, al influenței asupra fertilității solului, al utilizării fertilizanților și al implicațiilor compoziției mineralogice a solului în problemele de poluare (aspecte sintetizate de C. Crăciun în volumul "Mineralele argiloase din sol. Implicații în agricultură", 2000).

Partea organică a solului, cea mai reactivă, a fost studiată nu numai sub aspectul conținutului în sol și sub raportul componentelor

organici ai humusului, efectuând analize fracționate de materie organică pentru identificarea diferiților componenți ai humusului responsabili pentru procesele pedogenetice, ca și pentru caracterizarea materiei organice specifice diferitelor soluri și implicației acesteia în proprietățile solului și rodnicia lui. Din păcate astfel de analize nu se mai efectuează practic în prezent.

A dat o importanță deosebită legăturii dintre sol și partea vie din el încurajând dezvoltarea domeniului geobotanicii și inițiind cercetări microbiologice. Relațiile solului cu vegetația au fost studiate de I. Șerbănescu și colaboratorii lui, a căror activitate a fost sintetizată în harta vegetației în legătură cu solul la scara 1:1.000.000 (1973) și recenta hartă, la scara 1:500.000 (Dragu, Bălăceanu, Taină, 1999), ca și în definirea zonelor de vegetație ale țării în strânsă corelație cu cele de sol (1987, în "Metodologia elaborării studiilor pedologice").

Sesizând corect importanța proceselor biochimice din sol și relația lor cu procesele microbiologice, a înființat laboratorul de microbiologia solului în care au fost efectuate cercetări pentru caracterizarea microbiologică a diferitelor tipuri de sol sau pentru caracterizarea fertilității solurilor de către Elisabeta Missirliu și dezvoltate de cunoscutul microbiolog Petre Papacostea și colaboratorii lui, care au efectuat cercetări privind transpunerea în practică a unei concepții integraliste a solului ca organ viu a Terrei. P. Papacostea s-a preocupat și de organizarea unor simpozioane de microbiologia solului cu participare internațională, contribuind la dezvoltarea acestei ramuri și afirmarea ei pe plan internațional.

Nicolae Cernescu s-a preocupat de asemenea și de fertilitatea solului și ameliorarea ei pentru culturi agricole, dând importanță și aspectelor de ordin practic. În acest sens a făcut studii privind efectul ameliorării solurilor acide prin amendare cu calcar sau marnă, iar unul din colaboratorii săi, Ștefan Puiu, s-a ocupat de ameliorarea solurilor acide în teza sa de doctorat și în alte lucrări. De asemenea, problema K în sol – conținut și comportarea în sol – a constituit o temă cercetată atât sub aspect metodologic, cât și cu privire la caracterizarea solurilor în legătură cu regimul K; a arătat că acumularea K în sol este rezultatul proceselor opuse de bioacumulare și de eluviere din sol. În solurile din stepă, bioacumularea este dominantă, în solurile din silvostepă și zona forestieră mai puțin umedă bioacumularea este contrabalansată de eluviere, iar în solurile din zona umedă pierderile de K nu pot fi compensate de bioacumulare decât parțial; ca atare carența de K în sol apar de regulă doar în soluri din zona umedă cu grad de saturație în baze

scăzut și sunt frecvent însoțite și de curențe de Mg. Aceste studii au fost continuate și dezvoltate îndeosebi de Ruxandra Atanasescu – Bogaci care a realizat și o sinteză (1994) în care solurile României sunt caracterizate din punct de vedere al resurselor de K luând în considerare conținutul de K schimbabil relativ, de K fixat nativ și de K total pentru fiecare tip de sol, inclusiv distribuția acestor forme de K în solurile din țară pe clase de conținuturi de K.

Modul complex de abordare a cercetării solului și amploarea cercetărilor reiese și din organizarea activității de pedologie din Comitetul de Stat al Geologiei în anii '70. Existau 3 laboratoare de cercetare pentru: fizica și chimia solului, mineralogia și micromorfologia solului, microbiologia solului; 2 laboratoare de analize curente de sol: de chimia solului, de fizica solului; și 4 laboratoare de studii pedologice pentru: sistematica și geografia solurilor, paleopedologie, prospecțiuni (cartări) pedologice, cartări geobotanice. În total 9 laboratoare în care lucrau 124 oameni din care 85 cu studii superioare (Florea, 1972).

Prin analizele efectuate cu puține profile de sol, dar reprezentative, a reușit să redea o caracterizare chimico-genetică a principalelor tipuri de sol din țară în mod exemplar în ceea ce privește textura solului și variația pe profil, conținutul de humus și raportul C:N, valoarea pH, cationii schimbabili și gradul de saturație în baze, conținutul de K și altele. Studiile și analizele efectuate în deceniile următoare pe numeroase profile de sol din diferite regiuni ale țării și prelucrarea statistică a datelor au confirmat practic constatările lui N. Cernescu și au adus doar unele precizări sau detalieri.

A realizat unele corelații între însușiri ale solului. Astfel, pornind de la datele despre pH și cationii schimbabili și relația dintre acești parametri stabilită de T. Saidel

$$H = K_s \frac{H}{S} \quad \text{sau} \quad pH = pK_s + \log \frac{S}{H}$$

stabilește că valoarea pK<sub>s</sub> a solului, considerat ca acidoid variază între 5,1 și 5,7 în funcție de natura solului; totodată dă și o nouă formă a acestei relații și anume

$$pH = pK_s + \log \frac{V}{100 - V}$$

completată de Florea și colab. (1964) sub forma:

$$pH = pK_s + c + \log \frac{V}{100 - V}$$

introducând un termen de corecție (c) stabilit pe date statistice care variază cu gradul de saturație în baze, confirmând constatarea lui N. Cernescu că valoarea pKs se modifică datorită schimbării naturii argilei și humusului și a proporției acestora odată cu modificarea saturației în baze de la un sol la altul.

De asemenea, constatarea că modificarea compoziției cationice a complexului coloidal în procesul de debazificare are loc la început prin înlocuirea Ca de către H (suma Ca+H rămânând constantă) și ulterior și a Mg, a fost confirmată de cercetările ulterioare pe numeroase date (prelucrate statistic) de Florea și colab. (1964) care au emis conceptul evoluției stadiale a debazificării solurilor formate pe loess în diferite zone climatice.

Deduțiile lui Nicolae Cernescu, privind existența CO<sub>3</sub>Mg în orizonturile C ale unor cernoziomuri din simple analize chimice ale solurilor respective, au fost confirmate prin studiile chimico-mineralogice ulterioare (Florea și colab., 1972) efectuate pe soluri formate pe loess în Dobrogea, care au pus în evidență prezența dolomitului în orizonturile C ale solurilor bălane și cernoziomurilor carbonatice.

Datele privind cationii schimbabili pentru tipurile principale de soluri din România obținute în studiile lui Nicolae Cernescu au fost precizate și completate pentru noi tipuri de sol sau subtipuri ale acestora de numeroși cercetători printre care pot să fie menționați Iuliana Șerbănescu, Elena Stoica, Alexandra Vasu, Lucia Vlad, Sofia Zanelli, Irina Vintilă, Aurelia Chiriac, Ruxandra Bogaci-Atanasescu, Adriana Grigorescu-Cornescu, V. Blănaru, V. Miclăuș și alții.

Considerând capacitatea de schimb cationic ca o mărime aditivă (determinată de argila și humusul din sol), Nicolae Cernescu stabilește indirect capacitatea de schimb cationic a argilei din soluri care scade de la 73 la sub 33 me/100 g sol de la cernoziomuri la luvisoluri albice, reflectând modificarea naturii mineralelor argiloase din soluri, precum și pe cea a humusului din diferite soluri care scade de la 298 me/100 g sol la cernoziomuri la 120-180 me/100 g sol la solurile zonei umede (argiluvisoluri), dar crește la 429 me/100 g sol în orizontul B al podzolorilor reflectând clar schimbarea compoziției chimice și respectiv proporția acizilor huminici și fulvici din materia organică a solurilor. Aceste constatări au fost verificate în mare măsură prin date statistice (Popa și Gâță, 1997); se remarcă, totodată, valori care sunt mai reduse față de cele existente în literatură pentru substanțele humice din sol, fapt care a sugerat ideea că o serie de funcții organice ale acizilor din

humus sunt cuplate în diverși compuși complecși dintre partea minerală și cea organică.

Cercetările privind compoziția chimică a humusului din diferite soluri au fost continuate cu rezultate remarcabile de D. Daniliuc, Sofia Zanelli, Alexandra Vasu, M. Cicotti, Angela Lupașcu.

Studiile de geneza solului au constituit una dintre preocupările de predilecție ale lui Nicolae Cernescu, dezvoltând concepția naturalistico-genetică a școlii naturaliste ruse introdusă la noi de Gh. Munteanu-Murgoci, fondatorul pedologiei românești, după care solul este "un corp natural produs prin transformarea formațiunilor geologice de suprafață sub acțiunea interdependentă a climei, vegetației și microorganismelor. Factorul biologic joacă un rol conducător în procesul de formare și evoluție a solului, deoarece sub influența lui se desăvârșește însușirea esențială a solului – fertilitatea" (Cernescu, 1955). Studiul solului în această concepție necesită cercetarea solului pe teren și în laborator pe orizonturile pedogenetice specifice fiecărui sol, a căror succesiune formează profilul de sol; totodată este necesară cunoașterea condițiilor de mediu care au determinat formarea și evoluția solului.

Primul studiu de geneza solului a fost cel referitor la masivul Bucegi care iniția o serie de cercetări cu scopul mărturisit (1933) de a caracteriza morfologic, fizico-chimic și genetic tipurile de sol specifice diferitelor zone fito-climatice. În lucrarea menționată au fost precizate zonele de sol în corelație cu cele de climă și vegetație. Zona de sol este gândită ca fiind determinată de un proces pedogenetic principal și denumită după solul corespunzător stadiului climax de evoluție a solului, zona putând să includă și alte soluri mai puțin evoluat sau formate în condiții locale. Acest concept, valabil în mare măsură și astăzi, este aplicat și în alte lucrări (1943, 1937).

Alături de vegetație, a dat o atenție deosebită condițiilor de climă în formarea solului stabilind indici climatici specifici zonelor de sol din România; astfel zonele de sol din țară au fost caracterizate prin indicii de ariditate de Martonne și prin parametrii provinciilor climatice după sistemul Köpen, elaborând totodată hărți cu provinciile climatice, cu zonele de umiditate și cu zonele naturale de soluri (1934, 1937). Asemenea cercetări privind corelația solurilor cu clima și vegetația au fost dezvoltate de toți pedologii dar mai ales de M. Spirescu, V. Bălăceanu și N. Barbu. Datele obținute au stat la baza zonării teritoriului țării pentru producția agricolă și la baza recentelor microzonări pedogeoclimatice ale țării (Florea și colab., 1989, 1999), larg folosite în prezent pentru



fundamentarea diferitelor strategii sau programe de dezvoltare economică durabilă sau de protecția mediului.

Nicolae Cernescu a sesizat că și materialul parental al solurilor are o importanță deosebită în geneza și caracteristicile solului. El arată că depozitele argiloase, spre exemplu, pot modifica procesul de formare a solului din zona respectivă ducând la formarea altor soluri. A introdus astfel un nou tip de sol, pseudorendzina, bogat în humus, dezvoltat pe materiale argiloase, existent și azi în taxonomia solurilor, chiar dacă și-a schimbat denumirea.

Materialul parental – subliniază Nicolae Cernescu – are un rol important în micul circuit biologic și implicit în fertilitatea solului, care se manifestă pregnant mai ales în condiții climatice moderat umede când procesul eluvial începe să predomine asupra celui bioacumulativ în sol. Într-o lucrare de mare utilitate din punct de vedere genetic, evolutiv și al fertilității, privitoare la seriile trofice de soluri inserată în volumul omagial (1959) închinat lui Traian Săvulescu, președinte al Academiei, se arată clara influență a rocilor-mame de sol, grupate în 6 categorii după chimismul global, asupra stadiului de evoluție a solului către solul climax în zona forestieră, deosebind 4 stadii de debazificare (eubazic, mezobazic, oligomezobazic și oligobazic); această lucrare depășește ca importanță nivelul național, așa cum remarcă C. Chiriță (1973).

Printre lucrările de geneza solului ale lui Nicolae Cernescu sunt foarte cunoscute cele de chimism pedogenetic considerate clasice în domeniu. Dintre acestea este de menționat contribuția științifică ce depășește granițele țării referitoare la termenul și conceptul de podzol (1937). El arată că există două categorii calitativ distincte de soluri care au orizont eluvial E (notat cu A<sub>2</sub> la vremea respectivă) și care erau considerate împreună ca podzolari, una cu orizont B humico-feriiluvial și alta cu orizont B argilo-iluvial. Procesul caracteristic primei categorii a fost denumit podzolire primară (sau humico-iluvială), iar solul format podzol primar (podzol humico-feriiluvial) specific regiunilor umede și reci cu păduri de conifere, iar cel caracteristic celei de a doua categorii a fost denumit podzolire secundară (sau argilo-iluvială), iar solul format podzol secundar (ulterior denumit podzol argiloiluvial), specific regiunilor mai puțin umede cu păduri de foioase. Această distincție a celor două categorii de soluri a fost recunoscută internațional abia după câteva decenii; astăzi cele două categorii de soluri cu locul lor distinct în orice clasificare (Podzol și respectiv Luvisol albic în WRB - baza de referință internațională pentru resursele de sol. FAO - sau Spodosol și respectiv

Alfisol ori Ultisol în taxonomia americană).

Studiile chimico-genetice privitoare la solul brun-roșcat (1945), "podzolul de depresiune" (1945) și la solul podzolic pseudogleic (1973) sunt modele de cercetare. În aceste lucrări demonstrează ideea, susținută și în lucrări anterioare (1933, 1934, 1938), că în aceste soluri are loc migrarea argilei în orizontul B fără descompunerea ei, fără schimbarea compoziției și structurii ei cristaline, combătând părerea ce domina atunci. De altfel și M. Popovăț (1937) a constatat același lucru, ca și C. Chiriță în lucrările lui de geneza solurilor forestiere. Un argument foarte convingător în acest sens este uniformitatea naturii mineralogice a argilei sub 1 μ pe profil, constatată prin studii adecvate ale acestei fracțiuni. Doar la solurile afectate de stagnare periodică de apă are loc o mobilizare a Fe și Mg din rețeaua cristalină cu segregare de oxizi de fier și cu trecerea Mg sub formă schimbabilă marcată de creșterea ponderii Mg printre cationii de schimb. Aceste constatări anticipază într-un anumit sens, procesul de feroliză descris de Brinkman (1979), care arată că alterarea în condiții de alternanță a proceselor de reducere și oxidare poate avea loc chiar cu destrucția argilei.

Din analiza datelor chimice privind complexul de alterare al solului brun-roșcat și "podzolului de depresiune" trage concluzii utile cu privire la iuteala de migrare a diferitelor componente ale complexului de alterare stabilind următoarea serie:



Dinamica compușilor fierului în sol are o importanță esențială în soluri din regiuni umede sau cu exces de umiditate. De aceea a pus la punct o metodologie de determinare a Fe liber pentru a putea calcula raportul Fe liber/Fe total (1960, în colaborare cu Elena Gâță). Astfel de cercetări asupra oxizilor, importanța pentru caracterizarea proceselor pedogenetice și clasificarea spodosolurilor și andosolurilor, au continuat și s-au dezvoltat pentru determinarea a diferite forme de fier liber, a oxizilor de Al și altor însușiri legate de aceștia, ca retenția de fosfat (Alexandra Vasu, Elena Stoica, Lucia Vlad, Adriana Grigorescu, Ruxandra Bogaci).

Într-un studiu privind "cernoziomul levigat de Secaș" (1957) arată că formarea lui a avut loc printr-o întelenire străveche a unui fost sol de pădure, printr-o argilizare puternică "in situ" și o levigare profundă; pune totodată în evidență o concentrare de K în argila din orizontul superior de unde trage concluzia prezenței unui proces de sinteză de

mice potasice pe seama mineralelor argiloase tristratificate, concluzie confirmată prin studii ulterioare.

Asemenea studii de geneză, complexe, au fost continuate pentru unele soluri noi descrise pentru România ca solul cenușiu, solul maroniu (sub păduri xerofile) sau terra rossa și altele. Într-o temă de cercetare inițiată la Institutul Geologic în 1968 s-au făcut studii sistematice morfo-logicogenetico-geografice cu implicații de ordin aplicativ pentru toate tipurile de sol din țară care a continuat și la ICPA în primii 2 ani după înființarea lui, apoi astfel de studii au încetat practic să fie realizate. Studiul complex genetic, menționat mai sus, este consemnat în câteva rapoarte în manuscris cu date numeroase care rămân necunoscute și neutilizate și se vor pierde. Ar fi foarte util să se găsească posibilitatea de a fi aduse în forma de publicat, poate în limba engleză, deoarece reprezintă un adevărat tezaur științific care își păstrează actualitatea și în prezent și care ar constitui o lucrare de referință pentru pedologia românească a perioadei actuale.

După 1948 iau o amploare deosebită studiile privind inventarierea resurselor de sol și implicarea cunoștințelor și studiilor de sol în agricultură; a crescut vertiginos numărul celor implicați în activitățile de teren și de laborator. Era necesară pe lângă dezvoltarea metodei de cercetare, o clasificare a solurilor instrument principal în activitatea de cartografiere a solurilor.

Clasificarea solurilor existentă atunci era cea introdusă de Gh. Munteanu-Murgoci și folosită în harta solurilor țării la scara 1:1.500.000 (1927), bazată pe morfologia profilului de sol ca reflectare integrată a condițiilor în care s-a format solul; dar această clasificare avea în vedere doar tipurile de sol nu și subdiviziuni ale acestora, necesare în studiile mai detaliate ce se efectuau. Pe baza datelor acumulate în studiile de teren în primii ani de cartare, Nicolae Cernescu face o primă grupare a solurilor în 6 familii: cernoziomuri, soluri silvestre, soluri podzolice, rendzine și pseudorendzine, soluri saline și alcalice și soluri de mlaștină și semimlaștină. În aceste familii erau incluse tipuri genetice de soluri, de fapt serii genetice de sol cuprinzând stadii de evoluție către tipul de sol (climax) corespunzător zonei. Mulți termeni sunt preluați de la Murgoci.

Tipul genetic de sol a fost considerat de Nicolae Cernescu și este și în prezent considerat ca unitate a de bază în clasificare. El este caracterizat (1960) ca având aceeași structură a profilului de sol, condiții de formare asemănătoare și condiții ecologice similare care presupun

aceeași fitocenoză. Se subdivide în subtip, gen, serie, varietate și variantă, într-o accepțiune apropiată de cea utilizată în prezent. Tipurile de sol sunt grupate într-o singură unitate de ordin superior, familia de sol, după natura procesului de pedogeneză (în prezent denumită clasă).

Propune separat de unitățile taxonomice de sol un sistem de unități de regionare pedologică, după L. Prasolov și colab., constituit din următoarele unități: zonă, subzonă, provincie (sau facies provincial), regiunea naturală, districtul și arealul geografic elementar de sol, ultimul corespunzător unității taxonomice de sol.

Un al treilea mod de sistematizare a solurilor este gruparea lor în scopuri bine determinate, ca de exemplu în scopuri agroproductive, caz în care se ia în considerare natura plantelor ce pot fi cultivate (adaptabilitatea), caracteristici care asigură o anumită productivitate pentru plantele respective (productivitatea) și caracteristici de care depind posibilitatea folosirii teritoriului pentru obținerea de recolte (accesibilitatea sau capacitatea de folosință).

Nicolae Cernescu nu întocmește un sistem de clasificare, considerând că mai era încă necesară acumularea de date din lucrările de teren. Elaborează însă, în colaborare, o listă sistematică a solurilor țării (1962) folosind datele existente. Lista este alcătuită după structura unei legende de hartă de soluri și ia în considerare și materialele parentale; include de asemenea, subdiviziuni – precizate cantitativ în anexe, – în funcție de acumularea substanței organice, conținutul de carbonați și adâncimea lor, diferențierea texturală, saturația în baze, alcalizarea, conținutul de săruri solubile, tipul de salinizare, grosimea profilului și conținutul de fragmente grosiere etc.

A elaborat, însă, o clasificare a solurilor cu exces de umiditate luând în considerare regimul hidric (după A. Rode) și drenajul natural al solurilor (pe baza claselor de drenaj ale serviciului de soluri din SUA), adaptându-le la condițiile specifice teritoriului României.

Problema clasificării solurilor a fost foarte mult dezbătută în literatura pedologică românească, prezentându-se numeroase variante de clasificare, dar la baza lor a stat lista sistematică a solurilor țării elaborată de Cernescu și colaboratorii lui de la Institutul Geologic. În vederea realizării unei unități de vedere în acest domeniu, Societatea Națională Română pentru Știința Solului a inițiat elaborarea unei clasificări naționale definitive în 1969. După câțiva ani, o nouă formă a clasificării naționale a solurilor a fost elaborată de noul institut de pedologie înființat în 1970 care, după lungi dezbateri, a fost definitivată

sub denumirea de Sistemul Român de Clasificare a Solurilor (1980); are la bază însușirile întrinseci ale solului definite pe cât posibil cantitativ prin orizonturi diagnostice și însușiri diagnostice. Recent (Florea și Munteanu, 2003), acest sistem a fost îmbunătățit ținând seamă de experiența acumulată și de progresele realizate pe plan internațional (pe linie FAO sau în SUA) și tipărit de ICPA sub denumirea de "Sistemul român de taxonomie a solurilor", premiat în acest an (2004) de Academia de Științe Agricole și Silvicultură "Gh. Ionescu-Șișești" cu premiul Nicolae Cernescu, instituit de ASAS ca omagiu pentru ilustrul om de știință, care se adaugă la alte dovezi de prețuire a lui și anume volumul special "In memoriam" editat de Institutul Geologic în 1970 și volumul de "Opere alese" editat de Academia Română în 1973.

Primele lucrări pedologice de teren au fost efectuate în bazinul Călnăului, afluent al Buzăului, având ca obiectiv extinderea proceselor de eroziune a solului și a alunecărilor de teren și apoi în Câmpia Râmnicului având ca obiectiv elaborarea hărții solurilor (1948); rezultatul cercetărilor în Câmpia Râmnicului, la care a colaborat și prof. Nicolae Bucur cu care a avut consultări în legătură cu încadrarea solurilor în unități taxonomice, au fost publicate în 1952. Au urmat apoi alte studii pedologice regionale efectuate în diferite părți ale țării în colaborare cu N. Florea, V. Bălăceanu, H. Asvadurov, C. Oancea, T. Gogoasă, C. Chițu, C. Tutunea, Al. Cucută, P. Vasilescu, Ecaterina Moise, C. Orleanu, Fl. Predel, Angela Popovăț, M. Opriș, Marcela Neacșu și alții. În aceste lucrări, odată cu solul este studiat și relieful, materialul parental și roca subiacentă, apa freatică, vegetația și utilizarea terenurilor, fenomenele de degradare a terenului și căile de combatere a acestora, obținându-se astfel o imagine integrată despre mediul geografic și problemele utilizării lui raționale. Acest mod de abordare a fost de altfel adoptat și dezvoltat de toți pedologii, reflectat în numeroase studii regionale, adevărate monografii geografice. O prezentare a realizărilor obținute în țară s-a făcut la conferința pedologică din 1958 care s-a bucurat de aprecierea unanimă a participanților străini.

Unul dintre scopurile extinderii cartărilor pedologice a fost elaborarea hărților de soluri ale țării. A reușit să elaboreze cu colaborarea tuturor pedologilor harta solurilor țării la scara 1:1.000.000 și a textului explicativ prezentat la al VIII-lea Congres Internațional de Știința Solului, București, 1964 și s-a început elaborarea hărții solurilor țării la scara 1:200.000 din care au fost publicate doar 2 hărți (1964), de asemenea distribuite la congresul menționat, fiind elogios apreciate de pedologii

străini. Aceste hărți și ghidurile științifice ale excursiilor de studii în România organizate cu prilejul Congresului, ghiduri care prezintă nu numai o imagine de ansamblu și local de detaliu, asupra solurilor țării și o imagine cuprinzătoare asupra cadrului natural al țării, al economiei și al problemelor legate de utilizarea resurselor de sol; toate acestea au consacrat pedologia românească și pe mentorul ei, Nicolae Cernescu la nivel internațional în domeniul cartografiei solurilor și a atras după sine cooptarea în colectivele internaționale de lucru pentru redactarea hărții solurilor lumii la scara 1:5.000.000. Activitatea de elaborare a hărților de soluri pe țară și regionale a fost continuată de urmașii lui Nicolae Cernescu pe aceleași baze. Au fost tipărite noi ediții ale hărții solurilor la scara 1:1.000.000 în 1970 (în Atlasul Geologic) și în 1978 (în Atlasul Geografic). A fost tipărită harta pedologică la scara 1:500.000 în 1970 – 1971 (N. Florea, Ana Conea, I. Munteanu, H. Asvadurov, V. Bălăceanu, C. Oancea, M. Spirescu), cu medalionae privind rocile-mamă, unitățile pedoameliorative și solurile zonale, hartă premiata de Academia Română. A fost încheiată în 1994 tipărirea celor 50 de foi din harta solurilor țării la scara 1:200.000, începută încă din anii 1960, hartă care reprezintă o valoroasă sursă de informație pentru multiple scopuri privind utilizarea durabilă a resurselor de sol și prevenirea degradării mediului ambiant.

Totodată au fost realizate hărți tematice corelate cu cea de sol privind granulometria, excesul de umiditate, solurile erodate, solurile salinizate și vulnerabilitatea la poluare. De mare utilitate este harta microzonelor pedogeoclimatice care sintetizează și sistematizează marea varietate a condițiilor de climă, relief și sol din țară în cca. 100 unități de peisaj denumite microzone pedogeoclimatice.

Dintre sintezele pedologice pe regiuni sunt de menționat cele pentru județul Satu Mare (H. Asvadurov, 1983), depresiunea Sibiu (V. Bălăceanu, 1970). Defileul Dunării (V. Glăvan, N. Florea, Ruxandra Bogaci, 1990), Delta Dunării (I. Munteanu, 1996), Carpații Meridionali (V. Bălăceanu, Elisabeta Marian, 1985), Carpații Orientali (N. Barbu, Gh. Lupașcu, C. Rusu, 1995) și altele.

Caracterizări sintetice pe tipuri de sol au fost prezentate pentru solurile cenușii și solurile maronii (Florea și colab., 1962, 1963), solurile negre clinohidromorfe, solurile brune acide, solurile holoacide (Bălăceanu și colab., 1987, 1996, 2002), andosolul (Perpeliță, 1991), vertisolul (Seceleanu, 2003) și altele.

În prezent este în desfășurare o activitate de transpunere în

sistem informatic a metodologiei de inventariere a solurilor și de interpretare a datelor obținute (V. Vlad, Roxana Vintilă). Foarte necesară este însă, trecerea în sistemul informatic geografic a întregii informații pedologice, nu numai pentru stocarea ei ci și pentru valorificarea ei cât mai eficientă în prezent și viitor. Au fost făcuți primii pași promițători, dar ducerea ei la bun sfârșit necesită utilaje tehnice corespunzătoare și specialiști informaticieni dar și pedologi, precum și alte mijloace și implicit mijloace financiare, care din păcate nu sunt disponibile în măsura necesară, din lipsa unei viziuni clare de perspectivă în domeniu la nivel înalt.

\*  
\* \*

În activitatea de cercetare, Nicolae Cernescu a colaborat și cu specialiști din afara Institutului geologic și anume din Academia Română, din departamentul agriculturii și silviculturii, dar mai ales cu pedologi de la Iași coordonați de N. Bucur și apoi de N. Barbu.

Ideile academicianului Nicolae Cernescu și cunoștințele transmise de el au fost diseminate în cercuri largi printre cei care l-au urmat în învățământ (Șt. Puiu, N. Oanea, Volumnia Cucută) sau care au lucrat în cercetare (N. Florea, M. Spirescu, Ana Conea, M. Opriș, Fl. Predel, Mugur Cenușe, Irina Vintilă, Aurelia Chiriac, I. Munteanu, V. Bălăceanu, I. Nițu, M. Parichi și alții), în proiectare (E. Popescu, N. Marțian, Gh. Cazzaro, D. Enescu și alții) ori la Ministerul Agriculturii și direcțiile agricole județene (St. Cârstea, Luca Savopol, C-tin Nicolae, Pompiliu Stănescu, D. Afusoaiie, Sergiu Ionescu, Ionica Mititelu și alții). Alți foști studenți au valorificat cunoștințele căpătate peste graniță (D. Cârstea, Bruno Yaron, Al. Măianu, I. Marcu, Sarina Saltzman).

Se cuvine o subliniere a forme de prezentare a lucrărilor scrise de Nicolae Cernescu.

Redactarea lucrărilor este făcută cu deosebită meticulozitate, cu o aleasă grijă și cântărire a vorbelor folosite. Fiecare lucrare începe cu sinteză la zi a informației existente, ceea ce arată importanța ce o dă unei foarte bune documentări. Urmează prezentarea datelor proprii și examinarea lor critică, cu o interpretare riguroasă și expunere succintă și limpede. De aceea, lucrările sale sunt exemple de stil clar și cursiv, cu expunere sobră a datelor cu concizie și precizie, cu înlănțuire logică a ideilor. Sunt alese cele mai potrivite cuvinte care să exprime adecvat ideile și interpretările, reflectând o profundă cunoaștere a fenomenelor studiate. Această unitate dintre formă și fond face lectura lucrărilor

agreabilă și foarte ușor de perceput și deci atrăgătoare, cuvintele ordonându-se firesc și legând logic ideile. Așa cum se exprimă C. Chiriță (1970), lucrările lui Nicolae Cernescu sunt "adevărate cristale perfecte, cu scilipiri de diamante". Importanța și utilitatea lucrărilor lui N. Cernescu constă deci nu numai în noutatea adusă de ele, ci și în argumentarea prezentată, interpretarea efectuată și exprimarea adecvată. Această meticulozitate și acuratețe în redactarea lucrărilor a fost imprimată și colaboratorilor lui.

Trebuie, de asemenea, subliniată atmosfera academică din Institutul Geologic. Ședințele săptămânale de expunere a rezultatelor sau de prezentare de comunicări, ca și discuțiile asupra temelor de cercetare, au jucat un rol important în comunicarea între cercetători, în precizarea noțiunilor și terminologiei, în adâncirea cunoștințelor, în încolțirea de noi idei, în instruirea celor tineri. A existat, într-adevăr, un mediu rodnic de dezvoltare sau promovare de concepte, teorii, modele, planuri, inițiative cu caracter creator, a cărui lipsă se resimte azi, deși suntem în plină epocă informatică.

\*  
\* \*

Am examinat în expunerea mea doar aspectele principale ale operei științifice de excepție în domeniul științei solului a lui Nicolae Cernescu și influența acesteia în activitatea celor care au continuat studii în acest domeniu. Dar academicianul Nicolae Cernescu a avut și alte preocupări și realizări deosebit de valoroase pe plan național și internațional, în educație și învățământ care vor fi abordate în alte lucrări.

Din cele expuse a rezultat clar că pedologii români au prețuit și dezvoltat creator ideile, conceptele, opiniile și preocupările variate ale lui Nicolae Cernescu, valorificându-le ca sursă de informare și chiar și inspirație, precum și ca model de elaborare a studiului, ca exemplu de redactare clară și concisă a rezultatelor obținute.

A fost nu numai un promotor al studiilor pedologice complexe la vremea respectivă, fondator al pedologiei moderne, contribuind esențial la ridicarea prestigiului internațional al pedologiei românești cu care ne mândrim, ci și un catalizator al activității ulterioare a discipolilor lui.

Academicianul Nicolae Cernescu a fost permanent prezent nu numai în amintirea urmașilor, ci și în viața și munca de zi cu zi a fiecăruia, contribuind la stimularea, orientarea și diversificarea activităților

și va continua să influențeze activitatea pedologică românească, prin opera și pilda vieții sale închinată științei solului cu admirabilă pasiune și abnegație.

#### BIBLIOGRAFIE (lucrări despre N. Cernescu)

- Blănaru V., 1997, Academicianul Profesor Nicolae C. Cernescu. Știința Solului, XXXI, nr. 1, București, p. 114 – 116.
- Cernescu N.C., 1973, Opere alese. Edit. Acad. Rom, București, p. 512.
- Florea N., Conea Ana, 1970, Contributions of N. Cernescu and M. Popovăț to the development of soil science în Romania, Inst. Geol., St. Teh. econ., seria C, nr. 18, București, p. I – XX.
- Florea N., 1972, Șase decenii de activitate pedologică, Inst. Geol., St. Teh. econ., seria C, nr. 20, București, p. 7 – 25.
- Florea N., 1994, N. Cernescu, fondator al pedologiei moderne în România, Academica, anul V, 10(58), august, 1955.
- \*\*\*1967, Academicianul Nicolae C. Cernescu 1904 – 1967, Știința Solului, vol. 5, nr. 2, București, p. 97 – 103.
- \*\*\*1970, N. Cernescu – Cuvântări rostite la adunarea de doliu din 28 aprilie 1967.
- \*\*\*1970, In memoriam N. C. Cernescu et M. Popovăț, Inst. Geol., St. Teh. econ., seria C, nr. 18, București.

## CHIMIA SOLULUI ÎN VIZIUNEA ACAD. NICOLAE CERNESCU

Dr. Vasu Alexandra



Consacrat ca pedolog în cele mai înalte foruri naționale și internaționale, distinsul profesor și conducător științific Acad. Nicolae Cernescu s-a impus prin spiritul profund analitic și rigurozitatea chimistului care și-a pus amprenta pe întreaga activitate de înaltă ținută științifică de remarcabil om de știință.

Prin complexitatea problemelor abordate și caracterul fundamental al cercetărilor, opera lui N. Cernescu constituie o contribuție recunoscută la știința mondială, definind poziția avansată a școlii românești de știința solului la patrimoniul pedologiei mondiale.

Prin lucrările elaborate, fiecare un model de abordare și soluționare a unor probleme complexe de chimia solului, printr-o activitate intensă și susținută, ne-a lăsat viziunea sa privind rolul și importanța cunoașterii constituenților solului, a proprietăților fizico-chimice ale acestuia și mai ales a cunoașterii chimismului solului.

De remarcat faptul că în viziunea profesorului Cernescu fiecare cifră a unui rezultat analitic, fiecare informație din observațiile de teren trebuie să aibă o semnificație, fie ea și negativă în raport cu obiectivul urmărit. Nu concepea ca un cercetător să nu poată sesiza aceste semnificații. Acest lucru avea o pondere deosebit de mare în evaluarea calității de cercetător.

Foarte exigent în privința acurateței informațiilor, care trebuiau culese cu mult spirit de răspundere, fie că era vorba de analize de laborator sau informații de teren, sau recoltare de probe de sol pe orizonturi genetice foarte bine delimitate, probe de litere, vegetație sau material



parental și rocă mamă. Această exigență a reușit să o transmită în mare măsură tuturor celor care au avut șansa să lucreze cât de puțin sub îndrumarea directă a marelui om de știință, care la rândul său a pășit în sanctuarul științei sub îndrumarea întemeietorilor pedologiei la fel de exigenți, care l-au lăsat să se descurce singur printre pipete și biurete, dar i-au pus în mână și cazmaua de pedolog.

De aceea considera de neconceput ca un chimist de sol să nu cunoască obiectul muncii sale, respectiv subiectul cercetărilor sale, "solul", în mediul său natural și în consecință își trimitea chimiștii din primele luni de activitate pe teren în echipe cu pedologi cu experiență.

Format în spiritul naturalist al colaboratorilor direcți ai lui G.Murgoci și adept al școlii genetice a solurilor a lui Dokuceaev, ale cărei concepte au fost introduse în primul sistem de clasificare a lui G. Murgoci, N. Cernescu își continuă întreaga activitate în aceeași viziune pe care o transmite la rândul său colaboratorilor săi.

În analiza de sol a ținut cont în permanență de natura și proveniența probelor de sol. În caracterizarea compoziției și a proprietăților solurilor a ținut seamă de originea și stadiul de evoluție al solului. De asemenea în studiile de pedogeneză, clasificare și cartografie de sol a luat totdeauna în considerare mediul natural al formării și evoluției solurilor, respectiv condițiile fizico-geografice, ca și cele geo-bio-climatice.

În acest sens, la începutul carierei când tânărul cercetător, sub îndrumarea directă a lui T. Saidel, autorul primelor măsurători electrometrice de pH din lume, a fost implicat și el în cercetarea pH-ului solurilor, nu s-a rezumat la a-și însuși metoda specifică de analiză, ci a căutat să o îmbunătățească, mai întâi pe cea cu electrod de hidrogen, pe care l-a înlocuit apoi cu electrod de chinhidronă și ulterior cu electrodul de sticlă.

În cercetările întreprinse în vederea caracterizării solurilor României privind valorile pH a adus informații și cu referire la valorile acidității hidrolitice și de schimb și, mai mult, a confirmat legătura strânsă dintre formele de aciditate și pH.

În 1942, reluând problema de care se ocupase anterior T.Saidel, privind relația pH cu capacitatea de tamponare a solului, N.Cernescu dă o nouă formă ecuației sistemelor de tamponare în funcție de gradul de saturație în baze și demonstrează diferențierea curbilor de tamponare a solurilor în raport cu proporția de argilă și humus a complexului argilo humic.

În paralel cu cercetările privind reacția solului N.Cernescu a fost implicat și în alt domeniu de preocupare de avangardă al lui T.Saidel,

cercetarea soluției solului, "mustul pământului," a cărei importanță în valoarea nutritivă a solului, a fertilității acestuia a sesizat-o, dar din păcate cercetările au fost limitate de tehnicile analitice ale timpului. Ulterior, la sfârșitul secolului, ele au fost reluate și aprofundate în sensul definirii echilibrelor ionice specifice și al identificării dependenței acestora de constituenți de bază ai solului și de condițiile geo-bio-climatice de evoluție a solului respectiv.

În cercetarea unei alte proprietăți fizico-chimice a solului, capacitatea de schimb cationic, de a cărei semnificație majoră și-a dat seama de la desăvârșirea studiilor de doctorat, nu s-a rezumat doar la selecționarea, adoptarea și modificarea metodei Schollenberger de determinare a proprietăților de schimb ionic și la caracterizarea solurilor României din acest punct de vedere, ci consacră mult timp definirii procesului de schimb ionic, pe care îl consideră ca o reacție de suprafață, un proces simplu de adsorbție (și nu o reacție chimică, așa cum apreciau alți cercetători ai vremii). De asemenea a sesizat și a evidențiat influența alcătuirii complexului adsorbțiv la definirea capacității de schimb cationic. Astfel, însușindu-și punctul de vedere al profesorului Wiegner (în concepția căruia cationii externi din jurul particulei coloidale puteau fi schimbați cu alți cationi, cu putere de deplasare cu atât mai mare cu cât ionii au volum mai mic), N. Cernescu consideră posibilă explicarea comportării coloizilor în suspensie în funcție de valoarea potențialului electrocinetic al particulei, rolul determinant revenind razei ionului din stratul extern. A studiat procesul de schimb cationic pe diferite materiale (minerale și substanțe humice), cu capacități de schimb diferite, prin măsurarea vitezei de reacție, prin modul de schimb cu cationii din seria liotropă și cercetarea comportării în procesul de schimb a cationilor organici cu volum mare.

Trebuie menționat faptul că cercetările aprofundate ale procesului de schimb cationic au fost printre primele în acest domeniu, având o importanță istorică în dezvoltarea chimiei solului.

Din acumularea de date analitice privind caracterizarea capacității de schimb cationic a principalelor soluri din țară, sesizând semnificația pedogenetică și agrochimică a saturației în cationi bazici, în 1959 stabilește seriile trofice ale tipurilor genetice de soluri forestiere.

Acumularea de date privind capacitatea de schimb a solurilor, a permis totodată aprecieri privind alcătuirea capacității de schimb, dinamica ionilor pe profil, levigarea acestora și intensitatea de debazificare prin substituirea metalelor alcalino-pământoase și a celor alcaline cu H, cu efecte până la alterarea mineralelor argiloase. O atenție deosebită a

acordat-o dinamicii K, pentru care s-au efectuat și primele cercetări microbiologice la noi în țară cu *Aspergillus niger*. Urmărind atent dependența proprietăților fizico-chimice ale solurilor de proporția și compoziția specifică a constituenților minerali și organici, a aprofundat cunoașterea acestora, respectiv a efectuat analize pentru cunoașterea compoziției chimice a argilelor din principalele unități genetice de sol și a coordonat cercetări privind cunoașterea compoziției mineralogice a argilelor din sol, pe care foștii săi colaboratori la sfârșitul secolului au completat-o cu determinări cantitative. Introduce analiza roentgenografică și studiul în infraroșu al fracțiunii argiloase din soluri, analiza termică diferențială și spectrografică. Introduce de asemenea analiza complexului de alterare după van Bemmelen-Hissink. În ceea ce privește materia organică a solului, a introdus analiza calitativă a humusului, interpretând dinamica pe profil a diferitelor fracțiuni de humus și semnificația pedogenetică a acestora.

În anii 1960 extinde cercetările spre o altă categorie de constituenți de sol, oxizii liberi de fier și dinamica acestora pe profil, separat sau în raport cu oxizii de aluminiu și silicea.

Cu o gândire logică profundă și cu o tenacitate deosebită în înțelegerea fenomenelor în legăturile lor cauzale și pe cât posibil cu identificarea proceselor ce au loc și eventual a mecanismelor acestora, a avut capacitatea de a discerne și în consecință de a valorifica la maximum informațiile culese în teren sau în laborator în spiritul unor ipoteze de lucru temeinic fundamentate.

Astfel, se explică implicarea chimistului pedolog, înarmat cu conceptul naturalist al înaintașilor săi, însușit cu discernământ, în cercetări de pedogeneză, evoluție și clasificare a solurilor și în ultimele decenii de cartografie a solurilor.

Poate că exemplul cel mai grăitor în acest sens este observația majoră pe care a făcut-o încă la începuturile carierei de pedolog, prin diferențierea netă a două categorii de podzoluri cu procese de formare și evoluție distincte, chiar dacă ambele podzoluri se caracterizează printr-un orizont eluvial și un orizont B de acumulare (iluvial). N. Cernescu, chimistul pedolog, sesizează și diferențiază două procese distincte: procesul de alterare avansată a silicaților până la destrucția mineralelor argiloase, însoțit de migrarea și acumularea în orizontul B a substanței organice și a sescvioxizilor de fier și aluminiu, "podzolirea primară" și procesul de migrare mecanică a fracțiunii argiloase, fără destrucție, și de acumulare a ei într-un orizont B argiloiluvial, "podzolirea secundară".

În studiile regionale, pe care le-a efectuat împreună cu colaboratorii săi, a acordat atenție deosebită proceselor de pedogeneză și chimismului solului în cernoziomurile levigate, solurile podzolice argiloiluviale, solurile podzolice argiloiluviale pseudogleice, pseudorendzinele (pe care le-a diferențiat și le-a introdus în literatură română) și mai ales în solul brun roșcat de pădure.

De-a lungul întregii și prodigioase activități științifice de avangardă exemplele în acest sens sunt foarte numeroase.

În ultimii ani de activitate, conștientizând din experiența acumulată direcțiile necesare a fi aprofundate în știința solului, a insistat asupra cunoașterii solului ca un corp natural și a diferențierii unităților genetice de sol, ca și a răspândirii fizico-geografice a acestora și pe de altă parte a identificării particularităților relațiilor sol-plantă. A conturat orientarea viitoare a cercetării solului, în sensul aprofundării cercetărilor pedogenetice în strânsă legătură cu factorii pedogenetici fizico-geografici, geologici și bioclimatici, dar și a extinderii și aprofundării cercetărilor privind relația solului cu vegetația.

Ultimele gânduri împărtășite ca un testament științific au fost îndreptate spre două direcții majore în chimia solului și anume a insistat pe necesitatea cunoașterii constituenților specifici și a chimismului principalelor procese de pedogeneză, iar pe de altă parte pe cea a cunoașterii influenței diferitelor tipuri de vegetație asupra formării și evoluției solurilor.

Urmașii săi, în semn de respect pentru gândirea profundă și puterea de intuiție a marelui dascăl, s-au străduit să-i urmeze modelul și îndemnul și să încerce să rezolve problematica ce îl preocupa.

În acest sens, colaboratorii la ultima lucrare complexă au definitivat și au supravegheat tipărirea ultimului model de abordare și rezolvare complexă a studierii "Solului silvestru podzolic pseudogleic" (lucrare prezentată la Sesiunea generală științifică a centenarului Academiei Române, cu doar câteva luni înainte de a pleca dintre noi); s-a realizat caracterizarea mineralogică a principalelor soluri din România; s-au identificat și separat constituenții specifici și chimismul proceselor de argiloiluviere, de brunificare, de spodosolificare, de andosolificare; s-a cercetat interdependența relațiilor sol-plantă, cu definirea specificității circuitelor biogeochimice a numeroase specii vegetale, a echilibrelor ionice în aceste circuite și a condițiilor termodinamice de stabilitate și translocare a peste 15 elemente, iar în spiritul abordării integrate a solului în mediul ambiant s-au realizat primele cercetări simultane ecopedoclimatice, larg interdisciplinare.

## NICOLAE CERNESCU PERSONALITATE ȘTIINȚIFICĂ NAȚIONALĂ ȘI INTERNAȚIONALĂ

Dr. I. Munteanu

*Președintele Societății Naționale Române pentru Știința Solului*



Este un fapt binecunoscut că fiecare epocă istorică poartă amprenta oamenilor de excepție ai timpului respectiv, care au trasat pentru decenii sau chiar secole direcțiile de dezvoltare și organizare a societății umane. Acest lucru este pe deplin valabil și în cazul cunoașterii științifice a lumii. Privită din perspectiva a 100 de ani de la naștere, personalitatea profesorului Academician Nicolae Cernescu, chimist și pedolog de renume mondial, apare într-o lumină deosebit de clară, ca o prismă de cristal cu nenumarate fațete, reflexe și străluciri.

Pentru comunitatea științifică națională și internațională Academicianul Nicolae Cernescu și opera sa constituie un reper, o lumina la care simțim mereu nevoia să ne raportăm. Fără exagerare se poate spune că știința solului, atât în plan național cât și internațional, a beneficiat prin Academicianul Cernescu de aportul unei personalități științifice de prim rang.

În plan național academicianul Cernescu a fost în sec XX, după marele savant Gh. Munteanu Murgoci, pentru mai bine de două decenii (între anii 1947 și 1967) conducătorul necontestat și reprezentantul internațional al Științei Solului din România.

Poziția de personalitate științifică națională a profesorului Cernescu este dată de faptul că a fost membru titular al Academiei Române, Președintele Secției de Științe Agricole și Silvicultură și membru al Prezidiului acestui prestigios for științific național. Statura de personalitate științifică internațională rezultă din faptul că profesorul Cernescu a fost Președin-

tele Societății Internaționale de Știința Solului și membru al Comitetului Economic și Social ONU, din care făceau parte doar 18 savanți de renume mondial.

De formație chimist, cu licență în științe fizico-chimice luată la Facultatea de Științe a Universității din București N. C. Cernescu a intrat în activitatea științifică în anul 1925 la secția de Agrogeologie (devenită ulterior secția de Pedologie) a Institutului Geologic al României condusă de Prof. T. Saidel și apoi de Prof. P. Enculescu și Emil Protopopescu – Pake. În anii 1929-1931 își pregătește și susține cu succes teza de doctorat consacrată studiului capacității de schimb cationic a solului în relație cu structura (Kationenumtausch und Struktur) sub conducerea Prof. Georg Wiegner de la Politehnica Federală din Ziirich – Elveția.

Este un fapt notabil și în același timp simbolic că anul 1925 de începere a carierei științifice a profesorului N. C. Cernescu este și anul în care a disparut Gh. M. Murgoci, întemeietorul Științei Solului din România. Deci ștafeta dezvoltării pedologiei românești trecea în mâini tinere. Noul cercetător s-a format totuși în atmosfera dominată practic de personalitatea lui Gh. M. Murgoci. Formarea lui N. C. Cernescu ca specialist în chimia solului și apoi ca pedolog multilateral se datorește atât direcțiilor clare imprimate de Murgoci în dezvoltarea științei solului cât și calităților deosebite de cercetător ale acestuia. Se spune, ca după întoarcerea de la Zurich, Profesorii Saidel, Enculescu și Protopopescu – Pake au fost atât de puternic impresionați de ideile și metodele de cercetare moderne privind chimia solului introduse de tânărul cercetător încât ar fi declarat că este cazul să ne dăm la o parte "deoarece timpul nostru a trecut".

Statura științifică a Profesorului Cernescu s-a bazat pe profunđa cunoaștere a chimismului genetic al solului și pe înțelegerea faptului că studiul solului în laborator trebuie neapărat completat cu cercetarea în teren. Drept urmare, în anul 1948 împreună cu prof. M. Popovăf, coleg și colaborator în cadrul Comitetului de Stat al Geologiei, pun bazele cercetării și inventarierii sistematice a solurilor țării în scopul întocmirii hărților pedologice la diferite scări. Unul din rezultatele remarcabile ale acestei inițiative este monumentală realizare cartografică a pedologiei românești: harta în culori a solurilor țării la sc. 1:200.000 finalizată către sfârșitul sec. XX, sub conducerea Prof. N. Florea, în cadrul Institutului de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie.

Atașamentul față de profesiune și instituție a fost o trăsătură definitorie a profesorului Cernescu. De la angajare în 1925 până la sfârșitul

vieții – 1967, respectiv timp de 42 de ani nu și-a schimbat locul de munca de la Institutul Geologic. A parcurs pe rând toate treptele ierarhice de la chimist – asistent, la șef de Secție (din 1948) funcție pe care a deținut-o până la încetarea din viață.

În cadrul Academiei Române a activat onorific începând cu anul 1946 în comisia pentru agricultură și în comisia pentru pedologie, iar în 1955 a devenit conducătorul colectivului de pedologie organizat în cadrul Academiei. În sesiunea din anul 1955 a fost ales membru corepondent, iar în anul 1963 membru titular al Academiei Române. În anul 1966 a devenit președinte al Secției de științe agricole și silvice și membru în prezidiul acestei prestigioase instituții.

În învățământul superior a funcționat în anii 1927 – 1928 ca asistent la catedra de chimie generală și chimia solului a Facultății de Agronomie din București. După susținerea doctoratului, în perioada 1939 – 1947 a funcționat la Școala politehnică din București ca șef de secție la laboratorul de analize chimice și industriale și apoi ca șef de lucrări la catedra de chimie fizică și analitică. În anii 1945 – 1947 a predat, ca suplinitor, cursul de chimie fizică. În anul 1947 a ocupat prin concurs postul de conferențiar, iar în 1948 a devenit profesor de pedologie la Institutul Agronomic din București funcție pe care a deținut-o până în momentul încetării sale din viață.

De numele academicianului Cernescu este legată înființarea în anul 1948 a unei secții de pedologie pentru pregătirea de specialiști în acest domeniu la început în cadrul Institutului de geologie și tehnica minieră, care ulterior a trecut la Institutul Agronomic din București pe lângă Facultatea de Agricultură.

Academicianul Nicolae Cernescu a participat activ în 1963 la înființarea Societații Naționale Române pentru Știința Solului și al cărei vicepreședinte a fost.

Pentru bogata sa activitate științifică desfășurată și rezultatele valoroase obținute a primit din partea Academiei Române, premiul "Emil Racoviță" în anul 1949 și "Gh. Doja" în anul 1957. Ca o recunoaștere a meritelor deosebite în promovarea științei românești a fost decorat cu numeroase ordine și medalii.

Academicianul N. C. Cernescu a fost nu numai o personalitate științifică națională ci și una unanim recunoscută în plan internațional. El a fost membru al Societații Internaționale de Știința Solului (SISS) din anul 1929. Între anii 1937 – 1941 a îndeplinit sarcina de secretar general al Comitetului de geneză și cartografia solului. La Congresul al

VII-lea al SISS (1960 – Madison – USA) a fost ales președinte al acestei societăți pentru perioada 1960 – 1964, calitate în care a organizat lucrările științifice ale Congresului al VIII-lea al SISS, congres care a avut loc la București în 1964 și care s-a bucurat de un succes deosebit. În momentul încetării din viață Profesorul Cernescu făcea parte din Comitetul executiv al SISS având funcția de "Past-President" (fost-președinte).

A participat cu lucrări originale la numeroase conferințe, simpozioane sau congrese internaționale: Budapesta (1926, 1955), Viena (1937, 1957), Helsinki (1939), Moscova (1957, 1958), Paris (1956), Berlin (1957, 1959), Madison (1960). În 1963 a fost ales membru al Academiei de Științe Agricole din Berlin.

A fost membru al Comitetului de redacție al hărții solurilor Europei de Est la sc. 1:2.500.000, membru al Comitetului de raportori pentru harta Europei la sc. 1:1.000.000, membru al Comitetului de experți pentru realizarea Hărții Mondiale a solurilor la sc. 1:5.000.000. În aceste calități a luat parte la numeroase simpozioane și întâlniri internaționale ce au avut loc începând din anul 1956 în diferite orașe: Moscova, Berlin, Praga, Budapesta, Sofia, București, Florența, Bonn.

Din anul 1965 a făcut parte din Comitetul Consultativ ONU pentru aplicarea științei și tehnicii la dezvoltare alcătuit așa după cum am mai arătat numai 18 savanți de renume mondial. La ultimele sesiuni ale acestui Comitet consultativ a condus lucrările Biroului de lucru pentru resursele naturale ale lumii.

Opera științifică valoroasă și munca perseverentă de dezvoltare a științei solului din țara noastră ca și activitatea susținută de promovare a colaborării internaționale în domeniul științei solului îl situează pe academicianul Nicolae C. Cernescu în rândul oamenilor de Știința cu renume mondial. Om cu o vastă și multilaterală erudiție, dotat cu calități deosebite, și-a dedicat cu pasiune întreaga viață, muncii de cercetare în domeniul solului pe care a ridicat-o pe o nouă treaptă. În "perioada Cernescu" România a fost aleasă să organizeze la București, în anul 1964, cel de al VIII-lea Congres Internațional al Științei Solului, moment care poate fi caracterizat ca "ora astrală" a pedologiei românești și care este indisolubil legat de prestigiul de care Academicianul Cernescu se bucura în rândul comunității mondiale a cercetătorilor din domeniul științei solului.

Încetarea din viață în anul 1967 a Academicianului N. C. Cernescu a avut un profund și dureros ecou internațional. Au trimis telegrame de

condoleanțe peste 20 de personalități de renume mondial, astfel: Hallsworth (Australia), Van Barren (Olanda), R. Tavernier (Belgia), G. Aubert (Franța), Scheffer și Mückenhausen (Germania), Rotini și Mancini (Italia), Lobova și Rode (Rusia) ș.a.

În telegrama trimisă de Prof. René Tavernier (Belgia), Academicianul Cernescu este caracterizat drept "... eminent savant, care în afară de serviciile pe care le-a adus țării sale, a avut de asemenea un rol de prima importanță pentru înțelegerea pedologilor din lumea întreagă – iar G. Aubert (Franța) îl descrie ca "mare pedolog și remarcabil savant".

La funeraliile Academicianului N. C. Cernescu și-au exprimat durerea și regretul pentru pierderea acestui mare savant, personalități de seamă ale Științei și Culturii din România – astfel:

1. Academician Ștefan Milcu – Vicepreședinte al Academiei Române.
  2. Academician Eugen Radulescu – Președintele Secției de Științe Agricole și Silvicultură a Academiei Române.
  3. Prof. univ. Virgil Ianovici – membru corespondent al Academiei Române – din partea Comitetului Geologic.
  4. Prof. univ. Constantin Chiriță – membru corespondent al Academiei Române – din partea Colectivului de Pedologie al Academiei și din partea Societății Naționale pentru Știința Solului.
  5. Dr. Dan Rădulescu – Directorul Institutului Geologic.
  6. Conf. Nicolae Florea – din partea Secției de Pedologie a Institutului Geologic.
  7. Dr. Ioan Șerbănescu – din partea Întreprinderii Geologice de Prospecțiuni.
  8. Mihai Cicotti – din partea cercetătorilor de la Institutul geologic.
  9. Dr. Volumnia Cucută – din partea foștilor studenți.
- Ultimul salut la înhumare a fost rostit de academicianul Radu Co-dreanu – fost coleg.

Deși a plecat de aproape 40 de ani dintre noi, personalitatea deosebită, de mare savant, a Academicianului Cernescu continuă să fie prezentă în conștiința specialiștilor în știința solului din România. El va fi păstrat pentru totdeauna în panteonul marilor oameni de știință ai țării din acest domeniu alături de Murgoci, Enculescu, Saidel, Emil Protopopescu – Pache, C. D. Chiriță și alți înaintași de vază ai pedologiei românești.

Vă mulțumesc!

## ACTIVITATEA DIDACTICĂ A PROFESORULUI NICOLAE CERNESCU

dr. Volumnia Cristescu-Cucută



Nicolae Cernescu, profesorul, întregește și îmbogățește imaginea omului de știință fondator al pedologiei moderne în România, cel care a contribuit esențial la afirmarea școlii de pedologie românești pe plan mondial.

Profesorul Cernescu își începe cariera didactică în calitate de asistent la catedra de Chimie fizică și analitică a Politehnicii din București, parcurgând în mod ierarhic toate treptele învățământului superior. Devine în anul 1948 profesor de Pedologie la Institutul Agronomic "N. Bălcescu", funcție pe care a deținut-o până în momentul încetării sale din viață. Pedologia care până la acea dată se preda în

cadrul cursului de Agrologie, devine astfel disciplină de sine stătătoare iar profesorului Cernescu îi revine greaua dar și pasionanta misiune de a elabora și preda acest curs.

Prin documentarea bogată, prin pasiunea pentru cunoașterea adevărului științific, prin profunzimea gândirii și spiritul de observație, prin exigența față de sine însuși, profesorul Cernescu a făcut din cursul de pedologie un curs de prestigiu, audiat cu deosebit interes și pasiune de către studenți. Exemplele date în cadrul orelor de curs nu erau simple idei preluate din alte cursuri sau tratate străine, ci se bazau în mare parte pe rezultatele propriei cercetări științifice. Nivelul ridicat al prelegilor prof. Cernescu nu consta într-un limbaj căutat, ideile se desprindeau limpezi și curgătoare atrăgând studentul spre căutările de fiecare clipă ale profesorului cercetător. Furat de noutatea propriilor gânduri, pe care le frământa până în momentul începerii cursului (niciodată o prelegere a prof. Cernescu nu era identică cu cea din anul precedent) uita numărul minutelor, soneria luându-l prin surprindere aproape întotdeauna.



Prin pasiunea sa de cercetător neobosit avea darul de a trezi interesul adânc pentru problemele pe care le trata, împărtășind de la catedră cu o modestie plină de demnitate vastele sale cunoștințe, rod al unei munci asidue de zi cu zi.

O grijă deosebită manifesta în examinarea studenților, căutând întotdeauna să verifice nu în primul rând bagajul de cunoștințe acumulate, ci capacitatea de a înțelege și raționa a acestora.

Nu cerea niciodată formulări sau formule chimice învățate pe de rost. A fost singurul profesor de la care am învățat cum se deduce și se calculează o formulă chimică, în special în cazul formulelor atât de complexe ale silicaților. Cea mai mare satisfacție o încerca profesorul, atunci când studenții manifestau preocupări pentru anumite probleme și-l solicitau cu întrebări, găsind întotdeauna timp și răbdare suficientă pentru a răspunde. Om cu o vastă și multilaterală erudiție, profesorul Cernescu putea discuta la un înalt nivel probleme din cele mai variate domenii, constituind un izvor pururea viu la care discipolii săi se puteau adăpa. Aceste calități deosebite ale profesorului Cernescu, ne-au determinat pe noi, studenții Secției de Pedologie, să-i atribuim titlatura de "Maestru" pe care însă nu am avut curajul de a i-o adresa direct, deoarece modestia sa, puțin obișnuită pentru un savant de talia sa, ne împunea.

Preocupat de pregătirea unor cadre de specialiști pedologi, organizează pentru prima dată la noi în țară în anul 1948, o Secție de Pedologie, care funcționează în primii doi ani în cadrul Facultății de Geologie, de unde a trecut apoi la Facultatea de Agricultură. Din nefericire, motivându-se o pregătire agronomică cu profil mai larg, secția a fost desființată după ce au absolvit doar două serii de studenți. A fost reînființată după 1990 având până la ora actuală cinci serii de absolvenți.

Străduințele neobosite, de a asigura o pregătire cât mai completă și multilaterală studenților acestei secții, i-au fost răsplătite de rezultatele frumoase pe care cei care au absolvit-o le-au obținut în activitatea lor profesională. Ei s-au bucurat de altfel în continuare de îndrumarea părintească a Maestrului activând în cadrul unităților de specialitate. Îmi amintesc cu câtă bucurie și dragoste ni s-a adresat la aniversarea a 10 ani de la absolvire cu formula de "iubiți colegi" care pentru noi a însemnat foarte mult. Nu era o formulă adresată de complezență, căci se simțea în glasul Maestrului satisfacția și mândria de a fi reușit să formeze din foștii studenți, actualii săi colaboratori.

Fiu de învățător, a manifestat dragostea de a învăța pe alții îndeplinind cu pasiune și dăruire misiunea de profesor, pe care o exercita nu numai de la catedră ci și după ce foștii studenți părăseau băncile facultății. Maestrul ne însoțea în peregrinările noastre pe teren, unde ne

bucuram de sprijinul său competent, într-o atmosferă de adevărată colegialitate și camaraderie.

Cu deosebită competență și înalt spirit de răspundere a îndrumat activitatea doctoranzilor, dintre care cei mai mulți îi fuseseră studenți.

Cu câtă dăruire își petrecea profesorul Cernescu ore întregi în discuții cu tinerii cercetători, în fața modestelor rezultate ale muncii lor de începători. Încredințat că lucrul de căpetenie este cunoașterea izvoarelor și gândirea proprie, profesorul căuta să stimuleze din plin aceste calități la discipolii săi. Exigent față de sine însuși își forma tinerii cercetători în spiritul respectului pentru adevărul științific, declarându-se net împotriva superficialității, a afirmațiilor neverificate, a ipotezelor nefundamentate. Profesorul Cernescu nu căuta să-și impună cu patimă ideile ci cu pasiunea adevăratului om de știință pentru cunoașterea adevărului. Formând cadre noi de specialiști pedologi (prin crearea Secției de Pedologie), inițiind, îndrumând și desavârșind pregătirea cadrelor tinere de chimiști, geografi, agronomi, care i-au fost colaboratori, prof. Cernescu a contribuit la formarea unei puternice școli românești de Pedologie.

Într-un veșnic neastâmpăr, care-l îndemna să fie continuu în activitate, se poate spune că nu cunoștea ce este odihna. Insufla prin exemplul personal discipolilor săi, dorința de a cunoaște, de a se perfecționa, de a fi permanent la curent cu cele mai noi realizări științifice în domeniul de specialitate și nu numai.

Pe lângă cele amintite despre prof. Cernescu ca om de știință, savant și profesor ar mai fi încă multe de adăugat despre Nicolae Cernescu "omul", căci un profesor trebuie să constituie pentru discipolii săi un model nu numai din punct de vedere profesional ci și social și uman, iar prof. Cernescu a constituit și din acest punct de vedere un adevărat model.

Profesorul Cernescu a fost pentru noi toți, cei care l-am cunoscut și am avut șansa, ași putea spune chiar fericirea de a lucra în preajma sa, îndrumătorul, conducătorul, profesorul și în același timp omul apropiat, cald, receptiv căruia îi puteai împărtăși nu numai nedumeririle din activitatea ta de cercetător începător, ci și în orice altă problemă de viață inclusiv în cea de familie, unde a constituit de asemenea un adevărat model.

Profesorul Cernescu ne-a lăsat o bogată moștenire prin ținuta sa morală, prin modestia sa ieșită din comun, prin respectul adevărului în știință (nu admitea nici un fel de rabat), prin modul în care și-a respectat convingerile, chiar dacă aceasta nu a fost întotdeauna în avantajul său. Democrat convins prin toată structura sa sufletească, a rămas credincios principiului că "politica nu face casă bună cu știința" și a rezistat presiunilor ce s-au făcut asupra sa pentru a se înscrie în partid,

preferând calea de afirmare numai prin activitatea științifică și didactică, acestea constituind adevăratul crez al vieții sale. A suportat consecințele neadmirabile ale acestui compromis, luându-i-se șefia de catedră și cursul principal pe care îl predase.

Aș putea spune chiar mai mult, că acesta i-a grăbit sfârșitul prematur, pentru că Maestrul a suferit enorm, deoarece își iubea cu pasiune meseria de dascăl.

Prin pasiunea sa neobosită de cercetător, prin activitatea sa prodigioasă și modul cum a reușit să îmbine activitatea de cercetare cu cea de la catedră, profesorul Cernescu a reușit să reunească pe toți: pedologi, chimiști, geografi, agronomi, biologi într-o mare familie, aceea a pedologilor români, continuând astfel tradiția înaintașilor săi, Gh. Murgoci, Em. Protopopescu Pache, P. Enculescu, T. Saidel. Datorită autorității sale ca om de știință recunoscut pe plan mondial, a fi discipolul prof. Cernescu a devenit o carte de vizită, care a deschis drumul multora dintre colegii noștri, care au activat în străinătate.

Acum, după atâția ani de la dispariția prof. Cernescu, ne dăm și mai bine seama cât de grea și ireparabilă a fost pierderea sa prematură, la numai 62 de ani, pentru știința pedologică românească, pentru învățământul nostru superior.

Cei 100 de ani, care s-au scurs de la nașterea sa, îl găsim permanent viu în amintirea pedologilor români, deoarece înalta ținută morală și caldul umanism al prof. Cernescu, i-au atras nu numai respectul și prețuirea ci și dragostea foștilor săi studenți și colaboratori.

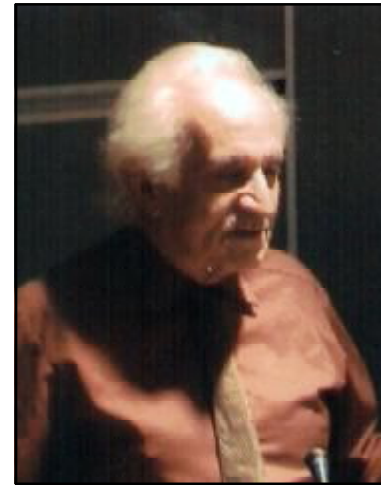
În încheiere cred că pentru viața și activitatea neobosită a prof. N. Cernescu se potrivește foarte bine un citat din Nicolae Iorga: "În viață, în simțire, în scris, în gând, când te uiți bine rămâne mai ales ce ai dat altora, ce ai lăsat de la tine, ce ai jertfit. Astfel poți rămâne pentru multe timpuri un stâlp de lumină cald, în jurul căruia crește și înflorește viața".

Un astfel de "stâlp de lumină cald" a fost prof. Academician Nicolae Cernescu, în jurul căruia a crescut și a înflorit Școala de Pedologie românească.

De aceea a fi fost discipol al profesorului Cernescu este nu numai o cinste dar și o obligație, de a duce mai departe realizările pedologiei românești.

## MĂRTURISIRI

dr. PETRE PAPACOSTEA



Aș vrea să vă aduc la cunoștință două lucruri:

1. În primul rând, să întregesc imaginea personalității prof. Nicolae Cernescu cu o mărturie privind o latură mai puțin cunoscută de cei care au focalizat mai ales calitățile specialistului științific și ale profesorului și pedagogului.

La aproximativ un an de la angajarea mea la Serv. de Pedologie al Comitetului Geologic în 1950, profesorul Cernescu, șeful serviciului, a organizat o excursie cu scopul de a prezenta unui număr restrâns de studenți o serie de soluri, de la cernoziom la brun-roșcate de pădure și soluri podzolice. Într-una din seri am fost cazat împreună cu profesorul Cernescu la aceeași gazdă. După cină, acesta a simțit dorința să-mi expună unele păreri de filozofie general umană privind cunoașterea și etica relației omului de știință cu lumea înconjurătoare și cu ceilalți oameni. Surpriza cea mare pentru mine a constat în aceea că pentru a da un substrat comentariilor sale, profesorul Cernescu, știind că vorbesc limba germană, mi-a recitat la un moment dat, în original, o mare parte din monologul lui Faust din piesa cu același nume a lui Goethe. Acest fapt mi-a dat dintr-o dată măsura culturii generale excepționale a acestui chimist care prin activitatea sa profesională a deschis perspective noi într-un domeniu care aparține întregului Univers și care este știința solului, pedologia.

2. În al doilea rând, aș vrea să vă povestesc un lucru mai personal dar care, sunt convins, privește pe toți cei care s-au adunat azi în acest amfiteatru. Acum aproximativ 17 zile am visat într-o noapte că mă aflam într-un loc necunoscut unde era o adunare de oameni. Printre

aceștia am recunoscut pe profesorul Nicolae Cernescu; el arăta mult mai tânăr decât era la 50 de ani, atunci când l-am cunoscut. Și chiar în vis mi-am spus că arată ca și cum ar avea 30 de ani. Ni s-au întâlnit privirile. El nu mi-a spus nimic. Eu i-am spus: "Domnule profesor, pentru nevoile mele, vă întâlnesc, acum, mult prea rar". La trezire mă simțeam deosebit de bine, ca și cum întâlnirea ar fi fost o realitate și am povestit visul soției mele.

Două zile mai târziu, primesc un telefon de la prof. Nicolae Florea care mă invita la participarea la Academia Română la comemorarea centenarului Nicolae Cernescu. Îi relatez soției mele care exclamă: "ăsta este visul pe care l-ai avut!"

Azi, cred că acest vis premonitor, mă îndreptățește să vă comunic tuturor celor de față ca un mesaj faptul că, deși cel care a fost profesorul Nicolae Cernescu nu mai are ochi pentru a ne percepe fizic, el a receptat totuși toate gândurile și sentimentele care au trăit în această sală în cadrul manifestării de azi.

24.VI.2004

## ***Un om și-a dedicat viața pământului românesc***

### **IMAGINI DIN VIAȚA ȘI ACTIVITATEA ACAD. PROF. DR. NICOLAE CERNESCU**

Prof. dr. Emanuela Ionescu



*u. Cernescu*



**Părinții.**

“Domnul și Doamna” Cernescu vor rămâne ca viu exemplu în îndeplinirea datoriei, în marea lor dragoste și nărzărmurit devotament pentru școală. (din “Omagiu lui Constantin Cernescu”)



**Personalități de marcă din Institutul Geologic al României (1932)**



**Primul îndrumător științific – Profesorul Theodor Saidel**



**Iubitor al naturii și al vieții de teren.**





**La Sinaia cu Radu Codreanu și Dan Giușcă, vechi prieteni și colegi, viitori membri ai Academiei Române**



**Doamna Maria Cernescu, soție devotată și mamă iubitoare, izvor de energie, optimism și veselie (1940)**



**Conferința de Știința Solului din Cehoslovacia 1956**



**Secția de Pedologie a Facultății de Agricultură, promoția 1953, împreună cu profesorii: Nicolae Cernescu, Mircea Popovăț și Nicolae Florea.**



**Discuții pe marginea unui profil de sol – Malu Spart, 1961**





Al VIII-lea Congres Mondial de Știința Solului – primul congres mondial care a avut loc în România după război (1964)



Președinte al SISS și al celui de al VIII-lea Congres Mondial de Știința Solului (1964)



Convorbirile cu Profesorul F.A. van Baren secretar general al SISS și cu dr. I. Trifu secretar al comitetului de organizare al Congresului (1964).



Pe traseul nr. 1 al excursiilor organizate în cadrul Congresului (1964).



Aniversarea a 60 de ani la Casa Oamenilor de Știință. Academiceanul Gheorghe-Ionescu Șișești, academiceanul Dumitru Dumitrescu și profesorul Vasile Velican m.c.



În calitate de membru al Comitetului consultativ pentru aplicarea științei și tehnicii la dezvoltare al ONU într-o discuție cu secretarul general U Thant (Nev York, 1963)



Reuniunea Comitetului de Experți pentru corelarea și redactarea proiectului hărții mondiale a solurilor FAO-UNESCO – Florența, 1965.



Roma, 1966. Binecuvântarea Papei Pius al XII-lea.



Fie ca  
***Centenarul Nicolae Cernescu***  
 să reprezinte o zi deosebită în istoria  
 pedologiei românești, o zi frumoasă de vară  
 în care gândul se îndreaptă și spre  
 colaboratorii și discipolii de excepție pe care  
 i-a iubit, i-a prețuit și care au dus făclia  
 științei solului mai departe.

## SOIL INFORMATION SYSTEM OF THE DANUBE RIVER BASIN - SOURCE OF THE DATA FOR FLOODING PREDICTION MODELS

B. Houskova, L. Montanarella  
*Soil & Waste Unit, Institute for Environment & Sustainability,  
 Joint Research Centre, TP 280 Ispra (VA), 21020 Italy*

### Summary

Extreme weather conditions of the last years connected with heavy rains and flooding invoked the needs of prediction of such phenomena. Flood risk assessment models based on the data from different parts of environmental information sources serve to these purposes. The Soil Information System of the Danube River Basin (SIS-Danube) is an integral part of the Flood Risk Assessment Project, which is executed among the institutional JRC tasks. It is also an integral part of the Georeferenced Soil Database for Europe at the scale 1:250,000, one of the main elements of the European Soil Information System (EUSIS). Construction of the database is based on several materials: The Georeferenced Soil Database for Europe, Manual of Procedures, Version 1.1. (ESB, 2003); LISFLOOD, a distributed water-balance, flood simulation and flood inundation model, Version 1.0. (Ad De Roo, Jutta Thielen, Ben Gouweleew. EC/JRC, 2002) and the procedures and experiences developed in the pilot project creating the soil digital database for the Odra basin at the scale 1:250,000 (final report, Warsaw, 2001). The database structure is based on soil and landscape data in three levels: soil region, soilscape and soil body. Soil regions are characterised by dominant soil type, dominant parent material, climatic data, altitudes and major landforms. A soilscape could be defined as that portion of the soil cover which groups soil bodies having former or present functional relationships, and that can be represented at 1:250,000 scale. A soil body is a portion of the soil cover with diagnostic characteristics resulting from similar processes of soil genesis. Structure of the

LISFLOOD model is based on the input and output data. Input data include: CORINE land cover, Soil Database Parameters, Flow rates, Meteorological Data, Geological Data and Digital Elevation Model. Output data cover annual results about daily discharge (Water balance module), daily-weekly results and hourly discharge (Flood simulation module), hourly-daily results and flood extent (Floodplain inundation Module). Soil database parameters needed for the model comprise general information as dominant soil in soilscape and number of soil region. Information about physiography of studied area is represented via major landform, regional slope, hypsometry degree of dissection, ground water table, presence of permanent water logging, minimum and maximum altitude, relief intensity, slope length and dominant slope and surface form. Parent material includes information about its kind and is represented via parent material surface level, depth to parent material change and parent material subsurface level. Basic soil properties needed for the model include information about textural composition of topsoil and subsoil, bulk density, organic matter content and pH. The Soil Information System of the Danube river basin can serve as an example of the multifunctional use of soil databases.

**Key words:** flood risk assessment, soil information system, Georeferenced Soil Database, Danube basin database

## CLIMATE CHANGE AND SOIL PROPERTIES

Climate change is the deviation from natural development of weather mainly due to human activities. Human beings produce large amount of wastes coming out mainly from industry but as well as agricultural activities. Nature is not able to transform such amount of wastes without changes in environment. Unaffected environment is very rare, even not present any more on our planet. Global warming, expanded droughts on one hand and flooding on the other hand are the most visible demonstrations of climate change. High amounts of emissions cause so called greenhouse effect. The most harmful greenhouse gases according to amount and influence on environment are: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub> and volatile organic compounds. The biggest producer of CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> is energy producing industry. Agriculture is the biggest producer of methane and N<sub>2</sub>O. It does not share on the production of the other emissions. Direct risk from emissions is given to the forest

because it is main and very often only one absorbent of them.

Soil is important reservoir of water. In agricultural soils it is about 5.06 mld.m<sup>3</sup> and in forest soil 3.56 mld.m<sup>3</sup> as well.

In last 100 years total air temperature increased in average from 0.3/°C to 0.7/°C. Partly it is due to natural changes (natural climate turns, changes in Earth axes....) but there is also coherence with human activities.

Some scenarios (Jäger [in:6]) assume increase of air temperature in the interval of 1.5/°C till 4.5/°C by doubling CO<sub>2</sub> amount. Concerning precipitation, in average yearly amount is and will not be significantly different but the seasonal differences are and could be more and more significant. There is evident assumption: increase of precipitations during winter and decrease during summer season. Plants can suffer from lack of soil moisture but there is also permanent danger of heavy rains during summer. Heavy rains are direct driving force of soil erosion and flooding. Due to erosion processes the channel and stream discharge is reduced and directly indicates flooding risk. The retention capacity of Earth's surface decreases because of urban areas and industrial and civil works expansion. Changes of soil properties due to improper soil use play also important role in this process.

Soil ability to cumulate water (soil retention capacity) in the profile is variable and depends on soils as well as external factors. Soil retention capacity is one of factors influencing land vulnerability to flooding. The most important of them are:

### Soil factors

Stable

Dynamic

### Stable soil factors

- Texture
- Mineralogical and geological composition
- Quality and arrangement of soil horizons

### Dynamic soil factors

- Soil structure
- Volume and quality of soil organic matter
- Ratio between gas, liquid and solid soil phases
- Infiltration and permeability

### External factors

Stable

Dynamic

### Stable external factors

- Relief
- Gradient of slope

### Dynamic external factors

- Climate and precipitations
- Watercourses
- Groundwater level
- Man

From soil factors play key role textural composition (amount of clay) and organic matter content. Increasing amount of clay increases organic matter content as well. Soil degradation processes (erosion, compaction) influence soil retention capacity mainly in direction of its decreasing. Building up living and industrial areas with different types of soil cover decreases retention capacity and increases amount and velocity of water flow.

Following Table 1 shows values of some water retention parameters (% of volume) in dependence of soil texture [5].

Table 1

Water retention parameters as they depend on soil texture

Soil textural category	Soil horizon depth (m)	$\Theta_s$	$\Theta_{FC}$	$\Theta_{PDA}$	$\Theta_w$	$\Theta_H$
		pF 0.00	pF 2.50	pF 3.30	pF 4.20	pF 5.02
% of volume						
Light soils	0.00-0.30	43.93	28.11	14.90	09.05	03.77
	0.31-0.80	44.26	27.71	15.73	10.31	03.70
	0.81-1.10	42.95	28.02	15.84	08.61	03.17
Medium heavy soils	0.00-0.30	45.35	34.09	19.00	15.10	07.80
	0.31-0.80	41.98	33.74	20.40	18.32	08.38
	0.81-1.10	40.47	33.25	20.40	15.17	09.13
Heavy soils	0.00-0.30	45.99	37.52	29.67	22.37	10.92
	0.31-0.80	43.83	36.91	30.32	23.26	11.88
	0.81-1.10	42.13	36.52	30.40	22.58	11.51
Very heavy soils	0.00-0.30	49.23	40.15	33.15	24.98	14.31
	0.31-0.80	45.15	40.90	34.18	24.80	14.84
	0.81-1.10	45.51	40.09	33.51	25.04	15.51
Extremely heavy soils	0.00-0.30	50.17	43.50	38.11	29.80	17.27
	0.31-0.80	50.06	45.44	40.21	31.21	19.30
	0.81-1.10	50.54	47.87	41.66	32.73	20.34

Values of single water retention parameter increase according to the content of clay fraction. Mainly in case of sandy soils this increase is detected from top to bottom layers of soil profile. In case of the other textural categories it is possible to observe opposite trend because of decrease in organic matter content in deeper layers.

Soils are very heterogeneous in their properties. Geological development, mainly alternation of glacial and interglacial periods played key

role in this [4]. In the Table 2 is variability coefficient of soil found out at the area of one hectare on the equal soil morphological unit.

Table 2

Variability coefficient of soil

Coefficient of variability (CV)	Soil property, soil composition
Low (CV<15%)	pH, thickness of A horizon, $\Theta_s$ , $\rho_d$
Medium (CV=15 up to 35%)	Amount of sand and clay fraction, CEC, $\text{CaCO}_3$ (%), $\Theta_w$ , $\Theta_{FC}$ , depth of $G_r$ horizon
High (CV=35 up to 70%)	Humus content, soluble salts content in arid zones, actual soil moisture content, depth and thickness of B horizon, depth of $\text{CaCO}_3$ leaching, sorptivity
Very high (CV>70%)	$K_s$ , $K_{(h)}$ generally, $K_{(h)}$ at the same pressure height or moisture, diffusivity

Explanations:

$\Theta$  - soil moisture in % of volume

$\Theta_s$  -full saturation

$\Theta_w$  - wilting point

$\Theta_{FC}$  - water content at field capacity

$G_r$  -stagno gleic horizon

$K_s$  - saturated hydraulic conductivity

$K_{(h)}$  - unsaturated hydraulic conductivity

Nevertheless soil heterogeneity is lower on soil morphological sub-unit level. Genetic group of chernozems has different water regime of subunit level. Calcaric and haplic chernozems with non-percolative water regime differ from Luvi-haplic chernozems with periodically percolative water regime and for salic chernozems evaporative water regime is typical. Due to clay content accumulation in soil profile the soil retention capacity increases: Haplic Luvisols have periodically percolative water regime and Albic Luvisols have percolative water regime. Gley processes lead to unfavourable water regime and increase soil heterogeneity.

Soil is not uniform and plays important role in natural cycles. Soil properties depend strongly on purposes of soil use. The consequences of a negative development in precipitation could be mitigated by appropriate and suitable land management based on deep knowledge of soil properties, which do not allow consider the soil as an inert material.

**SOIL INFORMATION SYSTEM (SIS) OF DANUBE RIVER BASIN**

SIS is an integral part of the Flood Risk assessment project as well as georeferenced Soil Database of Europe.

## Flood Risk assessment project

This project arisen because of many flooding events in central Europe in August 2002, followed with drought in the summer 2003. It is part of EU Civil protection activities and was requested by DG ENV and DG REGIO according to guidelines of the Secretariat-General (SEC (2002) 907/2). This project deals with impact assessment studies on flood risk for transnational water basins. It is direct technical support for European Flood alert system and deals with prevention and forecasting studies. The main objectives of the project are:

1. Develop and test in real time a pre-operational pan-European Flood Alert System (EFAS) based on LISFLOOD with 1-10 day lead-time, focusing on the Elbe and Danube river basins.
2. Evaluation of flood defence and mitigation plans for the Elbe and Danube catchments through scenario modelling of engineering, land-use change including urban expansion and climate change effects on flood risk in view of regional sustainability and environmental preventive measures.
3. Development of a framework on Sustainable Urban Development and Integrated Management of extreme events, including concepts and methods for integrated territorial management at EU, river basin and regional level, consisting of the following parts:
  - Definition of a framework for the collection of data on the urban environment and risk factors for weather driven natural hazards;
  - Development of reference methods for the simulation of current and future trends in urban and regional development and their effects on weather-driven natural hazards.
4. Scientific and technical support towards a European approach related to other weather driven natural hazards.
5. Contribute to the ERA and Enlargement through networking and training activities, specifically:
  - Participation in FP6 integrated projects, networks of excellence and STREPS
  - Support the European Spatial Development Perspective by complementing the Research Programme of the European Spatial Observation Network and as contribution to Enlargement.

## LISFLOOD model

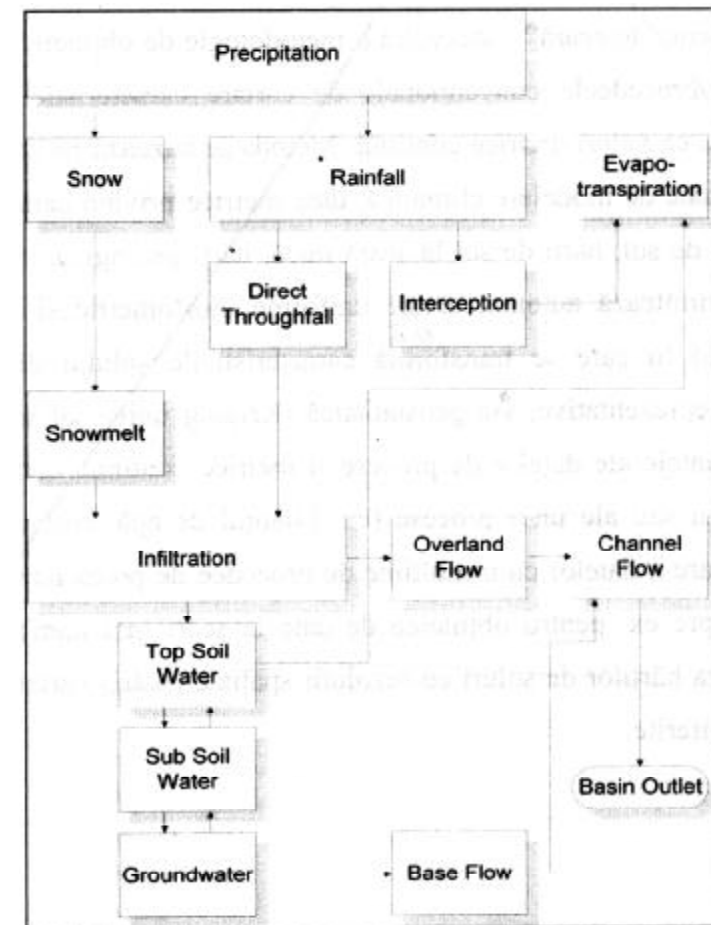
Flood risk assessment project uses LISFLOOD model [2] for evaluation flood risk in different time interval.

LISFLOOD model consists of three submodels that differ in time and spatial-temporal resolution of the input data. Because of this LISFLOOD has "cascade" structure:

1. LISFLOOD-WB: a water balance model (daily time step)
2. LISFLOOD-FS: a flood simulation model (hourly time step)
3. LISFLOOD-FP: a floodplain inundation model (second time step)

Table 3

The structure of LISFLOOD model





*Input data:*

- CORINE land cover;
- Soil database parameters (soil texture and depth);
- Flow rates (the river channel network);
- Meteorological data (precipitation, temperature, wind, humidity)
- Geological Data
- Digital Elevation Model

*Output data:*

- Annual results and daily discharge (Water balance module);
- Daily-weekly Results and hourly Discharge (Flood simulation module);
- Hourly-daily results, Flood extent (Floodplain inundation Module)

*Soil properties in LISFLOOD model*

Topsoil and subsoil texture is used to calculate Van Genuchten parameters according to HYPRES, or the other relevant pedotransfer equations. Saturated hydraulic conductivity is one of main results of this calculations. Depth to bedrock is used for water storage capacity evaluation and parent material is information needed for groundwater parameters investigation.

**GEOREFERENCED SOIL DATABASE OF EUROPE (1:250,000)**

Soil data are important parameters for many models, mainly for environmental evaluations, but as well social, urban and the others. The need for quantitative soil parameters is increasing and databases based on small scales (1:1,000,000 or 1:2,500,000 and 1:5,000,000) are not suitable enough for these purposes. The objective of georeferenced soil database at scale 1:250,000 is to provide the required soil parameters (according to different purposes) in combination with the other data: terrain, climatic, vegetation and lithological according to the fact that soil is integral part of the environment as a whole and influences and is influenced by the other components of environment.

Structure and contents of database are defined according to Manual of Procedures, Vers. 1.1 from 2003 (ESB, IES/JRC). In this manual soil is considered on three levels of detail (soil regions, soilscapes and soil bodies).

The purposes of the present Manual are:

- To define the structure and contents of the database.
- To describe the methods of georeferencing the data.
- To outline suggested procedures for regional mapping and sampling programmes.
- To prescribe a format of data storage.
- To ensure inter-regional and inter-country harmonization of data acquisition, processing and interpretation.
- To have the way for the creation of a user-friendly soil database which will cater for present and future demands for specific soils information.

The 1:250,000 georeferenced soil database of Europe will provide precise and harmonized soils information for the Directorate Generals of the European Commission, for the European Environment Agency, for interested institutions in member governments and for international organizations. It allows for an effective exchange of data, for standardization of methodologies of data storage and retrieval, and for establishing cooperation toward rational land use across national boundaries (King and Thomasson, 1996).

General structure of the database is (in manual) mentioned in Table 4.

This structure comprises data information from general level (soil regions) to detail and very detail level (soil bodies, soil horizons respectively). The database contains 3 types of tables because the georeferencing for each level of information is also different:

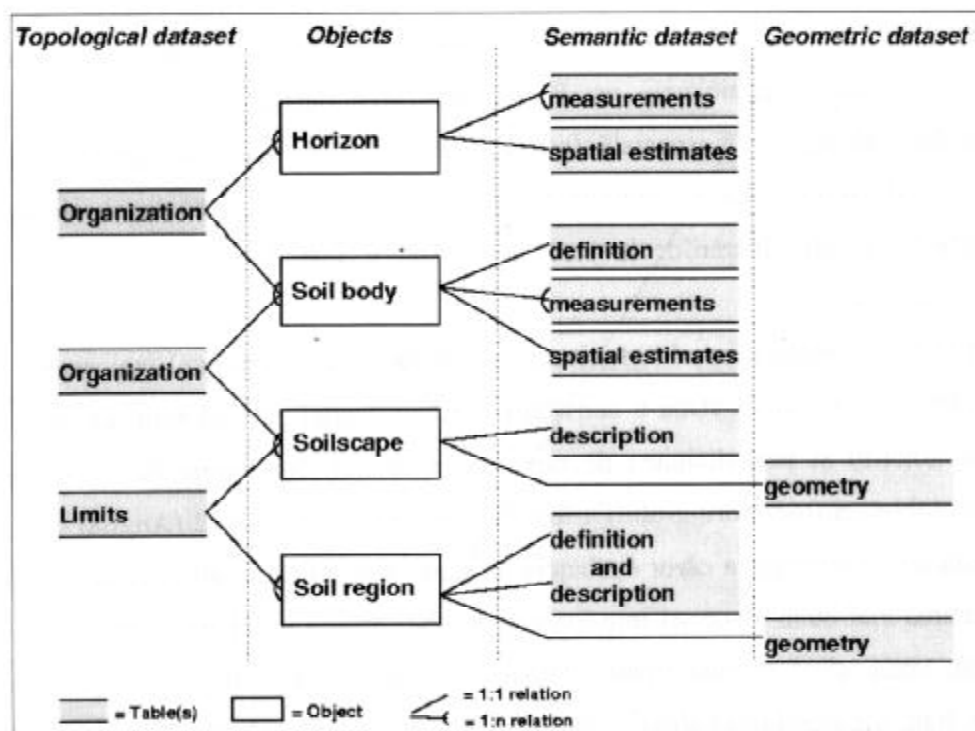
1. Tables describing the spatial relations between soil regions, soilscapes, soil bodies and horizons (topological dataset).
2. Tables describing the properties of horizons, soil bodies, soilscapes and soil regions (semantic dataset).
3. Tables describing the geometry of soilscapes and soil regions (geometric dataset).

*Soil regions*

For soils on soil region information level are typical similar soil forming conditions. They are the largest units of soil description and typical associations of dominant soils occurring in areas limited by typical climate and/or typical parent material. Each soil region is characterized by following attributes:

Table 4

General Structure of the Database



- Parent material
- Dominant parent material
- Climatic data
- Altitudes and major landforms.

**Soilscape**

Information on soilscape level represents that part of soil cover, which groups soil bodies having former or present functional relationships, and can be represented at scale 1:250 000. Main diagnostic criterion for delimitation of soil units according to morphological attributes is relief. The most important role play morphological attributes as: slope, slope length, altitude, curvature, etc. Information on soilscape level is the basis for geometric part of the database.

**Soil body**

It is a portion of the soil cover of with diagnostic characteristics resulting from similar processes of soil genesis. Soil body description

comprises also morphological and analytical attributes of the main horizons.

Database to this time consist mainly of soil data from river basins: Elbe, Odra and Meuse. National soil survey of Italy is also part of this database. In this time the Danube basin data are collected according to the Manual of procedures (Vers. 1.1) (3)

**Structure of Danube basin soil database**

The database has multipurpose exploitation. On one said it serves as a source of soil data for LISFLOOD model, on the other side it is part of the Georeferenced Soil Database (1:250,000). From this point of view it is necessary to collect such kind of data, which are suitable for both purposes mentioned above.

The Database is based on point data approach and compulsory items of data table have been set up from soil body identification table, soil body measurement table and soil horizon measurement table (see below).

**Soil body definition table**

This table contains information concerning parent material and depth to obstacle for roots. These data are used in LISFLOOD model for water storage determination (depths to bedrock) and for groundwater characteristics determination (parent material).

Table 5

Items in the soil body definition table

Identifier	Type	Mandatory	Example	Description
soil_body (key)	char 10	yes	33.2.SB821	Code soil body (SB821) within soil region (33.2)
sb_wrb	char 10	yes	stn-vr -LV	WRB-classification <sup>1</sup>
sb_mat	char 3	yes	900	Parent material <sup>2</sup>
sb_obst	char 1	yes	1	Depth to obstacle for roots <sup>3</sup>

<sup>1</sup>: Data mentioned in appendix 1of the Manual of procedures: WRB soil names 1998

<sup>2</sup>: Data in appendix 2 of the Manual of procedures: List of parent materials

<sup>3</sup>: Data in appendix 3of the Manual of procedures: Determination table for depth to obstacle for roots

Identification of soil body within soil region was changed to a soil point identification (ID) unique for the data provided. This ID will be identical with original one used in each country. Information can have maximally 20 characters, without space.

*Soil body measurements table*

This table contains site characteristics for soil profiles sampled during the fieldwork. The soil profiles put in the database are georeferenced by (X, Y) coordinates and have a limited spatial extent (a few m<sup>2</sup>). For this reasons no indication of spatial variation is given. Table 5 gives the attributes. For X, Y coordinates decimal degrees were chosen, just to prevent problems with different projections used in Danube basin area.

**Table 6**  
Items in the soil body measurements table compulsory for database

Identifier	Type	Mandatory	Example	Description <sup>1</sup>
soil_body (key)	char 10	yes	33.2.SB821	code soil body (SB821) within soil region (33.2)
sbsm_X	num 5	yes	12.10	X-coordinate representative soil profile (eastern latitude)
sbsm_Y	num 4	yes	35.20	Y-coordinate representative soil profile (longitude)
sbsm_alt	num 4	yes	812	Surface altitude (meter a.s.l.)
sbsm_dep	num 3	yes	20	average depth to water table (dm)

*Horizon measurements table*

The horizon characteristics for representative soil profiles are obtained during the field work, and refer to a scale of a few m<sup>2</sup>. For this reasons no indication of spatial variation is given. Table 6 gives the attributes.

Data from at least 2 soil profiles are needed (upper layer and subsoil), only in case that no significant textural change in soil profile occurs it is enough to provide data from one layer as representative for all soil profile. Textural data are needed as basic parameters for pedotransfer equations.

**COUNTRIES IN TOUCH**

Danube basin is the largest basin in Europe. Number of countries

**Table 7**

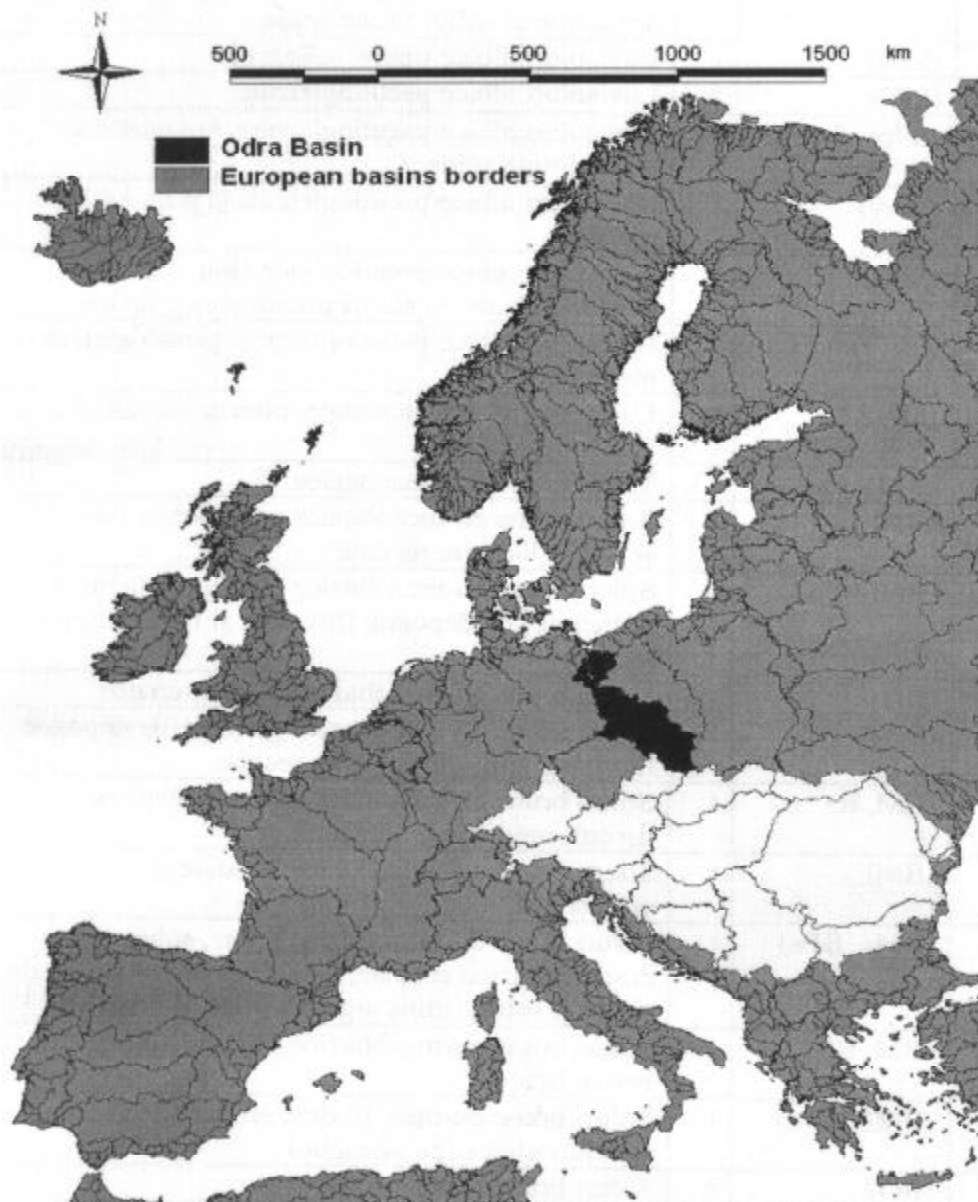
Items in the horizon measurements table

Identifier	Type	Mandatory	Example	Description <sup>1</sup>
soil_body (key)	char 10	yes	33.2.SB821	code soil body
body_hor (key)	char 3	yes	lap	code soil horizon
sbhm_top	num 3	yes	0	starting depth horizon (cm)
sbhm_bot	num 3	yes	20	ending depth horizon (cm)
sbhm_clay	num 2	yes	20	clay content (%)
sbhm_clayQ1	char 10	yes	NLD01_1988	country, lab and year of analysis
sbhm_clayQ2	char 1	yes	m	quality estimate of analysis
sbhm_silt	num 2	yes	40	silt content (%)
sbhm_siltrQ1	char 10	yes	NLD01_1988	country, lab and year of analysis
sbhm_siltrQ2	char 1	yes	m	quality estimate of analysis
sbhm_sand	num 2	yes	40	sand content (%)
sbhm_sandQ1	char 10	yes	NLD01_1988	country, lab and year of analysis
sbhm_sandQ2	char 1	yes	m	quality estimate of analysis
sbhm_stgr	char 2	yes	vv	stone/gravel abundance and size
sbhm_stgrQ1	char 10	yes	NLD01_1988	country, lab and year of analysis
sbhm_stgrQ2	char 1	yes	m	quality estimate of analysis
sbhm_om	num 4.1	yes	8.1	organic matter content (%)
sbhm_omQ1	char 10	yes	NLD01_1988	country, lab and year of analysis
sbhm_omQ2	char 1	yes	m	quality estimate of analysis

Table 8

Area of Danube and Odra basins

# Odra and Danube basins



Danube river basin		
CIS (km <sup>2</sup> )	HYDRO 1k (km <sup>2</sup> )	GISCO 1:3M (km <sup>2</sup> )
799 169	779 537	810 131
Odra river basin		
CIS (km <sup>2</sup> )	HYDRO 1k (km <sup>2</sup> )	GISCO 1:3M (km <sup>2</sup> )
117 843	116 492	117 364

influenced by Danube river is 18: Albania, Austria, Bosnia & Herzegovina, Bulgaria, Switzerland, Czech Republic, Germany, Croatia, Hungary, Italia, Moldova, Macedonia, Poland, Romania, Slovenia, Slovakia, Ukraine and Yugoslavia.

Area of Danube and Odra basins is according to different information system is in Table 7. Odra basin was pilot are for LISFLOOD project with database structure according to Manual of Procedures for Georeferenced Soil Database (1:250,000) [1].

Building up this database shows very clearly its multifunctional purposes. Prevention and forecasting studies in case of environmentally driven hazards have to be done independent of administrative boundaries, e.g. flood risk forecasting has to take into consideration information from all basin area. Soils according to their properties; natural as well as "man-made" are important part of these studies.

## REFERENCES

1. Bialousz, S., *et al.* 2001. Development of the soil digital database for the Odra basin at the scale 1:250,000. Final Report, Project No 15397-1999-11 F1ED ISP PL, Warsaw.
2. De Roo, A. Thielen, J. Ang Gouweleeuw, B., 2002. LISFLOOD a distributed water-balance, flood simulation and flood inundation model, User manual, Vers. 1.0. Ad De Roo, Jutta Thielen, Ben Gouweleeuw. IES/JRC, Special publications No. I.02.131, 73pp.
3. Finke, P., Hartwich, R., Dudal, R., Ibanez, J., Jamagne, M., King, D., Montanarella, L. And Yassoglou, N. 2001. Georeferenced Soil Database for Europe, Manual of Procedures, Vers. 1.1. ESNB/IES, EUR 18092 EN. 184pp.
4. Klopčák, A. - Antal, J., 1982. *Hydropedologia (Hydropedology)*, Vyd. Priroda, Bratislava pre VSP, 381pp.
5. Šutor, J. and Komar, S., 1984. Vybrane hydrofyzikalne charakteristiky pod Vychodoslovenskej nížiny (Chosen hydro-physical features of soils in East Slovakian lowland), In: Zbornik zo seminaru: Poda, voda, rastlina, KPVS Michalovce.
6. Towards Ecological sustainability in Europe: Climate, 1990. Water Resources, Soils and Biota. IIASA, Luxemburg, Austria, 167pp.

## INDICATORI CLIMATICI ȘI REGIMURI DE UMIDITATE ȘI TEMPERATURĂ A SOLULUI

A. Canarache  
Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie

## CLIMATIC INDICATORS AND SOIL MOISTURE AND TEMPERATURE REGIMES

### Abstract

An analysis of climatic indicators frequently used in soil science is presenting, showing good correlations existing in most cases between these indicators for the territory of Romania. The distribution of the main meteo stations in this country according to the Köppen climate provinces and to the local system of agroclimatic zones is shown, and it results in an acceptable repartition of these data. The distribution of these meteo stations according to areas of different soil moisture and soil temperature regimes (identified according to the USDA Soil Taxonomy criteria) is also presented, and again an acceptable repartition was found. The need for correcting climate indicators on basis on soil and land characteristics (available soil moisture capacity, groundwater supply, salinity, and slope runoff) is discussed, a methodology and correction factors is presented, as well as a map of Romania showing results of such corrections.

**Keywords:** climate indicators, soil moisture regime, soil temperature regime, climate indicators correction

### Introducere

Relațiile dintre climă, pedogeneză, calitatea solului pentru diferite folosințe și culturi, necesitatea și pretabilitatea diferitelor măsuri tehnologice și ameliorative reprezintă un concept de bază în știința solului. În acest context, lucrarea de față își propune să prezinte o analiză actualizată a acestor probleme, a relațiilor dintre diferiți indicatori climatici

și regimurile apei și căldurii în sol, precum și a modului în care însușirile solului afectează aceste relații.

### Indicatori și clasificări climatice folosite în știința solului

O primă analiză deosebit de amănunțită a relațiilor dintre climă și sol pentru teritoriului României a fost efectuată de Cernescu (1934). Au fost prezentați în această lucrare indicatorii climatici propuși de Penck, Symkiewicz, Lang, de Martonne, Thornthwaite și Meyer, precum și clasificarea climatică elaborată de Köppen. S-a elaborat harta provinciilor climatice Köppen, și s-au discutat pe larg corelațiile dintre climă și sol, concluzia fiind că "Factorii climatici pot aduce o contribuție reală la caracterizarea climatică a tipurilor de sol cuprinse în limitele unei singure provincii climatice". Dintre contribuțiile mai recente este de menționat cea a lui Teaci (1980), care propune un nou indicator climatic, "indicele hidrotermic", și pune accentul pe relațiile dintre unii indicatori climatici și producție. Berbecel și colab. (1984) analizează în detaliu aceste relații și elaborează o zonare agroclimatică a teritoriului țării, a favorabilității diferitelor zone pentru principalele culturi agricole. Această clasificare agroclimatică a fost inclusă în microzonarea pedo-geoclimatică a teritoriului României (Florea și colab., 1988, 1999). Latiș și colab. (1979) au prezentat corelații ale unor indicatori climatici cu altitudinea terenului. Cercetări privind bilanțul apei în solurile irigate a efectuat Botzan (1972), iar rezultate ample privind relațiile unor indicatori climatici, în special a evapotranspirației, cu producțiile, bazate pe date din câmpurile experimentale de regim de irigație, au prezentat Grumeza și colab. (1987). Apetroaie (1970) a analizat dinamica umidității solului și a stabilit unele formule de prognoză a acesteia pe baza determinărilor efectuate în staționarele agrometeorologice. Florea (1983) a propus o metodologie de calcul al dinamicii rezervelor de apă din sol, cu accent pe aspectele specifice solurilor cu orizont slab permeabil și relațiilor sol/apă freatică. Simota (1990) a elaborat și utilizat în diferite scopuri modele matematice de simulare a dinamicii imidității solului. În prezent, în Statele Unite se folosește pe scară largă un nou indicator climatic, specific cercetărilor privind seceta, respectiv SPI, indicele standard de precipitații (Mc.Kee și colab., 1993), unele cercetări pentru utilizarea lui în condițiile României fiind în curs.

Reluând și dezvoltând unele din elementele de mai sus, s-a procedat în lucrarea de față la o prelucrare statistică mai completă a



datelor climatice existente pentru 91 de stații meteorologice (Institutul Meteorologic, 1961). Principalele rezultate se prezintă în Tabelul 1.

**Tabelul 1.**

**Corelații între temperatura medie anuală ( $T$ , °C), numărul de zile fără îngheț (ZFI), suma anuală a temperaturilor mai mari de 10°C ( $T_{10}$ ), precipitațiile anuale ( $P$ , mm), evapotranspirația potențială anuală (ETP, mm) și evapotranspirația reală anuală (ETR, mm).**

Nr. crt.	Ecuatie de regresie	Coefficient de corelație
1.1	$P = 1122 - 54.37 T$	0,77**
1.2	$ZFI = 105 + 1.437 T + 0.7145 T^2$	0,98**
1.3	$T_{10}^{(1)} = -343 + 301.4 T$	0,74**
1.4	$T_{10}^{(2)} = 54 + 322.9 T$	0,98
1.5	$ETP = 348 + 32.81 T$	0,99**
1.6	$ETR = 378 + 63.03 T - 4.820 T^2$	0,66**
1.7	$ETP = 681 - 0.3696 P$	0,79**
1.8	$ETR = -229 + 2.077 P - 0.0013 P^2$	0,88**

(1) Câmpia Română, Câmpia Tisei, Dobrogea

(2) Munții Carpați, Subcarpați, Piemonturile Vestice, Podișul Transilvaniei, Moldova, Piemontul Getic

O analiză amănunțită a graficelor de regresie respective (neprezentate în lucrarea de față) arată, așa cum de altfel reiese din valoarea foarte mare a coeficienților de corelație (ecuația nr. 1.5), că evapotranspirația potențială anuală poate fi obținută direct din temperatura medie anuală, fapt explicabil întrucât calculul acesteia (Institutul Meteorologic, 1961) s-a efectuat prin metoda Thornthwaite. La o astfel de analiză a corelației dintre temperatura medie anuală și suma temperaturilor anuale peste 10°C (ecuațiile nr. 1.3 și 1.4) s-a constatat că, în fapt, stațiile meteorologice respective se distribuie diferit, la aceeași temperatură medie anuală suma temperaturilor mai mari de 10°C fiind ceva mai mică în zona de câmpie și Dobrogea, și ceva mai mare în zonele de deal și munte, în Podișul Transilvaniei și Moldovei și în Piemontul Getic. În ceea ce privește celelalte corelații prezentate în acest tabel, în special cele privind evapotranspirația potențială, graficele

respective scot în evidență faptul că stațiile meteorologice din zona montană se diferențiază, uneori sensibil, ceea ce a condus la necesitatea de a utiliza în unele cazuri regresii pătratice, posibilitatea de a utiliza aceste ecuații pentru estimarea valorilor respective fiind mai redusă.

În Tabelul 2 se prezintă rezultatele prelucrării statistice a datelor privind diferiți indicatori climatici complecși. Din aceste rezultate reiese corelația foarte strânsă dintre raportul precipitații / evapotranspirație, excedentul de precipitații (ecuația 2.1), indicele de ariditate Martonne (ecuația 2.2) și factorul de ploaie Lang (ecuația 2.3). În unele cazuri s-au utilizat regresii pătratice, acestea fiind necesare numai pentru datele referitoare la stațiile meteorologice din zona montană, celelalte stații meteorologice încadrându-se bine în regresii liniare. În ceea ce privește indicele hidrotermic Teaci, regresia este acceptabil liniară (ecuația 2.4) pentru celelalte stații meteorologice în afara celor din zona montană, în timp de acestea din urmă modifică complet regresia (ecuația 2.5).

**Tabelul 2.**

**Corelații între raportul precipitații anuale / evapotranspirație anuală ( $P/ETP$ ), excedentul anual de precipitații ( $P-ETP$ , mm), indicele de ariditate de Martonne ( $M = P / (T+10)$ ), factorul de ploaie Lang ( $L = P / T$ ) și indicele hidrotermic Teaci ( $IH = (P \cdot T)/100$ )**

Nr. crt.	Ecuatie de regresie	Coefficient de corelație
2.1	$P-ETP = -708 + 782.4 (P/ETP) - 84.78 (P/ETP)^2$	0,99**
2.2	$M = -1.0 + 34.98 (P/ETP)$	0,99**
2.3	$L = 100 - 164.2 (P/ETP) + 129.3 (P/ETP)^2$	0,93**
2.4	$IH^{(1)} = 3.4 + 2.522 (P/ETP)$	0,54**
2.5	$IH^{(2)} = 4.5 + 1.905 (P/ETP) - 0.6859 (P/ETP)^2$	0,99**

(1) Stațiile meteorologice din afara zonei montane

(2) Toate stațiile meteorologice

În continuare, s-au efectuat calcule statistice privind relațiile dintre altitudinea terenului și indicatorii climatici, rezultatele fiind prezentate în Tabelul 3. Ecuatiile de regresie respective sunt suficient de exacte pentru a permite utilizarea lor în vederea estimării indicatorilor respectivi. Datele privind stațiile meteorologice din zona montană au o contribuție

importantă la valoarea ridicată a coeficienților de corelație, deoarece extind sensibil gama valorilor de pe axa "x" a graficelor respective, dar totodată includerea lor în calcul poate produce o oarecare deviere a valorilor estimate pentru zona nemontană. O situație specială s-a constatat sub acest aspect în cazul corelației altitudine / evapotranspirație reală (ecuația 3.6).

În Tabelul 4 se prezintă unele corelații multiple în care, pe lângă altitudine, s-a luat în considerare ca valoare independentă și latitudinea. Regresiile pătratice s-au dovedit în acest caz cele mai adecvate. Ele arată o oarecare îmbunătățire a posibilității de estimare a valorilor respective ale temperaturii și precipitațiilor.

Tabelul 3.

Corelații între altitudinea terenului (A, m), temperatura medie anuală (T, °C), numărul de zile fără îngheț (ZFI), suma anuală a temperaturilor mai mari de 10°C (T<sub>10</sub>), precipitațiile anuale (P, mm), evapotranspirația potențială anuală (ETP, mm) și evapotranspirația reală anuală (ETR, mm)

Nr. crt.	Ecuație de regresie	Coefficient de corelație
3.1	$T = 10,9 - 0,0054 A$	0,92**
3.2	$ZFI = 208 - 0,108 A + 0,00003 A^2$	0,87**
3.3	$T_{10} = 3130 - 1,238 A^2$	0,84**
3.4	$P = 263 * A^{0,1627}$	0,82**
3.5	$ETP = 711 - 0,2115 A + 0,00002 A^2$	0,95**
3.6	$ETR = 476 + 0,2997 A - 0,0002 A^2$	0,69**

Tabelul 4.

Corelații între altitudinea (A, m) și latitudinea (L, °) terenului, temperatura medie anuală (T, °C) și precipitațiile anuale (P, mm)

Nr. crt.	Ecuație de regresie	Coefficient de corelație
4.1	$T = 15,0 - 0,001857 A + 0,00000166 A^2 - 0,004978 L - 0,001024 L^2 - 0,00101 A * L$	0,97**
4.2	$P = 0 + 0,04460 A - 0,0000311 A^2 + 9,221 L + 0,0000232 L^2 + 0,008187 A * L$	0,83**

Tabelul 5.

Numărul de stații meteorologice din diferite provincii climatice Köppen și zone agroclimatice Berbecel

Provincie climatică Köppen	Zonă agroclimatică Berbecel					
	1	2	3	4	5	total
BSax	13	1	-	-	-	14
Cfax	9	6	1	-	-	16
Cfbx	2	3	5	-	-	10
Dfax	9	1	-	-	-	10
Dfbx	-	12	6	-	-	18
Dfk'	-	-	16	-	-	16
Dfck'	-	-	-	6	1	7
total	33	23	28	6	1	91

În ceea ce privește clasificările climatice, în lucrarea de față s-au luat în considerare provinciile climatice din sistemul Köppen (harta elaborată pentru România de Cernescu, 1934) și zonele agroclimatice Berbecel (preluate din harta de microzonare pedo-geoclimatică, Florea și colab., 1999). Stațiile meteorologice (Institutul Meteorologic, 1961) au fost localizate pe hărțile menționate și încadrate în provinciile climatice, respectiv zonele agroclimatice corespunzătoare. O sinteză a acestei încadrări se prezintă în Tabelul 5. Rezultă o corelare acceptabilă a celor două clasificări climatice, diferențele fiind probabil datorate în special faptului că ele au utilizat criterii diferite, respectiv criterii strict climatice în clasificarea Köppen și criterii adecvate unei interpretări privind agricultura în clasificarea Berbecel.

#### Regimuri de apă și căldură în sol

O primă sinteză în problema regimului de apă al solului a fost efectuată de Rode (1965, 1969), care a dezvoltat unele concepte anterioare ale lui Vâsoțki și a diferențiat 5 regimuri hidrice, respectiv percolativ, freatic-percolativ, alterno-percolativ, nepercolativ și exsudativ, bazate pe analiza dinamicii apei pe întreaga grosime a profilului de sol și aplicată îndeosebi în probleme de pedogeneză și geografie a

solurilor. În România, pe baza conceptului lui Rode, primele cercetări, constând în determinări efective în dinamică, pe teren, au fost efectuate de Oanea (1957), ca doctorand al lui Cernescu. Cercetări similare au fost ulterior extinse în diferite zone ale țării (Obrejanu și colab., 1964, 1967; Canarache și colab., 1973). Cernescu (1961) a corelat sistemul lui Vâsoțki - Rode cu sistematica germană a solurilor cu exces de umiditate, cu clasele de drenaj natural al solului din metodologia americană și cu principalele tipuri genetice de sol din România. Chiriță (1961) detaliază clasificarea regimurilor hidrice, pornind de asemenea de la cea a lui Vâsoțki - Rode, și diferențiază 6 clase și 19 tipuri de astfel de regimuri.

Tabelul 6.

Numărul de stații meteorologice din diferite provincii climatice Köppen având diferite regimuri de umiditate și temperatură a solului

Provincie climatică Köppen	Regimuri de umiditate și temperatură							
	mezic / acvic	mezic / perudic-udic	mezic / udic	mezic / udic-ustic	mezic / ustic-xeric	frigid / udic	criic / udic	total
BSax	1	-	-	-	13	-	-	14
Cfax	-	-	2	9	5	-	-	16
Cfbx	-	-	7	3	-	-	-	10
Dfax	-	-	-	10	-	-	-	10
Dfbx	-	-	8	10	-	-	-	18
Dfk'	-	2	14	-	-	2	-	16
Dfek'	-	-	-	-	-	1	4	7
total	1	2	31	32	18	3	4	91

Un sistem sensibil diferit a fost introdus odată cu elaborarea sistemului american de taxonomie a solurilor, inițiat în anii 60', cu diferite variante în anii ce au urmat (Soil Survey Staff, 1999). Conceptul utilizat se bazează pe dinamica umidității în stratul superior al solului, așa numita secțiune de control, și oferă criterii stricte privind durata și periodicitatea perioadelor în care acesta se caracterizează prin prezența unor clase specifice de umiditate a solului. Sunt distinse la nivelul mapamondului 8 clase de regimuri de umiditate, anume peracvic, acvic,

aridic, toric, perudic, udic, ustic și xeric. Deși elaborat în cadrul metodologiei de cartare și sistemului de clasificare a solului, acest sistem are un pronunțat caracter aplicativ, fiind strâns corelat cu implicațiile pe care regimul de umiditate a solului îl are în aspecte practice ale vegetației naturale și cultivate.

Odată cu introducerea în taxonomia americană a criteriului "regim de umiditate" a fost elaborat și un criteriu similar pentru regimul temperaturii în sol. Folosind drept criterii temperatura medie anuală a solului și diferența dintre temperatura medie a verii și a iernii, s-au distins pentru întregul glob 10 regimuri de temperatură: pergelic, criic, frigid, izofrigid, mezic, izomezic, termic, izotermic, hipertermic și izohipertermic.

Tabelul 7.

Numărul de stații meteorologice din diferite zone agroclimatice Berbecel regimuri de umiditate și temperatură a solului

Zonă agro-climatică Berbecel	Regimuri de umiditate și temperatură							
	mezic / acvic	mezic / perudic-udic	mezic / udic	mezic / udic-ustic	mezic / ustic-xeric	frigid / udic	criic / udic	total
1	1	-	-	15	17	-	-	33
2	-	-	6	16	1	-	-	23
3	-	2	25	1	-	-	-	28
4	-	-	-	-	-	2	4	6
5	-	-	-	-	-	1	-	1
total	1	2	31	32	18	3	4	91

Criteriile din metodologia americană au fost aplicate de autorii acesteia pentru unele stații meteorologice din întreaga lume, inclusiv din România. Pe baza acestor date și în corelare cu datele INMH. Munteanu (2001) a obținut hărți ale regimurilor de umiditate și de temperatură în care s-au identificat pentru țara noastră 5 regimuri de umiditate (acvic, perudic - udic, udic - ustic și ustic - xeric) și 3 regimuri de temperatură (criic, frigid și mezic). Totodată, criteriile respective au fost aplicate într-un studiu de detaliu pentru Câmpia Română de Curelariu și colab. (1980).

În lucrarea de față, pentru cele 91 de stații meteorologice ampla-

sate pe hărțile provinciilor climatice Köppen și zonelor agroclimatice Berbecel au fost identificate regimurile de umiditate și de temperatură identificate de Munteanu (2001). Sinteza acestei acțiuni este prezentată în Tabelele 6 și 7. După cum reiese din aceste tabele, și în acest caz există o corelare acceptabilă între sistemele de clasificare a climatelor analizate, deosebirile respective fiind explicabile prin criteriile uneori sensibil diferite care definesc aceste clasificări.

### Posibilă corectare a indicatorilor climatici pe baza unor caracteristici ale solului

Indicatorii climatici utilizați în diferite scopuri, inclusiv în știința solului, se bazează strict pe date referitoare la climă, fără a lua în considerare efectul unor factori de sol care influențează, uneori într-o mare măsură, efectele directe ale climei. În acest sens pot fi înțeleși termenii de "secetă climatică" și "secetă pedologică", frecvent utilizați, dar insuficient de clar definiți. Într-adevăr, cantitățile de apă efectiv utilizabile de către plante depind între altele de cantitatea de apă din precipitații pe care solul o poate acumula, de eventuala aprovizionare suplimentară a solului și plantelor din apa freatică, de accesibilitatea redusă a apei în solurile salin, de pierderile de apă produse prin scurgere pe terenurile în pantă. O abordare în acest sens a fost prezentată, cu aplicație pe teritoriul României la indicele de ariditate Palfay folosit pentru estimarea sensibilității la secetă (Canarache și Dumitru, 2000), și cu aplicație la raportul precipitații / evapotranspirație pe teritoriul din stânga Prutului (Canarache, 2003).

Metodologia folosită a luat în considerare cei 4 factori de sol care pot influența indicatorii climatici. În Tabelul 8 se prezintă clasele de valori ale acestor 4 însușiri ale solului, precum și valorile coeficienților de corecție utilizați. Prin înmulțirea celor 4 coeficienți de corecție se obține un coeficient global de corecție, KS, care se înmulțește (înmulțirea este valabilă pentru indicatorii climatici care au valori crescătoare pe măsura ce climatul devine mai umed; dacă indicatorul climatic respectiv are valori descrescătoare pe măsură ce climatul devine mai umed, el se împarte la coeficientul global de corecție) cu valoarea indicatorului climatic luat în studiu (K), rezultând indicatorul climatic corectat pentru sol (Ks):

$$KS = K_{Su} * K_{Sf} * K_{Ss} * K_{Sp}$$

$$Ks = K * KS$$

sau

$$Ks = K / KS$$

Tabelul 8.

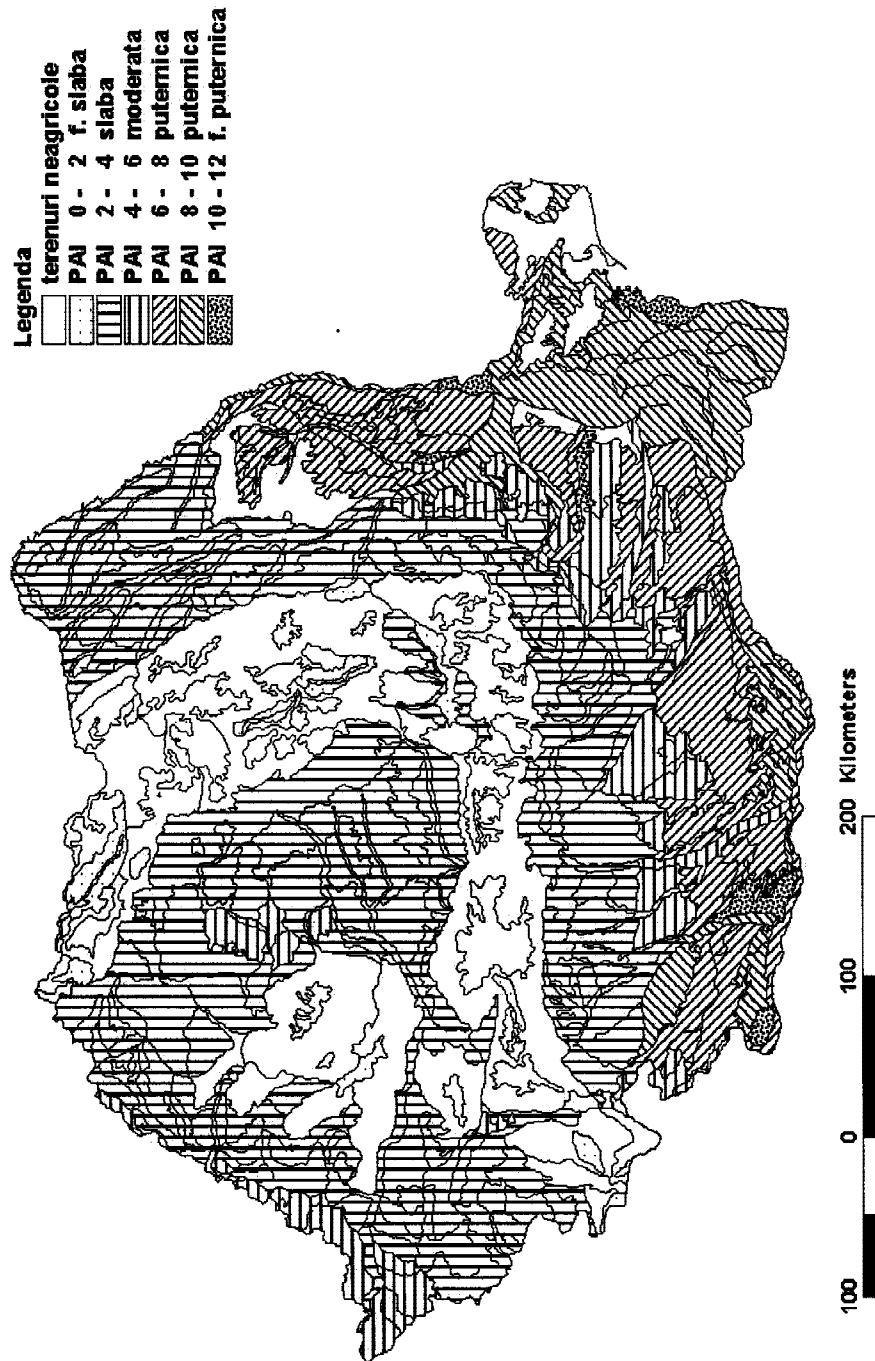
### Coeficienți (Ks) folosiți pentru corectarea coeficientului hidrotermic în funcție de proprietățile solului

Factor de corecție	Clasificarea și valorile factorilor de corecție							
	Capacitate de apă ușor accesibilă		Aport de apă freatică		Conținut de săruri solubile *		Coeficient de scurgere pe pantă	
	mm	KSu	mm h <sup>-1</sup>	KSf	mg 100 g <sup>-1</sup> sol	KSs	%	KSp
Extrem de scăzut	< 30	0.65	-	-	-	-	0	1.00
Foarte scăzut	30-50	0.85	< 50	1.00	< 100 (150)	1.00	< 5	0.95
Scăzut	50-70	1.00	50-150	1.10	100 (150)-300 (350)	1.00	5-10	0.90
Moderat	70-90	1.00	150-250	1.25	300 (350)-600 (900)	0.90	10-20	0.80
Mare	90-120	1.10	250-350	1.70	600 (900) - 1000 (1500)	0.85	20-30	0.80
Foarte mare	> 120	1.35	> 350	2.50	> 1000 (1500)	0.80	> 30	0.75

\*Valorile de bază se referă la salinizarea clorurică, iar cele din paranteze la salinizarea sulfatică.

În Figura 1 se prezintă pentru teritoriul României harta indicelui de ariditate Palfay, corectat pentru sol. Din examinarea acestei hărți se constată că, față de hărțile similare cu valori necorectate, climatul apare ceva mai puțin arid în zone cu soluri profunde, cu textură mijlocie, netasate, nesaline și situate pe terenuri plane (Câmpia Bărăganului de exemplu) sau în zone cu apă freatică la mică adâncime (Câmpia Tisei sau Lunca Dunării de exemplu), în timp ce el apare sensibil mai arid în zone cu soluri cu textură grosieră (nisipurile Olteniei), cu soluri cu textură fină tasate (Piemontul Getic), cu soluri salin (Valea Călmățuiului) sau cu soluri scheletice și terenuri în pantă (estul Dobrogei centrale de exemplu).

Figura 1. - Sensibilitatea la seceta



## Concluzii

Materialul de față, care necesită o analiză suplimentară mai detaliată, scoate în evidență unele posibilități de simplificare a gamei de indicatori climatici folosiți în știința solului, respectiv de renunțare la unii indicatori care se corelează între ei. Rezultă de asemenea necesitatea aprofundării cercetărilor privind regimurile de apă și căldură a solului, a identificării acestora pe bază de date climatice și de sol mai detaliate, precum și prin reluarea și adâncirea studiilor directe de teren, privind dinamica umidității și temperaturii solului, a corelării acestora cu simpla analiză a datelor climatice. În sfârșit, este scoasă în evidență necesitatea corectării indicatorilor climatici în funcție de caracteristicile solului și terenului, metodologia propusă în prezent în acest sens fiind desigur susceptibilă să fie îmbunătățită.

## Bibliografie

1. Apetroaie St. (1970). *Metode de evaluare și prognoză a principalelor componente ale bilanțului apei în culturile agricole*. Hidrotehnica, vopl. 13, nr. 11, pp. 593 – 604.
2. Berbecel O., Eftimescu M., Mihoc C., Socor E., Cusurzus B. (1984). *Cercetări privind resursele agroclimatice ale R. S. România*. Buletin Informativ ASAS, nr. 13.
3. Botzan M. (1972). *Bilanțul apei în solurile irigate*. Ed. Acad. RSR, București, 410 pp.
4. Canarache A. (1990). *Fizica solurilor agricole*. Ed. Ceres, București, pp. 243 - 254.
5. Canarache A. (2003). *Factorii de sol care influențează ariditatea climatului*. In: Rezumatele Comunicărilor, Conferința Corpului Didactico-Științific (Secția Științe Chimico-Biologice), Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, 30 Septembrie - 6 Octombrie 2003, pp. 261 - 262.
6. Canarache A., Dumitru S. (2000). *Impact of soil / land properties on the effects of drought and on soil rating*. In: Proceedings, Central and Eastern European Workshop on Drought Mitigation, April, 12 - 15, 2002, Budapest-Felsögöd, Hungary.
7. Canarache A., Florescu C. I., Dumitriu R. (1973). *Observații asupra regimului hidric al solurilor de stepă din sud-estul României în condițiile specifice ale toamnei anului 1972*. Probleme Agricole, vol. 25, nr. 5, pp. 64 - 68.
8. Cernescu N. (1934). *Facteurs de climat et zones de sol en Roumanie*. Studii tehnice și economice, Institutul Geologic, nr.
9. Cernescu N. (1961). *Clasificarea solurilor cu exces de umiditate*. In: Cercetări de pedologie, Ed. Academiei RPR, București, pp. 223 - 250.



10. Chiriță C. D. (1961). *Contribuții la sistematica regimurilor de apă din solurile RPR*. Studii și Cercetări de Biologie, Seria Biologie Vegetală, Acad. RPR.
11. Cureliariu Gh., Untaru G., Jalbă M. (1980). *Regimurile hidrice ale solurilor din Câmpia Română*. Știința Solului, nr. 4, pp. 27 - 36.
12. Florea N. (1983). *Abordare sistemică a stocării apei în sol pe baza unui model dinamic*. Analele ICPA, vol. 45, pp. 155 - 171.
13. Florea N., Untaru G., Berbecel O., Teaci D., Tudor A., Răuță C., Canarache A. (1988). *Microzonarea pedoclimatică a teritoriului Republicii Socialiste România*. Analele ICPA, vol. 49, pp. 11 - 37.
14. Florea N., Untaru G., Vespremeanu R. (1999). *Microzonarea pedo-geo-climatică actualizată a teritoriului României*. Știința Solului, vol. 33, nr. 1, pp. 86 - 104.
15. Grumeza N., Mercuriev O., Klepș C. (1987). *Folosirea rațională a apei în exploatarea amenajărilor de irigații*. ICITID, Băneasa - Giurgiu, 192 pp.
16. Institutul Meteorologic (1961). *Clima Republicii Populare Române*. București.
17. Latiș L., Spirescu M., Mehedinți V., Iancu I., Popescu E., Ilie M., Dulvara E. (1979). *Stabilirea bonității și favorabilității terenurilor pentru cultura speciilor forestiere principale în zona de coline și dealuri*. Raport tehnic ICPA (manuscris).
18. McKee T. B., Doeskin N. J., Kleist J. (1993). *The relationship of drought frequency and duration to time scales*. Proceedings, 8<sup>th</sup> Conference on Applied Climatology, January 17 - 22, Boston, Massachusetts, pp. 179 - 184.
19. Munteanu I. (2001). *Distribuția regimurilor de umiditate și temperatură a solurilor României în sistemul USDA Soil Taxonomy*. Citat în Florea N., Munteanu I., Sistemul Român de taxonomie a solurilor, 2003, ICPA, Ed. Estfalia, București, pag. 106 - 113.
20. Oanea N. (1957). *Regimul apei în sol în legătură cu problema irigațiilor*. Autoreferat teză doctorat, IANB, București, 33 pp.
21. Obrejanu Gr., Moțoc E., Canarache A., Dumitriu R. (1967). *Cercetări privind stabilirea tipurilor de regim hidric al unor soluri din România*. Analele Secției de Pedologie ICCA, vol. 34, pp. 63 - 78.
22. Obrejanu Gr., Moțoc E., Canarache A., Teodoru O., Thaler R., Budan Gh., Nicolaie V., Bârsan N. (1964). *Cercetări privind stabilirea tipului de regim hidric al unor soluri din RPR*. Analele Secției de Pedologie ICCA, vol. 31, pp. 9 - 37.
23. Rode A. A. (1965, 1969). *Osnovî uceniia a pocivennoi vlaghe, vol. 1, 2*. Ghidrometizdat, Leningrad, 950 pp.
24. Simota C. (1990). *SIBIL, un model matematic de simulare a dinamicii apei în sol și a formării recoltelor*. Raport tehnic, ICPA, București (manuscris).
25. Soil Survey Staff (1999). *Soil Taxonomy*. USDA, Agricultural Handbook 436, 869 pp.
26. Teaci D. (1980). *Bonitatea terenurilor agricole*. Ed. Ceres, București, 296 pp.

## MODIFICAREA ÎNSUȘIRILOR DE SCHIMB CATIONIC ALE SOLURILOR PRIN TRATAREA CU DIFERITE SĂRURI

### I - Modificarea componenței cationice

Nicolae Florea, Nineta Rizea  
Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, București

## MODIFICATION OF THE EXCHANGE CAPACITY PROPERTIES BY TREATMENT WITH DIFFERENT SALTS.

### I- Modification of the cationic composition

#### Summary

The treatment of some acid soils with different quantities of alkaline and neutral salts results in various replacement of the H cation depending on salt quantity and salt and cation nature. At equivalent salt quantity, the most adsorbed cation is the Na from NaHCO<sub>3</sub>, followed by Ca from CaCO<sub>3</sub> and then by NH<sub>4</sub> from NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>; the lowest adsorbed is Na from NaCl.

In the case of calcaric soil a replacement of Ca cation by Na cation takes place; the differences above mentioned due to salts are maintained.

**Key words:** soil treatment with salts, cationic composition.

#### INTRODUCERE

Literatura națională și internațională arată că solurile alcalice formate în condiții naturale care prezintă un procent ridicat de sodiu schimbabil au reacție puternic alcalină (pH>9,0). În condiții naturale solurile alcalice sunt saturate în baze și prin hidroliza complexului coloidal și eliberarea sodiului în soluție rezultă un pH alcalin.

În prezent au apărut și soluri care prezintă în același timp cantități importante atât de hidrogen schimbabil cât și de sodiu schimbabil, ca urmare a poluării unor soluri acide (luvisoluri) cu apă sărată provenită de la instalațiile de exploatare a țiteiului. Aceste soluri, deși au o saturație în sodiu ridicată prezintă o reacție acidă, constatare care nu

corespunde cunoștințelor pe care le avem despre influența sodiului schimbabil asupra pH-ului soluției de sol, generalizate pe baza cunoștințelor referitoare la solurile alcalice "normale".

Este posibil ca influența sodiului în proporție ridicată în solurile care au în același timp și hidrogen schimbabil în complexul coloidal să fie cu totul diferită de cea a solurilor în care lipsește hidrogenul schimbabil (cum este cazul solurilor afectate de săruri în condiții naturale). Pe de altă parte, reacția acidă a soluției de sol s-ar putea datora reacției de schimb dintre clorura de sodiu și hidrogenul schimbabil din sol sau cel puțin această reacție ar putea accentua acidifierea soluției solului. Evident, în funcție de procesele care determină această acidifiere a solului vor depinde și măsurile de ameliorare ale acestora.

Obiectivul cercetărilor a fost elucidarea cauzelor care explică comportamentul solurilor acide poluate cu săruri de sodiu (clorura de sodiu).

Nu sunt cunoscute cercetări în literatura noastră sau în cea internațională pentru lămurirea problemelor prezentate anterior. În studiile de poluare realizate anterior s-au efectuat analize pe soluri acide poluate cu țitei și apă sărată (Toti și colab., 1996); aceste soluri au prezentat saturație ridicată în sodiu, hidrogen schimbabil și reacție acidă. De exemplu, în urma unor cercetări privind efectele poluării cu petrol și apă sărată asupra solurilor, Latiș și colab., 1996 au analizat printre altele și soluri sărăturate antropice din județul Dâmbovița. În tabelul următor sunt prezentate câteva date referitoare la complexul adsorbativ și conținutul de săruri solubile care arată că aceste soluri prezintă saturație ridicată în sodiu, aciditate de schimb și reacție acidă.

## MATERIAL ȘI METODĂ

Experiențele de laborator au urmărit obținerea de probe de sol cu diferite proporții de Ca, Na, H sau  $NH_4$  în componența capacității de schimb cationic, prin tratare cu bicarbonați de sodiu sau de amoniu sau carbonat de calciu (săruri alcaline) precum și cu clorură de sodiu (sare neutră).

Pentru experimentare s-a folosit material de sol provenit din orizontul de suprafață a trei tipuri de sol și anume din două soluri acide (Ap din luvosol albic de la Albota și Ao din districambosol de la Stâna de Vale) și dintr-un sol saturat în baze (Am din cernoziom calcaric de la Brăila).

**Tabelul 1**  
Date analitice privind compoziția cationică și conținutul total de săruri solubile pentru două profile de sol de la Lucieni, jud. Dâmbovița

Tip de sol	Orizont	Adâncime (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	SB	SH	T	V <sub>g3</sub> (%)	Na <sub>eq</sub>	T <sub>Na</sub>	V <sub>Na</sub> (%)	Săruri solubile
											me/100 g sol
Luvosol albic stagnic, puternic saisodic antropice (alcalizat, salinizat)	Ap1 na sc	0-14	5,95	22,59	5,13	27,72	81,5	6,44	27,18	23,7	701
	Ap2 na sc	14-28	5,70	14,00	5,47	19,47	71,9	4,93	21,2	22,8	302
	Eaw nasc	28-42	5,40	14,27	5,88	20,15	70,8	6,14	21,2	29,0	233
	EBw na sc	42-55	5,10	13,18	6,22	19,40	67,9	7,22	23,1	31,3	263
	Bt1w na sc	55-70	5,00	19,61	8,71	27,32	69,2	10,35	29,08	35,6	388
		70-90	4,90	21,57	7,70	29,77	72,4	10,74	31,25	34,4	523
		90-110	4,75	22,34	7,70	30,04	74,4	8,44	34,24	24,6	600
Luvosol stagnic moderat erodat, saisodic antropice (alcalic, salinizat)	Ei na	0-15	5,40	19,51	6,32	25,83	75,7	13,62	27,18	50,1	479
	EBw na sc	15-26	5,35	27,51	6,97	34,12	80,6	22,61	34,78	65,0	614
	Bt1w na sc	26-40	5,20	28,57	6,60	35,17	81,2	21,79	36,41	59,8	625
		40-50	5,20	27,83	6,53	34,36	81,0	21,88	34,78	62,9	615
		80-100	5,65	36,23	5,17	41,40	87,5	33,27	45,11	73,8	544

**Tabelul 2**  
Date analitice privind pH-ul și însușirile de schimb cationic ale celor trei materiale de sol folosite pentru experimentare

Tip de sol Localizare	pH (H <sub>2</sub> O)	SB	SH	T	V
Luvosol albic, Albota	5,11	5,70	7,67	13,37	42,6
Districambosol, Stâna de Vale	4,53	0,48	14,63	15,11	3,2
Cernoziom calcaric, Brăila	8,54	-	0	22,00	100

În tabelul 2 se prezintă datele analitice privind pH-ul și însușirile de schimb cationic ale celor trei materiale de sol (martori) pe care s-au făcut experiențele. După cum se vede luvosolul albic de la Albota este un sol moderat acid cu o capacitate mică de schimb cationic și se încadrează în clasa de saturație oligomezobazic.

Districambosolul de la Stâna de Vale este un sol puternic acid cu o capacitate mică de schimb cationic și se încadrează în clasa de saturație extrem oligobazic. Cernoziomul calcaric de la Brăila este un sol slab spre moderat alcalin cu o capacitate mijlocie de schimb cationic și se încadrează în clasa solurilor saturate în baze (după metodologia I.C.P.A., 1997).

Prima experiență s-a realizat cu material dintr-un luvosol albic de la Albota la care s-au adăugat cantități diferite de săruri ( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  și  $\text{NaCl}$ ) pentru a se obține diferite variante ale gradului de saturație în baze (V) până la 100% și cantități excedentare așa cum se prezintă în tabelul 3.

După adăugarea sărurilor, solul din pahare s-a umectat uniform cu 25 ml apă bidistilată în două în etape; după două săptămâni solul parțial uscat s-a omogenizat și s-a lăsat încă 5 zile la uscat. Aceste operații de umectare, omogenizare și uscare s-au repetat de două ori. Din varianta tratată cu  $\text{NaCl}$  s-au luat 30 g de sol din fiecare probă și s-au spălat cu aproximativ 350 ml alcool etilic pentru îndepărtarea excesului de sare, obținându-se o nouă serie de probe. Operația de spălare a solului de exces de sare cu alcool s-a efectuat la început în pahar și apoi pe filtru.

Probele de sol au fost uscate, mărunțite și s-au făcut determinări de: pH în  $\text{H}_2\text{O}$  și în soluție de  $\text{KCl}$  1n, cationi bazici de schimb ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  și  $\text{K}^+$ ), hidrogen schimbabil (SH) și sodiu solubil (după metodologia I.C.P.A., 1986).

Următoarele experiențe s-au realizat pe un material dintr-un districambosol de la Livada și dintr-un cernoziom calcaric de la Brăila care s-au tratat cu cantități diferite de  $\text{NaHCO}_3$  și  $\text{NaCl}$  (tabelul 3). Tratamentele s-au desfășurat în aceleași etape ca la experiența anterioară; spălarea celei de-a doua serii tratate cu  $\text{NaCl}$  s-a făcut cu 250 ml de apă distilată atât pentru districambosol cât și pentru cernoziomul calcaric.

Probele de sol au fost uscate, mărunțite și s-au făcut determinări de: pH în  $\text{H}_2\text{O}$ , cationi bazici de schimb ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  și  $\text{K}^+$ ), hidrogen schimbabil (SH), sodiu solubil și capacitate de schimb cationic ( $\text{T-NH}_4$ ).

**Tabelul 3**  
Schema de lucru privind variantele cu gradele de saturație preconizate și me de sare adăugați corespunzători acestora

Tip de sol Localizare	Nr. variantă	Creșteri ale saturației și cantități excedentare raportate la T	me sare adăugați la 100 g sol
Luvosol albic, Albota	1	65	1,71
	2	75	3,45
	3	85	5,18
	4	95	6,91
	5	105	8,64
	6	115	10,37
Districambosol, Stâna de Vale	1	40	3,69
	2	60	7,33
	3	80	10,98
	4	100	14,63
	5	140	21,93
	6	180	29,22
	7	220	36,52
Cernoziom calcaric, Brăila	1	120	5,33
	2	140	10,66
	3	180	21,32
	4	220	31,98
	5	300	53,30

## REZULTATE OBȚINUTE

### a) Rezultate referitoare la luvosolul albic (moderat acid)

Analizând rezultatele obținute pe solul moderat acid (luvosol albic de la Albota) (tabelul 4) se vede că valorile capacității de schimb cationic (T) rămân aproape constante la diferitele variante. Evident, la probele tratate cu  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  printre cationii schimbabili apare și ionul amoniu ( $\text{NH}_4^+$ ) ca urmare a reacției de schimb, în procente care cresc cu cantitatea de bicarbonat de amoniu adăugată, de la 7,1% la 32,2%, depășind saturația în calciu schimbabil la ultimele variante (tabelul 4).

Teoretic, tratările cu  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$  și  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  determină prin reacția de schimb dintre cationul sării respective și hidrogenul adsorbit în sol formarea de  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (care se descompune cu degajare de  $\text{CO}_2$ ) și nu rămâne în sol ca sare. În cazul experiențelor în care solul s-a tratat cu  $\text{NaCl}$ , în reacția de schimb dintre sodiu și hidrogenul adsorbit rezultă  $\text{HCl}$  care, pentru varianta nespălată cu alcool, a rămas în soluția solului și a fost determinat ca aciditate; de aceea valorile hidrogenului schimbabil au fost diminuate cu diferența dintre sodiu schimbabil în probele tratate și sodiu schimbabil din proba martor.

Cu creșterea conținutului de cationi adăgați sub formă de diferite săruri, în sol se constată că la toate variantele a crescut cantitatea de cationi adsorbiți (respectiv  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  și  $\text{NH}_4^+$ ) și a scăzut cantitatea de hidrogen schimbabil. Dar aceste modificări sunt foarte diferite de la o sare la alta și de la un cation la altul (tabelul 4).

Cea mai puternică modificare a componenței cationice a avut loc la tratarea solului cu  $\text{NaHCO}_3$  situație în care gradul de saturație (V) a ajuns la 90,2%, saturația în hidrogen a scăzut la 9,8%, în timp ce  $V_{\text{Na}}$  a crescut la 51,5%, iar ceilalți cationi și-au păstrat proporția inițială, diminuată (tabelul 4). Gradul de saturație (V) s-a mărit datorită creșterii proporției sodiului schimbabil pe seama celei a hidrogenului schimbabil, în timp ce procentele de calciu, magneziu și potasiu au rămas aproape constante (figura 1a).

Tot o modificare puternică a compoziției cationice a avut loc și în cazul tratării solului cu  $\text{CaCO}_3$  situație în care gradul de saturație (V) a ajuns la 88,5%, saturația în hidrogen a scăzut la 11,5% iar schimbul s-a făcut în acest caz între hidrogenul schimbabil și calciu a cărui proporție a ajuns la 79,7%; magneziul, potasiu și sodiul și-au păstrat proporția inițială, ușor diminuată (tabelul 4).

**Tabelul 4**  
**Modificarea pH-ului și a compoziției cationice ale unor probe de sol acid ( Ap din luvosol albic, Albota) în urma tratării cu cantități diferite de săruri de sodiu, calciu și amoniu**

Variantă*	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	me/100 g sol										V %		
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SH	SB	T	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>		K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
Martor	5,11	3,95	4,30	0,98	0,19	0,22	7,67	5,70	13,37	32,2	7,4	1,4	1,6	57,4	42,6
Tratare cu NaHCO <sub>3</sub>															
1	5,70	4,24	3,99	0,88	0,13	1,21	7,13	6,20	13,33	29,9	6,6	1,0	9,1	53,5	46,5
2	6,40	4,78	4,07	0,89	0,17	2,64	5,29	7,77	13,07	31,2	6,8	1,3	20,2	40,5	59,5
3	7,45	5,49	3,96	0,84	0,17	4,00	4,22	8,96	13,19	30,0	6,4	1,3	30,3	32,0	68,0
4	7,55	6,15	4,04	0,83	0,15	5,03	3,56	10,05	13,61	29,7	6,1	1,1	37,0	26,2	73,8
5	7,96	6,45	3,96	0,80	0,15	6,01	2,09	10,91	13,00	30,4	6,2	1,1	46,2	16,1	83,9
6	8,30	7,03	4,07	0,80	0,17	6,69	1,27	11,73	13,00	31,3	6,2	1,3	51,5	9,8	90,2
Tratare cu CaCO <sub>3</sub>															
1	5,24	4,24	5,11	0,88	0,17	0,22	7,23	6,38	13,61	37,6	6,5	1,2	1,6	53,1	46,9
2	5,61	4,83	6,33	0,85	0,15	0,20	5,55	7,53	13,08	48,4	6,5	1,1	1,5	42,4	57,6
3	6,00	5,28	7,46	0,87	0,17	0,21	4,33	8,70	13,03	57,3	6,7	1,3	1,6	33,2	66,8
4	6,36	5,74	8,44	0,85	0,13	0,20	3,72	9,62	13,34	63,3	6,4	1,0	1,5	27,9	72,1
5	6,87	6,24	9,42	0,85	0,15	0,21	2,29	10,63	12,92	72,9	6,6	1,1	1,6	17,7	82,3
6	7,05	6,31	10,61	0,83	0,13	0,22	1,53	11,79	13,31	79,7	6,2	1,0	1,7	11,5	88,5

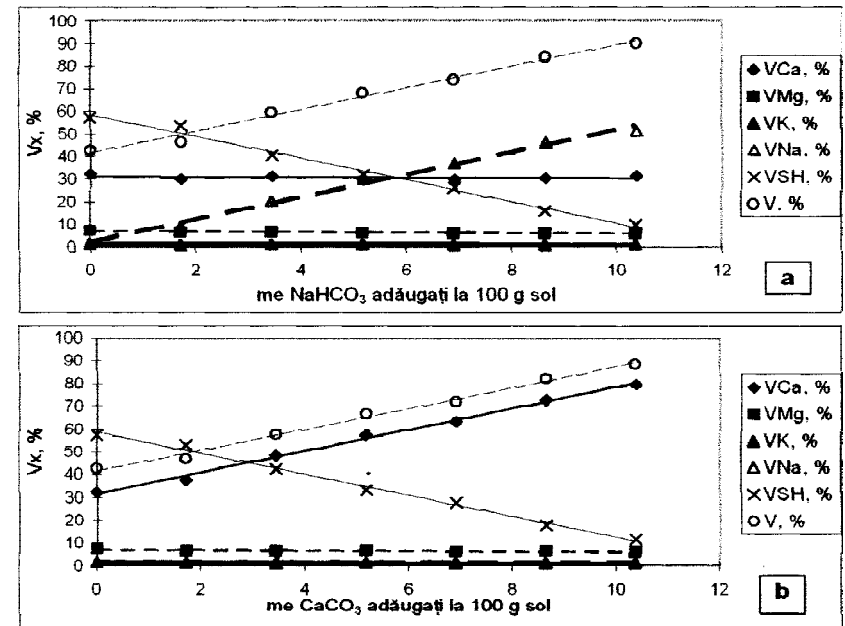
Varietă*	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	me/100 g sol						% din T						V %		
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SH	SB	T	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SH
<b>Tratare cu NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub></b>																	
1	5,24	4,21	3,99	0,89	0,17	0,22	0,96	7,28	6,22	13,50	29,5	6,6	1,2	1,6	7,1	53,9	46,1
2	5,48	4,54	3,84	0,88	0,13	0,19	2,36	6,11	7,39	13,50	28,4	6,5	0,9	1,4	17,5	45,2	54,8
3	5,78	4,87	3,99	0,89	0,15	0,21	2,47	5,80	7,70	13,50	29,5	6,6	1,1	1,6	18,3	43,0	57,1
4	5,90	5,03	3,87	0,92	0,13	0,20	2,79	5,60	7,90	13,50	28,6	6,8	0,9	1,5	20,7	41,5	58,5
5	6,11	5,29	3,63	0,88	0,15	0,19	3,72	4,94	8,56	13,50	26,9	6,5	1,1	1,4	27,6	36,6	63,4
6	6,76	5,70	3,75	0,85	0,13	0,20	4,35	4,22	9,28	13,50	27,8	6,3	0,9	1,5	32,2	31,3	68,7
<b>Tratare cu NaCl</b>																	
1	4,85	4,04	4,07	0,88	0,15	0,83		7,69	5,93	13,62	29,9	6,5	1,1	6,1		56,5	43,5
2	4,75	4,05	4,10	0,88	0,13	2,33		6,24	7,44	13,68	30,0	6,4	0,9	17,0		45,6	54,4
3	4,63	3,99	4,13	0,91	0,15	2,24		6,12	7,43	13,55	30,5	6,7	1,1	16,5		45,2	54,8
4	4,67	4,08	4,16	0,87	0,13	2,52		5,95	7,68	13,63	30,5	6,4	0,9	18,5		43,7	56,3
5	4,57	4,03	4,16	0,89	0,13	3,18		5,34	8,36	13,70	30,4	6,5	0,9	23,2		39,0	61,0
6	4,54	4,04	4,07	0,87	0,17	3,37		5,25	8,48	13,72	29,7	6,3	1,2	24,6		38,3	61,8
<b>Tratare cu NaCl și spălare cu alcool</b>																	
1	4,80		4,16	0,92	0,15	0,71		7,64	5,94	13,58	30,6	6,8	1,1	5,2		56,2	43,8
2	5,19		3,82	0,88	0,17	1,13		7,74	6,00	13,74	27,8	6,4	1,2	8,2		56,3	43,7
3	5,26		3,78	0,83	0,17	1,60		7,43	6,38	13,81	27,4	6,0	1,2	11,6		53,8	46,2
4	5,36		3,40	0,79	0,13	1,70		7,23	6,02	13,25	25,7	6,0	1,0	12,8		54,6	45,4
5	5,44		3,31	0,75	0,15	2,29		7,43	6,50	13,93	23,8	5,4	1,1	16,4		53,3	46,7
6	5,34		3,40	0,72	0,17	2,32		7,13	6,61	13,73	24,7	5,2	1,2	16,9		51,9	48,1

\* Variantele de tratare se diferențiază prin me de sare adăugați la 100 g sol, astfel: 1=1,72; 2=3,45; 3=5,18; 4=6,91; 5=8,64; 6=10,37.

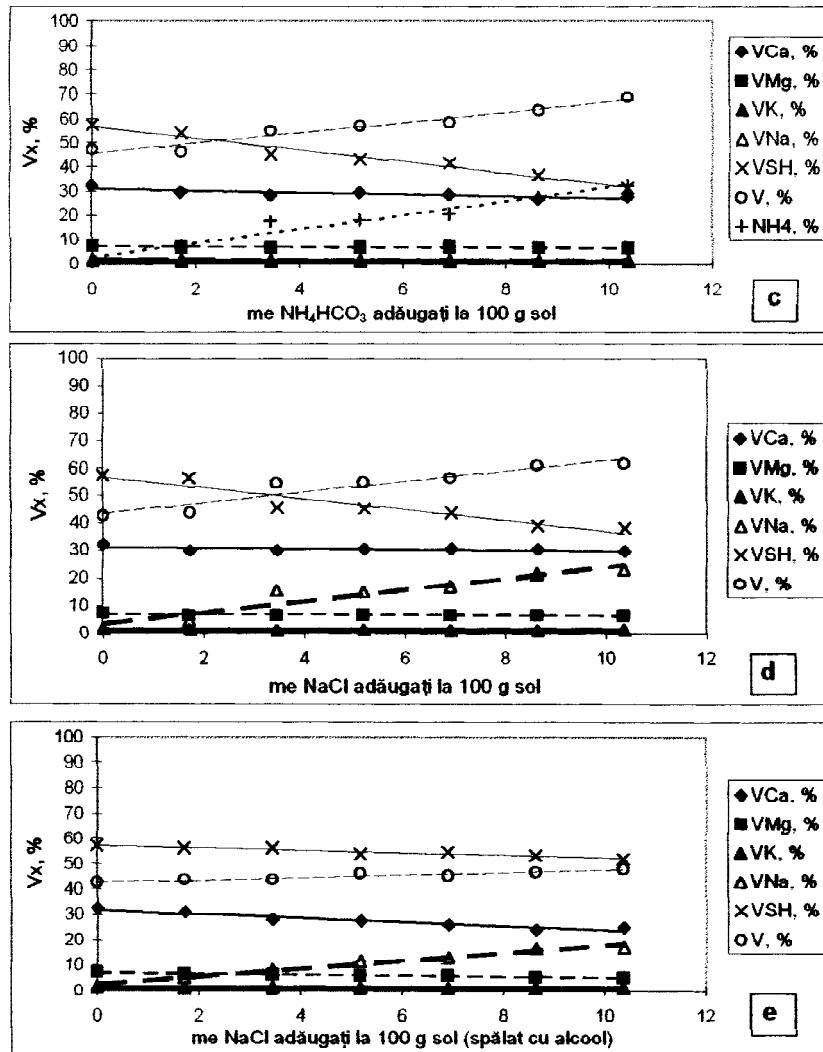
Gradul de saturație (V) a crescut datorită adsorbției calciului pe seama hidrogenului, procentele de calciu, magneziu și potasiu rămânând practic constante (figura 1b). Diferențele dintre tratările cu NaHCO<sub>3</sub> (figura 1a) și cele cu CaCO<sub>3</sub> (figura 1b) din punct de vedere al gradului de saturație (V) sunt nesemnificative, totuși gradul de saturație (V) a fost ușor mai mare în primul caz.

În cazul tratării solului cu NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>, adsorbția de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, cu schimb la aceeași cantitate a sării adăugate a fost mai redusă decât în primele două cazuri (1a și 1b); gradul de saturație (V) a ajuns doar la 68,7%, saturația în hidrogen a scăzut la 31,3%, schimbul având loc în cea mai mare parte cu hidrogenul și în cantități mici cu calciul care a scăzut de la 32,2% la 27,8%; magneziul, potasiul și sodiul au rămas aproape la fel. În acest caz tăria de reținere a NH<sub>4</sub><sup>+</sup> a fost mai slabă (figura 1c). Se observă că gradul de saturație (V) a fost mai mic față de tratările similare cu NaHCO<sub>3</sub> și cu CaCO<sub>3</sub>.

În varianta tratării cu NaCl, valorile corectate ale gradului de saturație (V) au crescut de la 42,6% la 61,8% iar procentul de hidrogen schimbabil a scăzut de la 57,4% la 38,3%. Creșterea V s-a făcut pe seama sodiului schimbabil care a ajuns de la 1,6% la 24,6%, restul cationilor a rămas la fel. (figura 1d).







VCa-saturația în calciu; VMg-saturația în magneziu; VK-saturația în potasiu; VNa-saturația în sodiu  
 VN<sub>4</sub>-saturația în amoniu; VSH-saturația în hidrogen; V-saturația în baze

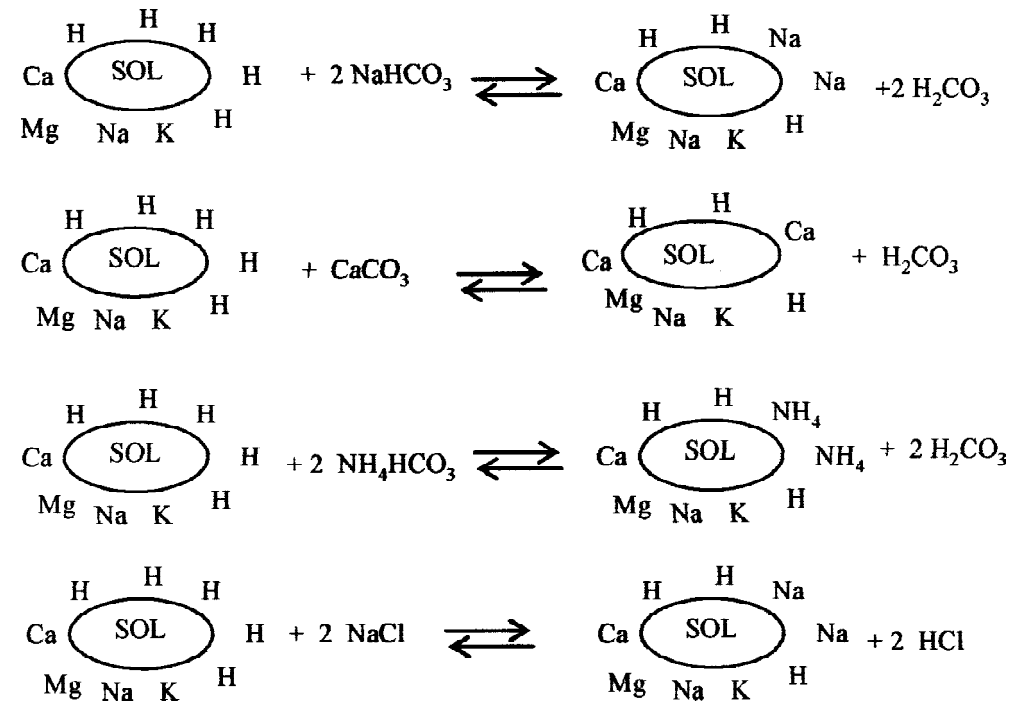
Figura 1 Variația gradului de saturație în baze într-un luvosol albic, Albota prin tratarea cu cantități diferite de săruri de sodiu, calciu și amoniu

În cazul tratării cu NaCl și spălării ulterioare a excesului de sare și de HCl cu alcool valoarea gradului de saturație (V) a ajuns de la 42,6% la 48,1%, iar saturația în hidrogen a scăzut de la 57,4% la

51,9%. Gradul de saturație în sodiu a crescut de la 1,6% la 16,9%, schimbul realizându-se atât pe seama hidrogenului cât și a calciului așa cum se observă în figura 1e. În această situație a apărut cea mai mică creștere a gradului de saturație (V) față de variantele anterioare și este singura variantă în care V a rămas sub valorile saturației în H<sup>+</sup>. Față de varianta precedentă (tratare cu NaCl fără spălare) se constată, prin comparație, că spălarea cu alcool a determinat o creștere a hidrogenului pe seama sodiului și a calciului.

Din datele tabelului 4 s-a observat că la tratări ale solului moderat acid cu cantități echivalente chimic de diferite săruri se constată rețineri de intensitate diferită în funcție de sare și cation. Cel mai intens reținut a fost Na<sup>+</sup> din bicarbonatul de sodiu, urmat foarte aproape de Ca<sup>2+</sup> din carbonatul de calciu și apoi la distanță de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> din bicarbonatul de amoniu; cel mai slab reținut a fost Na din clorura de sodiu.

Această comportare se explică în primele trei cazuri prin diferențele de reactivitate (reținere) a celor trei cationi (Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) în condițiile reacției de schimb (din care rezultă H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> care se descompune în CO<sub>2</sub> care se degajă și H<sub>2</sub>O, permițând deplasarea reacției într-un



singur sens), iar în ultimul caz prin formarea din reacția de schimb a HCl care pe măsură ce se formează determină dezvoltarea reacției și în sens invers.

Cantitatea de cationi adăugată în experiențele realizate ar fi trebuit teoretic să satureze solul în cationi și în plus să existe și un exces, dar practic nu se întâmplă acest lucru. Calculul teoretic al saturației în baze, ținând seama de cantitatea de sare adăugată nu corespunde cu gradul de saturație obținut experimental, ultimul fiind mai mic. Acest fapt se datorează, probabil, unor reacții complexe încă neelucidate, care merită a fi studiate special.

*b) Rezultate referitoare la districambosol (puternic acid)*

Analizând valorile capacității de schimb cationic (T) se vede că rezultatele obținute pe un sol puternic acid acid (disticambosol de la Stâna de Vale) au rămas constante la diferitele variante de tratare.

Tratarea cu NaHCO<sub>3</sub> până la valori ce ar determina teoretic o saturație de 100% a condus practic numai la un grad de saturație (V) de numai 62,2%, la o saturație în sodiu de 57,9% și o valoare de 37,8% pentru hidrogenul schimbabil față de 96,8% la martor (tabelul 5).

Ca și în cazul precedent al luvisolului albic, gradul de saturație (V) s-a mărit datorită creșterii procentului de sodiu schimbabil pe seama hidrogenului schimbabil, în timp ce procentele de calciu, magneziu și potasiu au rămas aproape constante (figura 2a).

Așa cum era de așteptat, deoarece districambosolul de la Stâna de Vale este un sol mai acid gradul de saturație (V) realizat pe acesta pentru un V teoretic scontat de 100% a fost de numai 62,2% față de 83,9% obținut pe luvisolul albic de la Albota pentru un V scontat teoretic de 105%.

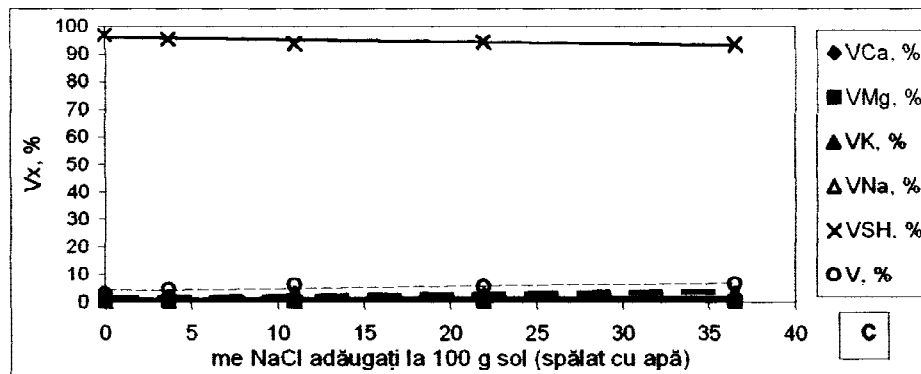
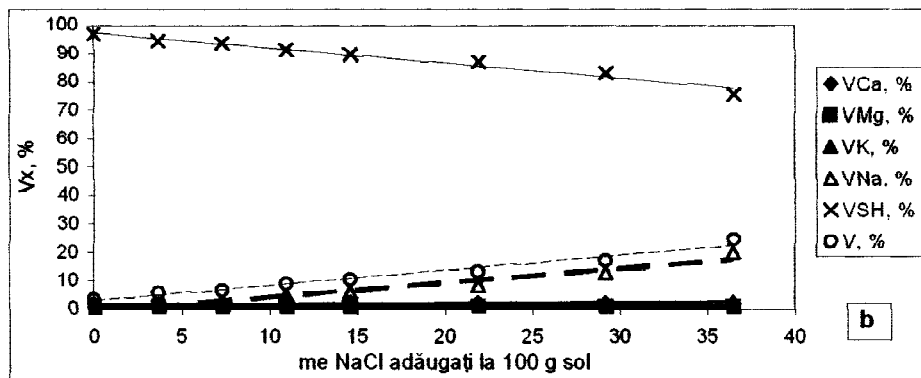
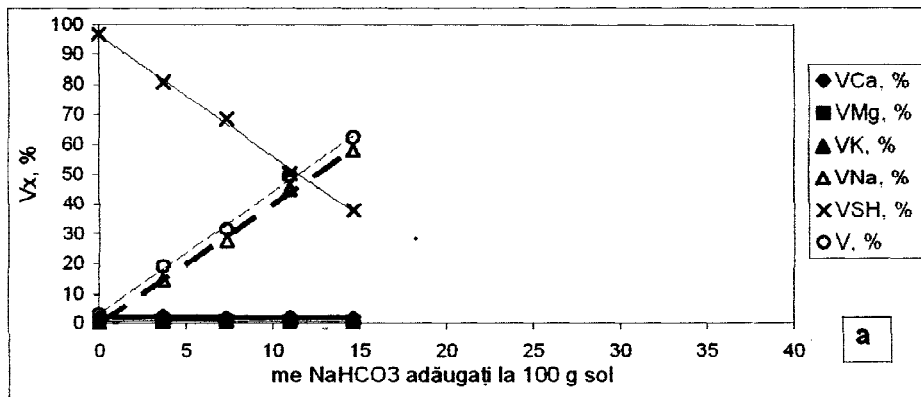
În cazul tratării cu NaCl, gradul de saturație (V) a crescut de la 3,2% numai până la 24,4% iar procentul de hidrogen schimbabil a scăzut de la 96,8% la 75,6%. Creșterea V s-a făcut pe seama sodiului schimbabil care a ajuns de la 0,2% la 19,8 %, restul cationilor rămânând la fel (figura 2b).

La probele tratate cu NaCl și spălate cu apă gradul de saturație (V) a crescut doar la 6,8% în timp ce hidrogenul schimbabil a scăzut numai până la 6,8%. Și aici creșterea V s-a făcut pe seama hidrogenului, cationii de calciu și magneziu rămânând aproape la fel iar cei de sodiu și potasiu prezentând o creștere a proporției (figura 2c). Și în acest caz spălarea solului tratat cu NaCl a dus la o creștere a hidrogenului schimbabil pe seama sodiului schimbabil.

**Tabelul 5**  
**Modificarea pH-ului și a compoziției cationice ale unor probe de sol acid (Ao din districambosol, Stâna de Vale) în urma tratării cu cantități diferite de săruri de sodiu**

Varianta*	pH (H <sub>2</sub> O)	me/100 g sol						% din T				V %		
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	SH	SB	T	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>		Na <sup>+</sup>	SH
Martor	4,53	0,25	0,10	0,10	0,03	14,63	0,48	15,11	1,7	0,7	0,7	0,2	96,8	3,2
Tratare cu NaHCO <sub>3</sub>														
1	5,77	0,44	0,13	0,15	2,38	13,05	3,10	16,15	2,7	0,8	0,9	14,7	80,8	19,2
2	6,20	0,27	0,11	0,17	4,01	9,90	4,56	14,46	1,9	0,8	1,2	27,7	68,5	31,5
3	6,86	0,31	0,09	0,26	6,34	7,10	7,00	14,10	2,2	0,6	1,8	45,0	50,4	49,6
4	7,62	0,27	0,08	0,26	8,28	5,40	8,89	14,29	1,9	0,6	1,8	57,9	37,8	62,2
Tratare cu NaCl														
1	4,45	0,27	0,12	0,28	0,22	15,11	0,89	16,00	1,7	0,8	1,8	1,4	94,4	5,6
2	4,00	0,27	0,13	0,26	0,40	15,48	1,06	16,54	1,6	0,8	1,6	2,4	93,6	6,4
3	3,98	0,25	0,13	0,35	0,75	15,33	1,48	16,81	1,5	0,8	2,1	4,5	91,2	8,8
4	3,95	0,27	0,13	0,37	0,98	15,20	1,75	16,95	1,6	0,8	2,2	5,8	89,7	10,3
5	3,88	0,31	0,15	0,37	1,44	15,24	2,27	17,51	1,8	0,9	2,1	8,2	87,0	13,0
6	3,96	0,25	0,12	0,35	2,12	14,01	2,84	16,85	1,5	0,7	2,1	12,6	83,1	16,9
7	3,90	0,27	0,12	0,39	3,36	12,82	4,14	16,96	1,6	0,7	2,3	19,8	75,6	24,4
Tratare cu NaCl și spălare cu apă														
1	4,95	0,23	0,06	0,11	0,33	14,35	0,73	15,08	1,5	0,4	0,7	2,2	95,2	4,8
3	4,71	0,27	0,04	0,14	0,51	14,12	0,96	15,08	1,8	0,3	0,9	3,4	93,6	6,4
5	4,48	0,25	0,03	0,17	0,44	14,19	0,89	15,08	1,7	0,2	1,1	2,9	94,1	5,9
7	4,50	0,24	0,06	0,21	0,52	14,05	1,03	15,08	1,6	0,4	1,4	3,4	93,2	6,8

\* Variantele de tratare se diferențiază prin me de sare adăugați la 100 g sol, astfel: 1=3,69; 2=7,33; 3=10,98; 4=14,63; 5=21,93; 6=29,22; 7=36,52.



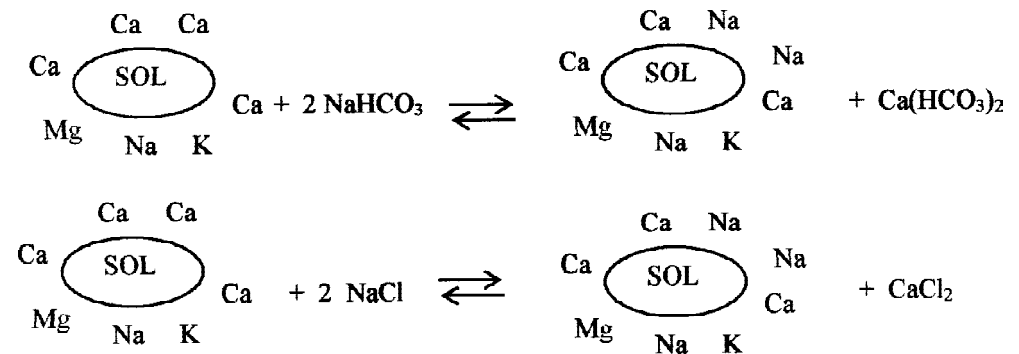
VCa-saturația în calciu; VMg-saturația în magneziu; VK-saturația în potasiu;  
 VNa-saturația în sodiu; VSH-saturația în hidrogen; V-saturația în baze

Figura 2 Variația gradului de saturație în baze într-un districambosol, Stâna de Vale prin tratarea cu cantități diferite de săruri de sodiu

În solul puternic acid, retenția de Na este mai puternică din NaHCO<sub>3</sub>, dar mai slabă din NaCl prin comparație cu solul moderat acid (tabelele 4 și 5).

b) Rezultate referitoare la cernoziomul calcaric (saturat în baze)

Prin tratarea unui sol saturat în baze cu bicarbonat de sodiu sau cu clorură de sodiu, prin reacția de schimb cationic rezultă în soluția solului bicarbonat de calciu și respective clorură de calciu.



Analizând rezultatele obținute privind compoziția cationică pe un sol saturat în baze, cum este cernoziomul calcaric de la Brăila după tratarea cu sărurile menționate, se constată că varianta cu NaHCO<sub>3</sub> a dus la creșterea gradului de saturație în sodiu de la 2,5% la 86,4% pe seama scăderii sumei de calciu și magneziu de la 94,5% la 2% (tabelul 6); acest lucru este evidențiat și în figura 3a.

În cazul tratării cu NaCl, gradul de saturație în sodiu a crescut de la 2,5% la 27,9%, schimbul realizându-se tot pe seama ionilor de calciu și magneziu a căror sumă a scăzut de la 94,5% la 60,9%. Pentru varianta tratată cu NaCl și care a fost spălată cu apă rezultatele obținute arată că gradul de saturație în sodiu a crescut mai puțin și anume numai până la 10,0% (tabelul 6).

Cantitatea mai mare de sodiu schimbabil determinat în cazul tratării solului cu NaCl față de cea cu NaCl și spălare ulterioară (figurile 3b și 3c) s-ar putea explica prin spălarea odată cu NaCl formată și a unei părți din sodiu schimbabil.

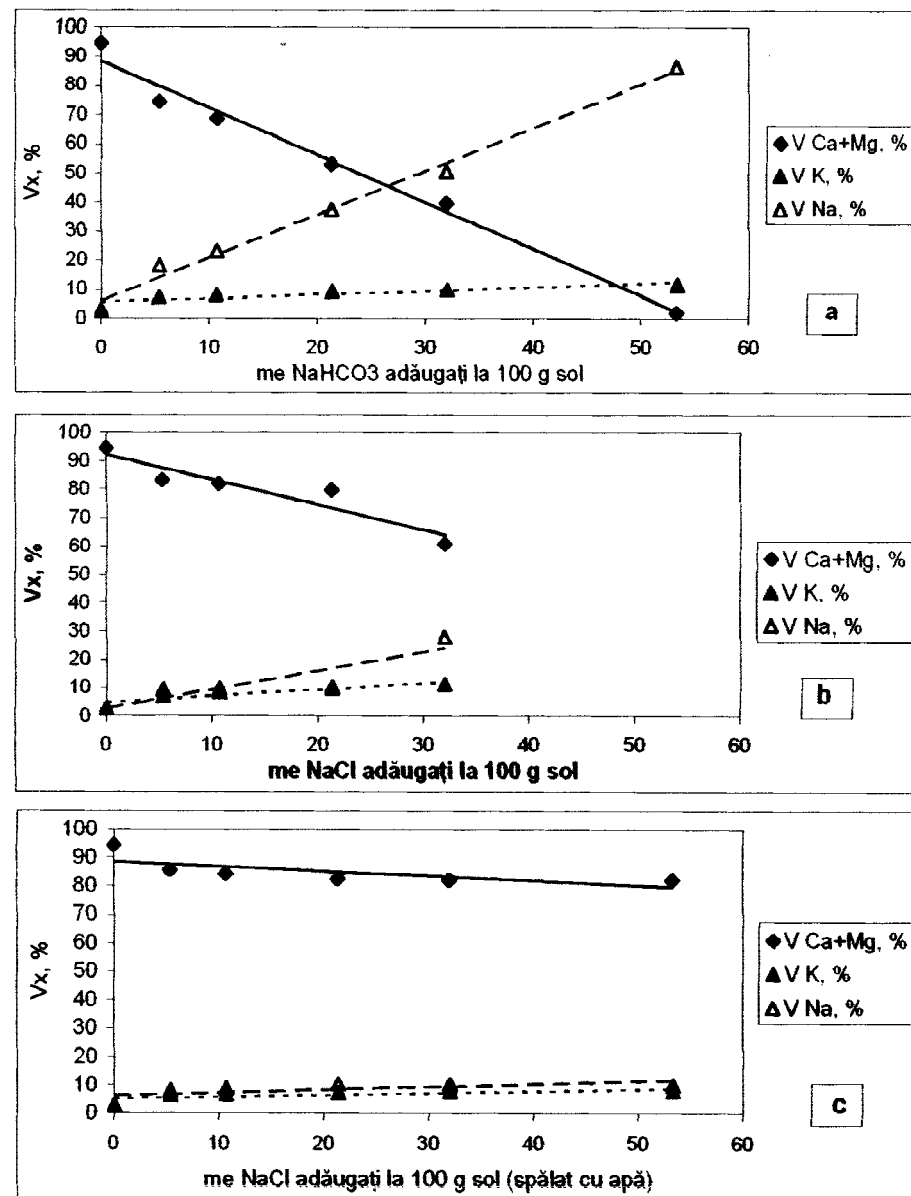
În sol s-a observat o creștere a procentului de potasiu schimbabil determinat, ceea ce s-ar putea explica prin eliberarea potasiului din anumite poziții ale rețelei cristaline a argilei din sol, altele decât cele schimbabile (de exemplu K<sup>+</sup> interlamelar prezent în rețeaua illitului poate fi

Tabelul 6

Modificarea pH-ului și a compoziției cationice ale unor probe de sol saturat în baze (Am din cernoziom calcaric, Brăila) în urma tratării cu cantități diferite de săruri de sodiu

Variantă*	me/100 g sol				% din T				
	pH (H <sub>2</sub> O)	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	T	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	V
Marfor	8,54	20,80	0,65	0,55	22,00	94,5	3,0	2,5	100
Tratare cu NaHCO <sub>3</sub>									
1	9,14	16,39	1,61	4,00	22,00	74,5	7,3	18,2	100
2	9,69	14,40	1,71	4,89	21,00	68,6	8,1	23,3	100
3	10,39	11,10	1,98	7,92	21,00	52,9	9,4	37,7	100
4	10,50	8,34	2,05	10,61	21,00	39,7	9,8	50,5	100
5	10,72	0,41	2,44	18,15	21,00	2,0	11,6	86,4	100
Tratare cu NaCl									
1	7,96	18,29	1,61	2,10	22,00	83,1	7,3	9,5	100
2	7,96	17,15	1,80	2,05	21,00	81,7	8,6	9,8	100
3	7,82	16,74	2,07	2,19	21,00	79,7	9,9	10,4	100
4	7,87	12,17	2,25	5,58	20,00	60,9	11,3	27,9	100
Tratare cu NaCl și spălare cu apă									
1	8,77	17,96	1,34	1,70	21,00	85,5	6,4	8,1	100
2	8,86	17,71	1,43	1,86	21,00	84,3	6,8	8,9	100
3	8,59	17,32	1,51	2,17	21,00	82,5	7,2	10,3	100
4	8,65	17,24	1,61	2,15	21,00	82,1	7,7	10,2	100
5	8,67	17,23	1,66	2,11	21,00	82,0	7,9	10,0	100

\* Variantele de tratare se diferențiază prin me de sare adăugați la 100 g sol, astfel: 1=5,33; 2=10,66 3=21,32; 4=31,98; 5=53,30.



Vca+Mg-saturația în calciu și magneziu; VK-saturația în potasiu; VNa-saturația în sodiu

Figura 3 Variația gradului de saturație în baze într-un cernoziom calcaric, Brăila, prin tratarea cu diferite cantități de săruri de sodiu

înlocuit la tratarea solului cu săruri solubile de sodiu cum sunt  $\text{NaHCO}_3$  și  $\text{NaCl}$ , având loc un proces de alterare) după cum sugerează M.M. Mortland, 1958 citat de Crăciun, 2000.

De remarcat faptul că prin tratarea solului calcaric cu  $\text{NaCl}$  s-a ajuns la o saturație în sodiu de 27,9%, iar după spălarea solului cu apă saturația în sodiu a scăzut doar până la 10%, neatingându-se valoarea inițială de 2,5%. Această constatare întărește ideea alcalizării (sodizării) solurilor prin alternarea periodică a procesului de salinizare și a celui de desalinizare în condiții naturale care au ca efect creșterea saturației de sodiu schimbabil ( $V_{\text{Na}}$ ).

De asemenea este de remarcat mult mai intensa sodizare a solului în cazul prezenței bicarbonatului de sodiu (tabelul 6).

## CONCLUZII

- Tratarea unui sol moderat acid cum este luvosolul albic de la Albota cu cantități variate de săruri alcaline (bicarbonatul de sodiu, carbonatul de calciu și bicarbonatul de amoniu) și neutre (clorura de sodiu) a determinat rețineri de cationi de intensitate diferită în funcție de sare și cation. La cantități echivalente de săruri, cel mai intens reținut a fost  $\text{Na}^+$  din bicarbonatul de sodiu, urmat foarte aproape de  $\text{Ca}^{2+}$  din carbonatul de calciu și apoi la distanță de  $\text{NH}_4^+$  din bicarbonatul de amoniu; cel mai slab reținut a fost  $\text{Na}^+$  din clorura de sodiu;

Această comportare se explică în primele trei cazuri prin diferențele de reactivitate (reținere) a celor trei cationi ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) în condițiile reacției de schimb (din care rezultă  $\text{H}_2\text{CO}_3$  care se descompune în  $\text{CO}_2$  care se degajă și  $\text{H}_2\text{O}$ , permițând deplasarea reacției într-un singur sens), iar în ultimul caz prin formarea din reacția de schimb a  $\text{HCl}$  care pe măsură ce se formează determină dezvoltarea reacției și în sens invers;

- Aplicarea unor cantități echivalente de săruri alcaline (bicarbonatul de sodiu) și neutre (clorura de sodiu) într-un sol puternic acid cum este districambosolul de la Stâna de Vale a determinat retenția mai puternică a  $\text{Na}^+$  din bicarbonatul de sodiu și mai slabă din clorura de sodiu prin comparație cu solul moderat acid.

- Prin aplicarea  $\text{NaCl}$  în solul calcaric de la Brăila fără spălarea excesului de sare cu apă s-a ajuns la o saturație în sodiu de 27,9%, iar după spălarea solului cu apă saturația în sodiu a scăzut doar până la 10%, neatingându-se valoarea inițială de 2,5%. Această constatare întărește ideea alcalizării (sodizării) solurilor prin alternarea periodică a

procesului de salinizare și a celui de desalinizare în condiții naturale care au ca efect creșterea saturației de sodiu schimbabil ( $V_{\text{Na}}$ ).

De asemenea, este de remarcat mult mai intensa sodizare a solului în cazul prezenței bicarbonatului de sodiu.

## BIBLIOGRAFIE

- Crăciun C., 2000, Mineralele argiloase din sol. Implicațiile în agricultură, Editura GNP MINISCHOOL;
- Latiș L, Răuță C, Dulvara Eufrosina, Rizea Nineta, Toti M., Căpitanu V., Drăcea Maria, Gamenț Eugenia, Damian Maria, Constantin Carolina, Dogaru Mihaela, 1996, Cercetări privind efectele poluării cu petrol și apă sărată asupra solurilor și a producției agricole și silvice și stabilirea măsurilor de refacere ecologică, Raport științific, Arhiva I.C.P.A., București;
- Sposito G., 1989, The Chemistry of Soils, Oxford University Press, New York-Oxford;
- Toti M., Dumitru M., Căpitanu V., Drăcea Maria, Constantin Carolina, Crăciun C., 1999, Poluarea cu petrol și apă sărată a solurilor din România; Editura RisoPrint, Cluj Napoca, 227 pg.;
- \*\*\* ICPA, 1986, Metode de analiză chimică a solului, Redacția de propagandă tehnică agricolă, București;
- \*\*\* ICPA, 1997, Metodologia elaborării studiilor pedologice, Partea a III-a, Indicatori ecopedologici, Redacția de propagandă tehnică agricolă, București.



## MODIFICAREA ÎNSUȘIRILOR DE SCHIMB CATIONIC ALE SOLURILOR PRIN TRATAREA CU DIFERITE SĂRURI

### II - Modificarea valorilor pH

Rizea Nineta, Florea Nicolae  
*Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, București*

## MODIFICATION OF THE EXCHANGE CAPACITY PROPERTIES BY TREATMENT WITH DIFFERENT SALTS.

### II- Modification of the pH values

#### Summary

The experimental data concerning pH values of soils with different degrees of exchangeable Na saturation prove that soils with high degree of Na saturation have alkaline reaction only in the case that they do not contain exchangeable H. If the exchangeable H and Na are present (Na saturation even more than 10-20%), the soil reaction can be more or less acid depending on the degree of H saturation. As a consequence, the interpretation of the soil sodisation degree has to be established taking into account both exchangeable Na saturation and exchangeable H saturation.

The polluted soils with brine, having high degree of exchangeable Na, present a very acid reaction, due to especially HCl formed by exchange reaction between H from soil and NaCl (emphasizing the acid reaction of soil).

**Key words:** soil treatment with salts, pH values, pH of the brine polluted soil, correlation  $pH-V-V_{Na}$

#### INTRODUCERE

În scopul elucidării cauzelor care determină comportamentul solurilor acide poluate cu săruri de sodiu (clorura de sodiu) s-au efectuat experimente pentru a studia modificarea însușirilor de schimb cationic

și reacția acestora prin tratarea cu diferite săruri și s-a realizat lucrarea cu titlul "Modificarea însușirilor de schimb cationic ale solurilor prin tratarea cu diferite săruri" în două părți: în prima parte prezentată anterior s-a studiat modificarea componenței cationice (I) iar în această a doua parte se prezintă modificarea valorilor pH (II).

#### MATERIAL ȘI METODĂ

Experiențele de laborator au urmărit obținerea de probe de sol cu diferite proporții de  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $H^+$  sau  $NH_4^+$  în componența capacității de schimb cationic, prin tratare cu bicarbonați de sodiu sau de amoniu sau carbonat de calciu (săruri alcaline) precum și cu clorură de sodiu (sare neutră).

Pentru experimentare s-a folosit material de sol provenit din orizontul de suprafață a trei tipuri de sol și anume din două soluri acide (Ap din luvosol albic de la Albota și Ao din districambosol de la Stâna de Vale) și dintr-un sol saturat în baze (Am din cernoziom calcaric de la Brăila). Materialul și metoda de lucru folosite au fost prezentate în partea I - Modificarea componenței cationice (tipărită în acest volum).

Se menționează că în cazul solurilor acide tratate cu bicarbonați s-au obținut materiale de sol cu diferite componente cationice lipsite practic de componente formați prin schimb cationic, în timp ce în cazul solurilor tratate cu clorură de sodiu materialul de sol obținut (nespălat) a conținut și HCl format prin reacția de schimb cationic.

#### REZULTATE OBȚINUTE

În tabelele 1, 2 și 3 sunt prezentate date analitice referitoare la modificarea valorilor pH ale probelor de sol provenite din orizontul de suprafață a trei tipuri de sol în urma tratării cu cantități diferite de săruri de calciu, amoniu și sodiu (luvosol albic de la Albota) sau numai cu săruri de sodiu (disticambosol de la Stâna de Vale și cernoziom calcaric de la Brăila).

a) *Rezultate referitoare la luvosolul albic (moderat acid)*

Modificarea valorilor pH a diferențiat puternic variantele de tratament.

În figura 1 se vede că pentru cantități echivalente chimic de săruri diferite aplicate în solul moderat acid s-au obținut valori diferite ale acidității actuale. Bicarbonatul de sodiu care are cel mai bazic caracter dintre sărurile aplicate a determinat cea mai mare creștere a valorii pH. Carbonatul de calciu care are un caracter bazic mai puțin accentuat și

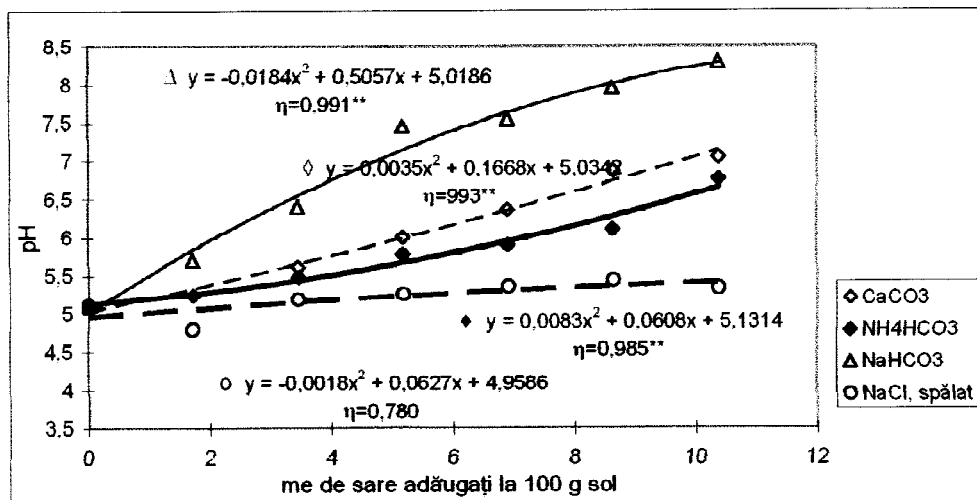


Figura 1 Variația pH-ului într-un luvosol albic de la Albota prin tratarea cu diferite cantități de săruri solubile

o solubilitate mai mică a determinat un pH mai mic decât bicarbonatul de sodiu dar mai ridicat decât bicarbonatul de amoniu care are cel mai slab caracter bazic dintre sărurile folosite. Reacția puternic acidă măsurată în cazul solului tratat cu NaCl și spălat este dată de nivelul ridicat

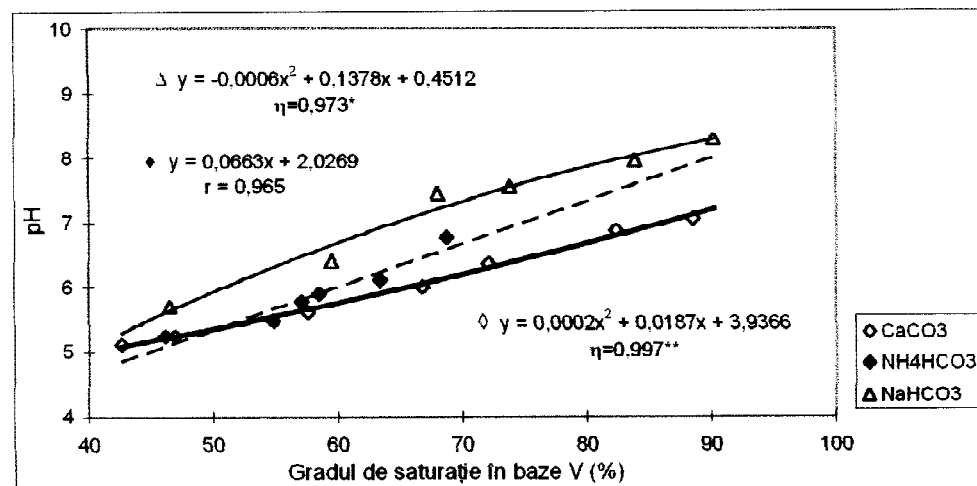


Figura 2 Variația pH-ului cu gradul de saturație în baze (V) într-un luvosol albic de la Albota prin tratarea cu diferite cantități de săruri solubile (în intervalul 40-90% V)

(peste 50%) al H schimbabil rezultat ca efect al spălării cu alcool. Ecuațiile de regresie calculate au coeficienți de corelație foarte buni, cu excepția variantei solului tratat cu NaCl și spălat cu alcool.

În ceea ce privește modificarea valorilor pH raportate la gradul de saturație în baze apar, de asemenea, deosebiri.

În varianta în care solul a fost tratat cu NaHCO<sub>3</sub> saturația în sodiu schimbabil a crescut de la 1,6% la 51,5% și s-au determinat valori pH de la 5,11 la 8,30 (tabelul 1). În figura 2 se vede că variația valorilor pH-ului în funcție de gradul de saturație în baze (V) este total diferită de solurile naturale sodizate, dacă în componența capacității de schimb cationic este prezent H schimbabil; solul nu mai are reacție puternic alcalină ci reacție acidă sau slab alcalină la saturații ridicate de sodiu schimbabil.

În varianta în care solul a fost tratat cu CaCO<sub>3</sub> pH-ul a crescut de la 5,11 pentru V=42,6% la 7,05 pentru V=88,5%, având o comportare considerată "normală", în timp ce în solul cu NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> pH-ul a crescut la valoarea 6,76 pentru V=68,7%.

În cazul tratării cu NaCl și a spălării excesului de sare cu alcool pH-ul a scăzut de la 5,11 la 4,80 și apoi a crescut ușor rămânând sub 5,34 pentru o valoare a gradului de saturație sub V=48,1%; a avut loc numai o ușoară creștere a valorilor V și respectiv o ușoară diminuare a hidrogenului schimbabil. În probele nespălate pH-ul a scăzut continuu până la valoarea 4,54, aceasta explicându-se prin prezența HCl în soluția solului în cantități crescând format în urma tratării solului cu cantități crescând de NaCl; de altfel valorile obținute sunt foarte apropiate de valorile pH determinate în soluție 1n de KCl.

#### b) Rezultate referitoare la districambosol (puternic acid)

Se confirmă și în acest caz diferențele notabile privitoare la modificarea valorilor pH determinate de NaHCO<sub>3</sub> și de NaCl (tabelul 2).

Influența tratării cu NaHCO<sub>3</sub> asupra pH-ului pentru districambosolul de la Stâna de Vale a determinat creșterea pH-ului de la valoarea 4,53 pentru un grad de saturație V=3,2% la 7,62 pentru V=62,2% și V<sub>Na</sub>=57,9%. Pentru un grad de saturație în sodiu schimbabil V<sub>Na</sub>=45,0% pH-ul a fost de 6,86 (deci acid datorită influenței H schimbabil, gradul de saturație în baze V fiind cca. 50%).

În varianta de tratare cu NaCl și spălare a excesului de sare cu apă pH-ul s-a modificat puțin de la valoarea 4,53 oscilând între 4,95 și 4,50 pentru un grad de saturație în jur de 5-7%.

Tabelul 2

Modificarea pH-ului și a compoziției cationice ale unor probe de sol acid (Ap din Iuvosol albic, Albota) în urma tratării cu cantități diferite de săruri de sodiu, calciu și amoniu

Variantă*	pH	pH	Na <sup>+</sup>	SH	V
	(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	% din T		%
Martor	5,11	3,95	1,6	57,4	42,6
Tratare cu NaHCO <sub>3</sub>					
1	5,70	4,24	9,1	53,5	46,5
2	6,40	4,78	20,2	40,5	59,5
3	7,45	5,49	30,3	32,0	68,0
4	7,55	6,15	37,0	26,2	73,8
5	7,96	6,45	46,2	16,1	83,9
6	8,30	7,03	51,5	9,8	90,2
Tratare cu CaCO <sub>3</sub>					
1	5,24	4,24	1,6	53,1	46,9
2	5,61	4,83	1,5	42,4	57,6
3	6,00	5,28	1,6	33,2	66,8
4	6,36	5,74	1,5	27,9	72,1
5	6,87	6,24	1,6	17,7	82,3
6	7,05	6,31	1,7	11,5	88,5
Tratare cu NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>					
1	5,24	4,21	1,6	53,9	46,1
2	5,48	4,54	1,4	45,2	54,8
3	5,78	4,87	1,6	43,0	57,1
4	5,90	5,03	1,5	41,5	58,5
5	6,11	5,29	1,4	36,6	63,4
6	6,76	5,70	1,5	31,3	68,7
Tratare cu NaCl					
1	4,85	4,04	6,1	56,5	43,5
2	4,75	4,05	17,0	45,6	54,4
3	4,63	3,99	16,5	45,2	54,8
4	4,67	4,08	18,5	43,7	56,3
5	4,57	4,03	23,2	39,0	61,0
6	4,54	4,04	24,6	38,2	61,8
Tratare cu NaCl și spălare cu alcool					
1	4,80		5,2	56,2	43,8
2	5,19		8,2	56,3	43,7
3	5,26		11,6	53,8	46,2
4	5,36		12,8	54,6	45,4
5	5,44		16,4	53,3	46,7
6	5,34		16,9	51,9	48,1

\* Variantele de tratare se diferențiază prin me de sare adăugați la 100 g sol, astfel: 1=1,72; 2=3,45; 3=5,18; 4=6,91; 5=8,64; 6=10,37.

Tabelul 2

Modificarea pH-ului și a compoziției cationice ale unor probe de sol acid (Ao din districambosol, Stâna de Vale) în urma tratării cu cantități diferite de săruri de sodiu

Variantă*	pH	Na <sup>+</sup>	SH	V
	(H <sub>2</sub> O)	% din T		%
Martor	4,53	0,2	96,8	3,2
Tratare cu NaHCO <sub>3</sub>				
1	5,77	14,7	80,8	19,2
2	6,20	27,7	68,5	31,5
3	6,86	45,0	50,4	49,6
4	7,62	57,9	37,8	62,2
Tratare cu NaCl				
1	4,45	1,4	94,4	5,6
2	4,00	2,4	93,6	6,4
3	3,98	4,5	91,2	8,8
4	3,95	5,8	89,7	10,3
5	3,88	8,2	87,0	13,0
6	3,96	12,6	83,1	16,9
7	3,90	19,8	75,6	24,4
Tratare cu NaCl și spălare cu apă				
1	4,95	2,2	95,2	4,8
3	4,71	3,4	93,6	6,4
5	4,48	2,9	94,1	5,9
7	4,50	3,4	93,2	6,8

\* Variantele de tratare se diferențiază prin me de sare adăugați la 100 g sol, astfel: 1=3,69; 2=7,33; 3=10,98; 4=14,63; 5=21,93; 6=29,22; 7=36,52.

La solul tratat cu NaCl și nespălat cu apă pH-ul a scăzut la 3,90 pentru  $V_{Na}=19,8\%$  și  $V_{SH}=75,6\%$ . Scăderea pH-ului se explică și în acest caz prin HCl prezent în cantități crescânde în soluția solului în urma reacțiilor ce au loc în prezența unor cantități din ce în ce mai mari de NaCl introdusă prin tratările efectuate.

c) *Rezultate referitoare la cernoziomul calcaric (saturat în baze)*

În cazul solului cu carbonați de la Brăila creșterea pH-ului de la 8,54 la 9,14 și respectiv 10,72 este normală în urma tratării cu NaHCO<sub>3</sub> și creșterii saturației în Na (tabelul 3). În cazul tratării cu NaHCO<sub>3</sub>, pH-ul a crescut la valoarea 10,39 pentru un  $V_{Na}=37,7\%$  ca apoi să se

mențină în jurul valorii 10,7 chiar dacă gradul de saturație în sodiu a crescut la 86,4%.

Tratarea cu NaCl fără a spăla excesul de sare face ca pH-ul să rămână în domeniul de valori 7,82-7,96 independent de  $V_{Na}$ , probabil datorită efectului salin ca urmare a prezenței clorurii de calciu formate prin schimbul cationic.

Dacă solul a fost tratat cu NaCl și a fost spălat cu apă de excesul de sare pH-ul s-a menținut în domeniul 8,65-8,86 ca urmare a diminuării saturației în Na schimbabil în decursul spălării și diminuării efectului salin.

Tabelul 3

**Modificarea pH-ului și a compoziției cationice ale unor probe de sol saturat în baze (Am din cernoziom calcaric, Brăila) în urma tratării cu cantități diferite de săruri de sodiu**

Variantă*	pH (H <sub>2</sub> O)	Na <sup>+</sup> % din T	V %
Martor	8,54	2,5	100
Tratare cu NaHCO <sub>3</sub>			
1	9,14	18,2	100
2	9,69	23,3	100
3	10,39	37,7	100
4	10,50	50,5	100
5	10,72	86,4	100
Tratare cu NaCl			
1	7,96	9,5	100
2	7,96	9,8	100
3	7,82	10,4	100
4	7,87	27,9	100
Tratare cu NaCl și spălare cu apă			
1	8,77	8,1	100
2	8,86	8,9	100
3	8,59	10,3	100
4	8,65	10,2	100
5	8,67	10,0	100

\* Variantele de tratare se diferențiază prin me de sare adăugați la 100 g sol, astfel: 1=5,33; 2=10,66 3=21,32; 4=31,98; 5=53,30.

Datele experimentale obținute arată, deci, că solurile cu mult Na schimbabil au reacție puternic alcalină numai dacă nu conțin hidrogen schimbabil (sunt saturate în baze); dacă însă este prezent hidrogenul schimbabil și sodiul schimbabil (chiar peste 10-20% din T) reacția solului poate fi mai mult sau mai puțin acidă în funcție de saturația în baze și respectiv cu Na. În solurile acide poluate cu apă sărată, însă, care au mult sodiu schimbabil, reacția puternic acidă care se observă este dată îndeosebi de acidul clorhidric format din reacția de schimb cationic, care se adaugă acidității solului.

d) Corelații ale pH-ului cu saturația în diferiți ioni

Corelațiile dintre pH și  $V_{Na}$  (%) pentru fiecare dintre solurile cercetate sunt prezentate în figurile 3 și 4. În figura 3 este redată corelația dintre pH și  $V_{Na}$  pentru probele de sol tratate cu bicarbonat de sodiu. Se constată valori pH alcaline în cazul solului de la Brăila care nu prezintă H schimbabil și valori pH mult mai scăzute (acide la slab alcaline) în funcție și de proporția de H schimbabil la celelalte soluri (acide). Coeficienții de corelație obținuți arată că relațiile sunt foarte semnificative. Diferențele dintre cele două soluri acide se explică, desigur, prin natura diferită a coloizilor și proporția lor, cât și saturației diferite în hidrogen.

Corelațiile multiple dintre pH și V (sau  $V_{SH}$ ) și  $V_{Na}$  pentru toate probele de sol studiate, grupate pe soluri nesaturate și saturate în baze sunt prezentate în cele ce urmează.

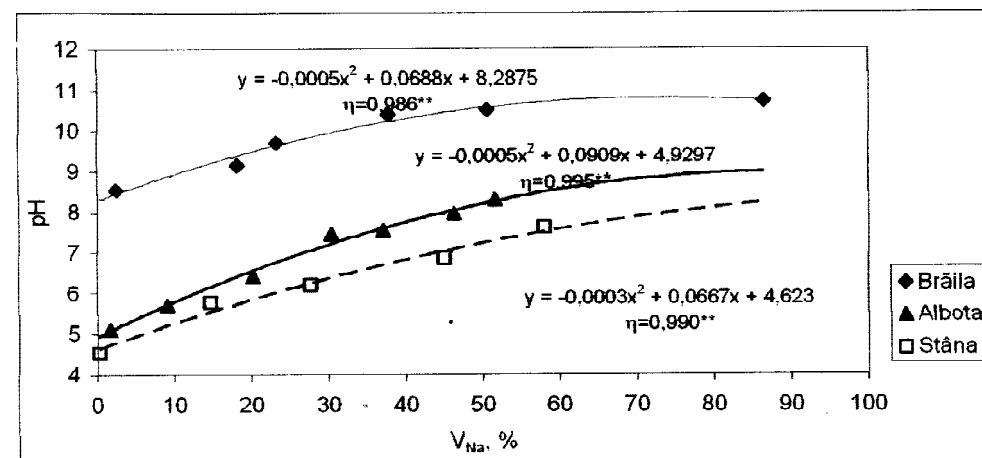


Figura 3 Variația pH-ului cu gradul de saturație în sodiu ( $V_{Na}$ ) în cele trei tipuri de sol în urma tratării cu bicarbonat de sodiu

Pentru **grupa solurilor nesaturate** s-au stabilit următoarele relații – care sunt complementare - pentru 25 de grade de libertate și un coeficient de corelație de 0,945:

$$\text{pH}=0,033 V_{\text{Na}}+ 0,026 V+4,20 \quad (1a)$$

sau

$$\text{pH}=0,033 V_{\text{Na}}- 0,026 V_{\text{SH}}+6,80 \quad (1b)$$

Din relațiile (1a) și (1b) se constată o creștere a pH-ului cu 0,33 unități la o creștere a  $V_{\text{Na}}$  cu 10% și cu 0,26 unități pentru o creștere a  $V$  cu 10% (sau o scădere a  $V_{\text{SH}}$  cu 10%); influența Na schimbabil asupra valorilor pH ar fi deci mai intensă decât a H schimbabil.

De remarcat că dacă  $V=100$  și  $V_{\text{Na}}=0$  (formula 1a) se obține pentru pH valoarea 6,80 care corespunde termenului liber din formula 1b. Pentru  $V=50\%$  și  $V_{\text{Na}}=20\%$  se obține din formula 1a  $\text{pH}=0,07+1,30+4,20=5,57$  aproximativ 5,60 valoare care ar corespunde valorii pKs (constanta de disociere a acidoidului din sol) care de regulă variază între 5,1 și 5,8 (Cernescu, 1942; Florea și colab., 1964). Formulele (1a) și (1b) sunt valabile pentru un grad de saturație  $V$  cuprins între 5-90% și un grad de saturație în sodiu schimbabil mai mic de 60%.

Pentru **grupa solurilor saturate în baze** s-a stabilit următoarea relație (2) pentru 9 grade de libertate și un coeficient de corelație de 0,912:

$$\text{pH}=0,031V_{\text{Na}}+8,58 \quad (2)$$

Și în acest caz 10% $V_{\text{Na}}$  aduce o modificare de pH apropiată de cea din ecuațiile precedente (0,31 unități pH față de 0,33 unități pH).

## CONCLUZII

Valorile pH ale solurilor cu diferite grade de saturație în Na schimbabil sunt total diferite de cele ale solurile "native" sodizate, dacă în componența capacității de schimb cationic este prezent hidrogenul schimbabil (cazul solurilor acide poluate cu săruri).

Datele experimentale obținute arată că solurile cu mult Na schimbabil au reacție puternic alcalină numai dacă nu conțin hidrogen schimbabil.

Dacă însă este prezent hidrogenul schimbabil și sodiul schimbabil (chiar peste 10-20% din T) reacția solului poate fi mai mult sau mai puțin acidă în funcție de saturația în baze (și respectiv de saturația în

H schimbabil); în acest caz hidrogenul schimbabil prin disociere acidifică soluția solului.

Ca urmare interpretarea gradului de sodizare (alcalizare) a unui sol trebuie făcută ținând seama nu numai de  $V_{\text{Na}}$  ci și de hidrogenul schimbabil.

Relațiile care cuantifică legătura dintre pH pe de o parte și  $V$  și  $V_{\text{Na}}$  pe de altă parte arată că influența Na schimbabil asupra pH-ului apare mai puternică decât cea a H schimbabil (0,31-0,33 unități pH pentru o creștere de 10% a saturației în Na față de - 0,26 unități pH pentru o creștere cu 10% a saturației în H).

La solurile acide poluate cu apă sărată, care au mult sodiu schimbabil reacția puternic acidă este dată îndeosebi de acidul clorhidric format din reacția de schimb cationic.

## BIBLIOGRAFIE

- Cernescu N., 1942, Der Sättigungszustand des Bodens und Wassetstoffionen-Konzentration der Wasserigen Bodensuspension, Mitt. der Tehn. Hochschule, Jahrg. XIII, nr. 1-2, pg. 242-260, București (în Opere alese, pg 239-256);
- Florea N., Stoica Elena, Manes Dorothea, 1964a, Corelația dintre pH și gradul de saturație în baze la solurile zonale din R.P.România, Inst. Geol. Rom., St. Tehn. econ., seria C, nr. 12, București, pg. 107-145;
- Florea N., Rizea N., 2004, Modificarea însușirilor de schimb cationic ale solurilor prin tratarea cu diferite săruri. I – Modificarea componenței cationice, Știința Solului, XXXVIII, 1-2, pg. 79-97;
- Latiș L., Răuță C., Dulvara Eufrosina, Rizea Nineta, Toti M., Căpitanu V., Drăcea Maria, Gament Eugenia, Damian Maria, Constantin Carolina, Dogaru Mihaela, 1996, Cercetări privind efectele poluării cu petrol și apă sărată asupra solurilor și a producției agricole și silvice și stabilirea măsurilor de refacere ecologică, Raport științific, Arhiva I.C.P.A., București;
- Sposito G., 1989, The Chemistry of Soils, Oxford University Press, New York-Oxford;
- Toti M., Dumitru M., Căpitanu V., Drăcea Maria, Constantin Carolina, Crăciun C., 1999, Poluarea cu petrol și apă sărată a solurilor din România; Editura RisoPrint, Cluj Napoca, 227 pg.;
- \*\*\* ICPA, 1986, Metode de analiză chimică a solului, Redacția de propagandă tehnică agricolă, București;
- \*\*\* ICPA, 1997, Metodologia elaborării studiilor pedologice, Partea a III-a, Indicatori ecopedologici, Redacția de propagandă tehnică agricolă, București.



## KAOLINITE IN RUMANIAN SOILS

Gh. Găță

*Research Institute for Soil Science  
and Agrochemistry, Bucharest*

### SUMMARY

A statistical representative group of 472 soil samples selected from all horizons and main soil types of Romania were analyzed. Kaolinite was investigated by X-ray diffraction by means of orientated prepartes of the clay fractions saturated in potassium, calcium and calcium glycolated and its crystallinity was estimated by three indices. This determination may be affected by the instrumental and pretreatment errors and the superposition of the (002) line of 14 Å minerals on the kaolinite (001) line at 7.15 Å. The superposition do not affect the kaolinite line position (fig. 1) and its crystallinity indices (fig. 3) but may affect its intensity (fig.2). Nevertheless in a first approximation kaolinite may be investigated with the overlooking contribution of 14Å minerals as the minerals with interlayer hydroxy-aluminium represent only 7% from the analysed samples.

Kaolinite content in investigated soils varies between 0.14% and 6.94% and between 1.1% and 16.6% in clay fractions. The kaolinite statistical mean values confirm its rigid structure as the line position at 7.15 Å, the kaolinite content (table 2) and its crystallinity indices (table 4) do not change with the adsorbed ions.

Kaolinite is concentrated in the soil clay fraction as its content in soil increase in the same time with the clay content but this enrichment is smaller than that of the smectite so that kaolinite concentration in the clay fraction decrease when increase the clay content.

The crystallinity indices of the clay minerals at investigated soils increase in the succession smectite and intergrade, illite and kaolinite and show that kaolinite has a greater crystallinity than the 2/1 clay minerals.

Kaolinite crystallinity indices decrease in the succession IA>IC>IB and show that they include all ordering elements of crystalline structure but in different proportions.

IB correlates with the clay content and suggest that the particle broken surface may be modified by the pedogenetical processes.

IA correlated with IB and show that particle broken surfaces become more and more ordered when increase the particle size.

The IA and IC indices do not correlate with clay fraction content and show a lower assort of the kaolinite particles during the sedimentation of the parent material due probable to its same dimensions and specific gravity with illite and its provenance from different sources.

IA and IB do not correlate with IC and show that the stacking of elementary layers is not dependent on the particle size and the ordering of the broken surface.

**Key words: soil clay minerals, soil kaolinite, Romania**

### Introduction.

The kaolinite and halloysite are the kaolin minerals of Rumanian soils. The kaolinite was identified in the Rumanian Plain soils many years ago (Gh. Găță, Elena Găță, 1962). The following investigations specified that in the clay fractions kaolinite is in a less quantity than the prevalent clay minerals with 2/1 structures. The analyses presented in different subsequent papers or in the guide-books of the Conference excursions of Rumanian National Society of Soil Science showed that in all soils the clay fractions from our country contain kaolinite in a concentration of few procentes. Only in a small number of the soils developed on andesite rocks as in Harghita Mountains kaolinite is replaced by halloysite (Gh. Găță et al. 1981).

As on the halloysite from Rumanian soils was published a syntetical paper (Gh. Găță, 1989) this work is an attempt to characterize the kaolinite from the soils of our country, its properties and its crystallinity.

### Materials and methods.

472 soil samples were selected from all horizons, all Rumanian regions and all main soil types (chernozem, phaeozem, luvisol, arenosol,

vertisol, leptosol, regosol, fluvisol a.s.o).

The particle size analyses were determined by Khacinski method (Moțoc Eugenia, 1964), the pH electrometrically and the mineralogical composition by means of X-ray diffraction using orientated preparates of clay fractions separated by dispersion with NaOH at pH 9 and stirred during six hours with a rotative stirrer. The calcium and potassium saturation was made by treatment three fold with in 2n concentration chloride solutions and water wash. The ethylene glycol saturation was made by equilibrium during 24 hours in a atmosphere with reagent in a desiccator (Gâță Gh. 1972).

The kaolinite crystallinity was estimated by three indices calculated by means of X-ray diffraction patterns:

IA index-the inverse of the width of 7.15 Å line peak measured at its half height. It include prevalent the particle size and interne crystallinity (ordering of atoms in the structure lattice).

IB index-the ratio of the heights measured from the 7.15 Å peak to adjacent minimum towards the small angles and from the peak to the background. It include prevalent the ordering of the atoms in the broken surface.

- IC index-the ratio of the heights (002) and (001) diffracton lines of kaolinite. It include predominanty the ordering of elementary layers stacking.

The structural significance for the three indices were made by analogy with those of illite indices (Gâță Gh, 2001). By comparison with the crystallinity indices already used in the clay mineralogy IA index is the inverse of Kubler index (Kubler, 1968), IB is the Biscaye index and IC the inverse of the index used by J. L. White (1962) for illite. These changes were used to have always an increase of the index when increase the crystallinity, to avoid the infinite values when do not appear on the diagrams the (002) peak of the 14 Å minerals and to facilitate their comparison.

### Results and discussion.

The determination of kaolinite content and its crystallinity by means of X-ray diffraction presents three error sources namely due to instrumental condition, pretreatment and superposition of the (002) diffracton line of 14 Å minerals on the (001) kaolinite line at 7.15 Å.

The first two error sources may be diminished by constant keeping the instrumental conditions (slits, goniometer speed, amplification

level, a.s.o.) and by maintaining always the same pretreatment.

The (002) line contribution of 14 Å minerals may be produced by smectite and the minerals with interlayered hydroxy-aluminium. The contribution would be significant as the clay minerals with 2/1 structure are predominant in Rumanian soils (Excursion guide-books of Rumanian Society of Soil Science Conferences). Thus the analysed soil group of calcium saturated fractions has an average content of 44% 14 Å minerals, 50 % illite and 5. 8% kaolinite.

The mean values of the line position at 7.15 Å are the same irrespective of the adsorbed ions (table 1) and confirm the kaolinite rigid structure and the lack of significant influence of (002) line of the 14 Å minerals. Very frequently the smectite minerals do not have the (002) line in Rumanian soils as results at ethylene glycolated calcium saturated samples but for the intergrade minerals it is not posible to know the shape and intensity of (002) diffracton line.

*Table 1*  
The statistical data of (001) line position (Å).

Adsorbed ion	Mean Value	Standar d deviation	Variation coefficient	Minim	Maxim
Potassium	7.144	0.0343	0.48	7.08	7.20
Calcium	7.148	0.0352	0.48	7.08	7.21
Ca-glycol	7.149	0.0338	0.47	7.07	7.22

On a graph kaolinite (001) line position-% kaolinite in the clay fraction of calcium saturated clay fractions (fig. 1) the representative points are scattered on the diagrams. When the 14 Å mineral contribution would be the greatest, the representative points which correspond to intergrade minerals are located in the positions and contents greater than the rest of the points but do not define a distinct area.

But the penetration of the hydroxy-aluminium into the interlayer space is accentuated when decrease the pH of soil solution. The relation % kaolinite in the clay fraction-pH is statistical significant ( $R=0.340$  for a parabolical equation). The corresponding points of intergrade minerals are generally at greater contents and pH values under 6.5 (fig. 2).

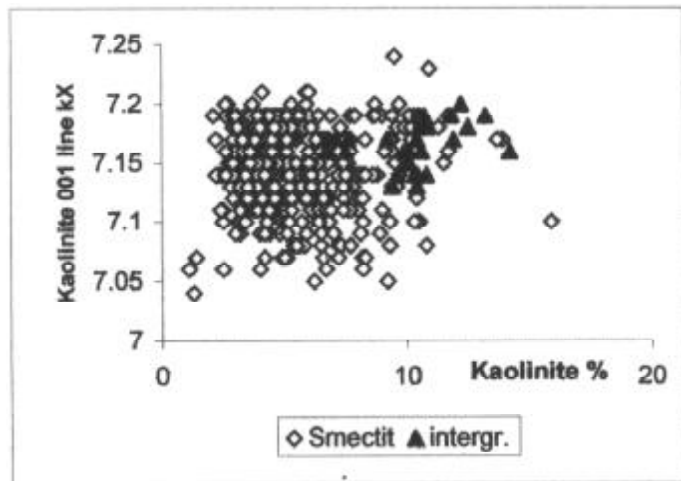


Fig. 1 (001) line positions as a function of % kaolinite in clay fractions Ca saturated

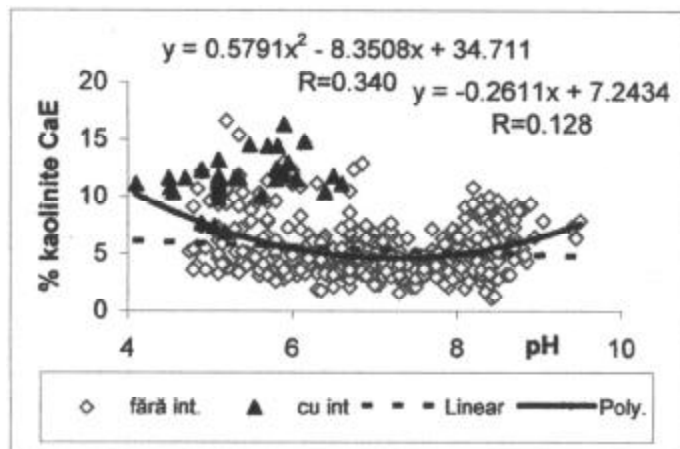


Fig. 2 Repartition of analyzed samples after pH kaolinite contend in clay fractions Ca saturated and glycolated

There is the possibility that the presence of such minerals to increase the intensity of (001) kaolinite diffraction line.

The presence of smectite do not influence the kaolinite line intensity as the mean values of kaolinite content do not vary with the inter-layer population (table 2). The calculated differences on basis of mean

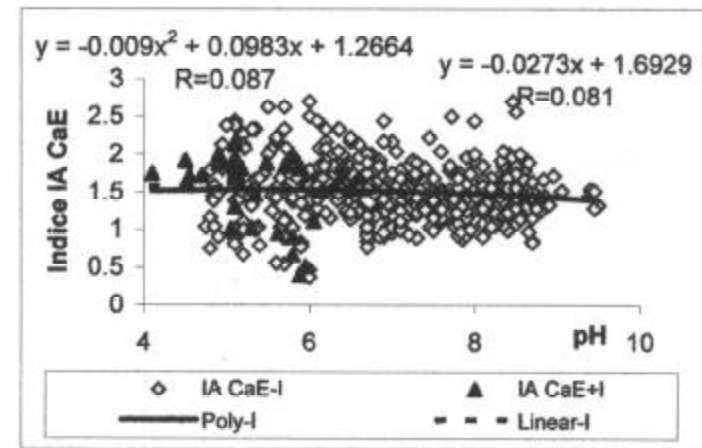


Fig. 3 Variation of IA indices of kaolinite with pH. Samples Ca saturated and glycolated with or whitout intergrade minerals (I)

values of calcium saturated samples, the prevalent ion in analysed soils, are of maximum 0.36% namely a difference of 6.15% from the mean value.

The values of kaolinite crystallinity indices are not influenced by the presence of intergrade minerals with interlayered hydroxy-aluminium as on a graph IA index-pH (fig. 3) the corresponding points of such minerals are not separated in a distinct area after their indices and these points are included in the mass of the total points.

As a conclusion the intergrade minerals do not influence the position and the crystallinity indices but it might increase the intensity of kaolinite line at 7.15 Å. Some attempts to determine the contribution of intergrade minerals on the kaolinite (001) line were not succesfull. All these results allow to use in a first approximation the analytical data without the correction of intergrade minerals especially that the samples with such minerals represent only 7% from the total samples.

Kaolinite is a mineral with a rigid lattice (G. W. Brindley, 1961) and its line intensity do not vary with the adsorbed ions (table 2). Its (001) diffraction line position rest invariable around 7.15 Å for all adsorbed ions (table 1) but correlated with pH (fig. 4) according to a parabolical equation ( $R=0.391$ ) and even a linear one ( $R=0.388$ ;  $F=83$ ). The point scattering is due probable to the diffraction patterns obtained durind a

Table 2

The clay fraction and kaolinite contents in analyzed soils

Component %	Mean value	Standard deviation	Variation coefficient	Minim	Maxim
Clay	43.12	16.02	48.37	3	79.1
K-Kaolinite	5.50	2.47	44.72	1.5	16.4
Ca-kaolinite	5.86	2.60	44.42	1.1	15.9
CaE-kaolinite	5.79	2.76	47.72	1.1	16.6

K,Ca,CaE-kaolinite are the clay fraction saturated in potassium,calcium and calcium glycolated.

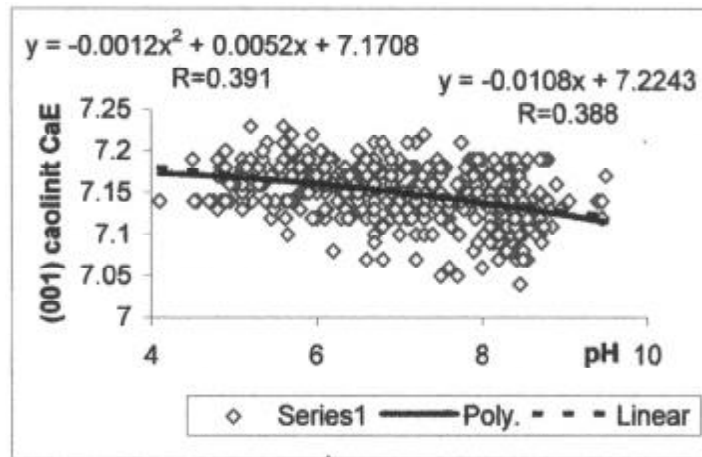


Fig. 4 Variation of (001) kaolinite line with pH Clay fractions saturated in Ca and glycolated

long time of many years. Nevertheless at pH 5 correspond a mean value of 7.18 Å and at pH 8 a mean value of 7.15 Å.

Kaolinite occurs in almost Rumanian soils in the quantities between 0.14% in A (0-7 cm) horizon of a sandy griziom at Hanu Conachi (Galați) and 6.94% in a B<sub>t,w</sub> (63-113 cm) horizon of a gley soil at Păltiniș (Timiș). The histogram of kaolinite repartition in Rumanian analysed soils presents a main maximum at 1.44% kaolinite and two subordinate maxima at 0.47% and 2.08% kaolinite (fig. 5). It proves a heritage of kaolinite from parent material, its small neoformation into Rumanian soils and a weak assorting of this mineral during the transport and sedimentation of parental deposit probable due to the same specific gravity and particle size as the illite and its provenance from different sources.

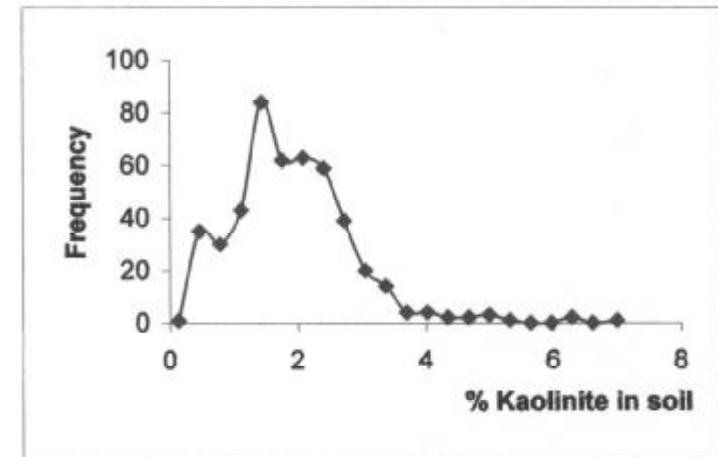


Fig. 5 Repartition of soil kaolinite in analysed soils

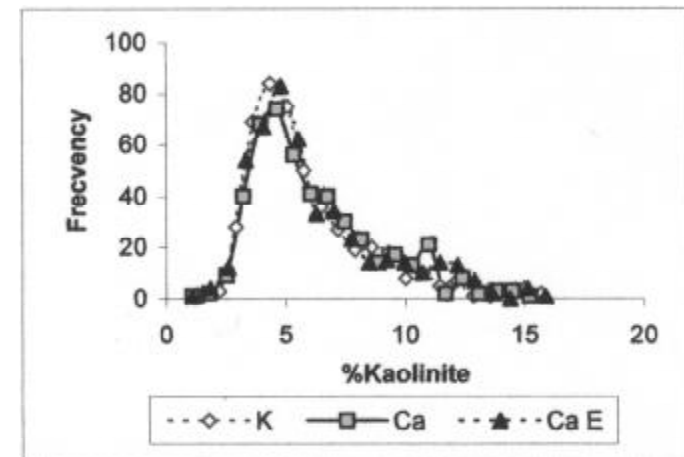


Fig. 6 Repartition of kaolinite content in clay fractions of Rumanian soils

In the soil clay fractions the kaolinite content varies between 1.1% in a C (170-180cm) horizon of a chernozem at Boian-Bolduț (Cluj) and 16.6% in Ap (0-20 cm) horizon of a luvisol at Dănești (Gorj). The histogram of kaolinite in the clay fraction of analyzed soils (fig. 6) is unimodal asymetrically and present the maximum at about 4.6% content. The three curves of the fractions saturated in potassium, calcium and calcium glycolated are almost superposed and have their maxima at

4.34%, 4.62% and 4.79% respectively.

The kaolinite content in the soils correlates with the clay quantity according to a power equation ( $R=0.774$ ) and even a straight line ( $R=0.580$ ;  $F=165$ ) and shows that the mineral is concentrated in the clay fraction (fig. 7). The more increase the clay quantity the more increase the kaolinite content in soil.

The kaolinite content in the clay fraction decrease when increase the clay quantity (fig. 8) and correlates the best according to a expo-

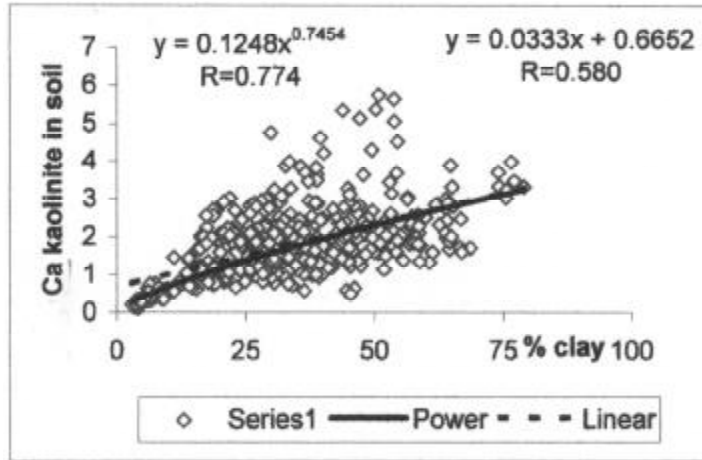


Fig. 7 Kaolinite content in soil as a function of clay. Clay fractions calcium saturated

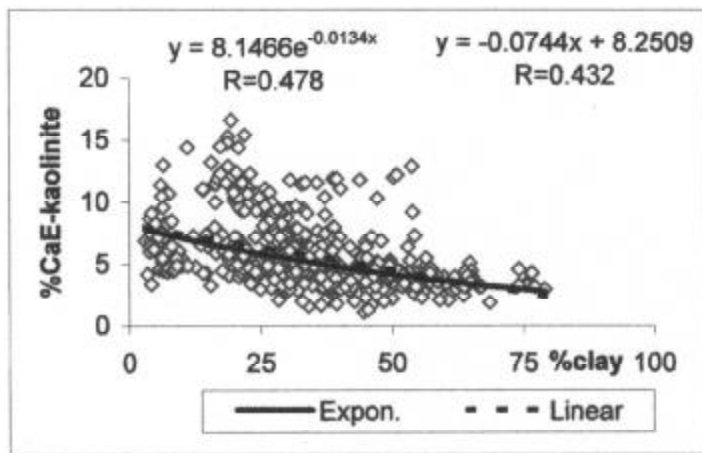


Fig. 8 % kaolinite in clay as a function of clay content

nential equation ( $R=0.478$ ) and even a straight line ( $0.432$ ;  $F=113$ ). This relation inverse proportional is due to the enrichment more accentuated of smectite than of kaolinite into the soil clay fractions. For exemple in By (60-80cm) horizon of a vertisol at Valcani (Timiș) the kaolinite decrease from 5.2% in subfraction 5-2 $\mu$ m to 0.1% in the subfraction under 0.2  $\mu$ m in the same time with the increase of smectite content from 58.6% to 86.2% when decrease the particle size (fig. 9).

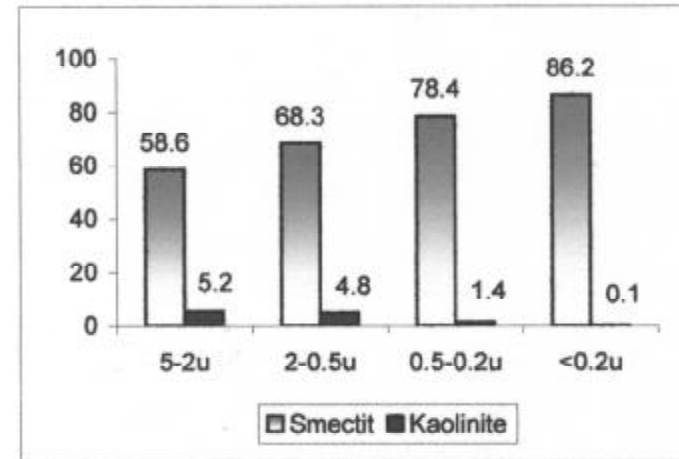


Fig. 9 Repartition of smectite and kaolinite in clay subfractions of By (80-100 cm) Valcani vertisol

The crystallinity index means of the clay minerals in Rumanian soils increase in the succesion smectite<illite<kaolinite and shows generally that kaolinite is better crystallized than the clay minerals with 2/1 structure (table 3). The three indices have different values for the same absorbed ion and prove that they involve in a different proportion the ordering elements of the crystalline lattice.

Table 3

The crystallinity index means of clay minerals of analysed Rumanian soils.

Crystallinity indices	smectite	illite	kaolinite
IA	0.412	0.906	1.511
IB	0.178	0.472	0.654
IC	0.047	0.360	0.910

The mean values of the kaolinite crystallinity indices with different interlayer monoionic population are comparable as means and variation coefficients and confirm its nonexpandable structure (table 4).

Table 4

Statistical dates of kaolinite crystallinity indices from Rumanian soils.

Adsorbed ion	IA	IB	IC
<b>Mean value</b>			
Potassium	1.519	0.713	0.881
Calcium	1.541	0.702	0.876
Calcium glycolated	1.511	0.654	0.910
<b>Variation coefficient</b>			
Potassium	24.64	20.95	27.26
Calcium	25.17	21.25	23.38
Calcium glycolated	25.96	22.07	24.09

The crystallinity indices of kaolinite decrease in the succession IA>IC>IB while for smectite and illite the succession is IA>IB>IC. According to the prevalence of structure ordering elements of illite, the particle size are greater, the broken surfaces and the elementary layer stacking of kaolinite are much more ordinates than those of illite and smectite. The smectite presents the lowest stacking of elementary layers and a weakest ordering of the broken surfaces.

The adsorption of the ethylene glycol appear to increase a little the accommodation of the elementary layer stacking of kaolinite but diminish a little the ordering of the broken surfaces.

IA and IC crystallinity indices do not correlate with kaolinite quantity of the clay fractions and show that the interne structure do not depend on the soil clay content. The high scattering of the representative points on the diagrams is due probably to the formation of the parental deposits from different sources and to a small neofomation of kaolinite in the Rumanian soils.

IB index correlates the best with the clay content (fig. 10) according to a parabola (R=0.335) and even a linear relation (R=0.213;F=31). The representative point scattering on the graph is due to the material sources of the parental deposits, the deposit age and the depth of

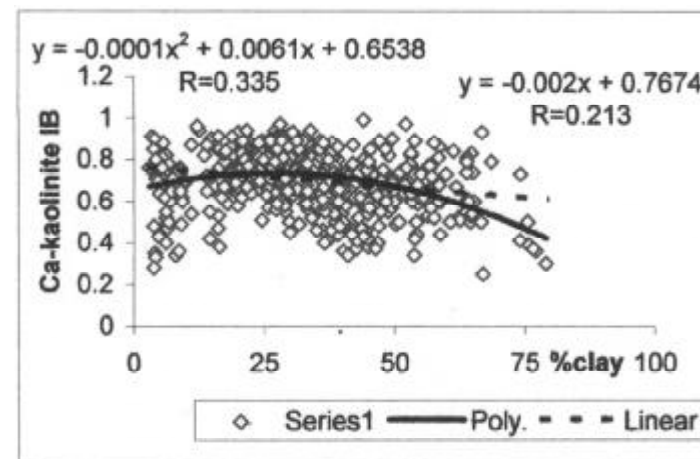


Fig. 10 Calcium kaolinite IB index versus clay content

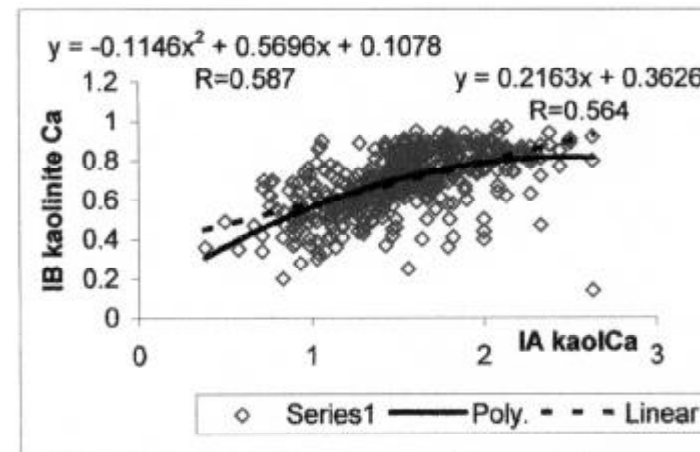


Fig. 11 IB index as a function of IA index. calcium saturated clay fractions

analysed samples. However the statistical significant relations emphasized that in Rumanian soils take place some changes of the broken surfaces of kaolinite particles. The parabolical equation present a maximum at about 28% clay fraction content which is probably due to the oxidation reactions on the broken surfaces, very strong in sandy soils and more and more attenuated in the conservant medium of heavy soils.



IA and IB indices do not correlate with the kaolinite content in the clay fraction and suggest that this quantity appear to be independent of the particle size and the atom ordering on the broken surface of the particles. This confirm that the kaolinite assorting is scanty according to these properties when is deposited the soil parent material.

The kaolinite content in the clay fraction correlated with the IC index and the relation is unaffected by the adsorbed ions. The best parabolic relation ( $R=0.320$ ) and even the linear one ( $R=0.296$ ;  $F=33$ ) appear to be produced by a defect of the orientated particles on the preparates.

The IA index correlates the best with IB index according to a parabola ( $R=0.587$ ) and even a increased linear relation ( $R=0.564$ ;  $F=244$ ) for any adsorbed ions (fig. 11). If IB index increases in the same time with IA index it proves that the greater is the kaolinite particle size the better is ordered the atoms on the broken surface of the crystallites.

The two indices do not correlate with IC index and suggest that the stacking of the elementary layers is not affected by the particle sizes and the atoms ordering in broken surfaces of the crystallites.

### Conclusions.

The kaolinite determination by means of X-ray diffraction may be affected by the instrumental and pretreatment errors and by superposition of 14 Å mineral (002) line on the kaolinite (001) diffraction line at 7.15 Å. That overlapping may influence the intensity of kaolinite line but not the position and the values of the crystallinity indices due to the presence of the intergrade minerals with interlayered hydroxy-aluminium. Therefore these data permit to use in a first approximation their values in order to characterize kaolinite in Rumanian soils especially that the proportion of samples with a significant quantity of intergrade minerals is only 7% from the analysed samples.

The selected sample group is statistical significant as it have samples from all horizon, main soil types and present a variation of clay content from 3% to 79%, a concentration of soil kaolinite from 0.14% to 6.94% and a kaolinite quantity in the clay fraction from 1.1% to 16.6%.

The mean values of the analysed samples saturated in different cations confirm its rigid structure as the line (001) position at 7.15 Å, the kaolinite content and the crystallinity indices do not change with the adsorbed cations.

Kaolinite is concentrated in the soil clay fraction as its content increase in the same time with the quantity of the clay in soil but this enrichment is less than of the smectite so that the kaolinite of the clay decrease when increase the clay fraction content.

Kaolinite has the crystallinity indices greater than the soil clay minerals with 2:1 structure and has its particles with greater dimensions, a more ordered broken surface and a better elementary layer stacking than another soil clay minerals.

The crystallinity indices decrease in the succesion  $IA > IC > IB$ . The IA and IC indices do not correlate with the soil clay quantity and show a weak assorting during the formation of the parent material deposits and a low neoformation in soils during the pedogenetical processes.

IB correlates with the clay content and suggest that the broken surface of kaolinite particles is changed by the physico-chemical processes in the soil.

IA correlates with IB and show that the atoms on the broken surface are the more ordering so as the greater are the particle size.

IA and IB do not correlate with IC and show that the elementary layer stacking is not dependent of the particle size and the broken surface ordering.

All these analytical data confirm the rigid structure of kaolinite lattice, an enrichment of kaolinite into clay fractions but lower than that of smectite, the origin from the parent material practical without neoformation but influenced by soil processes which modifies the broken surface ordering.

### References.

- Biscaye, P. E. 1965. Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans. Geol. Soc. Amer. Bull. 76:803-832.
- Brindley, G. W. 1961. Kaolin, serpentine and kindred minerals in the X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Edited G. Brown Mineralogical Society, London: 53-54.
- Gâță Gh., 1972. Contribuții la studiul metodelor de determinarea structurii și compoziției chimice a mineralelor argiloase din soluri și sedimente. Teză de doctorat. Inst. Polit. București.
- Gâță Gh., 1989. Halloysitul din solurile României. Publ. S.N.R.S.S. 26A: 137-144.

- Gâță Gh. 2001. Illite crystallinity of Rumanian soils. Știința Solului. XXXV: nr. 1- 2:26-35.
- Gâță Gh., Elena Gâță. 1962. Studiul argilei din unele soluri formate pe loess. *Anale Pedologie*:279-292.
- Gâță Gh. C. Crăciun, V. Perepeliță. 1981. Caracterizarea mineralelor din fracțiunile coloidale ale solurilor Munților Făgăraș și Harghita. *Publ. S.N.R.S.S.* nr. 19B:121-129.
- Kubler B. 1968. Evaluation quantitative du metamorphisme par la crystallinite de illite. *Etat des progres realise ces dernieres annees.* *Bull. Centre Rech. Pau SNPA* 21:385- 397.
- Moțoc Eugenia. 1964. Determinarea compoziției granulometrice. În *Metode de cercetarea solului*. Editat de Gr. Obrejanu, Iuliana Șerbănescu, A. Canarache, O. Mănuacă. *Acad. R.P.R.*: 78-85.
- White, J.L. 1962. X-ray diffraction studies on weathering of muscovite. *Soil Sci.* 93:16-21.

## MINERALOGIA ȘI CALITATEA SOLULUI

C. Crăciun, Victoria Mocanu, Sorina Dumitru  
*Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, București*

## SOIL MINERALOGY AND SOIL QUALITY

### Summary

The properties of soils may be characterized by many attributes which can be considered as soil quality indicators. These indicators are urgently required to evaluate soil degradation or pollution and level of remediation.

Some soil properties, so-called fundamental properties, are relatively insensitive to degradation or pollution, but are important for interpreting the results of indicator measurements. Among these properties are soil texture, cation exchange capacity and soil mineralogical composition.

The discussion on mineralogical parameters using the simple scoring approach suggested by Cameron et al. (1998) for the potential soil quality indicators reveals that in comparison with the physical, chemical and biological properties of soil, the mineralogical properties are less sensitive to degradation or pollution and are not suitable for routine frequent measurements. For these reasons the mineralogical soil quality indicators are not, in general, used.

Some aspects concerning the relationships between some mineralogical parameters and certain indicators which express the other properties of the soil are also discussed. These relationships show that the indicators of soil physical, chemical and biological quality incorporate also some aspects of mineralogical properties of soil.

In spite of a reduced possibility (in comparison with the other soil properties) to deliver indicators for the soil quality the soil mineralogy can offer useful informations referring to evolution of certain soil quality indicators and also to the remediation measurements of the degraded or polluted soils.

**Key words:** soil quality, soil mineralogy, soil quality-soil mineralogy relationships

## Introducere

Dacă secolul XX a constituit o perioadă în care știința solului s-a axat pe obținerea informațiilor referitoare la factorii naturali de formare a solului și influența lor asupra genezei, proprietăților și diversității geografice a mediilor edafice, informații esențiale pentru menținerea funcțiilor solului și îmbunătățirea fertilității acestuia, problema principală a secolului care urmează este sustenabilitatea producției agricole la nivelul solicitat de creșterea explozivă a populației planetei. (DeKimpe, 2002). Într-un context caracterizat de utilizarea excesivă și uneori intensivă a unor resurse funciare limitate, de perspectivele unor modificări capabile să execute o presiune asupra condițiilor climatice viitoare ale unor areale agricole, precum și de unele conflicte care se acutizează între folosirea terenurilor pentru agricultură și alte activități antropice ca urbanizarea și industrializarea, această problemă reprezintă o adevărată provocare pentru specialiștii din domeniul științei solului.

Calitatea solului alături de fertilitatea lui reprezintă un element de bază pentru o agricultură durabilă. Problema evaluării calității solului rămâne, fără îndoială, una din prioritățile cercetării pedologice în viitorul apropiat datorită proliferării numeroaselor forme de agresiune asupra mediului în general și solului în special, precum și intensificării proceselor de degradare și poluare a mediului și solului.

Problema calității solului cu toate conotațiile ei a constituit genericul unui simpozion din cadrul unei întâlniri internaționale de anvergură (Congresul de Știința Solului, Montpellier). De asemenea unor lucrări științifice pe această temă le-a fost alocat un număr special de către una dintre cele mai prestigioase reviste de publicații științifice în domeniu (Geoderma vol. 114) nr. 3- 4, 2003).

Lucrarea de față reprezintă o încercare de prezentare succintă a unor aspecte legate de legătura componentelor mineralogici cu calitatea solului și a rolului mineralogiei solului în raport cu funcțiile solului.

### 1. Calitatea solului și evaluarea ei

Din punct de vedere pedologic, agricultura durabilă nu poate fi concepută fără un echilibru între funcțiile solului, singurul care poate

asigura o productivitate pe termen lung a unui teren. (De Kimpe, 2002). La nivelul ecosistemelor manageriale acest echilibru este diferit de la un agroecosistem la altul, datorită unor diferențe sau deosebiri impuse de sistemele de cultivare care se suprapun peste cele existente la nivelul mediului edafic.

#### 1.1. Conceptele de calitate și sănătate a solului

În pofida inexistenței, la ora actuală, a unei definiții generale și precise a calității solului trebuie subliniată tendința existentă de a lega acest concept de utilizarea și sau întrebuințarea solului. Ea se accentuează pe măsura clarificării raportului sol-teren, cunoașterea solului rămânând baza necesară indispensabilă pentru valorificarea unui teritoriu, care se face prin completarea informației edafice cu cea referitoare la mediul ambiant. (Florea 2003). În acest context definiția dată de Doran și Parkin (1994) calității solului ca fiind capacitatea lui de a funcționa în interiorul granițelor unui ecosistem pentru susținerea productivității biologice, menținerea calității mediului și asigurarea sănătății plantelor, animalelor și oamenilor pare adecvată și conformă cu principalele funcții ale solului. Întrucât această capacitate de funcționare poate suferi modificări rezultate din utilizarea terenului și deciziile manageriale putem considera că în sens larg calitatea solului poate fi folosită ca un indicator al sustenabilității. (Doran și colab., 1996)

Calitatea solului integrează o serie de însușiri native (naturale) care pot determina anumite restricții în privința folosirii precum și o serie de însușiri dobândite în urma unor intervenții antropice care pot modifica pozitiv sau negativ însușirile naturale. Utilizate în mod irațional și ireponsabil măsurile antropice au ca efect degradarea și poluarea mediului edafic afectând nu numai calitatea ci și sănătatea solului. Noțiunile de calitate și sănătate a solului sunt distincte. În comparație cu calitatea solului noțiunea de sănătate a solului are o conotație abstractă dată de dificultatea precizării anumitor parametri care pot fi integrați acestui concept (De Kimpe, 2002) În pofida acestui aspect, există o serie de factori dăunători sănătății solului care sunt ușor de identificat fiind legați de poluarea industrială, practicile de depozitare a deșeurilor, așezările urbane, tehnologiile agricole sau alte practici folosite în ferme ș.a.

Problema folosirii unor indicatori siguri ai calității solului constituie o condiție sine qua non în evaluarea degradării solului precum și a necesității și nivelului de remediere necesare și de aici legătura cu sănătatea solului. Trebuie subliniat faptul că în pofida caracterului distinct al

celor două noțiuni, atributele sau indicatorii prin care se definesc în prezent sunt în majoritate cazurilor aceiași.

### **1.2. Relațiile calitate - funcții – însușiri – componenți la nivelul mediului edafic**

Definiția acceptată la ora actuală pentru calitatea solului precum și evaluarea acesteia ia în considerare măsura în care solul își îndeplinește funcțiile în cadrul ecosistemelor. Aceste funcții sunt asigurate de însușirile fizice, chimice, biologice și mineralogice care pot fi parametrizate. Deoarece însușirile solului reflectă proprietățile componenților săi individuali care interacționează între ei, identificarea și caracterizarea acestora este esențială pentru evaluarea însușirilor, ce se poate face cu ajutorul unor atribute sau indicatori.

Evaluarea calității solului implică măsurarea unor proprietăți ale solului care servesc ca indicatori sensibili la modificarea funcțiilor solului rezultată din utilizarea și managementul resurselor de sol (Seybold și colab. 1998; Karlen și colab 1997). Unele proprietăți ale solului manifestă o sensibilitate mai redusă sau sunt chiar relativ insensibile la degradarea și poluarea mediilor edafice, dar care pot avea o importanță mare pentru interpretarea rezultatelor unor măsurători de indici sau pentru anumite predicții asupra evoluției valorilor indicatorilor respectivi. Ele sunt considerate proprietăți fundamentale și nu sunt adecvate unor măsurători de rutină efectuate periodic. În rândul acestor proprietăți am putea include textura, capacitatea de schimb cationic precum și compoziția mineralogică.

Determinarea unor indicatori care exprimă calitatea solului trebuie să stea la baza evaluărilor privind degradarea și poluarea solului și necesitatea remedierilor respective. În acest context așa cum remarcă McGrath (1998) discuțiile privind calitatea solului trebuie canalizate pe protecția și păstrarea funcțiilor solului implicate în supraviețuirea continuă a biosferei (producerea de hrană și asigurarea suportului creșterii plantelor, filtrarea apei și poluanților, distrugerea poluanților organici, implicarea în funcțiile ecosistemelor inclusiv aprovizionarea habitatului și participare la ciclurile nutrienților).

### **1.3. Criterii și indicatori ai calității solului**

În condiții normale adică în absența unor intervenții cu efecte dăunătoare semnificative, definirea și evaluarea calității solului poate deveni o operație dificilă datorită unor tendințe contradictorii de evoluție a valo-

rilor unor indici precum și a modului în care se face interpretarea acestor indicatori. Cercetările asupra evoluției unor indici ai calității solului din anumite areale situate în California, bazate pe investigarea unor probe perechi recoltate la intervale de timp diferite au arătat după 60 de ani o creștere semnificativă a fosforului disponibil, carbonului total, pH – lui și conținutului de argilă și o reducere a conductivității electrice și a conținutului de nisip (De Clerk și colab, 2003). Rezultatele obținute au indicat că gradul de modificare a însușirilor menționate a variat cu utilizarea terenurilor și regiunea geografică.

Aprecierile privind degradarea și poluarea solului precum și precizarea necesității remedierilor reclamă imperios determinarea unor indicatori ai calității solului. Folosirea unor astfel de indici depinde de complexitatea proceselor de degradare și în special de potențialul indicatorului respectiv de a furniza o informație sigură și utilă necesară unor acțiuni de remediere sau contracarare a procesului respectiv. Datele oferite de cercetările comparative efectuate în perimetrele irigate cu ape reziduale și în cele neirigate cultivate cu diferite culturi evidențiază că din 29 de indici fizici, chimici și biologici luați în considerare, numai 6 (porozitatea totală, pH-ul, conductivitatea electrică, conținutul de Mg, P, și Zn) au permis evaluarea calității solului prin compararea valorilor obținute în perimetrele irigate și perimetrul de referință. Mai mult, dintre aceștia numai porozitatea totală și conținutul de Mg au înregistrat variații semnificative. (Wang și colab., 2003).

Criteriile de selecție a indicatorilor de calitate a solului trebuie să includă o serie de aspecte (sensibilitate, semnificație, eficiența măsurătorii, validitatea științifică ș.a.). În pofida unor încercări de integrare a acestor criterii într-o formulă unică, asupra căreia vom reveni, nici până la ora actuală nu există un procedeu sistematic care să asigure o selecție obiectivă a parametrilor măsurați care pot fi utilizați în evaluarea calității solului. Cei mai adecvați indicatori pentru aprecierea calității solului sunt considerați, în general, cei care rezultă în urma unei analize de rutină și sunt capabili să furnizeze răspunsuri utile într-un interval rezonabil de timp (1-3 ani) datorită abilității lor de a reacționa prin modificări notabile (diferențe statistice ale valorii) într-o perioadă de timp a cărei limită superioară este propusă la 5 ani (Milton și colab. 2002; Seybold și colab., 2002)

Indicii de evaluare a calității solului pot facilita luarea unor decizii manageriale care favorizează practicile unei agriculturi durabile (Andrews și colab., 2003).

## 2. Implicațiile mineralogiei în calitatea solului

Partea minerală, care reprezintă aproape jumătate din volum și peste 90% din greutatea solului, este alcătuită dintr-o serie de componenți ale căror caracteristici își pun amprenta pe însușirile solului.

În pofida unei recunoașteri unanime a celor patru categorii de însușiri ale solului (fizice, chimice, biologice și mineralogice) care influențează deopotrivă calitatea mediilor edafice literatura de specialitate se referă în exclusivitate la indicatorii fizici, chimici și biologici. Aceasta conduce la o serie de întrebări sau aspecte care necesită lămuriri.

### 2.1. Este capabilă mineralogia să furnizeze indicatori de calitate a solului?

În ecosistemele naturale solul, prin funcțiile sale, este cel care stă la baza diversității habitatelor organismelor care trăiesc și proliferază în mediul edafic asigurând totodată stabilitatea acestor habitate prin prevenirea unor modificări bruște și abrupte. Tot el este cel care posedă un potențial însemnat pentru fixarea, transformarea și transportul unei game variate de molecule și produse (De Kimpe, 1998).

Pornind de la ideea că transformarea ecosistemelor naturale în sisteme manageriale (cazul agroecosistemelor) afectează proprietățile solului trebuie subliniat faptul că astfel de modificări se manifestă nu numai pe plan fizic, chimic și biologic ci și pe plan mineralogic. De altfel rezultatele unor cercetări efectuate în ultimele 2-3 decenii au pus în evidență o serie de modificări ale proprietăților mineralogice sub influența unor intervenții antropice. Printre acestea menționăm:

- Modificări ale ratei alterării unor minerale primare cu consecințe asupra disponibilizării unor ioni nutritivi
- Transformării structurale ale unor minerale cu rețea rigidă în minerale cu structură mobilă cu consecințe asupra unor însușiri fizice (contractie – gonflare) sau chimice (proprietăți de schimb cationic)
- Formarea unor rețele interstratificate cu rol important în regimul unor ioni nutritivi datorită procesului de sorbție și desorbție ionică în care sunt implicate.
- Evoluția unor minerale cu rețea mobilă spre termeni mineralogici cu structuri rigide prin blocarea parțială sau totală a spațiului interlamelar cu hidroxiioni cu consecințe asupra transferului unor nutrienți din faza solidă în cea lichidă (și invers) a solului.

- Formarea predominantă a unor minerale de tip oxidic și hidrioxidic prin alterarea intensă a unor minerale primare și secundare cu consecințe nefaste asupra unor însușiri ce stau la baza fertilității solurilor respective.

În măsura în care cuantificarea unor astfel de modificări sau procese avansează (și sunt semne încurajatoare în acest sens) este rezonabil să admitem că mineralogia ar putea furniza, cel puțin teoretic, în mod asemănător celorlalte domenii de investigare a însușirilor solului, o serie de indicatori privind calitatea solului. Acești indicatori ar putea fi legați de conținutul anumitor minerale din sol sau din anumite fracțiuni ale acestuia sau de raportul anumitor componenți mineralogici din mediul edafic. Altă categorie de indici ar putea fi legată de rata de desfășurare și intensitatea unor procese de alterare la nivelul substratului mineralogic al mediilor edafice.

### 2.2. Din ce cauză, totuși indicatorii mineralogici sunt ignorați?

După cum menționam anterior folosirea unor indicatori de apreciere a calității pentru solurile degradate sau poluate depinde în primul rând de capacitatea sau abilitatea indicatorului de a furniza o informație sigură și utilă necesară activităților de prevenire, contracarare, limitare sau remediere a proceselor respective. Fără îndoială că utilitatea acestor indicatori diferă de la o situație la alta în funcție de o serie de aspecte ce caracterizează complexitatea cazului respectiv. Aceasta dă așa numitul gradul de acceptare sau potențialul indicatorului respectiv pentru un anumit scop. Cameron și colab., (1998) au propus în acest sens o ecuație de tipul:

$$A = a(\text{SUMIR})$$

în care gradul de acceptare pentru indicatorul respectiv (A) reprezintă suma unor caracteristici sau parametri care primesc un punctaj de la 1 la 5, bazat pe cunoștințe și experiență. Această sumă este alcătuită din sensibilitatea indicatorului la procesul respectiv (S), ușurința de înțelegere a semnificației valorii indicatorului (U), eficiența măsurătorii indicatorului (M), influența predictibilă a proprietății asupra sănătății solului, plantelor și animalelor precum și a productivității (I), relația cu procesele din ecosistem implicate în calitatea și sustenabilitatea mediului (R). Cu toată convenționalitatea unui astfel de procedeu de aproximare să încercăm o analiză a unui parametru mineralogic (care se referă la conținutul

unui anumit mineral sau la raportul dintre două minerale) în lumina ecuației respective.

### **Sensibilitatea la procesele de degradare sau de remediare**

În comparație cu însușirile fizice, chimice și biologice ale solului, cele mineralogice apar în general mai stabile. Dacă luăm în considerare prima categorie de însușiri (alcătuită în cele trei tipuri de proprietăți menționate) solul apare mai vulnerabil judecând după promptitudinea răspunsului la modificările unui factor sau la intervenția unui agent stressant. O altă deosebire între cele două categorii de însușiri, se referă la numărul mult mai mare de stimuli sau factori care modifică proprietățile fizice, chimice și biologice în comparație cu cele mineralogice. Cercetările referitoare la influența efectului unor intervenții antropice asupra componentelor mineralogici ai solului au arătat că din multitudinea de modificări provocate de tehnologiile agricole, anumiți indicatori care exprimă proprietățile mineralogice manifestă o sensibilitate mai ridicată la cele care au drept consecință modificări drastice ale pH – ului (Crăciun și Kurtinecz, 1983, 1987).

Dacă la cele menționate adăugăm și restricțiile impuse intervalului de timp necesar unor modificări semnificative (percepute sub aspect analitic) datorită unor reacții provocate de intervențiile umane, atunci trebuie să recunoaștem că un indicator mineralogic va primi în general un punctaj mai redus (comparativ cu alți indicatori de altă natură) pentru acest prim termen al ecuației lui Cameron. Rezultatele cercetărilor anterioare menționate au arătat că anumite modificări mineralogice semnificative atribuite unor tehnologii agricole pot fi identificate după o perioadă de timp ce depășește 10 ani.

Constatările referitoare la deosebirile în ceea ce privește stabilitatea mai ridicată a însușirilor mineralogice comparativ cu cele fizice, chimice și biologice are o semnificație importantă din punct de vedere managerial, deoarece refacerea unor însușiri fizice sau chimice se poate realiza într-un interval de timp mai mic și cu cheltuieli mai reduse în comparație cu refacerea însușirilor mineralogice. Această stabilitate mai mare a însușirilor mineralogice le conferă o inerție mare în ceea ce privește sensibilitatea sau reacția la intervenții care produc nu numai modificări nedorite ci și la remedierea acestora. Anumite intervenții care urmăresc refacerea unor însușiri ale solului în legătură, cu disponibilitatea unor nutrienți trebuie să ia în considerare competiția care poate apare între partea minerală a solului și plantă pentru un anumit element nutritiv.

### **Semnificația indicatorului sub aspectul ușurinței de înțelegere a valorii**

Apelând la mijloace instrumentale de analiză care furnizează informații la nivel micro (micronic și submicronic) mineralogia, în special cea a argilei (fracțiunea anorganică cea mai activă a solului) relevă o serie de aspecte legate de modul intim de organizare a materiei solului precum și de procesele care se desfășoară la acest nivel. Astfel de informații sunt de multe ori inaccesibile metodelor utilizate curent de celelalte domenii de cercetare a solului, care furnizează un alt tip de informație pe care îl vom denumi în mod convențional macro. În acest context semnificația valorilor indicatorilor mineralogici este condiționată de conversia informației micro → macro prin găsirea sau stabilirea unor relații între parametrii mineralogici și cei care exprimă celelalte însușiri ale solului. Datele existente până în prezent demonstrează posibilitatea stabilirii unor astfel de relații în anumite condiții, oferind totodată o imagine complexă asupra utilității și utilizării informației mineralogice în cunoașterea detaliată a mediilor edafice. Asupra acestor relații vom reveni.

Pe de altă parte există și numeroase situații în care această conversie nu este facilă datorită unor cauze ce țin de specificul și metodologia de obținere a informației mineralogice, dintre care menționăm:

- Identificarea și determinarea mineralelor în special a celor argiloase se bazează pe considerente structurale la nivelul celulei elementare, dar comportarea acestor minerale în sol nu depinde în exclusivitate de această structură, fiind influențată deseori, într-o măsură apreciabilă, de o serie de proprietăți ca mărimea suprafeței, forma particulelor, modul lor de aranjare, cortegiul ionic ș.a. Mai mult, aceleași specii mineralogice pot crea proprietăți care diferă în funcție de dimensiunea cristalelor, gradul de ordonare și distorsiunile rețelei, substituțiile ionice ș.a. imprimând solurilor comportamente diferite în contextul unei mineralogii asemănătoare.
- Mineralele, în special cele argiloase sunt prezente în sol în toate situațiile sub forma unor amestecuri complexe, a căror influență asupra comportamentului solului din punct de vedere fizic, chimic și biologic este încă insuficient cunoscută. Cuantificarea informației mineralogice sub aspectul interpretărilor cantitative se bazează pe o serie de procedee semicantitative care pot fi afectate uneori de erori apreciabile.

În aceste condiții, semnificația indicatorilor mineralogici sub aspectul



tul ușurinței de înțelegere a valorilor este mai redusă comparativ cu semnificația indicatorilor care exprimă celelalte însușiri ale solului.

### ***Eficiența măsurătorii***

Eficiența măsurătorii indicatorului poate fi privită sub două aspecte: a timpului necesar determinării sau a costului ei.

Cu rare excepții, determinările mineralogice în special cele care vizează argila, sunt în general mai laborioase comparativ cu determinările care se referă la celelalte însușiri ale solului. Dacă la aceasta adăugăm o serie de aspecte printre care costul mai ridicat (datorită aparaturii) randamentul relativ mai redus (datorită metodologiei complexe de lucru) modul laborios de obținere a informației și specificitatea acestei informații putem concluziona că în comparație cu anumite metode tip test de obținere a informației fizice, chimice sau biologice, analiza mineralogică rămâne o analiză cu caracter special nefiind o analiză de rutină care poate fi utilizată ca un mijloc rapid de testare directă a calității solului.

### ***Influența predictibilă a proprietății asupra sănătății solului, organismelor și productivității.***

În cazul unor însușiri fizice și chimice influența asupra organismelor pare mai ușor de observat, cuantificat și prognozat. Acest gen de informație are ca scop stabilirea unor praguri sau limite pentru valorile unor parametri care exprimă însușirile respective. Aceste praguri care sunt semnificative sub aspectul sănătății solului sau ecosistemului, se stabilesc pe baza impactului pe care îl pot avea modificările însușirilor solului asupra plantelor, animalelor și oamenilor. Cu siguranță, că din acest punct de vedere, unii indicatori care exprimă proprietățile de stocare a aerului, apei sau a unor substanțe de către sol au un potențial mai ridicat, comparativ cu indicatorii mineralogici.

Influența factorilor mineralogici asupra unor indicatori biologici se manifestă, de obicei în mod indirect prin intermediul unor factori de natură fizică sau chimică. La aceasta se adaugă cazurile în care mineralele au un rol catalitic pentru anumite reacții care se desfășoară în mediile edafice, cu consecințe asupra sănătății organismelor solului și ecosistemului. Există însă și situații în care influența unor parametri mineralogici asupra sănătății acestor organisme este directă. Este cazul incidenței unor minerale asupra agresivității și răspândirii unor boli cum sunt fuzarioza la bananieri (Stotzley și colab. 1961) și cadangul la co-

cotieri (Galvez, 1962, citat de Grimm, 1968). Rezultatele unor cercetări au reliefat rolul inhibitor al montmorillonitului asupra unor boli provocate rădăcinilor de bananieri de către unele specii de fungi cum sunt *Fusarium wilt* (Alabouvette, 1980) și *Cylindrocladium* sp. (Schadek și colab, 1998).

În ceea ce privește influența predictibilă asupra productivității, situația este mult mai complexă nu numai pentru însușirile mineralogice ale solului ci și pentru celelalte însușiri, deoarece productivitatea efectivă a unui teren nu este o proprietate a solului ci este un concept economic care integrează trei elemente și anume: solul prin fertilitate, planta prin potențialul bioproductiv și managementul prin nivelul tehnologic și organizarea activității de producție (Florea, 2003).

### ***Relația cu procesele din ecosistem***

Este vorba, în special, de acele procese care reflectă, în mare, aspecte ale calității mediului și durabilitatea.

În pedosferă, partea minerală alcătuită din compuși mineralogici și petrografici în diferite stadii de alterare constituie una din componentele de bază implicate în egală măsură alături de ceilalți factori ai mediului, în formarea, distribuția și evoluția sub aspect calitativ a învelișului de sol. Importanța ecologică a acestei părți rezidă în faptul că ea reprezintă suportul pe care se assemblează celelalte componente ale mediului. Mineralele argiloase reprezintă, după substanțele humice, componentele cele mai active din sol. Datorită unor proprietăți ca adsorbția și schimbul cationic, plasticitatea, capacitatea de tamponare ș.a. ele acoperă o parte însemnată din suprafața de contact a fazei solide a solului cu faza lichidă (soluția solului). Rolul acestor minerale în stabilitatea ecosistemelor se manifestă în mai multe direcții:

- Inactivarea unor poluanți (xenobiotice, metale grele etc.) prin imobilizarea acestora (adsorbție, fixare etc.)
- Bioprotecția care este asigurată prin sechestrarea și inactivarea poluanților sau prin adsorbția microorganismelor care conduc la scoaterea lor de sub incidența poluanților.
- Impactul mineralelor asupra activității celorlalți factori (substanțe organice și organisme) de inactivare sau de remediere a fenomenelor de poluare.

Ca o remarcă generală trebuie subliniat faptul că în toate aceste direcții în care se manifestă, mineralele se constituie ca o a doua verigă

principală după substanțele humice, uneori activitatea lor fiind tot atât de importantă ca cea a materiei organice.

### **2.3. Relațiile parametrilor mineralogici cu ceilalți indicatori de calitate a solului**

Până acum relațiile dintre însușirile mineralogice și cele fizice, chimice și biologice ale solului au primit o atenție extrem de slabă din partea cercetătorilor. Aspectele abordate se referă în special la rezerva de nutrienți reprezentată de componenții părții minerale și la modalitățile de transfer a acestei rezerve din partea anorganică în soluția solului. Din păcate s-a făcut foarte puțin pe linia evaluării influenței componenților părți minerale asupra anumitor indicatori de calitate a solului, mai precis sub aspectul cuantificării rolului pe care îl au mineralele vis-a-vis de celelalte însușiri ale solului. Aceasta înseamnă acordarea unei priorități mineralelor care alcătuiesc complexul coloidal considerat partea cea mai activă a solului atât sub aspectul influenței asupra însușirilor și funcțiilor solului cât și sub aspectul implicării în dinamica nutrienților la interfața sol/ soluție.

Impactul substratului coloidal mineralogic asupra însușirilor fizice, chimice și biologice ale solului a fost și este studiat în special sub aspectul influenței conținutului de argilă. Studiarea acestui impact sub aspectul influenței calității substratului respectiv reprezintă în mod firesc o etapă necesară de aprofundare a unor astfel de cercetări, deoarece proprietățile argilei poartă amprenta componenților ei mineralogici.

#### **2.3.1. Relațiile parametrilor mineralogici cu indicatorii care exprimă însușirile fizice ale solului.**

După cum este cunoscut determinările unor însușiri fizice cum ar fi densitatea aparentă, porozitatea, rezistență la penetrare pot servi în anumite situații ca indicatori de calitate a solului demonstrându-și utilitatea în aprecierile privind comportarea sau tasarea solului, după cum măsurătorile de stabilitate a agregatelor pot conduce la stabilirea unor indici de susceptibilitate a structurii solului la degradare. În funcție de situație și alte măsurători privind însușirile fizice și hidrofizice pot servi la obținerea unor indicatori de calitate a solului.

Cercetări recente în câmpurile experimentale de lungă durată au dus la obținerea unor parametri noi adecvați aprecierii calității fizice a solului sub aspectul capacității acestuia de stocare a apei (raportul capacitate de câmp / porozitate) și aerului (raportul capacitate pentru aer/

porozitate) (Reynolds și colab., 2002)

Rezultatele unor cercetări privind legăturile dintre însușirile fizice și cele mineralogice au dus la stabilirea unor relații între anumiți parametri mineralogici și anumiți indicatori fizici de calitate a solului (Crăciun, 2000).

După cum se poate observa în tabelul 1, cu unele excepții, anumiți indicatori de calitate a solului cum ar fi PT și PA sunt influențați, în majoritatea situațiilor, atât de cantitatea cât și de calitatea argilei chiar dacă relațiile stabilite diferă în funcție de tipul de mineral argilos.

#### **2.3.2. Relațiile parametrilor mineralogici cu indicatorii care exprimă însușirile chimice ale solului**

Măsurătorile efectuate asupra unor proprietăți chimice legate de fertilitatea solurilor (pH, fosfor, potasiu, materie organică ș.a.) pot furniza o serie de indicatori de calitate a solurilor pentru creșterea plantelor. Între unii dintre acești indicatori și anumiți parametri mineralogici au fost stabilite relații de tipul celor care sunt prezentate în figurile 1 și 2. Astfel în figura 1 se constată că valoarea pH – ului tinde să crească odată cu valoarea raportului conținuturilor de smectit și illit la o serie de cernoziomuri din Câmpia Română, în timp ce figura 2 ne arată că K schimbabil înregistrează o tendință de creștere odată cu conținutul de illit al argilei din aceleași soluri.

În cazurile în care intră în discuție posibilitatea unor contaminări sau poluări apare necesitatea unor indicatori rezultați din determinările contaminanților sau poluanților (metale grele, pesticide, hidrocarburi etc.). Rolul argilei în impactul unor astfel de faze asupra solului este rezultatul acțiunii mineralelor argiloase constituente care au comportări distincte privind dispersia, gonflarea, sarcina caracteristică, selectivitatea ionică, sorbția și desorbția moleculelor organice ș.a. Acest rol se poate manifesta sub diferite aspecte (Crăciun, 2000).

- Influența pe care o au mineralele argiloase asupra unor însușiri fizice (porozitate, permeabilitate etc.) care condiționează dinamica anumitor poluanți în sol, conferă argilei un rol de factor determinant în răspândirea și distribuția poluantului în plan orizontal și vertical. Prin conținutul și compoziția ei mineralogică, argila poate deveni un vector de transport sau o barieră pentru anumiți poluanți.
- Influența pe care o au mineralele argiloase asupra unor însușiri chimice (în special proprietățile de schimb și fixare) fac din argilă

**Tabelul 1**  
**Relațiile dintre porozitate și argila cu componentele ei mineralogice (valorile coeficienților de corelație) la unele soluri din România**

Tipul de sol	Zona	Indicatorul fizic	argilă	Minerale argiloase			Referință bibliografică
				smectit	illit	caolinit	
soluri cenușii	Estul țării	PT	0,16	-0,54 <sup>x</sup>	0,57 <sup>x</sup>	0,17	Crăciun și colab., 2002
		PA	-0,80 <sup>xxx</sup>	-0,82 <sup>xxx</sup>	0,21		
cernoziomuri	Câmpia Română	PT	-0,53 <sup>xxx</sup>	-0,47 <sup>xx</sup>	0,21	Crăciun și colab., 2003	
		PA	0,53 <sup>xxx</sup>	-0,39 <sup>x</sup>	0,16		
aluviale și gleice	Insula Mare a Brăilei	PT	0,39 <sup>x</sup>	-0,17	0,10	Crăciun și colab., 1997	
		PA	-0,57 <sup>xx</sup>	-0,49 <sup>xx</sup>	0,18		
vertisoluri și soluri vertice	Câmpia Română	PT	-0,46 <sup>xx</sup>	-0,26	0,17	Crăciun, 1998	
		PA	-0,52 <sup>xxx</sup>	-0,18	0,12		

PT = porozitatea totală PA = porozitatea de aerajie

un factor important, care va influența intensitatea și modul de manifestare a activității toxice a poluantului.

- Implicațiile mineralelor argiloase asupra proprietăților de sorbție și desorbție a moleculelor organice de către sol condiționează durata și efectul remanent al poluării prin influența acestor minerale asupra fitotoxicității și biodegradabilității unor poluanți.

Cele mai numeroase relații între parametrii mineralogiei și cei chimici sunt cele care au rezultat din corelarea conținuturilor de minerale argiloase și conținuturile unor elemente chimice cu rol nutrițional sau cu un grad de nocivitate. Ele au fost prezentate pentru anumite categorii de soluri de către Crăciun (2000).

### 2.3.3. *Relațiile parametrilor mineralogici cu indicatorii care exprimă însușirile biologice ale solului*

Organismele solurilor au o influență directă sau indirectă asupra tuturor proceselor implicate în funcțiile solului cum sunt: descompunerea reziduurilor de plante și animale, transformarea și stocarea nutrienților, infiltrația apei și schimbul de gaze, formarea și stabilizarea structurii solului, sinteza compușilor chimici, degradarea xenobiotioelilor (Dick, 1997). Aceasta conferă parametrilor biologici un potențial ridicat în ceea ce privește utilizarea lor ca indicatori ai calității solului. Cele mai obișnuite categorii de indicatori biologici pentru calitatea solului sunt cei legați de biomasa microbiană și activitatea microbiană. (Cameron și colab., 1998)

Dintre organismele solului anumite populații de lumbricide sau de bacterii sunt în general, indicatori buni pentru solurile degradate și poluate datorită unei sensibilități ridicate la astfel de procese.

În figura 3 se poate observa influența unor minerale argiloase asupra numărului de bacterii din unele molisoluri din sudul României.

Demn de subliniat este faptul că aceleași gen de relații a fost stabilit între aceleași parametrii mineralogici și numărul ciupercilor microscopice din solurile menționate. (Crăciun și Dumitru, 2000)

### 2.3.4. *Semnificația relațiilor dintre parametrii mineralogici și ceilalți indicatori de calitate a solului*

Relațiile parametrilor mineralogici cu o serie de indicatori de calitate a solului atestă, în primul rând, o influență a însușirilor mineralogice asupra acestor indicatori. Mai mult, aceste relații ne sugerează că indicatorii care exprimă calitatea solului sub aspect fizic, chimic și biologic

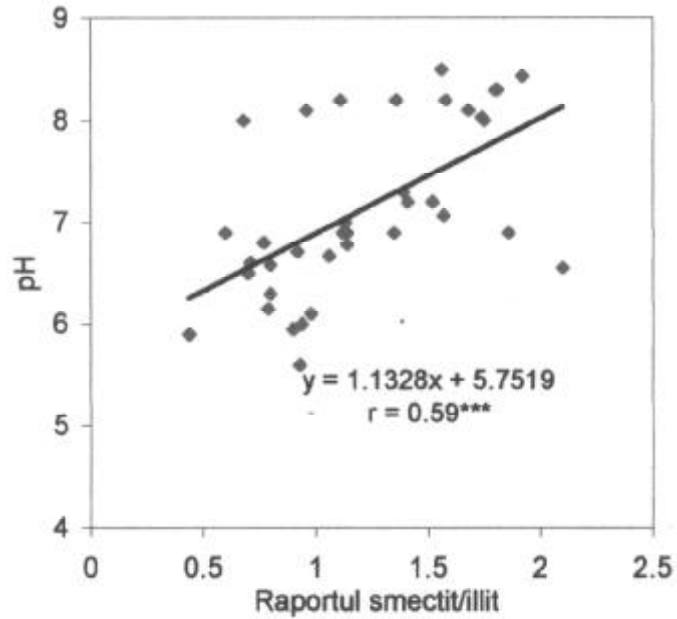


Fig. 1 Variația pH-ului în funcție de raportul smectit/illit la unele cernoziomuri din Câmpia Română

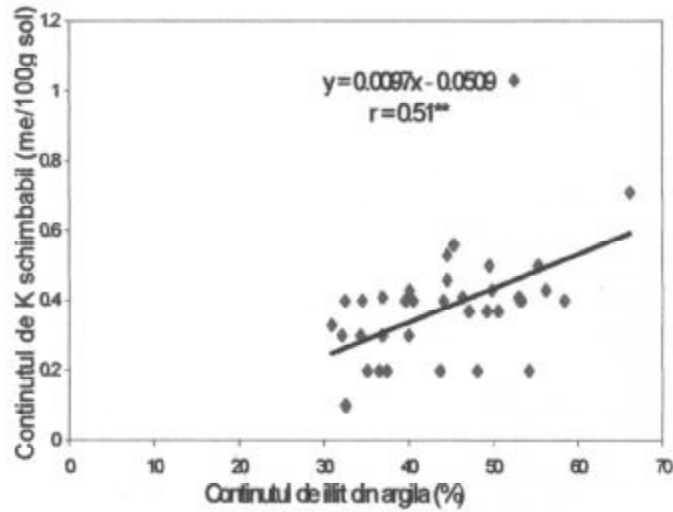


Fig. 2 Variația conținutului de K schimbabil în funcție de conținutul de illit la unele molisoluri din sudul României (Crăciun și Dumitru, 2000)

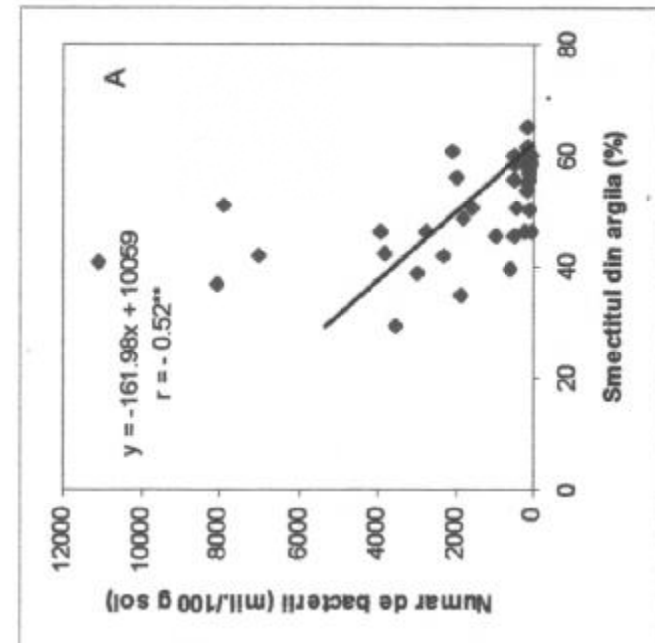
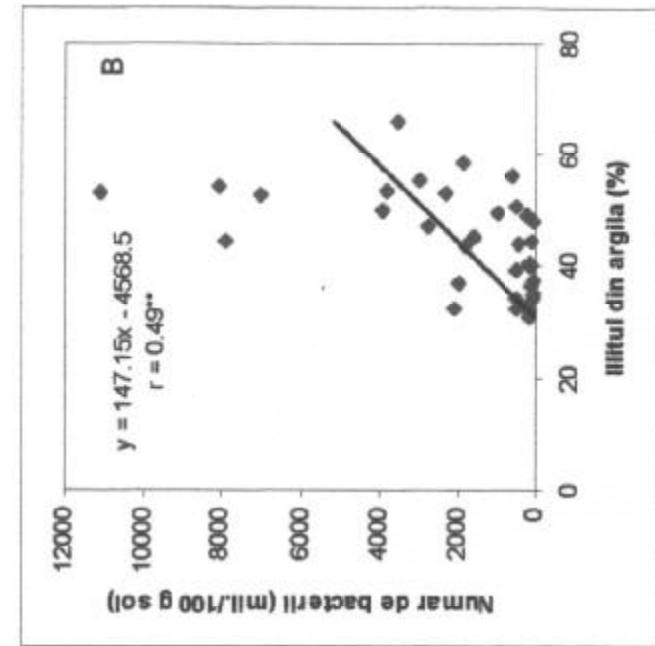


Fig. 3. Influența mineralelor argiloase asupra numărului de bacterii din unele molisoluri din sudul României (Crăciun și Dumitru, 2000)

încorporează sau integrează aspecte privind însușirile mineralogice ale solului. Aceste relații pot constitui un punct de plecare în evaluarea gradului de integrare a anumitor parametri mineralogici cu indicatorii de calitate a solului. Cu alte cuvinte, relațiile de acest gen permit o evaluare a influenței însușirilor mineralogice asupra celorlalte însușiri ale solului.

Un aspect pe care îl implică această relație se referă la comportamentul unor indicatori ai calității solului vis-a-vis de mineralogia solului, sau altfel spus, poate influența mineralogia solului atingerea unor valori critice de către acești indicatori și în ce mod? Fără îndoială că răspunsul la această întrebare este afirmativ fiind demonstrat de cazurile în care legăturile strânse înregistrate între parametri permit anumite predicții asupra evoluției indicatorilor de natură fizică, chimică și biologică pe baza parametrilor mineralogici (Crăciun și Piciu, 1994). La aceasta trebuie adăugat faptul că informația mineralogică poate constitui un sprijin real în unele situații de remediere a anumitor însușiri ale solului care au suferit modificări nedorite. Este cazul unor deficiențe ale regimului unor macroelemente (K, P, N-NH<sub>4</sub>). Înlăturarea unor deficite ale acestora prin fertilizare trebuie să ia în considerare prezența în sol a unor minerale cu capacitate mare de fixare pentru K și NH<sub>4</sub> (vermiculit, illit alterat, interstratificații illit-vermiculit sau illit-smectit) sau pentru P (minerale sesquioxidice de Al și Fe, carbonați, minerale argiloase de tip caolinitic sau cele care conțin hidroxioni în spațiul interlamelar)

#### 2.4. Relațiile mineralogiei cu fertilitatea solului

Indiferent de caracterul ei natural sau cultural (antropic) fertilitatea unui sistem deschis cum este solul poate fi considerată o funcție de mai mulți factori incluși într-o relație de tipul:

$$F = f(I, P, K, R) \text{ (Florea, 2003)}$$

Această relație ne arată că fertilitatea (F) este o funcție de intrări (I – biomasa restituită, apa, fertilizatori), de proprietăți și procese biochimice (P), de ieșiri (E – pierderi de sol, consum prin recolta obținută sau scurgere) și de rezerva de substanțe nutritive inclusiv condițiile de mediu (R).

Însușirile mineralogice joacă un rol important vis-a-vis de oricare din factorii menționați influențând nu numai procesele care se desfășoară în mediile edafice sau în ecosisteme ci și comportamentul și regimul anumitor nutrienți în mediul edafic, indiferent că este vorba de cei

aparținând inputurilor sau outputurilor.

Rezerva de elemente nutriționale, determinată pe cale chimică (analiză totală) este un indicator destul de vag pentru aprecierea fertilității unui sol, deoarece această fertilitate depinde, în mod normal, mai mult de rata eliberării sau disponibilizării nutrienților către plantă decât de mărimea rezervei. Cu alte cuvinte, nivelul fertilității exprimat prin gradul de aprovizionare cu anumiți nutrienți este legat printre altele de natura și tăria legăturilor cu care elementele respective sunt reținute în rețelele cristaline ale mineralelor și de stabilitatea acestor rețele cristaline la diferite condiții de alterare.

Dar poate unul din cele mai importante aspecte legate de implicarea proprietăților mineralogice în calitatea solului, via fertilitate, îl reprezintă Sistemul de Clasificare a Solului după Fertilitate și Capabilitate (Fertility, Capability, Classification System – FCC) elaborat de Sanchez și colab. (1982). Implicarea mineralogiei solului într-un astfel de sistem taxonomic a fost subliniată de către Smith și colab. (1990), după care prezentăm anumite aspecte referitoare la relația mineralogie – FCC.

Clasificarea FCC este un sistem de clasificare tehnic axat pe proprietățile fizice și chimice ale solului, esențiale în deciziile manageriale, care diferă după tipul de recoltă și sistemul managerial. Informația necesară acestui sistem este bazată pe o serie de date obținute în câmp și laborator a căror importanță pentru managementul fertilității solului este fundamentală. Acest sistem care se bazează pe o serie de teste și proceduri rapide aplicate suprafeței și subsuprafeței solului creează grupe de soluri la care sunt așteptate răspunsuri similare la practicile manageriale. Chiar dacă are limitări în aplicare acest sistem permite, acolo unde se aplică, (terase colinare, pajiști, terenuri inundate cultivate cu orez, păduri) o creștere a acurateții evaluării recomandărilor manageriale.

Referitor la acest sistem de clasificare trebuie subliniat că din totalitatea factorilor modificatori care participă la alcătuirea grupelor de soluri, o mare parte indică direct sau indirect prezența anumitor parageneze mineralogice în sol, sau sunt definiți în legătură cu proprietățile mineralogice ale solului. Dintre grupele de soluri constituite într-o măsură mai mare sau mai mică pe criterii mineralogice menționăm soluri influențate de carbonați, soluri acide sulfatice, soluri limitate în K (cu conținut redus în minerale alterabile ce conțin K) soluri cu mineralogie de Fe (bogate în oxihidroxizi de Fe), soluri cu proprietăți vertice (bogate în smectit sau vermiculit), soluri cu proprietăți andice (bogate în alofane și imogolite).

În pofida faptului că atributele FCC pot fi negative sau pozitive depinzând în principal de utilizarea terenului, acest sistem de clasificare care se bazează pe indici cantitativi obținuți în partea superioară a profilului de sol, este considerat ca un punct de pornire adecvat pentru aproximarea calității solurilor din zonele tropicale (Sanchez și colab. 2003). Fertilitatea redusă a unor astfel de soluri poate fi pusă în legătură cu mineralogia lor în special cu cea a fracțiunii fine. Rezultatele cercetărilor efectuate asupra unor soluri din Liberia (Crăciun și colab., 1993) și Zair (Crăciun și colab., 1994) au subliniat legătura între fertilitatea redusă a solurilor respective și calitatea argilei (compoziția mineralogică) din aceste soluri. Conținutul ridicat de caolinit, mineral cu o capacitate de schimb cationic foarte redusă conferă acestor soluri posibilități și nivele reduse de aprovizionare cu elemente nutritive. Conținuturile foarte reduse de illit, mineral care constituie o sursă principală de K, determină existența în aceste soluri a unor nivele scăzute de aprovizionare cu acest cation. Prezența în cantități mai mari a mineralelor din grupa oxizilor și oxihidroxizilor de Fe și Al creează posibilități de retenție a fosforului făcându-l inaccesibil pentru plante.

### Concluzii

1. Calitatea solului se percepe mult mai ușor prin intermediul însușirilor fizice, chimice și biologice, datorită sensibilității acestor însușiri și abilității lor de a furniza indicatori sensibili la modificările calitative ale mediilor edafice. Acești indicatori sunt rezultatul unor determinări analitice de rutină.

2. În comparație cu însușirile menționate, însușirile mineralogice oferă posibilități mai reduse de furnizare a unor astfel de indicatori datorate unei sensibilități mai scăzute la modificările calitative ale solului, la care se adaugă a serie de aspecte legate de măsurătorile prin care se pot obține indicii mineralogici de calitate a solului. O serie de aspecte ca: randamentul relativ mai redus datorită metodologiei complexe de lucru, costul mai ridicat datorită aparaturii necesare, modul laborios de obținere a informației și specificitatea acesteia fac din analiza mineralogică, în special cea care vizează argila, o analiză cu caracter special și nu o determinare de rutină capabilă de a fi utilizată ca un mijloc rapid de testare directă a calității solului.

3. Relațiile stabilite între parametrii mineralogici și indicii de calitate care exprimă celelalte însușiri ale solului ne sugerează că indicatorii care reflectă calitatea solului sub aspect fizic, chimic și biologic

încorporează sau integrează aspecte legate de însușirile mineralogice ale solului.

4. Chiar dacă posibilitățile însușirilor mineralogice de a furniza indicatori de calitate a solului sunt mai reduse, comparativ cu celelalte însușiri, mineralogia poate oferi informații utile privind evoluția unor indicatori de calitate a solului în anumite condiții, precum și date referitoare la eficientizarea unor măsuri de remediere a calității solului afectată de modificări nedorite a unor proprietăți.

### Bibliografie

- Alabouvette C. (1986) – Fusarium-wilt suppressive soils from the Chateaubert region: a review of a 10-year study *Agronomie* 6: 273-284
- Andrews S. S, Flora C. B., Mitchell J. P., Karlen D. L. (2003). – Growers perception and acceptance of soil quality indices. *Geoderma* v. 114, 3-4, 187-213.
- Cameron K., Beare M., McLaren R., Di H. (1998) – Selecting physical, chemical biological indicators of soil quality for degraded or polluted soil. *Trans World Cong. Soil Sci. Montpellier, Symp.* 37.
- Crăciun C. (1998) – The clay minerals in vertisol of Romania. Implications in soil physical and chemical properties. *Știința Solului XXXII*, nr. 1-2, 27-35
- Crăciun C. (2000) – Mineralele argiloase din sol. Implicațiile în agricultură. Ed. G. N. P. Minischool București
- Crăciun C., Kurtinecz P. (1983) – Contribuții la cunoașterea influenței fertilizării îndelungate asupra mineralelor din fracțiunea argiloasă a unor soluri din NV României *Public SNRSS 21B*, 65 – 76
- Crăciun C., Kurtinecz P. (1987) – Influența amendării asupra mineralelor argiloase din luvisolul albic de la Livada. *Volum Omagial SCA Livada*, 157 – 168.
- Crăciun C., Piciu I. (1999) – Unele aspecte privind posibilitatea de predicție asupra unor însușiri ale solului cu ajutorul cantității și calității argilei. *Știința Solului XXXIII* nr. 1-2, 43-48.
- Crăciun C., Dumitru Sorina (2000) – Influența mineralelor argiloase asupra populației de microorganisme din unele molisoluri din sudul României – *Știința Solului* v. XXXIV, nr. 2, 29-38.
- Crăciun C., Curelaru G., Grigore Camelia (1993) - Mineralele din fracțiunea argiloasă și implicațiile lor în fertilitatea unor soluri din Liberia. *Știința Solului* nr. 3-4, 21-27.
- Crăciun C., Piciu, I., Popescu I., (1994) - Influența calității și cantității argilei asupra fertilității unor soluri din Zair. *Știința Solului* nr. 1-2, 23-30



- Crăciun C., Piciu I, Dobrin Elena (1997) – Relațiile argilei și componentelor ei mineralogici cu însușirile fizice și chimice ale solurilor din Insula Mare a Brăilei Public. SNRSS, v. 29A. 256-269.
- Crăciun C., Lazăr C., Dana M. (2002) – Influence of clay quantity and quality on the physical properties of the grey soils in Romania. Știința Solului XXXVI, nr 1, 100-111.
- Crăciun C., Lungu Mihaela, Dana M. (2003) – Influența cantității și calității argilei asupra stării de așezare a unor cernisoluri din Câmpia Română Știința Solului XXXVII nr. 1-2, 77- 89.
- DeClerk F., Singer M. J., Lindert P. (2003) – A 60 – year history of California soil quality using paired samples. *Geoderma* 114, 3-4, 215-230.
- DeKimpe C. (2002) - Soil functions in managed ecosystems: the need for a balance. *Trans 17<sup>th</sup> World Cong Soil Sci Bangkok Sym.* 65.
- DeKimpe C. R, Prasittiketth J. (2002) – Soil indicators for sustainable land use. *Trans 17<sup>th</sup> World Cong Soil Sci Sym.* 32.
- Dick R.P. (1997) – Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health. In *Biological Indicators of Soil Health* (ed. Pankhurst et al. ) CAB International New York, 121 – 156.
- Doran J. W., Parkin T. B. (1994) – Defining and assessing soil quality Special Publication No 35 SSSA, Soil Sci of Am. Madison WI, USA In *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment* (ed. Doran, Coleman, Bezdicek, Stewart) 3-21
- Doran J. W., Sarrantonio M., M. A Liebig (1996) – Soil health and sustainability in *Advances in agronomy* (ed Sparks) vol. 56. Academic Press San Diego, CA., 1-54
- Karlen D.L., Mausbach M.J., Doran J.W., Cline R.G., Harris R. F., Schuman G. E. (1997) - Soil Quality:A concept, definition and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61, 4-10
- McGrath S. (1998) – Soil Remediation: Criteria and indications of soil quality *Trans 16<sup>th</sup> World Cong Soil Sci Montpellier, Symp.* 37.
- Milton N., Murphy D. V., Braimbridge M., Osler G., Jasper D. A., Abbot L. K. (2002) – Using power analysis to identify soil quality indicators. *WCSS Bangkok, Symp.* 32
- Reynolds W. D., Bowman B.T., Drury C.F., Tan C.S., Lu X. (2002) – Indications of good soil physical quality: density and storage parameters *Geoderma* 110, 1-2, 131 – 146.
- Sanchez P. A., Conto W., Buol S.W. (1982) - The fertility capability soil classification system: interpretation, applicability, and modification. *Geoderma* 27, 283-309
- Sanchez P.A., Palm C.A., Buol S.W. (2003) - Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics. *Geoderma* v. 114, nr. 3-4, 157-185

- Schadeck S., Risede J.M., Delvaux B. (1998) - Banana root rot disease caused by *Cylindrocladium* sp. as related to soil type. *Trans 16 World Cong Soil Sci. Montpellier, Symp.* 41.
- Seybold C.A., McGrath D.M., Dick R.P. (2002) – On farm early indications of cover crop effects on soil quality. *Trans 17<sup>th</sup> World Cong Soil Sci Bangkok, Sym.* 32.
- Smith C.W., Buol S.W., Sanchez P., (1990) - Implications of soil mineralogy in the soil fertility capability classification (FCC) system. *Trans 14 th. Int. Cong. Soil Sci. Kyoto, v. VII, 4-9.*
- Stotzley G., Dawson S.E., Martin R.T., Ter Kulei C.H.H. (1961) – Soil mineralogy as a factor in the spread of *Fusarium Wilt* of Banan. *Science* 133, 1483-1486.
- Wang Z., Chang A.C., Wu L., Crowley D. (2003) – Assessing the soil quality of long term reclaimed waste water irrigated cropland. *Geoderma* 114, 3-4, 261 – 278.

## TESTAREA EFICIENȚEI ÎN STIMULAREA PROCESULUI DE BIODEGRADARE A ȚIȚEIULUI A UNUI CONSORTIU DE BACTERII SELECȚIONATE, ÎNTR-UN EXPERIMENT ORGANIZAT ÎN CASA DE VEGETAȚIE

Anca Voiculescu M. Dumitru, D.M. Motelică, Gabriela Mihalache,  
Carolina Constantin, Nicoleta Ștefanescu  
*Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, București*

## TESTING THE EFFICIENCY OF A SELECTED BACTERIA CONSORTIUM TO EMPHASIZE THE OIL BIODEGRADATION PROCESS IN A GREEN-HOUSE EXPERIMENT

### Summary

The paper present the results obtained in a green-house experiment organised for testing the efficiency of a selected bacteria consortium utilised for oil polluted soil enrichment as a main technologique link of *in situ* bioremediation process.

The soil with or without selected bacteria inoculum was polluted with different oil concentration ( 0,25; 0,75; 3; 5; 7,50 and 12,50%).

Chemical and biological analyses were carried out each 30 days, five month period of time.

**Keywords:** selected bacteria consortium, oil biodegradation

### Introducere

Progresele majore cu privire la cunoștințele fundamentale despre biodegradarea compușilor organici au avut loc începând cu anii 80, când s-au realizat primele experimente de laborator în care s-a folosit inocularea cu tulpini de microorganisme cu abilități degradative (Bower

et al, 1981; Vogel and McCarty, 1985; Bedard et al., 1987; Quensen et al., 1988 și mulți alții).

În cadrul metodelor de remediere experimentate în întreaga lume, bioremedierea *in situ*, bazată pe activitatea microorganismelor de a folosi hidrocarburile din țiței drept sursă de carbon și energie, este considerată cea mai eficientă, în special, datorită faptului că nu implică perturbarea severă și ireversibilă a structurii și implicit însușirilor pedogenetice ale solului afectat și costului relativ scăzut.

Biodegradarea hidrocarburilor din țiței este un proces foarte complicat, din cauza diversității grupelor de compuși din compoziția acestuia, cu structuri chimice și complexitate moleculară diferite: alcani, compuși aromatici, parafine, rășini, asfaltene.

Numeroase microorganisme heterotrofe din sol, atât bacterii cât și fungi, sunt capabile să utilizeze hidrocarburile din țiței ca sursă de energie pentru creștere și dezvoltare celulară, (Atlas, 1984; Bossert and Bartha, 1984, Dineen și colab, 1989, Atlas și Pramer, 1990, Pritchard, 1992).

Astfel, hidrocarburile aromatice, chiar și cele aromatice policiclice (PAHs), cum sunt: antracenu, phenantrenul, pyrenul, 1,2-benzopyrenul, și cysenul sunt descompuse microbiologic în sol (Bossert and Bartha, 1986, Stucki and Alexander, 1987)

Pornind de la activitățile degradative ale microorganismelor au fost elaborate numeroase tehnologii de depoluare, care sunt cuprinse generic în termenul de bioremediere (Alexander, 1994). Orice compus chimic a cărei acumulare în natură devine periculoasă pentru mediu poate fi considerat drept poluant, iar înlăturarea lui cu ajutorul microorganismelor poate fi considerată bioremediere (Henis, 1994).

Microorganismele capabile să degradeze substanțele xenobiotice sunt prezente, în general, în respectivele medii poluate, dar biodegradarea naturală are loc cu rate foarte scăzute. De aceea, s-au elaborat diverse tehnologii de bioremediere care presupun: cunoașterea căilor de optimizare a condițiilor biodegradării, comportării și efectelor substanțelor chimice introduse în sol asupra ecosistemului și selectarea unor microorganisme cu abilități degradative superioare (Bluestone, 1986; Zitridis, 1990).

Cele mai importante căi de optimizare a condițiilor biodegradării constau în asigurarea unor condiții de mediu favorizante pentru creșterea și multiplicarea microorganismelor degradative, și anume: conținuturi adecvate de elemente și microelemente, precum și umiditate,

reacție și temperatură optime (Dalyan et al., 1990; Harder and Hopner, 1991; Harder et al., 1991; Wurdemann et al., 1990). Avantajele metodei de bioremediere *in situ* sunt conectate cu faptul că după îndepărtarea poluantului, activitatea normală a comunităților de microorganisme caracteristice (nu numai acelea cu abilități degradative) se restabilește rapid.

Microflora majorității solurilor necontaminate include în mod natural bacterii degradatoare de hidrocarburi (Bossert I. and Bartha R., 1984).

În cazul în care populația indigenă nu este capabilă să degradeze poluantul, se poate apela la introducerea în sol a unor microorganisme al căror metabolism specific permite metabolizarea substanței xenobiotice.

În poluarea cu țiței succesul bioremedierii depinde într-o foarte mare măsură de compoziția comunităților microbiene din sol și de potențialul lor degradativ.

Contaminarea solului cu țiței în concentrații ridicate exercită efecte toxice asupra comunităților microbiene active din sol, reducându-le diversitatea taxonomică și genetică, însă, cu supraviețuirea populațiilor care au toleranță fiziologică sporită și capacitatea de a utiliza substratul (Atlas et al., 1991).

În cazul experiențelor efectuate în câmp experimental la SCD Albota - Pitești, în condiții de poluare controlată cu țiței, comunitățile de bacterii heterotrofe, au fost alcătuite din specii ale genurilor *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Mycobacterium*, reputele pentru tulpinile capabile să degradeze hidrocarburi.

Inocularea cu microorganisme selecționate este principala verigă tehnologică de bioremediere, de aceea în laborator au fost testate o serie de microorganisme, bacterii heterotrofe izolate din sol brun luvic poluat cu țiței.

## Metodologie

### **Testarea în laborator a capacității de degradare a hidrocarburilor**

În urma analizării microbiologice a probelor de sol poluat cu țiței din câmpul experimental organizat la SCD Albota Pitești (în concentrație de 3%), au fost izolate tulpinile bacteriene cu cea mai înaltă rată de supraviețuire. Au fost selecționate atât acele tulpini proprii solului luvic vertic din locația aleasă pentru experimentare, cât și cele introduse prin

inocularea solului poluat, ca verigă în tehnologia de bioremediere *in situ* experimentată.

Tulpinile bacteriene au fost multiplicare, izolate și purificate prin cultivarea diluțiilor zecimale succesive de sol (pe medii nutritive solidificate (Topping, CZPA).

Identificarea până la nivel de specie s-a făcut prin examinări macro- și microscopice, teste fiziologice, cultivare pe medii selective (Bergey, 1986, Clark F., 1965).

Majoritatea speciilor izolate aparțin genurilor bacteriene cunoscute pentru specii capabile să biodegradeze hidrocarburi din țiței.

Ulterior, unele dintre tulpinile izolate au fost testate în laborator pentru evidențierea capacității de degradare a hidrocarburilor petroliere de către microorganisme:

- Tulpinile izolate în tuburi au fost inoculate în mediu mineral lichid (1,8ml) în care s-au adăugat 10μl țiței, drept unică sursă de carbon.
- Au fost selecționate acele specii de microorganisme care au dovedit prin creșterea pe acest mediu, capacitatea de a utiliza hidrocarburile din țiței.

Tulpinile active au constituit o colecție de microorganisme adaptate la poluarea solului cu țiței.

Inoculul creat și aplicat ulterior în cadrul experimentului a fost alcătuit din tulpini aparținând genurilor: *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Mycobacterium*, *Flavobacterium*, *Actinomyces*.

În cadrul experienței organizată în casa de vegetație pentru testarea suplimentară, în condiții controlate, a eficacității consorțiului de microorganisme utilizate pentru îmbogățirea solului poluat cu țiței în scopul activării procesului de bioremediere, s-au folosit concentrații diferite de țiței pentru poluarea solului brun luvic, respectiv: 0,25; 0,75; 3, 7,50 și 12,50%, pentru fiecare dintre acestea constituindu-se câte două variante experimentale, una neinoculată și una inoculată. Solul a fost plantat cu porumb.

Determinările chimice și biologice (conținut de carbon organic și azot total, gradul de aprovizionare cu fosfor și potasiu mobile, reacția solului, conținutul de reziduuri petroliere, număr total de bacterii, număr total de microfungi) s-au efectuat la intervale de 30 de zile, pe o perioadă de cinci luni (din luna iunie până în octombrie) corespunzătoare perioadei de vegetație a porumbului.

Rezultatele analizelor chimice și biologice au fost interpretate prin comparație între variantele poluate, cu și fără inocul.

## Rezultate

### **Conținutul de carbon organic**

La recoltarea din luna iunie (recoltarea I) conținuturile de carbon organic modelează întocmai concentrația de țiței adăugată în fiecare variantă experimentală.

Nu sunt diferențe notabile între variantele inoculate comparativ cu cele neinoculate.

La cea de-a doua recoltare (luna august) conținuturile de carbon organic au crescut la nivelul întregii experiențe în variantele poluate. De asemenea, creșterile conținuturilor de carbon organic au fost semnificativ mai mari în variantele inoculate comparativ cu cele neinoculate. Explicația constă în acumularea în sol a carbonului organic rezultat din structurile celulare ale microorganismelor, respectiv a componentei sensibile a acestora, față de prezența țițeiului în sol.

La cea de-a treia etapă de analizare (luna septembrie) conținuturile de carbon organic s-au redus la nivelul întregii experiențe comparativ cu etapa anterioară.

Semnificativ este faptul că s-au atenuat diferențele dintre variantele inoculate și cele neinoculate. De asemenea, conținuturile de carbon organic au modelat procesul de dispariție a țițeiului din sol.

### **Conținutul de azot total**

În prima etapă de determinare nu s-au înregistrat diferențe semnificative între variantele experimentale.

Nici concentrația de reziduuri petroliere, nici inocularea nu au determinat variații ale conținutului de azot total.

La recoltarea a doua (august) se înregistrează creșterea progresivă a conținuturilor de azot total cu creșterea concentrației de reziduuri petroliere, atingându-se un nivel maxim în varianta poluată cu 7,5% țiței. O sursă de creștere a conținuturilor de azot în sol poate fi cel provenit din proteinele celulelor microorganismelor moarte din cauza toxicității poluantului.

În luna septembrie (a treia recoltare) conținuturile de azot total în variantele nepoluate și în cele poluate cu concentrații inferioare de țiței (0,25 și 0,75%), conținuturile de azot total au scăzut comparativ cu cele

din luna august. În aceste variante experimentale plantele de porumb dezvoltându-se mai bine au preluat cu un randament sporit azotul din sol. În variantele cu concentrații superioare de țiței (7,5 și 12,5%) conținuturile de azot total s-au menținut ridicate, ori chiar au mai crescut.

### **Raportul C/N**

În prima etapă de determinare (luna iunie) raportul C/N a crescut de la 5 în solul nepoluat, proporțional cu concentrația de țiței introdus în sol, până la 33,5 în solul poluat cu 12,5 %. Valoarea 5 a raportului C/N indică o stare de dezechilibru între elementele nutritive în solul brun luvic folosit pentru experimentare.

În etapa a 2-a (august) valorile generale ale raportului C/N au crescut, în special în variantele inoculate, din cauza aportului de materie organică din biomasa microorganismelor moarte sensibile la poluarea cu țiței în concentrații mari. Astfel, la 12,5% țiței în varianta inoculată raportul C/N ajunge la 41,25.

La sfârșitul experimentului se constată reducerea raportului C/N în variantele excesiv poluate cu 7,5 și 12,5% țiței, de la valori medii de 31 și 36 în august, la valori de 26,20, respectiv 28,75 în septembrie.

**Reacția solului** nu a fost influențată nici de concentrația de țiței, nici de inoculare.

### **Gradul de aprovizionare cu fosfor mobil**

În prima etapă conținuturile de P mobil au prezentat valori relativ apropiate în variantele martor și în cele poluate cu țiței până la concentrația de 3% (29,25-26,62 mg/kg).

Creșterea concentrației de țiței a determinat și o reducere proporțională a conținuturilor de fosfor mobil până la 14-15 mg/kg.

În luna august, în toate variantele experimentale s-au înregistrat creșteri ale gradului de aprovizionare cu fosfor mobil, chiar și în variantele poluate cu 7,5% țiței. În varianta maxim poluată, însă, conținuturile de fosfor mobil nu s-au modificat semnificativ.

În septembrie, în variantele martori și în cele cu concentrația minimă de țiței conținuturile de fosfor mobil au scăzut, reflectând utilizarea de către plante, care s-au dezvoltat bine (foto 1-6) a acestui element mineral nutritiv. Nu același fenomen s-a constatat în restul variantelor, în care conținuturile de fosfor mobil au rămas la niveluri ridicate.

### Gradul de aprovizionare cu potasiu mobil

Dacă la prima recoltare conținuturile de potasiu în sol au prezentat valori foarte apropiate în cele 12 variante experimentale, indiferent de concentrația de țiței sau inoculare (valorile au variat între 64-77 mg/kg), în luna august s-au înregistrat diferențe semnificative, conținuturile de potasiu mobil crescând în toate variantele, cu excepția celei poluate cu concentrația maximă de țiței. Cele mai mari valori s-au înregistrat în variantele poluate cu 0,75% țiței - 149 mg/kg - comparativ cu 59 mg/kg și 64,5 mg/kg în varianta poluată cu 12,5% țiței neinoculată, respectiv cea inoculată.

În luna septembrie, cele mai mari conținuturi de potasiu mobil s-au înregistrat în varianta cu 3% țiței inoculată și cele mai mici, tot în varianta cu poluarea maximă. În această ultimă etapă, s-a înregistrat o creștere semnificativă a gradului de aprovizionare cu potasiu mobil al solului din variantele neinoculate, comparativ cu cele neinoculate.

### Microflora bacteriană

În luna iunie, la prima recoltare, în toate variantele inoculate valorile NTB\* au fost semnificativ mai mari comparativ cu cele neinoculate, indiferent de nivelul poluării cu țiței (fig. 1). Creșterea reflectă aportul de microorganisme viabile din inocul.

Un aspect remarcabil a fost creșterea dimensiunii comunităților bacteriene odată cu creșterea concentrației de țiței până la 7,5%, atât în variantele neinoculate cât și în cele inoculate. Chiar și la 12,5% țiței a avut loc o sporire a populației bacteriene. Aceste creșteri ale valorilor NTB ilustrează, aproape ideal, fenomenul de proliferare a microorganismelor din sol consecutiv apariției în mediu a unui poluant, ca mecanism de apărare și supraviețuire. Din aceste comunități abundente se vor dezvolta prin presiune de selecție, tulpini rezistente și chiar tulpini capabile să degradeze poluantul respectiv.

În luna iulie (recoltarea a doua) diferențele între variantele inoculate se atenuează, valorile NTB fiind relativ apropiate. La nivelul întregii experiențe are loc o reducere a valorilor NTB, ceea ce reflectă, deja, dispariția componentei sensibile a comunităților bacteriene (fig 2.). În variantele cu 0,75% țiței se menține, încă, cea mai bine dezvoltată populație bacteriană, atât în varianta inoculată, cât și în cea neinoculată.

\* număr total de bacterii

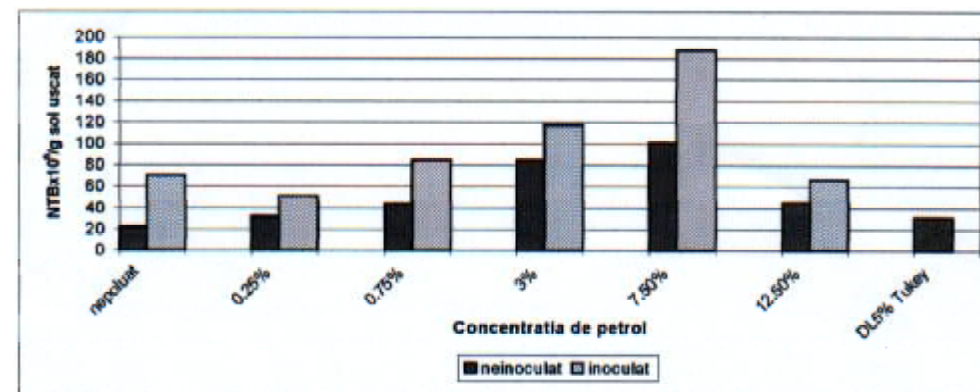


Fig. 1. Variația NTB - casa de vegetație ICPA-recoltarea I

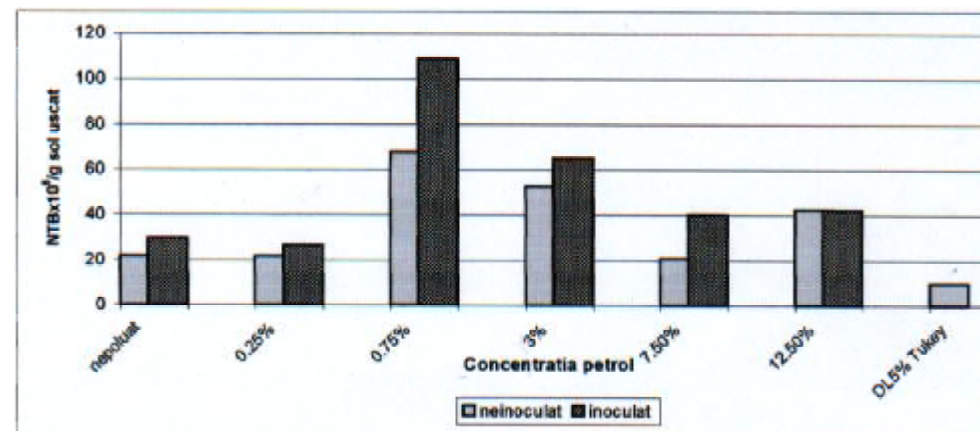


Fig 2. Variația NTB - casa de vegetație ICPA-recoltare II

La dozele superioare, valorile NTB scad semnificativ.

În luna august, se observă din nou proliferarea bacteriilor în variantele inoculate, cu valori foarte ridicate ale NTB până la concentrația de 3% inclusiv. În același timp are loc reducerea masivă a populației de bacterii în variantele poluate și neinoculate (fig. 3). Aceste creșteri spectaculoase reflectă starea de adaptare a microorganismelor introduse în sol prin inoculare. Acestea, după trecerea perioadei de aclimatizare au devenit componenta dominantă a comunităților bacteriene și au început un proces de multiplicare intensă. Determinările calitative de bacterii heterotrofe au evidențiat preponderența tulpinilor bacteriene aparținând consorțiului utilizat în formularea inoculului (tulpini de

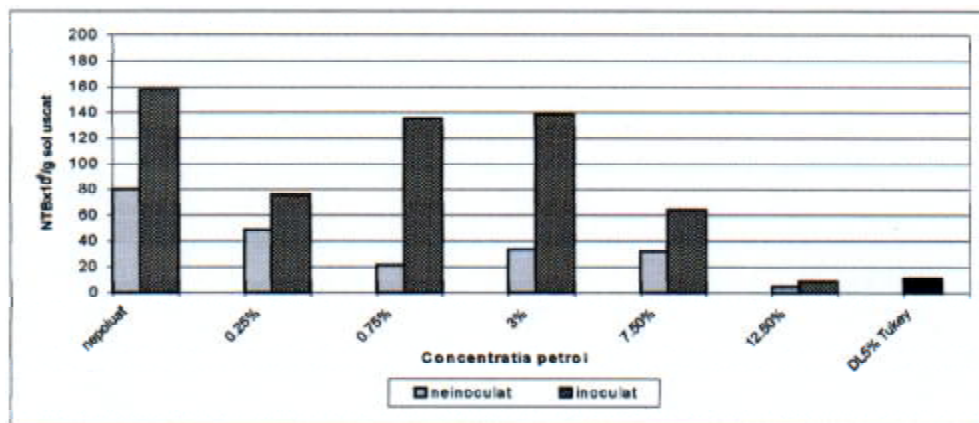


Fig. 3. Variația NTB - casa de vegetație ICPA-recoltarea III

*Pseudomonas, Arthrobacter, Mycobacterium, Actinomyces*).

În această etapă s-a înregistrat o represie severă a bacteriilor în variantele poluate cu 12,5% țiței, atât în solul neinoculat cât și în cel inoculat. Este evident că această concentrație de țiței este extrem de toxică, iar microorganismele nu au avut timp să se adapteze acestor condiții.

În septembrie (a 4-a recoltare) sunt de remarcat două aspecte importante. Comparativ cu etapa anterioară are loc o creștere a valorilor NTB în variantele neinoculate, care, deși semnificativ mai mici decât cele din variantele inoculate, reflectă o adaptare la poluarea cu țiței a bacteriilor proprii solului brun luvic folosit pentru experimentare (fig. 4).

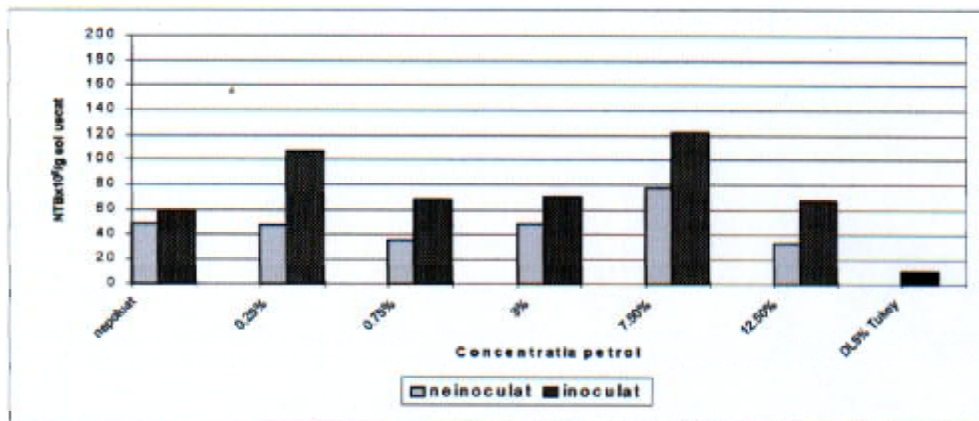


Fig. 4. Variația NTB - casa de vegetație ICPA-recoltarea IV

Al doilea aspect este reprezentat de creșterea importantă a dimensiunii populației bacteriene din variantele excesiv poluate cu 12,5% țiței. Aceasta demonstrează că la acest nivel de poluare stresul provocat este atât de puternic încât necesită o perioadă de adaptare ("de lag") mult mai mare. Deși cu întârziere, atât populația zimogenă cât și cea provenită din inocul s-au adaptat condițiilor și au început multiplicarea.

În luna septembrie, valorile NTB la nivelul întregii experiențe au fost superioare celor din etapa anterioară, dar în solul poluat cu concentrațiile mari de țiței (7,5 și 12,5%) s-au înregistrat diferențe foarte mari între variantele inoculate și cele neinoculate.

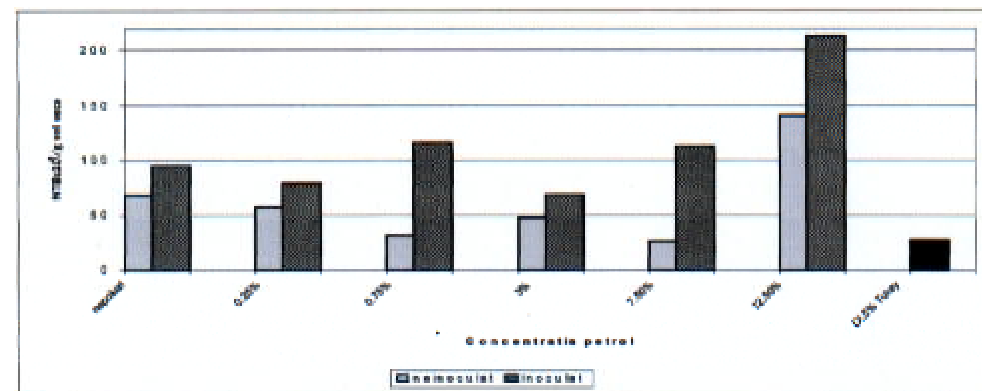


Fig. 5. Variația NTB - casa de vegetație ICPA-recoltarea V

Cel mai important și revelator aspect privind succesul inoculului bacterian introdus este creșterea valorii NTB în varianta excesiv poluată (12,5% țiței) până la  $217 \times 10^6/g$  sol uscat, cea mai mare valoare obținută la nivelul întregii experiențe, de-a lungul întregii perioade de experimentare. Astfel, după o perioadă lungă necesară adaptării, microorganismele expuse unui stres foarte puternic își dezvoltă mecanisme de contracarare a efectelor poluantului reprezentate, în special, printr-o proliferare explozivă.

Acest fenomen este o certitudine a demarării procesului de biodegradare a țițeiului.

#### Microflora fungică

Analizele de microfloră fungică nu au evidențiat în prima etapă nici o legătură cu privire la efectul aplicării inoculului ori al concentrațiilor diferite de țiței (fig. 6.). Se poate observa numai în solul nepoluat



inoculat cu bacterii selecționate o creștere importantă a valorii numărului total de fungi (NTF).

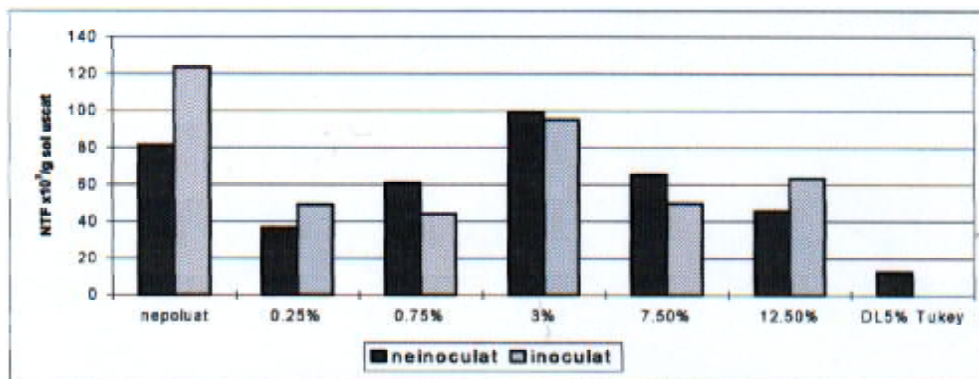


Fig nr. 6. Variația NTF - casa de vegetație ICPA- recoltarea I

În cea de-a doua etapă valorile NTF scas semnificativ odată cu creșterea concentrației de țigeti aplicată (fig. 7).

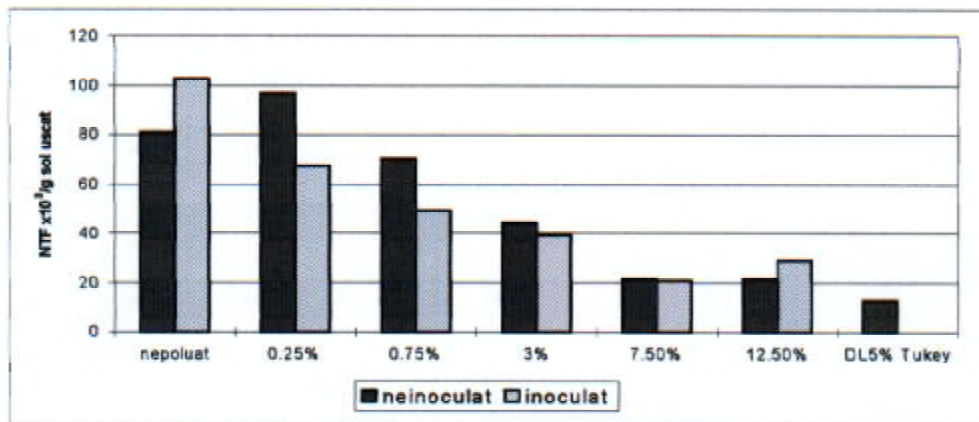


Fig nr. 7. Variația NTF - casa de vegetație ICPA- recoltarea II

La primele concentrații de țigeti (0,25; 0,75 și 3%) valorile NTF din variantele neinoculate sunt superioare celor din variantele inoculate.

În luna august (recoltarea III) toate valorile NTF sunt sub valoarea matorului neinoculat. De la concentrația de 3% țigeti valorile NTF din variantele neinoculate se reduc semnificativ și sever cu creșterea concentrației de țigeti. Solul inoculat este evident că oferă un mediu nutritiv mai bogat contracarând într-o oarecare măsură efectul puternic toxic

exercitat de țigeti la concentrația de peste 3% asupra acestui grup de microorganisme. Fungii manifestă un oportunism nutritiv foarte ridicat, iar atunci când bacteriile, prin succesiunea rapidă de populații caracteristică, îmbogățesc solul cu numeroase substanțe organice provenite din masa celulelor moarte, acestea proliferază (fig. 8.).

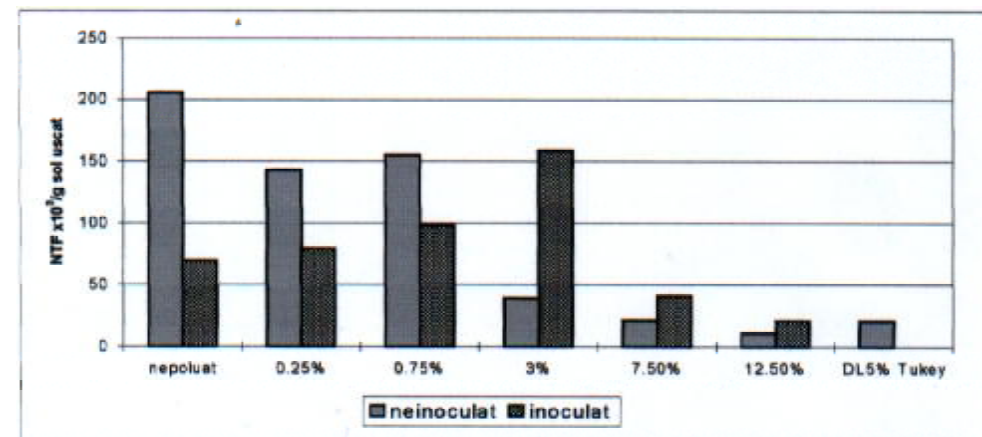


Fig nr. 8. Variația NTF - casa de vegetație ICPA- recoltarea IV

În luna septembrie, în variantele nepoluate și în cele poluate cu 0,25% comunitățile de microfungi sunt bine reprezentate, cu valori superioare în solul neinoculat. Începând cu concentrația de 0,75% țigeti se inversează raportul cantitativ între variantele inoculate și cele neinoculate, cu obținerea unei valori deosebit de ridicate a NTF în varianta poluată cu 3% țigeti și inoculată (570,8 x 10<sup>3</sup>/g sol uscat).

Această etapă poate reprezenta momentul în care grupul fungilor filamentoși începe să aibă rol în biodegradarea hidrocarburilor din țigeti, știut fiind faptul că acolo unde echipamentele enzimatice ale bacteriilor nu sunt eficiente în degradarea unor hidrocarburi cu structuri moleculare complexe, pot interveni aceștia.

În luna octombrie, cele mai ridicate valori sunt obținute în variantele nepoluate și în cele cu 0,25% țigeti (din care, practic, țigetiul a fost îndepărtat), în cele poluate cu concentrații peste 3% populațiile de microfungi fiind din ce în ce mai reduse (fig. 9).

#### **Gradul de încărcare cu reziduuri petroliere**

Începând cu prima determinare, din luna iunie, s-au putut observa diferențe semnificative între concentrația de reziduuri petroliere din sol

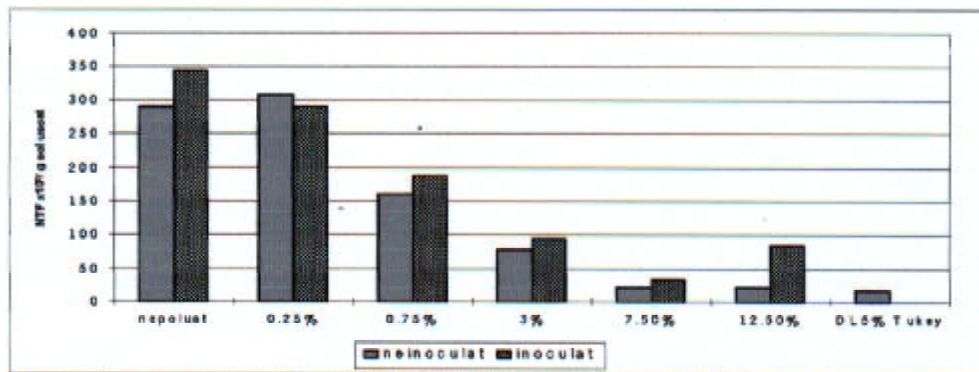


Fig nr. 9 Variația - casa de vegetație ICPA- recoltarea V

în variantele inoculate comparativ cu cele neinoculate. Cea mai importantă diferență s-a înregistrat în variantele poluate cu 7,5% țiței (fig.10)

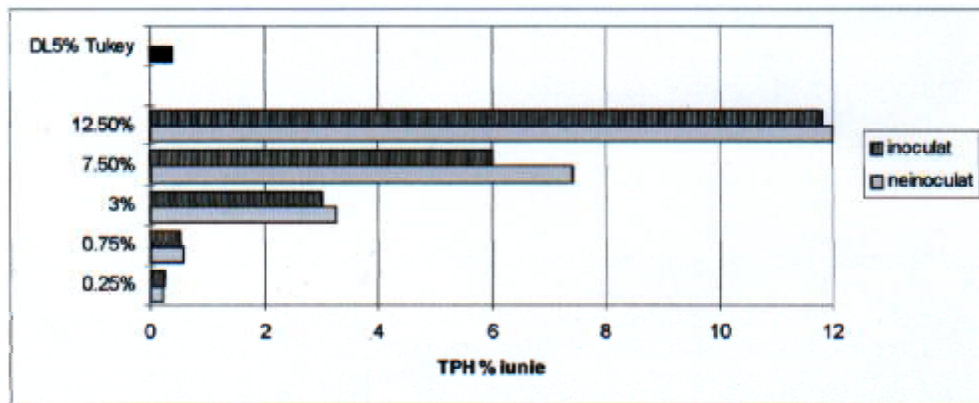


Fig 10. Gradul de încărcare cu reziduuri petroliere – casa de vegetație ICPA – recoltarea I

În luna august (recoltarea a II-a) a avut loc o reducere a concentrațiilor de țiței în toate variantele poluate, de asemenea, cu o rată superioară în cele inoculate.

Cele mai importante scăderi ale concentrației de reziduuri petroliere s-a înregistrat în variantele poluate cu 7,5% și 3% inoculate.

În luna septembrie (recoltarea a III-a) continuă scăderea accentuată a concentrației de reziduuri petroliere în varianta poluată cu 12,5% țiței inoculată și în cea cu 7,5% țiței, de asemenea, inoculată (fig 11).

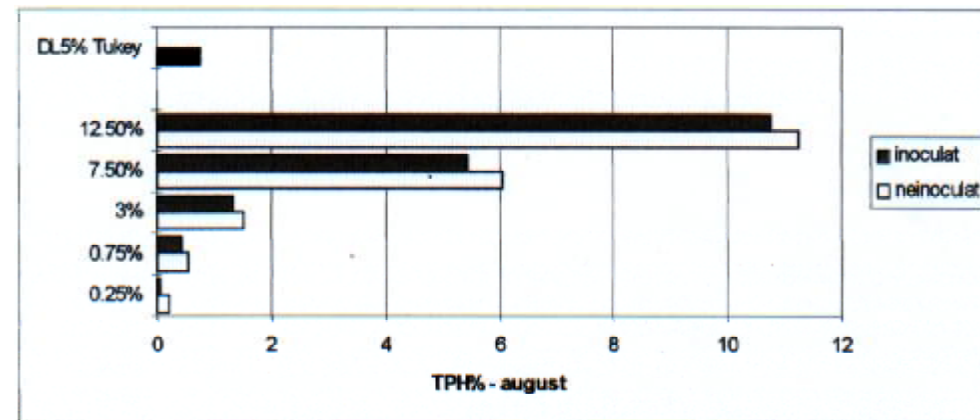


Fig 12. Gradul de încărcare cu reziduuri petroliere – casa de vegetație ICPA – recoltarea II

În luna octombrie, în solul poluat inițial cu 0,25% țiței, în varianta inoculată, solul este practic decontaminat, determinându-se numai 0,002% reziduuri petroliere, comparativ cu cea neinoculată, în care în acest moment, s-au determinat, încă, 0,010% reziduuri petroliere (fig 13.).

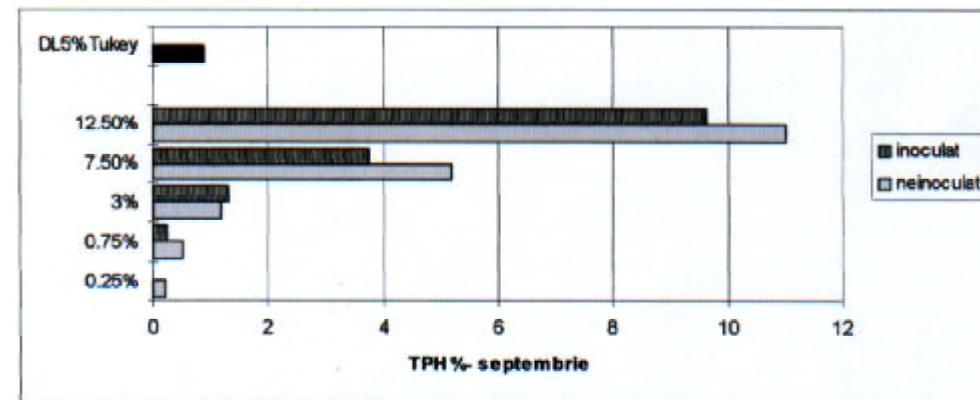


Fig 13. Gradul de încărcare cu reziduuri petroliere – casa de vegetație ICPA –recoltarea III

Ca și în etapele anterioare, la sfârșitul perioadei de experimentare, randamentul decontaminării solului a fost semnificativ mai mare în variantele inoculate, la toate concentrațiile de țiței aplicate inițial (fig. 14).

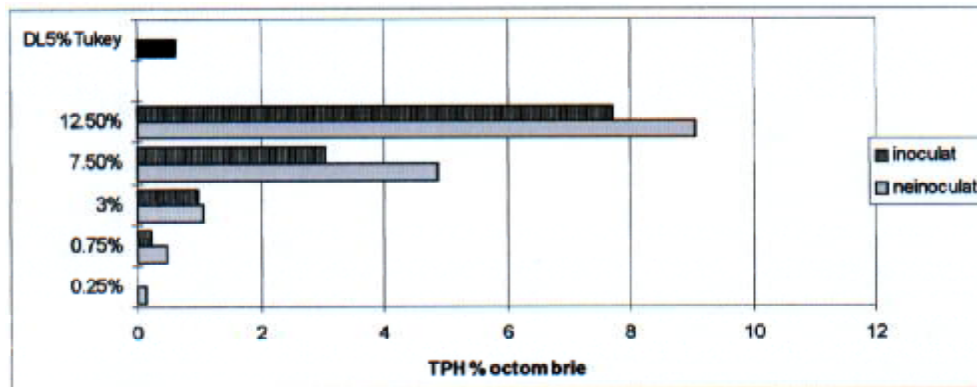


Fig 14. Gradel de încărcare cu reziduuri petroliere – casa de vegetație ICPA – recoltarea IV

### Concluzii

- Coroborând toate rezultatele obținute putem afirma că în cazul acestei experiențe, dispariția poluantului din sol, respectiv țițeiului, este în principal rezultatul biodegradării de către microorganismele specifice selecționate cu care s-a îmbogățit solul prin inoculare.
- Alegerea consorțiului de izolate bacteriene a fost judicioasă, fiind exprimată, prin randamentul ridicat al decontaminării solului poluat în care a fost introdus, ca verigă principală a tehnologiei de bioremediere testată.

### Bibliografie

1. Alexander M., *Biodegradation and Bioremediation*, Academic Press, San Diego New York Boston London Tokyo Toronto, 1994.
2. Atlas R.M. and D. Pramer, *"Focus on bioremediation"*. ASM News, **56**: 7, 1990.
3. Atlas R.M., *Microbial degradation of hydrocarbons: An environmental perspective*. Microbial Rev., **45**, 180-209, 1981.
4. Atlas, R.M., - *"Petroleum Microbiology"*, Macmillan Publishing Company, New York, 1984.
5. Bedard, D.L., Haberl, M.L., May, R.J., Brennan, M. J., - *Evidence for novel mechanisms of polychlorinated biphenyl metabolism in *Alcaligenes eutrophus* H850*. Applied Environmental Microbiology **53**, 1103-1112, 1987.
6. Bergey's *Manual of Sistematic Bacteriology*, vol. 2, Williams and Wilkins, Baltimore, USA, 1986

7. Bluestone M., *Microbes to the rescue*. Chemichal Week, **139**: 567-572, 1986
8. Bossert I. And Bartha R., *The fate of petroleum in soil ecosystems*. Petroleum Microbiology, Ed. Ronald M. Atlas, New York chap. 10, 436-473, 1984.
9. Bossert I. and R. Bartha. *Plant Growth in Soils wits a History of oily sludge disposal*. Soil Science. **140**: 75-77, 1985.
10. Bouwer, E.J., Rittmann B.E., McCarty, P.L., - *Anaerobic degradation of halogenated 1 carbon and 2 carbon organic compounds*. Environmental Science and Technology **15**, 596-599, 1981.
11. Clark, F., - *Agar plate method for total microbial count. Method for Soil Analysis*, vol. 2. American Society for Agronomy, Madison, WL, pp.1460- 1465, 1965.
12. Dalyan U., Harder H. and Hopner Th., *Hydrocarbon biodegradation in sediments and soils. A systematic examination of physical and chemichal conditions - Part II. pH values*. Erdol & Kohle, Erdgas, Petrochemie, **43**, 435- 342, 1990.
13. Dineen D., J.P. Slater, P. Hicks, J. Holland, L.D. Clendening, *"In Situ Biological Remediation of Petroleum Hydrocarbons in Unsaturated Soils"*, Petroleum Contaminated Soils. The Proceedings of a Conference of Hydrocarbon Contaminated Soils. Massachusetts, USA, vol. 3, 177-187, 1989.
14. Harder H., Kurzel-Seidel B and Hopner Th, *Hydrocarbon biodegradation in sediments and soils. A systematic examination of physical and chemichal conditions - Part IV. Special aspects of nutrient demand*. Erdol & Kohle, Erdgas, Petrochemie, **44**, pp. 59-62, 1991.
15. Henis Y., *Bioremediation in agriculture: dream or realiy?*. In: Modern Agriculture and the Environment, by D. Rosen et al., Kluwer Academic Publishers, pp. 481-489, 1997.
16. Prichard, P.H., - *Use of inoculation in bioremediation*. Current Opinion in Biotechnology, **3**, 232-243, 1992.
17. Quensen, J.F., Tiedje, J.M., Boyd, S.A., - *Reductive dechlorination of polychlorinated biphenyls by anaerobic microorganisms from sediments*. Science **242**, 752-754, 1988.
18. Stucki G., and Alexander M., *Bioremediation of Oil-Polluted Soils*, Appl. Environ. Microbiol., **53**, 292-297, 1987.
19. Vogel, T.M., McCarty, P.L., - *Biotransformation of tetrachloroethylene, dichloroethylene, vinyl chloride, and carbon dioxide under methanogenic conditions*. Applied and Environmental Microbiology **49**, 1080-1083, 1985.
20. Wurdemann S, Harder H. and Hopner Th, *Hydrocarbon biodegradation in sediments and soils. A systematic examination of physical and chemichal conditions - Part I. Grain size, surface area and soil type*. Erdol & Kohle, Erdgas, Petrochemie, **44**, pp. 217-224, 1990.
21. Zitrides T.G., *Bioremediation comes of age*. Pollution Engineering, **12**: 59-60, 1990.



# ROLUL FERTILIZĂRII CU ÎNGRĂȘĂMINTE ORGANOMINERALE PE SUPORT DE LIGNIT ÎN AGRICULTURA DURABILĂ

Dorneanu A.<sup>1)</sup>, Dorneanu Emilia<sup>1)</sup>, Preda C<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>*Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, București*

## Summary

The organomineral fertilizers, which were studied, are complex fertilizers obtained by activation of ground lignite with phosphoric acid and then the product is ammonized with ammonium and granulated with ureaformaldehyde as well as organomineral fertilizers under form of mixtures. These fertilizers contain compounds with nitrogen and phosphorus included in an organomineral matrix that slows down and prolongs the periods of hydrolysis, ammonification and nitrification as well as the conversion of soluble phosphates into insoluble phosphates. Because of their long persistence in soil, the plants assimilate nitrogen in a higher percentage than from urea, and its leaching in soil is more slow and much reduced.

The utilization of these fertilizer categories presents interest for sandy soils, eroded soils, humus poor luvisols as well as irrigated soils with light texture having the capacity to ensure a humic amelioration of their.

**Key words:** organomineral fertilizers, leaching, humic amelioration

## 1. Introducere

Îngrășămintele organominerale, având în compoziția lor polimeri organici naturali sau/și sintetici asociați cu diferite săruri minerale care pe lângă furnizarea elementelor deficitare în nutriția plantelor au și calități de ameliorare a unor însușiri ale solului, sunt produse relativ noi.

Ele au fost create ca urmare a necesității ameliorării nisipurilor și solurilor nisipoase, solurilor luvice, solurilor erodate și a altor soluri cu conținut redus de humus în condițiile dezvoltării intensive ale agriculturii.

În cercetările efectuate în țara noastră, care au început din anul

1970 (Dorneanu și col., 1971, Rogoz și col., 1972), s-au conceput îngrășăminte organominerale pe suport de lignit (cărbune brun).

Programul interdisciplinar de cercetări pentru producerea îngrășămintelor organo-minerale pe suport de lignit desfășurat în timp, a fost susținut de Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie București, Centrala Industrială de Îngrășăminte Chimice Craiova, Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Cultura Plantelor pe Nisipuri Dăbuleni – Dolj și Societatea Națională a Lignitului Oltenia – Tg. Jiu care împreună cu ICPA București au reușit să realizeze în cadrul unui proiect RELANSIN (nr. 1183/2001 – 2003) o instalație pilot de producere a îngrășămintelor organominerale pe suport de lignit cu o capacitate de peste 8000 tone anual. Odată cu punerea în funcțiune a acestei instalații, reprezentând un modul industrial, s-a creat o bază reală de extindere a fertilizării cu îngrășăminte organominerale pe suport de lignit în România.

În cadrul cercetărilor desfășurate s-au realizat două categorii de îngrășăminte organominerale în funcție de tehnologia de producere:

- îngrășăminte organominerale pe suport de lignit activat cu acid fosforic și granulate cu rășini ureoaldehydice.
- îngrășăminte organominerale sub formă de mixturi cu azot amidic sau/și fosfați de amoniu.

## 2. Însușirile fizico-chimice ale îngrășămintelor organominerale

### 2.1 Îngrășăminte organominerale pe suport de lignit activat cu acid fosforic și granulate cu rășini ureoaldehydice

Această categorie o reprezintă tipuri de îngrășăminte L-120 și L-110 care sunt îngrășăminte complexe binare cu azot și fosfor, omologate în 1973, fiind înscrise în catalogul de îngrășăminte al industriei noastre chimice. Se obțin prin activarea lignitului măcinat în stare de pulbere cu acid fosforic, urmată de amonizarea și, respectiv granulara cu ureoformaldehydă (Dorneanu și col., 1971, Rogoz și col., 1972).

Îngrășămintele organominerale obținute prin procedeul menționat conțin azotul sub mai multe forme: legat ionic, sub forma humatului de amoniu, fosfați de amoniu rezultați din reacția amoniului cu acidul fosforic folosit în exces la activarea cărbunelui și sub formă de compuși ureoaldehydici. Fosforul se află sub forma fosfaților de amoniu menționați, fosfați de calciu rezultați în timpul activării cărbunelui, ambele forme cristalizate dispersat în melanjul de cărbune și polimeri ureoformaldehydici, precum și sub formă de fosfohumati (Dorneanu și col., 1989).

În Tabelul 1 se prezintă principalele caracteristici ale îngrășămintelor L-120 și L-110. De remarcat este faptul că, în îngrășământul L-120 conținutul de fosfor solubil în apă este 62,8% și cel solubil în citrat de amoniu 88,4 %, iar în îngrășământul L-110 conținutul de fosfor solubil în apă reprezintă 42,2% și cel solubil în citrat de amoniu 87,0 %. Conținutul mai mic de fosfor în apă și în citrat de amoniu din îngrășământul L-110 față de L-120 se explică prin înglobarea unei cantități mai mari de fosfor în structura moleculară a acizilor humici încorporați în îngrășământ (17,0% față de 11,5%).

Tabelul 1

Principalele caracteristici ale îngrășămintelor organominerale L-120 și L-110

Nr. crt.	Tipul de îngrășământ	pH în apă	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		C <sub>org</sub> %	Acizi humici %	T me/100 g îngrășământ
				Total	Solubil în apă Citrat de amoniu			
1	L-120	7,21	11,28	21,5	13,5 19,0	19,0	11,5	112,6
2	L-110	7,00	9,13	11,6	4,9 10,1	23,8	17,0	102,3
3	Lignit	6,04	0,72	0,07	- -	35,9	20,2	61,7

În figura 1 sunt prezentate spectrele în infraroșu ale acizilor humici separați din îngrășămintele organominerale L-120, L-110 și lignit. Din compararea acestor spectre rezultă ca benzile 1620 – 1630 cm<sup>-1</sup>, specifice acizilor huminici, determinate de vibrațiile de întindere a dublei legături C=C din compușii aromatici, atestă că moleculele humice nu sunt degradate în timpul activării. La îngrășămintele organominerale apar, spre deosebire de lignit, și benzi noi, specifice legăturilor P=O+NH<sub>3</sub> și grupelor PO<sub>4</sub>. Acestea atestă reacții între moleculele de acizi humici cu formare de humofosfați, respectiv humofosfați de amoniu (Dorneanu și Crăciun, 1989).

În figura 2 se prezintă densitatea optică a soluțiilor de humat de sodiu separați din îngrășămintele organominerale L-120, L-110 și lignit. Se constată o diferențiere a coeficientului de absorbție a luminii la diferite lungimi de undă, îndeosebi, în zona albastră a spectrului. Coeficienții mai mari de extincție la îngrășământul L-110 și lignit, arată un conținut mai ridicat de carbon organic, dar și un grad de polimerizare mai mare decât la îngrășământul L-120.

Fig. 1 Spectrele în infraroșu (IR) ale acizilor huminici separați din îngrășămintele organominerale și lignit

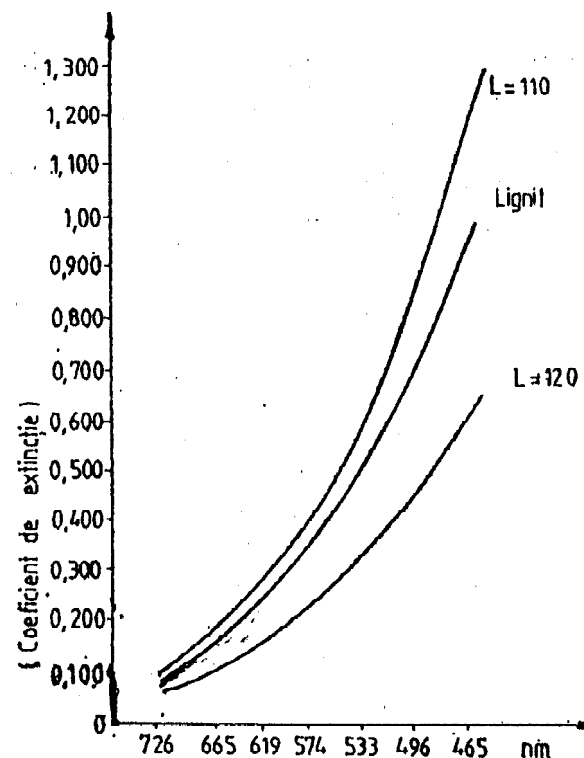
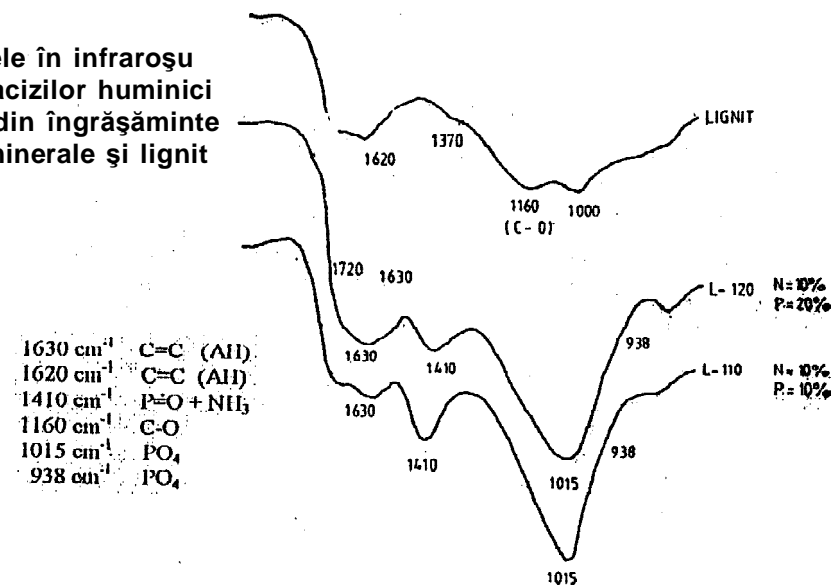


Fig. 2 Densitatea optică a soluțiilor de humat de sodiu separate din îngrășămintele organominerale și lignit

Din datele obținute, în analizele menționate, privind calitatea substanțelor humice din îngrășămintele organominerale, rezultă că are loc mărirea capacității de schimb cationic de 2 – 3 ori față de lignit și reacții parțiale ale moleculelor humice cu acidul fosforic, formând humofosfați. Activarea nu produce degradarea acizilor humici și nici depolimerizarea lor la fabricarea îngrășământului L-110. La îngrășământul L-120 s-a înregistrat o slabă depolimerizare, care nu a modificat însușirile calitative. Pe baza comparației diferențelor coeficienților de extincție a humaților, din cele două îngrășăminte, se deduce necesitatea studierii unui raport optim între cărbune: acid fosforic la activare, pentru prevenirea oricărei depolimerizări. Însușirile acizilor humici identificați atestă fixarea ionului de amoniu în timpul amonizării, parțial sub formă de humați de amoniu, parțial sub formă de humofosfați de amoniu și parțial sub formă de amoniu, respectiv fosfați de calciu.

În Tabelul 2 sunt înscrise datele privind gradul de levigare a azotului din îngrășămintele organominerale L-120 și L-110 comparativ cu cel din uree în coloane de nisip la o percolare cu un volum de 700 mm apă demineralizată.

Din determinările efectuate după metoda elaborată de Dorneanu și Popa, 1974, care simulează procesul de percolare în câmp provocat de irigațiile sau cantitățile mari de apă provenite din precipitații, rezultă că în condițiile în care azotul din uree a fost levigat în proporție de 47,4 %, la adâncimea de 500 mm și 35,16% la adâncimea de 1500 mm, cel din îngrășămintele organominerale a fost levigat numai în proporție de 7,26 – 11,7% și respectiv 1,03 – 1,43%.

Eliberarea lentă a azotului, soldată cu reducerea levigării, are o importanță deosebită în valorificarea cu eficiență ridicată a acestui element și prevenirea poluării nitrice a apei freactice în zonele cu nisipuri și alte soluri cu permeabilitate mare, îndeosebi, irigate.

## 2.2 Îngrășămintele organominerale pe suport de lignit sub formă de mixturi cu azot amidic sau/și fosfați de amoniu

În această categorie se includ îngrășămintele organominerale cu azot L-200 și L-300, respectiv îngrășămintele organominerale binare cu azot și fosfor SH-210 și SH-120 omologate în anul 1977. Îngrășămintele cu azot L-200 și L-300 reprezintă mixturi tehnologice de lignit bogat în acizi humici cu azot amidic, iar îngrășămintele complexe SH-210 și SH-120 reprezintă mixturi tehnologice de lignit (bogată în acizi humici) cu

**Tabelul 2**  
**Gradul de levigare a azotului din îngrășămintele organominerale L-120 și L-110 comparativ cu urea, determinat în coloane de nisip la o percolare cu 700 mm apă\***

Nr. crt.	Tipul de îngrășământ	Nivelul de levigare pe coloană (înălțimea coloanei, mm)**	Cantitatea de azot levigată din 200 mg/kg de sol așezat în partea superioară a coloanei, la 20 umectări cu 35 mm fiecare, la intervale de 7 zile***	
			mg	%
1	Urea	I (500 mm)	94,85	47,40
		II (1000 mm)	82,95	41,42
		III (1500 mm)	70,33	35,16
2	L-120	I (500 mm)	23,40	11,70
		II (1000 mm)	10,86	5,43
		III (1500 mm)	2,06	1,03
3	L-110	I (500 mm)	14,54	7,26
		II (1000 mm)	6,78	3,39
		III (1500 mm)	2,83	1,43

\* După metoda elaborată de Dorneanu și Popa în anul 1974-Lucrări Științifice SCCCPN-Dăbuleni, vol. III

\*\* Nivelul de levigare și dimensiunile coloanelor:

- I.  $\hat{I}$  = 500 mm și D = 190 mm
- II.  $\hat{I}$  = 1000 mm și D = 190 mm
- III.  $\hat{I}$  = 1500 mm și D = 190 mm

Grosime stratului de nisip fertilizat cu 200 mg N/kg sol așezat la partea superioară a coloanei = 200 mm  
Umectări a câte 100 ml apă demineralizată (35 mm) = 20, la intervale de 7 zile  
Nr. de repetiții = 3

\*\*\* Dozarea azotului în soluția colectată după fiecare umectare, după Kjeldahl.

**Tabelul 3**  
**Compozițiile și însușirile îngrășămintelor organominerale pe suport de lignit sub formă de mixturi cu substanțe minerale**

Nr. crt.	Specificare	UM	Tipurile de îngrășăminte organo-minerale			
			L-200	L-300	SH-210	SH - 120
<b>1. Compoziție</b>						
1.1	Masă cărbunoasă (lignit)	%	47,0	35,0	40,2	54,3
1.2	Acuzi humici	%	16,0	10,0	17,0	18,8
1.3	Azot (Nr)	%	22,0	28,0	20,55	9,15
1.4	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	-	-	9,75	16,50
1.5	H <sub>2</sub> O	%	5,0	5,0	5,0	5,0
<b>2. Însușiri</b>						
2.1	Capacitate de schimb cationic (CEC)	me/100 g	48,0	35,77	45,7	55,7
2.2	pH în suspensie apoasă 1:2,5	-	4,50	4,77	6,30	6,60
2.3	Densitate aparentă	g/cm <sup>3</sup>	0,738	0,707	0,720	0,813
2.4	Granulație 1 – 5 mm	%	82,0	86,0	79,3	88,6

**Tabelul 4**  
**Gradul de levigare a azotului din îngrășămintele organominerale determinat în coloane cu nisip<sup>\*)</sup> sub cultura de raigras (*Lolium multiflorum Lam*).**

Nr. crt.	Tipuri de îngrășăminte	N exportat cu recolta de raigras		N ramas in sol mg	Total N levigat	
		mg	%		mg/420 mm apa percolata	%
1	Uree	832	100,0	1168	1157	100,0
2	L - 200	985	118,3	1015	838	72,4
3	L - 300	1062	127,6	938	819	70,9
4	SH - 210	1240	149,0	760	731	63,3
5	SH - 120	1122	134,8	878	864	75,5

\*) cantitatea de azot aplicata 2 g N in 5 kg sol asezat in capul coloanei  
 \*) 10 umectari a cate 42 mm apa la intervale de o saptamâna

DAP sau MAP. Compozițiile și însușirile fizico-chimice a acestor îngrășăminte se prezintă în Tabelul 3.

Gradul de levigare a azotului (Tabelul 4) din îngrășămintele organominerale, sub forma de mixturi, determinat după aceeași metodă enunțată anterior este, de asemenea, mai mic decât din uree (Dorneanu și col, 2002).

### 3. Unele rezultate obținute în testare agrochimică a îngrășămintelor organominerale

Testarea eficacității îngrășămintelor organominerale asupra producției plantelor s-a făcut în mai multe experiențe, un număr însemnat de ani, la porumb cultivat pe sol nisipos (psamosol), irigat la Stațiunea de Cercetare – Dezvoltare pentru Cultura Plantelor pe Nisipuri de la Dăbuleni, județul Dolj.

În Tabelul 5 se prezintă sporurile medii de producție obținute într-o experiență cu durată de 4 ani (1983 – 1986) în care s-au aplicat cantități echivalente de substanța activă, comparativ cu ureea, superfosfatul concentrat și sarea potasică. În toate variantele cu îngrășămintele organominerale (V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>, V<sub>5</sub>) s-au obținut sporuri semnificativ mai mari (8,7 – 13,1%) față de varianta de referință (V<sub>2</sub> M<sub>2</sub>) cu îngrășăminte minerale. Explicația constă în efectele complexe ale îngrășămintelor organominerale (ameliorare humică a solului, reducerea levigării azotului și condiții de nutriție mai bună a plantelor).

În Tabelul 6 se prezintă rezultatele testării la porumb HF – 420 cu îngrășămintele organominerale L – 200, L – 300, SH – 120, SH – 210 în două experiențe cu durata de 7 și 4 ani la aceeași unitate. Și în aceste experiențe, în variantele cu îngrășăminte organominerale, s-au obținut sporuri semnificative mai mari cu 15,5 – 18,0% față de varianta de referință.

În Tabelul 7 se prezintă rezultatele privind influența îngrășământului organomineral L-200 asupra indicilor agrochimici ai solului, determinați într-o experiență cu durata de 17 ani, în care îngrășământul L-200 s-a aplicat în diferite doze comparativ cu urea în monocultura de porumb irigat pe psamosol de la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Cultura Plantelor pe Nisipuri la Dăbuleni, jud Dolj.

Din datele obținute rezultă că, în timp, sub acțiunea îngrășământului L-200 aplicat repetat, a avut loc o acumulare de humus și azot total.



Tabelul 5

Sporuri de producție obținute cu îngrășămintele organominerale pe suport de lignit, aplicate la PORUMB, HS-330, cultivat pe psamosol la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Cultura Plantelor pe Nisipuri, Dăbuleni, jud Dolj  
*Norma de fertilizare N- 200, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 100, K<sub>2</sub>O – 100 kg/ha*

Nr. var.	Tipuri de îngrășăminte	Producția medie de boabe pe 4 ani (1983 – 1986) kg/ha	Sporul		kg/kg s.a.
			kg/ha	% față de	
			M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	
1	Nefertilizat (M <sub>1</sub> )	3170	-	100,0	-
2	Uree, superfosfat concentrat, sare potasică, (M <sub>2</sub> )	7860	4690	216,4	11,7
3	L – 210 (20-10-0), sare potasică, uree	8550	5380	270,0	13,6
4	L – 120 (10-20-0), sare potasică, uree	8670	5500	273,4	13,7
5	L – 110 (10-10-0), sare potasică, uree	8890	5720	280,4	14,3

DL 5% 420  
 1% 580  
 0,1% 810

Tabelul 6

Sporurile de producție obținute cu îngrășămintele organominerale pe suport de lignit, sub formă de mixturi cu azot amidic și DAP, aplicate la porumb HF – 420, cultivat pe sol nisipos (psamosol), la Stațiunea de Cercetare și Dezvoltare pentru Cultura Plantelor pe Nisipuri Dăbuleni, Dolj  
*Norma de fertilizare N – 200, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 100, K<sub>2</sub>O – 100 kg/ha*

Nr. var.	Tipuri de îngrășăminte	Producția de boabe medie pe 4 ani (1983 – 1986) kg/ha	Sporul		kg/kg s.a.
			kg/ha	% față de	
			M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	
7 ani (1995 - 2001)					
1	Nefertilizat (M <sub>1</sub> )	2856	-	100,0	-
2	Uree, superfosfat, sare potasică, (M <sub>2</sub> )	5108	2250	178,7	5,62
3	L – 200, superfosfat, sare potasică	6029	3171	210,9	7,92
4	L – 300, superfosfat, sare potasică	5922	3064	207,2	7,66
DL 5% 740					
1% 1050					
0,1% 1400					
4 ani (1996 - 1999)					
5	Nefertilizat (M <sub>1</sub> )	2890	-	100,0	-
6	Uree, superfosfat, sare potasică, (M <sub>2</sub> )	5128	2238	177,4	5,60
7	SH – 210, sare potasică	5853	2963	202,5	7,40
8	SH – 120, uree, sare potasică	5822	2932	201,4	7,33

DL 5% 608  
 1% 850  
 0,1% 1650

**Tablelul 7. Acumularea N total și humusului în solul nisipos (Dăbuleni) cultivat cu porumb irigat la care s-a aplicat îngrășământul L-200 comparativ cu urea o perioadă de 17 ani.**

Norma de fertilizare : N-300, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-100, K<sub>2</sub>O-100 kg/ha

Nr var	Tratament N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O kg /ha	Adâncime cm	N total %		Humus %	
			1983	1999	1983	1999
1	Nefertilizat	0-30	0.042	0.055	0.30	0.44
		30-50	0.027	0.038	0.29	0.41
		50-70	0.020	0.022	0.17	0.23
2	L-200	0-30	0.044	0.070	0.99	1.28
		30-50	0.021	0.037	0.33	0.92
		50-70	0.016	0.025	0.17	0.37
3	Uree	0-30	0.044	0.056	0.69	0.71
		30-50	0.028	0.033	0.43	1.47
		50-70	0.028	0.034	0.25	0.39

Având în vedere că suprafețele de soluri cu rezerve mici și foarte mici de humus reprezintă peste 7,4 milioane ha (Dumitru, 2003), îngrășămintele organominerale pot avea un rol important în dezvoltarea unei agriculturi durabile.

#### 4. Concluzii

1. Îngrășămintele organominerale au o serie de însușiri calitative specifice care le conferă calități fertilizante superioare față de îngrășămintele minerale. Conțin cantități însemnate de substanțe humice care datorită persistenței îndelungate în sol contribuie, prin fertilizare repetată, în timp, la ameliorarea semnificativă a conținutului de humus în sol și a tuturor însușirilor condiționate de prezența humusului.

2. În cadrul măsurilor de dezvoltare a agriculturii durabile este necesar să se acționeze pentru dezvoltarea industrială a producției de îngrășămintele organominerale și extinderea fertilizării de bază cu aceste îngrășămintele pe toate solurile cu conținut redus de humus.

3. De asemenea se impune desfășurarea unei largi activități de popularizare și instruire pentru folosirea îngrășămintelor organominerale pornind de la condițiile favorabile datorită tehnologiilor de producere, deja realizate, prin instalația recent pusă în funcțiune și rezervele mari de lignit existente în țara noastră.

#### 5. Bibliografie

- Blum I. L., 1938 . Cărbunii fosili ca îngrășămintele agricole. Institutul Român de Energie București.
- Dorneanu A., Popa O., Rogoz J., 1971. Perspective ale introducerii în prac-

tica agricolă a îngrășămintelor complexe organo-minerale. Lucrările Conferinței Naționale de Agrochimie, Craiova. Ed. ICECHIM, CDICP, 101 – 116.

- Dorneanu A., 1973. Îngrășămintele chimice organo-minerale. Academia de Științe Agricole și Silvicult. CIDAS.
- Dorneanu A., Dorneanu Emilia, 1984. Concepții moderne în fertilizarea organică a solului. Ed. Ceres, 197 – 216.
- Dorneanu A., Dorneanu Emilia, 1976. Îngrășămintele chimice sub formă de polimeri și îngrășămintele organominerale. În dirijarea fertilității solului. Ed. Ceres, 421 – 442.
- Dorneanu A., Popa A., Dorneanu Emilia și col., 1987. Organomineral Fertilizers With Lignite and Urea-Aldehyde Resins, important means for fertilization of irrigated crops on sands. Buletin of the Academy of Agricultural and Forestry Sciences, nr. 16, p 59 – 66.
- Dorneanu A., Dorneanu Emilia, Alexandrescu Ariadna, Bogdănescu Victoria, Crăciun C, și col., 1989. Analele ICPA. Vol. L, p 157 – 171.
- Dorneanu A., Dorneanu Emilia, Alexandrescu Ariadna, Ștefănescu Daniela, Borlan Z. și col., 1997. Eficacitatea complexă a îngrășămintelor organo-minerale cu azot în funcție de natura surselor cărbunoase. Publicațiile SNRSS. Vol. 29C, p 64 – 74.
- Dorneanu A., Preda C., Dorneanu Emilia, Dumitru M., Cioroianu Tr., 2002. Îngrășămintele organo-minerale pe suport de lignit, mijloc important de fertilizare echilibrată a culturilor pe solurile cu conținut redus de humus. Comunicările științifice ale Simpozionului Internațional "Reabilitarea terenurilor ocupate și afectate de activitatea de extracție a lignitului din bazinele miniere ale Olteniei". SNRSS – CNLO Tg. Jiu
- Dorneanu A., Borlan Z., Dorneanu Emilia, 1998. Perspectivele dezvoltării unor procedee de fertilizare cu efecte reduse de poluare chimică a solului prin folosirea îngrășămintelor cu azot încorporat în surse cărbunoase. Lucrările simpozionului de protecția mediului în agricultură (ASAS, SNRSS, ICPA). Ed. Helicon, Timișoara, Vol. I, p 479 – 489.
- Dorneanu Emilia, 1997. Cercetări privind efectul unor îngrășămintele produse industriale cu azot mineral și organic asupra plantelor și însușirile chimice ale psamosolurilor cultivate – Teză de doctorat ICPA, p 158 – 200.
- Dorneanu Emilia, Dorneanu A., 2001. Fertilization Efficiency With organo-mineral Fertilizers. 12<sup>th</sup> International World Fertilizer Congress Beijing, China, p 863 – 870. International Scientific Center of Fertilizers (CIEC) Braunschweig – Budapesta – Viena.
- Dorneanu Emilia, Dorneanu A., Preda C., 2003. Utilization of organomineral Fertilizers on lignite support, an important means to improve the Fertility of soils with reduced humus content. 14<sup>th</sup> International Sympo-

- sium of Fertilizers Debrecen, Hungary, p 406 – 413. International Scientific Center of Fertilizers (CIEC) Braunschweig – Budapesta – Viena
14. Dorneanu Emilia, Dorneanu A., Borlan Z., Preda C., Gavriluță I., 2004. Pelleted organomineral Fertilizers on lignite (Brown coal) support a modern way of Fertilization under conditions of Ecological Protection. International Symposium of the of the International Scientific Centre of Fertilizers (CIEC), CSIR International Convention Centre, Pretoria, South Africa.
  15. Dumitru M., 2003. Producția vegetală și folosirea îngrășămintelor în România. Simpozionul Internațional "Folosirea îngrășămintelor cu fosfor în România. Aspecte actuale și de perspectivă. Caracal. Ed. Agris, p 41-47.
  16. Ionescu D T, 1964. Schimbători de ioni. Ed. Tehnică, p 25 – 39.
  17. Preda C., Cioroianu Tr., Dorneanu A., Huidu E., Bican Gh. Sz., 2003. Îngrășăminte complexe NP organominerale pe bază de lignit. Simpozionul Internațional "Folosirea îngrășămintelor cu fosfor în România. Aspecte actuale și de perspectivă. Caracal. Ed. Agris, p 151-154.
  18. Rogoz J., Popa O., Dorneanu A., Preda C., Boari T., 1972. Brevet de invenție nr. 77638. Procedeu de obținere a unui îngrășământ organomineral cu azot și fosfor.
  19. Rogoz J., Popa O., Dorneanu A., Preda C., Boari T., 1972. Brevet de invenție nr. 77639. Procedeu de obținere a unui îngrășământ organomineral cu azot.

## EFECTUL COPOLIMERILOR MALEICI ASUPRA CAPACITĂȚII DE TAMPONARE A COMPONENTELOR HORTICOLE

Filipov F<sup>1</sup>., Tomita O<sup>1</sup>.,  
Chitanu Gabrielle Charlotte<sup>2</sup>, Popescu Irina<sup>2</sup>, Suflet Dana<sup>2</sup>.  
<sup>1</sup>Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară  
"Ion Ionescu de la Brad", Iași  
<sup>2</sup>Academia Română, Institutul de Chimie  
Macromoleculară "Petru Poni" Iași

## THE EFFECT OF THE MALEIC COPOLYMERS ON THE BUFFERING CAPACITY OF HORTICULTURAL SUBSTRATA COMPONENTS

### Summary

In this paper there are presented the first results regarding to the influence of the organic polymer of maleic anhydride on the buffering capacity of peat, old manure and mollic horizon of Cambic Chernozem and the calculating method of the surface area between two buffering capacity curves by co-ordinates. The buffering capacity of the old manure, treated with these polymers, increases in all experimental variants. The buffering capacity to alcalinisation values of peat slightly decreases. The organic polymer of maleic anhydride has favourable influence in the maintenance of the pH-values stability of horticultural substrata, preventing the drastic fluctuations that affect the plant growth.

**Key words:** Maleic copolymers, buffering capacity, horticultural substrata.

### INTRODUCERE

În substraturile horticole destinate cultivării plantelor ornamentale sau legumicole în recipienti, platforme, ghivece etc, trebuie să se

asigure drenajul intern pentru a evita manifestarea excesului de umiditate și a asigura primenirea aerului, aprovizionarea continuă cu elemente nutritive necesare și, nu în ultimul rând, menținerea mediului de reacție în intervalul optim al valorilor pH, mai ales pentru plante la care acest domeniu este mai restrâns.

La pregătirea substraturilor horticole sunt folosite în mod frecvent componente organice reprezentate de mranită, turbă, diferite composturi și componente minerale cum ar fi: nisipul, pământul de țelină (care conține și material organic). Raportul volumetric între partea minerală și partea organică variază între 1/1 până la 1/3, în funcție de componentele folosite și de cerințele speciilor de plante care urmează a fi cultivate. Componentii organici posedă atât grupe încărcate negativ, provenite de la grupările carboxilice, fenolice și alcoolice, cât și grupe încărcate pozitiv, provenite din grupări aminice.

Capacitatea de tamponare la acidifiere și la alcalinizare depinde atât de valoarea capacității de schimb cationic cât și de gradul de saturație în baze. Determinarea capacității de tamponare se realizează prin măsurarea modificării valorilor pH în urma adăugării unor cantități crescânde de acid clorhidric (0,1 N) sau de hidroxid de sodiu (0,1 N) la probe egale din componentele analizate. Explicarea capacității de tamponare se poate realiza prin reprezentarea grafică atât a valorilor pH obținute în urma tratării componentelor cu soluție de acid clorhidric și respectiv hidroxid de sodiu, cât și a valorilor pH obținute prin aplicarea aceluiași tratament la nisip cuarțos sau la apă distilată, pentru obținerea curbei etalon. Abaterea, pe grafic, a valorilor pH ale componentului analizat față de cele din curba etalon constituie o suprafață, (cuprinsă între cele două curbe) ce poate fi măsurată sau estimată prin calcul și se determină cu formulele:

$$S = \sum x_i(y_{i-1} - y_{i+1})/2$$

sau

$$S = \sum y_i(x_{i-1} - x_{i+1})/2$$

Măsurarea acestei suprafețe se poate realiza prin planimetrare, cu precizia oferită de acest instrument, sau prin calculul ariei folosind coordonatele punctelor obținute la reprezentarea grafică. Această metodă este folosită în mod curent la calculul de precizie al suprafețelor topografice și prezintă avantajul posibilității utilizării programelor pe calculator.

În lucrarea de față se prezintă rezultatele obținute la determinarea capacității de tamponare relative a componentelor substraturilor horticole tratate cu soluții de polimeri maleici în concentrații de 0,1; 0,5 și 1%, estimată prin mărimea suprafeței dintre curbele de tamponare folosind metoda de calcul din coordonate.

### MATERIAL ȘI METODĂ

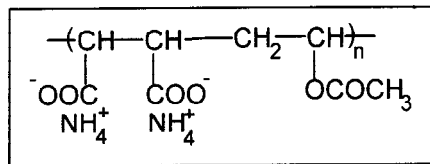
Componentele substraturilor nutritive la care s-a determinat curbele de tamponare sunt reprezentate de mranită, turbă oligotrofă și materialul de sol prelevat din orizontul A molic al cernoziomului cambic cu textură luto-argiloasă. Componentele folosite în aceste experimente s-au așezat în vase din material plastic prevăzute cu orificii la bază, pentru a permite evacuarea excesului de apă sau de soluție după efectuarea tratamentului. Ulterior cele trei componente au fost umezite în exces cu apă distilată (variante martor- $V_1$ ) și respectiv cu soluție de polimer în concentrație de 0,1 ( $V_2$ ); 0,5 ( $V_3$ ) și 1% ( $V_4$ ). După două ore de la efectuarea tratamentului și evacuarea excesului de apă gravitațională, fiecare vas a fost așezat într-un recipient în vederea colectării, în timp, a eventualului surplus de apă sau de soluție. Pentru determinarea cantității de apă evaporată de la tratarea componentelor și până la prelevarea probelor pentru analiză s-a determinat masa recipientului și a vasului (cu turbă, mranită și solul din orizontul A molic), atât după două ore de la efectuarea tratamentului, cât și înaintea prelevării probelor pentru analiză.

Întrucât după 48 de ore de la efectuarea tratamentului s-a evidențiat evaporarea unei anumite cantități de apă (circa 6 g/vas în 24 de ore), pentru analize s-au prelevat probe numai din treimea mijlocie a vasului pentru fiecare component, evitându-se treimea inferioară, deoarece în această zonă se înregistrează un surplus de apă. Din fiecare vas s-au prelevat câte 10 g de component și s-au pregătit suspensiile apoase pentru efectuarea analizelor la un raport de 1/5 (material umezit/apă, în g/ml). Capacitatea de tamponare la acidifiere și la alcalinizare s-a determinat după metoda prezentată de Rowell, 1996, timpul de echilibrare fiind de 15 minute. În timpul determinării suspensia apoasă a componentului analizat a fost agitată continuu. Determinările au fost efectuate cu un titrator automat universal Titrino 716 DMS prevăzut cu o unitate de dozare, o celulă cu manta termostată și un electrod combinat de sticlă cu senzor de temperatură. Datele obținute au fost înregistrate și printate automat. Precizia de măsurare a aparatului este

de 0,001 unități pH.

Polimerul folosit pentru tratarea componentelor a fost un copolimer acid maleic-acetat de vinil (AM-AV), sub formă de sare de amoniu, a cărui preparare și caracterizare au fost descrise anterior (Carpov 1979, Chițanu 1993). Polimerul posedă grupe carboxilice care se pot disocia formând grupe încărcate negativ, care conferă caracter de polielectrolit, așa cum se vede în schema 1.

Schema 1. Structura chimică a copolimerului AM-AV



REZULTATE ȘI DISCUȚII

Descrierea procedului de calcul al ariei suprafețelor dintre două curbe de tamponare.

Datele analitice obținute în urma determinării capacitații de tamponare la acidifiere sau alcalinizare prin titrare potențiometrică cu soluție de acid clorhidric 0,1 N și respectiv hidroxid de sodiu 0,1 N se reprezintă grafic separat pentru fiecare variantă în parte. Pe același grafic se reprezintă valorile obținute la titrarea probei de nisip cuarțos sau a apei distilate considerate etalon. Prin unirea punctelor reprezentate grafic se obțin în curbe etalon pentru acidifiere și respectiv pentru alcalinizare, care rămân nemodificate (de referință) în toate-variantele studiate. Suprafața grafică cuprinsă între cele două curbe (etalon și componentul studiat) poate fi considerată ca o măsură convențională (relativă) a capacitații de tamponare, exprimată în cm<sup>2</sup>, pentru fiecare variantă studiată. Cu cât suprafața de pe grafic are valori mai mari, cu atât și capacitatea de tamponare a componentului substratului horticol sau a variantei studiate este mai mare. Prin compararea variantelor între ele se poate evidenția în care dintre acestea se modifică mediul de reacție de la intervalul optim al valorilor pH.

Menționăm că la reprezentarea grafică s-a considerat că pe axa "OX" un mililitru de HCl 0,1 N sau NaOH 0,1 N corespunde la o lungime de 1 cm, iar pe axa "OY" fiecărei unități de pH îi corespunde de asemenea 1 cm. După reprezentarea grafică a punctelor celor două curbe se numerotează punctele respective în sensul mișcării acelor de

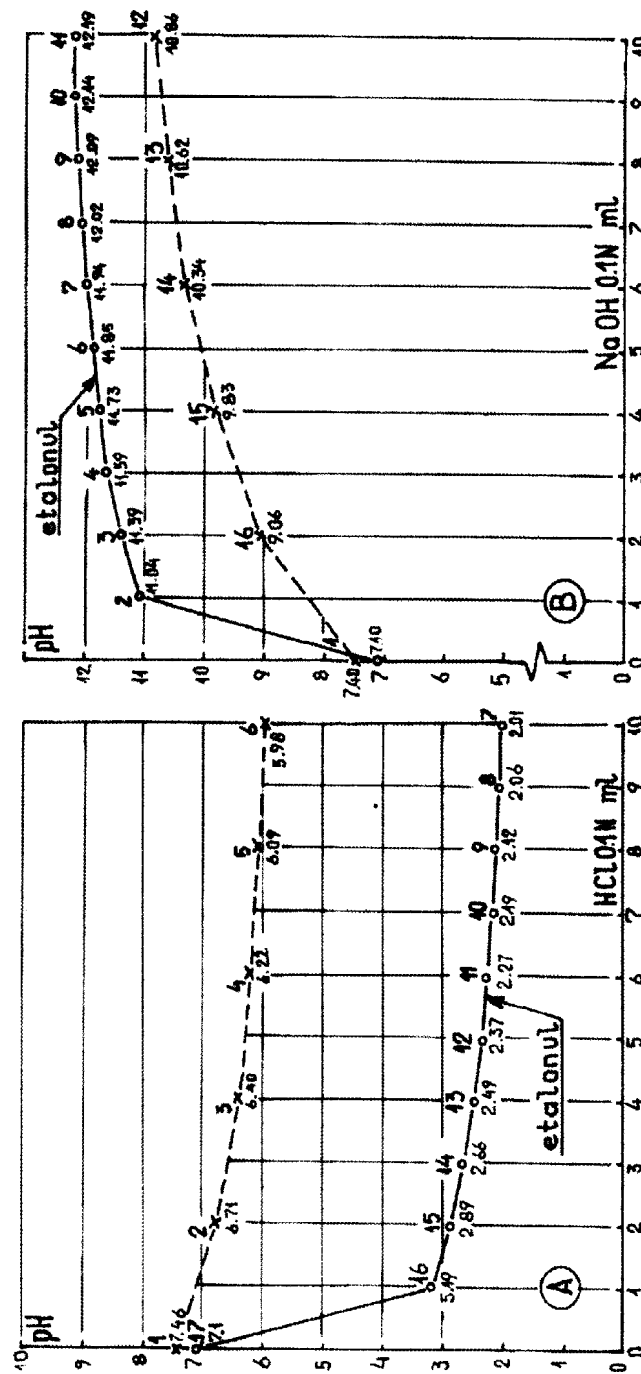


Fig. 1 Capacitatea de tamponare la acidifiere (A) și la alcalinizare (B) a probelor de mrană umezite cu apă și a probelor de apă distilată luate ca etalon

ceasornic de la 1 până la n, care reprezintă vârfurile poligonului a căru suprafață urmează să fie determinată prin procedeul de calcul din coordonatele punctelor, valorile X reprezentând volumul (în mililitri) al soluției de HCl 0,1 N sau NaOH 0,1 N folosită la titrare, iar valorile Y sunt valorile pH care se înregistrează în urma adăugării soluției. În figura 1 sunt reprezentate datele obținute la titrarea potențiometrică cu soluție de HCl 0,1 N (fig.1 A) și NaOH 0,1 N (fig.1 B) a probelor de mranită umezită cu apă și a probelor de apă distilată luată ca etalon.

Pentru calculul suprafeței poligonului cuprins între cele două curbe (de la 1 la 17 sau de la 1 la 16) se folosesc datele din tabele pentru fiecare variantă studiată. Procedeul de calcul a suprafeței poligonului din fig. 1 A și 1 B este prezentat în tabelele nr. 1 și 2, proiectând acest poligon pe axa OX (coloana 4) și pentru verificare pe axa OY (coloana 5).

Tabelul 1

Calculul suprafeței cuprinse între curba de etalonare și curba de tamponare la acidifiere determinată la mranită umezită cu apă ( $V_1$ ).

Nr.crt.	Volum HCl 0,1 N "x <sub>i</sub> "	pH "y <sub>i</sub> "	x <sub>i</sub> (y <sub>i-1</sub> -y <sub>i+1</sub> )	y <sub>i</sub> (x <sub>i-1</sub> -x <sub>i+1</sub> )
1	2	3	4	5
17	0	7.10	-	-
1	0	7.46	0	-14,92
2	2	6.71	2.12	-26,84
3	4	6.40	1.96	-25,60
4	6	6.22	1.86	-24,88
5	8	6.09	1.92	-24,36
6	10	5.98	40.80	-11,96
7	10	2.01	39.20	2.01
8	9	2.06	-0.99	4.12
9	8	2.12	-1.04	4.24
10	7	2.19	-1.05	4.38
11	6	2.27	-1.08	4.54
12	5	2.37	-1.10	4.74
13	4	2.49	-1.16	4.98
14	3	2.66	-1.20	5.38
15	2	2.89	-1.06	5.78
16	1	3.19	-4.21	6.38
17	0	7.10	0	7.10
1	0	7.46	-	-
$S = \sum x_i(y_{i-1} - y_{i+1})/2$			S = 37.485	S = -37.485

Tabelul 2

Calculul suprafeței cuprinse între curba de etalonare și curba de tamponare la alcalinizare determinată la mranită umezită cu apă ( $V_1$ ).

Nr.pct.(i)	Volum NaOH 0,1N "X"	pH "Y"	X <sub>i</sub> (Y <sub>i-1</sub> -Y <sub>i+1</sub> )	Y <sub>i</sub> (X <sub>i-1</sub> -X <sub>i+1</sub> )
1	2	3	4	5
16	2	9,06	-	-
1	0,1	7,51	-0,198	7,51
2	1	11,04	-3,88	-20,976
3	2	11,39	-1,10	-22,78
4	3	11,59	-1,02	-23,18
5	4	11,73	-1,04	-23,46
6	5	11,85	-1,05	23,70
7	6	11,94	-1,02	-23,88
8	7	12,02	-1,05	-24,04
9	8	12,09	-0,96	-24,18
10	9	12,14	-0,90	-24,28
11	10	12,19	12,80	-12,19
12	10	10,86	15,70	21,72
13	8	10,62	4,40	42,48
14	6	10,31	4,74	41,24
15	4	9,83	5,00	39,32
16	2	9,06	4,64	35,334
1	0,1	7,51	-	-
$2S = \sum x_i(y_{i-1} - y_{i+1})$			2S = 35,062	2S = -35,062
			S = 17,531 cm <sup>2</sup>	S = -17,531 cm <sup>2</sup>

În urma procedurii de calcul aplicat la cele trei componente ale substraturilor horticoale, mranită, pământ de pădure ( $A_m$ ) și turbă oligotrofă s-au obținut rezultatele înscrise în tabelele 3 și 4.

Capacitatea de tamponare la acidifiere a mranitei tratate cu soluție de polimeri maleici scade ușor odată cu mărirea concentrației în polimeri a soluției folosite la umezirea acesteia. Pe probele umezite numai cu apă, suprafața calculată a poligonului cuprinsă între curba etalon și cea de tamponare la acidifiere a mranitei este de 37,49 cm<sup>2</sup>. Valorile cele mai mici ale suprafețelor poligoanelor delimitate de cele două curbe se înregistrează la probele de mranită și materialul de sol din orizontul  $A_m$  al cernoziomului cambic de sub vegetația de pădure tratate cu soluție de polimer în concentrație de 1%.

Capacitatea de tamponare mai mare la acidifiere a turbei oligotrofe tratate cu soluție de polimeri este evidențiată de valorile mai mari ale

Tabelul 3

Suprafața în cm<sup>2</sup> cuprinsă între curba etalon și cea de determinare a capacității de tamponare la acidifiere pe componente și variante.

Nr.crt	Componentul	Suprafața (cm <sup>2</sup> )			
		(V <sub>1</sub> ) 0 %	Probă tratată cu soluție de polielectroliți maleici în concentrație de :		
			0,1 % (V <sub>2</sub> )	0,5 % (V <sub>3</sub> )	1 % (V <sub>4</sub> )
1.	Mranită	37,485	36,535	34,195	33,645
2.	Material de sol (Am)	24,195	22,385	19,855	20,555
3.	Turbă oligotrofă	0,185	0,965	3,185	3,465

Tabelul 4

Suprafața în cm<sup>2</sup> cuprinsă între curba etalon și cea de determinare a capacității de tamponare la alcalinizare pe componente și variante.

Nr.crt	Componentul	(V <sub>1</sub> ) 0 %	Probă tratată cu soluție de polielectroliți maleici în concentrație de :		
			0,1 % (V <sub>2</sub> )	0,5 % (V <sub>3</sub> )	1 % (V <sub>4</sub> )
			1	Mranită	17,455
2	Material de sol (Am)	19,895	21,145	23,265	25,735
3	Turbă oligotrofă	65,195	63,115	60,35	57,785

suprafețelor poligoanelor delimitate de cele două curbe, 0,19 cm<sup>2</sup> în varianta martor și 3,47 cm<sup>2</sup> în varianta V<sub>4</sub>, la care concentrația soluției de polimeri la tratare a fost de 1%.

Tratamentele efectuate cu soluție de polielectroliți maleici asupra mranitei și pământului de pădure (cernoziom cambic, orizont Am) au avut ca efect mărirea capacității de tamponare la alcalinizare, mai cu seamă în variantele V<sub>3</sub> și V<sub>4</sub>. Considerăm că mărirea capacității de tamponare la alcalinizare a mranitei poate fi datorată înlocuirii ionilor de amoniu din structura polielectroliților maleici cu ionii de sodiu rezultați din descompunerea materiei organice sau procesului de nitrificare a ionilor de amoniu.

Folosirea polielectroliților maleici ca aditivi la pregătirea substraturilor horticole are efecte favorabile asupra menținerii mediului de reacție într-un interval mai restrâns al valorilor pH prin creșterea capacității de tamponare la alcalinizare a mranitei și prin creșterea capacității de tamponare la acidifiere a turbei oligotrofe.

## CONCLUZII

- Folosirea polielectroliților maleici ca aditivi la pregătirea substraturilor horticole are efecte favorabile asupra menținerii mediului de reacție într-un interval mai restrâns al valorilor pH prin creșterea capacității de tamponare la alcalinizare a mranitei și prin creșterea capacității de tamponare la acidifiere a turbei oligotrofe. Considerăm că mărirea capacității de tamponare la alcalinizare a mranitei poate fi datorată înlocuirii ionilor de amoniu din structura polielectroliților maleici cu ionii de sodiu rezultați din descompunerea materiei organice sau procesului de nitrificare a ionilor de amoniu.
- Rezultatele obținute prin calculul suprafețelor de tamponare la acidifiere și la alcalinizare reflectă efectul favorabil asupra componentelor substraturilor nutritive al tratării cu soluții de polielectroliți maleici. Procedului analitic folosit la calculul suprafețelor de tamponare poate fi extins și în alte domenii și prezintă avantajul posibilității utilizării programelor pe calculator.

## Bibliografie

- Azzam R.A.I., 1980, Agricultural polymers. Polyacrylamide preparation, application and prospects in soil conditioning. Commun. Soil Sci. Plant Analyses, 1-8, 767-834.



2. Carpov A., Chitanu G., Maftei M., Zamfir A., 1979, Processes of synthesis of carboxylic polyelectrolytes (in Romanian). Pat. 70 120.
3. Chitanu G., Chivulete S., Carpov A., 1993, Anionic polyelectrolytes containing maleic acid units as soil conditioners. *Internat. Agrophysics*, 7, 203-211.
4. De Boodt M. F., 1990, Application of polymeric substances as physical soil conditioners. In: *Soil colloids and their association in aggregates*, Plenum Press, New York, 517- 556.
5. De Boodt M. F., 1992, Shyntetic polymers as soil conditioners: A5 years of experimentation. IN: *Water saving techniques in plants growth*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 137- 161.
- 6 Filipov F., Chitanu Gabrielle Charlotte, Tomiță O., Suflet Dana, Draghia Lucia 2003 - Caracterizarea capacității de tamponare a componentelor substraturilor nutritive tratate cu soluții de polielectroliti maleici. *Lucr. celei de a XVII-a Conf. naț. de știința solului Timișoara 25-30 aug.*
7. Florea N., Stoica Elena, Manes Dorothea, 1964 a- Corelația dintre pH și gradul de saturație în baze la solurile zonale din România, *Inst. Geol. Rom., Șt. Tehn. Econ., seria C, nr. 12, București.*
8. Miclăuș V., 1984, *Lucrări practice de Pedologie și Agrochimie, TIPO "AGRONOMIA" CLUJ-NAPOCA*, pp.14-16.
9. Rowell D.L., 1996, *Soil Science Methods and Applications*, Longman Singapore Publishers Ltd., pp. 163-166.
10. \*\*\*, 736 GP Titrino, Instructions for use 8.736.1003, Metrohm Ltd. CH-9101 Herisau, Switzerland, 1996.
11. \*\*\*, Certificat de marca OSIM nr. 12297 din 19 februarie 1982.
12. \*\*\*, Metodologia elaborării studiilor pedologice. I.C.P.A. București.

## METALELE GRELE ÎN SOLURILE PARCURILOR BUCUREȘTENE

Radu Lăcătușu<sup>1</sup>, Beatrice Kovacsovics, Mihaela Lungu,  
Iuliana Breabăn<sup>2</sup>, Ion Rîșnoveanu, Nineta Rizea, Rodica Lazăr  
<sup>1</sup>*Universitatea "Al. I. Cuza", Facultatea de Geografie-Geologie, Iași*  
<sup>2</sup>*Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, București*

### HEAVY METALS IN SOILS OF BUCHAREST PARKS

#### Summary

The main soil types emphasized in Bucharest parks are: Luvic Phaeozem, Luvi-chromic Phaeozem, Mollic Gleyic Fluvisol, and Anthropic Regosol. Most of the studied soils, excepting the Anthropic Regosols, are formed and evolve in natural conditions. Soil texture in the A horizon is loamy/clay-loam. The Luvic Phaeozem and the Luvi-chromic Phaeozem have pH values in the slightly acid up to slightly alkaline domain, while the Mollic Gleyic Fluvisol and the Anthropic Regosol have slightly alkaline reaction, due to a moderate carbonates content. As a consequence, the soils of Bucharest parks are eubasic and saturated with bases. Humus content is low up to middle, and the nitrogen one is middle. The mobile phosphorus and potassium supply is contrasting, from small values up to very big ones.

The values of the total heavy metals content are relatively small, generally situated in the first quarter of the interval between the normal content and the maximum allowable limit. The fractions bound to iron and aluminum oxides and those bound to the crystalline net of the soil minerals have the highest percent out of the total heavy metals content. The soluble and likely available heavy metals fractions are significant in the Luvic Phaeozems. The loading/pollution index values show that most of the analyzed heavy metals belong to the low-moderate loading domain and no significant soil pollution with heavy metals exists in Bucharest parks.

**Key words:** parks, heavy metals, loading/pollution, heavy metals fractions

## 1. Introducere

Cu toate că au existat preocupări izolate ale unor oameni de știință de cercetare a solurilor din aglomerările urbane, acestea au căpătat statut de obiect de studiu bine definit abia în anul 1981, cu ocazia primului simpozion internațional destinat lor, care a avut loc la Universitatea Tehnică din Berlinul Occidental, cum era numit o parte a Berlinului de astăzi. Atunci s-au prezentat referate științifice care au tratat diverse teme, precum: distrucția solului în arealele urbane, contaminarea solurilor urbane cu metale grele, soluri din jurul uzinelor de epurare a apelor uzate, folosirea nămolului și a apei uzate epurate de la aceste unități ca fertilizanți și surse de irigare, utilizarea solurilor din marile aglomerări urbane și aspecte de cartare a acestor tipuri de sol.

După 19 ani a avut loc prima conferință internațională privitoare la solurile din arealele urbane, industriale, cu trafic intens și miniere. Și această manifestare științifică a avut loc tot în Germania, la Essen, ca o recunoaștere a contribuției cercetării germane la această problematică. Paleta cercetărilor a fost de această dată mai largă, dezbătându-se aspecte noi, cum ar fi cele de clasificare, de informatizare, de analizare, de stabilire a gradului de degradare, precum și măsuri de protecție și remediere.

Totodată s-au realizat grupe de lucru în cadrul societăților naționale de știința solului, cum sunt cele din Germania, Franța, Rusia ș.a. sau în cadrul Uniunii internaționale a științelor solului.

Cea de-a doua conferință internațională privitoare la solurile urbane a avut loc în anul 2003 în Franța, la Nancy.

În țara noastră, cercetarea solurilor urbane a început o dată cu stabilirea nivelului de poluare cu Pb a solului din vecinătatea arterelor de circulație. Astfel, Răuță și colab. (1980, 1982), citați de Răuță și Cârstea (1984), au determinat conținutul de Pb din unele soluri aflate de-a lungul a trei artere principale de circulație din București. Lăcătușu și colab. (1998, 1999, 2000, 2001) au determinat câțiva poluanți din soluri urbane ale municipiilor București, Ploiești și Baia Mare, iar Ianoș și Iliș (2000) au prezentat concentrațiile unor metale grele în soluri din municipiul Timișoara.

Având în vedere că solurile din arealele aglomerate au mai multe funcțiuni, și anume: de suport pentru construcții și infrastructură, de mediu pentru recreere și joacă, dar nu în ultimul rând de suport pentru

creșterea diferitelor plante, importanța cunoașterii și cercetării lor devine de necontestat. În grădinile din jurul locuințelor se cultivă, de regulă, legume și pomi, recolta constituind surse alimentare de origine vegetală atât pentru consumul propriu, în gospodărie, cât și pentru a fi vândute la piață. Peste toate acestea se suprapune efectul poluant, care este inerent în marile aglomerări urbane și care contribuie în mod accelerat la degradarea fizică, chimică și biologică a solului, cu efecte negative asupra stării de sănătate a locuitorilor.

Dat fiind faptul că parcurile reprezintă zone intens frecventate de majoritatea populației unei localități, constituind și locuri de joacă pentru copii, este necesar ca acestea să fie lipsite de orice încărcătură poluantă. Drept urmare se impune cunoașterea, prin analiză, a nivelului de poluare a acestor soluri, ele reprezentând un rezervor potențial de difuzie a poluanților în mediul înconjurător.

În acest context au fost efectuate cercetări privitoare la nivelul de încărcare cu metale grele, elemente chimice potențial toxice, a solurilor din principalele parcuri ale municipiului București.

## 2. Material și metode

S-au recoltat probe de sol, pe orizonturi genetice, până la adâncimea de 100-130 cm, din următoarele parcuri: Herăstrău, Carol, ASAS, Nicolae Bălcescu (Bazilescu), Cișmigiu, Drumul Taberei, Titan și Grădina Icoanei.

Probele au fost analizate din punct de vedere granulometric, al reacției, conținutului de carbonați, sumei bazelor schimbabile, hidrogenului schimbabil, conținutului de humus, azot total, fosfor și potasiu mobil. Dintre poluanți s-au determinat metalele grele.

Compoziția granulometrică s-a stabilit cu ajutorul metodei Kacinski, pH-ul s-a determinat potențiometric, în suspensie apoasă, cu un electrod combinat de sticlă-calomel, conținutul de carbonați s-a determinat cu ajutorul metodei gaz-volumetric Scheibler, humusul s-a determinat după metoda Walkley-Black în modificarea Gogoasă, suma bazelor schimbabile s-a determinat după metoda Kappen, iar hidrogenul schimbabil s-a dozat volumetric în soluția de acetat de potasiu 1 n, percolată prin sol până la epuizarea prezenței hidrogenului.

Conținutul total de metale grele s-a determinat cu ajutorul spectrometriei cu absorbție atomică, varianta de atomizare în flacăra de aer-acetilenă a soluției clorhidrice, obținute după dezagregarea acidă a probei.

Tabelul 1

Alcatuirea granulometrică a solurilor urbane (orizontul A) din parcuri ale municipiului București

Tipul de sol	Intervale de conținut (%)				Clasa texturală
	Nisip grosier	Nisip fin	Praf	Argila > 2 $\mu$	
Faeoziom argic	2,9 - 11,0	24,8 - 34,9	29,0 - 33,6	28,3 - 41,7	lut/lut argilos
Preluvosol molic roșcat	2,8 - 24,4	28,5 - 32,7	23,3 - 35,7	24,6 - 33,8	lut/lut argilos
Aluviosol molic gleic	5,8 - 9,1	29,2 - 30,1	21,4 - 28,4	35,3 - 33,7	lut
Entiantrosol mixic	4,8 - 20,1	25,8 - 31,1	19,7 - 28,8	26,5 - 37,9	lut argilos

Fracționarea metalelor grele s-a efectuat după metoda Lăcătușu și Kovacsovics (1994), iar stabilirea nivelului de încăcare/poluare a solului s-a efectuat după metoda Lăcătușu (1995).

### 3. Rezultate și discuții

O mare parte din solurile parcurilor bucureștene, cercetate de noi, au evoluat în mod natural, nefiind influențate antropic. Astfel, faeoziomurile argice, denumite în trecut cernoziomuri argiloiluviale, evidențiate în parcurile: Herăstrău, Carol și ASAS, formate sub pădure, n-au suferit intervenții antropice. La fel preluvosolul molic roșcat (sol brun roșcat molic) din parcul Bazilescu, ca și aluviosolul molic gleic (solul aluvial molic gleizat) din parcul Cișmigiu prezentau orizonturi genetice nederanjate. Spre deosebire de acestea, entiantrosolurile mixice (protosolurile antropice tipice), prezente în parcurile Herăstrău, Drumul Taberei, Titan și Grădina Icoanei, sunt modificate semnificativ, de regulă în orizonturile superioare.

#### 3.1. Compoziția granulometrică

Analiza granulometrică a orizontului A din aceste soluri a evidențiat texturi relativ omogene, aparținând claselor lut-lut argilos. Intervalul textural mai larg, de la lut la lut argilos, aparține faeoziomurilor argice și preluvosolurilor molice roșcate, pe când aluviosolurilor gleice le sunt tipice clasa texturală lutoasă, iar entiantrosolurilor mixice le este caracteristică clasa texturală luto-argiloasă. Intervale largi de conținut pentru clasa texturală "nisip grosier" apar la preluvosoluri molice roșcate și entiantrosoluri mixice. Celelalte fracțiuni granulometrice, și anume nisipul fin,

Tabelul 2

Parametrii statistici ai indicatorilor chimici specifici orizontului A din solurile parcurilor municipiului București

Tipul de sol	Indicatorul chimic	U.M.	X <sub>min</sub>	X <sub>max</sub>	$\bar{X}$	$\sigma$	CV
Faeoziom argic	pH	unitati de pH	5,8	8,0	7,0	2,65	33,1
	CaCO <sub>3</sub>	%					
	SB	me/100 g sol	14,98	35,98	23,13	4,8	20,8
	SH	me/100 g sol	0,34	3,9	2,02	1,42	70,30
	T	me/100 g sol	19,38	36,32	25,15	5,0	19,94
	V	%	80	99	90,8	9,52	10,48
	Humus	%	0,9	4,6	2,7	1,66	61,5
	N total	%	0,122	0,236	0,191	0,43	228
	C/N		3,1	18,1	9,8	3,13	31,9
	P mobil (AL)	mg/kg	18	230	59	7,7	13,0
Preluvosol molic roșcat	funcție de pH	mg/kg	13	163	46,2	6,8	14,7
	K mobil (AL)	mg/kg	108	568	279,3	16,7	5,98
	pH	unitati de pH	6,4	7,3	6,88	2,62	38,1
	CaCO <sub>3</sub>	%					
	SB	me/100 g sol	17,78	19,98	18,54	4,31	23,23
	SH	me/100 g sol	1,65	3,94	2,58	1,61	68,27
	T	me/100 g sol	19,43	22,1	21,12	4,59	21,76
	V	%	82	92	88	9,38	10,66
	Humus	%	2,5	4,0	3,3	1,8	55,32
	N total	%	0,154	0,235	0,201	0,450	223
C/N		10,6	12,1	11,2	3,35	29,88	
P mobil (AL)	mg/kg	11	59	27,7	5,3	18,98	
P mobil corectat							

funcție de pH K mobil (AL)	mg/kg		9	51	23,3	4,8	21
	mg/kg	mg/kg					
<i>Aluvisol molic gleic</i>	pH	unitati de pH	133	198	165,5	12,9	7,77
	CaCO <sub>3</sub>	%	7,9	8,1	8,0	2,82	35,35
	SB	me/100 g sol	3,3	8,1	5,8	2,4	41,52
	SH	me/100 g sol					
	T	me/100 g sol					
	V	%	100	100	100	10	10
	Humus	%	3,1	4,2	3,6	1,89	52,7
	N total	%	0,215	0,267	0,236	0,480	205,8
	C/N	%	10	10,8	10,4	3,2	30,96
	P mobil (AL)	mg/kg	208	362	286	16,9	5,9
	P mobil corectat în funcție de pH	mg/kg	104	181	143	11,9	18,37
K mobil (AL)	mg/kg	231	305	264	16,2	6,2	
<i>Entiantrosol mixic</i>	pH	unitati de pH	7,9	8,5	8,1	2,8	35
	CaCO <sub>3</sub>	%	1,2	12,9	5,1	2,3	44,4
	SB	me/100 g sol					
	SH	me/100 g sol					
	T	me/100 g sol					
	V	%	100	100	100	10	10
	Humus	%	1,1	4,3	2,9	1,7	58,4
	N total	%	0,135	0,242	0,187	0,430	231
	C/N	%	3,3	12,7	10,5	3,2	30,8
	P mobil (AL)	mg/kg	19	822	206	14,4	7
	P mobil corectat în funcție de pH	mg/kg	13	411	104	10,2	9,8
K mobil (AL)	mg/kg	174	461	322	17,9	5,6	

praful și argila sub 2  $\mu$ , au intervale de conținut mai strânse, cu diferențe între valoarea maximă și minimă de până la 13,4%, așa cum s-a înregistrat în cazul argilei sub 2  $\mu$  de la faeoziomurile argice (tabelul 1).

Se poate conchide că solurile din parcurile bucureștene sunt echilibrate din punct de vedere textural, având o textură lutoasă-luto argiloasă, favorabilă unor parametri normali pentru celelalte însușiri fizice și în special hidrofizice și anume: porozitate, densitate, coeficientul de higroscopicitate, echivalentul umidității, capacitatea capilară, de apă utilă, capacitate drenantă ș.a.

### 3.2. Însușiri chimice generale

*Reacția* oscilează într-un interval relativ larg, de la valoarea pH-ului în suspensie apoasă de 5,8 caracteristică unei reacții moderat acide, până la valoarea pH-ului de 8,5 caracteristică unui pH moderat alcalin (tabelul 2). Se observă că în orizontul A faeoziomul argic are o reacție diferită, de la moderat acidă la moderat alcalină, cu o valoare medie de pH neutru (7,0), preluvosolul molic roșcat are valori de pH cuprinse între domeniul slab acid - slab alcalin, tot cu o valoare medie neutră (6,9), în timp ce celelalte două tipuri de sol au un pH slab alcalin (8,0 respectiv 8,1), cu o tendință spre moderat alcalin, în cazul entiantrosolului mixic. Reacția alcalină a acestor soluri este dată și de conținutul mijlociu de *carbonați*, cu valori medii de 5,8% respectiv 5,1%.

Reacția și conținutul de carbonați atrag după ele și un grad ridicat de saturație în baze, caracteristic clasei eubazice, în cazul faeoziomului argic și a preluvosolului molic roșcat și clasei solurilor saturate în baze, în cazul aluvisolului molic gleic și a entiantrosolului mixic.

Conținutul de humus, apreciat în raport cu textura lutoasă-luto argiloasă, este mic până la mijlociu, iar cel de azot total este predominant mijlociu, cu unele valori mai reduse.

Aprovizionarea cu forme mobile de fosfor și potasiu este diferită de la valori care arată un nivel redus de aprovizionare până la valori care arată o aprovizionare foarte mare. De fapt, la nivel mediu, faeoziomul argic și preluvosolul molic roșcat au conținuturi mijlocii până la mari de aprovizionare cu fosfor mobil, iar aluvisolul molic gleic și entiantrosolul mixic au conținuturi foarte mari de fosfor mobil. Cu excepția entiantrosolului mixic, care are un nivel foarte ridicat de aprovizionare cu potasiu mobil, și a faeoziomului argic, care are o aprovizionare mijlocie cu acest element chimic, celelalte două tipuri de soluri au conținuturi foarte mari de potasiu mobil.

Analiza datelor de mai sus ne conduce spre concluzia că solurile urbane din arealul principalelor parcuri ale municipiului București au însușiri fizice și chimice favorabile creșterii plantelor.

### 3.3 Metalele grele

Datorită impacturilor de diverse feluri care au loc asupra mediului urban, există o oarecare probabilitate ca și solurile circumscrise acestor zone să-și modifice compoziția, în special cea chimică, în acord cu natura impactului și cu gradul său de agresivitate. Din cauza emisiilor industriale și a celor provenite de la mijloacele de transport, impactul metalelor grele poate constitui pentru mediul urban, și în special pentru soluri, un factor major de poluare.

Datele analitice ale conținuturilor totale de metale grele (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) din orizontul A al solurilor urbane din principalele parcuri ale municipiului București, prelucrate sub formă de parametri statistici, sunt redată în tabelul 3. Din analiza acestora rezultă că intervalele de conținut sunt cuprinse între valorile conținutului normal-mediu (CN) și valorile limitelor maxime admise (LMA), stabilite de Kloke în anul 1980. Pentru majoritatea metalelor grele analizate (Cd, Co, Cr, Cu, Pb), valoarea maximă a intervalului de variație a datelor analitice se situează în primul sfert al domeniului mărginit de valorile CN și LMA. Pentru celelalte metale grele (Ni, Zn) valoarea maximă se situează în prima treime a aceluiași interval.

Fracționarea metalelor grele din aceste soluri a evidențiat faptul că, în medie, raportul procentual dintre cele cinci fracțiuni (solubilă, schimbabilă, legată de materia organică, de oxizii de fier și mangan și fracțiunea reziduală) este de 8,5:15,5:15,7:22,5:37,8. Prin urmare, mai bine de o treime din cantitatea totală de metale grele este legată de structura cristalină a mineralelor prezente în soluri, aproape un sfert este legată de oxizii de fier și mangan, proporții egale sunt legate de materia organică și de partea schimbabilă și numai o cantitate mai mică este prezentă în soluția solului.

Repartiția procentuală a fracțiunilor, separate pe tipuri de sol (figura 1), arată că la entantrosolurile mixice metalele grele predomină în fracțiunea reziduală și în cea legată de oxizii de fier și de mangan, iar cele mai mici conținuturi sunt în fracțiunea solubilă din soluția solului. Spre deosebire de aceste soluri, faeoziomurilor argice le sunt caracteristice fracțiunile solubile și potențial accesibile. Celelalte două tipuri de sol: preluvosolul molc roșcat și aluviosolul molc gleic au valori

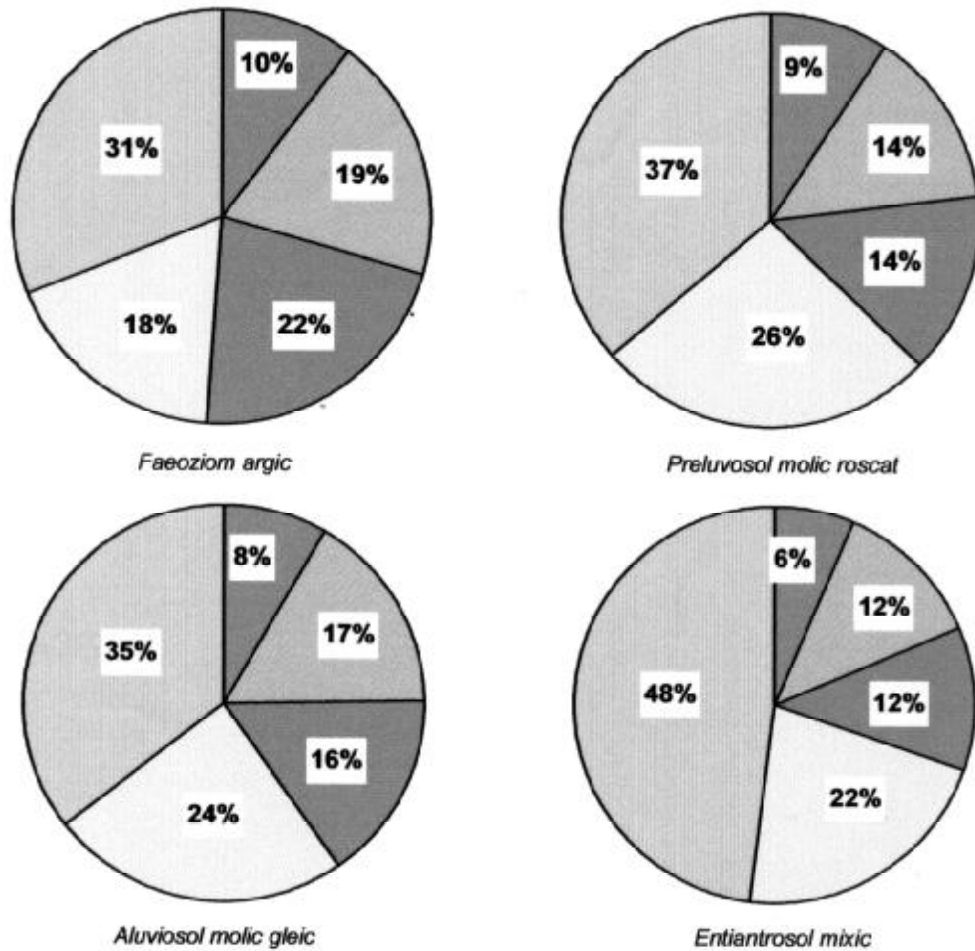
**Tabelul 3**  
Parametri statistici ai conținuturilor totale de metale grele (mg/kg) din orizontul A al unor soluri din parcurile municipiului București, comparativ cu valorile medii ale conținutului normal (CN), cu valorile limitelor maxime admisibile (LMA) și cu valorile pragurilor de alertă (PA) și intervenție (PI) pentru soluri mai puțin sensibile (SPS)

	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
<i>n</i>	33	33	33	31	33	33	33	33	32
$x_{min}$	0,25	6,3	11,3	7,5	5,663	94	11,3	5	36,3
$x_{max}$	0,63	12,5	28,7	23,8	14,988	275	28,7	20	110
$\bar{x}$	0,43	9,5	18,3	14,3	11,124	182	20,5	11,2	59,2
$\sigma$	0,13	2,0	4,3	3,6	2,305	47	3,9	3,3	19,9
cv (%)	29,69	20,6	23,7	25,3	21,0	26,0	19,0	29,5	33,6
$M_0$	0,52	9,7	18,6	12,6	11,302	199	19,0	9,3	43,6
$M_e$	0,50	10	17,5	13,7	11,263	191	20	11,3	51,25
CN <sup>*</sup>	0,3	5	30	20	27,500	500	20	15	50
LMA <sup>**</sup>	3,0	50	100	100			50	100	300
PA <sup>***</sup>	5	100	300	250		2.000	200	250	700
PI <sup>***</sup>	10	250	600	500		4.000	500	1.000	1.500

<sup>\*</sup> din Fiedler și Rösler (1988)

<sup>\*\*</sup> după Kloke (1980)

<sup>\*\*\*</sup> Ordinul 756 al MAPPM (1997)



**Figura 1** Repartiția procentuală medie a fracțiunilor metalelor grele din principalele tipuri de sol din parcurile bucureștene:  
 - fracțiunea solubilă în soluția solului  
 - fracțiunea schimbabilă  
 - fracțiunea legată de materia organică  
 - fracțiunea legată de oxizi de Fe și Mn  
 - fracțiunea reziduală din rețeaua cristalină a silicaților

apropiate pentru toate cele cinci fracțiuni, însă se păstrează aceeași regulă generală a predominării metalelor grele în fracțiunea legată de oxizii fierului și ai manganului și în fracțiunea reziduală.

Datele analitice propriu zise ale metalelor grele și parametrii sta-

**Tabelul 4**

Repartiția procentuală a nivelului de încărcare și poluare cu metale grele a unor soluri (orizontul A) din Municipiul București, după tipul de folosință

Tipul de folosință	Nivelul de încărcare/poluare	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Soluri horticole (grădini)	Încărcare - slabă			100			50	
	- moderată						50	
	- puternică							
Soluri horticole (parcuri)	- foarte puternică	17			33	17		
	Poluare - slabă		83		67	83		83
	- moderată	40						17
Soluri din arealul străzilor	- puternică	60						
	Încărcare - slabă			92			92	
	- moderată	38	69	8	24	77		69
Soluri din arealul străzilor	- puternică	38	31		8	23		31
	- foarte puternică	16						
	Poluare - slabă	8			8		8	
Soluri din arealul străzilor	- moderată							
	- puternică			53			20	7
	- foarte puternică	7	13	47	7	87	27	13
Soluri din arealul străzilor	Poluare - slabă	7	54		60	13	6	33
	- moderată	73			20		20	7
	- puternică	13						

tistici ai acestora, comparate cu valorile LMA și cu valorile pragurilor de alertă și de intervenție pentru solurile mai puțin sensibile, stipulate de Ordinul 756 din 1997 al PM, conduc spre concluzia unui nivel redus de poluare cu metale grele a acestor soluri. Într-adevăr, calcularea valorilor indicelui de încărcare/poluare, după metodologia propusă de Lăcătușu (1995), și repartiția procentuală a acestuia (tabelul 4) arată că un procent nesemnificativ, de 8% din totalul probelor analizate, ar aparține unui domeniu slab de poluare cu Cd, Cu și Pb. Cromul și plumbul sunt elemente chimice prezente în sol la un nivel general slab de încărcare, iar celelalte elemente chimice sunt prezente la un nivel moderat de încărcare. Dacă se compară valorile maxime de conținut cu valorile pragurilor de alertă și intervenție, menționate mai sus, se constată că toate valorile maxime determinate analitic sunt de șapte până la douăsprezece ori mai mici decât valoarea pragului de alertă.

#### 4. Concluzii

- Principalele subtipuri de sol evidențiate în parcurile bucureștene sunt: Faeoziom argic, Preluvosol molic roșcat, Aluviosol molic gleizat și Entiantrosol mixic. Majoritatea solurilor cercetate, cu excepția entiantrosolurilor mixice, sunt formate și evoluează în regim natural.
- Textura solurilor în orizontul A este lutoasă/luto-argiloasă.
- Faeoziomul argic și preluvosolul molic roșcat au valori ale pH-ului aparținătoare domeniului slab acid până la slab alcalin, iar aluviosolul molic gleizat și entiantrosolul mixic au reacție slab alcalină, generată de un conținut moderat de carbonați. În consecință, solurile din parcurile bucureștene sunt eubazice și saturate cu baze.
- Conținutul de humus este mic până la mijlociu, iar cel de azot total este mijlociu. Aprovizionarea cu forme mobile de fosfor și potasiu este diferită de la valori reduse până la valori foarte mari
- Valorile conținutului total de metale grele sunt relativ reduse, situate în genere în primul sfert al intervalului mărginit de conținutul normal și limita maximă admisă.
- Procentul cel mai ridicat din conținutul total de metale grele aparține fracțiunilor legate de oxizii de fier și aluminiu și de rețeaua cristalină a mineralelor din sol.
- Fracțiunile solubile și potențial accesibile de metale grele sunt semnificativ reprezentate de faeoziomurile argice

- Valorile indicelui de încărcare/poluare arată că majoritatea metalelor grele determinate aparțin domeniului de încărcare slabă-moderată, neexistând o poluare semnificativă, cu metale grele a solurilor din parcurile bucureștene.

#### Bibliografie

1. Fiedler H.J., Rösler H.J., 1988, Spurenelemente in der Umwelt, *Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart*.
2. Florea N., Munteanu I., 2003, Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor, *Editura Estfalia, București*.
3. Ianoș Gh., Iliș Lucia, 2001, Considerații asupra antrosolurilor din ariile intens populate. Studiu de caz: municipiul Timișoara, *Lucr. Conf. Naț. de Șt. Solului, Suceava, 23-28 august 2000, Publ. SNRSS, vol. 30C, 170-178*.
4. Kloke A., 1980, Richtwerte '80 - Orientierungsdaten für tolerierbare gesamtgehalte einige Elemente in Kulturböden, *VDULFA, H<sub>2</sub>, 9-11*.
5. Lăcătușu R., Kovacsovics Beatrice, 1994, Metodă pentru fracționarea metalelor grele din sol, *Publ. SNRSS, vol. 28A, 187-194*.
6. Lăcătușu R., 1995, Metodă pentru evaluarea nivelului de încărcare și de poluare a solurilor cu metale grele, *Șt. Solului, vol. XXIX, 2, 69-80*.
7. Lăcătușu R., Kovacsovics Beatrice, Lungu Mihaela, Rizea Nineta, Lazăr Rodica, 1998-2001, Cercetări privind poluarea solurilor și vegetației din areale urbane și periurbane, Rapoarte, *Arhiva ICPA*.
8. Lăcătușu R., Dumitru M., Rîșnoveanu I., Constantin Carolina, Plaxienco Doina, Lungu Mihaela, Cârstea S., Kovacsovics Beatrice, 2000, Pollutants in urban soils of Bucharest, *Proc. of the Intern. Conf. on Soils of Urban, industrial, Tragic, and Mining Areas, Essen, Germany, 605-610*.
9. Răuță C., Cârstea S., 1983, Prevenirea și combaterea poluării solului, *Editura Ceres, București*.



## ÎNCĂRCAREA CU METALE GRELE A UNOR SOLURI DIN MUNȚII BISTRIȚEI

R. Lăcătușu<sup>1</sup>, C. Rusu<sup>1</sup>, Carmen Donisă<sup>1</sup>,  
Iuliana Breabăn<sup>1</sup>, Mihaela Lungu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitatea "Al. I. Cuza", Facultatea de Geografie-Geologie, Iași

<sup>2</sup>Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, București

## HEAVY METAL LOADING OF SOME SOIL FROM THE BISTRITZA MOUNTAINS

### Summary

Heavy metals (Cu, Mn, Pb, Zn) abundance in the soils of the Bistrița Mountains is close to the general content of these chemical elements in soils formed under similar conditions. Total heavy metals content is made up of the chemical element quantity in the crystalline structure of the minerals (coordinate form), of the quantity complexed with the organic matter and of the mobile form, the form free in soil solution, or adsorbed at the surface of colloidal particles. Generally, in the soils of Bistrița Mountains copper and lead are to be found, in significant quantities, in the organic bound form, and manganese and zinc in the co-ordinate form. Heavy metals distribution on the Podzols profiles presents a modulation at the E horizons level because of these chemical elements are leached to the inferior horizons. The distribution of heavy metals on the Cambisols profiles is relatively uniform, tending to increase in the profile bottom. The analyzed heavy metals have a normal distribution with both left (lead, manganese) and right (copper, zinc) asymmetry.

Geochemical abundance is of sub-clark type for copper, manganese, and zinc and over-clark for lead. Pedogeochemical abundance of manganese, lead, and zinc outruns the medium general content of soils, and copper abundance is below this characteristic.

The soils of Bistrița Mountains are not polluted with heavy

metals. They have different loading with heavy metals, from medium to strong for copper, from medium to very strong for lead, and from low to very strong for zinc.

**Key words:** mountain soils, heavy metals, distribution on soil profile, geochemical abundance, pedogeochemical abundance.

### 1. Introducere

Noțiunea de metal greu, utilizată în științele naturii, inclusiv în cele ale mediului, a fost introdusă din dorința de a reliefa efectele negative produse de unele din acestea asupra biosferei. Atunci când o parte din aceste elemente chimice au rol nutritiv, enzimatic sau catalitic, ele sunt denumite microelemente.

Evaluarea nivelului de conținut al unor elemente chimice din soluri, inclusiv metale grele, este de real folos atât din punct de vedere nutritiv cât și al protecției mediului (Kabata Pendias și Pendias, 2003).

Cunoașterea gradului de încărcare cu metale grele a solurilor dintr-o regiune metaliferă, cum este cea pe care o cercetăm, poate constitui o sursă de informație și pentru prospecțiunea pedogeochimică și biogeochimică (Buracu, 1978). Munții Bistriței se învecinează cu areale metalogenetice binecunoscute.

În vederea caracterizării cât mai complete a învelișului de sol din Munții Bistriței a fost aleasă o toposecvență amplasată pe versantul vestic al acestor munți, la altitudini care variază între 990 și 1660 m. Au fost diagnosticate următoarele tipuri și subtipuri de sol, denumite după Sistemul Român de Taxonomia Solului (2003): *Eutricambosol tipic (ECTi)*, situat la altitudinea de 910 m (P1); *Districambosol umbric (DCum)*, situat la altitudinea de 1120 m (P2); *Districambosol prespodic (SCep)*, situat la altitudinea de 1270 m (P3); *Prepodzol tipic (EPTi)*, situat la altitudinea de 1365 m (P4); *Prepodzol tipic (EPTi)*, situat la altitudinea de 1455 m (P5); *Podzol tipic (PDti)*, situat la altitudinea de 1610 m (P6); și un *Criptopodzol litic (CPLi)*, situat la altitudinea de 1660 m (P7).

În lucrarea de față sunt prezentate datele statistice ale conținuturilor totale de metale grele, ale conținuturilor complexate cu materia organică, ale celor mobile și valorile specifice metalelor grele aflate în structura cristalină a mineralelor primare și secundare din soluri, denumite generic drept formă coordată. Datele analitice au fost interpretate în acord cu natura solurilor, cu clasele de sol în care acestea se încadrează, cu abundența lor geogenă și pedogenă. De asemenea, s-au stabilit nivelele

de încărcare sau de poluare cu metale grele a acestor soluri.

## 2. Material și metode

Probele de sol recoltate pe orizonturi genetice au fost analizate în laborator din punct de vedere al conținutului de metale grele. Pentru determinarea conținutului total, solul s-a dezagregat la cald cu o soluție de HNO<sub>3</sub>, metalele grele complexate cu materia organică au fost extrase cu o soluție de Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,1 M, iar speciile mobile s-au extras, la echilibru, cu o soluție de HCl 0,05 M. Măsurarea concentrației elementelor chimice în soluțiile extractoare s-a realizat cu ajutorul spectrometriei cu absorbție atomică, în varianta de atomizare în flacăra de acetilenă-aer.

Conținutul de metale grele din rețeaua cristalină a mineralelor primare și secundare s-a determinat prin calcul, ca diferență între conținutul total și suma elementului chimic complexat și a celui mobil.

Prelucrarea statistică a datelor analitice s-a făcut determinându-se parametrii de împrăștiere (amplitudinea de variație:  $X_{min} - X_{max}$ , abaterea standard a mediei aritmetice,  $s$  și coeficientul de variație -  $cv$ ), iar dintre parametrii centrului de grupare s-au calculat valorile mediei aritmetice,  $\bar{x}$ , ale medianei ( $Me$ ) și ale modulului ( $Mo$ ). Tipul de distribuție a fost determinat prin testarea concordanței distribuției empirice cu legea normalității și lognormalității cu ajutorul metodei momentelor.

Stabilirea abundenței geochimice și pedogeochimice locale a metalelor grele din solurile Munților Bistriței s-a realizat cu ajutorul valorilor indicilor specifici, calculați după o metodologie descrisă de Lăcătușu și Ghelase (1992).

Pentru stabilirea nivelului de încărcare cu metale grele a solurilor s-a folosit metoda Lăcătușu (1995).

## 3. Rezultate și discuții

### 3.1. Abundența generală a metalelor grele în solurile din Munții Bistriței

Datele analitice privitoare la conținuturile totale, coordonate, complexate organic și mobile ale celor patru metale grele (Cu, Mn, Pb, Zn) cât și repartiția lor procentuală sunt prezentate în tabelele 1 și 2. Din analiza acestora rezultă o distribuție relativ diferită de la un tip de sol la altul, de la o clasă de sol la alta și de la un element chimic la altul.

**Tabelul 1**  
Conținutul total, coordonat, complexat și mobil de metale grele (mg/kg) din soluri ale Munților Bistriței

Profil	Orizont	Alt. cm	Pb		Cu		Zn		Mn	
			total	coordinat	total	coordinat	total	coordinat	total	coordinat
P1 Eutricambosol tipic (EC II)	AO	0-5	22	27	11	1	110	99	5	870
	AB	13-21	20	30	8	1	105	100	2	900
	BA	21-28	19	42	8	1	100	97	1	780
	Bv1	28-40	18	33	9	4	90	87	2	610
	Bv2	40-60	18	33	9	4	90	87	2	610
	Al1	0-10	88	15	52	23	14	4	75	39
P2 Districambosol urticolic (DC um)	AO	0-10	65	29	34	12	65	50	10	160
	AB	19-28	63	51	25	6	75	67	5	250
	Bv1	28-43	58	45	25	7	83	71	10	280
	Bv2	43-52	50	34	22	11	92	84	6	270
	Bv3	52-68	48	44	19	8	97	90	5	230
	DR	68-87	51	60	11	10	95	88	6	395
P3 Districambosol presopic (DC ep)	Oh	5-0	87	11	52	25	14	4	75	
	Au	0-12	68	21	37	17	15	5	50	
	AB	12-22	66	50	25	8	73	63	8	180
	BA	22-33	58	42	25	9	82	76	5	280
	Bv1	33-54	50	38	21	10	90	83	5	280
	Bv2	54-73	47	40	19	9	98	91	5	230
P4 Frispotzol tipic (EP II)	BC	73-85	51	60	10	10	98	91	5	380
	CB	88-101	50	60	10	10	98	91	5	380
	Oh	3-0	61	2	49	11	20	9	15	
	OhAu	0-3	64	36	27	14	18	3	10	
	AE	3-8	73	27	45	8	65	50	10	
	Bs	8-18	68	35	34	10	72	63	8	
P6 Frispotzol tipic (EP II)	BsD	18-34	65	38	22	6	85	78	5	
	BsR	34-54	37	54	7	10	55	44	9	
	RD	54-70	37	54	7	10	55	44	9	
	Oh	7-0	64	14	44	25	14	4	21	
	AE	0-9	32	22	23	12	14	3	3	
	Bs	9-16	62	50	18	13	77	7	6	
P6 Podzol tipic (PD II)	BsR	16-29	38	32	30	7	25	13	10	
	BsR	29-49	42	43	18	6	62	51	10	
	RD	49-63	43	44	18	6	62	51	10	
	AUE	4-11	45	11	32	27	15	2	8	
	Esa	4-12	17	35	13	5	22	17	3	
	Bhs1	12-21	53	53	15	10	41	35	4	
P7 Crisocombosol ilitic (CP II)	Bhs2	21-27	30	53	18	3	85	81	3	
	BsR	27-40	28	57	7	5	90	87	2	
	BR	40-55	29	38	13	4	95	92	2	
	RD	55-70	101	16	41	24	17	6	7	
	Oh+Df	11-0	72	18	42	17	19	7	3	
	OhAu	0-10	42	21	21	12	19	5	4	
	Bs	10-16	43	49	18	4	82	78	3	
	DB+R	18-31	57	61	19	3	98	94	3	

**Tabelul 2**  
Repartiția procentuală a fracțiunilor metalelor grele din unele soluri ale Munților Bistriței

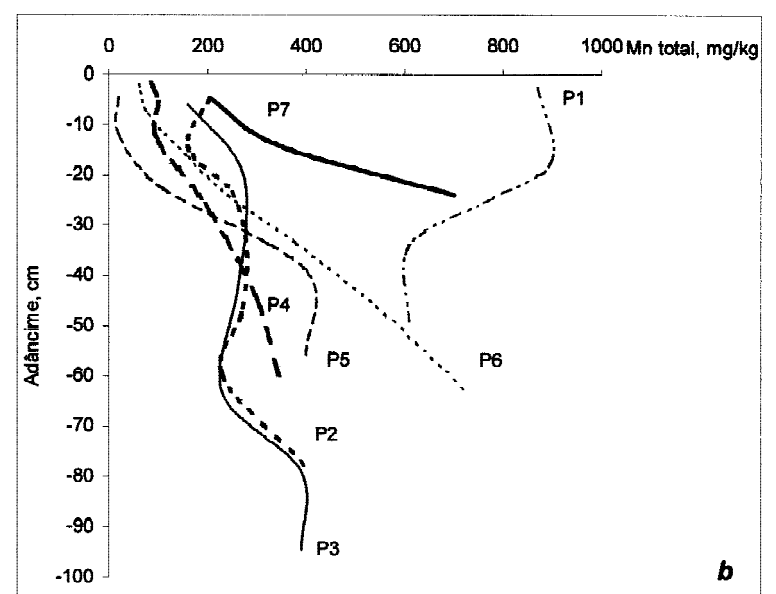
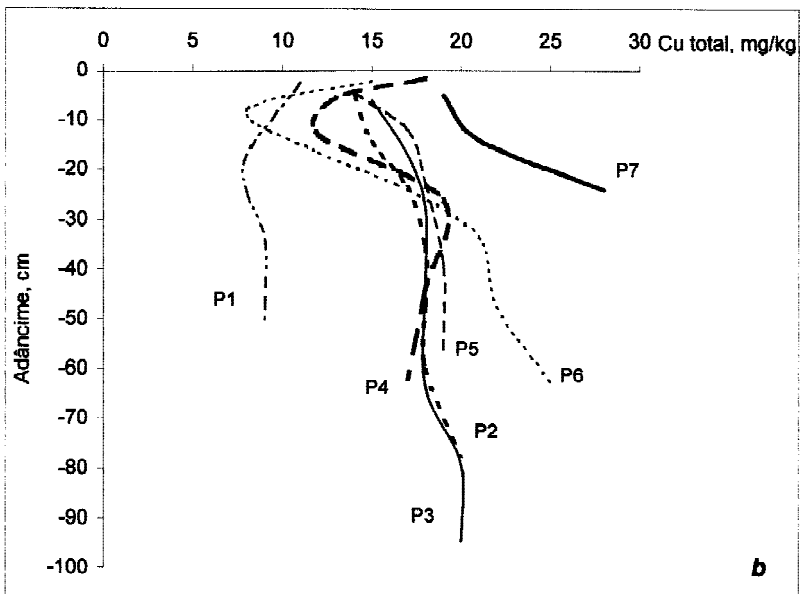
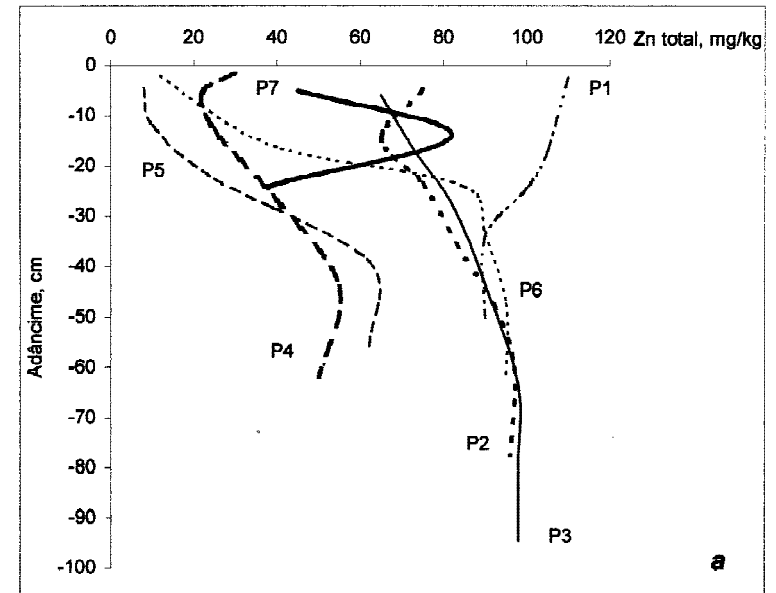
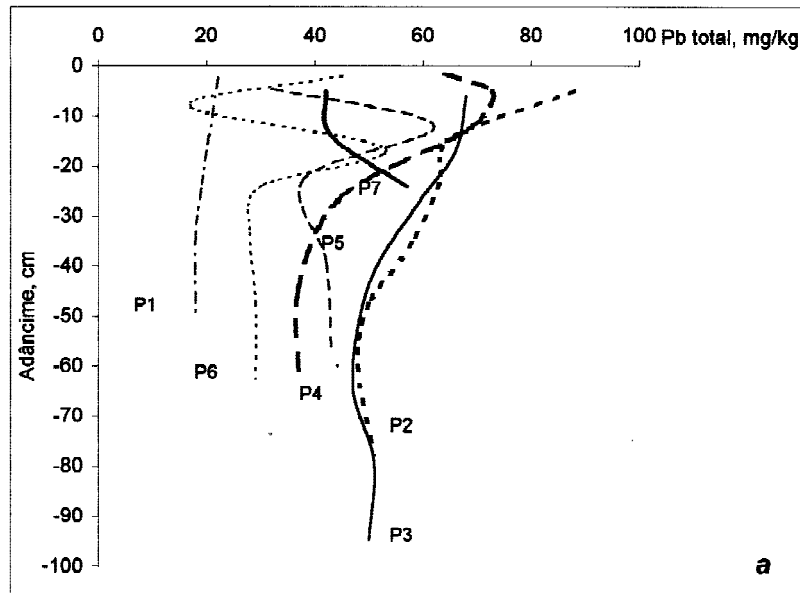
Profil	Orizont	Adânc. cm	Pb			Cu			Zn			Mn		
			% din conținutul total		mobil	% din conținutul total		mobil	% din conținutul total		mobil	% din conținutul total		mobil
			coordinat	complexat organic		coordinat	complexat organic		coordinat	complexat organic		coordinat	complexat organic	
P1 Eutricambosol tipic (EC t)	A0	0-5	27	64	9	64	27	90	5	5	68	21	11	
	AB	13-21	30	65	5	50	38	95	3	2	81	12	7	
	BA	21-28	42	53	5	20	38	97	2	1	86	10	4	
	Bv1	28-40	33	61	6	44	34	97	2	1	93	5	2	
	Bv2	40-60	33	61	6	22	34	97	2	1	93	5	2	
	Au1	0-10	15	59	26	43	28	52	25	23	37	34	29	
P2 Districambosol umbric (DC um)	Au2	10-19	29	47	19	40	13	77	15	8	66	31	3	
	AB	19-28	51	40	9	18	41	89	7	4	79	20	1	
	Bv1	28-43	45	43	12	50	39	86	12	2	75	21	4	
	Bv2	43-52	34	44	22	39	33	91	7	2	78	18	4	
	Bv3	52-68	44	40	16	61	17	93	5	2	76	22	2	
	DR	68-87	60	21	19	35	20	87	92	6	90	10	3	
P3 Districambosol prespodic (DC ep)	Oh	5-0	11	60	7	64	29	53	25	22	36	34	30	
	Au	0-12	21	54	25	33	14	77	15	8	72	25	3	
	AB	12-22	50	38	12	41	18	86	6	3	88	11	1	
	BA	22-33	42	42	16	50	11	93	6	1	80	18	2	
	Bv1	33-54	38	42	20	39	33	92	6	2	84	15	1	
	Bv2	54-73	40	40	20	61	17	93	5	2	86	13	1	
P4 Prepodzol tipic (EP t)	BC	73-85	60	20	20	35	20	93	5	2	87	10	3	
	CB	88-101	60	20	20	35	20	93	5	2	87	10	3	
	Oh	3-0	2	18	80	67	16	57	33	10	87	12	1	
	OhAu	0-3	36	42	22	38	31	59	23	18	19	80	1	
	AE	3-8	27	62	11	31	25	52	40	8	12	83	5	
	Bs	8-18	35	50	15	8	26	74	20	6	79	20	1	
P5 Prepodzol tipic (EP t)	BsD	18-34	38	49	13	53	26	80	16	4	68	30	2	
	BsR	34-54	54	19	27	50	28	80	16	4	68	30	2	
	RD	54-70	54	19	27	50	28	80	16	4	68	30	2	
	Oh	7-0	14	47	39	21	29	9	52	39	82	13	5	
	AE	0-9	22	41	37	21	29	37	37	26	80	10	10	
	Bs	9-16	50	29	21	41	24	50	30	20	80	10	10	
P6 Podzol tipic (PD t)	Bs	16-29	32	50	18	6	67	52	40	8	65	33	2	
	BsR	29-49	43	43	14	16	63	82	16	2	78	20	2	
	RD	49-63	44	42	16	63	21	82	16	2	78	20	2	
	AuE	0-4	11	71	38	13	47	18	36	46	97	2	2	
	Ea	4-12	35	35	30	37	26	77	14	9	98	1	1	
	Blle1	12-21	53	28	19	42	23	85	10	5	79	20	1	
P7 Criptopodzol fibric (CP f)	Blle2	21-27	53	27	20	18	59	95	4	1	97	2	1	
	BsR	27-40	57	25	18	19	14	97	2	1	90	9	3	
	BsL	40-55	38	45	17	77	14	97	2	1	97	3	0	
	RD	55-70	45	41	14	80	12	97	2	1	98	2	0	
	Oh+OF	11-0	16	60	24	59	35	0	96	4	74	3	23	
	Oh	7-0	18	58	24	47	16	65	19	16	44	3	53	
P8 Podzol fibric (CP f)	Oh/Au	0-10	21	50	29	26	32	89	7	4	73	5	22	
	Bs	10-18	49	42	9	62	29	95	4	1	85	6	9	
	DB+R	18-31	61	33	64	29	7	89	8	3	91	8	1	

Asfel, din punct de vedere al abundenței pedogeochemice, se poate realiza o înseriere descrescătoare în ordinea Mn-Zn-Pb-Cu, serie normală față de distribuția generală a elementelor chimice în soluri. De asemenea, se evidențiază, în special, pe elementele chimice cu afinitate față de materia organică (Cu și Pb), conținuturi mai ridicate în orizonturile organice. Afinitatea pentru materia organică rezultă și din procentul mult mai ridicat de Cu și Pb complexat organic față de procentul de Mn și de Zn care revine aceleiași fracțiuni (tabelul 2). Valorile medii ale procentului de metal greu complexat organic din conținutul total pentru cele patru elemente chimice studiate sunt de câte 43 pentru Cu și Pb, 17 pentru Mn și 16 pentru Zn.

Separate pe elemente chimice, se evidențiază grupa Cu-Pb și grupa Mn-Zn. Valorile medii procentuale pentru cele trei forme ale celor două metale grele reprezentative din fiecare grupă sunt aproximativ egale, și anume de 32-37 pentru forma coordinată, 43 pentru cea complexată organic și 20-24 pentru forma mobilă. Pentru a doua grupă (Mn-Zn), cele trei forme ale elementelor chimice sunt reprezentate de perechile de valori 77-78 pentru forma coordinată, 16-17 pentru forma complexată organic și 6-8 pentru forma mobilă. Prin urmare, se poate desprinde concluzia că în cazul Cu și Pb există un echilibru între cele trei forme ale elementelor în discuție la nivelul procentual de 34-43-20, pe când în cazul Mn și a Zn predomină, în proporție de aproape 78%, forma coordinată, celorlalte două forme revenindu-le 17% pentru forma complexată organic și numai 5% pentru forma mobilă.

Demn de semnalat este predominarea formei coordonate în probele de sol recoltate din baza profilelor, în principal din orizonturile DR, RD, CB. De cele mai multe ori, caracterul de podzolire este bine evidențiat, la nivelul orizonturilor caracteristice. Astfel, conținuturile totale, respectiv cele ale celorlalte forme ale elementelor chimice, sunt semnificativ mai mici decât conținuturile din orizonturile supra sau/și subiacente.

Distribuția pe profil a conținuturilor totale de metale grele (figurile 1 și 2) relevă o tendință semnificativă de creștere a concentrației metalelor grele o dată cu creșterea adâncimii profilului de sol. Fenomenul este evident în special la Mn (figura 2b), la toate tipurile de sol, mai puțin la Eutricambosolul tipic. La celelalte elemente chimice, în mod evident la Pb, Cu, apar inflexiuni pe curbele de distribuție la solurile din clasa Spodisoluri, datorită levigării acestor elemente chimice din orizonturile E și acumularea lor în orizonturile B, inferioare. Intensitatea ma-



**Figura 1** Distribuția pe profil a conținutului total de Zn (a) și Mn (b) din unele soluri ale Munților Bistriței

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| <b>P1</b> <i>Eutricambosol tipic</i>      | <b>P4</b> <i>Prepodzol tipic</i>    |
| <b>P2</b> <i>Districambosol umbric</i>    | <b>P5</b> <i>Prepodzol tipic</i>    |
| <b>P3</b> <i>Districambosol prespodic</i> | <b>P6</b> <i>Podzol tipic</i>       |
|   | <b>P7</b> <i>Criptopodzol litic</i> |

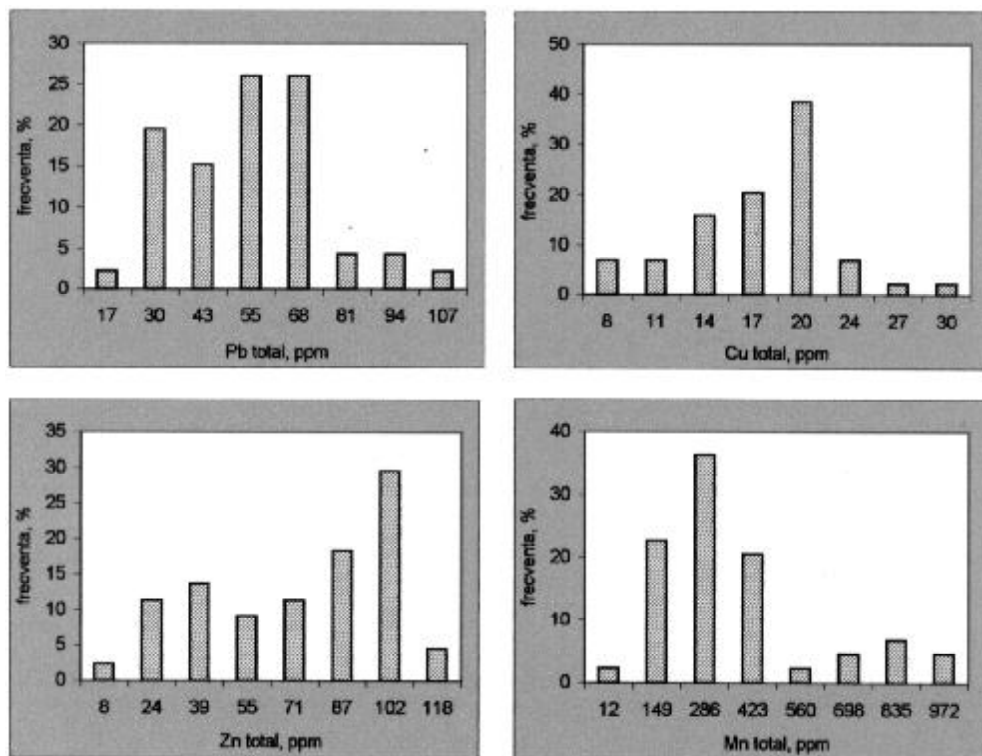
**Figura 2** Distribuția pe profil a conținutului total de Pb (a) și Cu (b) din unele soluri ale Munților Bistriței

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| <b>P1</b> <i>Eutricambosol tipic</i>      | <b>P4</b> <i>Prepodzol tipic</i>    |
| <b>P2</b> <i>Districambosol umbric</i>    | <b>P5</b> <i>Prepodzol tipic</i>    |
| <b>P3</b> <i>Districambosol prespodic</i> | <b>P6</b> <i>Podzol tipic</i>       |
|   | <b>P7</b> <i>Criptopodzol litic</i> |

ximă a fenomenului s-a înregistrat la Podzolul tipic, întâlnit la altitudinea de 1610 m.

Spre deosebire de Spodisoluri, la Cambisoluri curba de distribuție a metalelor grele este relativ uniformă, fără inflexiuni majore, cu o tendință de creștere a conținutului de metale grele spre baza profilelor.

Histogramele de frecvență, ale conținutului total de metale grele din solurile analizate (figura 3) arată o distribuție normală, cu asimetrie de stânga în cazul plumbului și al manganului și de dreapta în cazul cuprului și al zincului. Specifică ultimului element chimic este o asimetrie de dreapta mai pronunțată. Valorile caracteristice coeficienților de boltire și de asimetrie susțin aceste afirmații.



**Figura 3** Histogramele de frecvență ale conținutului total de metale grele din unele soluri ale Munților Bistriței

**Tabelul 3**

Parametrii statistici ai conținutului total de metale grele (mg/kg) din unele soluri ale Munților Bistriței

	Pb	Cu	Zn	Mn
n	46	44	44	44
$X_{min}$	17	8	8	12
$X_{max}$	101	28	110	900
$\bar{x}$	49	17	65	305
$\sigma$	20	4	31	231
xg	44	16	55	214
c.v. (%)	41	24	48	76
Me	49	17	74	255
Mo	55	18	91	212
coef. de boltire	-0,06	0,5	-1,18	0,5
coef. de asimetrie	0,37	-0,14	0,45	1,06

**Tabelul 4**

Parametrii statistici ai conținutului total de metale grele din clasele de soluri ale Munților Bistriței

Clasa de soluri	$X_{min}$	$X_{max}$	$\bar{x}$	$\sigma$	CV
<b>Pb</b>					
Cambisoluri	18	88	50	21	43
Spodisoluri	17	101	49	19	38
Umbrisoluri	42	101	63	25	39
<b>Cu</b>					
Cambisoluri	8	20	15	4	28
Spodisoluri	8	28	17	4	24
Umbrisoluri	7	28	16	9	54
<b>Zn</b>					
Cambisoluri	65	110	88	13	15
Spodisoluri	8	95	46	28	61
Umbrisoluri	26	82	52	23	45
<b>Mn</b>					
Cambisoluri	160	900	387	236	61
Spodisoluri	12	720	237	207	87
Umbrisoluri	100	700	294	246	84

Parametrii statistici ai conținutului total de metale grele (tabelul 3) evidențiază intervale largi de conținut, de până la 888 mg/kg, cum s-a înregistrat în cazul manganului, dar cu valori apropiate pentru parametrii centrului de grupare, specifici fiecărui element chimic analizat. Drept urmare și valorile coeficientului de variație rezultați sunt relativ reduse.

Datele statistice ale conținutului total de metale grele, grupate pe clase de soluri (tabelul 4), separă spodisolurile de cambisoluri prin mărimea intervalului de variație. Se remarcă valorile medii apropiate ale Cu și ale Pb. Însă valorile medii ale manganului și ale zincului sunt mai mari, aproape duble, față de valorile medii ale celorlalte două clase de sol analizate.

Abundența generală a metalelor grele, conturată cu ajutorul valorilor indicilor abundenței geochimice și pedogeochimice locale, pentru Munții Bistriței a fost comparată cu valorile indicilor abundenței geochimice și pedogeochimice regionale, specifice Zonei cristalino-mezozoice, din care Munții Bistriței fac parte. Din analiza datelor înscrise în tabelul 5 rezultă unele asemănări, dar și deosebiri, între cele două areale analizate. Astfel, se constată că toate valorile indicilor abundenței geochimice și pedogeochimice locale și regionale specifice cuprului sunt subunitare, fapt care atestă că acest element chimic are o concentrație inferioară valorii clarkice, atât în solurile din Munții Bistriței cât și în solurile din Zona cristalino-mezozoică. Spre deosebire de cupru, manganul din solurile Munților Bistriței are un conținut mai redus comparativ cu valoarea clarkică, însă superior dacă se compară cu valoarea conținutului general mediu din soluri. În schimb, în Zona cristalino-mezozoică

**Tabelul 5**  
Valorile indicilor abundenței geochimice și pedogeochimice locale (IAGL și IAPgL) specifice Munților Bistriței, comparativ cu valorile indicilor abundenței geochimice și pedogeochimice regionale, specifice zonei cristalino-mezozoice (IAGR și IAPgR)

Elementul chimic	Munții Bistriței		Zona cristalino-mezozoică	
	IAGL	IAPgL	IAGR	IAPgR
Pb	3,06	1,70	1,86	3,27
Cu	0,36	0,84	0,61	0,85
Zn	0,78	1,19	1,02	1,30
Mn	0,31	1,09	1,28	0,61

abundența manganului din soluri este superioară, valorii clarkice, dar inferioară valorii generale medii din soluri (Lăcătușu și colab., 1995).

Toate valorile indicilor abundenței geochimice și pedogeochimice specifice plumbului din solurile Munților Bistriței sunt supraunitare, atât comparate cu valoarea clarkică cât și cu valoarea medie generală din soluri. De fapt această însușire este caracteristică și Zonei cristalino-mezozoice, cu mențiunea că solurile din această zonă au valoarea IAPgR superioară valorii IAGR, și anume inversă față de mărimile IAGL și IAPgL din Munții Bistriței.

Valorile indicilor abundenței geochimice și pedogeochimice caracteristice zincului, cu o singură excepție, și anume aceea a IAGL, sunt supraunitare, ceea ce arată conținutul mai ridicat de zinc din solurile Munților Bistriței, dar și din întreaga Zonă cristalino-mezozoică. Excepția arată că, în comparație cu valoarea clarkică, concentrația zincului din solurile acestor munți este inferioară.

### 3.2. Încărcarea cu metale grele a solurilor din Munții Bistriței

În accepțiunea noastră, prin încărcare se înțelege capacitatea unui sol de a mai primi elemente chimice, pe cale antropică sau naturală, fără ca solul respectiv să înregistreze asupra sa sau să inducă efecte negative. Din contra, atunci când se constată astfel de fenomene, se petrece fenomenul de poluare.

Pentru conturarea unuia sau altuia din cele două fenomene, s-a propus (Lăcătușu, 1995) o metodă de evaluare, care a fost utilizată la acest studiu. Pentru parametrizarea fenomenelor s-au calculat valorile indicelui de încărcare/poluare (I/p), redate în tabelul 6. După, cum se observă, majoritatea valorilor sunt subunitare, în cazul tuturor celor trei elemente chimice analizate. Această constatare atestă faptul că solurile analizate sunt numai încărcate cu metale grele, nu și poluate. Cele câteva valori supraunitare sunt mici, cu puțin peste unitate, fapt care atestă o oarecare poluare nesemnificativă. De fapt, poluarea reprezintă numai 3% din totalul probelor analizate, în cazul cuprului și 9% în cazul zincului (tabelul 7).

Nivelul predominant de încărcare cuprică a solurilor din Munții Bistriței este mediu și puternic, reprezentând 78% din totalul probelor analizate. În cazul plumbului, procentele semnificative se întind de la nivelul mediu până la nivelul foarte puternic (88%), iar în cazul zincului domeniul de încărcare este și mai larg, de la încărcare slabă până la încărcare foarte puternică (81%).

Tabelul 6

Valorile indicelui de încărcare/poluare (I i/p) cu metale grele din unele soluri ale Munților Bistriței

Profil	Orizont	Adâncime cm	Indicele de încărcare/poluare (I i/p)		
			Pb	Cu	Zn
<b>P1</b> Eutricambosol tipic (EC ti)	Ao	0 - 5	0,29	0,35	0,93
	AB	13 - 21	0,29	0,31	1,05
	BA	21 - 28	0,26	0,32	1,02
	Bv <sub>1</sub>	28 - 40		0,34	0,80
	Bv <sub>2</sub>	40 - 60			
<b>P2</b> Districambosol umbric (DC um)	Au <sub>1</sub>	0 - 10	1,05	0,40	0,56
	Au <sub>2</sub>	10 - 19	0,95	0,46	0,52
	AB	19 - 28	0,84	0,56	0,64
	Bv <sub>1</sub>	28 - 43	0,82	0,65	0,76
	Bv <sub>2</sub>	43 - 52	0,67	0,64	0,83
	Bv <sub>3</sub>	52 - 68	0,11	0,67	0,91
	DR	68 - 87			
<b>P3</b> Districambosol prespodic (DC ep)	Oh	5 - 0			
	Au	0 - 12	0,66	0,32	0,38
	AB	12 - 22	0,79	0,49	0,54
	BA	22 - 33	0,76	0,57	0,67
	Bv <sub>1</sub>	33 - 54	0,68	0,63	0,81
	Bv <sub>2</sub>	54 - 73	0,67	0,67	0,95
	BC CB	73 - 85 88 - 101			
<b>P4</b> Prepodzol tipic (EP ti)	Oh	3 - 0			
	OhAu	0 - 3	0,53	0,14	0,14
	AE	3 - 8	0,74	0,18	0,14
	Bhs	8 - 18	0,77	0,32	0,17
	BsD	18 - 34	0,56	0,42	0,30
	BsR	34 - 54	0,47	0,56	0,44
	RD	54 - 70			
<b>P5</b> Prepodzol tipic (EP ti)	Oh	7 - 0			
	AE	0 - 9	0,32	0,09	0,05
	Bhs	9 - 16	0,64	0,16	0,06
	Bs	16 - 29	0,42	0,33	0,16
	BsR RD	29 - 49 49 - 63			
<b>P6</b> Podzol tipic (PD ti)	AuE	0 - 4	0,47	0,35	0,07
	Es	4 - 12	0,23	0,10	0,19
	Bhs <sub>1</sub>	12 - 21	0,62	0,33	0,31
	Bhs <sub>2</sub>	21 - 27	0,39	0,54	0,72
	BsR	27 - 40	0,45	0,93	1,09
	BR	40 - 55	0,48	1,05	1,23
	RD	55 - 70			
<b>P7</b> Criptopodzol litic (CP II)	Oi+Of	11 - 0			
	Oh	7 - 0			
	Oh/Au	0 - 10	0,34	0,18	0,20
	Bhs	10 - 18	0,47	0,52	0,56
	DB+R	18 - 31	0,68	0,80	0,29

Tabelul 7

Repartiția procentuală a nivelului de încărcare cu metale grele a unor soluri din Munții Bistriței

	Nivelul de încărcare			Poluare slabă
	foarte slab < 0,1	mediu 0,26 - 0,50	puternic 0,51-0,75	
			foarte puternic 0,76 - 1,00	
<b>Pb</b>	9,4	34,4	31,3	21,9
<b>Cu</b>	15,7	40,7	37,6	3,0
<b>Zn</b>	18,8	15,6	18,8	28,0
				9,4

Prin urmare, metalele grele din solurile Munților Bistriței au un nivel de conținut echivalent domeniului de încărcare, neavând caracter de poluare. Sursa acestor metale grele o reprezintă rocile cristaline pe care s-au dezvoltat solurile.

Această concluzie este în concordanță cu rezultatele anterioare (Lăcătușu și colab., 1995) privitoare la abundența metalelor grele în soluri din zona cristalino-mezozoică.

#### 4. Concluzii

- Abundența metalelor grele (Cu, Mn, Pb, Zn) în solurile din Munții Bistriței este apropiată de abundența generală a acestor elemente chimice în soluri formate în condiții similare.

- Conținutul total de metale grele este alcătuit din cantitatea de element chimic din structura cristalină a mineralelor (forma coordinată), din cantitatea complexată cu materia organică și din forma mobilă, liberă în soluția solului sau adsorbită la suprafața particulelor coloidale. În general, în solurile din Munții Bistriței Cu și Pb se găsesc în cantități semnificative în forma legată organic, iar Mn și Zn în forma coordinată.

- Distribuția metalelor grele pe profilul cambisolurilor este relativ uniformă, cu tendință de creștere a conținutului spre baza profilului.

- Curbele de distribuție a metalelor grele pe profilul spodisolurilor prezintă inflexiune la nivelul orizonturilor E, caracteristice fenomenului de levigare spre orizonturile subiacente.

- Metalele grele analizate au o distribuție normală cu asimetrie atât de stânga



(Pb, Mn) cât și de dreapta (Cu, Zn).

- Abundența geochemică este de tip subclarkică pentru Cu, Mn și Zn și supraclarkică pentru Pb. Abundența pedogeochemică a Mn, Pb și Zn este superioară conținutului mediu general din soluri, iar abundența Cu este inferioară acestui parametru.

- Solurile din Munții Bistriței nu sunt poluate cu metale grele. Au o încărcare diferită cu astfel de elemente chimice, de la medie la puternică pentru Cu, de la mediu la foarte puternică pentru Pb și de la slab la foarte puternic pe Zn.

### Bibliografie

1. Buracu O., 1974, Prospectarea geochemică a zăcămintelor de minereuri, *Editura Tehnică, București*.
2. Florea N., Munteanu I., 2003, Sistemul român de taxonomie a solurilor, *Editura Estfalia, București*.
3. Kabata-Pendias Alina, Pendias H., 2001, Trace Elements in Soil and Plants, *CRC Press, Boca Raton, London, New York Washington*.
4. Lăcătușu R., Ghelase Ileana, 1992, Asupra abundenței metalelor grele din sol, *Mediul înconjurător, vol.III, 4, 45-52*.
5. Lăcătușu R., Răuță C., Rîșnoveanu I., Kovacsovics Beatrice, Mihăilescu A., 1995, Abundența geogenă a metalelor grele din solurile Zonei cristalino-mezozoice a Carpaților Orientali, *Factori și procese pedogenetice din zona temperată, vol. 2, 111-118*.
6. Lăcătușu R., 1995, Metodă pentru evaluarea nivelului de încărcare și de poluare a solurilor cu metale grele, *Șt. Solului, vol, XXIX, 2, 69-80*.

## UNELE ASPECTE EPISTEMOLOGICE<sup>1</sup> ȘI APLICAREA LOR ÎN ȘTIINȚA SOLULUI

I. Munteanu  
ICPA București

### SOME EPISTEMOLOGICAL ASPECTS AND THEIR APPLICATION TO SOIL SCIENCE

#### Summary

The paper discusses the application in soil science of some epistemological methods as they are recognised in the recent developments in the philosophy of science: empirical evidence (observation), deduction and induction, hybrid models, determinism and predictability, complexity and disorder, probability, reductionism and holism, chaos and complexity.

**Key words:** epistemology, soil science.

#### Introducere

În filozofia științei (Mel Thompson, 2001), se afirmă că scopul fundamental al oricărei activități de cercetare este cunoașterea lumii fizice din care omul însuși face parte. Nu există două lucruri separate, noi și lumea. Noi, suntem parte a acestei lumi iar ceea ce numim senzații și percepții sunt acele procese care ne raportează la restul lumii. Dacă știința depinde de experiență atunci ea este dependentă de modul nostru de a vedea și de a gândi, recunoaște și memora.

Este meritul marelui filozof Immanuel Kant (1724-1804) de a fi argumentat că atunci când observă ceva, mintea noastră are o contribuție la acea experiență. Tot Kant a demonstrat că intelectul nostru nu extrage din natură legile pe care le formulează ci impune legile lui asupra

<sup>1</sup>Epistemologia – teorie și ramură a filozofiei care cercetează originea, natura și limitele cunoașterii umane (Dicț. Enciclopedic Webster, 1989) Gr. Episteme=corp de cunoștințe (Ayers, 1993; Tiles & Tiles, 1993)

naturii. În acest sens K. Popper (1994) consideră că teoriile și legile științifice sunt propriile noastre invenții, respectiv instrumente pe care le folosim în procesul de înțelegere a lumii. Ele se pot dovedi greșite și întotdeauna pot fi falsificate (modificate) și niciodată deplin sau complet probate a fi corecte.

Scopul acestei lucrări este în principiu unul teoretic, respectiv de a analiza aspectele epistemologice ale științei solului, știință prin excelență observațională și empirică puternic orientată pragmatic și utilitarist, în care specialiștii găsesc rareori timp să se aplece și asupra aspectelor filozofice ale domeniului.

În cele ce urmează se vor examina implicațiile în știința solului a principalelor metode (teorii) de cunoaștere (epistemologice) recunoscute în filozofia modernă a științei: evidența empirică (observația), deducția și inducția, modele hibride, aspecte legate de determinism și predictibilitate, probabilitatea, reducționismul și holismul, complexitatea și dezordinea, haosul și complexitatea.

### 1. Evidența empirică (observația și experimentul)

Științele fizice și biologice deci inclusiv știința solului sunt toate empirice. Aceasta înseamnă că în ultimă instanță afirmațiile lor trebuie să facă față testului observației. După J. Earman & W. C. Salmon (1999) o observație care redă trăsături testabile cum sunt mărimea și forma, culoarea și textura obiectului observat este denumită veridică. Observațiile neveridice sunt iluzorii (spre ex. iluziile optice). Argumente filozofice care provin încă din antichitate arată că nu putem fi absolut siguri că observațiile directe sunt veridice.

Totuși putem accepta că observațiile privind obiectele fizice de dimensiuni medii sunt rezonabil fiabile. Și că chiar dacă nu putem realiza certitudinea putem găsi mijloace pentru a testa veridicitatea și să facem corecțiile necesare. Conform autorilor citați mai sus se pot distinge trei categorii de entități (tabel 1)

#### Entități epistemologice (Earman & Salmon, 1999)

Tabel 1

- a) entități sau însușiri care pot fi observate direct prin simțuri fără ajutorul altor mijloace (în cazul solului aici ar fi incluse toate caracteristicile macromorfologice ale profilului);
- b) entități sau însușiri care pot fi observate numai indirect prin

folosirea unor instrumente care extind simțurile noastre (ex. observațiile micromorfologice, analizele fizice și chimice).

- c) entități care nu pot fi observate nici direct nici indirect a căror existență și natură poate fi stabilită numai prin anumite categorii de deducții teoretice sau exprimate prin formule matematice<sup>2</sup> (în cazul solului – unele calități complexe, ex. fertilitatea, regimurile hidrice și termice, unele caracteristici fizice și chimice ș.a)

Este foarte important de reținut (Mel Thompson – 2001) că în științele naturii ceea ce este prezentat ca evidență nu este observația propriu-zisă ci rezultatul experimentelor.

Experimentul creează o situație artificială care elimină factorii ce apar fără consecințe asupra entității care este examinată astfel că cercetătorul (analistul) se poate concentra și măsura o singură sau un număr mic de variabile.

Informația rezultată este mai precisă și controlată și de aceea utilă în fundamentarea unei teorii, dar ea nu reflectă ceea ce se întâmplă în lumea reală unde totul este interconectat și amestecat, cu un număr de influențe, teoretic, infinit. Nici un experiment nu va putea vreodată prezenta întreaga situație. Pentru a o putea face el ar trebui să fie la fel de mare și complex ca însăși universul. De aceea evidența experimentală este puternic selectivă și poate reflecta doar presupunerile cercetătorului sau pur și simplu performanța metodei utilizate. În această situație se găsesc totalitatea analizelor privind proprietățile solului.

În acord cu gruparea entităților menționată mai sus (tabelul 1) limbajul științific conține două categorii de termeni (J. Earman și W.C. Salmon, op.cit):

- a) vocabularul observațional ce conține expresii care se referă la entitățile (ex. orizonturi), proprietățile (ex. consistența, umiditatea) și relațiile care se pot observa între aceste entități (ex. relația consistență-umiditate);
- b) vocabularul teoretic care conține expresii ce se referă la entități, proprietăți sau relații pe care nu le putem observa ex. activitatea microbiologică, capacitatea de sehimb, s.a.

Ca și distincția dintre entități, distincția dintre termenii observaționali și cei teoretici nu este întotdeauna clară și lipsită de ambiguitate.

<sup>2</sup>Rolf Landauer, reputat fizician de la I.B.M., susține că ceea ce nu poate fi exprimat matematic nu are sens (citată B. K. Ridley, 2001)

## 2. Deducția și inducția

După W.C. Salmon (1999) toate argumentele<sup>3</sup> logic corecte aparțin la două tipuri de raționamente – deductive și respectiv inductive. O caracterizare sumară a acestor concepte este redată mai jos.

**Tabel 2**

### Caracteristicile deducției și inducției (W. C. Salmon, op. cit. p7)

Deducția <sup>3</sup>	Inducția <sup>4</sup>
1. Într-un argument deductiv valid, întreg, conținutul concluziilor este cuprins cel puțin implicit în premise. Deducția este ne-amplificativă	1. Inducția este amplificativă Concluziile unui argument inductiv au un conținut care depășește conținutul premizelor
2. Dacă premisele sunt adevărate concluzia trebuie să fie adevărată. O deducție validă este în mod necesar păstrătoare de adevăr (truth preserving)	2. Un argument inductiv corect poate avea premise adevărate și concluzii false. Inducția nu este în mod necesar păstrătoare de adevăr (truth preserving)
3. Dacă se adaugă premise noi unui argument deductiv (și nici una dintre premise nu este schimbată sau abandonată) argumentul rămâne valid. Deducția nu este supusă eroziunii (degradării) (erosion proof)	3. Premize noi pot submina complet chiar un argument inductiv puternic. Inducția nu este protejată de infirmare sau degradare (not erosion proof)
4. Validitatea deductivă este o problemă de totul sau nimic (all or nothing matter). Validitatea nu are trepte (grade). Un argument este total valid sau total invalid	4. Argumentele inductive au grade de tărie (degrees of strength) diferite. În unele inducții unele premise sprijină concluziile mai puternic decât altele

<sup>3</sup> În logică (Stephen Read, 1995). Un argument este un set de propoziții din care una constituie concluzia argumentului. Ceilalți membri ai setului constituie premisele. Pot exista una sau mai multe premise – nu se cere un număr fix. Premizele furnizează suportul pentru concluzie.

<sup>4</sup> Deducția. În logică proces de raționament în care concluzia urmează în mod necesar din premisele prezentate, astfel încât concluzia nu poate fi falsă dacă premisele sunt adevărate (Dicț. Encicl. Webster)

<sup>5</sup> Inducția. În logică: orice formă de raționament în care concluziile deși sprijinite de premise, nu derivă în mod necesar din acestea (Dicț. Encicl. Webster, 1999). În literatura epistemologică termenul este asociat cu inferența de la particular la general: cu orice fel de generalizare a particularului (Tiles Mary și Tiles J., 1993)

Aceste două procedee de raționament sunt ilustrate prin două exemple frecvent citate în filozofia științei.

**Deducția** – premise: Toți oamenii sunt muritori

Socrate este om

concluzia: Socrate este muritor

Argumentul acestei propoziții este evident o deducție validă și este ne-amplificativă (se referă numai la Socrate). Deoarece este ne-amplificativ el este în mod necesar păstrător de adevăr. Premizele suportă concluzia în totalitate, nu numai între anumite limite. A accepta premisele și a respinge concluzia înseamnă a intra în contradicție.

**Inducția** – premise: Toți corbii observați au fost negri

concluzia: Toți corbii sunt negri

Acest argument este evident amplificativ. Premiza se referă numai la corbii care au fost observați în timp ce concluzia se referă la toți corbii care au fost observați sau neobservați. Argumentul nu este în mod necesar "păstrător de adevăr" respectiv nu este protejat împotriva erodării. Apariția unui singur corb alb l-ar submina complet.

Veridicitatea deductivă sau corectitudinea inductivă nu depind de adevărul premizelor sau de concluzia argumentului. O deducție validă poate să aibă premise adevărate și o concluzie adevărată, una sau mai multe premise false și o concluzie falsă, una sau mai multe premise false și o concluzie adevărată. Nu poate exista o deducție validă cu premise adevărate și cu o concluzie falsă.

În ceea ce privește argumentele inductive deoarece ele nu sunt în mod necesar păstrătoare de adevăr (truth preserving) este posibilă orice combinație de concluzii și valori de adevăr. Aceasta înseamnă că, chiar dacă premisele sunt adevărate (și cuprind toate informațiile relevante) concluzia este doar probabilă și nu certă. După K. Popper (1992) paradoxul este acela că, cu cât mai mare este volumul de date pe care ne bazăm cu atât mai mare este posibilitatea de a apărea elemente care să infirme sau să slăbească concluzia<sup>6</sup>. Conform teoriei lui Popper nici o "lege" sau teorie științifică nu poate fi complet dovedită.

<sup>6</sup> Pentru a scăpa de acest paradox, în mod uzual datele neconforme cu teoria sau considerate nerelevante sunt eliminate prin diferite procedee (în general statistice). Această situație simplifică lucrurile dar prezintă și neajunsuri: pe de o parte neglijăm cu bună știință o bună parte din natură, iar pe de altă parte se poate întâmpla ca tocmai ceea ce am eliminat să fie nou sau important.

În cel mai bun caz ea poate să aibă un grad ridicat de probabilitate. Întotdeauna rămâne posibilitatea ca într-o zi să apară ceva care să dovedească contrariul. Fără această posibilitate teoria respectivă nu este științifică.

În practică metoda inductivă de cunoaștere este bazată pe colectarea imparțială a evidențelor-observațiilor (ex. date despre profilul de sol) sau prin elaborarea unor experimente adecvate (ex. lucrări de ameliorare a solului), astfel încât informația rezultată să poată fi examinată și trase concluziile respective. Se presupune că persoana care examinează datele are pregătirea necesară și ca teoriile, concluziile rezultate din această examinare vor fi testate față de noi date observaționale sau experimentale. Pașii care se fac sunt următorii (Mel Thompson, 2002):

- Se adună datele, și factorii nerelevanți sunt eliminați cât mai mult posibil;
- Se trag concluziile care pot conduce la formularea unei ipoteze;
- Se proiectează experimentele necesare testării ipotezei pentru a vedea dacă ea poate prezice corect rezultatele acestor experimente;
- Dacă este necesar se modifică ipoteza prin luarea în considerație a rezultatelor experimentale
- Pe baza ipotezei și a datelor experimentale aferente se formulează o teorie generală.

Acea teorie este apoi folosită pentru a face predicții pe baza cărora ea poate fi confirmată sau infirmată.

În știința solului inducția ca atare are valoare mai ales în generalizarea datelor experimentale, inclusiv analitice. Tăria concluziilor este condiționată de numărul de determinări (măsurători) sau experiențe efectuate. Totuși dacă ținem seama de observațiile lui Rusell (1988) datele inductive nu pot fi utilizate ca premise pentru stabilirea concluziilor (Mc Ginn, 2002).

Deoarece inducția este principalul tip de raționament utilizat în știința solului este necesară o prezentare mai detaliată a acestui subiect. Filozoful englez D. Hume (1711-1776) (citată de Mel Thompson, 2001) a arătat în mod convingător că dacă natura este uniformă, raționamentul inductiv lucrează foarte bine, iar dacă natura nu este uniformă acest tip de raționament este inevitabil sortit eșecului. Pe de altă parte Reichenbach (citată de W. C. Salmon, 1999) sugerează că pe lângă inducție trebuie să considerăm și alte metode de predicție a

comportării unui fenomen. Să presupunem că pentru aceasta folosim ghicitul într-un glob de cristal. Este clar că nu putem spune apriori care va fi predicția corectă, chiar dacă natura ar fi uniformă, dar nici nu putem spune apriori că nu putem.

Această se poate explica prin tabelul 3 (Reichenbach citat J. Earman și W.C. Salmon, 1990)

**Tabelul 3**

	Natura este uniformă	Natura nu este uniformă
Folosim inducția	succes	eșec
Nu folosim inducția	succes sau eșec	eșec

Problema crucială este caseta din partea dreaptă. Ce se întâmplă dacă natura nu este uniformă și nu folosim inducția? O posibilitate este să nu facem nici un fel de predicții fie că natura este sau nu uniformă, ceea ce în mod evident nu este o soluție. O altă posibilitate este de adopta o metodă neinductivă cum ar fi ghicitul în globul de cristal. Orice metodă, inclusiv ghicitul, poate produce printr-o întâmplare o predicție corectă fie că natura este uniformă fie că este neuniformă. Dar să presupunem că ghicitul în globul de cristal a lucrat bine. Atunci aceasta ar fi o dovadă importantă de uniformitate a naturii care ar putea fi slabă în mod inductiv, adică pe baza succesului celor observate de ghicitul în cristal. Astfel dacă ghicitul în globul de cristal poate produce consistent predicții corecte la fel poate face și metoda inducției. Evident ceea ce s-a spus despre globul de cristal se aplică la oricare metodă ne-inductivă. De aceea Reichenbach conchide că dacă orice metodă va avea succes în mod consistent atunci și inducția va avea succes în mod consistent. Prin contrapunere aceeași concluzie poate fi reformulată astfel: Dacă inducția nu lucrează atunci nici o altă metodă nu va lucra. Prin urmare în măsura în care ne referim la viitor – prin adoptarea metodei inductive avem totul de câștigat și nimic de pierdut.

Cea mai mare problemă a formulării de mai sus este ce se înțelege prin uniformitatea naturii. Natura nu este complet uniformă – lucrurile se schimbă. Totodată cel puțin până în prezent natura a prezentat un anumit grad de uniformitate. De ce fel grad de uniformitate avem nevoie în scopul ca argumentul inducției să aibă succes?

J. Earman și W.C. Salmon (op. cit) spun că toate eforturile făcute până în prezent pentru a găsi un răspuns satisfăcător pentru selecționarea unei reguli unice privind folosirea inducției, s-au dovedit

fără succes. Când argumentul este restrâns suficient rezultă că el nu cere numai o regulă de deducere inductivă ci o clasă infinită de reguli. Prețul pe care l-am plăti prin excluderea tuturor elementelor inductive din știință ar face știința nefolositoare pentru predicția de decizii practice.

Dealtfel Broad (1926) citat de J. Earman și W.C. Salmon, 1999 cataloga inducția drept "gloria științei și scandalul filozofiei".

### 3. Modele hibride de raționament

Atât în cadrul raționamentelor deductive cât și a celor inductive există numeroase modele hibride din care câteva sunt prezentate mai jos.

#### Modelul sau deducția nedemonstrativă (non-demonstrative inference)

După B. Russel (1988) concluziile deductive așa cum sunt ele prezentate în logica și matematică au un scop foarte limitat - Deducțiile utilizate atât de bunul simț cât și de știință sunt de un fel deosebit respectiv "deducții nedemonstrative" (non-demonstrative inferences) astfel că atunci când premisele sunt adevărate și raționamentul corect concluzia este doar probabilă, nu certă. Russel afirmă că, în mod incorect în filozofia științei discuțiile s-au limitat la investigarea inducției. Concluzia lui este că în afară de cazul când sunt circumscrise în limitele bunului simț argumentele inductive conduc mai curând la concluzii false decât la concluzii adevărate. Deși deducțiile științifice necesită principii nedemonstrabile, extralogice, inducția nu este una dintre acestea. Inducția are un rol de jucat dar nu ca premise.

În cunoașterea solului acest tip de deducție, (nedemonstrativ) este utilizat fie când facem predicții de ordin pragmatic spre ex. în cartarea solului prin extinderea observațiilor punctuale de la profil sau pedonuri la unități spațiale de sol, polipedonuri, pedotopuri, pedopeisaje, etc. Tot în această categorie par să intre recent introdusele "funcții de pedo-transfer".

#### Alte modele hibride de raționament

Următoarele trei modele, deductivo-nomologic, deductivo-statistic și inductivo-statistic au fost elaborate de C.G. Hempell (1948) citat după W.C. Salmon, 1999.

**Modelul deductivo-nomologic (Deductive-Nomological or D-N pattern)** acest model de raționament subsumează fenomenul de explicație (explanandum fact) unor legi generale ale naturii. Spre exemplu

percolarea solului de către apă este subordonată legii generale a gravitației.

**Modelul deductivo-statistic (Deductive Statistical or D-S pattern).** Principiul utilizat în acest model constă în explicarea regularităților statistice ale unui fenomen prin deducerea din legi statistice generale. Spre exemplu în arheologie și pedologie se utilizează datarea cu radio-carbon ( $C^{14}$ ) pentru stabilirea vârstei solului sau a unor artefacte arheologice. Astfel dacă un fragment de lemn găsit în sol sau materia organică a unei mostre de sol sunt găsite ca având o concentrație de  $C^{14}$  egală cu 1/4 din cea a unui lemn sau mostre de humus proaspete se deduce că acestea au o vârstă de 11460 de ani. Raționamentul este acela că perioada de înjumătățire a  $C^{14}$  este de 5730 de ani și că în două jumătăți de viață este foarte probabil ca aproape 3/4 din atomii de  $C^{14}$  s-au dezintegrat.

Explicațiile deductivo statistice (D-S) sunt foarte asemănătoare cu cele nomologice. Singura deosebire este aceea că în primul caz explicația este o lege universală iar în cel de al doilea explicația este o lege statistică iar explicatorul trebuie să conțină cel puțin o lege statistică.

**Modelul inductivo-statistic (Inductive statistical or I-S pattern).** Acest model explică aparițiile particulare prin subsumarea lor unor legi statistice, după cum modelele deductivo nomologice subsumează evenimentele particulare unor legi universale. În modelul deductivo statistic evenimentul de explicat este deductiv sigur dat fiind legitatea la care se raportează (în cazul citat rata de distrugere a  $C^{14}$ ). În explicația inductivo-statistică evenimentul de explicat are o ridicată probabilitate inductivă raportat la faptele explicative dar adăugarea unei singure premise diferite poate submina complet concluzia. În literatura filozofică este (I. Earman și W. C. Salmon, op cit) este dat exemplul cu lebedele negre. De secole, pe baza unui mare volum de observații, europenii erau convinși că toate lebedele sunt albe, dar descoperirea în Australia a unei singure lebede negre a anulat această convingere.

### 4. Determinismul<sup>7</sup> și predictabilitatea

Ca și în alte științe ale naturii în știința solului determinismul joacă

<sup>7</sup> Determinism doctrină filozofică care afirmă că tot ce se întâmplă în universul nostru este determinat de condițiile anterioare. Dacă această teză este corectă atunci fiecare sau orice eveniment din istoria universului – trecut, prezent și viitor – este, în principiu, explicat deductiv (W.C. Salmon, 1999)

un rol crucial. Practic nimic nu poate fi imaginat în afara relației cauză – efect. Acest mod de gândire și interpretare constituie fundamentul teoriei factorilor pedogenetici și nu numai. În lumea solurilor credem că totul este predictibil, începând cu efectul lucrărilor solului și încheind cu efectele schimbărilor climatice globale. Acest punct de vedere mecanicist neglijează comportamentul nelinear al factorilor biologici și climatici și își are originea în fizica Newtoniană conform căreia totul poate fi descris în termenii "legilor fundamentale" ale naturii. După matematicianul astronom Pierre Laplace (1749-1827) citat de W. C. Salmon, (1999) dacă apare un fenomen imprevizibil acesta arată existența unor anumite legi ale naturii pe care nu le cunoaștem încă.

În termeni simpli (Mel Thompson, 2001), determinismul reprezintă convingerea că tot ce se întâmplă este determinat de un lanț necesar de cauze stabilite anterior. Pe de altă parte știința sec. XX a arătat că unele fenomene din fizică (spre ex. comportarea particulelor subatomice) sau din biologie (spre ex. mutațiile genetice) par să se petreacă într-o manieră întâmplătoare. Jaques Monod în cartea sa "Șansă și necesitate" (1972) pretinde că întreg edificiul evoluției care unora le pare ca fiind produsul unui plan, poate fi pus în întregime pe seama acțiunii legilor fizicii asupra șanselor<sup>8</sup> create de mutațiile genetice.

O interpretare similară poate fi dată schimbărilor unor caractere ale solului care pot apare nu ca rezultat al unor evoluții normale ci ca urmare a unor accidente în evoluția landșaftului: vulcanism, schimbări climatice, inundații, cutremure, deplasări în masa, accentuarea depunerilor eoliene, ș.a.

W.C. Salmon (1991) arată că explicația cauzală, deterministică, este confruntată cu vechea dificultate filozofică privind natura cauzalității problemă care a fost pusă de David Hume în sec. XVIII. Problema exprimată extrem de concis este aceea că suntem incapabili de a identifica conexiunea dintre cauză și efect și de a găsi puterea secretă prin care cauza acționează asupra efectului.

În final Hume localizează conexiunea în imaginația umană, în așteptarea psihologică pe care o vedem în legătură cu efectul atunci când observăm cauza.

Hume este capabil de a găsi niște "conjuncții constante", spre exemplu între foc și căldură, dar este incapabil să găsească conexiu-

<sup>8</sup> D. Hume (1711-1776) afirmă că ceea ce omul obișnuit denumesc "șansă" este în fapt un eveniment determinat de o cauză ascunsă, necunoscută încă.

nile. El este capabil de a vedea contiguitatea (proximitatea) spațială a evenimentelor pe care le identificăm drept cauză și efect, și prioritatea temporală a cauzei față de efect spre ex. cum ar fi coliziunea bilelor de biliard – dar nu conexiunea necesară.

Pe de altă parte ar fi o serioasă eroare de a presupune că un fenomen – inclusiv din știința solului - are o singură explicație (cauză).

J. Earman și W.C. Salmon (1999) subliniază că una din slăbiciunile "concepției cauzale" este absența unei teorii satisfăcătoare a cauzalității.

## 5. Probabilitatea

Acest concept dezvoltat, pe baza analizei statistice în cursul sec. XVII<sup>9</sup> pune într-o lumină diferită problema inducției, în sensul că nu există un astfel de lucru cum ar fi certitudinea absolută, ci doar grade crescânde de probabilitate.

Acest fapt duce la o apreciere foarte diferită a determinismului, apreciere care permite ca determinismul și probabilitatea să poată opera la nivel individual în timp ce concluziile generale, statistice, se aplică doar la un număr mare de date. Aceasta duce la concluzia că ceea ce denumim "legi științifice" pot avea valoare doar în termeni de medii statistice decât în abilitatea de a prezice ceea-ce se va întâmpla în fiecare caz concret în parte. Un exemplu clasic poate fi preluat chiar din variația învelișului de sol. La modul general statistic se poate spune că în anumite condiții se va găsi un anumit sol, dar la modul concret se poate întâmpla să fie cu totul altceva. Concluzia poate fi însă extinsă și la aspectele de bonitare, comportarea la diversele tipuri de intervenții antropice etc. În consecință apare important ca la toate lucrările de studii pedologice să fie precizat gradul de probabilitate (asigurarea în termeni tehnici) pe care îl oferă informația prezentată (hărți, texte, tabele ș.a).

Este esențial ca într-un domeniu cu o atât de mare variabilitate cum este solul să reținem că rezultatele analizei statistice arată

<sup>9</sup> Teoria modernă a probabilității își are originile în sec. XVII. Legenda spune că un faimos om de lume, Chevalier de la Mére, a pus unele întrebări filozofului matematician Blaise Pascal în legătura cu șansa la jocul de noroc. Pascal a comunicat problema matematicianului Pierre de Fermat. Studiul serios al teoriei matematice a probabilității a început însă în jurul anului 1660, în care Pascal și Fermat împreună cu Christian Huygens au jucat un rol crucial (citat din Hacking, 1975 de către J. Earman și W. C. Salmon, 1999)

tendențele de legitate a datelor și să admitem, indeterminismul la nivelul fenomenului individual pe care îl studiem. În argumentarea pentru o valoare generală a datelor nu este necesar să pretindem (să precizem) ce se va întâmpla într-un anumit loc în orice situație, ci numai să estimăm probabilitatea că ceva se va întâmpla.

### Calculul probabilității

Teoria generală a probabilității denumită în filozofia științei "Bayesianism" după numele matematicianului Thomas Bayes (1702 – 1761) demonstrează că probabilitatea este o posibilitate care poate fi calculată matematic. Nu se intenționează expunerea aici a modului de calcul al probabilității care după cum se știe formează un capitol distinct din matematică. După Mel Thompson (2001) la modul cel mai simplu problema se pune astfel: Dacă o persoană rațională crede că un eveniment "x" poate avea loc în aceeași măsură ca și unul "non X" atunci suma probabilităților celor două evenimente opuse este egală cu 1. Dar estimarea Bayesiană face un pas mai departe și stabilește care evidență poate fi luată în considerare spre a schimba această convingere. În fapt o singură abatere "y" nu va putea în mod automat respinge toată convingerea privind "x". În acest caz se admite mai curând că "x" va avea o probabilitate proporțională egală cu acceptarea ambelor "x" și "y". Cu alte cuvinte aceasta înseamnă să nu-ți schimbi părerea (convingerea) și să regândești întreaga concepție cu fiecare nouă abatere evidentă pe care o întâlnești, ci să o moderezi la scară luând în considerație noua evidență. Spre ex. dacă dintr-un număr de date (ex. profile de sol) o parte se dovedesc de alt tip decât majoritatea, asta nu înseamnă că trebuie să schimbăm denumirea unități de sol ci să admitem că are o puritate mai redusă, proporțională cu numărul de profile care nu aparțin tipului de sol dominant, care pot fi menționate ca incluziuni.

Generalizând ideea, rezultă că dacă avem o teorie "X" care prezice că va apare "Y", gradul în care evidența pentru "Y" confirmă teoria "X" va depinde de probabilitatea că "Y" va apărea oricum chiar dacă teoria "X" este greșită. În cazul ultimei situații teoria "X" nu este bine confirmată de acea evidență chiar dacă a prezis-o. Dar dacă "Y" este extrem de improbabil să apară, exceptând cazul că "X" este corect, atunci această apariție oferă foarte puternică confirmare.

### 6. Reducționismul și holismul

În filozofia științei abordarea reducționistă vede realitatea în cele mai mici componente ale unei entități complexe – spre exemplu plantele

și viețuitoarele inclusiv solul nu sunt altceva decât atomii din care sunt constituite.

Abordarea holistică examinează însă realitatea entității complexe și mai puțin părțile ei componente. În știința solului se utilizează ambele abordări, dar la niveluri diferite. Reducționismul este folosit pentru înțelegerea alcătuirii solului prin separarea de entități din ce în ce mai simple, de la faze (solidă, lichidă și gazoasă), orizonturi și agregate structurale până la compoziția chimică a părții minerale și organice. Cu alte cuvinte totul, inclusiv condițiile pedogenetice, procesele fizice, chimice și biologice sunt analizate și măsurate separat.

Abordarea holistică explorează modul în care diferite entități individuale lucrează împreună, fapt care depinde de complexitatea organizării lor, respectiv integrează datele obținute pe cale reducționistă. Spre exemplu fertilitatea solului este în esență o însușire holistică în sensul că integrează anumite caracteristici ale solului care nu pot fi obținute decât prin reducționism. În același plan se situează și numeroase alte funcții ale solului în ecosistemele naturale spre exemplu reciclarea reziduurilor minerale și organice stocarea și filtrarea apei și altele.

Mel Thompson (2001) arată că din punct de vedere al scopului general al științei, reducționismul are o importanță fundamentală deoarece el a pus accent pe evidență ca bază a cunoașterii fapt care a dus la dezvoltarea științei moderne. Totuși reducționismul nu este singurul mod de a înțelege realitatea. Așa după cum se va arăta mai departe sunt situații când entitățile examinate, în cazul nostru solul, necesită să fie considerate mai curând din perspectiva complexității lor decât din punct de vedere al părților constituente.

### 7. Complexitatea și dezordinea

Conform celei de a II-a legi a termodinamicii în univers există o creștere graduală a întâmplării și dezordinii, totul cheltuiește în mod gradual energie și se dezorganizează. Se argumentează că acest proces are loc numai în sistemele închise. În sistemele deschise adaptive cum sunt sistemele biologice, inclusiv solul, are loc un schimb continuu de materie și energie cu mediul din care fac parte și din care preiau energie. Complexitatea solului este menținută (Smeck și col., 1992, N. Florea, 1983, Munteanu, 2003 ș.a.) tocmai pentru că solul este constant în contact și relații de schimb de materie și energie cu mediul înconjurător. Așadar deși există o descreștere continuă, universală a energiei asociată cu creșterea entropiei (dezordinei) în același timp există "pungii"



insule de creștere a complexității. Principiile care determină funcționarea unei entități complexe apar numai la niveluri ridicate de complexitate și nu la niveluri inferioare. Cu alte cuvinte niciodată nu vom putea cunoaște complet comportarea solului doar din analiza unei mici părți din materialul de sol. Studiul complexității este complet opus abordării reduționiste. Funcționarea unei entități complexe cum este solul poate fi corect înțeleasă numai dacă este privită în întregul ei și nu pe fragmente izolate (particule minerale, elemente structurale, orizonturi etc.).

### 8. Haosul și complexitatea

Atunci când considerăm probabilitatea se iau în considerare un număr mare de evenimente (date) din care se extrag concluzii statistice. Prin contrast, teoria haosului se referă la implicațiile la scară mare datorate schimbărilor la scară mică.

Această teorie explorează modul în care o schimbare minoră poate duce la efecte radical diferite făcând predicția imposibilă. Deși formulată de H. Poincare (1913) la începutul sec. XX (citată din Bakker și Gollub, 1992) această teorie a căpătat o expunere populară<sup>10</sup> abia prin lucrările lui Edward Lorentz (1960)<sup>11</sup> care a observat efectele turbulenței în sistemele dinamice cum sunt cele de predicție meteorologică. În aceste sisteme orice mică schimbare este amplificată din nou și din nou ceea ce face imposibilă prevederea rezultatului final. În problemele epistemologiei solului aplicațiile teoriei haosului au fost abordate de Huddleston (1992) iar în literatura românească de I. Munteanu (2002).

Teoria complexității este asociată în mod obișnuit cu numele lui Ilya Prigogine (1990) și are implicații privind înțelegerea multor domenii cum este spre exemplu evoluția. Această teorie se referă la studiul structurilor complexe, ordinii și stabilității. Lumea este plină de astfel de structuri printre care se numără evident și solul. În aceste structuri, schimbări mici (în cazul solului N. Florea (1990) le denumește "infiniții mici") se pot acumula într-un astfel de mod încât pot determina modificări majore care înglobează un mare număr de modificări individuale (spre ex. acumularea continuă de mici cantități de argilă iluvială determină formarea orizontului Bt).

<sup>10</sup>Ed Lorentz descrie haosul ca o "sensibilitate față de condițiile inițiale" și a formulat cea mai populară imagine a acestuia "O baterie de aripi a unui fluture în Brazilia, poate provoca o tornadă în Texas"

<sup>11</sup>Citat de Ridley 2001

### Concluzii

Examinarea aplicării unor concepte epistemologice în știința solului relevă că în acest domeniu pot fi utilizate, cu valoare diferită, toate modelele de cunoaștere analizate: evidența empirică (observația), deducția și inducția, modele hibride de raționament, determinismul și predictibilitatea, probabilitatea, reduționismul și holismul, complexitatea și dezordinea, haosul și complexitatea.

### Bibliografie

- Ayers M., 1993. Locke Epistemology & Ontology Routledge / Ted Handrick ed. 431 pp
- Earman J., Salmon, C.W., 1999. The confirmation of Scientific Hypotheses 62 pp in "Introduction to the Philosophy of Science" Salmon W.C. Earman, J. Glymour, C., Lennox, G.J., Mc Guire, J.E., Norton, D.J., Schaffer, F.K., Hackett eds Publishing Company Indianapolis - Cambridge
- Florea, N., 1983. Abordare sistemică a stocării apei în sol pe baza unui model dinamic. Anale ICPA, vol. XLV, pp. 155-171.
- Florea, N., 1996. The annual pedohyths - The essential link in the process of soil formation and evolution, Rev. Rom. Geogr. T. 40, pp. 103-111.
- Mc Ginn Collin, 2002. Knowledge and reality Selected essays, Clarendon Press - Oxford pp. 330
- Munteanu I., 2002. Soil Genesis and Chaos Theory, in Știința Solului 1/2002 vol XXXVI, pp 53-60
- Popper K, 1994. Objective Knowledge, An Evolutionary Approach, Clarendon Press, Oxford
- Popper K., 1992. In search for a better world. Routledge, London and New York pp. 245
- Prygogine Y. and Stenger Isabelle, 1990. Order out of chaos Man's dialogue with nature, Flamingo London, 349 pp
- Read St., 1995. Thinking about logic An introduction to the philosophy of logic, Oxford University Press, Oxford, New York, 262 pp
- Ridley B. K., 2001. On science, "Routledge London & New York 224 pp
- Russel B, 1988. My philosophical development Routledge. London 207 pp
- Salmon, W., 1999. Scientific Explanation 35 pp in "Introduction to the Philosophy of Science" Salmon W.C., Earman, J., Glymour J.C., Lennox, G.J., Mc Guire, J.E., Norton, D.J., Schaffer, F.K., Hackett eds Publishing Company Indianapolis - Cambridge
- Smeck, E.H., Runge E.G.A., and Mackinstosh, EE, 1983. Dynamic and genetic modelling of soil systems, in Wilding, L.P., Smeck. E.N., Hall, F.G. eds. "Pedogenesis and Soil Taxonomy", Elsevier, Amsterdam
- Thompson Mel 2001. Philosophy of Science; Teach yourself Series Book point. London Mc. Graw - Hill New York, 194 pp.
- Tiles Mary, Tiles J., 1993. An introduction to historical epistemology The Authority of Knowledge, Blackwell - Oxford UK&Cambridge USA 223 pp.
- \*\*\* - Webster Enciclopedic Unabridged Dictionary of the English language Grammercy Books New York/ New - Jersey, 1854 pp.

## ANIVERSĂRI

### PROFESORUL EMERIT DR. NICOLAE BARBU LA A 80-A ANIVERSARE

Profesorul Nicolae Barbu se detașează ca o personalitate didactică și științifică de înaltă clasă, de o moralitate deosebită, de o disciplină exemplară și de o modestie remarcabilă, care și-a dedicat întreaga viață profesiei și instruirii a noi generații în tainele cunoașterii naturii.

S-a născut la 18 noiembrie 1924 în satul Stâncășeni, comuna Obârșeni (astăzi Voinești), din fostul județ Tutova (astăzi Vaslui), fiind cel de-al treilea din cei nouă copii ai familiei Adela și Neculai Barbu. Părinții proveneau din vechea răzeșime tutoveană, iar această descendență n-a fost uitată niciodată, ba dimpotrivă a fost și este mereu amintită. La aniversarea a 75 de ani, acad. Valeriu D. Cotea arăta că "în climatul familial s-a obișnuit de mic nu numai cu munca, dar mai ales cu cinstea, demnitatea, dreptatea și adevărul", virtuți care l-au însoțit pe parcursul vieții sporind în intensitate pe măsura trecerii timpului. De altfel, munca foarte ordonată a fost pilonul central pe care s-a construit întregul edificiu al existenței sale.

Copilăria și-a petrecut-o în localitatea natală, unde deprinde și primele slove, urmând școala primară între 1930-1937. Desprinderea de meleagurile natale se produce inevitabil, fiind înscris la Școala Normală de Învățători din Bârlad, pe care a absolvit-o în 1945. La Școala Normală îl are ca profesor de geografie pe Victor Apostoleanu, cel care-și pune amprenta pe ceea ce avea să urmeze și-i va marca destinul. În anul încheierii celui de al II-lea război mondial obține și Diploma de bacalaureat la Liceul teoretic din Vaslui. Tânărul absolvent de liceu "prinde curaj" și se înscrie la Facultatea de Științe (Geografie și Geologie) din Iași, Secția Geografie, pe care o finalizează în anul 1949, diploma de absolvire fiind obținută în anul 1950.

Pe timpul studenției obține un post de pedagog la Școala Normală "Vasile Lupu" din Iași, iar după terminarea facultății este numit prepara-

tor la Universitatea din Iași, secția de geografie pe care o terminase ca șef de promoție. Deși vremurile erau tulburi iar epurările din învățământul superior, pe criterii politice atinseseră apogeul, fiind îndepărtate nume de rezonanță din geografia românească precum Mihai David și Gheorghe Năstase, tânărul preparator se angajează într-o activitate intensă, conturându-se progresiv personalitatea unui cadru didactic valoros, deși ascensiunea în parcurgerea treptelor universitare n-a fost deloc ușoară.

A parcurs pe rând toate treptele universitare: preparator (1950 - 1952), preparator principal (1952 - 1955), asistent (1955-1957), lector (1957-1975), conferențiar (1975-1982), profesor (1982-1987). În vara anului 1987 se pensionează la cerere, dar după 1989, când sistemul universitar se deschide, este numit profesor consultant (ianuarie 1990), în același an devenind și conducător de doctorat.

În cele aproape patru decenii de activitate didactică s-a remarcat printr-o ținută academică, înaltă, profesionalism desăvârșit, intuiție pedagogică, tact și echilibru, fiind unul dintre cei mai apreciați profesori ai timpului său, chiar dacă era însoțit de nume mari ale geografiei ieșene: Constantin Martiniuc, Vasile Băcăoanu, Ion Gugiuman, Ion Sârcu, Ion Șandru, Ioan Donisă, Ion Hârjoabă și mulți alții.

Calitățile didactice de excepție și nivelul științific ridicat al tuturor activităților specifice au fost recunoscute și apreciate de către toate seriile de studenți, astăzi fiind încă un reper din acest punct de vedere, foarte greu de atins sau de depășit. Dragostea și credința pentru profesia pe care a îmbrățișat-o, pasiunea și statornicia dovedite în timp au fost răsplătite de titlurile de "profesor universitar evidențiat" și "profesor emeritus" conferite de minister și universitate, la care se adaugă și alte câteva diplome de excelență și de onoare dobândite după o carieră didactică de excepție, care nu pot fi decât o palidă recunoaștere a meritelor profesorului Nicolae Barbu.

Generații de-a rândul de studenți s-au bucurat de privilegiul de a-l avea ca profesor, visând să îi poată călca pe urme în această profesie. Claritatea expozeului, logica desăvârșită, stăpânirea perfectă a metodologiei și instrumentelor specifice, profesionalismul înăscut și ținuta didactică de mare acuratețe constituie realități certe, care constituie cu siguranță un model de urmat.

Dascălul și pedagogul s-au interferat însă cu omul de știință și creatorul de școală. Încă din anii de studii universitare pasiunea pentru geografia fizică constituie o certitudine. Având privilegiul de a lucra și colabora cu ilustrul său înaintaș Nicolae Bucur, impresionat fiind de profesionalismul magistrului, dar și atras de personalitatea acestuia, tânărul cadru didactic descoperă un nou domeniu de interes, ce nu avusese

un mare succes la Iași. Printr-o activitate exemplară se edifică specialistul în știința solului, situată la intersecția dintre științele vieții și ale pământului cu cele agronomice.

Nicolae Barbu reușește să contureze și mai apoi să conducă la Iași o școală de pedologie și pedogeografie, astăzi recunoscută ca cea mai valoroasă din mediile universitare din România. Acestui domeniu, profesorul Barbu i-a consacrat cea mai mare parte din activitatea științifică, muncind neostenit, de multe ori într-un anonim aproape total, discret. Școala ieșeană de pedologie, are un făuritor și un solid reper științific în persoana profesorului Nicolae Barbu.

**Activitatea științifică** a profesorului Nicolae Barbu este autentică și de mare valoare. Opera științifică se concretizează într-un număr de 195 lucrări științifice, din care 150 publicate (9 peste hotare în Polonia, Elveția, Republica Moldova), la care se adaugă alte 23 de comunicări științifice și 22 documentații de contract depuse la diverși beneficiari, dar și contribuțiile la elaborarea Hărții solurilor României la scara 1:1.000.000 (1964) și 1:200.000 (1963-1994) și la Harta solurilor Moldovei în Atlasul geografic informatizat al Moldovei (1998).

Contribuțiile științifice reflectă varietatea preocupărilor care au cuprins domeniul de larg interes precum geomorfologia, climatologia, hidrologia, biogeografia, paleogeografia, dar și studii pedologice, pedogeografice, de geografie regională sau cele complexe.

Studiile geografice de complexitate privesc diferite regiuni ale țării: Obcinile Bucovinei, Podișul Moldovei, Coasta Moldovei, pintenul deluros Copălău-Cozancea, fostele raioane Panciu și Pașcani, "Fața Prutului", cât și probleme de maxim interes precum resursele bio-pedo-climatice ale României, poziția geografică și cadrul natural al podgoriilor din România ș.a.

Pentru uz didactic a publicat cursurile de Geografia solurilor, în două ediții succesive (1966, 1974) și pe cel de Geografia solurilor României (1987). Această ultimă contribuție rămâne și astăzi o lucrare de referință pentru pregătirea studenților geografi, chiar dacă sistemul de clasificare și terminologia solurilor s-au modificat.

Studiile paleogeografice se referă la evoluția Obcinilor Bucovinei, Podișului Sucevei și a Podișului Moldovenesc, iar cele geomorfologice se extind atât ca arie de cuprindere cât și ca gamă de preocupări, referindu-se la piemontul de contact dintre Obcinile Bucovinei și Podișul Sucevei, alunecările de teren, tipizarea versanților, studiul reliefului și al unor procese geomorfologice actuale în diferite regiuni montane subcarpatice și de podiș.

Studiile climatologice și hidrologice au în vedere analiza unor ele-

mente climatice în teritoriul carpatic, cât și particularitățile bazinului hidrologic al Bahluiului.

În domeniul pedologiei și pedogeografiei contribuțiile sunt extrem de numeroase și tot pe atât de valoroase. Cercetarea pedologică începe cu studiul unor soluri fosile pe depozite loessoide în Depresiunea Jijia-Bahlui și continuă cu cercetări ale unor soluri actuale din împrejurimile Iașului și Bacăului, din valea Siretului, din județul Vaslui și din Câmpia Colinară a Moldovei, în primii ani ai deceniului 8 din secolul trecut. Începând cu anul 1976 începe "marea aventură montană". Timp de 20 de ani, a condus, supervizat sau inițiat cercetări complexe asupra solurilor din Carpații Orientali, lipsiți la acea dată de orice studiu pedologic. Având câte ceva din vitalitatea și abnegația tinerilor, înzestrat cu solide cunoștințe geografice și pedologice, dispus permanent la efort și fără a face rabat de la munca de calitate, profesorul Nicolae Barbu a construit o echipă, cu un nucleu din câțiva pedologi-geografi (merită a fi amintiți aici ilustrul dispărut Gheorghe Lupașcu, apoi subsemnatul, mai târziu, Eugen Rusu) completat, în funcție de specificul cercetărilor de botaniști (Nicolae Ștefan, Teodor Chifu), geologi (Liviu Ionesi, Alexandrina Barbu), chimiști (Maria Toderiță Bucureșteanu, Carmen Donisă).

Ceea ce la început părea a fi o cercetare de rutină, s-a transformat progresiv într-un adevărat crez științific și așa au căzut rând pe rând Hăghimașul, Munții Bicazului, Stânișoara, Munții Bistriței, Rarăul, Giumalăul, dar și Obcinile Bucovinei, Suhardul, Maramureșul și parțial Rodna, pentru a ne întroace apoi când în Ceahlău, când în Goșman și Tarcău, fără a uita Munții Ciucului, Nemira și Berzunțiu.

Rezultatele științifice ale acestei perioade au avut ca finalitate o serie de lucrări de sinteză pedologice (Considerații fito-pedologice și ameliorative asupra munților mijlocii din România) și pedogeografice (Considerații pedogeografice generale asupra Carpaților Românești, 1984; Regionarea pedogeografică a teritoriului României, 1988). De asemenea, ele au fost sintetizate cartografic în Hărțile solurilor României, scara 1:200.000, îndeosebi pentru ariile montane din Carpații Orientali.

Alte contribuții au întregit paleta preocupărilor de pedologie și de pedogeografie, prin lucrări de largă cuprindere și amplă viziune precum Vârsta solurilor din Podișul Moldovei, Raporturi pedogeomorfologice în Câmpia Moldovei. Regionarea solurilor din Depresiunea Jijia-Bahlui, Regionarea pedogeografică a Podișului Moldovenesc, Solurile Podișului Moldovenesc ș.a.

Preocupările cu caracter pedologic și pedogeografic au fost materializate și printr-o serie reprezentativă de lucrări cu caracter teoretic. Etapele principale de dezvoltare a studiilor despre sol din România,

Solul ca obiect de studiu al Geografiei, Pedogeografia românească – realizări și perspective ș.a.

Contribuțiile științifice ale profesorului Nicolae Barbu nu se opresc însă aici. Nu putem omite aportul Domniei sale la apariția *Dicționarului Geografic de la A la Z*, sau capitolul **Solurile** din *Geografia României*, vol I, 1983, dar nici lucrările de sinteză din anii din urmă, elaborate împreună cu acad. prof. dr. Valeriu D. Cotea, cu referire la unele podgorii din Vrancea (Panciu, Odobești, Cotești, Ivești, Nicorești) și Moldova de mijloc (Cotnari), cât și lucrarea de anvergură **Viile și vinurile din România**.

Din lista publicațiilor științifice punctez doar trei lucrări de anvergură, dar de mare impact: **Obcinile Bucovinei**, apărută la Ed. Științifică și Enciclopedică în 1976 (teză de doctorat susținută la Cluj, în anul 1972), **Podișul Moldovei**, în colaborare, apărută în 1980 la Ed. Științifică și Enciclopedică și **Geografia Municipiului Iași**, 1987. Pe lângă faptul că toate cele trei lucrări au fost premiate de Academia Română, în 1976, 1980 și 1987, poate mai importantă este larga circulație a acestor opere.

Recunoașterea valorii incontestabile și a activității științifice de excepție sunt marcate de alegerea Profesorului Nicolae Barbu ca membru al unor societăți științifice ca: Societatea Română de Geografie, Societatea Națională Română pentru Știința Solului, Societatea Internațională pentru Știința Solului, Asociația Oamenilor de Știința din România, precum și membru în comitete de redacție a multor publicații.

Ar mai fi multe de adăugat, căci activitatea de o viață a unui ilustru slujitor al învățământului superior geografic și admirabil cercetător poate fi cu greu surprinsă doar în câteva cuvinte, fie ele cu grijă alese și frumos meșteșugite.

Profesorul Nicolae Barbu este pentru cei care l-au cunoscut cu adevărat *"Un om între oameni"*, desăvârșit didact, conducător de doctorat, cercetător, colaborator și prieten adevărat. Cu toții dorim ca spirijinul său veșnic tânăr și modelul riguros de viață pe care l-a urmat cu credință să constituie un imbold "pururea întineritor", pentru continuarea și ridicarea geografiei românești acolo unde îi este locul. De aceea, în loc de încheiere, îi adresăm un simplu și sincer "La Mulți Ani!" și îi dorim putere de muncă și noi realizări în toate planurile.

**Prof. dr. Constantin RUSU**  
**Facultatea de Geografie și Geologie, Iași**

## DR. IOAN MUNTEANU LA 75 DE ANI

La 14 septembrie 2004, dr. Ioan Munteanu, membru titular al ASAS, președinte al Societății Naționale Române pentru Știința Solului (SNRSS) a împlinit frumoasa vârstă de 75 de ani, aflându-se în plină activitate creatoare științifică și organizatorică în domeniul pedologiei, în cadrul Institutului de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie și al SNRSS.

Ca o recunoaștere a realizărilor de excepție obținute în cei 55 de ani de activitate neîntreruptă în domeniul științei solului aniversarea celor 75 de ani a fost marcată prin acordarea în cadru festiv a titlului științific de "Doctor honoris causa" de către Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară (USAMV) a Banatului din Timișoara în ziua de 18 noiembrie 2004 și a fost sărbătorită prin organizarea unei Sesiuni științifice omagiale pe 19 noiembrie 2004 de către USAMV a Banatului, SNRSS – filiala din Timișoara și Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie din București cu tema "Probleme actuale ale utilizării, conservării și protecției resurselor de sol", temă ce a constituit o preocupare de bază a celui sărbătorit.

Aceste evenimente academice și caracterizarea bogatei activități a pedologului Ioan Munteanu vor fi publicate în numărul următor al revistei Știința Solului. În numele tuturor pedologilor români aducem colegului dr. Ioan Munteanu urări sincere de sănătate și succese și dorim energie pentru a contribui și pe mai departe la dezvoltarea pedologiei românești.

**Redacția**

## NATURALIST REPUTAT ACAD. ANDREI URSU LA 75 DE ANI

Creația științifică a marilor cercetători este o manifestare a unei mentalități neobișnuite, a felului lor de a fi, a atitudinii față de natură, oameni și viață. Pe astfel de cercetători îi cunoști după stilul lor de gândire, după o oarecare lumină lăuntrică, care se revarsă peste lucrările lor științifice. Sub acest aspect, Academicianul Andrei Ursu este de o factură deosebită, un cercetător cu multiple interese științifice, manifestându-se ca pedolog, geograf și ecolog. La 30 Decembrie 2004 a împlinit 75 de ani de la naștere și 51 de ani de activitate științifică, didactică și obștească.

S-a născut în orașul Strășeni, județul Lăpușna. A urmat cursurile Universității de Stat din Moldova, Facultatea de Geologie și Pedologie, încheindu-le o teză de licență privind solurile din sudul Moldovei. După absolvire, a lucrat timp de 33 de ani la Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie "N. Dimo" din Chișinău, din care 17 ani ca director adjunct științific și 4 ani ca director al institutului și ca director general al Societății Științifice de Producție "Fertilitatea" din cadrul acestui institut. În 1964 a susținut teza de doctor în geografie, iar în 1979 teza de doctor habilitat în biologie. În 1984 a fost ales membru corespondent al Academiei de Științe a Moldovei, iar în 1989 devine membru titular. În perioada 1986 – 1999 a fost coordonator al Secției de Științe Biologice și Chimice ale Academiei. În 1990 organizează în cadrul Institutului de Geografie al Academiei un Laborator de geografie și evoluție a solurilor. A fost timp de 15 ani membru al Consiliului Societății Unionale a Pedologilor din fosta URSS, iar din 1996, de la înființarea acesteia, este președintele Societății Naționale a Moldovei de Știința Solului. Este membru de onoare al Academiei de Științe Agricole și Silvicultură din România, Om Emerit al Republicii Moldova, laureat al Premiului de Stat al Republicii Moldova, a fost distins cu ordinul "Gloria Muncii" și cu medalia "Dimitrie Cantemir", este din 1994 membru de onoare al Societății Naționale Române de Știința Solului și din 2000 al Societăților Pedologilor Rusiei.

A desfășurat o activitate amplă de cercetare pe teren a condițiilor naturale și a învelișului de soluri din diferite zone ale țării, concretizată în calitate de coautor în monografiile "Raionarea agro-pedologică a Moldovei" (1965), "Condițiile naturale și geografia solurilor Moldovei" (1977), "Microraiionarea pedologică a Moldovei" (1980), lucrare distinsă de Academia Unională de Științe Agricole cu premiul Viliams, monografia "Solurile Moldovei" (3 volume, 1984 - 1986). Editarea acestor opere a fost și rămâne un eveniment de importanță majoră în știința solului din țară, și nu numai. Ele sunt pentru a ne exprima alegoric, zestrea solurilor Moldovei. În anii următori este coautor al monografiilor "Atlasul solurilor Moldovei" (1988), "Conservarea solurilor în condițiile agriculturii intensive" (1996), "Degradarea solurilor și deșertificarea" (2000). Publică de asemenea, ca singur autor, "Pământul, principala bogăție naturală a Moldovei" (2000), "Evoluția nomenclurii și problema clasificării solurilor în pedologia contemporană" (1998), "Clasificarea solurilor Republicii Moldova" (ed. I 1999, ed. a 2-a 2001). În prezent, academicianul Ursu este preocupat în continuare de problemele genezei solurilor, de computerizarea sistemului de caracterizare a solurilor, de cercetarea și evaluarea stării actuale a învelișului de soluri în corelare cu problemele ecologice și de protecție a mediului. A descris pentru prima dată în țară vulcanii noroiși.

Îl cunosc bine deoarece am activat împreună pe parcursul a 12 ani în Institutul "N. Dimo", iar în ultimii ani în prezidiul Societății Naționale de Știința Solului. Este om de rară cultură, cumpătat la caracter, posedă o fenomenală memorie, recită cu patos o mulțime de poezii, inclusiv din repertoriul marelui actor român Constantin Tănase, este un bun cunoscător al folclorului român.

Cu prilejul jubileului, îi dorim academicianului Andrei Ursu multă sănătate, noi realizări științifice, să rămână în continuare activ, așa cum îl cunoaștem noi, colegii și prietenii.

**Grigore Stasiev**  
**Universitatea de Stat din Moldova**

## REMEMBER

**PATRU DECENII DE LA CEL DE-AL VIII-LEA  
CONGRES INTERNAȚIONAL DE ȘTIINȚA SOLULUI  
(1964)**

**N. Florea**

*Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, București*

S-au împlinit în acest an patru decenii de când a fost organizat cu deosebit succes la București, în perioada 31 august – 9 septembrie 1964, cel de-al VIII-lea Congres Internațional de Știința Solului care a reprezentat o manifestare științifică de o deosebită însemnătate atât pentru pedologii din țara noastră, cât și pentru întreaga comunitate mondială de cercetători din domeniul științei solului.

Organizarea acestui important și cuprinzător congres, la care au participat 1283 specialiști din 83 țări din cele 5 continente – număr record față de congresele precedente – a revenit Societății Naționale Române pentru Știința Solului (SNRSS), afiliată la Societatea Internațională de Știința Solului (SISS), transformată în prezent în Uniunea Internațională a Științelor Solului (UISS). Au contribuit la organizare și Academia Română, Consiliul Superior al Agriculturii, Comitetul Geologic, Ministerul Învățământului și Ministerul Economiei Forestiere. Lucrările s-au ținut în sala mare a Palatului Republicii și în sălile Marii Adunări Naționale (Parlamentului) din vremea respectivă.

La lucrări au participat reprezentanți autorizați ai unor organisme internaționale ca UNESCO, FAO, AIEA.

Lucrările Congresului au început printr-un cuvânt de întâmpinare al Președintelui Consiliului de Stat al Republicii Române, Gh. Gheorghiu Dej, fapt care a marcat importanța deosebită și interesul social și politic al evenimentului. Deschiderea propriu-zisă a lucrărilor, sub deviza "pace și pâine" a fost făcută de prof. univ. Nicolae Giosan, președintele Comitetului de Organizare și de prof. univ Nicolae Cernescu, președintele SISS și președintele Comitetului științific al Congresului.

În continuare, în ședința plenară a fost prezentat pentru prima

dată proiectul hărții solurilor lumii de către FAO și UNESCO pe baza unor expuneri făcute de V.A. Kovda, L. Bramao, R. Dudal și F. A. van Baren. Activitatea în cadrul acestui proiect a fost apreciată, ca deosebit de valoroasă și utilă, ea constituind începutul unei etape noi în unificarea concepției și terminologiei privind inventarierea și evaluarea resurselor de sol ale globului, căreia SISS a considerat că trebuie să-i acorde un sprijin nelimitat.

Tot în ședința plenară au fost prezentate lucrări de sinteză care au vizat probleme importante actuale la vremea respectivă din diferite domenii ale științei solului și anume: "Dinamica apei în soluri și plante" de M. B. Russel (S.U.A.); "Metode noi de cercetare în chimia solului" de J. J. Fripiat (Belgia); "Aspecte ale metabolismului azotului în sol" de G. W. Harmsen (Olanda); "Direcții de dezvoltare în știința solului" de E. Ehwald (fostă R. D. Germana); "Fertilitatea solului și intensificarea agriculturii sovietice" de S. S. Sobolov (fosta URSS) și "Solurile tropicale" de G. Aubert (Franța).

Lucrările celor 7 comisii ale SISS (Fizica solului, Chimia solului, Biologia solului, Fertilitatea solului și nutriția plantelor, Geneza, clasificarea și cartografia solului, Tehnologia solului, Mineralogia solului) au constituit obiectul a 59 ședințe a câte 3 ore în care au fost prezentate 512 comunicări cu subiecte foarte variate, dintre care 462 de către pedologi străini și 50 de către pedologi români, comunicări care au fost publicate ulterior în 5 volume cu lucrările congresului.

În domeniul fizicii solului, tematica a abordat aspecte fundamentale ale domeniului de cercetare cum sunt: acțiunile reciproce de ordin fizic dintre faza lichidă și fazele solide din sol; mișcarea apei în solurile saturate și nesaturate; regimul de apă, de aer și termic din sol; formarea, menținerea și ameliorarea structurii solului; metode de cercetare a proprietăților fizice ale solului și interpretarea rezultatelor. În colaborare cu comisia de tehnologia solului au fost prezentate comunicări privind bilanțul apei în sol și stabilirea momentului aplicării udărilor, regimul apei în solurile cu exces de umiditate și ameliorarea lor, adâncimea arăturilor, compactarea solului și altele. Din discuții a reieșit necesitatea abordării problemelor de fizica solului de pe pozițiile fizicii teoretice și utilitatea elaborării matematice a legilor care guvernează aceste fenomene.

În domeniul chimiei solului, pe lângă aspectele foarte variate legate de progresele în domeniul metodologiei de analiză, cele mai multe lucrări s-au referit la fracțiunile coloidale ale solului și proprietățile fizice ale lor, ca de exemplu compoziția și dinamica substanțelor humice,

sorbția și desorbția ionilor din soluția solului, interacțiunea sol-soluție-plantă etc.

În domeniul biologiei solului, variatele comunicări prezentate reflectând complexitatea fenomenelor biologice din sol, s-au referit la caracterizarea microflorei specifice pentru diferite tipuri de soluri, interrelațiile microorganismelor din sol cu alte organisme, inclusiv planta, efectele diferitelor tratamente aplicate solului, inclusiv aplicarea de pesticide, asupra microflorei, precum și la alte probleme relativ noi la timpul respectiv sau puțin abordate ca de exemplu activitatea enzimatică din sol sau activitatea faunei din sol și interacțiunile ei cu microflora.

În domeniul fertilității solului și nutriției plantelor, domeniu cu cele mai multe lucrări, au fost abordate aspecte foarte variate de la metode chimice și biochimice de dozare a nutrienților la, eficiența diferitelor sisteme de fertilizare cu îngrășăminte minerale și organice, eficiența aplicării de microelemente și alte elemente nutritive secundare, ameliorarea solurilor acide, rolul complex a humusului în sol, dinamica azotului. Problemele biochimice ale nutriției plantelor în legătură cu metabolismul au fost dezbătute într-un simpozion special; s-a reliefat importanța pe care o au diferite combinații chimice în procesele de nutriție a plantelor, în procesele de asimilare a NPK, interacțiunea fotosintezei cu nutriția minerală a plantelor.

Din lucrările prezentate și discuțiile avute s-a desprins necesitatea trecerii în cercetarea sistemului sol-plantă de la studiul static al stărilor, însușirilor și factorilor care le influențează la cercetarea proceselor complexe și dinamicii acestora în legătură cu transformarea, mobilizarea și imobilizarea substanțelor nutritive. Procesele de nutriție a plantelor nu pot fi caracterizate numai prin rezultatele analizei solului, ci trebuie studiate în strânsă legătură cu procesele de fotosinteză și de metabolism.

În domeniul genezei, clasificării și cartografiei solurilor, de asemenea cu multe comunicări, s-a dat atenție unor probleme fundamentale în știința solului privind clasificarea solurilor, elaborarea de hărți de soluri în diferite țări sau continente, proiectul hărții solurilor lumii, cartarea solurilor la scară mare, bonitarea solurilor, pretabilitatea la irigații; aceste comunicări au marcat o nouă orientare în dezvoltarea științei solului, bazată pe însușirile intrinseci ale solului, rezultat al proceselor pedogenetice ce au avut loc în învelișul de sol sub influența îndelungată a factorilor de solificare.

Nu au fost neglijate nici aspectele de geneza unor soluri și caracteristicile lor, influența rocilor în formarea solurilor, catenele și secvențele

de soluri în teritoriu, procesele cuaternare și interferența lor cu procesele pedogenetice.

Problematica solurilor forestiere a constituit obiectul unei ședințe aparte în care au fost prezentate aspecte privind legătura dintre substratul litologic, condițiile climatice și conținutul în elemente nutritive al unor soluri forestiere; au fost discutate de asemenea criteriile privind evaluare fertilității solurilor forestiere și altele.

S-a ridicat totodată, problema sistematizării solurilor modificate prin folosirea în cultură, aspect nesoluționat integral nici până în prezent.

S-a distribuit participanților la congres un text cu completări la "Aproximația a 7-a", forma preliminară a clasificării americane a solurilor, cunoscută în prezent ca "Soil taxonomy" (1975), bazată pe însușiri ale solurilor măsurate pe cât posibil cantitativ, criteriu care s-a impus în prezent pe plan internațional. Au fost distribuite de către organizatorii români o hartă a solurilor României la scara 1:1.000.000 (în culori) și câteva foi din harta solurilor României la scara 1:200.000 a cărei tipărire (în culori) abia începuse (tipărirea completă a celor 50 foi încheindu-se în 1994).

În domeniul tehnologiei solurilor, au fost prezentate lucrări variate referitoare la eroziunea și conservarea solului, ameliorarea solurilor saline și alcalice, irigația și drenajul solurilor, lucrările solului și altele, din numeroase țări, abordându-se aspecte teoretice, practice și metodologice cu accent pe evaluarea cantitativă a influenței factorilor care intervin în procesul de eroziune, de ameliorare sau de utilizare în agricultură a solurilor cu proprietăți fizice nefavorabile.

În domeniul mineralogiei solurilor, au fost abordate probleme importante ca identificare mineralelor argiloase, geneza mineralelor și transformarea lor în sol, compoziția mineralogică a unor soluri, structura mineralelor argiloase, utilizarea studiului mineralogic al solului în caracterizarea complexă a acestuia. A fost de remarcat o lucrare de sinteză privind mineralele argiloase și asociate din principalele tipuri de sol.

Comitetul de Organizare a Congresului a distribuit participanților o serie de materiale științifice dintre care pot fi menționate rezumatele comunicărilor (în limbile engleză, franceză, germană), ghidurile excursiilor de studiu al solurilor, broșuri și pliante pentru stațiunile agricole experimentale vizitate pe traseele excursiilor de studiu, precum și Dicționarul de Știința Solului care cuprinde 6452 termeni de specialitate din știința solului în 5 limbi (engleză, franceză, germană, română rusă).

Lucrările prezentate la Congres au fost publicate integral în pe-



rioadă imediat următoare în 5 volume însumând peste 5000 de pagini.

Pe lângă publicațiile Comitetului de Organizare, Academia Română, Consiliul Superior al Agriculturii, Comitetul Geologic, Ministerul Învățământului etc. au tipărit numeroase lucrări din domenii apropiate de obiectivele Congresului cum sunt: Agrotehnica, Agrochimia, Tehnologia îngrășămintelor, Metode de cercetare a solului, Harta solurilor României la sc. 1:1 000 000, hărți de soluri la sc. 1:200 000, Geografia solurilor cu noțiuni de pedologie, Cercetarea solurilor pe teren, Salinizarea secundară a solului, iar revista "Știința Solului" a apărut într-un număr festiv cu 13 lucrări originale (editat în 4 ediții în limbile română, engleză, franceză, germană).

În timpul Congresului au fost oferite participanților o serie de manifestări culturale: spectacol de folclor oferit de ansamblul "Ciocârlia", spectacolul cu opera "Oedip", vizionarea filmelor documentare despre Detunata, Lacurile glaciare, Pelicanii, Corectarea torenților, Farmecul adâncurilor, un concert al festivalului "George Enescu". A fost oferit, de asemenea, un cocteil în seara zilei de deschidere a Congresului și un banchet festiv la încheierea Congresului în saloanele Consiliului de Miniștri.

Cu prilejul Congresului s-a organizat și o expoziție în holul mare al Palatului Republicii cu variate exponate din diferite țări: Finlanda, Franța, Israel, Japonia, Maroc, Noua Zeelandă, Olanda, Portugalia, Republica Federală Germană, R.A. Unită, Spania, Tunisia, S.U.A. și fosta U.R.S.S.; a expus evident și România, ca și FAO. Materialele expuse s-au referit la solurile, agricultura și silvicultura diferitelor țări sub formă de broșuri, diagrame, publicații.

De mare interes a fost Expoziția de soluri a României (organizată sub coordonarea lui D. Davidescu și C. Chiriță) prezentată sub formă de monoliți fixați pe peliculă de lac și aranjați vertical pe panouri.

Au fost expuși 126 monoliți, de regulă de 2 m grosime, cu toate tipurile genetice de sol dispuse în succesiunea lor genetica-geografică, de la zona cea mai uscată (stepă) la zona cea mai umedă (pajiște alpină), urmate de tipurile de sol intrazonale (litomorfe, hidromorfe, halomorfe) și azonale.

Fiecare grup de soluri (20 de panouri) a fost însoțit de diapozitive mari (70x80 sau 140x80 cm) pe peliculă în alb negru reprezentând pentru fiecare grup de soluri peisajul geografic, folosința actuală și informații despre vegetația naturală (toate luminate cu lămpi de neon). Grafice cu date analitice de laborator și date climatice au completat caracterizarea solurilor.

Numeroși participanți la Congres au solicitat să li se trimită imagini colorate despre solurile și panourile prezentate în expoziție.

În prezent întreaga colecție de soluri se afla montată la Catedra de Pedologie, a Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară din București, fiind valorificată ca excelent material documentar în scop didactic și științific.

Lucrările Congresului au fost închise de prof. dr. Nicolae Cernescu care a subliniat interesul pentru lucrările științifice al participanților și faptul că s-a realizat o apropiere a punctelor de vedere asupra unor probleme de bază ale științei solului.

Congresul a fost completat cu 3 excursii științifice de câte 10 zile pentru studierea solurilor pe diferite trasee în țară care s-au desfășurat atât înainte cât și după congres; au participat 672 specialiști din 40 țări. Traseele au fost astfel alese încât să străbată regiuni naturale cât mai variate pentru a se putea examina tipuri de sol cât mai numeroase și reprezentative pentru teritoriul României. Fiecare excursie științifică a fost prezentată într-un ghid redactat în limba engleză, franceză sau rusă, cu descrierea traseului, cu caracterizarea regiunilor traversate din punct de vedere fizico-geografic, agricol și silvic și cu descrierea profilului de sol, prezentarea datelor analitice și a problemelor de utilizare.

Participanții la excursii au examinat cu atenție solurile și au luat parte activă la discuții cu privire la geneza și clasificarea solurilor, la originea și vârsta materialului parental, la însușirile solului, la caracterizarea agroproductivă sau silvoproductivă, la mijloacele de fertilizare și ameliorare etc.

Discuțiile purtate, consemnate în Știința solului vol. 3, nr. 1, (1965) sunt actuale și astăzi; de altfel detalii asupra întregului congres se găsesc în numărul menționat al revistei Științei Solului, consacrat în întregime congresului.

În perioada dinaintea congresului a fost organizată și o excursie complementară pe teritoriul fostei U.R.S.S. între Moscova și Kerson la care au participat 149 pedologi din 30 țări.

În încheiere, subliniez faptul că contactul între pedologii români și cei străini, schimbul de idei și experiență în domeniul științei solului, cunoașterea preocupărilor pe plan internațional în acest domeniu și discuțiile purtate au avut o influență favorabilă de netăgăduit, stimulând dezvoltarea pedologiei românești sub aspect conceptual, metodologic și aplicativ.

Cel de-al VIII-lea Congres Internațional de Știința Solului, București, 1964, a constituit un eveniment științific de mare amploare al cărui ecou s-a resimțit multă vreme în comunitatea internațională a pedologilor.

## 80 de ani de la publicarea primei monografii mondiale privind situația studierii și cartografierii solurilor, prezentată la a IV-a Conferință Internațională Pedologică de la Roma (mai 1924)<sup>1</sup>

Redactată și publicată sub grija directă a președintelui celei de a **V-a Comisie Internațională Pedologică**, **Gheorghe Murgoci**, șeful **Secției de Agrogeologie din Institutul Geologic al României**, înființat în 1906, sub auspiciile și cu cheltuielile acestui institut, această monografie publicată în mai 1924, într-un volum de 337 de pagini, format A<sub>4</sub>, cuprinde 52 de rapoarte, precum și 15 scrisori și articole de informații redactate de redacție sau primite, inclusiv 30 de hărți și schițe cartografice, 22 de planșe și 45 de figuri, vederi, vigniete etc. cu referiri la țări din Europa (35, inclusiv **România** cu lucrări semnate de **Gh. Murgoci** și **N. Florov**), Africa (7), America (6) și Asia (3). Pe lângă raportul general privind situația studierii solurilor, unele țări (Statele Unite, Germania, Cehoslovacia etc.) au prezentat și unele rapoarte speciale asupra diferitelor provincii și state.

Prin aria de cuprindere și conținutul deosebit de interesant al rapoartele, operă a colaborării a peste 60 de oameni de știință, membri ai **Comisiei internaționale "Cartografierea Solurilor"**, având, de la bun început, și menirea de a constitui o bază pentru formarea viitoarelor generații de pedologi necesari activităților pe teren și laborator, această monografie reprezintă cea mai bogată și importantă colecție de rapoarte și alte informații, pentru vremea respectivă, privind situația studierii și

cartografierii solurilor, ca și perspectivele ce se întrevădeau la acel timp pentru știința solului. Astfel, în timp ce unele rapoarte se referă, cu deosebire, la organizarea serviciilor pedologice și studiilor teoretice asupra solurilor, altele vizează problemele privind metodele de lucru pe teren și în laborator, iar o altă parte a lor se ocupă de stadiul cunoștințelor privind solurile din țările respective, ceea ce conferă lucrării, în ansamblul ei, un evident caracter de abordare multilaterală, răspunzând, astfel, și unui interes general larg, încă de actualitate sub anumite aspecte.

Totodată, cu această ocazie, Comisia a V-a a publicat o broșură separată privind **metoda Nabokih** de lucru pe teren, numită "**metoda celor trei faze**" de cartografiere a solurilor, precum și un model de carnet de teren după **carnetul Florov-Nabokih**.

Atât monografia cât și celelalte lucrări s-au bucurat de aprecierea unanim însușită de **Comitetul Internațional de Pedologie**, subliniind rolul de un real folos al lucrării pentru agrogeologii de pretutindeni.

Ca urmare, pe baza acestor publicații, Comisia a elaborat un **Raport general privind nivelul de cunoștințe asupra solului în diferitele țări ale lumii** cu referire la metodele de studiere a solurilor pe teren și la modalitățile de întocmire a hărților agrogeologice.

Mai mult de cât o informare de interes istoric, această monografie încă se impune, în mod deosebit, atenției printr-o serie de idei concludente ce rezultă din prefața redactată de Gh. Murgoci, din concluziile **Comitetului Internațional de Pedologie**, înscrise în epilogul monografiei, ca și din concluziile asupra monografiei, propuse și aprobate de **Secția a III-a (comisiile III și IV reunite)** de la cea de a **IV-a Conferință Internațională Pedologică de la Roma (mai, 1924)**. Astfel, apare ca fiind încă de o deosebită actualitate propunerea Comisiei a V-a prin care solicita pedologii diferitelor țări reprezentate la Congresul de la Roma să intervină și să insiste asiduu pe lângă guvernele țărilor lor și alte insitituții pentru a organiza studiile solurilor atât pe teren cât și în laborator, pentru a crea serviciul de soluri și difuza cunoștințele pedologice. De asemenea, dată fiind importanța pedologiei ca o știință a istoriei naturale, care tratează unul din principalele învelișuri ale uscatului (pedosfera) și având în vedere relațiile strânse ale pedologiei cu celelalte științe și aplicațiile la care acestea pot duce, Conferința de la Roma a susținut ferm că pedologia trebuie să fie introdusă în învățământ, nu numai în școlile speciale și superioare, dar și în învățământul secundar (cu geografia sau botanica) și, totodată, noțiuni ample privind solul să fie învățate în toate școlile, chiar și în mediul urban. De

<sup>1</sup> V-eme COMMISSION INTERNATIONALE PÉDOLOGIQUE, ÉTAT DE L'ÉTUDE ET DE LA CARTOGRAPHIE DU SOL DANS DIVERS PAYS DE L'EUROPE, AMÉRIQUE, AFRIQUE ET ASIR. "CARTEA ROMÂNEASCĂ", IMPRIMERIE "D'ART" R. SERGIES, BUCAREST, 1924.

asemenea, având în vedere necesitatea utilizării hărților pedologice și mai ales a hărților generale la scară mică, cele două comisii reunite au recomandat, pentru prima dată, ca, în fiecare țară, să se treacă la elaborarea și publicarea de hărți pedologice la scări mai mici de 1:200.000, propunând ca, până la următorul congres mondial (în America), să se elaboreze o hartă internațională agrogeologică a Europei la scara 1:1.500.000 și să se publice o asemenea hartă chiar la scară mai mică (1:2.500.000), aceste hărți trebuind să fie însoțite de hărți corelative (climă, vegetație, agricultură etc.).

Din nefericire, deși în deceniile care au urmat, cele mai multe din aceste doleanțe au continuat să se repete tot mai frecvent și în formulări tot mai sofisticate, totuși, progresele realizate încă nu au atins așteptările. Este greu de imaginat care ar fi fost efectul unor asemenea progrese ce s-ar fi putut atinge, până în prezent, în dezvoltarea socio-economică, fără a mai vorbi de agricultură, silvicultură și mediul rural în general, dacă s-ar fi dat curs adecvat recomandărilor și măsurilor, tot mai bine fundamentate științific și mai productive economic și ecologic, propuse de oamenii de știință din domeniul pedologiei, ca și de instituțiile de cercetare, dezvoltare tehnologică și învățământ privind protecția, ameliorarea și utilizarea durabilă a solului. Este adevărat, în prezent, progresele în știința solului sunt la niveluri cu mult superioare celor existente în urmă cu opt decenii, dar, din nefericire, aplicațiile lor în practică valorifică doar o mică parte din ceea ce se cunoaște și aceasta are loc pe cea mai mare parte a solurilor lumii, unde o mare proporție din populația umană suferă permanent de lipsă de alimente și chiar de foamete endemică, iar, ceea ce este de-a dreptul alarmant, cu toate măsurile aplicate, aproape 90% din terenurile agricole din lume sunt supuse la fenomene și procese de degradare tot mai puternice cu efecte dăunătoare pentru calitatea solurilor, a biodiversității, mediului înconjurător, vieții omului și celorlalte organisme vii.

**Stelian Cârstea/ mai 2004**



**PROF. DR. EDUARD VON  
BOGUSLAWSKI  
(1905-1999)**

Școala română de știința solului s-a bucurat, de-a lungul existenței sale, de un înalt prestigiu științific pe plan internațional, stabilind legături durabile cu personalități din alte țări. Legături de un gen aparte s-au conturat cu oameni de știință din Germania deoarece, de la început de secol XX, mulți tineri români și-au efectuat studiile sau pregătirea prin doctorat la cunoscute universități din această țară. După al doilea război mondial, asemenea legături s-au diminuat din motive de conjunctură politică. Continuarea colaborărilor a fost posibilă grație deschiderii către valorile culturale europene promovată de unii politicieni români și faptului că profesori de prestigiu din învățământul superior agronomic german s-au implicat, cu autoritate și afecțiune spirituală, într-un asemenea demers. O asemenea personalitate a fost prof. Eduard von Boguslawski de la Universitatea "Justus-Liebig" din Giessen, care a militat pentru colaborarea științifică între cadre didactice de la Facultățile agronomice din Iași și București pe de o parte și cadre didactice de la Facultatea de Agronomie a Universității din Giessen pe de alta. La 1 februarie 2004 s-au împlinit 5 ani de la trecerea în eternitate a acestei ilustre personalități și cu acest prilej încercăm o prezentare a principalelor aspecte din viața și activitatea sa.

Eduard von Boguslawski s-a născut la 30 decembrie 1905 în localitatea Kothen/Anhalt din Germania de Mijloc, ca fiu al familiei ing. A. v. Boguslawski, originar din Germania de Est. După absolvirea liceului în localitatea Oster în 1924, în toamna anului următor s-a înscris la Universitatea "Friedrich" (Fridericiana) din Halle/Saale (astăzi Universitatea "Martin Luther") pentru studiul științelor naturii și agronomiei. Din 1928 își continuă pregătirea la Universitatea "Albertus" din Königsberg, unde susține și examenul de diplomă. Începe, apoi, să lucreze pentru teza de doctorat în laboratoarele și câmpurile experimentale aparținând

catedrei de Agricultură generală, condusă atunci de celebrul prof. Dr. Dr. h. c. Eilhard Alfred Mitscherlich (1874-1956), care în acea vreme efectua cercetări cu privire la "legile ce guvernează acțiunea factorilor de vegetație în formarea recoltelor". La 30 martie 1932 își susține teza de doctorat cu subiectul "*Contribuții la studiul dispersării particulelor de kaolin în soluri*", elaborată sub îndrumarea prof. E. A. Mitscherlich.

După doctorat, funcționează ca asistent la aceeași catedră, în 1933 i se oferă o bursă pentru documentare în probleme de știința solului în zona Caucazului de Nord, din deplasare revine la postul de asistent, iar în 1935 se transfera la Universitatea "Friedrich-Wilhelm" din Breslau ca șef de lucrări la catedra de Agricultura generală condusa de prof. Dr. F. Berkner. După minuțioase experimentări în câmp și laborator elaborează teza intitulată "*Cercetări privind potasiul din soluri, absorbția și valorificarea lui de către ovăz*" pe care o prezintă în 1936 Facultății de filosofie în scopul obținerii titlului științific de "doctor habilitat", pe baza căreia i se recunoaște calificarea în probleme de "*Agricultura generală, cultivarea și ameliorarea plantelor*".

În 1943 este numit profesor suplinitor la Universitatea din Breslau și se ocupa de cercetări într-un domeniu colateral specializării căpătate la catedra condusa de prof. E. A. Mitscherlich, reușind să creeze prin selecție și tehnici genetice un soi de floarea soarelui cu conținut ridicat de lipide și productivitate ridicată, pe care-l numește "v. Boguslawski 19/39". Ameliorarea acestui soi va fi ulterior continuată de unul din viitorii săi colaboratori la catedra din Giessen (prof. Dr. W. Schuster), care-l va numi soiul "Hesa".

După al doilea război mondial, granița polono-germană se stabilește pe râurile Oder-Neisse, astfel încât orașul Breslau (numit de polonezi Wroclaw) devine teritoriu polonez, iar E. von Boguslawski alege să lucreze, începând cu 1 mai 1946, ca profesor asociat la catedra de Agricultură generală a Universității "Justus-Liebig" din Giessen. Din 1948 devine șeful catedrei de "Agricultura generală și ameliorarea plantelor", în a pensionării prof. Dr. George Sessous, și în această calitate se angajează într-un ambițios program de cercetare și dezvoltare a bazei materiale a catedrei, mărturia eforturilor sale fiind numeroasele articole publicate în reviste de specialitate, cărțile ieșite de sub tipar, numărul mare al tinerilor ce s-au calificat prin doctorat sub supravegherea sa.

A avut onoarea să fie ales în funcțiile de rector al Universității Justus-Liebig (noiembrie 1951-septembrie 1953), apoi în cea de decan al Facultății de Agronomie (aprilie 1961-martie 1963) și, în fine, de

decan al Secției de Biologie (iulie 1971- septembrie 1972). Afirmarea ca om de știință și calitățile sale de bun manager au pledat pentru încredințarea unor asemenea însărcinări în perioadele dificile ce au existat după încetarea războiului. În 1979, cu prilejul simpozionului organizat la Giessen de Societatea Germana de Studii și Cercetări Agronomice (VDLUFA), relatează interlocutorilor săi români cumplita criză de spațiu necesar desfășurării procesului didactic după război, condițiile dramatice întâmpinate în anotimpul rece și ploios. Bombardamentele din timpul războiului distruseseră 70% din clădirile orașului Giessen, inclusiv pe cea a universității.

În funcțiile de rector și șef al catedrei s-a angajat energic în activități de înlăturare a distrugerilor produse de război și în cele de formare a unei baze materiale moderne pentru învățământ și cercetare. A organizat pe principii moderne cele trei stațiuni de cercetare agricolă (Giessen, Rausch-Holzhausen și Gross Gerau) pendinte de Universitate, a construit case de vegetație moderne, a amenajat instalații pentru cercetări în lizimetre, a construit un fitotron modern cu camere perfect acclimatizate, laboratoare pentru cercetări, fizico-chimice la sol și plante în cadrul stațiilor. În aceste câmpuri experimentale și-au pregătit tezele de doctorat tineri din întreaga lume.

Prof. E. v. Boguslawski a abordat o gamă largă de teme de cercetare, începând cu cele referitoare la "legile formării recoltelor", la care se angajase imediat după studiile universitare, și sfârșind cu cele privind sistemele de agricultură, protecția ecosistemelor, bilanțul substantelor nutritive în cadrul asolamentelor, folosirea ca îngrășământ a reziduurilor zootehnice, a celor de la canalizarea și curățenia orașelor, a resturilor vegetale din ferme și a îngrășămintelor verzi, calitatea recoltelor, aspecte privind mobilitatea și accesibilitatea pentru plante a elementelor nutritive din sol în experiențe internaționale de lungă durată.

Tema privind "legile formării recoltelor" a fost inspirată din colaborarea cu celebrul prof. Mitscherlich, după susținerea tezei sale de doctorat, pe care a continuat-o și după încetarea colaborării. Pe ideea acestei teme a publicat articole privind apa ca factor de vegetație, reținerea apei în sol și formarea recoltelor în funcție de aprovizionarea solului cu apă, nutriția plantelor și formarea recoltelor în diverse condiții de îngrășare, influența reacției și a calcarizării solului asupra formării recoltelor, importanța rapoartelor azot:potasiu din sol în formarea recoltei, problematica dezvoltării cercetărilor referitoare la legile formării recoltelor etc. Sinteza acestor cercetări l-a condus la elaborarea lucrării

intitulată "cea de-a treia aproximație privind legile formării recoltelor" (1962-1963, în colaborare cu matematicianul B. Schneider), care încadrează dependența sporului de recoltă produs de un factor de vegetație în relația matematică a probabilității. A ajuns la concluzia că habitatul și condițiile climatice ale anului au mai mare importanță decât îngrășămintele în formarea recoltelor la cereale.

În experiențe de lungă durată a constatat că neaplicarea îngrășămintelor cu potasiu determină modificarea structurii particulelor argilice de tip illit, prin sărăcirea acestora în potasiu datorită consumului de către plante, extracția potasiului accesibil din sol cu soluție de tetrafenilborat de sodiu (NaTPB) corelându-se foarte bine cu potasiul absorbit de *Lolium multiflorum*. A fost obsedat de problema sărăcirii solului în elementele necesare nutriției plantelor și de modificările fizico-chimice ce se produc în sol într-o agricultură fără îngrășămintele. A cercetat aceste modificări prin metoda bilanțului și a ajuns la concluzia ca metodele convenționale de extracție din sol a formelor așa-zis accesibile de fosfor și potasiu oferă o imagine aproximativă cu privire la consumul acestora de către plante.

A acordat o mare atenție îngrășămintelor organice ca factor de menținere a fertilității solului, concluzionând că maximum de recolte într-un asolament se obține prin asocierea îngrășămintelor organice cu cele minerale. Valorile N total și C organic din sol sunt influențate pozitiv de îngrășămintele organice, însă raportul C:N se modifică puțin. Paiele introduse în sol împreună cu îngrășămintele verzi sporesc în măsură mai mare procentul de agregate structurale stabile cu diametrul peste 5 mm, comparativ cu paiele singure, favorizând reținerea apei și crescând activitatea microorganismelor, în timp ce îngrășămintele minerale cu azot singure influențează negativ stabilitatea agregatelor structurale.

Prof. E.v. Boguslawski a fost preocupat și de posibilitatea utilizării ca îngrășământ organic a nămolurilor de la epurarea apelor de la canalizarea orașelor, aprecierea generală fiind că acestea pot fi folosite în stare lichida cu circa 5% s.u. și cu conținut ridicat de azot în forme minerale, dozele fiind între 50-100 m<sup>3</sup>/ha aplicate odata la 2-3 ani, ceea ce corespunde la 2,5-5 t/ha s.u. Nămolurile deshidratate, cu 70- 80 % umiditate, pot fi folosite în doze de peste 100 t/ha fără riscul poluării apelor freactice cu nitrați, cu condiția ca acestea să nu conțină metale grele în exces. A constatat că nămolurile lichide aplicate repetat pe pașiți în doze de 50-100 m<sup>3</sup>/ha sporesc evident conținutul de metale grele din stratul superficial de sol (0-10 cm), ceea ce este mai puțin sesizabil

la solurile lucrate.

Prof. E.v. Boguslawski a examinat cu atenție avantajele sistemului de agricultură alternativă (biologică) prin comparație cu agricultura convențională. A ajuns la concluzia că echilibrarea cerințelor de azot, fosfor și potasiu în agricultura biologică se poate realiza dacă în asolament există un procent ridicat de specii leguminoase și dacă șeptelul corespunde ca mărime furnizării gunoii necesar fertilizării solurilor din exploatarea agricolă.

A colaborat la elaborarea mai multor manuale, tratate și monografii: Manual de Agricultură (ed. 2, Berlin, 1953); Manual de fiziologia plantelor vol. 4 (Berlin, 1958); Manual de nutriția plantelor și îngrășămintele, vol. 3 (Wien-New York, 1965; idem, la ediția din 1972); Întreținerea și protecția solurilor (Miinchen, 1968); Paiele ca îngrășământ și fertilitatea solului (Frank ain, 1977); Tratat de agricultură generală, 427 p. (scris împreună cu colaboratorii săi de la catedra, Frankfurt/ Main, 1981). Ultima lucrare se bazează în principal pe rezultatele sale experimentale și ale colaboratorilor săi.

Lista publicațiilor semnate E. v. Boguslawski cuprinde 253 titluri de lucrări științifice, cărți, articole de propagandă agricolă și omagii aduse predecesorilor săi în științele agricole. O înaltă stimă a manifestat față de mentorul său, prof. E. A. Mitscherlich, despre a cărui viață și activitate a scris în diverse reviste și a vorbit interlocutorilor ori de câte ori a avut prilejul. S-a inspirat din rodnicia muncii acestuia și a căutat să onoreze școala la care s-a format, prin cercetări de profunzime și promovarea prin doctorat a multor tineri meritoși. A îndrumat elaborarea tezelor de doctorat a 123 tineri originari de pe toate continentele, câțiva dintre aceștia devenind cadre didactice sau cercetători de prestigiu la Universitatea din Giessen: Schuster Walter, Vomel Annelise, Bretschneider-Herrmann Bodo, Debruck Jurgen, Dambroth Manfred Abele Ulf. Unora dintre aceștia le-a fost îndrumător și la atribuirea titlului științific de doctor habilitat.

În perioada 1970-1983 a coordonat apariția revistei *Zeitschrift fur Acker- und Pflanzenbau*, în 1970 a tipărit volumul de lucrări științifice rezultate din colaborarea între cadre didactice de la universitățile Giessen și Izmir (Turcia), în fine în 1978 a fost editor al lucrării elaborată de Galina Pospelova pentru obținerea titlului de dr. habilitat sub îndrumarea prof. Hildegard Fliess.

Despre Mitscherlich relatează faptul ca deși fusese o celebritate, acesta nu părăsise granițele Germaniei spre a participa la simpozioane

și congrese internaționale, cu toate că într-o vreme fusese ales (în lipsă) președinte al Comisiei a IV-a (Fertilitatea solurilor) a Societății Internaționale de Știința Solului. E. von Boguslawsk a fost, dimpotrivă, prezent la numeroase manifestări științifice de pe mapamond. Era cunoscut în lumea celor ce se ocupa cu probleme de fertilitate și fertilizare a solurilor, el menținând legături cu specialiști din Ungaria, România, Polonia, Jugoslavia, Olanda, Italia, Spania, Israel, Turcia, fosta Uniune Sovietică și din țări aflate pe continentul american.

Ca o recunoaștere a fecunde sale activități didactico-științifice, în 1971 i-a fost conferit titlul de Dr. agr. h.c. al Universității Tehnice din Berlin, în 1974 a fost onorat cu titlul de "profesor emerit", iar în 1992 i s-a atribuit titlul de Dr. h.c. al Universității Agronomice din Iași. Alte distincții de onoare pe care le-a primit sunt: premiul "Eilhard Alfred Mitscherlich" al Facultății de Agronomie din Giessen, Medalia de argint a Societății Germane de Știința Solului, placheta de aur a Ministerului Agriculturii și Silviculturii din landul Hessen, medalia Societății "Theodor Roemer" pentru cercetări în domeniul cerealelor, medalia "Norman" pentru cercetări în domeniul plantelor oleaginoase, placheta "Hugo Neubauer" a Asociației Germane pentru Cercetări și Analize în domeniul agronomic, medalia de merit cls. I a Republicii Federale Germania, insigna de credință a Societății Vânătorilor din Germania. Academia de Agricultură din Bologna l-a primit membru corespondent, Universitățile din Giessen și Iași l-au desemnat "membru de onoare" al senatului, iar senatul Universității din Izmir i-a atribuit "medalia de merit a senatului".

Prof. E. v. Boguslawski și-a avut domiciliul în micuțul sat numit Rauisch- Holzhausen, ca chiriaș într-un castel construit între anii 1871-1876 și situat într-un parc de 32 ha, acoperit de pădure și pajiște și străbătut de un pârau. În imediata vecinătate a parcului se afla și se află casa de vegetație, fitotronul, laboratorul pentru analize chimice, sediul și câmpurile stațiunii experimentale. Aici, celebrul profesor a avut cele mai propice condiții pentru cercetare și creație științifică. Și tot aici a primit sute de specialiști din alte țări veniți pentru documentare, pentru pregătirea prin doctorat, schimb de experiență sau pentru participare la simpozioane științifice. În relațiile cu specialiștii din cercetarea agronomică românească a manifestat o căldură sufletească aparte. A întreprins tot ce a fost posibil ca aceștia să cunoască procesul de învățământ și cercetare din Universitatea Justus-Liebig, tematica și câmpurile stațiunilor de cercetare, modul de organizare și dotare a agriculturii private germane, a înlesnit contactele cu specialiștii de profil din

alte universități germane. Discuțiile pe teme de specialitate agronomică purtate în cabinetul sau de lucru de la castel nu aveau un caracter protocolar, ci unul de intimitate. Simțea o plăcere deosebită sa-și pri-mească partenerii de colaborare în apartamentul sau de la castel.

Stațiunea experimentală de la Rauisch-Holzhausen este cunoscută în întreaga lume prin cercetările și oamenii de știință care au lucrat aici, prof. Eduard von Boguslawski fiind pe prima treaptă a gloriei acestei stațiuni, a Universității Justus- Liebig în general. Cei ce l-au cunoscut pe prof. E.v. Boguslawski ca partener de colaborare științifică îl păstrează în memorie ca pe o personalitate de primă mărime, care a diseminat pretutindeni din avuția sa spirituală, din căldura sufletească, din frumusețea spațiului geografic în care a viețuit, un model de dascăl și om de știință.

**Gh. LIXANDRU**

***Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași***



## IN MEMORIAM

### ACADEMICIANUL DAVID DAVIDESCU (1916-2004)



A trecut în neființă, pe neașteptate, în zorii zilei de 19 noiembrie 2004, academicianul profesor David Davidescu, cel care a clădit Agrochimia modernă în România, fiind timp de peste o jumătate de secol promotorul acestei discipline, extrem de actuală și de perspectivă pentru agricultură durabilă și preformantă, atât cantitativ cât și calitativ, la toate speciile de plante cultivate în țara noastră.

Profesorul David Davidescu a impresionat în mod cu totul deosebit în activitatea sa prin puterea sa excepțională de muncă, perseverența, rigurozitatea și capacitatea de sinteză. Avea o memorie ieșită din comun, la care se asocia o rapiditate cu care lua deciziile și finaliza gândurile, ideile și obiectivele pe care și le propunea. Fără aceste calități nu ar fi putut publica un număr impresionant de lucrări, tratate, îndrumări tehnice și cursuri universitare (care însumează peste 20 000 de pagini) și nu ar fi putut îndeplini cu atâta competență și prestigiu funcția de conducător, activ în cercetare ca șef de laborator sau în învățământ ca șef de catedră, decan, prorector sau rector, cât și în administrația de stat ca ministru adjunct sau în foruri academice în calitate de Președinte al Secției de Științe Agricole și Silvici a Academiei Române și membru al prezidiului acestei Academii.

S-a născut la 16 septembrie 1916 în comuna Sudiți județul Ialomița din mănoasa câmpie a Bărăganului, într-o familie de învățători, Eugenia și Dumitru Davidescu. Urmează școala primară în satul natal, iar în anul 1927 se înscrie la Liceul Sfinții Petru și Pavel din Ploiești, după care, în anul următor, se transferă la Liceul Gheorghe Lazăr din București ca bursier al Casei Corpului Didactic; a avut rezultate

remarcabile la învățătură, fiind apreciat de profesori și primind o distincție aparte pentru "roadele" culese la chimie.

În anul 1935 se înscrie la Facultatea de Agricultură în cadrul Școlii Politehnice din București pe care o termină cu distincție în 1940, fiind șef al promoției sale.

Ocupă prin concurs un post de asistent de cercetare în cadrul Institutului de Cercetări Agricole al României (ICAR) în 1942, moment din care își dedică întreaga sa activitate domeniului de cercetare al chimiei agricole, reușind să innobileze breasla agronomică românească cu o nouă disciplină, Agrochimia modernă, al cărui ctitor și promotor a fost numeroase decenii.

La ICAR a fost promovat cercetător științific în 1948 și apoi șef al laboratorului de îngrășăminte din 1952 (până în 1968 când se retrage de la ICAR ca efect al aplicării legii cumulului de funcții).

Paralel a activat și în învățământul superior devenind în 1950 conferențiar la Institutul Agronomic la disciplina de chimie agricolă, iar în 1951 este promovat ca profesor universitar la vârsta de numai 35 de ani, devenind unul dintre cei mai tineri profesori din învățământul superior.

Datorită eforturilor și activității prodigioase și perseverente a profesorului David Davidescu, Agrochimia devine o disciplină de bază nu numai la Institutul Agronomic din București, ci și la celelalte institute similare din țară. El este considerat de specialiști fondatorul agrochimiei moderne în România, promotorul acestei discipline la rang de catedră, al cărei șef a fost la Institutul Agronomic Nicolae Bălcescu din București, de la înființare până în anul 1981 când s-a pensionat.

Pentru contribuțiile remarcabile aduse în special la dezvoltarea agrochimiei și a celor referitoare în general la modernizarea agriculturii, în anul 1963 este ales membru corespondent, iar în anul 1990 membru titular al Academiei Române. Pentru aceleași merite, în 1969 este ales membru titular al Academiei de Științe Agricole și Silvici.

A fost, de asemenea, conducător științific de doctorat, îndrumând cu competență lucrările a 54 de doctoranzi din țară și de peste hotare, care și-au susținut tezele și au devenit "doctori în agronomie".

O activitate de excepție a depus profesorul David Davidescu la Ministerul Agriculturii, la început ca Secretar de Stat și apoi ca Ministru Adjunct (1962-1969), când a răspuns de activitatea de învățământ, propagandă și relații internaționale din cadrul acestui minister. În această perioadă a militat susținut pentru promovarea progresului tehnic în agri-



cultura României, pentru perfecționarea învățământului tehnic și mai ales pentru dezvoltarea și intensificarea relațiilor de colaborare atât cu țările pe atunci membre CAER, cât și cu celelalte țări ale lumii. În perioada 1966-1969 a fost vicepreședinte al Comisiei Naționale CAER pentru Agricultură, precum și vicepreședinte al Comitetului Național Român pentru FAO. Pe linia intensificării și modernizării agriculturii, sunt de menționat, pentru această perioadă, înființarea unei rețele naționale de școli profesionale de mecanici agricoli cu durata de 3 ani și contribuția hotărâtoare la stabilirea necesarului de îngrășăminte chimice care trebuie produse industrial atât pentru agricultura României cât și pentru export, pe baza căreia s-a fundamentat programul de construire a fabricilor de îngrășăminte chimice.

Profesorul David Davidescu a participat la cca 50 de reuniuni științifice internaționale: congrese, simpozioane, colocvii și alte manifestări, la care a prezentat comunicări sau alte referate. Ca urmare a participării active la aceste reuniuni, precum și a recunoașterii performanțelor sale profesionale, a fost ales în diferite funcții în organisme internaționale: președinte al Comitetului de Organizare și vicepreședinte al Comisiei de Fertilitate Solului și Nutriția Plantelor la cel de-al 8-lea Congres Mondial de Știința Solului, membru în Comitetul Executiv al Centrului Științific Internațional pentru Îngrășăminte (CIEC), vicepreședinte al Centrului Internațional de Produse Antiparazitare, membru al Confederației Internaționale a Inginerilor și Tehnicienilor din Agricultură, membru în Comitetul de redacție al revistei *Agrochimica*, membru al Societății Internaționale de Știința Solului, membru în comitetele de redactare a revistelor *Analele ICAR*, *Lucrări Științifice IANB*, *Știința Solului*, *Știință și Tehnică* etc.

Opera scrisă lăsată de profesorul David Davidescu este deosebit de vastă. Primele lucrări au apărut la începutul anilor '50, continuând să publice fără răgaz până în ultima clipă a vieții sale. Prima sa lucrare monumentală - *Agrochimia* - a apărut în anul 1956; ea reprezintă un tratat în care sunt prezentate, pe lângă istoria dezvoltării concepțiilor agrochimice, problemele referitoare la proprietățile solului și nutriția plantelor în legătură cu aplicarea îngrășămintelor, caracteristicile diferitelor sortimente de îngrășăminte și metodele de cercetare pentru stabilirea nevoii de îngrășăminte. *Tratatul de Agrochimie* a apărut în noi ediții în 1963, 1969, 1980, revizuite și completate, urmate de monografiile scrise în colaborare cu Velicica Davidescu apărute sub titlul de *"Agrochimia modernă"* (1991) și *"Agrochimia horticola"* (1989).

Începând cu anul 1972 inițiază un ciclu de publicații agrochimice în Editura Academiei, sugestiv intitulat *"Chimizarea agriculturii"*, scrise în colaborare, lucrări care cuprind problematice diferite din domeniul vast al agrochimiei cum sunt: *"Testarea stării de fertilitate prin plantă și sol"* (1972); *"Fosforul în agricultură"* (1974); *"Azotul în agricultură"* (1976); *"Potasiul în agricultură"* (1979); *"Sulfur, calciul și magneziul în agricultură"* (1984); *"Microelemente în agricultură"* (1988); *"Protecția chimică în agricultură"* (1992). Toate aceste lucrări sunt de mare actualitate și importanță teoretică și practică pentru toți care se ocupă de diferite aspecte ale chimizării agriculturii.

Este important să menționăm apariția în limba engleză în 1982 a lucrării *"Evolution of fertility by plant and soil analysis"* publicată la editura Editurii Abacus Press în colaborare cu Editura Academiei Române; publicarea ei a condus la cunoașterea rezultatelor obținute de către cercetătorii români și de către colegii lor din afara hotarelor țării.

Pentru a veni în ajutorul celor care lucrează direct în ferme, profesorul David Davidescu a scris în colaborare o serie de îndrumătoare tehnice și broșuri, de real folos inginerilor și tehnicienilor din producția agricolă, dintre care pot fi evidențiate: *"Îndrumătorul pentru aplicarea îngrășămintelor și amendamentelor"* apărut în trei ediții (1957, 1964, 1971), *"Agenda Agrochimică"* (1978) și *"Compendium agrochimic"* (1999).

Academicianul David Davidescu a adus contribuții originale la dezvoltarea agrochimiei ca știință formulând *"Legea ierarhizării factorilor de vegetație"* și *"Legea autoreglării biologice a creșterii și dezvoltării plantelor agricole"*; de asemenea, a elaborat indicele agrochimic al stării potențiale de fertilitate a solului și indicele agrochimic de preabilitate a solului pentru cultura legumelor și pentru plantațiile de pomi și viță de vie.

Printre ultimele sale lucrări monumentale se numără *"Secolul XX - Performanțe în agricultură"* (2002) de 1178 de pagini cu realizările din variatele domenii ale cercetării și practicii agricole din țara noastră în ultimul secol, *"Conservarea biodiversității speciilor vegetale și animale"* (2002) și articolul despre regionarea ecologică a țării apărut în preziua morții sale; se află pregătit pentru tipar un atlas al agriculturii.

Pentru realizările sale profesionale deosebite a fost distins cu premii, ordine și medalii care îl onorează: Premiul Gheorghe Doja al Academiei Române (1957), Premiul Ministerului Învățământului (1959, 1962), Ordinul Muncii clasa a II-a (1964), Ordinul Meritul Științific clasa

a II-a (1966), Medalia "Cosimo Ridolfi" a Universității din Pisa (1965), Medalia Universității Libere din Bruxelles (1966), Ordinul Național pentru Merit în grad de Mare Cruce (2000).

Ca o recunoaștere a prestigiului său științific, profesorul David Davidescu a fost invitat să țină prelegeri studenților la Universitatea Liberă din Bruxelles (1966), la facultatea de Agrochimie din Giessen (1972) și la Universitatea Santa Maria din Brazilia. De asemenea a fost ales membru al Academiei de Științe din New-York (1965), membru al Academiei italiene della Vite e del Vino (1967) și al Academiei de Științe Agricole și Silvice "V.I. Lenin" din Moscova (1970).

Prin participarea activă în toate etapele de clădire, dezvoltare și perfecționare a cunoștințelor agrochimice din ultimii peste 50 de ani, prin contribuțiile originale în domeniul agrochimiei, academicianul profesor David Davidescu s-a detașat drept ctitor al agrochimiei moderne în România și promotor incontestabil al unei complexe științe interdisciplinare cu implicații nebănuite în optimizarea proceselor ce au loc în sistemul sol-plantă-îngrășământ, cu efecte benefice asupra producțiilor agricole.

Dispariția sa dintre noi reprezintă o mare pierdere, deoarece asemenea personalități nu pot fi înlocuite. Ne-a lăsat, însă, nu numai o operă științifică vastă de valoare inestimabilă, ci și îndrumătoare tehnice de mare însemnătate, care au contribuit și vor continua să contribuie multă vreme la dezvoltarea producției agricole, la creșterea eficienței utilizării fertilizatorilor și la evitarea poluării mediului înconjurător.

**Acad. Cristian Hera,  
fost colaborator al Marelui dispărut**

**Prof. univ. dr. KISS STEFAN  
(15 august 1926 - 2 decembrie 2004)**



Profesorul **Stefan KISS**, reprezentant de seamă al școlii de Microbiologie din țara noastră, eminent om de știință, autor al unor studii de enzimologie ambientală de referință, s-a stins din viață la vârsta de 78 ani.

S-a născut în orașul Satu Mare la 15 august 1926. Școala primară și cei 8 ani de liceu i-a urmat la *Liceul Reformat*, din orașul natal, pe care l-a absolvit în 1946, situându-se pe primul loc din cei 131 de absolvenți. Se înscrie apoi la facultatea de Chimie, secția Biochimie, de la Universitatea Bolyai Janos din Cluj, pe care o absolvă cu diplomă de merit în 1950. Între 1950 și 1952 lucrează ca biochimist la Fabrica de Medicamente din Cluj.

În 1952 a fost numit asistent la disciplinele de Fiziologie animală și Microbiologie din cadrul facultății de Biologie de la Universitatea Bolyai. În 1959, după unificarea celor două universități din Cluj (Universitatea Victor Babeș și Universitatea Janos Bolyai), ocupă postul de șef de lucrări la facultatea de Biologie-Geografie a Universității Babeș-Bolyai din Cluj. În 1968 a ocupat prin concurs postul de conferențiar la disciplina de Microbiologie, iar în 1990 postul de profesor la aceeași disciplină. În 1991, prin pensionarea sa, a fost numit profesor consultant, activând cu multă energie până în ultimele zile de viață. În anul 1990 a fost numit conducător de doctoranzi la disciplina de Microbiologie, 10 doctoranzi obținând titlul de doctor *în Biologie, specialitatea Microbiologie*, sub îndrumarea sa. Între 1976 și 1984 a fost decanul facultății de Biologie-Geografie, dovedindu-se un foarte bun organizator, contribuind substanțial la prestigiul acestei facultăți atât în țară cât și peste hotare.

Pe plan didactic a fost unul dintre profesorii cei mai iubiți și stimați de studenții biologi, remarcându-se prin pregătirea sa profesională de

excepție, prin cultura sa generală de invidiat, prin stăpânirea principalelor limbi de circulație (între care și limba rusă), precum și a limbii latine. A predat mai multe cursuri universitare de-a lungul anilor și anume *Microbiologie generală*, *Microbiologia solului*, *Microbiologie industrială*. A publicat cursul de *Microbiologie generală*, în două volume, precum și cursul de *Microbiologia solului*, în colaborare.

A fost un erudit dascăl care a format peste 40 de generații de biologi, în fiecare an îndrumând, cu multă competență și dăruire, în medie 8-10 lucrări de licență. Mulți absolvenți lucrează astăzi ca microbiologi în laboratoare de prestigiu din Europa sau SUA, respectiv Canada.

Ca cercetător, a fost unul din cei mai entuziaști, consacându-și mai mult de jumătate din viața muncii științifice experimentale, de laborator. A condus cu prestanță un colectiv de cercetare în domeniul Microbiologie aplicate, din 1968 până în 1990, în cadrul Institutului de Cercetări Biologice din Cluj-Napoca. Pe plan științific a abordat domeniul *enzimologiei și microbiologiei solului, a turbei, a sedimentelor acvaticе, inclusiv nămolurile terapeutice*. De asemenea, a abordat și probleme de *geomicrobiologie și de biodeteriorare*. În 1964 și-a susținut teza de doctorat intitulată *Studierea enzimelor din sol*, la Universitatea Babeș-Bolyai, sub conducerea Acad. Péterfi Ștefan. Ca autor sau coautor a publicat peste 200 lucrări științifice în limbile română, maghiară, germană, rusă sau engleză, mai ales în următoarele țări: România, Germania, Ungaria, Rusia, Statele Unite ale Americii, Anglia și Olanda. Este autorul primei monografii din literatura universală asupra enzimelor din sol, apărută în limba maghiară - *Talajenzimek (Enzimele din sol)*, în 1958, la București (Edit. Agro-Silvică). De asemenea, este unul din coautorii primului tratat de enzimologia solului apărut în Anglia (*Soil Enzymes*, Academic Press, London, 1978). A publicat împreună cu colaboratorii săi lucrări de sinteză în reviste de mare prestigiu, cum este *Advances in Agronomy*, Ed. Academic Press, New York, în 1975, respectiv în 1989. Este autorul principal al celor două tratate publicate în Olanda *Enzymology of Disturbed Soil* la Ed. Elsevier, Amsterdam, 1998, respectiv *Improving Efficiency of Urea Fertilizer by Inhibition of Soil Urease Activity*, 2002, la Ed. Kluwer, Dordrecht.

În 1986, a definit pentru prima oară în literatura de specialitate, conținutul unei noi discipline științifice de sinteză - *Enzimologia mediului înconjurător (Environmental Enzymology)*, care cuprinde 8 domenii: 1. Enzimologia solului; 2. Enzimologia turbei; 3. Enzimologia apelor naturale și a sedimentelor acvaticе, inclusiv nămolurile terapeutice; 5.

Enzimologia compostului și a gunoii de grajd; 6. Enzimologia humusului; 7. Enzimologia argilei; 8. Miscellanea (de ex. Enzimologia depunerilor din peșteri, Elaborare de metode pedoenzimologice pentru detectarea vieții existente sau extinse pe alte planete, de notat pe planeta Marte).

A participat la două mari congrese internaționale (Congresul Internațional de Știința Solului, București, 1964; Congresul Internațional de Microbiologie, Moscova, 1964), la alte congrese fiind invitat, dar neputând participa din cauza condițiilor politice. Colaboratorii săi mai tineri, în schimb, au participat la mai multe manifestări științifice internaționale din Vestul Europei, după 1990, la care figura ca participant și profesorul Kiss, în calitate de colaborator.

A fost autorul principal sau coautor la 3 brevete de invenție, legate de *epurarea apelor uzate de nitroderivați, de înnobilitarea bacteriană a caolinului, respectiv de inhibarea activității ureazei din sol*.

Ca recunoaștere a meritelor sale științifice, a făcut parte din mai multe comisii de specialitate (de ex. Comisia de Biologia Solului, din cadrul Societății Naționale Române pentru Știința Solului). A fost membru al *International Society for Soil Science, Birmendorf, Elveția*. În 1993 a devenit membru extern al Academiei Maghiare de Științe. A fost redactor șef al revistei *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Biologia*, timp de 22 ani. De asemenea, a făcut parte din comitetele de redacție pentru volumele *Symposium on Soil Biology* (Cluj, 1966, 1977; București, 1972; Iași, 1971) și *Evolution and Adaptation* (Cluj, 1983, 1985, 1988, 1991).

Ca recunoaștere a meritelor sale științifice pe plan internațional este de subliniat că, la lucrările sale publicate în țară sau străinătate, singur sau în colaborare, se găsesc referiri în 94 tratate și cărți de specialitate, în 42 volume de congrese și simpozioane și alte colecții de articole, precum și în 193 reviste științifice diferite apărute în 35 de țări de pe aproape toate meridianele globului. Toate aceste vin să susțină că profesorul Kiss Ștefan poate fi considerat una din personalitățile de seamă ale Enzimologiei solului, respectiv Enzimologiei mediului înconjurător pe plan mondial, contribuind substanțial la apariția și evoluția acestora în ultimii 50 de ani.

**Mihail DRĂGAN-bULARDA**

