

# Ș T I I N Ț A S O L U L U I

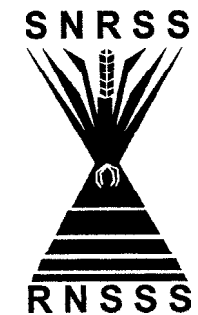
REVISTĂ A SOCIETĂȚII NAȚIONALE  
ROMÂNE PENTRU ȘTIINȚA SOLULUI

Seria a III-a

---

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

JOURNAL OF THE ROMANIAN  
NATIONAL SOCIETY OF SOIL SCIENCE



2

---

2006, vol. XL

## CEA DE A XVIII-A CONFERINȚĂ NAȚIONALĂ A SNRSS - „100 DE ANI DE ȘTIINȚA SOLULUI ÎN ROMÂNIA” CLUJ-NAPOCA 20-26 AUGUST 2006<sup>1)</sup>

I. Munteanu

Institutul Național de Cercetare, Dezvoltare pentru Pedologie,  
Agrochimie și Protecția Mediului – București

Sortii au făcut ca în 2006 calendarul de desfășurare a conferințelor naționale ale SNRSS să se suprapună cu momentul aniversării a 100 de ani de la atestarea oficială a Științei Solului din România, marcată prin legea de înființare a Institutului Geologic promulgată de Regele Carol I la 21 februarie 1906. În această lege, Agrogeologia (Pedologia de mai târziu) figurează la același nivel (secție) ca și geologia.

Așadar Conferința SNRSS de la Cluj a avut un caracter excepțional fiind atât prilej de evocare a istoriei cât și de analiză și de discutare a problemelor actuale cu care se confruntă știința solului din România și din județele din centrul și nord-vestul țării: Alba, Cluj, Maramureș și Satu Mare. Momentul aniversar a fost marcat prin baterea unei medalii jubiliare cu efiigiile fondatorilor științei solului din România - G.M. Murgoci, Theodor Saidel și Gh. Ionescu Sisești, pe avers și cu siglele SNRSS și I C P A, pe revers.

<sup>1)</sup> Titlul complet al conferinței: „100 de ani de Știința Solului în România. Managementul și utilizarea resurselor de sol, protecția mediului și dezvoltarea rurală din centrul și nordul vestului României”. Pe lângă SNRSS organizatorii au fost: Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția mediului, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca, Universitatea de Nord Baia Mare, Consiliile Județene, Direcțiile pentru Agricultură și Dezvoltare Rurală, Oficile Județene pentru Pedologie și Agrochimie și Direcțiile Silvice Cluj, Alba, Maramureș și Satu Mare.

Tot cu acest prilej a fost editat un volum „In Memoriam” cu evocarea celor care au servit la propășirea științei solul în România. De asemenea au fost tipărite: Ghidul Aplicațiilor de teren (449 p - 2 vol), Programul Conferinței și abstractele lucrărilor prezentate (111 p.).

Conferința SNRSS din 2006 a fost adusă la cunoștința comunității mondiale a specialiștilor în știința solului atât prin Buletinul Uniunii Internaționale a Societăților de Știința Solului cât și prin Calendarul evenimentelor științifice pe 2006 editat de USDA-NRCS cu prilejul celui de al XVIII-lea Congres Mondial de Știința Solului ținut la Filadelfia – SUA.

Ecoul internațional al acestui eveniment și considerația de care se bucură știința solului din România în plan mondial a fost evidențiată de o numeroasă participare internațională, respectiv 18 specialiști reprezentând 12 țări (cea mai largă de la Congresul al VIII-lea de Știința solului de la București din 1964). Printre oaspeții s-au numărat personalități științifice de primă mărime astfel: Prof. Winifried E.H. Blum (Austria) Președintele Confederației Europene al Societăților de Știința solului, și fost secretar general al UISS, Prof. Ahmed R. Mermut (Canada) Președintele Diviziei 1 „Solul în spațiu și timp”, a UISS Prof. Peter-Hans Blume (Germania) - membru de onoare al UISS. Acad. György Varallyay (Ungaria), Dr. Beata Houskova (Italia) din partea Biroului European de soluri, Dr. Michael Fuchs (Germania) - din partea Institutului Federal pentru Geoștiințe și Resurse Naturale (BGR) Hanovra, Prof. Dr. Nikola Kolev (Bulgaria) directorul Institutului Nikola Pușkarov - Sofia. Prof. Aldis KarKlins (Letonia) și Prof. Othmar Nestroy (Austria). Pe lângă personalitățile menționate au mai participat trei oaspeți din Serbia, doi din Cehia, doi din Republica Moldova; unul din Japonia (Dr. Hiroshi Takatoh) și unul din Belgia (Dr. Eric Bomans). Numărul participanților români a fost de 200. În acord cu uzanțele conferințelor naționale ale SNRSS, Conferința de la Cluj a cuprins două părți, respectiv două zile (21 și 22 august) de prezentare de lucrări, inclusiv alegeri pentru noua conducere a SNRSS, și patru zile (23-26 august) consacrate aplicațiilor de teren.

Numărul lucrărilor științifice a fost de 208 din care 118 prezentări orale și 90 poster, cu următoarea distribuție pe comisii (tabel 1).

Prima zi (21 august) a Conferinței a fost consacrată marcării momentului jubiliar, care a constat din: prezentarea mesajelor de salut din partea oaspeților străini și a autorităților locale, prezentarea de

Tabel 1

Comisia	Prezentări orale	Postere
I. Fizica și tehnologia solului+ISTRO	18	13
II. Chimia și mineralogia solului	13	13
III. Biologia și ecologia solului	18	6
IV. Fertilitatea solului și nutriția plantei	17	16
V. Geneza, clasificare și cartografia solului	19	7
VI. Solul și mediul înconjurător	18	29
VII. Sivicultura	15	6
Total	118	90

referate în plen, desemnarea membrilor de onoare ai SNRSS, decernarea medalilor jubiliare și acordarea premiilor SNRSS pentru perioada 2003-2006. Din parte oaspeților străini au prezentat mesaje de salut toate personalitățile menționate mai sus, la care se adaugă salutul și mesajele oficialităților locale: DI Marius Nicoara prefectul jud. Cluj și Prof. Dr. Mihai Rusu prorectorul Universității de Științe Agricole și Medicina Veterinara Cluj.

Cu excepția expunerii comemorative prezentate de președintele în exercițiu a SNRSS (I.Munteanu), intitulata - „1906 Piatra de hotar în istoria Științei Solului în România”- datorita programului încărcat în ședința plenară, au prezentat lucrări doar oaspeții străini, reprezentanți internaționali sau naționali, astfel: W.E.H. Blum - „Challenges for soil science in view of the European thematic strategy for soil protection”; Hans Peter Blume - „G.M. Murgoci and H. Stremme and the first European Soil Map”; A.R. Mermut - „Carbon sequestration for degraded lands”; Beata Houskova & Luca Montanarella - „Towards an European Soil data Center in support of the EU Thematic Strategy for Soil protection”; Michael Fuchs - „Soil Regions map of the European Union and Adjacent Countries” 1:5000000 - lucrare elaborată de Dr. Reinhard Hartwich care însă nu a putut să fie prezent; Othmar Nestroy - „The tasks of Soil Research for the Society from Tomorrow”; György Varallyay - „Soil Degradation Processes and Extreme Soil Moisture Regime as Environmental Problems in the Carpathian Basin”; Nikola Kolev - „Monitoring and Management of Bulgarian Soil Resources”.

Diplome de onoare și medalii jubiliare au fost distribuite în plen numai oaspeților străini. Colegii români au primit diplome și medalii odată

cu materialele cuprinse în mapele care s-au distribuit participanților la Conferință.

În cadrul ședinței aniversare au fost nominalizați 9 noi membri de onoare ai SNRSS astfel:

A.R. Mermut - Canada  
 Luca Montanarella - Italia  
 Robert Jones - Anglia  
 Vasile Guțuleac - Ucraina (Cernăuți)  
 Florea Nicolaie - România (ICPA)  
 Andrei Canarache - România (ICPA)  
 Gâță Gheorghe – România (ICPA)  
 Cârstea Stelian – România (ASAS)  
 Lixandru Gheorghe – România (USAMV – Iași)

Ultimul eveniment al ședinței aniversare l-a constituit decernarea premiilor SNRSS pe anii 2003-2005.

Materialele științifice prezentate în cadrul celor 6 comisii (7 dacă se adaugă și sivicultura) au tratat subiecte specifice. Astfel în Comisia I s-au prezentat cercetări privind solul, clima, sisteme de fertilizare, evoluția unor caracteristici fizico-chimice ale solului, ș.a.

La comisia a II-a dintre subiectele relevante se menționează cele privind metalele grele din sol, abundența litiului în unele soluri din România, compoziția mineralogică a fracțiunii argiloase din unele soluri poluate din zona Zlatna, ș.a. În cadrul Comisiei a III-a tematica a fost foarte diversă: materie organică, cercetări microbiologice și protecția solului ș.a.

În Comisia a-IV-a numeroase lucrări au fost consacrate aspectelor privind fertilitatea și fertilizarea solului, conservarea și managementul calității solului. Lucrările prezentate la Comisia a-V-a s-au referit la aspecte taxonomice, caracteristici pedogeografice ale unor regiuni, caracterizări micro-morfologice, cartografierea solurilor, ș.a.

În Comisia a-VI-a s-au expus lucrări privitoare la protecția solului și mediului, poluare, procese de degradare, reabilitarea terenurilor degradate prin minerit, ș.a. În Comisia a-VII-a lucrările prezentate s-au referit la aspecte specifice siviculturii: monitoringul calității solurilor forestiere, caracterizare unor soluri din domeniul silvic, tehnologii de depoluare a solurilor forestiere ș.a.

Adunarea generală pentru raportul de activitate, bilanțul financiar pe perioada 2003-2006 și alegerea noi conduceri a SNRSS a avut loc în seara zilei de 22 august. Ca președinte al SNRSS pentru perioada 2006-2009 a fost ales Prof. Dr. Mihai Dumitru directorul ÎCPA.

Aplicația de teren a cuprins patru zone, astfel:

- I. **23 August.** Partea de vest a Câmpiei Transilvaniei (traseu: Cluj-Napoca-Apahida-Suatu-Frata-Viișoara-Câmpia-Turzii-Turda-Cluj-Napoca) cu prezentare și examinarea a trei profile de sol: Regosol proxicalcaric, Pelosol argic-greic și Faeoziom pelic epicalcaric. S-au discutat probleme de clasificare, protecția solului și mediului, conservarea solurilor, utilizarea terenurilor ș.a. S-au vizitat SCDA-Turda și Salina Turda.
- II. **24 August:** Partea estică a Munților Apuseni, Bazinele Arieș și Ampoi (traseul: Cluj-Napoca, Săvădisla-Buru-Lupșa-Câmpeni-Abrud-Zlatna-Alba Iulia-Cluj) cu prezentarea și examinarea a trei profile de sol: Rendzina proxicalcarică, Districambosol tipic subscheletic și Alosol rodic. S-au discutat probleme specifice solurilor forestiere, protecția, conservarea acestora și problemele de poluare din zona Zlatna. S-au vizitat Mănăstirea și Muzeul Etnografic Lupșa și Centrul istoric al orașului Abrud.
- III. **25 August:** Valea Someșului-Valea Chioarului-Depresiunea Baia Mare-Munți Gutâi-Depresiunea Maramureș (traseul: Cluj-Mesteacan-Somcuța Mare-Recea-Baia Mare-Baia Spriei-Sighetu Marmației) cu prezentare a trei profile de sol: Stagnosol albic, Alosol albic și Andosol cambic. S-au discutat probleme specifice utilizării și ameliorării solurilor cu exces de umiditate de suprafață și de utilizare forestieră a andosolurilor. S-au vizitat Muzeul Mineralogic Baia Mare și Mănăstirea Bârsana.
- IV. **26 August:** Depresiunea Oaș-Câmpia Someșului (traseul: Sighetu Marmației-Săpânța-Huta-Negrești-Oaș-Livada-Satu Mare). Din cele trei profile de sol programate pentru examinare: Stagnosol albic, Luvosol albic și Preluvosol mezohipostagnic din cauza timpului ploios s-a putut vedea doar ultimul (prelivosolul). S-au vizitat: Cimitirul vesel de la Săpânța, Biserica de la Certeze și SCDA Livada.

Conferința a luat sfârșit la Satu Mare.

## CONCLUZII

Cea de a-XVIII-a Conferință de Știința Solului ținută la Cluj Napoca prin caracterul ei jubiliar, numărul de participanți străini și români și numărul mare de lucrări științifice prezentate a constituit un eveniment de vârf în viața Societății Naționale Române pentru Știința Solului. Ea a reprezentat prinosul și omagiul adus de generația actuală de slujitori ai științei solului, memoriei iluștrilor înaintași ai acestui domeniu și fondatorilor lui: G. M. Murgoci, Teodor Saidel, Gh. Ionescu-Sișești și întregii pleiade de nu mai puțin iluștri colaboratori sau continuatori ai operei acestora: E. Protopopescu-Pache, Petre Enculescu, N. C. Cernescu, C. D. Chiriță precum și a tuturor acelor care prin aportul și dăruirea lor au contribuit la dezvoltarea științei solului în România, cunoașterea, protecția și conservarea resurselor de sol ale țării.

## CARBON SEQUESTRATION FOR DEGRADED LAND

A. R. Mermut

University of Saskatchewan Saskatoon Sask. S7N 5A8, Canada

### Abstract

Many scientists agree that a doubling of atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations could have a variety of serious environmental consequences. Carbon sequestration is a radical in the technological context and provides mean to tackle land degradation. Despite vast current knowledge on carbon dynamics, little work is done to translate this knowledge into practice. The research so far shows multiple agricultura! and environmental benefits.

The total amount of carbon stored in terrestrial environment is about 2000 ± 500 Pg and about 75% of this occurs in the soil. The potential of carbon sequestration appears to be large (5-10 Pg/year) in comparison to current rate (2 Pg/year). In addition to restoration of degraded ecosystems, there are number of benefits for increased soil quality and crop production.

### Introduction

In the past decade, increasing awareness of CO<sub>2</sub> build-up in the atmosphere and the threat of global warming has instigated society to find means to reduce atmospheric CO<sub>2</sub>. While the debate on complex issue of quantification of carbon stocks is still evolving, it is generally agreed that carbon sequestration can be a highly cost effective and environmentally sound mitigation technique. This would also be a response to commitments by signing parties under the conventions of:

- i) Climate Change (Kyoto Protocol);
- ii) Biological Diversity; and
- iii) Combating Desertification.

*Therefore, strategies that could lead the amelioration of these problems are likely to be of great global significance.*

There is a need to carry out practical works to design appropriate strategies for carbon sequestration. The research so far carried out show the multiple agricultural and environmental benefits. There is a general agreement that with appropriate management technologies soil can function as a sink and contribute the process of CO<sub>2</sub> reduction in the atmosphere. In a simple term, this means the drawing CO<sub>2</sub> out of the air and converting it to biomass (plants) or soil organic matter. By using water and energy from the sun, plants are naturally capable of converting CO<sub>2</sub> to carbohydrates or biomass and consequently organic matter in the soil.

**Multiple benefits** of terrestrial sequestration of carbon is also well documented (U.S. Department of Energy, 1999). These are:

- Improving soil and water quality,
- Decreasing plant nutrient loss,
- Reducing soil erosion, increase water conservation,
- Providing better wildlife habitats and biodiversity
- Creating conditions for higher plant productivity and more biomass products, and
- Increased carbon sequestration will have side benefits of restoring degraded ecosystems worldwide.

Preliminary estimates suggest that using appropriate management techniques -40 to 80 Pg C that would be produced through the combustion over the next 50- to 100 years could be sequestered in the cropland. This would mean that carbon sequestration offers a mean to control the CO<sub>2</sub> levels in the air to keep 550 ppm critical threshold level.

According to U.S. Department of Energy (1999) it is ~ 2000 ± 500 Pg. The rate of the process is estimated to be ~ 2Pg C/year (~ 0.1 % of the current storage). About 75 % of terrestrial carbon occurs in the soil, therefore, they are essential in terms of carbon sequestration. The potential for carbon sequestration appears to be large in comparison with current rate for terrestrial ecosystems (5-10 Pg C/year, when all terrestrial ecosystems are considered). What is the maximum capacity to sequester carbon is not yet known. Table 1 shows carbon sequestration potential of some major land used types.

**There are two fundamental approaches to sequestering carbon:**

- i) Protection of ecosystem that store carbon so that sequestration can be maintained (increasing residence time), and
- ii) Manipulations of ecosystems to increase carbon sequestration beyond the current conditions.

All factors remaining the same, the rate of C sequestration in soils are higher for warm humid regions than dry cool regions, and severely degraded than undegraded soils. It may seem unlikely to sequester large amount of carbon in dryland regions, in comparison to other agro-ecological zones of the world. According to UNEP (1997) dryland store 60 times more carbon than the carbon added to atmosphere by fossil fuel. Dryland cover 450 million ha area. A small change in the rate of carbon sequestered in dryland regions can have large impacts on CO<sub>2</sub> in the atmosphere. Over 1 billion people currently live in susceptible drylands and any effort to restore productivity of these eco-regions will be of benefit for their inhabitant.

While the drylands may be a source of atmospheric CO<sub>2</sub>, but if properly managed they can sequester 37 Pg C/year which is about 15 % of the atmospheric CO<sub>2</sub> emission (UNEP, 1997). This would be a significant contribution to the mitigation of global warming.

Technological options so far recognised to sequester carbon in agricultural land are not many. Some developed for temperate and tropical regions. Application may be differ from one region to another region. Table 2 shows rather simple broad estimates for agricultural practices for different ecoregions. There is a strong need to do applied research to determine the actual values that can be used to calculate the economical benefits of carbon sequestration.

One of the fundamental arguments is that, about 50 % of SOM is lost in the top soil, due to intensive agricultural practices. Uncultivated soils were in equilibrium with the native vegetation and accumulated large SOC reserves and cultivation has disrupted the steady state equilibrium (Lai et al. 1999). There are reliable estimates that many cultivated soils in North America have lost substantial amount of SOM in cultivated lands (Acton and Gregorich, 1995; Bruce et al. 1999), which resulted in de-

Table 1.

Estimates of carbon sequestration potential of some major land-use types with projected annual carbon storage and time frames (UNEP, 1997).

Option	Area million ha	Rate tC ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup>	Period yr	Cost \$US/tC	Total Mt C yr <sup>-1</sup>
Dryland crop management	450	0.3-1.0	5-20	1-5	135
Halophytes	130	0.5-5.0	Indefinite if harvested 5 year if not	170 (irrigated and harvested) 20 (dryland not harvested)	65
Bush encroachment	150	0.1-0.5	15-50	10-20	37
Energy crops	20 (5% of dryland crop area)	4-8	indefinite	2-5	80
Domestic biofuel efficiency	not applicable	not applicable	indefinite	2-5	75
Agroforestry (arid)	50	0.2	30	2-10	10
Agroforestry (semiarid)	75	0.5	20	2-10	38
Agroforestry (subhumid)	150	1.5	15	2-10	225
Improved pasture (semiarid Asia)	10 (2500 degraded globally)	0.1	30	10	1
Savanna fire control	900 (globally)	0.5	30	1-5	450
Woodland management	400 (globally)	0.5	30	1-5	200

Table 2.

Technological options for C sequestration in soil (ton/ha/yr)

Technological options	Temperate climate		Tropical and subtropical	
	Humid	Semi-arid	Humid	Semi-arid
1. Conservation tillage	0.5-1.0	0.2-0.5	0.2-0.5	0.1-0.2
2. Mulch farming( 4-6 Mg/ha/yr)	0.2-0.5	0.1-0.3	0.1-0.3	0.05-0.1
3. Compost (20 Mg /ha/yr)	0.5-1.0	0.2-0.5	0.2-0.5	0.1-0.2
4. Elimination of bare fallow	0.2-0.4	0.1-0.2	0.1-0.2	0.05-0.1
5. Integrated nutrient management	0.2-0.4	0.1-0.2	0.2-0.4	0.1-0.2
6. Restoration of eroded soil	0.5-1.0	0.2-0.5	0.2-0.5	0.1-0.2
7. Restoration of salt affected soils	-----	0.1-0.2	-----	0.05-0.1
8. Agricultural intensification	0.05-0.01	0.05-0.1	0.2-0.4	0.1-0.2
9. Water conservation and management	0.05-0.1	0.1-0.3	0.01-0.1	0.1-0.3
10. Afforestation	0.2-0.5	0.1-0.3	0.2-0.5	0.05-0.1
11. Improved pasture management	0.2-0.05	0.1-0.3	0.1-0.2	0.05-0.1
12. Secondary carbonates	-----	0.0-0.2	-----	0.05-

cline in production, increased soil erosion and soil degradation. The lost carbon primarily should be returned to the soil. It is estimated that this will take 25-50 years, with current technologies (Lai et al. 1998). With good management practices it may be possible to exceed the original native SOM content of many soils.

Lal et al. (1999) suggest that intensification of agriculture on good soils can be achieved through the widespread adoption of :

- i) conservation tillage and residue management,
- ii) irrigation and water management systems,
- iii) improved cropping systems, including agroforestry.

i) *Conservation tillage and Residue management*: Conservation tillage (CT) is a method designed to keep most crop residue on the soil surface. This way soil is protected against erosion and water losses by runoff and evaporation are also reduced. Reliable data show that tradi-

tional intensive tillage decrease soil carbon as it encourages rapid mineralization of soil organic matter. Fallow periods in rotation have been used in semiarid regions to conserve moisture for succeeding crop. However, fallow especially in combination with conventional tillage exposes the soil to erosion (especially wind) and creates temperature and moisture conditions that speed up the process of organic matter decomposition in the soil.

Conservation tillage stores or build more organic matter in the soil and provides long term productivity and sustainability by enhancement of soil quality and improvement of soil resilience (Reicosky, et al. 1995; Grant, 1997). Technologies related to conservation tillage are well adopted by farmers in North America and currently gaining momentum by farmers elsewhere. About 37 % of the land farmed in the USA is now managed with a CT system, including no till, minimum till, or ridge till (Lai et al., 1999). One of the encouraging advantages of this method is reduced farm input.

*ii) Irrigation and water management systems:* Irrigation, especially in drought-prone soils can enhance SOC content. Experimental data on the impact of the irrigation on SOC dynamics is rare. Bruce et al. (1999) suggest that conversion of dryland to irrigated agriculture may increase the SOC content with an average rate of 100 kg/ha/year. Irrigation of soils in arid and semi-arid regions also affects the SOC pool and its dynamics. This is a complex issue and very little attempt is made to increase our understanding on this aspect of carbon cycle.

*iii) Improved cropping systems, including agroforestry. Commercial Fertilisation:* It is natural that the application of fertilisers (N, P, and K) would increase the overall biomass production, including root biomass. Long term experimental studies around the world have clearly proved this. Fertilisers are in use, especially last 40-50 years that aims to increase food production. We should recognize that this is a good strategy for increased food production in developing countries, which in turn can help to stabilise deforestation and reduce greenhouse gas emission. More biomass production means increased chance of carbon sequestration. This can also be done by other organic inputs, crop rotation and agroforestry.

*Organic fertilisation and other organic inputs:* This includes green of especially legume species, manure compost, manure sewage sludge, wood chips, and peat beside crop residues. Adding organic matter on

severely eroded soils reduces the risk of erosion by promoting the formation of aggregates that resist erosion.

*Crop Rotation:* Forages and legumes have extensive rooting systems that leave large amounts of organic matter. When used with conservation tillage crop rotation adds more organic matter to the soil.

*Agroforestry:* This is a rather new system of combination of fast growing trees with agriculture that also include feed to supports livestock (Mergen, 1986). It provides habitat for bio-diversity and produces goods and services (Winterbottom and Hazelwood, 1987). This system can increase carbon sequestration substantially (Unruh et al. 1993). It is a compromise solution to continuous crop production, supporting livestock and carbon sequestration. Extensive research is now going on around the world. ICRAF in Nairobi Kenya is established to specifically deal with agroforestry. Little is known about carbon storage within a time frame (Schroeder, 1993).

One of the advantages of agroforestry systems is providing a more hospitable environment for biodiversity, both above and belowground. Sanchez et al. (1996) suggest that substantial biodiversity benefits are likely if agroforestry covers large area and maintained for relatively long time.

Estimating the potential for increasing carbon sequestration is difficult. The flux of carbon among plants, soils, and the atmosphere is still poorly understood. It is important to recognise that carbon sequestration is an immature field at this point in time. Multiple fundamental research and development approaches, therefore, are warranted. Understanding how to increase soil carbon stocks in agricultural lands is critical to increasing sustainability of food production and mitigation of degraded lands.

**Example of Carbon Dynamics Under Temperate Climate in Canada** (Acton and Gregorich, 1995)

Regarding the carbon cycling, Canada has two main national objectives. These are:

1. To determine whether Canadian agriculture is a source or sink of atmospheric CO<sub>2</sub>,
2. To reduce uncertainties about the processes that determines the exchange of CO<sub>2</sub> between land and atmosphere.

Quantitative methods were designed to measure carbon stored in the soil under different management technologies and CO<sub>2</sub> release from



the cultivated soils. It is calculated that the amount of CO<sub>2</sub> released from the soil when native Prairie grasslands were first cultivated, is equivalent to that released by about 10 years of fossil fuel consumption in Canada. Currently there seems to be a balance established with the farming system used. Several methods were tested to sequester atmospheric CO<sub>2</sub> in soils and several management options were also identified in Canada.

The quantification of carbon storage requires many years of studies, as the altered new system attains a balance between soil carbon inputs and outputs after so many years. This is unfortunately one of the problems we face in carbon sequestration studies. Canada is interested in developing land management systems that maintain biodiversity, sustainability, and agricultural competitiveness. There is tendency to eliminate summer fallow and use the land to grow legume as a green manure. Canadian ecological condition allows only one crop a year and the growing seasons is short, due to low atmospheric and soil temperatures.

About 18 years of tillage treatments of soils from Eastern Canada under corn showed that no-till increased organic matter in the soil (both at the surface and throughout the soil profile). Table 3 shows clearly that organic matter is increased with no till treatment.

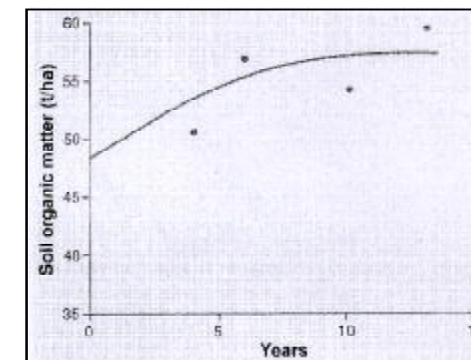
**Table. 3**

**Organic matter at two depths after 18 years of various tillage treatments of a soil from Ontario, Canada under corn.**

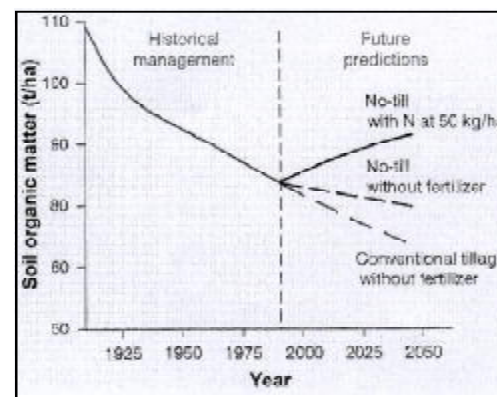
Tillage system	Soil organic matter (tonnes per hectare)		
	0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
No till	86	65	151
Chisel plow	73	52	125
Disc	74	58	133
Moldboard plow	66	64	130

A study in Saskatchewan also showed the steady increase of soil organic matter when soil was used for conservation tillage (Fig. 1). After 10 years or so it seems that organic matter content has reached a steady state. It was found that the rate of increase varied with regions and soils. The system that uses conservation tillage plus fertilisation helps to conserve organic matter in all soils in Canada.

**Fig. 1** Effects of no-till on soil organic carbon within the top 15 cm of the soil.



Using computer simulation models changes in soil organic matter within the top 15 cm of the soil layer of virgin soils subjected to 50 years of conventional tillage, conservation tillage(or no-till), and no-till plus fertilisation with nitrogen at an annual rate of 50 kg per ha were predicted. As can be seen in Fig.2 conventional till without fertilisers predicted further decline in organic matter content. The rate of decreasing slows down with the treatment no-till without fertilisers. However, with conservation tillage and with adequate fertilisation the model predicted significant increase in soil organic matter over present day level, suggesting that this combination will sequester carbon with time and consequently increase soil quality.



**Fig. 2** Soil organic matter levels as predicted by computer simulation models under three different management systems.

In a long term study in Alberta, addition of manure as applied over 50 year period showed that large amounts of organic matter can be

placed in the soil and the difference between manure treated and non-treated were almost 100 % (Fig. 3). Organic matter increase with manure was more than the original one. The man-made (anthropogenic) soils in Western Europe are typical examples of increased organic matter by farmyard manure.

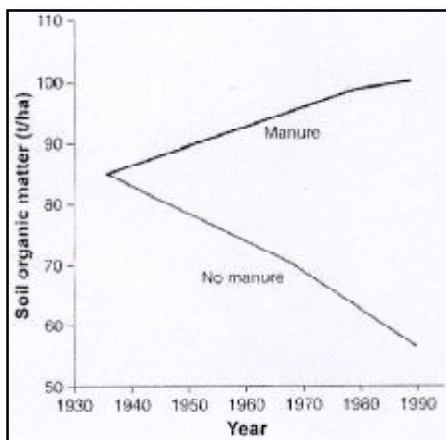


Fig 3. Changes in soil organic matter over 50 years, with an without manure in Alberta. Canada.

A long-term study of corn grown in Ontario showed the positive effect of fertilisation soil organic matter and crop yields, especially when corn was rotated with other crops (Table 4). Using forage crops works well in Eastern Canada where there is a livestock industry, but this is not practical where livestock production is limited.

**Table 4.**  
**Organic matter present in the surface horizon (20 cm) cropped with corn and under different management schemes**

Crop	Soil organic matter tonnes per ha	Corn grain yield tonnes per ha
Continuous corn		
Fertilised	97	6.0
Unfertilised	88	1.6
Corn in rotation		
Fertilised	112	7.8
Unfertilised	88	4.6

**References**

Acton, D. F. and Gregorich, L. J. 1995. The health of our soils, towards the sustainable agriculture in Canada. Agriculture and Agri-Food Canada, Research Branch. Center for Land and Biological Resources Publ. 1906/E

Bruce, J. P. Frome, M., Haites, E., Janzen, H., Lai, R., and Paustian, K. 1999. Carbon sequestration in soils. *J. Soil Water Cons.* 54: 382-389.

Grant, F. R. 1997. Changes in soil organic matter under different tillage and rotations: mathematical modeling in ecosystems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61: 1159-1175.

Lal, R., Follet, R. F., Kimble, J.M., and Cole, V. R. 1999. Managing U.S. cropland to sequester carbon in soil. *J. Soil Water Cons.* 54: 374-381.

Lal, R., Kimble, J.M., Follet, R. F., and Cole, V. R. 1998. The potential of U. S. cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. Sleeping Bear Press. Ann Arbor, MI, 128 pp.

Mergen, F. 1986. Agroforestry-an overview and recommendations for possible improvements. *Tropical Agriculture* 63: 6-9.

Reicosky, D. C. Kemper, W. D., Langdale, G. W., Douglas, C. L. Jr, and Rasmussen, P. E. 1995. Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production. *J. Soil Water Cons.* 50: 253-262.

Sanchez, P. A. R. J. Buresh, and R. R. B. Leakey. 1996. Trees. Soils and Food Security. Paper presented at the "Discussion Meeting on Land Resources: On the Edge of Malthusian Precipice? London , 5 Decemben 1996.

Schroeder, P. 1993. Agroforestry systems: Integrated land use to store and conserve carbon. *Climate Research.* 3: 53-60.

U. S. Department of Energy. 1999. Carbon sequestration, state of the science. A working paper for roadmapping future carbon sequestration Research and Development. U. S. Department of Energy Office of Science, Office of Fossil Fuel

UNEP. 1997. World atlas of desertification, Second Edition, N. Middleton and D. Thomas (eds.) UNEP New York.

Unruh, J.D. R. A. Houghton and P. A. Lefebvre. 1993. Carbon storage in agroforestry: An estimate for Sub-Saharan Africa. *Climate Research* 3; 39-52.

Winterbottom, R. and P. T. Hazelwood. 1987. Agroforestry and sustainable development: Making the connection. *Ambio.* 16: 100-110.

## SOIL DEGRADATION PROCESSES AND EXTREME SOIL MOISTURE REGIME AS ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE CARPATHIAN BASIN

GY. VÁRALLYAY<sup>1</sup>

Research Institute for Soil Science and Agriculture Chemistry (RISSAC)  
of the Hungarian Academy of Science Budapest

### Abstract

The most important elements of sustainable development in the Carpathian Basin are the rational use and conservation of soil resources and ecosystems (the geological strata-soil-water-biota-plant-near surface atmosphere continuum), maintaining their favourable „*quality*” and desirable *multifunctionality*.

The natural conditions (climate, water, soil and biological resources) of the Carpathian Basin are generally favourable for rainfed biomass production. These conditions, however, show extremely high, hardly predictable spatial and temporal variability, often extremes, and sensitively react to various natural or human-induced stresses. The main ecological constraints are: 1. Soil degradation processes. 2. Extreme moisture regime: simultaneous hazard of flood, waterlogging, overmoistening and drought sensitivity. 3. Unfavourable changes in the biogeochemical cycles of elements, especially of plant nutrients and environmental pollutants.

In the last years the development of “in situ” and laboratory analytics, remote sensing, informatics, computer technology, GIS/GPS applications, etc. has given opportunity for the organization of all available information into a well-structured up-to-date *soil database*. On this basis the “*environmental sensitivity/susceptibility/vulnerability*” of soils against these stresses were comprehensively analysed and

indicated on thematic maps in various scale.

Because of these facts sustainable land use and site-specific soil management, yield stability, risk reduction, soil conservation and the prevention, elimination or moderation of extreme moisture situations (due to uneven spatial and time distribution of atmospheric precipitation, heterogeneous meso- and microrelief; highly variable soil cover; unfavourable physical and hydrophysical properties of some soils) have great significance and soil moisture control is of primary importance in the Carpathian Basin.

**Key words:** soil degradation, extreme moisture regime, waterlogging hazard, drought sensitivity, environmental vulnerability, soil database, hydrophysical properties of soils.

### Introduction

“*Life quality criteria*” are formulated in different ways by various societies or individuals, depending on the given geographical and socio-economic conditions, living standards; national, ethnical and religious traditions, history, policy; age, sex, educational level, position in the social hierarchy; etc. There is full agreement, however, on the need for three elements: healthy, good quality food, and food security;

- clean water;
- a pleasant environment.

All three are closely related to rational land use and the sustainable management of land resources (Várallyay, 2003).

*Sustainable development* is the management and conservation of the natural resource base, and the orientation of technological and institutional change in such a manner as to ensure the attainment and continued satisfaction of human needs for present and future generations. *Sustainable agricultural development* includes efficient *biomass production* for food, fodder, industrial raw material and alternative energy, using environment-friendly, energy- and material saving technologies paying special attention to quality, and a socially acceptable rural development, simultaneously.

The most important element of *sustainable development* in the *Carpathian Basin* is the *rational use and conservation of soil resources and ecosystems* (the geological strata-soil-water-biota-plant-near surface atmosphere continuum), maintaining their favourable „*quality*” and their

desirable *mult/functionality*. This is the main goal of social and agricultural development, water management, environment protection and rural development and the joint responsibility of the state, land owners and land users, requiring priority attention and full support from the whole society (Várallyay, 2000b, 2003).

### Significance of soils and their functions

*Land* (soil-water-near surface atmosphere continuum, with its geology, relief and biota) represents a considerable part of the *natural resources* in the Carpathian Basin, especially in Hungary, poor in other natural resources. Consequently, rational land use and proper soil management to guarantee normal soil functions - are important elements of the *sustainable use of agro-ecosystems*, having special importance both in the national economy and in environment protection.

The most important *soil functions* are as follows (Várallyay, 1997, 2000c, 2002b,c; Várallyay & Láng, 2000):

- (a) Conditionally renewable natural resource.
- (b) Reactor, transformer and integrator of the combined influences of other natural resources (solar radiation, atmosphere, surface and subsurface waters, biological resources), place of „sphere-interactions”, creating „life media” and habitat for biota and “land site” for natural vegetation and cultivated crops.
- (c) Medium for biomass production, primary food-source of the biosphere.
- (d) Storage of heat, water and plant nutrients, as well as wastes from various sources.
- (e) High capacity buffer medium, which may prevent or moderate the unfavourable consequences of various environmental stresses.
- (f) Natural filter and detoxication system, which may prevent the deeper geological formations and the subsurface waters from various pollutants.
- (g) Significant gene-reservoir, an important element of biodiversity,
- (h) Conservator and carrier of the heritage of natural and human history. Society has utilized these functions in different ways (rate, method, efficiency) throughout history, depending on the given natural conditions and socio-economic circumstances. In

many cases the character of the particular function was not taken properly into consideration during the utilization of soil resources, and the misguided management resulted in their over-exploitation, decreasing efficiency of one or more soil functions, and - over a certain limit - serious environmental deterioration.

### Soil resources in the Carpathian Basin

The natural conditions (climate, water, soil and biological resources) of the Carpathian Basin (particularly the lowlands and plains) are *generally favourable for rainfed biomass production*. These conditions, however, show extremely high and hardly predictable spatial and temporal *variability*, often *extremes* and sensitively react to various natural or human-induced *stresses* (Láng et al., 1983; Várallyay, 2003; Várallyay et al., 1979, 1980a, 2004, 2006). The generally favourable agro-ecological potential is mainly limited by three soil factors:

- (1) Soil degradation processes.
- (2) Extreme moisture regime: simultaneous hazard of flood, water-logging and drought sensitivity.
- (3) Unfavourable changes in the biogeochemical cycles of elements, especially of plant nutrients and pollutants.

The comprehensive assessment of these characteristics for the whole Carpathian Basin could be an interesting joint task of the interested countries for the scientifically-based development of a well-harmonized “sustainable development”.

### Limiting factors of soil fertility

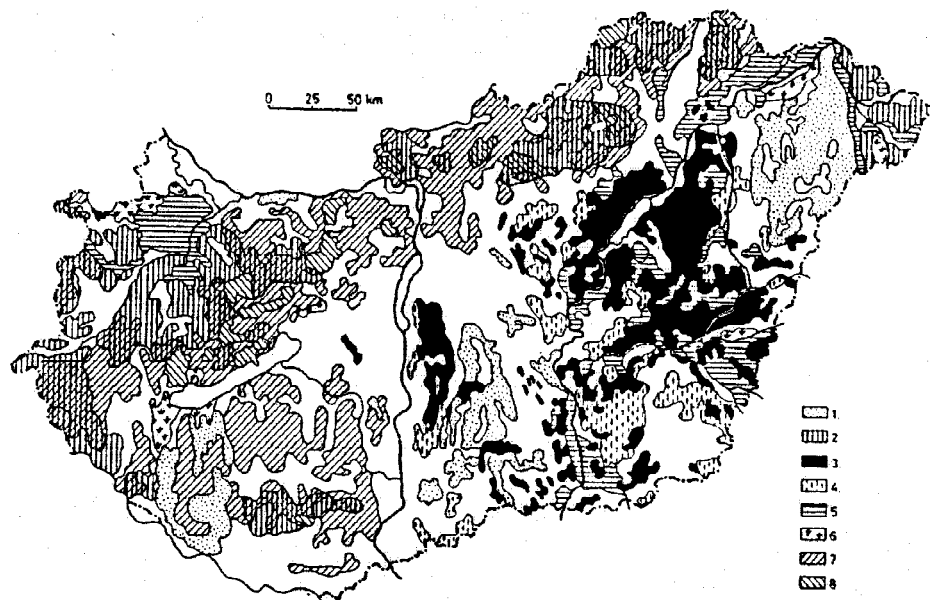
There are large territories in the Carpathian Basin where the multifunctionality of soil is threatened and its fertility/productivity is *limited* by various *soil properties* and *unfavourable/harmful soil degradation processes*.

*The limiting factors of soil fertility* in Hungary are shown in *Figure 1*.

The “limitations” are even more serious in the non-Hungarian part of the Carpathian Basin. Sustainable land use and soil management may react to these limitations in two different ways:

- *adaptation* to the given conditions by rational „site-specific” land

use, proper cropping pattern and adequate agrotechnics;  
 - *modification*(improvement)of the unfavourable conditions by soil reclamation and amelioration,including the development of proper infrastructure, water management and soil conservation practices.



**Figure 1. Map of the limiting factors of soil fertility in Hungary.**  
 1. Extremely coarse texture (8% of the total area of Hungary). 2. Acidity (12.8%). 3. Salinity and/or alkalinity (8.1%). 4. Salinity and/or alkalinity in the deeper layers (2.6%). 5. Extremely heavy texture (6.8%). 6. Waterlogging or peat formation (1.7%). 7. Erosion (15.6%). 8. Shallow depth (2.3%).

### Soil degradation processes

*Soil degradation* is usually a complex process in which several features can be recognized that contribute to unfavourable changes in soil processes and soil properties, loss or decrease of soil fertility and productive capacity; limitations in normal soil functions and/or to serious environmental deterioration. Soil degradation may be the result of natural factors and/or human activities (Várallyay, 1989a, 2000a, 2004, 2006).

The main significant consequences of soil degradation are as

follows: loss or diversification of land; reduction in land value, because of ecological and/or technical limitations; reduced phytomass production, lower crop yields; increasing irrigation and/or drainage requirements as a consequence of soil physical deterioration etc.

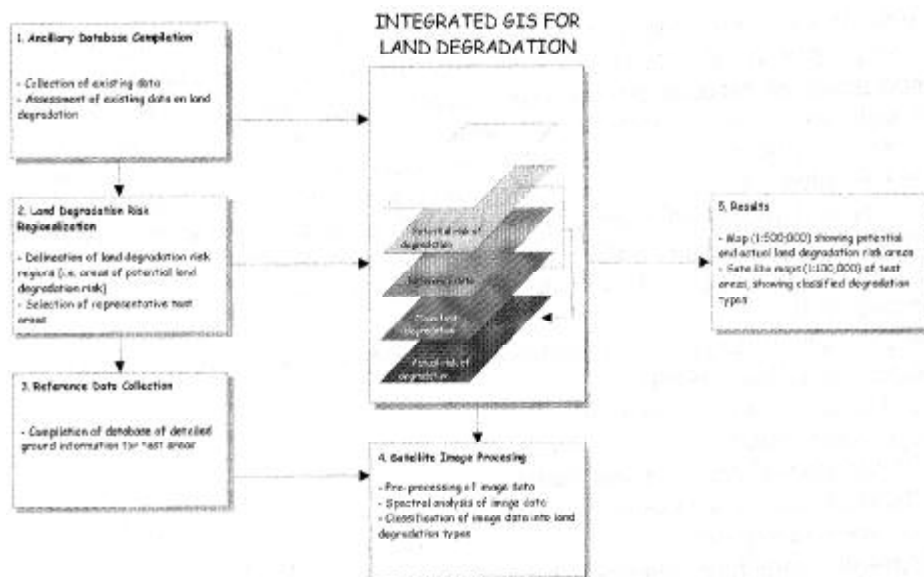
In spite of the large and increasing extension of degraded lands in all continents, it can be stated that soil degradation is not an unavoidable consequence of rational agricultural production and social development! Most soils are resilient to a certain extent, consequently, most of the *soil degradation processes* and their *consequences can be efficiently prevented, eliminated or at least moderated*. But it needs permanent control measures and widely adopted soil (and water) conservation technologies, which are the indispensable elements of sustainable (agricultural) development and up-to-date *site-specific precision soil management* (Várallyay, 2003).

In the Carpathian Basin the most important soil degradation processes are as follows (Várallyay, 1989):

- (1) Soil erosion by water or wind.
- (2) Soil acidification.
- (3) Salinization/alkalization/sodification.
- (4) Physical soil degradation, such as structure destruction, compaction, surface sealing, etc.
- (5) Extreme moisture regime: (sometimes) simultaneous hazard of overmoistening, waterlogging and drought-sensitivity;
- (6) Biological degradation, such as unfavourable changes in soil biota, decrease in soil organic matter
- (7) Unfavourable changes in the biogeochemical cycles of elements, especially in the regime of plant nutrients, such as leaching; volatilization; biotic and abiotic immobilization.
- (8) Decrease in the buffering capacity of soil, soil pollution, and environmental toxicity.

In the last years the revolutionary development of in situ and laboratory analytics, remote sensing, informatics, computer technology, GIS/GPS applications, etc. gave opportunity for the up-to-date database development, including all available *soil information* (description and data of soil survey, field experiments and measurements, laboratory analysis, remote sensing information, soil maps etc.). Hungary participated actively in such international programmes: e.g. in the GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation), SOTER (Soil and terrain Digital

Database) and SOVEUR (Soil Vulnerability of European Soils) projects (Szabo et al., 1998, 1999; Várallyay et al., 1979). In the PHARE-MERA (MARS/Monitoring Agriculture with Remote Sensing/and Environment Related Applications) '92 Project Soil Degradation Subproject a comprehensive system was elaborated for the regionalization and classification of soil degradation processes. Its flow chart is shown in Fig. 2.



**Figure 2. PHARE MERA Land Degradation Mapping Methodology**

The method was efficiently applied in Hungary. Based on all available soil information the *environmental sensitivity/susceptibility* of soils against various soil degradation processes were analyzed and evaluated (Várallyay, 2000a):

- soil erosion by water and/or wind;
- soil acidification;
- salinization/alkalization/sodification (Szabolcs et al., 1969; Várallyay, 1974) (Fig. 3.);
- physical degradation (structure destruction, compaction, surface sealing etc.) (Fig. 4.);
- pollution or nutrient load of subsurface waters.

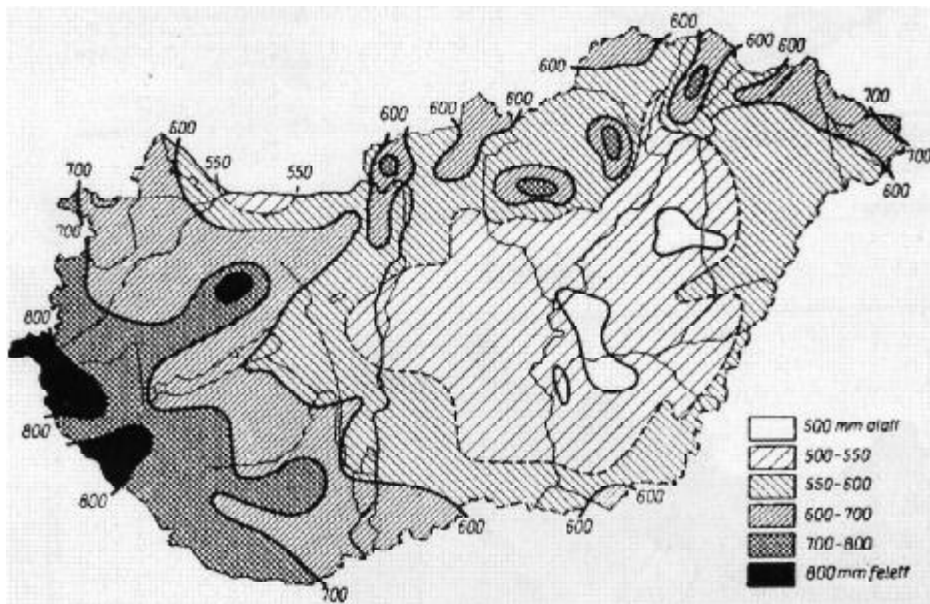
**Figure 3**

**Figure 4**

**Extreme moisture regime**

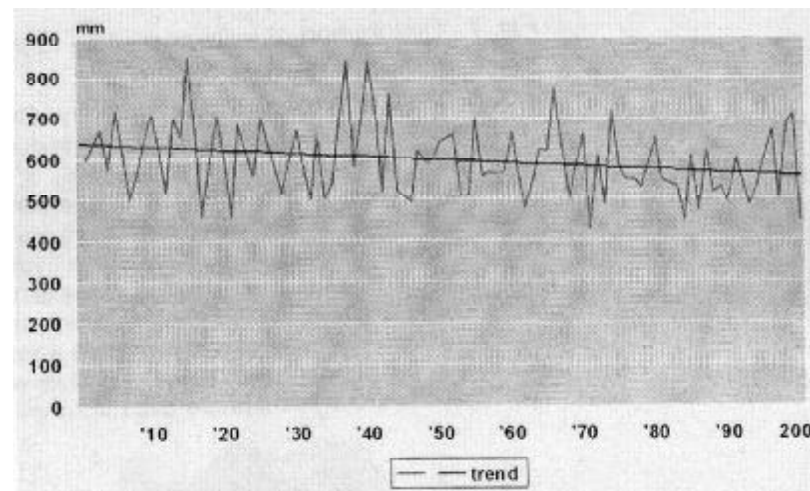
It can be forecast with high probability that in the future *water* will be the determining (hopefully not limiting) factor of food security and environmental safety in the Carpathian Basin (Somlyody, 2000; Várallyay, 1988, 1989b, 1997). Consequently, the *increase in water use efficiency* will be one of the key issues of agricultural production, rural development and environment protection and the *control of soil moisture regime* will be an imperative task without any other alternatives (Antal et al., 2000; Somlyody, 2000; Várallyay, 1988).

*Water resources are limited* (Pálfi, 2000; Somlyody, 2000; Várallyay, 1989b). The increasing water demand must be satisfied from these limited resources. The average 450-600 mm annual precipitation may cover the water requirement of the main crops even at high yield levels. But the average shows *extremely high territorial* (Fig. 5) and *temporal* (Fig. 6) *variability*- even at micro-scale. Under such conditions a considerable part of the precipitation is lost by surface runoff, downward filtration and evaporation.



**Figure 5.** Distribution of the amount of atmospheric precipitation in Hungary

Annual precipitation will not be more in the future (on the contrary, it might be less according to the climate change forecast, characterized by increasing temperature and aridity) and its unfavourable territorial and time distribution will not turn better. On the contrary, an opposite tendency has been forecast: *increasing risk* (frequency, intensity) of extreme weather events and soil moisture situations. The available quantity of *surface waters* (rivers) will not increase, particularly in the critical low-water periods. A considerable part of the *subsurface waters* (especially in the lower parts of the Basin) cannot be used for irrigation because of their poor quality (salinity, alkalinity, sodicity). Another part is not utilizable because of environment control regulations preventing the lowering of the water table and its unfavourable ecological consequences (e.g. the serious „desertification symptoms” in the Danube-Tisza Interfluvium sand plateau). The annual water balance is negative in the lowland: 450-600 mm precipitation vs. 680-720 mm potential evapotranspiration. The negative water balance is equilibrated by horizontal inflow (on the surface as runoff, in the unsaturated zone as seepage; and in the saturated zone as groundwater flow), which leads to the accumulation of soluble constituents, the weathering products of the large water catchment area of the Basin in the lowest part of the area, which is the main reason of the predominance of

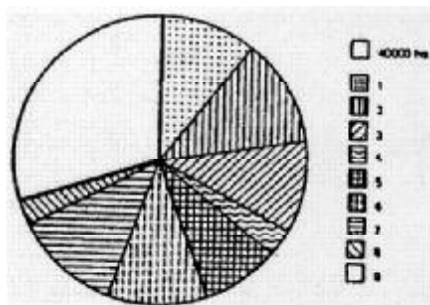


**Figure 6.** Long-term fluctuation of atmospheric precipitation in Hungary (varga-haszonits, 2003)

accumulation processes in soil formation and the occurrence of salt affected soils under such climatic conditions. In addition to the hardly predictable atmospheric precipitation pattern, the two additional reasons of *extreme soil moisture regime* (the simultaneous hazard of waterlogging or overmoistening and drought sensitivity) are:

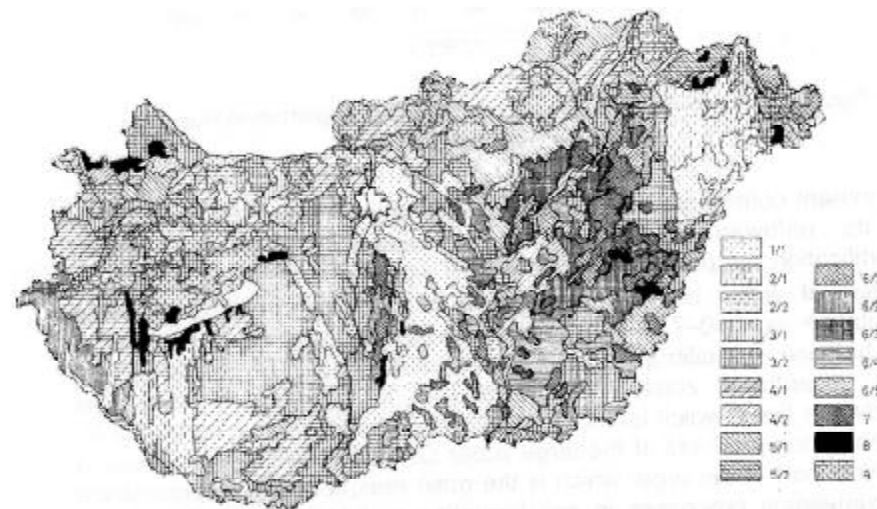
- the heterogeneous microrelief of the „flat” lowland;
- the highly variable, sometimes mosaic-like soil cover and the unfavourable physical and hydrophysical properties of some soils (mainly due to heavy texture, high clay and swelling clay content, or high sodium saturation: ESP).

According to our comprehensive assessment (Várallyay, 1985; Várallyay et al., 1980b) 43% of Hungarian soils can be characterized by unfavourable, 26% by moderately (un)favourable and 31% by favourable moisture regime, as illustrated by Figure 7, indicating the main reasons of various moisture conditions.



**Figure 7. Distribution of soils according to their moisture regimes in Hungary. 1-5 = Soils with unfavourable hydrophysical properties (43%): 1: due to very coarse texture (10.5%); 2: due to very heavy texture (11%); 3: due to strong salinity-alkalinity (10%); 4: due to waterlogging (3%); 5: due to shallow depth (8.5%); 6-8 = Soils with moderately unfavourable hydro-physical properties (26%): 6: due to coarse texture (11%); 7: due to heavy texture or clay accumulation in the B-horizon (12%); 8: due to moderate salinity/ alkalinity in the deeper layers (3%); 9 = Soils with good hydrophysical properties (31%)**

The 9 main soil water categories are as follows: 1. Soils with very high infiltration rate (IR), permeability (P) and hydraulic conductivity (HC); low field capacity (FC); and very poor water retention (WR). 2. Soils with high IR, P and HC; medium FC; and poor WR. 3. Soils with good IR, P and HC; good FC; and good WR. 4. Soils with moderate IR, P and HC; high FC; and good WR. 5. Soils with moderate IR, poor P and HC; high FC and high WR. 6. Soils with unfavourable water management: low IR, extremely high WR. 7. Soils with extremely



**Figure 8. Hydrophysical characteristics of soils in Hungary.**

unfavourable water management: very low IR, extremely low P and HC; and very high WR.

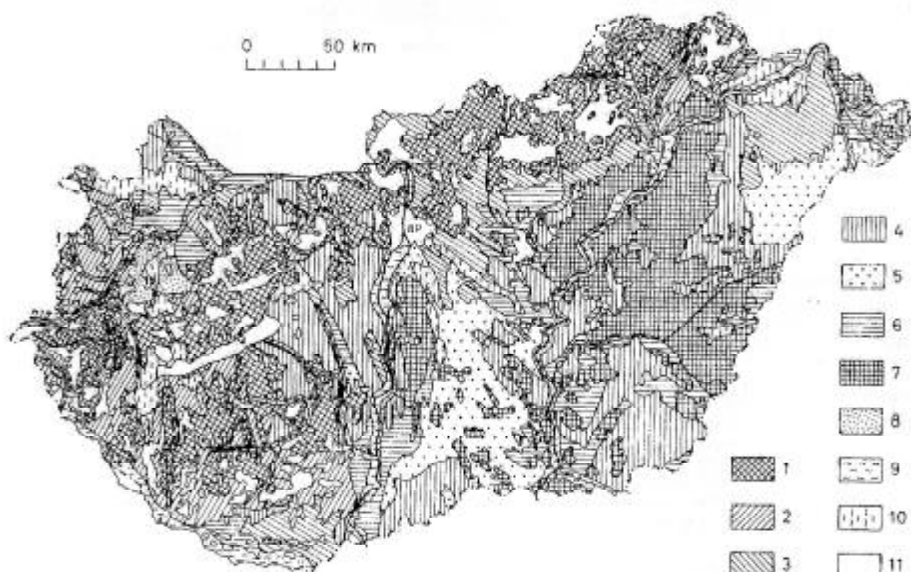
8. Soils with good IR, P and HC; and very high FC. 9. Soils with extreme moisture regime due to shallow depth. The main profile variants: (1) texture becomes lighter with depth (soils formed on relatively light-textured parent material): 2/1, 3/1. (2) uniform texture within the profile: 1/1, 2/2, 3/2, 4/2, 5/2. (3) relative clay accumulation in the horizon B: 4/1, 4/1. Profile variants of category 6: 6/1: heavy-textured soils with poor structure and a compact layer formed under the influence of misguided soil management; 6/2: pseudogleys; 6/3. deep meadow solonchets, solonchets turning into steppe formation and solonchetic meadow soils (with an A horizon thicker than 15 cm); 6/4: soils with salinity/alkalinity in the deeper horizons.

For an efficient, scientifically-based soil moisture control adequate information are required on well-defined soil and land properties with the characterization of their spatial (vertical and horizontal) and temporal variability, soil processes and pedotransfer functions. In the last years a comprehensive soil survey-analysis-categorization-mapping-monitoring system was developed in Hungary for the exact characterization of hydrophysical properties, modelling and forecast of water and solute



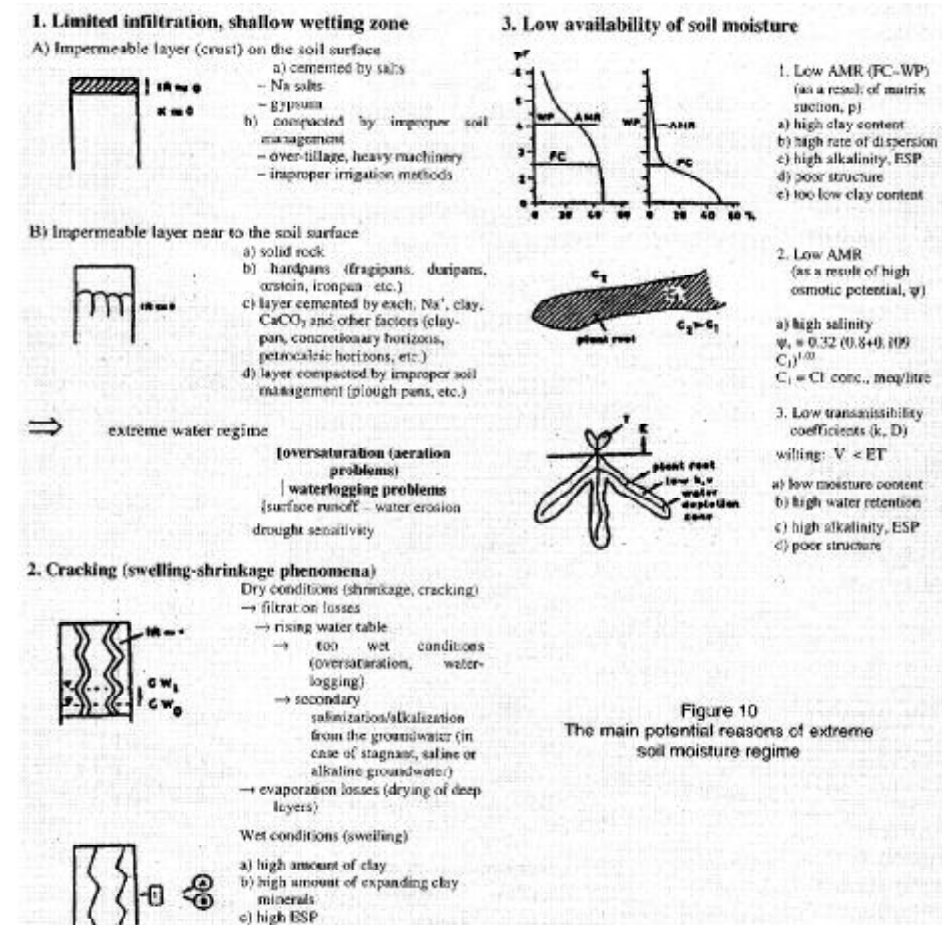
regimes of soils. The system may serve as a scientific basis for soil moisture control and it is efficiently used for practical soil water management both for crop production and environmental protection (Várallyay, 1988, 1989a,b,c, 1997). The most important elements of the system were as follows:

- (a) Category system and 1:100 000 scale map of the hydrophysical characteristics of soils (Várallyay, 1980b): Figure 8.
- (b) Moisture regime types of Hungarian soils and their 1:100 000 scale map (Várallyay, 1985): Figure 9.
- (c) Large-scale (1:10000-1:25000) mapping of hydrophysical properties and moisture regime of soils (Várallyay, 1989c).



**Figure 9.** Map of the main moisture regime types of Hungarian soils  
 1. Heavy surface runoff. 2. Heavy downward flow. 3. Moderate downward flow. 4. Equilibrium type. 5. Rapid filtration type (light-textured soils). 6. Groundwater-wetted type (upward flow is dominant). 7. Extreme moisture regime due to salinity-alkalinity. 8. Extreme moisture regime due to shallow depth. 9. Soils under the influence of rivers and surface streams. 10. Regularly waterlogged areas. 11. Forest with special moisture regime.

In the Carpathian Basin the combinations of the highly variable weather, the heterogeneous microrelief and the mosaic-like soil conditions often result in *extreme soil moisture situations* (flood, waterlogging and overmoistening versus drought) with their unfavourable ecological/ environmental consequences (soil degradation processes, unfavourable changes in the quality of surface and subsurface water resources, decrease in biomass production, reduction of biodiversity etc.). The main (potential) reasons of this *extreme soil moisture regime* are summarized in Figure 10 (Várallyay, 1988).



**Figure 10**  
 The main potential reasons of extreme soil moisture regime

**Figure 10.** The main potential reasons of extreme soil moisture regime

Under such environmental conditions it is an important fact *that soil is the largest potential natural water reservoir* (water storage capacity) in Hungary (Várallyay, 2001, 2003, 2004, 2005, 2006). The 0-100 cm soil layer may store about 25-30 km<sup>3</sup> water, which is more than half of the average annual precipitation. About 50% of it is available moisture content. In many cases, however, this huge potential water storage capacity cannot be used because of four reasons:

- it is not "empty", it is filled to a certain extent by a previous source (rain melted snow, capillary transport from groundwater, irrigation etc.): "*filled bottle effect*";
- the infiltration of water into the soils is prevented by the frozen topsoil ( "*frozen bottle effect*");
- the infiltration is prevented or reduced by a nearly impermeable soil layer on, or near to the soil surface ("*closed bottle effect*"): see cases (1) and partly (2) in Figure 10;
- the water retention of soil is poor and the infiltrated water is not stored in the soil, but only percolates through the soil profile ("*leaking bottle effect*").

The schematic map of these situations is presented in Figure 11. The coincidence of all these factors resulted in the serious („havaria type”) flood-waterlogging-overmoistening events in the first years of the

millennia, which was followed by a drought catastrophe (in the same year on the same territories) in the Tisza Plain covered by heavy textured (high clay content, high rate of expanding clay minerals) soils, sometimes with high sodium saturation (ESP).

### **Control of soil degradation processes and soil moisture regime**

The *multifunctionality of soil* is determined by the combined influences of soil properties, which are the results of *soil processes* (mass and energy regimes, abiotic and biotic transport and transformation, and their interactions) under the combined influences of soil-forming factors. Any soil-related human activity influences the soil through these processes. Consequently, the *control of soil processes* is a great challenge and the main task of soil science and soil management in sustainable development (Várallyay, 2006).

In sustainable land use and site-specific, rational soil management yield stability, risk reduction, soil conservation, and the prevention, elimination or moderation of extreme moisture situations have great significance and *soil moisture control* is of primary importance. In the Carpathian Basin it requires a „two-way” („double-face”) moisture regulation:

- helping water infiltration into the soil;
- helping water storage within the soil in plant available form;
- draining the surplus amount of water from the soil profile and from the area (vertical and horizontal drainage).

The main possibilities and methods of this moisture control are summarized in Table 1. Most of these „moisture management actions” are - at the same time - efficient environment control measures (Table 1). From the successful *practical application* of the comprehensive soil database in soil moisture control two “case studies” can be mentioned:

- (1) The development of a category system for the characterization of the *waterlogging hazard* from the viewpoint of soil conditions. The schematic map of the categories is shown in Figure 12. The prognosis has been totally proven by the 2003 and 2005 waterlogging events.
- (2) The elaboration of a 5-step model system (Várallyay, 1974; Várallyay & Rajkai, 1989) for the exact and quantitative descrip-

**Figure 11. Limited infiltration rate and water storage capacity of soils in Hungary**

Table 1  
Elements and methods of soil moisture control with their environmental impacts

Elements	Methods	Environmental impacts*
Reducing	surface runoff	Increase in the duration of infiltration (moderation of slopes; terracing contour ploughing; establishment of permanent and dense vegetation cover; tillage; improvement of infiltration; soil conservation farming system)
	evaporation	Helping infiltration (tillage, deep loosening) Prevention of runoff and seepage, water accumulation
	feeding of groundwater by filtration losses	Increase in the water storage capacity of soil; moderation of cracking (soil reclamation); surface and subsurface water regulation
	rise of the water table	Minimalization of filtration losses (↑); groundwater regulation (horizontal drainage)
	infiltration	Minimalization of surface runoff (tillage practices, deep loosening) (↑)
In-creasing	water storage in soil in available form	Increase in the water retention of soil; adequate cropping pattern (crop selection)
	Irrigation	Irrigation; groundwater table regulation
Surface	} drainage	surface
		subsurface
Subsurface	} drainage	surface
		subsurface
Favourable environmental effects		
Prevention, elimination, limitation or moderation of:		Unfavourable environmental effects
- water erosion (1)	- plant nutrient losses by:	- overmoistening, waterlogging, peat and swamp formation, secondary salinization/alkalization (9)
- sedimentation (1a)	• surface runoff (→ surface waters eutrophication) (5a)	- leaching of plant nutrients (10)
- secondary salinization, alkalization (2)	• leaching (→ subsurface waters) (5b)	- drought sensitivity (11)
- peat formation, waterlogging, overmoistening (3)	• immobilization (5c)	
- drought sensitivity, cracking (4)	- formation of phytotoxic compounds (6)	
	- "biological degradation" (7)	
	- flood hazard (8)	
		1,2,3,5c,6,7, 11

Figure 12. Waterlogging hazard from the viewpoint of soil conditions in Hungary

tion of moisture flow and solute transport within layered soil profiles above a fluctuating groundwater table; and for the estimation of the quantity of water and soluble constituents entering the soil profile from the groundwater by capillary transport. The model was efficiently used for the determination of the "optimum depth" (ensuring additional moisture supply for plants from the good-quality groundwater) and the "critical depth" (preventing salt accumulation, salinization-alkalization from saline, poor-quality groundwater) of the water table (Szabolcs et al., 1969; Várallyay, 1974) in the planning and establishment of water regulation systems both in the Danube Lowland and in the Tisza Plain, respectively.

## Conclusions

Sustainable land use and rational soil management, including an up-to-date soil moisture control requires continuous actions. This permanent control may prevent, eliminate or at least reduce undesirable soil processes and their harmful economical/ecological/environmental/social consequences; utilizing the unique soil characteristic, *resilience*, may satisfy the conditions for the „quality maintenance” of this “Conditionally” renewable natural resource.

Control can be efficient only on the basis of comprehensive *risk assessments, impact analyses* and *exact prognoses*. These have to be the main research priorities!

The successful prevention, elimination or moderation of undesirable soil degradation processes and extreme moisture regimes can be efficient only in a well-coordinated *multidisciplinary international cooperation* in the Carpathian Basin.

## References

- Antal, E., Járó, Z., Somogyi, S. & Várallyay, Gy., 2000. [The geographical and ecological impact of the 19<sup>th</sup> Century river regulation and flood-control works in Hungary.] (In Hungarian) MTA Foldrajztud. Kut. Int. Budapest. 302 pp.
- Láng, I., Csete, L. & Harnos, Zs., 1983. [Agro-ecological potential of Hungarian agriculture] (In Hungarian) Mezogazdasági Kiado. Budapest.
- Pálfai, I. (Ed.), 2000. [The role and significance of water in the Hungarian Plain] (In Hungarian) Nagyalfoldi Alapftvány. Bekescsaba.
- Somlyódy, L., 2000. [Strategy of Hungarian water management] (In Hungarian) MTA Vizgazdalkodási Tudományos Kutatócsoportja, Budapest. 370 pp.
- Szabo, J., Pasztor, L., Suba, Zs. & Várallyay, Gy., 1998. Integration of remote sensing and GIS techniques in land degradation mapping. *Agrokemia es Talajtan.* 47. 63-75.
- Szabolcs, I. & Várallyay, Gy., 1978. [Limiting factors of soil fertility in Hungary] (In Hungarian) *Agrokemia es Talajtan.* 27. 181-202.
- Szabolcs, I., Darab, K. & Várallyay, Gy., 1969. Methods for the prognosis of salinization and alkalization due to irrigation in the Hungarian Plain. *Agrokemia es Talajtan.* 18. Suppl. 351-376.
- Várallyay, Gy., 1974. Hydrophysical aspects of salinization from the groundwater. *Agrokemia es Talajtan.* 23. Suppl. 29-44.
- Várallyay, Gy., 1985. [Main types of water regimes and substance regimes in Hungarian soils] (In Hungarian) *Agrokemia es Talajtan.* 34. 267-298.
- Várallyay, Gy., 1988. [Soil, as a factor of drought-sensitivity of biomass production] (In Hungarian) *Vizügyi Közlemények.* LXXX. (3) 46-68.

- Várallyay, Gy., 1989a. Soil degradation processes and their control in Hungary. *Land Degradation and Rehabilitation.* 1. 171-188.
- Várallyay, Gy., 1989b. Soil water problems in Hungary. *Agrokemia es Talajtan.* 38. 577-595.
- Várallyay, Gy., 1989c. Mapping of hydrophysical properties and moisture regime of soils. *Agrokemia es Talajtan.* 38. 800-817.
- Várallyay, Gy., 1997. Environmental relationships of soil water management. *Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Seminar on Soil, Plant and Environment Relationships, Debrecen 1997.*
- Current Plant and Soil Science in Agriculture. No. 1-2. 7-32.
- Várallyay, Gy., 2000a. Risk assessment and prevention of soil degradation processes in Hungary. In: *Foresight and Precaution.* (Eds.: Cottam, Harvey, Pape & Tait). 563-567. Balkema. Rotterdam.
- Várallyay, G., 2000b. Soil quality in relation to the concepts of multifunctionality and sustainable development. In: *Wilson, M. J., Maliszewska-Kordybach, B.: Soil quality, Sustainable Agriculture and Environmental Security in Central and Eastern Europe.* NATO Sci. Ser. 2. Env. Security. Vol. 17-33. Kluwer Acad. Publishers.
- Várallyay, Gy., 2003. Role of soil multifunctionality in future sustainable agricultural development. *Acta Agronomica.* 51. (1) 109-124.
- Várallyay, Gy., 2004. Control of extreme moisture events and soil degradation processes as priority tasks of soil conservation in the Carpathian Basin. In: *Proc. 4th Intern. Congress of ESSC, 25-29 May, 2004. Budapest.* 148-152.
- Várallyay, Gy., 2005. [Water storage capacity of Hungarian soils.] *Agrokemia es Talajtan.* 54. 5-24.
- Várallyay, Gy., 2006. Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. *Agrokemia es Talajtan.* 55. 9-18.
- Várallyay, Gy. & Rajkai, K., 1989. Model for the estimation of water and solute transport from the groundwater to the overlying soil horizons. *Agrokemia es Talajtan.* 38. 641-656.
- Várallyay, Gy., Szabo, J., Pasztor, L. & Micheli, E. 1994. SOTER (Soil and Terrain Digital Database) 1:500 000 and its application in Hungary. *Agrokemia es Talajtan.* 43.87-108.
- Várallyay, Gy., Szucs, L., Muranyi, A., Rajkai, K. & Zilahy, P. 1979. [Soil factors determining the agro-ecological potential of Hungary and their 1:100 000 scale map. I.] (In Hungarian) *Agrokemia es Talajtan.* 28. 363-384.
- Várallyay, Gy., Sztics, L., Muranyi, A., Rajkai, K. & Zilahy, P. 1980a. [Soil factors determining the agro-ecological potential of Hungary and their 1:100 000 scale map. II.] (In Hungarian) *Agrokemia es Talajtan.* 29. 35-76.
- Várallyay, Gy., Szucs, L., Rajkai, K., Zilahy, P. & Muranyi, A., 1980b. Hydrophysical properties of Hungarian soils and the map of their categories in the scale of 1:100 000] (In Hungarian) *Agrokemia es Talajtan.* 29. 77-112.

## VARIABILITATEA SPAȚIALĂ A UNOR CARACTERISTICI ALE SOLURILOR ZONEI CODRILOR (REPUBLICA MOLDOVA)

A. Ursu, I. Marcov, Vera Crupenicov  
Institutul de Ecologie și Geografie al Academiei de Științe a  
Republicii Moldova, Chișinău

## SPATIAL VARIATION OF SOME CHARACTERISTICS OF SOILS FROM CODRI AREA (MOLDAVIAN REPUBLIC)

### Abstract

Unlike of morphological parameters of genetic horizons and of depth of profile of soil, the spatial variation of brown and grey soils in Codry is expressed rather lowly. Tilled soils are very low contents of humus and acidity and their spatial variation is somewhat higher than under forest soils. Considerable variation presents the depth of occurrence and quantity of carbonates.

**Key words:** *the spatial variation, brown soil, grey soil, humus.*

### Introducere

Fiecare unitate taxonomică de sol poate fi caracterizată cu anumiți indici morfologici și date analitice, în fiecare caz parametrii respectivi se obțin prin măsurători pe un profil vertical și rezultatele analizei chimice a probelor colectate. Astfel indicii cantitativi de fapt caracterizează solul respectiv la nivel de pedon.

Răspândirea geografică a fiecărei unități taxonomice de sol este

ȘTIINȚA SOLULUI SOIL SCIENCE  
2006, XL, NR. 2, P. 40-47

prezentată prin areale, care constituie conținutul hărților pedologice.

În procesul ridicărilor pedologice pe teren, profilele, ca regulă, se amplasează în condiții (de relief, rocă, biocenoză), care se consideră reprezentative pentru arealul solului cercetat. Se consideră că învelișul de sol în cadrul arealului este omogen. Însă realitatea deseori ne dovedește ca asemenea omogenitate practic nu există sau este convențională. În cele mai dese cazuri în cadrul fiecărui areal, evidențiat cartografic, există o variabilitate a indicilor morfologici și a componenței chimice între anumite limite. Aceste limite devin tot mai apropiate pe măsura detalierii cercetărilor. Cu cât harta pedologică este mai detaliată, cu atât limitele variabilității sunt mai restrânse.

Din aceste considerente prezintă interes variabilitatea reală a diferitor indici, care caracterizează unitățile solurilor în diferite condiții.

### Obiectivul și metoda de cercetare

În anul 2005, în scopul evidențierii variabilității diferitor indicii cantitativi ai solurilor brune și cenușii în stare virgină (sub pădure) și valorificate, au fost efectuate cercetări pe teritoriul Rezervației de Stat „Plaiul fagului”. Cercetările au fost efectuate în cadrul unor poligoane cu dimensiunile 4x4 m. La distanța de 2 m au fost efectuate foraje la adâncimea de 120 cm. Distanța dintre poligoane pe același sol a fost de 50 m (25 m de la marginea pădurii. În centrul poligonului din profilul de bază au fost colectate probe de sol din fiecare orizont genetic. În jur, în foraje (8 în fiecare poligon) au fost stabiliți indici morfologici din patru foraje, au fost colectate probe pentru analize chimice. În probele de sol din profilele de bază au fost efectuate analizele: higroscopicitatea, conținutul de humus, CaCO<sub>3</sub>, cationi schimbabili, aciditatea hidrolitică, pH (H<sub>2</sub>O); în probele din foraje (0-10, 10-20, 30-40 cm) au fost determinate pH-ul, conținutul de humus și CaCO<sub>3</sub> (90-100, 110-120 cm).

### Rezultate și comentarii

Solurile brune au fost menționate pentru prima dată în regiunea Codrilor de G. Murgoci în anul 1911 sub denumirea de soluri brun-roșcate (Murgoci, 1911). Sub această denumire ele au fost figurate pe diferite hărți pedologice, alături de podzoluri (Murgoci, 1914; Harta solurilor, 1927; Saidel, 1928; Cernescu, 1934).

Cercetarea multilaterală cu analize chimice ale solurilor brune a fost efectuată de Nina Dmitriev (Дмитриева, 1957, 1958; Дмитриева, Лунева, Родина, 1959), care le-a divizat în două subtipuri - slab nesaturate și slab nesaturate podzolite.

Cercetările efectuate recent în partea nord-vestică a Codrilor (Ursu, 1999; Ursu și colab., 2001; Ursu, 2003; Ursu și colab., 2004, 2005) au confirmat caracterizarea generală a tipului de soluri brune, divizarea lui în două subtipuri (tipice și luvice), etajarea lor altitudinală etc.

Subtipul de sol brun tipic este răspândit pe culmile predominante ale colinelor Codrilor, în intervalul altitudinilor 350-430 m sub păduri de gorun cu fag, pe diferite roci sedimentare.

Profilul solului se deosebește prin culoarea brună, monotonă, care spre adâncime devine brun-gălbuie, fără caractere de eluviere-iluviere. Solul brun tipic virgin are următoarele însușiri fizico-chimice.

Conținutul de humus scade brusc de la 7,1% în stratul 0-10 cm până la 0,9% la adâncimea de 30-40 cm. Reacția solului este slab acidă pe tot profilul (tab. 1).

**Tabelul 1**

**Caracteristicile fizico-chimice ale solului brun tipic (sub pădure). Profilul 34**

Adâncime, cm	Higroscopicitate	Humus	CaCO <sub>3</sub>	pH	Cationi schimbabili			Aciditate hidrolitică	Gradul de saturatie cu baze
					Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Σ		
					me /100 g sol				
0-10	4,1	7,11	0	6,6	20,4	3,3	23,7	3,75	86,4
10-20	3,1	2,14	0	5,8	12,8	3,3	16,1	5,57	74,3
20-30	2,9	1,50	0	5,6					
30-40	2,9	0,92	0	5,6	19,5	2,7	22,2		
50-60	3,5	0,62	0	5,8	13,9	3,7	17,6	4,20	80,7
70-80	3,6		0	6,1	15,3	3,7	19,0	3,30	85,2
90-100			0	6,2					
110-120			0	6,8					

Variabilitatea spațială a conținutului de humus și pH în stratul superficial practic nu se evidențiază (tab. 2). În stratul 10-20 cm conținutul de humus poate varia de la 2,58% (forajul 4) până la 3,4% (forajul 6), indicile pH de la 5,9 (forajul 8) până la 7,3 (forajul 4). La adâncimea 30-40 cm variabilitatea lipsește.

**Tabelul 2**

**Variabilitatea spațială a conținutului de humus și indicelui pH în solul brun tipic virgin (foraje)**

Adâncime, cm	Humus (%)				pH			
	2	4	6	8	2	4	6	8
0-10	6,95	6,99	7,00	7,05	6,9	7,1	7,0	6,9
10-20	2,83	2,58	3,46	3,18	6,9	7,3	6,8	5,9
30-40	1,10	0,96	0,94	0,98	6,8	6,8	6,8	6,8

Valorificarea solurilor brune tipice în agricultură conduce la reducerea considerabilă a conținutului de humus în stratul arabil (0-20 cm) și la o slabă majorare a indicelui pH și a gradului de saturație cu baze (tab. 3).

**Tabelul 3**

**Caracteristicile fizico-chimice ale solului brun tipic arat. Profilul 35**

Adâncime, cm	Higroscopicitate	Humus	CaCO <sub>3</sub>	pH	Cationi schimbabili			Aciditate hidrolitică	Gradul de saturatie cu baze
					Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Σ		
					me /100 g sol				
0-20	3,6	2,10	0	6,7	16,2	4,1	20,3	3,27	86,1
20-30	3,6	1,43	0	6,6	18,2	3,9	22,2	3,27	87,1
30-40	3,7	1,03	0	6,0					
50-60	3,9	0,60	0	6,9	17,5	4,1	21,6	2,34	90,2
70-80	4,2		0	6,3	18,8	4,4	23,2	2,58	90,0
90-100			0	6,6					
110-120			0	6,2					

În solul brun tipic arat variabilitatea spațială în componența humusului este slab pronunțată atât în stratul arabil (2,3-2,1%) cât și la adâncimea 30-40 cm (1,18-0,83%). Foarte slab pronunțată este și variabilitatea indicelui pH (tab. 4).

**Tabelul 4**

**Variabilitatea spațială a conținutului de humus și indicelui pH în solul brun tipic arat. (Profilul 35, foraje)**

Adâncime, cm	Humus (%)				pH			
	2	4	6	8	2	4	6	8
0-20	2,33	2,23	2,12	2,33	6,3	6,3	6,2	6,2
30-40	1,18	0,83	0,87	0,85	6,4	6,3	6,3	6,1

Așa dar, spre deosebire de parametrii morfologici care variază considerabil, în partea de jos a profilului, variabilitatea caracteristicilor fizico-chimice în orizonturile superioare ale solului brun tipic este slab pronunțată și nu influențează caracteristica generală a profilului de bază.

Solurile cenușii s-au format în condițiile silvostepii sub pădurile de stejar cu amestec de alte specii de foioase, care ocupau culmile dealurilor și părțile superioare ale versanților în intervalul altitudinilor 240-359 m. Tipul de soluri cenușii se divizează în patru subtipuri. În partea de nord-vest a Codrilor răspândirea geografică a solurilor cenușii se deosebește prin anumite particularități, limita altitudinală inferioară coboară până la 150 m (Ursu și colab., 2004).

Spre deosebire de solurile brune, profilul solului cenușiu tipic este evident diferențiat atât morfologic cât și fizico-chimic. În partea superioară a profilului se evidențiază suborizontul A<sub>2</sub>, eluvial. El se deosebește prin culoarea albicioasă, condiționată de SiO<sub>2</sub>. Orizontul B este iluvial, brun-roșcat, dur cu structură mare poliedrică. Orizontul A este mai ușor, conține mai puțină argilă, fracțiunile fine fiind parțial transportate în stratul iluvial. Componenta chimică a solului cenușiu tipic virgin, poate fi prezentată prin rezultatele analizei probelor colectate din profilul 32 (tab. 5).

Tabelul 5

**Caracteristicile fizico-chimice ale solului cenușiu tipic (sub pădure).  
Profilul 32**

Adâncime, cm	Higroscopicitate	Humus	CaCO <sub>3</sub>	pH	Cationi schimbabili			Aciditate hidrolitică	Gradul de saturație cu baze
					Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Σ		
					me /100 g sol				
0-10	4,4	6,40	0	6,9	25,1	5,5	30,6	2,35	92,9
10-20	2,7	3,04	0	6,5	11,5	4,5	16,0	2,78	85,2
30-40	2,8	0,91	0	5,9	10,3	4,1	14,4	7,71	79,5
50-60	3,3	0,55	0	6,2	12,0	4,3	16,3	2,33	87,5
70-80	3,4	0,50	0	6,6	14,3	4,5	18,8	2,33	89,0
90-100	4,1		9,75	8,2					
110-120	3,9		9,25	8,2					

O particularitate regională a solurilor cenușii din zona Codrilor constă în scăderea bruscă a conținutului de humus, care deja la adâncimea de 30-40 cm este mai mică de 1% (tab.5). Reacția solului este slab acidă, aciditatea hidrolitică - slabă. Aceste particularități

deosebesc solurile cenușii tipice ale Codrilor de același unități taxonomice din Silvostepa de Nord (Урсу, Моропжань, 1963) și le apropie de solurile brune luvice (Ursu și colab., 2001).

Tabelul 6

**Variabilitatea spațială a conținutului de humus, CaCO<sub>3</sub> și indicelui pH în solul cenușiu tipic virgin (Profilul 32, foraje)**

Adâncime, cm	Humus (%)				CaCO <sub>3</sub> (%)				pH			
	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8
0-10	6,40	6,08	6,19	6,19					7,0	7,1	6,8	7,1
10-20	2,91	2,99	2,54	2,85					6,6	6,7	5,7	6,5
30-40	0,94	0,94	0,96	0,94					6,1	5,6	6,0	6,4
90-100						5,4	6,1			7,9	8,1	
110-120						12,1	16,7			8,0	8,2	

Datele analitice ale probelor colectate din foraje (tab. 6) indică o variabilitate neevidentă a conținutului de humus în orizonturile superioare (0-10 cm - 6,08-6,40%; 10-20 cm - 2,54-2,99%). Indicele pH variază între 6,8-7,1 (0-10 cm), 5,7-6,7 (10-20 cm) și 5,6-6,4 (30-40 cm). În partea inferioară a profilului este evident diferită adâncimea nivelului superior și cantitatea carbonaților. În profilul de bază, precum și în forajele 4 și 6 carbonații apar la adâncimea 85-90 cm pe când în forajele 2 și 8 nivelul este mai jos de 120 cm.

În solurile cenușii tipice valorificate agricol conținutul de humus constituie doar 1,5% în stratul arabil și 0,7% la adâncimea 30-40 cm (tab. 7).

Tabelul 7

**Caracteristicile fizico-chimice ale solului cenușiu tipic valorificat  
Profilul 33**

Adâncime, cm	Higroscopicitate	Humus	CaCO <sub>3</sub>	pH	Cationi schimbabili			Aciditate hidrolitică	Gradul de saturație cu baze
					Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Σ		
					me /100 g sol				
0-20	2,4	1,57	0	7,1	11,5	3,1	14,6	1,38	91,3
30-40	2,3	0,74	0	6,7	10,0	2,9	12,9	1,84	87,5
50-60	3,1	0,39	0	7,0	13,2	2,9	16,1	0,93	94,5
70-80	3,4		0	6,9	13,6	4,5	18,1	1,64	91,7
90-100	1,5		12,2	8,1					
110-120	1,0		17,0	8,5					

Reacția solului este practic neutră, gradul de saturație cu baze peste 90% ceea ce nu este caracteristic pentru solurile cenușii. Textura

solului preponderent argiloasă la adâncimea de 90 cm devine nisipo-lutoasă cu conținutul de carbonați 12,2-17,0%.

Analizele probelor de sol colectate în foraje (tab. 8) indică o slabă variabilitate a conținutului de humus (1,35-1,57%) și indicelui pH (6,8-7,6) în stratul arabil. Mai evidentă este variabilitatea grosimii profilului (90 - >120 cm) nivelului superior al carbonaților (tab 8).

**Tabelul 8**

**Variabilitatea spațială a conținutului de humus, CaCO<sub>3</sub> și indicelui pH în solul cenușiu tipic arat (Pr. 33, foraje)**

Adâncime, cm	Humus (%)				CaCO <sub>3</sub> (%)				pH			
	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8
0-20	1,57	1,54	1,35	1,57					7,1	7,6	6,8	6,5
30-40	0,88	-	0,72	0,89					6,9		7,1	6,7
90-100					10,2	8,6	10,8		8,2	8,1		
110-120					17,0	15,5	11,2		8,3	8,4		

## Concluzii

Cercetările efectuate pe solurile brune și cenușii atât în condiții naturale (sub pădure) cât și valorificate agricol au evidențiat o variabilitate evidentă a indicilor morfologici ai orizonturilor genetice și grosimii profilului la distanța de 1,2 metri. Variabilitatea caracteristicilor fizico-chimice a solurilor este mai puțin evidentă și în unele cazuri se încadrează în exactitatea metodelor analitice.

Valorificarea solurilor brune și cenușii conduc la reducerea conținutului de humus în stratul superior și scăderea acidității solului. Variabilitatea spațială a însușirilor fizico-chimice este slab pronunțată și nu afectează caracteristica pedonului, stabilită prin analiza profilului de bază.

## Bibliografie

1. Cernescu N., 1934. Facteurs de climat et zones de sol en Roamanie //Inst. de Geolog, al Acad. Rom. Studii tehnice și economice. Ser. C. N° 2, București.
2. Dmitrieva N.V.,1957. The main soil's type of Codry and its short characteristics. //The news of Moldavian office of Academy of Science USSR. N° 9 (42).

3. Dmitrieva N.V.,1958. About braunerde forest soils of Codry. //Pedology. N° 7.
4. Dmitrieva N.V., Luneva R.I., Rodina A.K., 1959. The main line of soli cover of Codry. //The works science section of biological science departament of Academy of science USSR, Departament of agriculture VASHNIL and Moldavian office of Academy of Science USSR . V. 1. Kishinev.
5. Murgoci G.M., 1911. Zonele naturale de soluri din România //Analele Inst. de Geol. Vol. 4. București.
6. Murgoci G.M.1914. Cercetări agrogeologice în Moldova de NE, în Basarabia și în Oltenia. Rap. Act. Inst. Geol. al Rom., București.
7. Saidel T., 1928. Die Bodenkarte von Rumanien 1:1.500.000 //Proced and Papers of the First Intern. Congress of Soil Science. Corn. I-IV, Washington.
8. Ursu A. 2001. Podișul central al Moldovei. Ghidul excursiei pedologice, Chișinău.
9. Ursu A., 2003. Solurile //Plaiul fagului. Rădenii Vechi.
10. Ursu A.F.,Mogoriany N.V., 1963. The forest soils of Regian Codry of Moldavia// The questions of researching and utilization of Moldavian soils. Collection. 1. Kishinev.
11. Ursu A., Bețu M., Marcov I., Overcenco A., 2001. Solurile Rezervației Științifice „Plaiul fagului” //Problemele pedologice în bazinul râului Bâc, Chișinău-Bahmut.
12. Ursu A.,Overcenco A.,Marcov I,2004.Particularitățile geografiei solurilor în partea nord-vestică a Codrilor //Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe biologice, chimice și agricole. N° 3 (294).
13. Ursu A., Overcenco A., Marcov I, 2005 Solurile //Natura Rezervației „Plaiul fagului”, Chișinău-Rădenii Vechi.
14. 1927, Harta solurilor României la sc. 1:1500.000. Atlas geologic. F. N° 2. Ed. 2, București.



## CONȚINUTUL ȘI DISTRIBUȚIA MICROELEMENTELOR ÎN SOLURILE CENUȘII ÎN DEPENDENȚĂ DE UTILIZARE

Tamara, Leah  
Institutul de Pedologie și Agrochimie  
„Nicolae DIMO” Chișinău (Republica Moldova)

## CONTENT AND DISTRIBUTION OF MICROELEMENTS IN GREY SOILS IN DEPENDENCE OF UTILIZATION

### Abstract

The paper includes the data concerning the content of total and mobile forms of Cu, Zn, Mn, Co, Ni in Grey Soils from Republic of Moldova under agricultural utilization. Arable, Wine growing plantation, Forest, Grass fallow - 20 years. The increase of the total content of Cu was determined in top soil horizon of vine soil - 135 mg/kg or ppm. This quantity of Cu to outrun the average content in 5 times bigger. A high content of Cu (78 ppm) was storage in grasses horizon of grass fallow soil. This soil was utilized 7 years under the grape vine, than as erosion results it was abandoned. In arable soil the content of Cu was optimal in all horizons. The total Cu was correlated with mobile form. The high concentration of Cu was accumulated in mater organic horizons. The distribution of Zn in soils was depended of its utilization and soil genesis. As a result, Zn content varies between 40 and 86 ppm in main horizons of soil. The high values of the mobile Zn were in soil utilization under grape vine (28 ppm). The content of total Mn varied from 400 ppm in the vine soil to 1610 in the forest soil. The total Mn do not correlated

ȘTIINȚA SOLULUI SOIL SCIENCE  
2006, XL, NR. 2, P. 48-55

with the mobile form. The content of total and mobile Co was low than average quantity. The content of Ni was increased from 28 ppm in the forest soil to 54 ppm in the arable soil. The content and distribution of microelements was depended of agricultural utilization, humus and carbonates contents.

**Key words:** cobalt, copper, manganese, nickel, zinc

### Introducere

În condiții naturale solurile cenușii sunt acoperite cu păduri foioase. Suprafețe extinse însă au fost defrișate și sunt luate în cultură. De aceea, cercetările au avut ca scop determinarea legităților acumulării și distribuției conținutului total și formelor mobile de Mn, Cu, Zn, Co, Ni în solurile cenușii, formate și evaluate ca urmare a acțiunii factorilor și proceselor pedogenetice în condiții naturale și antropice. Probele de sol s-au recoltat din profiluri pe orizonturi genetice: în pădure, la arabil, viță de vie - 27 ani și pârlăoagă de 20 ani. Metoda - spectrofotometrie cu absorbție atomică.

### Proprietățile fizico-chimice a solurilor cenușii

Determinarea și aprecierea proprietăților fizico-chimice a solurilor cenușii confirmă gradul de evoluare și formare în condiții naturale (în pădure) și luate în cultură, utilizate la arabil, sub viță de vie și înțelenite. Conținutul de humus în solurile cercetate la arabil și cu viță de vie arată, că utilizarea lor în agricultură conduce la pierderi de substanță organică, iar cu aceasta și la pierderi de microelemente, în comparație cu solul cenușiu din pădure. Conținutul de humus în litiera (Oh) solului din pădure este de 9,3%, iar în orizontul Ao - 5,8%. În orizonturile humifere (0-16 cm) a solului arabil conținutul humusului este 3,6%, cu viță de vie - 2,0%. Cantitatea de humus scade în adâncimea profilurilor, micșorându-se de 2-3 ori în orizontul BCt. Terenul înțelenit, plantat cu viță de vie - 7 ani, apoi lăsat nelucrat din cauza manifestării proceselor de eroziune, timp de 20 ani, s-a acoperit în această perioadă cu vegetație ierboasă naturală. Procesul de regenerare a humusului a restabilit cantitatea lui până la 4,2% în orizontul înțelenit (0-7 cm) și până la 2,4% în Aph (7-27 cm).

pH<sub>KCl</sub>-ul solului la fel ca și humusul este un indicator integrat al

proceselor de degradare. Profilul cu viță de vie se caracterizează cu o aciditate de 5,5 în orizontul arabil (0-16 cm), 4,7 - în orizontul post desfundat (*trench plowing*) Aph. În aceleași orizonturi ale solului înțelenit pH-ul este 6,0 și 5,7. pH-ul solului cenușiu din pădure este tipic acestor soluri; exprimând o reacție puternic acidă în orizontul de eluviere-iluviere (3,7). Mărirea pH-ului determină o trecere treptată de la solurile evoluat în condiții umede - solurile cenușii din pădure (4,6), la solurile formate în condiții de stepă - soluri cenușii arabile (5,0) < viticole (5,5) < înțelenite (6,0).

Solurile cercetate fiind acide conțin o cantitate redusă de cationi de  $\text{Ca}^{2+}$  în orizonturile superioare, acesta este levigat în orizontul carbonatic Bck. În litiera de pădure (0-4 cm) se acumulează până la 24,5 me  $\text{Ca}^{2+}$  la 100 g sol, în orizontul humifer a solului arabil -11,7 me, cu vie - 10,3 me, cu pârloagă - 14,4 me de  $\text{Ca}^{2+}/100$  g sol.

$\text{Mg}^{2+}$  se conține mai mult în solul cenușiu din pădure, manifestând o descreștere semnificativă în solurile cultivate de tipul pârloagă> arabil>viță de vie. Raportul  $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+}$  este mai semnificativ în solurile cu viță de vie (5,4) și la arabil (5,7). Aceste soluri dispun de o aciditate mai mare, care influențează solubilitatea  $\text{Mg}^{2+}$  trecându-l în soluția solului. Se consideră că, dacă  $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+}$  se află în intervalul 2-7, atunci accesibilitatea lui pentru plante în soluri este suficientă. Solurile cercetate se încadrează în aceste limite, în stratul de sol 0-30 cm: Pădure - 2,6, Arabil - 5,4, Viță de vie - 5,0, Pârloagă - 5,8.

### Mangan

Cea mai mare cantitate de Mn total se conține în solurile cenușii din pădure în orizontul de litieră Oh - 1610 mg / kg sol (tabelul 1).

În orizontul Ao (4-19 cm) se conține până la 1285 mg/kg sau ppm. Această cantitate de Mn este mai mare decât media (800 mg) pentru solurile Moldovei. În solurile utilizate la arabil și viță de vie conținutul total de Mn în straturile humifere este de 3 ori mai mic decât în solul din pădure, în orizontul înțelenit (0-7 cm) a pârloagei se conține o cantitate sporită de Mn (700 mg), față de solurile utilizate intensiv în agricultură. Conținutul formelor mobile de Mn diferă pe orizonturi și după modul lor de folosință. Cea mai mare cantitate de Mn mobil conțin orizonturile de suprafață: 48 mg - pădure, 35 mg - arabil, 35 - viță de vie, 50-60 mg/kg -pârloagă. Cea mai mică cantitate se află în orizonturile subiacente a solului utilizat la arabil: Bht - 5 mg, BCt - 8 mg. În sub orizontul

**Tabelul 1**  
Microelementele în solurile cenușii din pădure, mg/kg/%

Orizont cm	Cu		Zn		Mn		Co		Ni	
	total	mobil	total	mobil	total	mobil	total	mobil	total	mobil
<b>Oh</b> 0-4	71	<u>1,0</u> 1,4	60	<u>9,7</u> 16	1610	<u>47</u> 2,9	20	<u>0,2</u> 1,0	28	<u>2,0</u> 7,1
<b>Ao</b> 4-19	27	<u>0,8</u> 2,9	109	<u>0,6</u> 0,6	1285	<u>49</u> 3,8	20	<u>0,2</u> 1,0	28	<u>2,0</u> 7,2
<b>AE</b> 19-26	20	<u>1,0</u> 5,1	56	<u>1,0</u> 1,8	840	<u>43</u> 5,1	16	<u>0,2</u> 1,2	37	<u>2,5</u> 6,7
<b>EB</b> 26-40	27	<u>1,3</u> 4,7	58	<u>1,0</u> 1,7	320	<u>10</u> 3,1	16	<u>0,3</u> 1,9	46	<u>3,5</u> 7,6
<b>Bt1</b> 40-54	37	<u>0,8</u> 2,2	55	<u>2,0</u> 3,6	646	<u>11</u> 0,2	19	<u>0,2</u> 1,1	74	<u>4,0</u> 5,4
<b>Bt2</b> 54-80	37	<u>1,0</u> 2,7	46	<u>2,5</u> 5,5	680	<u>16</u> 2,4	18	<u>0,2</u> 1,1	74	<u>4,0</u> 5,4
<b>Bck</b> 80-114	37	<u>1,2</u> 3,3	46	<u>1,0</u> 2,2	717	<u>22</u> 3,1	10	<u>0,3</u> 2,9	68	<u>4,0</u> 5,9
<b>Ck</b> >114	35	<u>1,5</u> 4,3	54	<u>1,9</u> 3,5	682	<u>51</u> 7,5	10	<u>0,3</u> 2,9	60	<u>4,0</u> 6,6

desfundat al viței de vie (45-80 cm) conținutul de Mn mobil este de 6 mg/kg. În profilul acestui sol conținutul formelor mobile de Mn corelează cu formele totale. Conform conținutului mobil de Mn din solurile cercetate, orizonturile utilizate în agricultură își pierd proprietățile pedogenetice caracteristice solurilor cenușii de la care provin. Solurile cenușii înțelenite au proprietăți caracteristice cernoziomurilor (tabelul 1 - 4).

### Cupru

Cantități de cupru total ce depășesc limitele maxime admisibile au fost depistate în orizontul arabil (0-16 cm) la vița de vie - 135 mg / kg, ca urmare a folosirii preparatelor ce conțin acest element. Formele mobile de Cu alcătuiesc aproximativ 17% din conținutul total. Acumularea Cu total s-a sesizat și în orizontul înțelenit a solului cu pârloagă, utilizat 7 ani sub viță de vie - 78 mg / kg. Cantitățile sporite de Cu în solurile viticole și înțelenite se mențin în primii 16 cm. Conținutul total de Cu în

Tabelul 2

Microelementele în solurile cenușii utilizate la viță de vie, mg/kg/%

Orizont, cm	Cu		Zn		Mn		Co		Ni	
	total	mobil	total	mobil	total	mobil	total	mobil	total	mobil
<b>Ap</b> 0-16	135	<u>22,0</u> 16,3	40	<u>11,3</u> 28,2	401	<u>35</u> 8,7	11	<u>0,4</u> 2,5	35	<u>3,0</u> 0,9
<b>ABp</b> 16-25	89	<u>4,4</u> 5,0	39	<u>5,0</u> 12,7	347	<u>20</u> 5,8	8	<u>0,4</u> 4,9	28	<u>1,8</u> 6,5
<b>AB</b> 25-45	18	<u>0,5</u> 2,7	35	<u>6,3</u> 17,9	395	<u>21</u> 5,3	10	<u>0,4</u> 4,1	33	<u>2,0</u> 0,6
<b>B</b> 45-80	18	<u>0,5</u> 2,7	36	<u>8,9</u> 24,8	432	<u>6</u> 1,4	11	<u>0,4</u> 3,6	59	<u>1,3</u> 2,2
<b>BC</b> 80-110	17	<u>0,5</u> 2,9	34	<u>16,9</u> 49,3	326	<u>22</u> 6,7	10	<u>0,6</u> 5,9	56	<u>2,7</u> 4,8
<b>C</b> 110-180	17	<u>0,5</u> 2,9	40	<u>11,5</u> 29,0	357	<u>30</u> 8,4	10	<u>0,8</u> 7,8	44	<u>2,5</u> 5,7

solul cenușiu la arabil se echivalează la conținutul mediu (20 mg/kg) din solurile cenușii - 26,5 mg. Orizontul de litieră a solului din pădure conține 70,8 mg Cu, ceea ce este caracteristic solurilor cenușii evoluat în condiții naturale. Orizontul Ao a acestui sol conține 27,2 mg, iar în orizonturile inferioare Cu este acumulat până la 35,5 mg/kg. În solul cu viță de vie straturile subiacente, mai jos de 25 cm au o cantitate redusă de Cu - 17,1-18,4 mg/kg de sol. Solurile cercetate conțin cantități insuficiente de Cu mobil în orizonturile subiacente - 1 mg/kg. Conținutul formelor mobile în orizonturile superioare ale solurilor cenușii utilizate la arabil, înțelenite și din pădure alcătuiesc doar 1,9-2,9% din conținutul total. Concentrația de Cu în sol are un efect de lungă durată cu acumularea numai în stratul humifer (tabelele 1, 2, 3, 4).

### Zinc

În solurile cenușii sub pădure în orizontul Ao (4-19 cm) se acumulează ce mai mare cantitate de Zn total - 109 mg/kg de sol. În litieră conținutul total de Zn este de 60 mg/kg, cu reducere nesemnificativă în orizonturile inferioare până la 49,9 mg în Bck. Cea

Tabelul 3

Microelementele în solurile cenușii utilizate la arabil, mg/kg/%

Orizont, cm	Cu		Zn		Mn		Co		Ni	
	total	mobil	total	mobil	total	mobil	total	mobil	total	mobil
<b>Ap</b> 0-16	27	<u>0,5</u> 1,9	86	<u>33,0</u> 38,3	424	<u>35</u> 8,3	11	<u>0,5</u> 4,5	54	<u>2,5</u> 4,6
<b>A</b> 16-34	22	<u>0,5</u> 2,2	47	<u>10,0</u> 21,1	378	<u>13</u> 3,4	10	<u>0,5</u> 5,0	62	<u>1,8</u> 2,9
<b>B1</b> 34-47	22	<u>0,5</u> 2,3	47	<u>2,3</u> 4,9	351	<u>5</u> 1,4	12	<u>0,3</u> 2,5	62	<u>1,8</u> 2,9
<b>B2</b> 47-60	25	<u>0,5</u> 2,0	47	<u>2,3</u> 4,9	289	<u>5</u> 1,7	11	<u>0,4</u> 3,5	56	<u>1,3</u> 2,3
<b>B3</b> 60-80	28	<u>0,5</u> 1,8	54	<u>12,3</u> 22,9	347	<u>8</u> 2,3	20	<u>0,4</u> 2,0	69	<u>1,8</u> 2,6
<b>BC</b> 80-93	24	<u>0,5</u> 2,1	58	<u>7,6</u> 13,1	399	<u>8</u> 2,0	13	<u>0,4</u> 3,1	70	<u>1,8</u> 2,6
<b>C</b> 93-150	21	<u>0,5</u> 2,4	50	<u>5,8</u> 11,7	369	<u>86</u> 23,3	12	<u>0,5</u> 4,2	61	<u>2,6</u> 4,3

mai mică cantitate de Zn total se află în solul plantat cu viță de vie (0-16 cm) - 40 mg/kg. În solul cu pârlă, stratul înțelenit (O -7 cm) conține 55 mg de Zn, stratul 16 -27 cm - 40 mg/kg. În orizontul humifer al solului arat conținutul total de Zn este 86 mg, cu reducere în orizonturile inferioare până la 47 mg/kg. Formele mobile alcătuiesc în stratul de sol 0-16 cm: 38% din conținutul total de Zn - la arabil, 28% - viticol, 16% - din pădure, 5% - înțelenit. În orizontul carbonatic se acumulează - 17 mg de Zn în solul viticol și 2,7-5,8 mg Zn în solul înțelenit și la arabil. Distribuția formelor mobile de Zn în solurile cenușii cercetate depinde de utilizarea agricolă, proprietățile fizico-chimice, conținutul de humus și carbonați.

### Cobalt

Cea mai semnificativă cantitate de Co total se acumulează în solul cenușiu din pădure în stratul de litieră - 20 mg/kg. Stratele humifere ale solului înțelenit conțin 17 mg/kg, iar la arabil și viță de vie 11 mg Co. Solurile utilizate intensiv în agricultură conțin aproape de 2 ori mai puțin

Tabelul 4

Microelementele în solurile cenușii înțelenite 20 ani, mg/kg / %

Orizont. cm	Cu		Zn		Mn		Co		Ni	
	total	mobil	total	mobil	total	mobil	total	mobil	total	mobil
<b>Ad</b> 0-7	78	<u>4,0</u> 5,1	55	<u>2,9</u> 5,3	700	<u>60</u> 8,6	17	<u>0,2</u> 1,1	44	<u>2,5</u> 5,7
<b>A1</b> 7-16	47	<u>1,3</u> 2,7	49	<u>5,8</u> 12,0	678	<u>50</u> 7,4	16	<u>0,2</u> 1,3	33	<u>2,0</u> 6,1
<b>A2</b> 16-27	30	<u>0,8</u> 2,7	40	<u>3,9</u> 9,7	660	<u>46</u> 7,0	13	<u>0,2</u> 1,6	54	<u>2,0</u> 3,7
<b>B1</b> 27-45	35	<u>1,6</u> 4,5	59	<u>10,0</u> 17,1	562	<u>16</u> 2,8	13	<u>0,2</u> 1,6	92	<u>2,0</u> 2,2
<b>B2</b> 45-61	29	<u>1,3</u> 4,5	62	<u>11,7</u> 18,9	609	<u>15</u> 2,5	14	<u>0,2</u> 1,4	60	<u>2,0</u> 3,3
<b>B3</b> 61-80	26	<u>1,0</u> 3,9	53	<u>10,0</u> 18,7	717	<u>30</u> 4,2	19	<u>0,2</u> 1,1	68	<u>2,0</u> 2,9
<b>BC</b> 80-104	36	<u>1,0</u> 2,8	55	<u>8,8</u> 16,1	529	<u>30</u> 5,7	15	<u>0,3</u> 2,1	65	<u>2,0</u> 3,1
<b>C</b> 104-200	32	<u>1,6</u> 4,9	39	<u>2,7</u> 7,0	541	<u>28</u> 5,2	23	<u>0,4</u> 1,7	72	<u>2,0</u> 2,8

Co, decât cele din pădure. În profilul solului înțelenit conținutul total de Co este mai mare decât în solurile arabile și viticole.

Toate solurile cercetate conțin Co mobil în limitele 0,2 - 0,5 mg/kg, cu o acumulare nesemnificativă în orizonturile cu conțin de carbonați ( $\text{CaCO}_3 = 6-8\%$ ). În orizonturile humifere conținutul formelor mobile variază în limitele 1-4% din conținutul total de Co, iar în orizonturile carbonatice (80-110 cm) - 3-6% din Co total. Conținutul total de Co și formele mobile nu depășește conținutul mediu pentru aceste soluri.

### Nichel

Conținutul total de Ni în orizonturile humifere este distribuit în felul următor: 28 mg - în solul din pădure, 35 mg - cu vită de vie, 44 mg - înțelenit și 54 mg - arabil. Cantitatea de Ni total în profilul solurilor manifestă o creștere cu adâncimea - până la 72 mg Ni în orizontul carbonatic al solului înțelenit și până la 44 mg în cel viticol. Distribuția

Ni total în solurile cercetate a determinat o creștere în orizonturile Bt: 67 mg - în solul forestier, 69 mg - arabil, 59 mg - viticol, 92 mg/kg - înțelenit.

Conținutul formelor mobile de Ni în solurile cenușii utilizate în agricultură, înțelenite nu corelează cu cele totale. Aceste forme variază în limitele 1,3-2,7 mg Ni/kg de sol. În solul din pădure corelația este evidentă; conținutul total de 67 mg - forme mobile 4 mg/kg. Tendința de acumulare a formelor mobile de Ni se observă în stratul humifer- 2,5-3,0 mg. Solul viticol conține mai puține forme mobile (1% din conținutul total) în comparație cu celelalte soluri studiate, care conțin 5-7% din conținutul total de Ni.

### Concluzii

Acumularea și distribuția microelementelor în profilul solului cenușiu amplasat în pădure au fost influențate de acțiunea factorilor de pedogeneză naturali, purtând o corelație bine determinată între orizonturile genetice. Studiarea microelementelor în solurile cenușii arabile și viticole au manifestat o legitate ce ține de utilizarea lor agricolă, cu o acumulare și distribuție ce diferă între orizonturi și profile. Înțelenirea timp de 20 ani a solului viticol deteriorat de eroziune a stimulat procesul de pedogeneză și regenerare a orizontului humifer, a îmbunătățit proprietățile fizico-chimice, a condus la creșterea conținutului de humus și microelemente de 2 ori în comparație cu solurile arabile și viticole. Ultimele conțin forme mobile insuficiente pentru majoritatea plantelor. Acest deficit de microelemente influențează negativ procesul fiziologic de creștere și dezvoltare a culturilor agricole la arabil și a celor intercalate între rândurile de vie, prin urmare și productivitatea acestora. Prin aplicarea îngrășămintelor minerale și organice acest deficit poate fi înlăturat. Acest procedeu este necesar în general pentru toate solurile cenușii, indiferent de utilizarea și folosința lor agricolă.

## EFECTUL POLUĂRII ASUPRA UNOR ÎNSUȘIRI CHIMICE ȘI MINERALOGICE ALE UNUI DISTRICAMBOSOL DIN ZONA ZLATNA

Alexandrina Manea, C. Crăciun  
Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie  
și Protecția Mediului, ICPA-București

## THE EFFECT OF POLLUTION ON THE CHEMICAL AND MINERALOGICAL CHARACTERISTICS OF A DYSTRIC CAMBISOL FROM ZLATNA ZONE

### Abstract

The paper is a comparative study (chemical and mineralogical) of two Dystric Cambisols from Zlatna zone, affected by a different degree of pollution.

From the chemical point of view, the effect of the industrial pollution is the acidification and depletion of bases, reflected by the decrease of values of indices which express soil reaction (pH) and soil exchange properties, especially in the surface horizon.

From the mineralogical point of view the acidification affects micaceous minerals and probably feldspars.

As result of acidification and depletion of bases, the content of kaolinite increases achieving a double content in the surface horizon of the heavy polluted soil.

**Key words:** *soil pollution, soil clay minerals*

După cum este cunoscut, zona Zlatna reprezintă un areal puternic afectat de o serie de emisii poluante sub forma de pulberi, aerosoli, gaze

ca urmare a unei activități industriale intense. În pofida faptului că această activitate a fost stopată în urmă cu doi ani efectul remanent al poluării (în special poluarea cu metale grele - Pb, Cu, Zn, Cd) a condus la modificări ale unor caracteristici chimice și mineralogice ale mediului edafic.

### Materiale și metode

Lucrarea prezentă constituie un studiu comparativ a două profile de sol aparținând tipului districambosol, care are ca scop prezentarea unor aspecte legate de modificările chimice și mineralogice datorate poluării din zona Zlatna.

Cele două profile de districambosol studiate au un grad diferit de poluare fiind situate la o distanță diferită de sursa de poluare. Astfel, profilul 1, Districambosol tipic (DC ti), este situat pe o culme îngustă, mamelonată la o altitudine absolută de 950 m. Materialul parental pe care s-a format și evoluat solul este alcătuit din depozite eluvial-deluviale lutonisoase, slab scheletice derivate din roci sedimentare acide alcătuite din gresii cuarțoase și conglomerate oligomictice cuarțoase albian-cenomaniene. Folosința actuală este fâneață, depărtarea față de sursa de poluare este de 14,2 km, iar poluarea este slabă.

Profilul 2, Districambosol rodic (DC ro), este situat pe un versant neuniform lung, moderat-puternic înclinat, ravenat, la 500 m altitudine absolută. Materialul parental pe care s-a format și a evoluat acest sol este alcătuit din conglomerate polimictice și gresii roșcate cărămizii tortoniene cu intercalații de roci magmatice alcătuite din andezite amfibolice cuaternare și neogene. Culoarea roșcat-cărămizie a materialului parental imprimă caracterul rodic acestui sol. Folosința actuală a terenului unde a fost amplasat profilul 2, situat la cea 1,4 km față de sursa de poluare, este pădure de fag excesiv degradată, solul fiind foarte puternic poluat.

Determinările fizice, chimice și mineralogice au fost efectuate după metode utilizate curent în laboratoarele I.C.P.A. (Metode de analiză chimică a solului, 1986; Metodologia elaborării Studiilor Pedologice-Partea I, 1987).

### Rezultate și discuții

După cum se poate observa în tabelul 1, unde se prezintă unele caracteristici fizice și chimice, între cele două profile apar o serie de deosebiri.

Tabelul nr. 1

Unele caracteristici fizice și chimice ale profilelor de sol studiate

Nr. profil/ Localizare	Orizontul	Adâncimea, cm	PH	Argila	Praf %	Nisip	H sch.	SB me/100g sol	T	V %
<b>Profilul 1</b>	Aoț	0-10	5,21	28,4	27,5	44,1	10,20	4,10	14,26	28,8
	DC ti	10-20	5,13	27,1	28,8	44,1	8,77	1,89	10,66	17,7
	N. Dealul	20-40	5,12	24,0	30,0	46,0	6,74	2,02	8,76	23,1
	Budenilor	40-60	5,16	20,6	32,4	47,0	6,53	1,89	8,42	22,4
<b>Profilul 2</b>	Ao1	0-10	3,88	22,5	23,6	53,9	9,14	0,61	9,74	6,2
	DCro	10-25	4,08	22,6	22,8	54,6	8,00	0,56	8,56	6,5
	AB	25-42	4,14	21,3	21,0	57,7	7,94	0,67	8,62	7,9
	V. Zlatna	42-60	4,20	23,6	20,2	56,2	8,02	0,72	8,75	8,3

Sub aspect granulometric, pe fondul unei variații relativ reduse a conținutului principalelor fracțiuni granulometrice, profilul 2 (Zlatna) are un conținut semnificativ mai mare de nisip, comparativ cu profilul de la Dealul Budenilor.

Sub aspect chimic trebuie subliniate deosebirile care apar între cele două profile în ceea ce privește reacția și proprietățile de schimb. Astfel, profilul de la Zlatna se caracterizează prin valori mult mai reduse ale indicilor care exprimă proprietățile respective, comparativ cu profilul de la Dealul Budenilor.

Din punct de vedere mineralogic, suita de minerale argiloase identificate în fracțiunea sub 2  $\mu$ , este aceeași în ambele cazuri, fiind alcătuită din illit, caolinit, clorit. În figura 1 se prezintă spectrele de difracție a razelor X ale argilei din orizontul de suprafață al celor două soluri. Spectrele care au fost obținute pe probele tratate cu etilen glicol permit decelarea mineralelor argiloase prezente. Prezența illitului și caolinitului este atestată de maximele de difracție din jurul valorilor de 10,0, 4,99, 3,33 Å și respectiv 7,15 și 3,56 Å. Cloritul a fost identificat cu ajutorul maximului de difracție de la 14 Å. Comportamentul acestui mineral la tratamentul termic ne sugerează că este vorba de un mineral de tip cloritic (intergrade), care prezintă unele deosebiri comparativ cu cloritele clasice, magneziene, care apar în depozitele geologice.

Caracterul dioctaedric al rețelelor mineralelor argiloase identificate este confirmat de spectrele de absorbție în infraroșu prin prezența unor benzi de absorbție în jur de 920  $\text{cm}^{-1}$  atribuite (Farmer, 1974) vibrațiilor de deformare ale legăturilor Al-OH-Al și a benzilor de absorbție din domeniul 3620-3700  $\text{cm}^{-1}$  atribuite formei vibrațiilor de alungire ale legăturilor Al-OH-Al (figura 2).

Intensitatea diferită ale reflexiilor bazale 001 caracteristice mineralelor identificate ne indică unele deosebiri mineralogice de ordin cantitativ existente între cele două profile. Acestea se pot observa în tabelul 2, în care se prezintă rezultatele interpretărilor cantitative ale difracției razelor X.

Compoziția mineralogică a argilei din profilul Dealul Budenilor este predominant illitică, conținutul de illit reducându-se de la bază spre suprafața profilului, Illitul este însoțit de caolinit, al cărui conținut destul de ridicat, atinge un maxim la suprafața profilului. Cloritul înregistrează conținuturile cele mai reduse.

Argila din districambosolul rodic de la Zlatna prezintă o compoziție

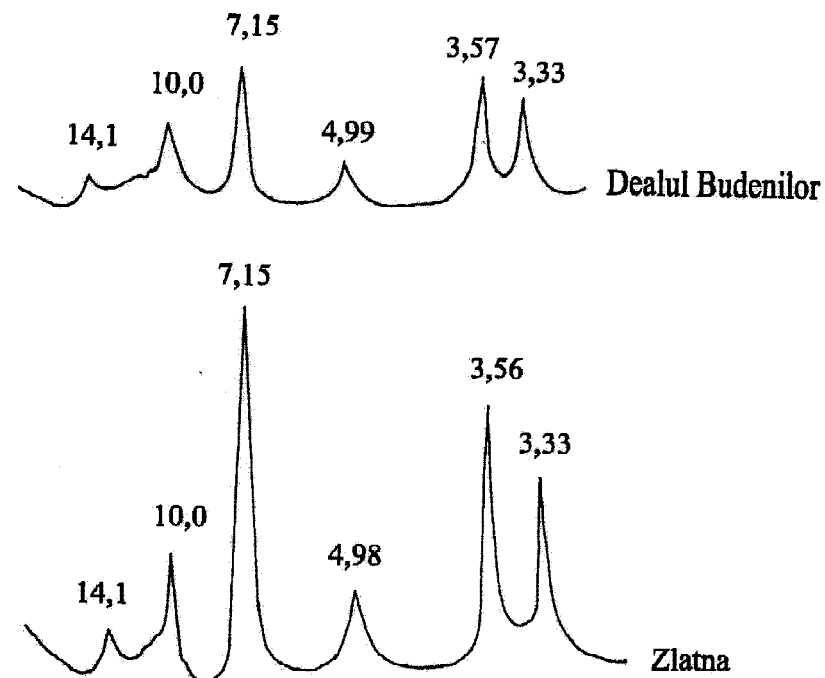


Fig. 1. Spectrele de difracție a razelor X ale argilei din orizonturile de suprafață (probe glicolate) ale solurilor investigate (valori exprimate în Å)

mineralogică asemănătoare calitativ cu cea din profilul anterior, deosebirea mineralogică între cele două profile fiind de ordin cantitativ. Astfel, în cazul acestui profil compoziția mineralogică la nivel coloidal este predominant caolinică, conținutul de caolinit putând atinge uneori valori duble comparativ cu profilul anterior. Deosebirea mare între cele două profile în ceea ce privește conținutul de caolinit este confirmată și de absorbția în infraroșu prin intensitățile benzilor de absorbție de la 3620 și 3700  $\text{cm}^{-1}$  ultima fiind considerată și bandă de diagnostic pentru caolinit (Farmer, 1974).

Pe linia aceleiași comparații, illitul înregistrează o reducere drastică a conținutului, în timp ce doritul indică conținuturi comparabile cu primul profil (excepție orizontul de suprafață).

Deosebirile de ordin chimic și mineralogic existente între cele două profile sunt prea mari pentru a putea fi atribuite în totalitate unor diferențe în ceea ce privește condițiile de pedogeneză, care au dus la formarea

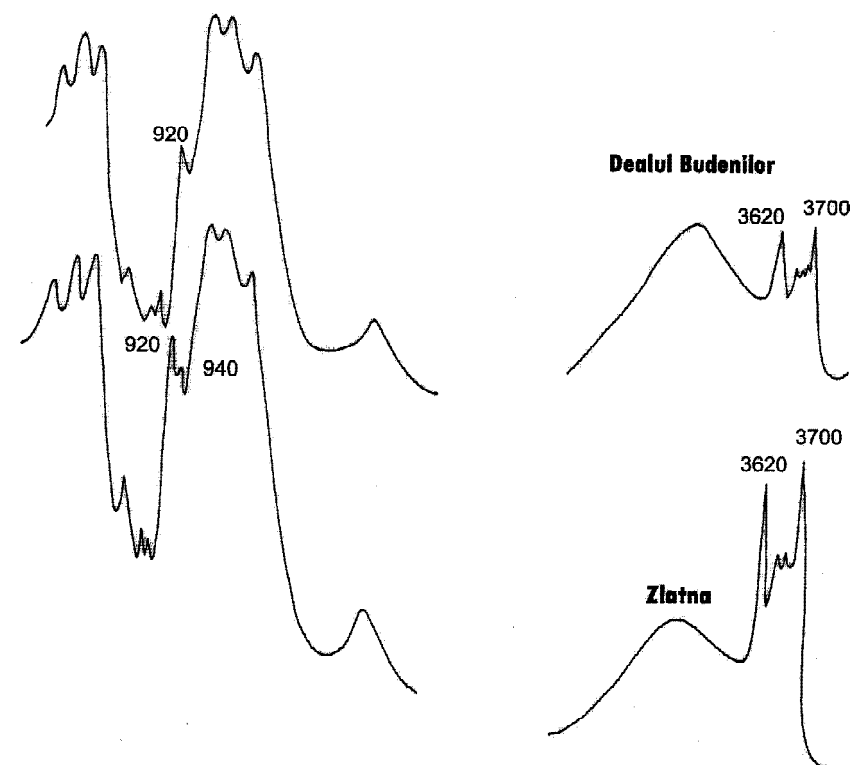


Fig. 2. Spectrele de absorbție în infraroșu ale argilei din orizonturile de suprafață ale solurilor investigate (valori exprimate în  $\text{cm}^{-1}$ )

celor două subtipuri de districambosol. Mai mult, ele se datorează în cea mai mare parte poluării.

Chiar dacă cele două soluri aparțin unor subtipuri diferite care ar putea să ne sugereze existența unor variații relativ restrânse a condițiilor de pedogeneză, profilul de la Dealul Budenilor ar putea fi considerat ca un sistem de referință (datorită manifestării slabe a procesului de poluare) pentru stabilirea efectelor poluării care s-a manifestat cu intensitate mult mai mare în cazul profilului de la Zlatna.

Districambosolul tipic de la Dealul Budenilor are o serie de însușiri chimice și mineralogice care se încadrează în mare sau sunt apropiate de intervalul de variație al valorilor medii cunoscute pentru un astfel de sol (Bălăceanu și colab. 2002). Unele însușiri prezintă diferențe mai mari

completând în acest fel intervalul de valori al indicilor respectivi date de autorii citați.

Caracterul rodic al districambosolului de la Zlatna precum și valorile indicatorilor care exprimă anumite însușiri ne sugerează că materialul parental al acestui sol a suferit o alterare mult mai intensă. Deosebirile în ceea ce privește alterarea ar putea fi influențate și de unele condiții legate de relief și textura materialului parental, care influențează posibilitățile de descărcare ale mediului respectiv. Astfel, profilul de la Zlatna are o textură mai grosieră fiind situat pe versant, condiții care favorizează înlăturarea produselor alterării ce are drept consecință o serie de modificări, care se manifestă pe plan chimic (debazificare, acidifiere) și mineralogic (caolinizare, cloritizare).

Tabelul nr. 2

**Compoziția mineralogică a fracțiunii argiloase din districambosolurile analizate**

Profil	Orizont	Adâncime, cm	Compoziția mineralogică a argilei (%)		
			Illit	Clorit	Caolinit
<b>Profilul 1</b> DC ti	Aț	0-10	49	17	34
	Ao	10-20	58	16	26
	N. Dealul	20-40	58	15	27
	Budenilor	40-60	63	13	24
<b>Profilul 2</b> DC ro	Aoț	0-5	34	7	59
	Ao	5-20	33	16	51
	V. Zlatna	20-40	41	12	47
	Bv	40-60	43	20	37

Cu toate acestea, după cum remarcam anterior, unele deosebiri chimice și mineralogice între cele două profile sunt mult prea mari pentru a putea fi atribuite diferențelor relativ reduse în ceea ce privește condițiile de pedogeneză. Ele pot fi însă atribuite cu siguranță procesului

de poluare care are ca efect principal o debazificare și acidifiere a mediului edafic.

În pofida unor neconcordanțe între capacitatea totală de schimb cationic și reacție, care se manifestă la nivelul unor orizonturi, diferența în ceea ce privește indicele T al orizontului de suprafață al celor două profile este semnificativă și poate fi atribuită în mare parte poluării (o oarecare influență a conținuturilor de materie organică nu este exclusă).

Deosebiri mari se remarcă în cazul valorilor care exprimă reacția solului (unde diferența de pH depășește unitatea) precum și la unii indicatori care exprimă proprietățile de schimb cationic.

Astfel, valorile unor indicatori ca suma bazelor schimbabile și gradul de saturație în baze sunt în majoritatea situațiilor aproape de 3 ori mai mici în cazul Districambosolului de la Zlatna. În orizontul de suprafață unde poluarea este cea mai activă valoarea respectivă este de aproape 7 ori mai ridicată în cazul sumei bazelor schimbabile și de aproape 5 ori mai ridicată în cazul gradului de saturație în baze.

În condițiile unei poluări severe cum este cea manifestată în cazul profilului de la Zlatna, consecințele sunt nu numai modificări de ordin chimic, ci și de ordin mineralogic. Prezența mineralelor argiloase de tip cloritic în toate orizonturile profilelor (aspect caracteristic solurilor de acest tip care poate fi legat parțial de un proces de alterare prepodogenetic) ne sugerează că alterarea pedogenetică a afectat cel mai puternic componenta micacee. Cu o singură excepție, conținutul de clorit al celor două profile înregistrează valori apropiate.

Modificările mineralogice sunt legate în special de raportul celor două componente argiloase predominante illitul și caolinitul. Valoarea acestui raport în special în orizontul A unde atât pedogeneza cât și poluarea este mai activă variază între 1,4 și 2,2 la profilul din Dealul Budenilor și între 0,5 și 0,6 în cazul profilului de la Zlatna, indicând o evoluție de la o argilă predominant illitică la o argilă predominant caolinitică.

Asta înseamnă că principala consecință mineralogică a unei poluări intense poate fi considerată alterarea de tip acidolitic a unor minerale de tip micaceu (și feldspatic) cu formarea mineralelor de tip caolinitic. De astfel, trebuie subliniat că în zona Zlatna conținuturi mari, semnificative de caolinit au fost semnalate și în cazul unor altor tipuri de sol (livosoluri albice), care au fost afectate de procese intense de poluare (Paulette, 2002).



Din punct de vedere al folosinței agricole modificările chimice și mineralogice sub influența poluării nu fac altceva decât să diminueze fertilitatea acestor soluri având drept consecință o acutizare a unor factori restrictivi caracteristici solurilor de acest tip.

### Concluzii

1. Rezultatele cercetărilor asupra impactului poluării asupra unor însușiri ale unui districambosol arată că poluarea care afectează zona Zlatna are o serie de efecte care se manifestă nu numai pe plan chimic ci și mineralogic al mediului edafic.
2. Din punct de vedere chimic, modificările principale datorate poluării sunt debazificarea și acidifierea. Ele sunt evidențiate de o reducere drastică a valorilor indicilor care exprimă unele proprietăți chimice ale solului ca pH-ul (reducere cu o unitate) și proprietățile de schimb (reducerea de câteva ori a indicatorilor SB și V):
3. Sub aspect mineralogic principala consecință a poluării este amplificarea procesului de alterare a mineralelor de tip micaceu (și feldspatic) în condiții de acidoliză. Ca rezultat al acidolizei conținutul de caolinit în partea superioară a unui astfel de sol se poate dubla.
4. Modificările chimice și mineralogice semnalate și atribuite poluării nu fac altceva decât să agraveze o serie de însușiri implicate în fertilitatea acestor soluri.

### Bibliografie

1. Bălăceanu V., S. Taină, C. Crăciun (2002) - Solurile brune acide din România. Studiu monografic. Factori și procese pedogenetice din zona temperată - Serie nouă, vol. 1, 3-98.
2. Farmer V.C. ed. The Infrared Spectra of Minerals (Cap.15-The layer silicates)
3. Paulette Laura (2004). Cercetări privind solurile degradate prin poluare industrială din zona Zlatna - Teză de doctorat, USAMV Cluj
4. Metode de analiză chimică a solului, 1986
5. Metodologia elaborării studiilor pedologice. Partea I, 1987.

## DISTRIBUȚIA CANTITATIVĂ ȘI CALITATIVĂ A BACTERIILOR HETEROTROFE ÎN SOLURILE SALINIZATE ȘI AMELIORATE

Gabriela Mihalache<sup>1</sup>, Nineta Rizea<sup>1</sup>, M. Mihalache<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului – București

<sup>2</sup>Agenția Națională de Consultanță Agricolă

## QUANTITATIVE AND QUALITATIVE DISTRIBUTION OF HETEROTROPHIC BACTERIA IN SALINIZED AND AMELIORATED SOILS

### ABSTRACT

This paper presents the latest results concerning quantitative and qualitative distribution of bacteria in salinized and ameliorated soils samples from Măxineni - Corbu Nou, Brăila county.

With regard to soil microbial population, quantitatively, it varied within a wide range, according with chemical and physical characteristics (salinization, degree, pH values, and other).

The bacterial species *Pseudomonas lemonnieri* and *Azotobacter chroococcum* may be considered as microbial indicators in the process of soil improvement.

**KEY WORDS:** salinized and ameliorated soils, heterotrophic bacteria, microbial indicators.

### INTRODUCERE

Conceptul de ameliorare intensivă a solurilor sărăturate cuprinde nu numai aplicarea unui complex de măsuri agropedoameliorative pe un



## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Datele obținute în tabelul 2 reflectă unele diferențieri cantitative și calitative în ceea ce privește abundența și spectrul calitativ al bacteriilor heterotrofe din solurile sărăturate aflate în condiții naturale (izlaz) și de ameliorare în funcție de însușirile fizice și chimice ale acestora.

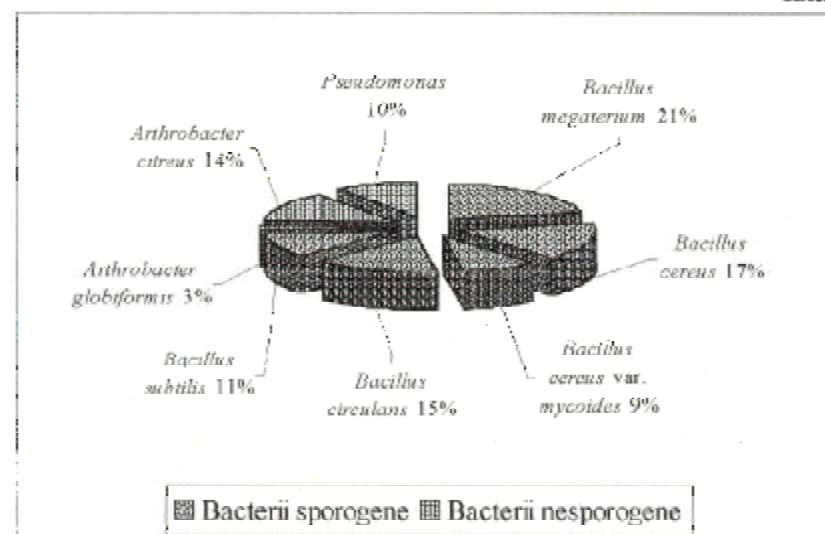
În cazul **solonceacurilor** aflate sub aspectul utilizării ca izlaz formate pe depozite cu textură argiloasă s-au obținut cele mai mari numere totale de bacterii ( $68,7 \times 10^6/\text{g}$  sol uscat) comparativ cu numerele relativ scăzute înregistrate pe textura luto - nisipoasă ( $47,7 \times 10^6/\text{g}$  sol uscat) și cea lutoasă ( $54,3 \times 10^6/\text{g}$  sol uscat).

În **solurile aluviale** (arabil) rezultate în urma ameliorării, numerele totale de bacterii crește aproximativ de două ori, cea mai semnificativă creștere s-a evidențiat pe textura lutoasă ( $105 \times 10^6/\text{g}$  sol uscat) urmată de cea luto - nisipoasă ( $84 \times 10^6/\text{g}$  sol uscat) și argiloasă ( $79 \times 10^6/\text{g}$  sol uscat).

În ceea ce privește **distribuția taxonomică** a bacteriilor se remarcă faptul că pe solonceacuri în condițiile naturale (izlaz) pe textura luto - nisipoasă (fig. 1) cea mai ridicată frecvență (73%) au prezentat-o cele aparținând genului *Bacillus*, reprezentat prin speciile: *B. megaterium* (22%), *B. cereus* (17%), *B. circulans* (15%). În schimb bacteriile nesporigene au prezentat o frecvență destul de redusă (26,5%), fiind reprezentată de specia *Arthrobacter citreus* (14%). Pe aceeași textură luto-nisipoasă, dar în condițiile solurilor aluviale ameliorate, bacteriile sporogene au prezentat o frecvență de 60%, fiind reprezentate de specii ale genului *Bacillus* (*B. megaterium* 27% și *B. cereus* 17%). Se remarcă faptul că, bacteriile nesporigene au o frecvență ridicată (39%) reprezentate prin *Arthrobacter citreus* (14%) și specii ale genului *Pseudomonas* (13%).

În solonceacurile cu textură lutoasă (izlaz - fig. 2), genul *Bacillus* reprezentat de *B. megaterium* a avut cea mai mare pondere procentuală (32%), Bacteriile nesporigene au prezentat o frecvență apropiată de cele sporogene, fiind dominate de speciile *Arthrobacter globiformis* (18%) și *Pseudomonas* (19,5%). În solurile aluviale ameliorate pe aceeași textură lutoasă (arabil) bacteriile sporogene prezintă o frecvență ridicată (69%), fiind reprezentate de specii ale genului *Bacillus* (*B. megaterium* 34%) și *B. cereus* (15%), În ceea ce privesc bacteriile nesporigene se

### Izlaz



### Arabil

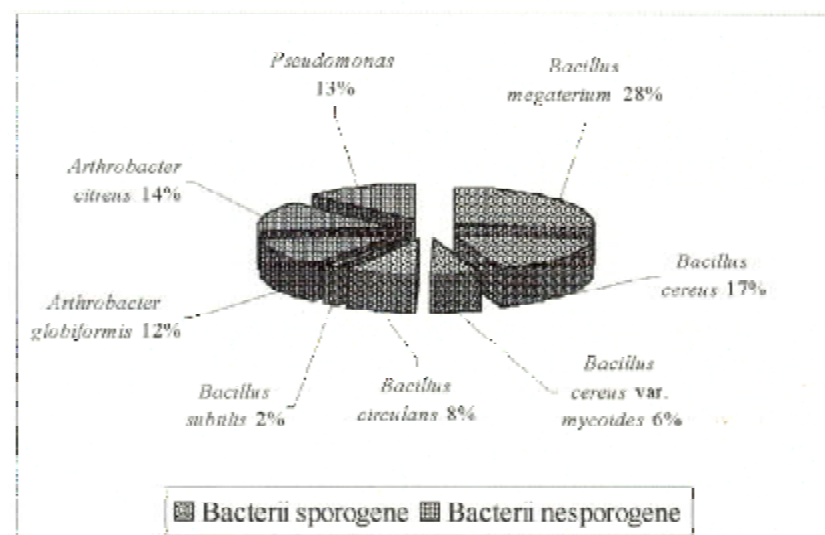
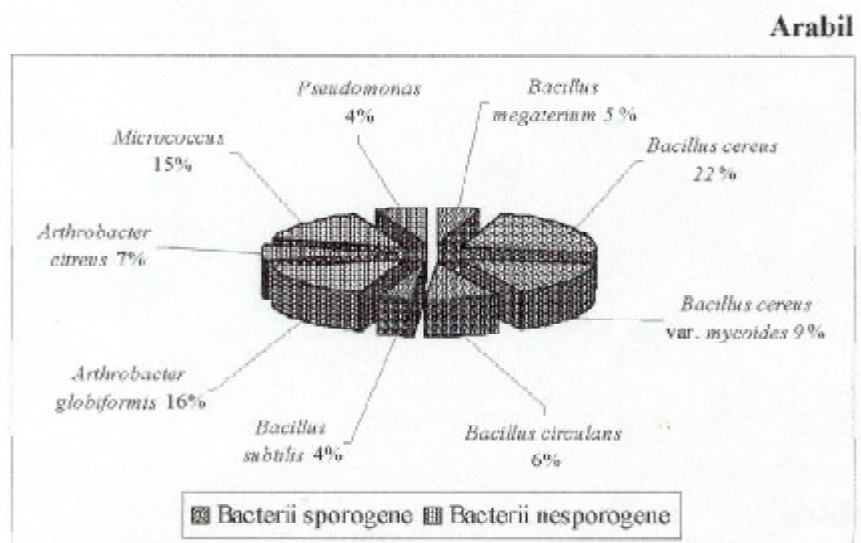
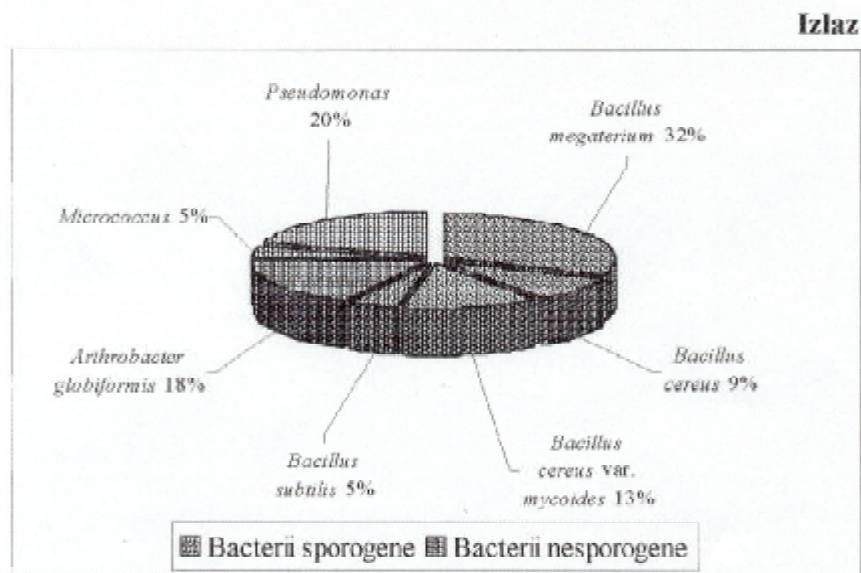


Fig. 1 Varietatea de specii și genuri bacteriene din solurile sărăturate cu textură luto-nisipoasă în condiții naturale (Izlaz) și ameliorate (Arabil)



**Fig. 2** Varietatea de specii și genuri bacteriene din solurile sărăturate cu textură lutoasă în condiții naturale (Izlaz) și ameliorate (Arabil)

remarcă o scădere a frecvenței acestora, fiind dominate de specii aparținând genurilor *Arthrobacter* și *Micrococcus* (circa 10%).

În solonceacurile cu textură argiloasă (fig. 3) bacteriile sporogene au avut o frecvență ridicată (70,5%), reprezentate de *Bacillus megaterium* (22%) și *B. circulans* (17%). Bacteriile nesporogene prezintă o frecvență procentuală apropiată de cea obținută în solonceacurile cu textură luto-nisipoasă (28%), fiind izolate specii aparținând genului *Pseudomonas* (11%). Pe aceeași textură argiloasă în solurile aluvial ameliorate (arabil), bacteriile sporogene au avut cea mai mare frecvență și apropiată de cea obținută în textura lutoasă (68%). S-au dezvoltat abundent speciile *Bacillus megaterium* (25%) și *B. cereus* (15%). De asemenea, bacteriile nesporogene au prezentat o creștere a frecvenței (32%), fiind reprezentate de specii aparținând genului *Micrococcus* (19%), care s-au dezvoltat și proliferat abundent.

Pentru a evidenția existența unor diferențieri cantitative în ceea ce privește microflora bacteriană din solonceacurile aflate în condiții naturale și cea din solurile aluviale ameliorate, s-a efectuat prelucrarea statistică a datelor (fig. 4). Astfel, pentru solonceacurile molice, alcalizate, gleizate moderat, carpatice, în stare naturală (izlaz) variația numerelor totale de bacterii a fost cuprinsă între 47,7-68,7x10<sup>6</sup>/g sol uscat, cu o creștere evidentă în funcție de textură. Pentru solurile aluviale, ameliorate, numerele totale de bacterii sunt mari până la valori aproximativ duble, în special pe solurile formate pe depozite cu textură lutoasă sub cultura de soia.

În ceea ce privește decelarea unor microorganisme ce ar putea fi considerate indicatoare în solurile țării noastre, este de menționat preocuparea constantă și cercetările îndelungate efectuate de Papacostea și colab. 1976.

Pe baza acestora a fost posibilă precizarea unor relații între condițiile naturale specifice diferitelor tipuri și subtipuri de soluri și microorganisme izolate, cât și în asociație cu alte microorganisme indicatoare.

Pentru solurile sărăturate, Papacostea (1972), recunoaște lipsa informațiilor necesare precizării unor asociații de indicatori în funcție de o zonalitate ecologo-geografică.

Cercetări recente efectuate de Mihalache Gabriela și colaboratorii 1998, Mihalache Gabriela 2000, au găsit că în solonceacurile puternic afectate de sărăturare, care în condiții de ameliorare au devenit soluri

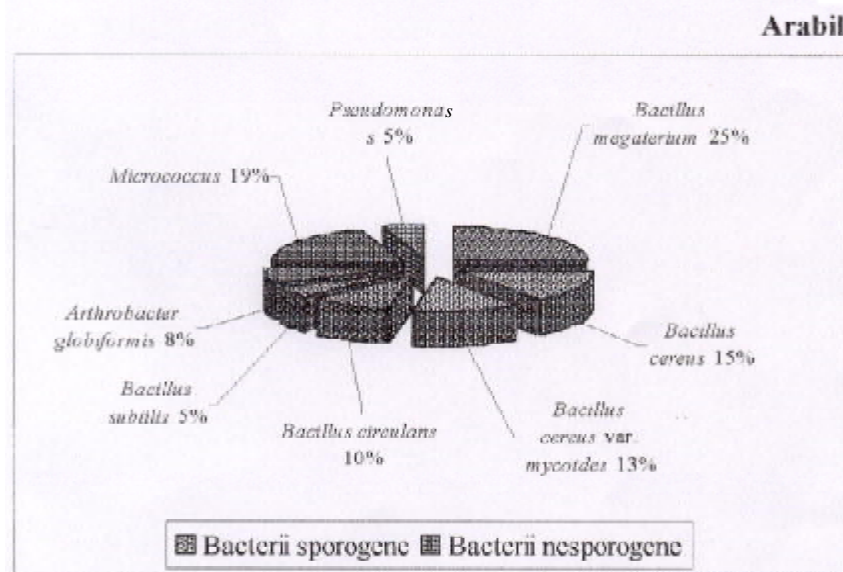
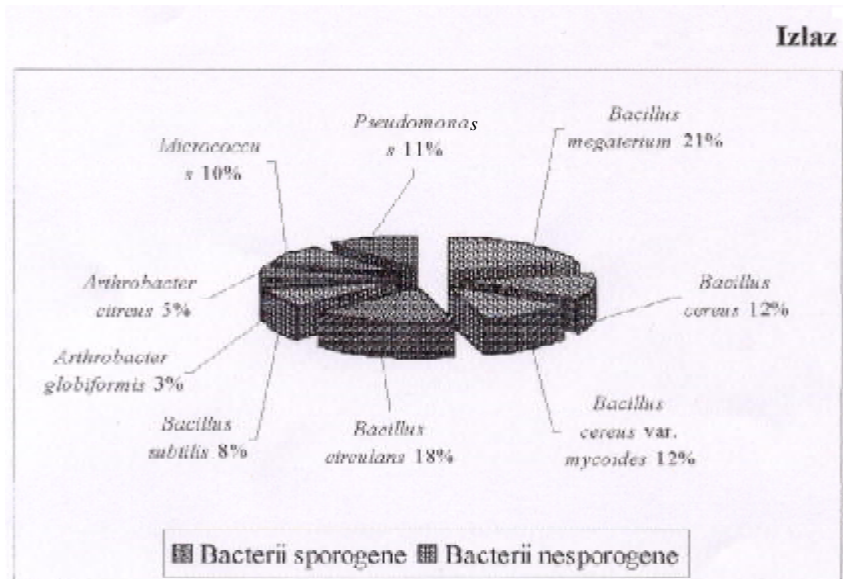


Fig. 3 Varietatea de specii și genuri bacteriene din solurile sărăturate cu textură argiloasă în condiții naturale (Izlaz) și ameliorate (Arabil)

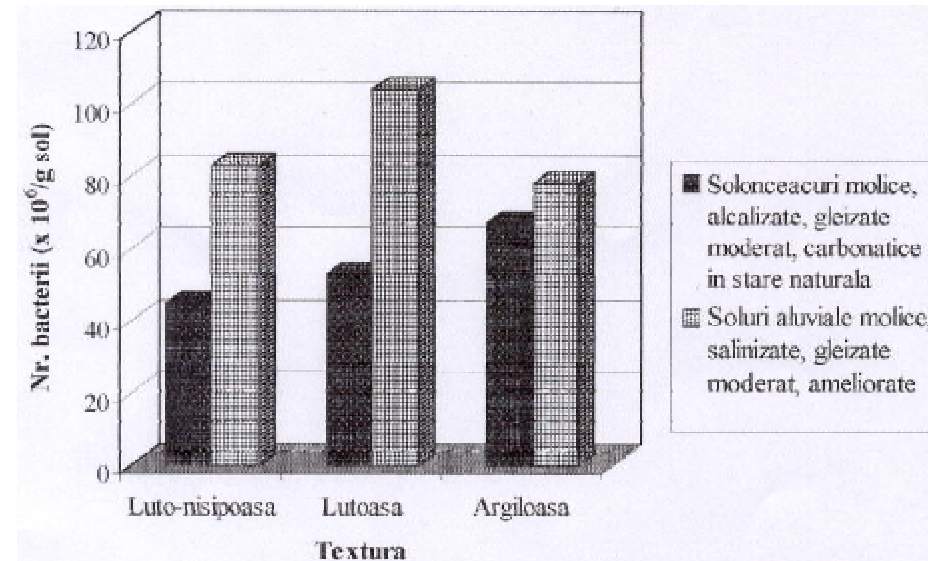


Figura 4. Determinări cantitative de bacterii heterotrofe în solonceacurile molice, alcalizate, gleizate moderat, carbonatice în stare naturală (Izlaz) și în solurile aluviale molice, salinizate, gleizate moderat, ameliorate (arabil) de la Măxineni-Corbul Nou

aluviale indiferent de textura pe care s-au format, s-a decelat prezența speciei bacteriene *Pseudomonas lemonnieri* în asociație cu *Azotobacter chroococcum*. În acest sens, indicatorii microbieni identificați reflectă un sens pozitiv de evoluție al solurilor, ce oferă un cadru larg de care ar trebui să se țină seama în cercetările noastre microbiologice ulterioare.

## CONCLUZII

- Determinările cantitative de microfloră bacteriană din solurile sărăturate situate în câmpul experimental Măxineni-Corbu Nou au evidențiat modificări esențiale paralel cu stadiul de ameliorare realizat sub influența complexului de lucrări agropedoameliorative;
- Determinările taxonomice au arătat prezența unor numere ridicate de bacterii sporogene aparținând genului *Bacillus* însoțite de specii nesporogene din genurile *Micrococcus* și *Pseudomonas*

- izolate din solurile formate pe depozite cu textură mijlocie și fină. Pentru solurile cu textură luto-nisipoasă, cea mai mare frecvență au prezentat-o bacteriile sporogene aparținând genului *Bacillus*;
- Apariția și dezvoltarea speciei *Pseudomonas lemonnieri* în solurile ameliorate indiferent de textura pe care s-au format, reflectă sensul pozitiv al evoluției acestor soluri, trecerea lor în altă categorie de fertilitate, ca urmare a diminuării drastice a influenței exercitate de factorii de stres: salinizare și alcalizare;
  - Speciile bacteriene *Pseudomonas lemonnieri* și *Azotobacter chroococcum* pot fi considerate ca microorganisme indicatoare ale stadiului de ameliorare în solurile sărăturate și de refacere treptată a stării de fertilitate;
  - În solurile aluviale ameliorate, ca urmare a eficienței măsurilor agropedoameliorative, comunitatea bacteriană s-a caracterizat printr-o diversitate largă de specii, comparativ cu cea existentă în solurile aflate în condiții naturale.

#### BIBLIOGRAFIE

1. BERGEY, (1986) „Bergey's Manual of Systematic Bacteriology”, vol. 2, Eds. Williams and Wilkins, Baltimore, U.S.A.;
2. FLOREA, N. (1958): „Privire generală asupra săraturilor din România”, Cercetări de pedologie, Ed, Acad. Rom., București, pp. 372-395;
3. MĂIANU, Al. (1964): „Salinizarea secundară a solului”, Ed. Acad. Rom., București;
4. MIHALACHE, G., VOICULESCU, A., RIZEA, N., MIHALACHE, M., ZELINSCHI, C., DANCĂU, H. (1997): „Aspecte privind structura și activitatea biologică a microflorei din solurile sărăturate aflate în perimetrul Nămolosa-Măxineni-Racovița, Jud. Brăila”, Publ, SNRSS (28 B), pp. 69-80;
5. MIHALACHE, G., ȘTEFANIC, G., MIHALACHE, M., VOICULESCU A. (1998): „Influența măsurilor agropedoameliorative asupra stării de fertilitate a unor soluri sărăturate din câmpul experimental Măxineni-Corbu Nou, Jud. Brăila”, Lucrările Simpozionului Protecția Mediului în Agricultură, Vol. II, MAA; ASAS; Ed. Helicon Timișoara, pp. 91-102;
6. MIHALACHE, G. (2000): „Caracterizarea microbiologică și biochimică a unor

- soluri sărăturate din zona Bărăganului de Nord-Est”, ISBN 973-99431-8-7, Ed, Agris-Redacția Revistelor Agricole, pp. 1-118;
7. NIȚU, I., DRĂCEA, M., RĂUȚĂ, C., RIZEA, A. (1985): „Ameliorarea și valorificarea solurilor sărăturate din R.S. România”, Ed. Ceres, București;
  8. PAPACOSTEA, P. (1972): „Criterii de clasificare microbiologică a solurilor României”, Știința Solului 10, pp.54-66;
  9. PAPACOSTEA, P. (1976) - Biologia solului, Ed. Științifică și Enciclopedică, București;
  10. POCHON, J. (1954): „Manual technique d'analyse microbiologique du sol”, Ed. Masson, Paris.

## CONSIDERAȚII DESPRE SPAȚIU ȘI TIMP ÎN ȘTIINȚA SOLULUI

N. Florea, A. Vrînceanu  
Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Pedologie,  
Agrochimie și Protecția Mediului – București

## CONSIDERATIONS ABOUT SPACE AND TIME IN SOIL SCIENCE

### Abstract

Pedology, as science that deals with soil cover consisting of natural three-dimensional bodies that form dynamic systems at earth crust surface, has to deal unavoidable with space and time.

From philosophical point of view, the space as an objective and universal form of matter that expresses the order of co-existing objects and time as Universe dimension that orders the irreversible succession of events (phenomena), form together a quadri-dimensional continuum according to the theory of generalized relativity. According to the new relational thought about Universe as a network of relations in evolution, the space and time represent the background of all the phenomena that take place or happen in the world. In present one tries to elaborate a theory of quantum gravitation which should unify the quantum theory with generalized relativity theory, with notable implications concerning space and time concept.

In the soil science, the time was considered as pedogenetic factor or condition besides climate, vegetation, parent material and relief. The space did not and does not take into account by soil scientists; only in the last decennia some pedologists believe that also the space should be considered pedogenetic factor or state factor.

ȘTIINȚA SOLULUI      SOIL SCIENCE  
2006, XL, NR. 2, P. 76-96

But the space and time do not intervene, do not modify the development of the soil forming process; they represent only the background of this process, and the existence form of the soil cover. Therefore, the space and time cannot be considered soil forming factors (or soil state factors), even if the different ages of some terrestrial surfaces induce modifications in soil cover, being an indirect cause of its variation in territory (determined by the different durations of the pedogenetic process).

The space appears as background of the soil systems that constitute a very thin three-dimensional layer that covers the Earth as a membrane (forming the pedosphere or the soil cover). The space is therefore present in our representation by pedological maps with spatial soil distribution. It is necessary to pay more attention to the horizontal relations among soil units in territory (pedogeographical assemblage) in order to clarify the link between space and soil cover.

The time has to be regarded as duration of soil forming process necessary for the materialization of the action of all the processes taking place in soil under pedogenetic factors influence, and which result in soil profile from incipient to developed stadia.

The notions of absolute and relative age, and rate of soil evolution were discussed; these notions belong as matter of fact to the soil dynamics (dynamic pedology). The soil age varies - according to existing data - from hundreds to ten thousands years in temperate zone until some millions years in equatorial zone. During this long time the natural conditions and soil genesis changed often (polygenetic soils). The time necessary to reach the quasiequilibrium with the environment is defined as „characteristic response time”.

The graphic representation of soil systems in a space-time background is a challenge for future.

**Key words:** pedogenetic factor, space-time, background of soil cover.

### INTRODUCERE

Știința solului se ocupă de cunoașterea caracterelor și variației învelișului de sol care îmbracă în teritoriu diferite forme ce se dezvoltă în spațiu și timp, formând sisteme teritoriale dinamice conjugate (de sol-teren) la suprafața scoarței terestre, diferențiate atât pe verticală (succesiunea de orizonturi pedogenetice suprapuse) cât și pe orizontală

(asamblajul pedogeografic cu entitățile tridimensionale de sol juxtapuse). Știința solului are de a face, deci, cu fenomene dinamice din natură distribuite pe întregul glob, astfel că operează din plin - ca și alte științe naturale - cu noțiunile de spațiu și timp, atât de mult discutate din punct de vedere filozofic.

O divizie - și anume principala secțiune - a UISS (Uniunea Internațională ale Științelor Solului) este "Solul în spațiu și timp" cu următoarele comisii: morfologia solului, geografia solului, geneza solului, clasificarea solurilor, pedometria și paleopedologia. Acest fapt reliefează importanța conceptelor de spațiu și timp, care se aplică nu numai activităților specifice pentru divizia menționată, ci și activităților celorlalte divizii, ale căror preocupări și activități privind proprietățile și procesele specifice solului, folosirea și gospodărirea resurselor de soluri, funcțiile solului în societate și mediul ambiant etc. au loc în spațiu și se petrec în timp.

### CE SUNT SPAȚIUL ȘI TIMPUL ?

În concepția elaborată de Isaac Newton (1642-1727), devenită clasică, spațiul și timpul există etern (sunt absolute), indiferent de ce există și independent de ce se întâmplă în Univers, sunt „locuri atât ale lor înșile cât și ale tuturor celorlalte lucruri”.

În afara unor accepțiuni curente ca cele de spațiu terestru, spațiu cosmic, spațiu aerian sau de întindere limitată, noțiunea de spațiu, sub aspect filozofic, reprezintă (DEX, 1998) „forma obiectivă și universală a materiei, inseparabilă de materie, care are aspectul unui întreg neîntrerupt cu trei dimensiuni și exprimă ordinea coexistenței obiectelor lumii reale, poziția, distanța, mărimea, forma, întinderea lor”.

Noțiunea de timp, care are, de asemenea, numeroase înțelesuri în vorbirea curentă, printre care și cel de durată, reprezintă sub aspect filozofic (DEX, 1998) dimensiunea Universului după care se ordonează succesiunea sau simultaneitatea diferitelor stadii ale proceselor materiale sau ale proceselor materiale însele în trecerea lor unele în altele. Se consideră că mișcarea ca mod de existență a materiei se realizează în spațiu și timp, care reprezintă forme fundamentale de existență ale materiei care constituie realități obiective ce ne înconjoară indiferent de conștiința noastră și sunt reflectate de aceasta.

Spațiul are trei dimensiuni, timpul are o dimensiune (durata), fiind

de aceea ireversibil, scurgându-se veșnic într-o singură direcție, din trecut, prin prezent, spre viitor, astfel că este unidirecțional.

Adesea se vorbește de o săgeată a timpului prin care se scoate în evidență caracterul acestuia de ireversibilitate și de unidimensionalitate, al „trecerii”, continue într-un singur sens; este deci imposibilă realizarea drumului invers datorită lanțurilor cauzale (cauză-efect succesive). Totuși poate exista o reversibilitate parțială pe fondul ireversibilității fundamentale; în sisteme mai simple se poate observa o reversibilitate a tipurilor de procese, nu a proceselor concrete care nu se petrec absolut la fel de fiecare dată. Este cazul fenomenului de ciclicitate, repetabilitate, reversibilitate în cadrul menționat, săgeata timpului urmându-și sensul, legat de ideea de evoluție, de progres.

În continua succesiune în timp a evenimentelor, proceselor etc. are loc un consum de energie irecuperabilă evaluată prin creșterea entropiei care nu înseamnă numai degradare ireversibilă a energiei în timp, ci și dezvoltare, evoluție, progres. Caracterul de sistem deschis al învelișului terestru permite primirea continuă de energie solară, contracarând astfel creșterea entropiei și atingerea acelei valori maxime ce ar corespunde stării inactive, ci dimpotrivă asigură reproducerea ciclică a proceselor care stau la baza continuei dezvoltări în timp.

Este timpul absolut uniform sau diferențiat? În secolul precedent s-a pus problema abordării diferențiate a timpului; se discută de timp cosmic sau astronomic, de timp fizic, biologic sau uman și putem adăuga timp la scară geologică și timp pedologic. S-a dovedit, spre exemplu, că timpul nu poate fi măsurat cu unitățile de timp fizic (ca urmare a ritmului deosebit de maturizare sau îmbătrânire). Se poate vorbi chiar de timp individual (în diferite stadii de dezvoltare) și de timp al speciei.

Teoria relativității a lui Albert Einstein (1879-1955) aduce noi orientări privind legătura spațiu-timp. În teoria relativității restrânse, aplicabilă sistemelor inerțiale în mișcare uniformă unele față de altele, se descrie spațiul și timpul fără a lua în considerare gravitația. Teoria relativității generalizate, aplicabilă sistemelor neinerțiale care se deplasează accelerat unele față de altele, ia în considerare și gravitația. Se introduce principiul echivalenței între forțele de accelerație și forțele gravitaționale care nu pot fi distinse unele de altele („inerția unui obiect este proporțională cu masa lui”). Aceste forțe sunt privite ca o proprietate a spațiului. Se consideră în acest sens că structura sau proprietăților geometrice ale continuumului spațiu-timp cvadridimensional variază în



funcție de concentrarea maselor substanței și de intensitatea câmpului gravitațional generat de acestea. Spațiul și timpul sunt considerate, prin urmare, în strânsă legătură cu formele de existență a materiei în mișcare, indisolubil legate de materie și organic legate între ele.

Gravitația, care în contextul teoriei relativității generalizate apare ca o manifestare a structurii spațio-temporale, nu a fost suficient de clar luată în considerare în legătură cu formarea solului; în genere au fost făcute referiri la forma de apă gravitațională și la potențialul gravitațional al apei din sol, fără a se evidenția rolul gravitației în circulația substanțelor în sol pe verticală ducând la diferențierea tipurilor de sol și nici pe orizontală ducând la diversitate în învelișul de sol.

De altfel, nici rolul energiei solare în formarea solului și a învelișului de sol (pedosferei) nu este evidențiat corespunzător.

Spațiul Minkowski (continuumul spațiu-timp), denumit după numele matematicianului și fizicianului Hermann Minkowski (1864-1909), este considerat că are 4 dimensiuni care corespund evenimentelor din Univers. Primele 3 dimensiuni corespund lui  $x$ ,  $y$ ,  $z$  din spațiul obișnuit cu trei dimensiuni, iar cea de a 4-a este egală cu  $ct$  în care  $c$  este viteza luminii și  $t$  corespunde evenimentelor. În acest sistem spațiu-timp, adaptat la teoria relativității, gravitația corespunde valorii curburii într-un spațiu neeuclidian cvadridimensional. (În apropierea unei mase mari spațiul devine curb și obiectele care se mișcă în apropierea respectivei mase vor urma traiectoria curbă a spațiului).

În prezent se încearcă elaborarea unei teorii a gravitației cuantice care să unifice teoria cuantelor cu teoria relativității generalizate, fapt ce are implicații și asupra conceptelor de spațiu și timp (Smolin, 2000). În această gândire, Universul este privit ca o rețea, ca o împletitură de relații în evoluție și se consideră că spațiul nu există decât în măsura în care ordonează relațiile care leagă lucrurile în Univers, iar timpul nu există în afara schimbărilor, putând fi descris numai în termeni ale modificărilor în rețeaua de relații care descriu spațiul, având înțeles de măsură a schimbărilor (lente, rapide). Relațiile din Univers sunt relații cauzale îndeosebi între procese ce conțin informații între evenimentele prin care ele interacționează dând naștere unor noi procese (Smolin, 2006).

Sistemul de relații care formează spațiul și timpul este tratat ca o entitate dinamică ce ar avea 6, 9 sau mai multe dimensiuni, în afara celei a timpului, ("compactizate" la trei) fără a fixa ceva și nu ca un

fundal fixat și neschimbat. Spațiul ar putea fi discret prin prisma gândirii relaționale în care lumea apare ca relații nu între lucruri ci între procese și evenimente (cea mai mică unitate de schimbare a unui proces) care formează istoria lumii în care au un rol important relațiile de cauzalitate și căile de transmitere a informației. Observatorul care examinează lumea descrie doar starea unui sistem la un moment dat (starea fiind configurația sistemului la momentul respectiv), adică suma informațiilor necesare descrierii complete (poziție, mișcare etc.). Starea sistemului implică și cunoașterea unor elemente din afara sistemului, referitoare la trecutul său sau la contextul actual. Spațiul și timpul ar putea fi discontinui la scara Planck, fiind alcătuit din fărâmițe cu o anumită dimensiune absolută ( $10^{-33}$  din cm și  $10^{-43}$  din secundă). Ar arăta, deci, foarte diferit de reprezentările actuale care par totuși suficiente pentru descrierea lumii imediat perceptibile.

După această incursiune extrem de sumară în domeniul filozofiei cu privire la conceptele teoretice de spațiu și timp, revenim în cele ce urmează la ideile clasice de spațiu continuu tridimensional și timp ireversibil unidirecțional așa cum sunt abordate în fizică și geometrie care au stabilit etaloane de lungime și durată (spațiu fizic și timp fizic) și sistem rectangular de axe de coordonate (cartezian), inclusiv un sistem de referință (pentru spațiu și timp). De altfel, în WRB (1998) se arată că solul este "un corp natural continuu care are trei dimensiuni spațiale și una temporală; ... învelișul de sol este în evoluție constantă ceea ce dă solului a patra dimensiune - timpul".

### **SPAȚIUL ȘI TIMPUL - MOD DE EXISTENȚĂ A SOLULUI („FUNDALUL ÎNVELIȘULUI DE SOL”)**

În aproape toate cursurile clasice și actuale și tratatele de pedologie timpul a fost considerat ca unul dintre factorii de formare a solului alături de climă, biocenoză, rocă și relief, atribuindu-se totuși o situație aparte timpului în procesul de pedogeneză deoarece a fost de regulă considerat condiție a solificării. Jenny (1941), ocupându-se de factorii de formare a solului în timp, arată că aceștia ar putea fi diferiți în prezent față de factorii sau condițiile de climă, vegetație sau relief din momentul începerii solificării sau primei perioade de formare a solului; de aceea, acești factori pe care îi cercetăm azi ar trebui denumiți mai degrabă factori de stare decât factori pedogenetici. Legătura dintre

aceștia și sol a fost prezentată (Jenny, 1941) prin relația

$$S = f(c, b, p, r, t)$$

în care: S=solul, c=clima, b=biocenoza, p=roca (materialul parental), r=relieful (topografia), t=timpul.

Relația sol-factori de stare trebuie privită ca reprezentând dependența solului de acțiunea combinată a factorilor menționați, evidențiind legăturile interactive dintre învelișul de sol și principalii factori ai peisajului geografic, și nu ca o relație matematică.

Dacă pentru un sol monogenetic, studiat în stadiul de dezvoltare atins în momentul respectiv, relația de mai sus este adecvată, pentru soluri poligenetice - dominante în natură - relația ar trebui exprimată sub forma

$$S = f(c, b, p, r, t)$$

așa cum o prezintă Kovda (1973) și Stasiev (2006), bazat pe scrierile lui V.V. Dokuceaev (1846-1903) care a emis conceptul factorilor de solificare, esențial în pedogeneză. Timpul apare, deci, ca o durată necesară pentru dezvoltarea solului, deoarece procesele care au loc în sol sub influența factorilor pedogenetici au nevoie de o anumită perioadă de timp pentru a da naștere modificărilor corespunzătoare în substratul mineral care conduc la diferențierea solului și evoluția lui, de la stadii incipiente de formare la stadii de evoluție înaintată (climax sau stare staționară-steady state).

De altfel, Rode încă din 1947 consideră că vârsta teritoriului nu este un factor pedogenetic, timpul și spațiul fiind forme de existență ale materiei (Stasiev, 2006).

În ceea ce privește spațiul, acesta nu a fost luat în considerare ca factor pedogenetic. Având în vedere conceptul de continuum spațiu-timp în care există toate lucrurile și evenimentele apare utilă introducerea spațiului ca factor de solificare sau mai corect de stare alături de timp pentru învelișul de sol, așa cum sugerează Buol et al. (1997) și Florea și Buza (2004). Spațiul și timpul trebuie priviți însă ca fundal al formării solului și învelișului de sol sau mai corect ca mod (formă) de existență a învelișului de sol (ca și a oricăror obiecte din Univers) și nu ca factori de formare a solului, deși condițiile diferite de durată de solificare la suprafața scoarței terestre pot induce variații în învelișul de sol, constituind o cauză indirectă a acestora (legată însă de diferențe în durata procesului de solificare). "Nu trebuie absolutizată - susține

Stasiev (2006) - independența timpului și spațiului de materie, la fel nu trebuie dogmatizată dependența lor de procesele materiale", iar în legătură cu procesele de formare a solului se constată dezvoltarea de procese ciclice sau repetabile, adesea cu caracter sezonier; în acest sens a fost definit chiar conceptul de pedoritm (Florea, 1996).

## SPAȚIUL ȘI ÎNVELIȘUL DE SOL.

Pentru învelișul de sol spațiul reprezintă un aspect al modului de existență obiectivă al acestuia (celălalt aspect fiind timpul), care exprimă coexistența diferitelor entități (corpuri) de sol, poziția, dimensiunile, forma și întinderea lor la diferite momente de timp.

Recent, Stasiev (2006) consideră că solul tridimensional „are localizare verticală și orizontală, adică planetară. În cadrul ierarhiei spațiale a Universului solul are în continuare localizare galaxială, metagalaxială și dincolo de ele - în Universul fizic – necunoscută”.

Nefiind considerat factor sau condiție pedogenetică, spațiul nu a fost tratat practic în literatura pedologică.

În continuumul spațial fără sfârșit, învelișul de sol ocupă pe Terra un strat subțire finit ce acoperă ca o membrană suprafața scoarței de alterare a litosferei, formând ceea ce se numește pedosfera, adică un covor de așa zisul continuum tridimensional de sol, care prezintă totuși unele discontinuități (determinate de râuri, corpuri de apă, stâncărie etc.), care aparțin însă învelișului de sol în sens mai larg de scoarță (înveliș) terestră (Florea, 1986;2001). Continuumul de sol prezintă în diversitatea sa amprentele evenimentelor paleogeografice desfășurate ciclic și actuale care au contribuit în decursul timpului ireversibil la formarea și existența acestuia.

Acest continuum tridimensional este alcătuit dintr-o mulțime de entități dinamice sau corpuri de sol, rezultat al variațiilor procese continue de pedogeneză și reliefogeneză generate de îmbinarea atât de diferită a factorilor de mediu de-a lungul și de-a latul spațiului terestru. Distribuția în spațiu a acestor entități la un anumit moment de timp (cu caracteristicile lor specifice) este redată pe hărțile pedologice în proiecție orizontală sub formă de îmbinări sau asocieri de unități de sol juxtapuse, formând mozaicuri sau asamblaje pedogeografice (Florea, 2002) cu o anumită organizare teritorială a solurilor, specifică diferitelor pedopeisaje.

Prin conținutul lor, hărțile pedologice reușesc să ofere informații

valoroase atât despre relațiile dintre soluri și factorii naturali (și antropici) deduse din caracteristicile profilului de sol (pe verticală), cât și despre relațiile dintre diferitele unități de sol din teritoriu (pe orizontală) prin asamblajul pedogeografic, adică prin modul de îmbinare (organizare) în teritoriu a unităților de sol în relație cu variațiile spațiale ale factorilor de mediu. Atât cei care alcătuiesc hărțile de soluri, cât și cei care le folosesc, dau de regulă atenție primelor categorii de relații (dintre sol și factorii mediului înconjurător), neglijându-se relațiile dintre unitățile de sol în spațiu, ceea ce este o lipsă remediabilă. Înțelegerea profundă a relațiilor spațiale, atât pe verticală cât și pe orizontală, va asigura o mai adecvată cunoaștere în fiecare teritoriu a resursei de sol și a rolului ei în mediu și societate și o mai adecvată valorificare.

Desigur, în practica curentă este importantă delimitarea în spațiul terestru a fiecărei unități (fragment) de sol-teren cu precizarea parametrilor lui de identificare topografică (latitudine, longitudine, altitudine, pantă, suprafață, perimetru etc.) și a caracteristicilor solului sub aspect morfologic, genetic și funcțional, ca elemente de bază în evaluarea condițiilor ecologice specifice fiecărui areal în care se dezvoltă și rodesc plantele sau au loc diferite activități. Numai pe această bază se poate stabili vocația fiecărui areal pentru diferite utilizări (agricole, silvice, socio-economice etc.).

### TIMPUL ȘI ÎNVELIȘUL DE SOL.

Timpul reprezintă celălalt aspect al modului de existență obiectivă a învelișului de sol care exprimă ordinea după care se petrec ireversibil procesele care au loc în sol.

Deoarece timpul a fost considerat fie factor, fie condiție de solificare, investigarea raportului timp-sol a constituit o preocupare pentru mulți pedologi. Fiind un sistem dinamic care evoluează continuu în timp, cercetarea legăturilor sol-timp s-a identificat practic cu studiul formării și evoluției solurilor, inclusiv a ratei de dezvoltare (solificare), a caracterelor relicte din profilul de sol sau a solurilor fosile. O preocupare aparte a fost cea de stabilire a vârstei solului.

Timpul nu influențează procesul de solificare în esența lui, ci constituie împreună cu spațiul fundalului în care se dezvoltă acest proces. De aceea considerăm că singurul aspect care trebuie studiat referitor la timp și sol este vârsta solului, respectiv a procesului de solificare,

celelalte aspecte aparținând domeniului evoluției solului (pedologiei dinamice). Foarte clar este exprimat acest lucru de Yaalon (1971) în articolul lui despre procesele de formare a solului în timp și spațiu. De altfel, deși în cartea sa din 1973 Kovda consideră timpul ca factor pedogenetic, în volumul din 1988 (Kovda și Rozanov) timpul nu mai este tratat - fără a da o explicație - la capitolul «factori pedogenetici» ci la capitolul «procesul de formare a solului», privit ca vârstă a solificării. Singurul argument că timpul ar fi factor pedogenetic este faptul că stadiul de evoluție a învelișului de sol la un moment dat apare diferențiat în teritoriu deoarece este și rezultatul duratei procesului de solificare, dar timpul ca și spațiul nu intervin, nu influențează desfășurarea acestui proces, ci reprezintă doar fundalul în care are loc derularea lui, așa cum s-a amintit mai sus.

În acest sens să ne amintim cunoscuta curbă de evoluție de tip „s” a dezvoltării solului în funcție de timp. Dacă în fazele de formare a solului se observă o legătură între rezultatul procesului de solificare (parametrii de evoluție) și timp (fără ce acesta să fie o *cauză*, ci doar durata necesară realizării parametrilor), din momentul atingerii stadiului climax (steady state) timpul nu mai influențează procesul de dezvoltare, reprezentând doar cadrul (fundalul) de existență a solului, ca de altfel pe întreaga perioadă de dănuire a solului (formare, dezvoltare, conservare, evoluție).

*Vârsta absolută a solului.* Solul, consecință a unui îndelungat și complicat proces la suprafața scoarței terestre, are o evoluție continuă de la stadii incipiente de formare, dezvoltându-se treptat cu trecerea timpului spre stadii de maturitate, evaluate după gradul de diferențiere a profilului de sol. Pentru a atinge un anumit stadiu de dezvoltare este însă necesară o durată, o perioadă de timp în care să se concretizeze pe profilul solului - prin trăsăturile morfogenetice - acțiunea proceselor de pedogeneză. Această durată de solificare este cunoscută ca vârstă absolută a solului.

Pentru determinarea vârstei absolute a solului este necesară precizarea timpului zero, adică momentul de inițiere a procesului pedogenetic. Acest moment depinde de vârsta sedimentului de la suprafața scoarței terestre pe care se află solul și poate varia de la practic zero, - pentru teritorii ieșite în prezent de sub apă sau eliberate de sub ghiață, recent acoperite de depozite vulcanice sau recent ivite la zi prin fenomene geologice catastrofale, de eroziune sau de sedimentare,

decoptare etc. -la aproximativ 10.000 de ani în câmpiile cuaternare tardiglaciare și la peste 1.000.000 de ani în scuturile continentale din regiunea ecuatorială. Vârsta absolută poate fi foarte mică datorită transformării reliefului prin eroziune geologică în regiunea accidentată (munți, dealuri) sau prin sedimentare (în lunci).

De fapt, vârsta absolută a solului nu este clar definită (Beckmann, 1971); se consideră din momentul începerii solificării, de când s-a conturat profilul de sol sau de când a atins stadiul de maturitate? Aceste elemente sunt, de altfel, dificil sau imposibil de precizat cu unele excepții ale unor suprafețe recente pentru care începerea solificării a fost exact datată.

Stabilirea vârstei absolute se face mai ales prin metode geologice și stratigrafice, asociate uneori cu datări radiometrice (Beckmann, 1971; Scharpenseel, 1971; Geyh et al., 1971), folosite frecvent în determinarea vârstei suprafețelor geomorfice (parte a suprafeței terestre cu limite geografice definite formate într-o anumită perioadă de timp sub influența a diferiți agenți geologici); metodele sunt însă dificil de aplicat peste tot și dau rezultate relative. Mult mai precisă și utilizată este metoda datării cu  $^{14}\text{C}$  (Scharpenseel, 1971), aplicabilă la soluri cu vârsta sub 40.000 de ani, folosind materia organică din sol, incluziuni organice sau carbonații secundari din sol.

Datele obținute pe baza datării C din humusul din sol arată vârste de 100 la 840 de ani în orizontul A al solurilor; pentru cernisoluri sunt cuprinse între 350 și 450 de ani. Prin datarea C din carbonați vârstele obținute pentru soluri din regiuni aride au variat între 2.300 ani la 100 cm la 9.800 ani la 150 cm și 32.000 ani la 213 cm adâncime (Buol et al., 1997). Studiind numeroase cernisoluri din Europa Centrală, Scharpenseel (1971) stabilește timpul mediu de rezidență al C de 1.000 la 3.000 ani pentru orizontul A, 4.000 la 6.000 ani pentru orizontul B sau A/C (50-100 cm), 5.000-6.000 ani la adâncimea de 150 cm și cea 13.000 ani la 250 cm adâncime.

Rezultă din cele de mai sus dificultatea precizării vârstei absolute a unui sol deoarece datele obținute demonstrează că diferitele orizonturi ale aceluiași sol au vârste diferite, din ce în ce mai mari spre adâncime, ceea ce argumentează ideea că solul s-a format într-o lungă perioadă de timp (și nu se poate stabili o vârstă anume). În plus, determinările de vârstă pe baza C din materia organică a solului reprezintă de fapt timpul de rezidență mediu al C în sol, care este mult mai mic în orizontul

superior decât în cele mai profunde. Valorile obținute trebuie considerate ca vârste absolute minime (Scharpenseel, 1971), mai aproape de realitate cele din orizonturile de adâncime. Deși trebuie privite cu o anumită rezervă, determinările făcute arată că vârsta în primii 30 cm a diferite soluri (podzol, vertisol, luvisol, cernisol) este sub 1.500 de ani, crește la 1.500-5.000 ani la 100 cm adâncime și la 5.000-8.000 ani la 150 cm adâncime, cu excepția podzolului care nu depășește 2.000-3.000 ani pe profil (180-1.500 ani în Bh).

Adeseori, însă, vârsta solului se redă indirect prin raportare la vârsta geologică a suprafeței terestre din momentul începerii solificării (Würm, Riss, Holocen, Pleistocen etc.) De aceea este utilă o prezentare corelată a cronologiei geologice în tabelul 1.

*Cronosecvențe.* Pe terase fluviale sau marine (care nu au fost acoperite de ultimul loess) se pot întâlni soluri aflate în diferite stadii de dezvoltare a căror succesiune formează așa numitele cronosecvențe sau uneori, impropriu, cronocatene (chiar dacă vârsta lor nu a fost precizată, dar este evidentă formarea lor în timpi diferiți). Un astfel de caz se poate vedea pe terasele Teleajenului în amonte de Văleni de Munte. Acolo unde diferitele terase au fost acoperite cu loess în ultima postglaciație, solurile formate sunt practic de aceeași vârstă absolută, nemaiferențindu-se după vârsta terasei; este cazul teraselor din Câmpia Mostiștei.

*Rata de formare a solului.* Această rată sau ritm de formare este foarte importantă în legătură cu stabilirea pierderilor admisibile de sol prin eroziune pe terenurile cultivate; se exprimă în ani/cm, cm/ani sau t/an.ha. Pentru solurile din Arizona (S.U.A.) s-a constatat că se formează 8 cm sol în 100 ani (Simonson).

Estimând după materialul transportat în soluție din râuri, Clarke (1924) a considerat că suprafața terestră scade cu 1 cm la 1.000 ani. Prin calcule de bilanț în materiale parentale, soluri și ape de râuri s-a estimat că pentru formarea unui centimetru de sol (considerând solul în ansamblu) sunt necesari 178 ani (Buol et al., 1977), dar cu variații regionale, spre exemplu 50 ani pe granit sau numai 25 ani pe roci piroclastice. Aceeași autori estimează că rata de formare a solului este cuprinsă între 1,3 și 40 ani pentru 1 cm (în cazul solurilor tropicale 97-750 ani pentru un cm), iar pentru 1 cm din orizontul A 0,1 la 12 ani.

Aceste valori sunt însă media pe toată durata derulării procesului de solificare, dar în primele stadii de formare a solului rata de evoluție



Tempul de răspuns caracteristic (TRC) la schimbare pentru diferite caracteristici ale solului (după Global Soil Change, 1990)

Tab 2

Categoria de timp de schimbare și TRC corespunzător	Parametrul de sol	Proprietăți și caracteristici	Orizonturi și faze	Regimuri
1. $< 10^1$ ani	Densitatea aparentă Porozitatea totală Conținutul de apă Viteza de infiltrare a apei Permeabilitatea Compoziția aerului din sol Conținutul de nitrați	Com compactare	--	De aerăție Termal
2. $10^1 - 10^2$ ani	Capacitatea totală de apă Capacitatea de câmp Conductivitatea hidrolică pH Conținutul de nutrienți Compoziția soluției din sol	Microbiota	--	Biologic Regimul nutritiv dirijat de om
3. $10^2 - 10^3$ ani	Coeșienții de oflire Aciditatea solului Capacitatea de schimb cationic Cationii schimbabili Compoziția ionică a extractului	Structura solului Biota rădăcinilor Mezofauna Proprietăți fizice, gliceice, slagnice, ale liierei Fețe de alunecare	Orizont sulfuric Faze: gelundică, inundică, salică, yermică (pământul fin numal)	Hidric Fertilitate naturală Salin-alkalin Permafrost
4. $10^3 - 10^4$ ani	Supratăia specifică Asociația de minerale argiloase Conținutul de materie organică	Biota solului la rădăcini de arbori Proprietăți salice, calcaroase, sodice. Proprietăți vertice	Orizonturi: histic (<20cm), ocric, gipsic, albic (podzol), nătric nematur, spodic nematur Faze: giğai, placică, sodică, laktrică	--
5. $10^4 - 10^5$ ani	Compoziția minerală primară Compoziția chimică a părții minerale	Rădăcini de arbori, Culoare (galbenă, roșie); Concrețiuni ferice; Grosimea solului; Crăpături; Calcar sub formă de pudră fină; Subsol îndurată	Orizonturi: histic; mollic; umbric; calcic; albic; nătric; cambic; spodic; nătric Faze: plinit; placică; yermică (supratăia cu pietre)	--
6. $> 10^5$ ani	Textură, Granulometrie SP, hy Densitatea particulelor	Grosimea materialului parental Schimbare texturală abruptă	--	--

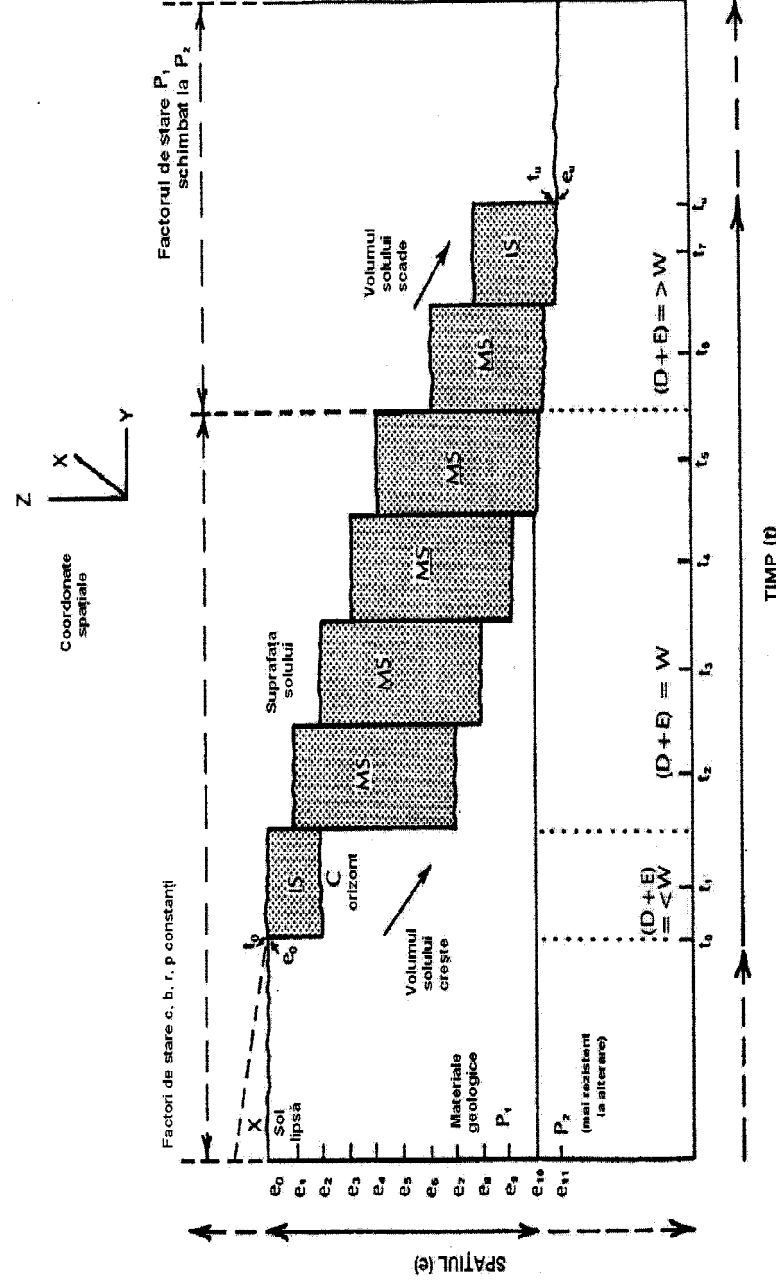


Fig. 1 Diagrama continuuului spațiu-timp (e-t) în care orice sol există de la timpul său zero (t<sub>0</sub>) și spațiul său terminus (e<sub>0</sub>) și spațiul său terminus (e<sub>0</sub>). Aria hașurată reprezintă o secvență spațiu-timp (chorecenenescvență) a profilului de sol selectat (în schiță) pentru a ilustra schimbările spațiale și temporale în cursul formării și dispariției solului. IS - sol neevoluat; MS - sol matur; D - rata proceselor de disoluție; E - rata proceselor de eroziune; W - rata proceselor de formare a solului. X (stanga sus) reprezintă un acoperiș de gheață glaciară care a împiedicat formarea solului înainte de t<sub>0-00</sub>.

deosebire de vârsta absolută care se exprimă în durată, vârsta relativă a solului este evaluată după gradul de dezvoltare a profilului de sol și se exprimă prin gradul de maturitate a solului (tânăr, imatur, matur). Conceptul de sol matur a fost introdus de Marbut și Nikiforov. Se consideră sol matur, solul care a atins stadiul climax de dezvoltare în condițiile date (stadiu în echilibru cu mediul - steady state) ; stadiile anterioare de evoluție sunt considerate în funcție de dezvoltarea profilului de sol, ca sol incipient, sol tânăr sau sol imatur (Jenny, 1941). Vârsta relativă a solului sau gradul lui de maturitate nu are nicio legătură cu vârsta absolută, putând exista soluri de aceeași vârstă absolută dar cu vârste relative foarte diferite.

Criteriile de estimare ale vârstei relative sunt mai ales calitative, punându-se accentul pe gradul de diferențiere a profilului de sol, gradul de alterare și gradul de îmbogățire în humus, toate în raport cu condițiile de mediu din locul respectiv.

### SOLUL ÎN COTINUUMUL SPAȚIU-TIMP.

Reprezentarea solului în neîntreruptă evoluție în continuumul spațiu-timp pe o hartă sau planșă nu se poate realiza. Totuși, ne putem face o idee despre acest aspect din schema conceptuală cu solul în spațiu-timp pentru un segment din spațiul fără margini și pentru un segment (interval) din timpul infinit ireversibil, realizată de Buol et al. (1977), pe care o reproducem în fig. 1. Solul, format pe un material parental afânat în condiții de ușoară pantă, există în schema respectivă între două locații în spațiu,  $e_0$  și  $e_u$  și două momente în timp,  $t_0$  și  $t_u$ . Solul (partea în tentă cenușie în schemă) dispăre (în schemă) prin îndepărtarea solului când rata de eroziune plus dizolvare depășește pe cea de solificare și ajunge să înlăture stratul de sol.

Începerea formării solului (la  $t_0, e_0$ ) are loc la topirea ghețarului și expunerii la acțiunea factorilor de mediu și respectiv pedogenezei a materialului glaciatic (till) ajuns la zi. La  $t_1$  s-a format un sol tânăr. Între  $t_2$  și  $t_5$  solul este matur, perioadă în care rata pedogenezei și eroziunii sunt egale, fapt care conduce la coborârea suprafeței terenului (denudație compensativă). La  $t_5$  baza solului a ajuns la un șist rezistent la alterare ( $P_2$ ) și a fost încetinită dezvoltarea (extinderea) solului ( $W$ ) în adâncime. La  $t_6$  alterarea șistului a continuat la o rată redusă, astfel că solul s-a subțiat. La  $t_7$ , efectul eroziunii solului ( $E$ ) - care acum a depășit formarea

solului - a subțiat mai mult solul care a devenit sol slab dezvoltat și treptat s-a ajuns la rocă (un sol va exista în spațiu-timp atâta vreme cât rata pedogenezei va fi mai mare decât rata de eroziune plus dizolvare în stadiile de formare a solului sau egală cu aceasta în stadiul climax de dezvoltare, când este în echilibru cu mediul).

Desigur, pot fi imaginate și alte situații de existență și evoluție a solului în fundalul spațiu-timp.

### ÎNCHEIERE.

Pedologia, ocupându-se de învelișul de sol alcătuit din corpuri naturale tridimensionale care formează sisteme dinamice complexe la suprafața scoarței terestre, operează inevitabil cu spațiul și timpul.

Din punct de vedere filozofic, spațiul este forma obiectivă și universală a materiei care exprimă ordinea coexistenței obiectelor, iar timpul dimensiunea Universului care ordonează succesiunea ireversibilă a fenomenelor. Ele formează - după teoria relativității - un continuum cvadridimensional. În noua « gândire relațională » despre lume ca rețea de relații în evoluție, spațiul și timpul reprezintă fundalul a tot ce se petrece în Univers. În prezent se încearcă o teorie a gravitației cuantice care să unifice teoria cuantică cu teoria relativității generale, care are implicații asupra spațiului și timpului.

În știința solului, timpul a fost considerat factor sau condiție de solificare alături de climă, vegetație, rocă și relief. Spațiul nu a fost și nu este luat în seamă de pedologi; abia în ultimele decenii unii specialiști sugerează că și spațiul ar trebui considerat factor pedogenetic sau factor de stare al solului.

Dar spațiul și timpul nu intervin în procesul de solificare și nu modifică desfășurarea lui, ci constituie doar fundalul proceselor de formare a solului, respectiv modul de existență a învelișului de sol. Ca atare spațiul și timpul nu pot fi considerați factori de formare a solului (sau de stare), chiar dacă vârsta diferită a unor suprafețe terestre pot induce modificări în învelișul de sol (acest fapt constituie o cauză indirectă a variației învelișului de sol în teritoriu determinată de diferențe în durata procesului de pedogeneză).

Spațiul apare ca fundalul sistemelor de sol care formează un înveliș tridimensional foarte subțire ce acoperă ca o membrană uscatul (constituind pedosfera). Spațiul este, deci, prezent - într-o anumită formă

- în hărțile pedologice care redau distribuția solurilor în teritoriu. Este necesar să se dea o mai mare atenție relațiilor pe orizontală dintre unitățile de soluri din spațiu ; acestea sunt exprimate prin asamblajul pedogeografic care redă organizarea sistemică a solurilor în pedopeisajele componente ale spațiului de la suprafața scoarței terestre. Înțelegerea corespunzătoare a asamblajului pedogeografic va contribui la clarificarea legăturilor spațiale dintre soluri și dintre acestea și condițiile de mediu și la o valorificare mai bună a resurselor de sol.

Timpul trebuie privit ca durată a procesului de solificare necesară pentru ca acțiunea proceselor care au loc în sol, sub influența factorilor pedogenetici, să se concretizeze prin modificările ce se produc în substratul mineral și care duc la formarea profilului de sol de la stadiul de sol incipient la cel de sol evoluat (matur). Această durată a pedogenezei este adesea exprimată prin vârsta absolută a solului stabilită prin diferite metode, iar viteza de formare prin rata de evoluție a solului. Alături de acestea se folosește noțiunea de vârstă relativă a solului dată de stadiul de dezvoltare a solului. Aceste noțiuni nu sunt încă bine precizate ; de altfel ele aparțin domeniului dinamicii solului (pedologiei dinamice).

Durata formării solului a fost estimată, după datele existente, între câteva sute de ani și zece mii de ani în cazul solurilor din câmpiile cuaternare ale zonei temperate până la milioane de ani în cazul solurilor de pe scuturile continentale vechi ale zonei ecuatoriale. Timpul necesar pentru ca solul (și proprietățile sale) să atingă starea de cvasiechilibru cu mediul este denumit timp de răspuns caracteristic. În această lungă perioadă de timp adeseori condițiile naturale și implicit procesele de pedogeneză s-au schimbat cu efecte corespunzătoare în învelișul de sol (soluri poligenetice, caractere relict etc.).

Reprezentarea grafică a învelișului de sol pe fundalul spațiu-timp este o sarcină a viitorului. Se reprezintă, după Buol et al. (1977), o schemă simplă conceptuală cu solul într-un segment de spațiu-timp

### Bibliografie.

1. Arnold, R.W., Szabolcs, I. Targulian, V.O. (eds.), 1990, Global soil change, IIASA, Laxenburg, Austria, 110 pp
2. Beckmann, G.G., 1971, The assessment of relative and absolute ages of soils - illustrated by some Hawaiian paleosols, In Paleopedology (Ed. D.H. Yaalon), Israel Univ Press, Jerusalem.

3. Buol, S.W., Hole, F.D., McCracken, R.J., Southard, R.J., 1997, Soil genesis and classification, Fourth ed., Iowa State University Press, Ames.
4. Florea N., 1983, Solul și învelișul de sol ca sistem, Public. SNRSS, vol.21C, București, p.1-35.
5. Florea N., Vlad Lucia, Postolache Tatiana, Ghinea P., Grigorescu Adriana, Crăciun C., 1984, Evoluția continuă policiclică, sedintegratoare și supraimprimatoare a solurilor din Câmpia Piteștiului, Public.S.N.R.S.S. nr.26 B, București, p. 97-112.
6. Florea N., 1986, Asamblajul pedogeografic - expresie a organizării spațiale a învelișului de sol, St. cerc. geol., geof., geogr., Geogr., t XXXVI, p 3-8, Ed. Acad. Rom.
7. Florea N., 1994, Considerații asupra conceptului actual de pedogeneză, Fact. și proc. pedog. în zona temp., vol. 1, Ed. Univ. "AU.Cuza", Iași, p. 17-36.
8. Florea N., 1996, The annual pedorhythms - the essential link in the process of soil formation and evolution, R. R. Geographie, t. 40, Ed. Acad. Bucharest.
9. Florea N., 2001, Asamblajul pedogeografic, Ed. Univ. "Al. I. Cuza", Iași, 32 pag.
10. Florea N., Buza M., 2004, Pedogeografie cu noțiuni de pedologie, Ed. Univ. "Lucian Blaga", Sibiu, 335 pp
11. Geih, M.A., Benzler, J.H., Roeschmann, G., 1971, Problems in dating Pleistocene and Holocene Soils by radiometric methods, In Paleopedology, (Ed. D.H. Yaalon), Israel Univ. Press, Jerusalem, p. 63-75
12. Grecu Florina, Palmentola G., 2003, Geomorfologie dinamică, Ed. tehnică, București, 392 pp.
13. Hellermans A, Bunch B., 2006, Istoria descoperirilor științifice, Ed. Orizonturi, București, 587 pp (traducere după The Timetable of Science, 1988)
14. Jenny Hans, 1941, Factors of Soil Formation, McGraw Book Company Inc., New York
15. Kovda, V.A., 1973, Osnovî ucenia o pocivah, I, Ed. Nauka, Moscova, 447 pp.
16. Kovda, V.A., Rozanov, B.G., 1988, Pocivî i pocivoobrazovanie, I, Ed. Vâșșaia Școla, Moscova, 400 pp
17. Munteanu L, Răuță C., Taină Ioana, Parichi M., Râșnoveanu L, Jalbă Marcela, 1997, Datare cu <sup>14</sup>C a unor soluri, loessuri și depozite loessoide din Câmpia Română a Dunării, Public. SNRSS nr. 29 D, București, p. 59-69.



18. Rode, A.A., 1947, Pocivoobrazovatel'nai proșesî evoluția pociv. Izdatel geogr. liter.; Moskva, 142 pag.
19. Scharpenseel, H.W., 1971, Radiocarbon dating of soils. Problems, troubles, hopes, In paleopedology (Ed. D.H. Yaalon), Israel Univ. Press, Jerusalem, p.77-88
20. Smolin Lee, 2006, Spațiu, timp, univers, Ed.Humanitas, București, 270 pp.
21. Stasiev Gr., 2006, Analiza filozofico-conceptuală a pedologiei ca știință fundamentală biosferologică, Chișinău, 310 pag.
22. Viliams, V.R., 1949, Pocivovedenie. Zemledenie s osnovanii pocivovedenie, Selhozghiz, Moskva, 471 pag.
23. Yaalon, D.H., 1971, Soil forming processes în time and space, In Paleopedology (Ed. D.H. Yaalon), Israel Univ.Press, Jerusalem, p.29-39
24. Yaalon, D.H., 1983, Climate, time and soil formation, in "Pedogenesis and Taxonomy, voi. I, Development in Soil Science, 11 A, Elsevier, Amsterdam.
25. \*\*\* 1998, World Reference Base for Soil Resources, World Soil Resources Report, no. 84, ISSS-ISRIC-FAO.

## DESPRE PREZENȚA SOLURILOR CU LAMELE ARGILO-FERUGINOASE ÎN CÂMPIA JOASĂ A CRIȘULUI NEGRU

I. Munteanu

Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru  
Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului – București

## ON PRESENCE OF SOILS WITH CLAYEY- FERRUGINOUS LAMELLAE WITHIN THE CRIȘUL NEGRU RIVER LOWLAND

### Abstract

*The paper dealt with the occurrence of lamellic Bt horizon within the coarse textured soils of the low-lying part of the Crișul Negru (Black Cris) river alluvial plain (western part of Romania). The investigated soils are represented by Lamellic Luvisols and Typic Luvisols developed on Pleistocene, non-carbonatic loamy sand and sandy loam deposits respectively. The average thickness of individual lamellae varies between 3.2 and 6.3 cm (maximum 19.2 cm) and the total one between 44.5 and 81.6 cm within a measured distance of 116.0- 154. 7 cm. The average clay content of lamellae is of 15.1% against 11.9% of the interlamellar material. The free oxides content (mainly iron oxide), varies between 0.23-2.28% within lamellae against 0.16-1.70% within interlamellae. Because the interlamellae develop conjointly with lamellae one believe that they are E horizons (impoverished in clay and iron) rather than C horizons as they were considered in some literature sources.*

*As elsewhere, the triggering cause of lamellae formation seems to be lithological discontinuities of the parent material, which, simultaneously*

means a physical discontinuity in the water movement and coloides migration/accumulations possibilities, what is not clear is why the lamellae are mostly subparallel and sublinear (and some with convolutions) while the parent material has a specific cross-bedded structure.

**Key words:** lamellae, lamellic Luvisols.

## Introducere

Prin morfologia lor particulară, respectiv alternarea de benzi<sup>1)</sup> sau lamele brune ruginii îmbogățite în argilă și sescvioxizi, cu strate gălbui nisipoase, solurile cu lamele atrag imediat atenția pedologului care efectuează cercetări în zonele unde apar astfel de formații. În România, solurile nisipoase cu lamele au fost identificate și descrise de H. Asvadurov (1964) în Câmpia Careilor și C. Oancea (1964) în Oltenia. Ele au fost de asemenea semnalate de N. Florea<sup>2)</sup> în Câmpia Tecuciului, P. Coteț (1960)<sup>2)</sup> în nisipurile de la Reci, Brașov, C. V. Oprea (1997)<sup>2)</sup>, Z. Spârchez (1962)<sup>2)</sup>, C. Benedek (1964)<sup>2)</sup>.

În literatura internațională, după Vandamme și Leenheer, (1968) aceste formațiuni sunt descrise de numeroși cercetători: Scheys, Dudal și Bayens (1954), Tavernier și Smith (1957) Americks (1960), De Conninck și Laruelle (1960), Deckers și Bayens (1963), Mückenhausen (1966), De Bakker și Schelling (1966) s.a.

Scopul lucrării de față este atât cel de a semnală și descrie solurile nisipoase cu lamele din Câmpia Crișurilor cât și de a readuce în discuție problema genezei lor.

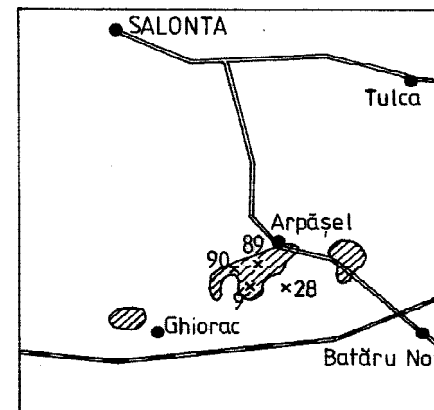
Sperăm că datele prezentate aduc un plus de informații și vor contribui astfel la înțelegerea formării lamelilor argilo-feruginoase în solurile nisipoase din câmpiile de divagare cum este cea a Crișului Negru.

## Scurt istoric al cercetărilor; material și metodă.

Solurile nisipoase cu lamele argilo-feruginoase din Câmpia Crișului Negru au fost identificate în zona localităților Ghiorac și Arpășel (fig. 1)

<sup>1)</sup> În prezent pentru denumirea acestor strate s-a adoptat termenul de lamele (USDA Soily Taxonomy - 1975, 1999, WRB-SR, 1998, SRTS-2003)

<sup>2)</sup> Autori citați de H. Asvadurov (1964)



**Fig. 1 - Amplasarea arealelor cu luvisoluri psamice lamelare în Câmpia Salontei**  
(Harta de soluri a foii Oradea, sc. 1:200.000)  
× 9 profile analizate citate în text

în anul 1965 cu prilejul lucrărilor de cartare pedologică<sup>3)</sup> efectuate pentru întocmirea hărții de soluri la sc. 1:200 000 a foii Oradea (I. Munteanu 1970). Ulterior ele au fost întâlnite de asemenea și în Câmpia Crișului Alb și în Câmpia Mureșului în zona comunei Horia.

Au fost descrise, recoltate și analizate 4 profile de sol: trei cu lamele (profilele 9 și 89 luvisoluri psamice lamelare și 90 luvisol tipic lamelar freatic umed) și unul fără lamele (profil 28) reprezentând un preluvisol tipic, luto nisipos, freatic umed.

În cazul orizonturilor cu lamele probele s-au recoltat separat - din lamele și interlamele. În laborator<sup>4)</sup> s-au efectuat analizele curente: granulometrie, humus, pH, azot, fosfor, capacitate de schimb și cationi schimbabili. În plus s-au efectuat și determinări de oxizi liberi: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> și MnO.

În teren s-au făcut fotografiile alb-negru ale profilelor cercetate.

<sup>3)</sup> La lucrările de teren pe lângă autor au luat parte și pedologii Maria Munteanu și Gh. Baboș (+)

<sup>4)</sup> Analizele s-au făcut în laboratoarele Serviciului de Pedologie ale Intreprinderii Geologice de Prospekțiuni București de către următorii analiști: Pompiliu Vasilescu (granulometrie, humus), Gh. Enache (azot), Hareta Mac (pH), Țigănaș Letiția (cationi schimbabili, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Vlad Lucia, Adriana Conescu (oxizi liberi).

## Rezultate obținute și discuții

### **Caracteristicile fizico-geografice ale zonei**

Arealul din Câmpia Crișului Negru de unde s-au recoltat profilele mai sus menționate constituie o veche zonă de divagare cu altitudini absolute de 97-100 m și în care aportul de aluviuni pare să fie încetat în trecutul geologic recent. În harta geologică la sc. 1 :200 000 a foii Oradea (Ghenea C. și Ghenea Ana, 1962) teritoriul este atribuit pleistocenului superior. Relieful este ușor vălurit și brăzdat de vechi văiugi și cursuri de apă părăsite (privaluri). Nu este clar dacă vălurirea este și cu contribuție eoliană sau doar moștenită din faze de sedimentare. Depozitele de suprafață, până la 2-2,5 m adâncime sunt constituite din materiale aluvionare, cu textură mijlocie grosieră- grosieră și cu pietriș mărunț rar.

Stratificarea tipică depunerilor fluviatile, apare spre baza depozitelor (120 -200 cm) unde se constată o trecere bruscă la nisipuri grosiere cu pietriș. Prezența unor elemente de jasp negru ar fi o dovadă că materialele aluvionare provin din cristalinel Munților Bihor unde este semnalată prezența cuarțitelor negre (Bleahu M., Borcoș M., Savu H., 1968); drenajul natural al teritoriului este bun spre foarte bun.

Nivelul apei freatică nu este mai profund de 2,5 -3,5 m.

Conform datelor climatice de la stațiunea Salonta (Tm 10,4°C, Pm 541 mm) regimul termic este mesic iar cel de umiditate pare a fi udic spre ustic.

Vegetația potențială nativă a zonei (astăzi în totalitatea cultivată) este cea caracteristică părții externe a pădurilor de cvercinee din vestul țării, cu *Quercus petraea*, *Q. cerris*, *Q. frainetto* s.a.

### **Caracteristicile morfologice, fizice și chimice ale solurilor cercetate**

#### **Caracteristici morfologice**

Profilele 9, 89 și 90 de luvsoluri lamelare au o morfologie foarte specifică - asemănătoare unui "blăni de tigru"<sup>5)</sup> (foto 1). Primii 10-27 cm sunt ocupați de un orizont Ap cenușiu-cenușiu deschis (10YR 5/2) nisipo- lutos, practic astructurat (masiv) și relativ cimentat în stare

<sup>5)</sup> H. Asvadurov (op. cit. Menționează că în Belorusia "nisipurile vărgate" cu benzi sunt denumite "tigrovie pescki"



Foto 1 Luvsol tipic lamelar luto-nisipos (vedere de ansamblu) P.90 Arpășel - Salonta



Foto 2 Luvsol psamic lamelar P.9 Arpășel - Salonta (profil recoltat)



Foto 3 Luvsol tipic lamelar P.90 Arpășel - Salonta (orizont Bt și E)

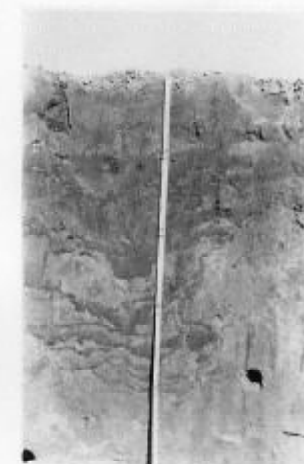


Foto 4 Deschidere în depozitele nisipoase de la Arpășel pe locul unei umpluturi vechi: se observă lamele convolute care urmăresc forma gropii inițiale.

uscată. Orizontul următor până la 36-56 cm adâncime este un orizont de tranziție E&B cu aceeași textură și stare structurală dar puțin mai deschis la culoare (10YR 6/2-3) și cu 3-5 lamele subțiri, cu umflături și ștrangulări (0,5-1,0 cm) (foto 2) de culoare brună (10YR 5-4/3) suborizontale-subparalele și puternic întortocheate încât lasă impresia unor crioturbații. Comportarea slab adezivă la umed, sugerează că sunt ceva mai bogate în oxizi decât interlamelele. După aspectul general al lamelelor se pare că avem de a face cu un proces de destrucție a acestora în partea superioară a profilului. Zona cu lamele bine dezvoltate respectiv orizontul Bt lamelar se extinde pe o grosime totală de 120/170 cm, până la 160-220 cm adâncime. Coloritul lamelelor este de regulă brun (7,5R 4/4) iar cel al interlamelelor brun oliv deschis (2,5Y 4/3). Până la 70-80 cm adâncime lamelele depășesc rareori 2-3 cm grosime, dar sunt mai dese și mai întortocheate (foto 3). Odată cu adâncimea lamele devin net mai groase (10-15 cm) mai distanțate și mai larg ondulate. Sunt frecvente bifurcațiile și punțile între două lamele vecine. Suprafața superioară a lamelelor este în general netedă în timp ce suprafața inferioară este puternic dantelată și fragmentată. În spațiul interlamelar apar adesea lamele filiforme sau chiar punji sferice cu material argilo-feruginos.

O situație generalizată privind numărul și grosimea lamelelor și interlamelelor din solurile cercetate este prezentată în tabelul 1.

La unul din profile (p 9) la 180-200 cm adâncime a apărut și o lamelă vânăță, semn al gleizării la acest nivel.

Textura lamelelor este fără excepție lutonisipoasă în timp ce materialul interlamelar este nisipo-lutos. Lamelele au o structură masivă, sunt de regulă spongioase (prezintă zone cu goluri și pori mari), devin foarte tari în stare uscată iar în stare umedă materialul este friabil și ușor adeziv. Interlamelele sunt de asemenea astructurate masive dar sunt mai puțin cimentate în stare uscată. Solul fără lamele preluvosolul tipic freatic umed (p. 28), prezintă morfologia obișnuită a solurilor lutonisipoase aparținând acestui subtip format pe depozite fluviatile necarbonatice: orizont Ao 42 cm grosime brun cenușiu închis (10YR4/2-3) și structură poliedrică subangulară medie; orizont AB de cca. 15 cm și orizont Bt de cca. 60 cm brun gălbui închis (10YR 4/4) cu structură columnoid prismatică slab dezvoltată. Orizontul Cn apare la cca. 140 cm și până la 200 cm adâncime, este constituit din nisip grosier, deși umed, nu prezintă caracteristici (culori) de reducere sau oxidare probabil datorită atât texturii grosiere cât și circulației bune a apei freactice.

Tabel 1

Numărul și grosimea lamelelor și interlamelelor						
a) lamele -						
Numărul măsurătorii	Grosimea Zonei măsurate (cm)	Nr.de lamele	Grosimea lamelelor (cm)		Grosimea însumată (cm)	% din grosimea zonei cu lamele
			limite	media		
1	148,4	14	1,3-13,3	5,1	71,4	48,0
2	148,0	13	2,7-10,0	6,3	81,6	55,0
3	154,7	11	2,7-19,3	5,6	62,1	40,5
4	116,0	14	1,3-9,2	3,2	44,5	38,4

b) interlamele -						
Numărul măsurătorii	Grosimea zonei măsurate (cm)	Nr.de interlamele	Grosimea interlamelelor (cm)		Grosimea însumată (cm)	% din grosimea zonei cu lamele
			limite	media		
1	148,4	13	2,6-14,6	5,9	77,0	52,0
2	148,0	12	2,9-10,6	5,5	66,4	45,0
3	154,7	10	2,7-21,2	9,1	91,6	59,5
4	116,0	13	1,3-11,8	5,5	71,5	61,6

### Caracteristici fizice și chimice

Pentru stabilirea gradului de uniformitate/neuniformitate a materialului parental s-a folosit raportul nisip fin/nisip grosier (Nf/Ng) știut fiind că acest raport este relativ puțin influențat de pedogeneză.

Variația valorilor acestui raport (tabelele 2, a, b, c, 4 și fig. 2)<sup>6)</sup> arată că până la 100-120 cm adâncime nu apar discontinuități texturale importante, respectiv oscilațiile nu sunt mai mari de 0,5 unități. Discontinuități litologice evidente se observă însă sub 120 sau 200 cm adâncime, unde așa după cum s-a menționat mai sus se trece în nisipuri grosiere cu pietriș. Pe de altă parte materialele parentale ale profilelor 9 și 28 par să fie depuse de ape cu viteză relativ redusă (Nf/Ng>1) iar cele

<sup>6)</sup> În fig. 2 în cazul solurilor cu lamele (p 9, 89 și 90) în grafic au fost puse numai valorile pentru materialele dintre lamele considerate mai apropiate de situația inițială.

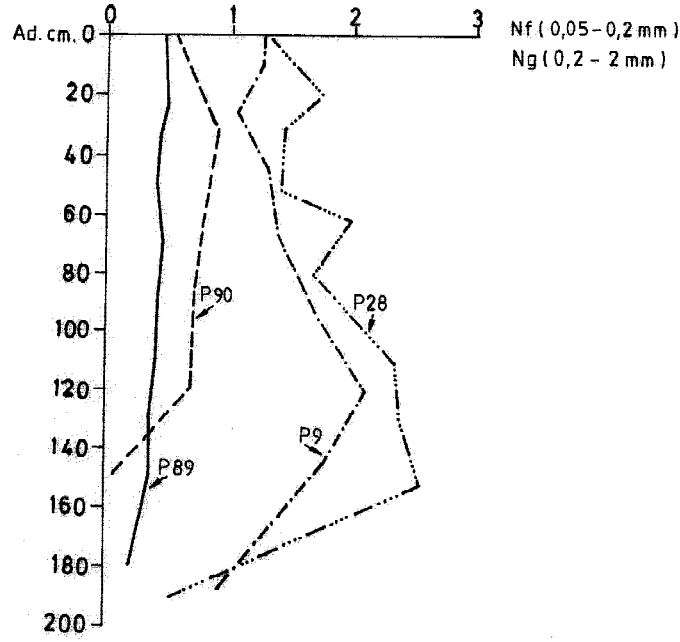


Fig. 2 - Variatia raportului nisip fin (0,05-0,2 mm) / nisip grosier (0,2-2 mm) pe profilul unor luvosoluri din Câmpia Crișului Negru : P9, 89, 90 cu orizont Bt lamelar (materialul dintre lamele), P28 cu orizont Bt nelamelar

ale profilelor 89 și 90 de ape cu viteză relativ mai mare (Nf/Ng<l).

Sub raport granulometric (tabelele 2, a, b, c) partea superioară, până la 36-58 cm adâncime a profilelor cu lamele (p. 9, 89 și 90) este dominată net de fracțiunea nisipoasă (0,05-2 mm); fracțiunile praf (0,002-0,05 mm) și argilă (<0,002 mm) nedepășind 23 și respectiv 11,4%.

Conținutul ceva mai mic de fracțiuni fine din orizontul El al profilului nr. 9 ar putea fi determinat de pedogeneză (eluvieria argilei) dar la fel de bine ar putea fi moștenit de la stratificarea inițială a materialului parental.

Granulometria orizontului superior a solului fără lamele (p. 28, tabel 4) este caracterizată prin aceeași predominare a fracțiunii nisipoase dar asociată cu o pondere mai mare a prafului (26-28%) și a argilei (13-15%).

Tabel 2a  
Fracțiuni granulometrice, oxizi liberi, C. Organic

P. 9 Luvosol psamic lamelar, pe depozite fluviale necarbonatice; 2 km Sud Arpășel - Salonta

Orizont	<0,002			0,002-0,05			0,05-0,2			0,2-2			Nf/Ng	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mg/100g sol	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % (din R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	MnO %	C. org. %	Apa higroscopică %
	cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm								
Ap	0-20	8,8	19,4	19,4	39,9	31,9	1,25	0,78	72,0	22,4	5,6	0,57							
	20-30	8,8	19,0	19,0	36,9	35,3	1,04	0,90	74,5	20,1	5,4	0,55							
E&B	35-50	6,8	15,7	15,7	43,7	33,8	1,29	0,75	93,2	2,2	4,6	0,41							
	55-80 I/i	14,4/5,2	12,7/13,2	12,7/13,2	43,1/47,4	31,3/34,2	1,37/1,38	1,46/1,02	81,1/84,4	16,3/12,2	2,6/3,4	0,3/0,1							
	83-93 I	15,7	12,7	12,7	48,5	23,1	2,09	1,72	73,7	24,1	2,2	1,44							
Bt&E (Btla)	95-100 i	8,2	12,4	12,4	50,4	29,0	1,73	1,19	75,8	21,3	2,9	0,63							
	100-110 I	17,5	10,9	10,9	47,1	24,5	1,92	1,75	70,8	26,9	2,3	1,39							
	110-130 i	7,9	12,5	12,5	53,8	25,8	2,08	-	-	-	-	-							
	130-160 I/i	17,2/7,7	12,7/12,5	12,7/12,5	44,7/48,8	25,4/31,0	1,75/1,57	1,57/1,43	78,8/77,7	19,7/20,5	1,5/1,8	-							
	180-200 I/i	11,7/4,1	24,8/3,3	24,8/3,3	35,3/43,3	28,2/49,3	1,25/0,88	1,21/1,19	84,0/80,9	14,8/17,2	1,2/1,9	-							

I=lamele, i=interlamele

Tabel 2b  
Fracțiuni granulometrice, oxizi liberi, C. Organic

P. 89 Luvosol psamic lamelar, pe depozite fluviale necarbonatice; 0,7 km V. Arpășel - Salonta

Orizont	<0,002			0,002-0,05			0,05-0,2			0,2-2			Nf/Ng	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mg/100g sol	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % (din R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	MnO %	C. org. %	Apa higroscopică %
	cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm								
Ap	0-10	11,4	19,9	19,9	22,0	46,7	0,47	0,31	79,4	13,3	7,3	1,05							
	15-27	10,2	23,2	23,2	21,5	45,1	0,48	0,40	68,8	22,8	8,4	0,68							
E&B	28-39	10,6	19,8	19,8	19,7	49,9	0,39	0,20	58,5	27,8	13,7	0,50							
	41-56	9,6	19,8	19,8	20,0	50,6	0,39	0,39	51,0	40,3	8,7	0,49							
	57-78 I/i	13,4/9,4	17,8/18,2	17,8/18,2	20,3/22,8	48,5/49,6	0,42/0,46	0,23/0,16	53,8/54,9	33,5/30,9	12,7/14,2	0,3/0,2							
Bt&E (Btla)	80-100 I/i	13,3/7,1	14,1/16,9	14,1/16,9	19,1/21,6	53,5/54,4	0,36/0,40	0,66/0,34	54,6/49,2	41,8/44,0	3,6/6,8	0,58/0,43							
	100-120 I/i	13,6/7,2	12,5/11,3	12,5/11,3	19,4/23,6	54,5/57,9	0,35/0,41	-	-	-	-	0,3/0,2							
	120-140 I/i	14,3/5,0	10,9/11,3	10,9/11,3	18,1/21,4	56,7/62,3	0,32/0,34	0,55/0,44	50,7/70,9	41,9/24,6	7,4/5,1	-							
	140-160 I/i	16,3/6,0	7,7/10,0	7,7/10,0	19,5/22,2	56,5/61,8	0,34/0,36	-	-	-	-	-							
2Cn	170-190	4,7	3,8	3,8	15,9	75,6	0,21	-	-	-	-	-							

I=lamele, i=interlamele

**Fracțiuni granulometrice, oxizi liberi, C. Organic**

Tabel 2c

P. 90 Luvosol tipic lamelar, luto-nisipos freatic umed, pe depozite fluviale necarbonatice; 0,8 km V. Arpășel - Salonta

Orizont	Ad.	<0,002-0,05	0,002-0,05	0,05-0,2	0,2-2	NFNg	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	C. org.	Apa higroscopică %
cm	mm	mm	mm	mm	mm	mg/100g sol	%	%	%	(din R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) %	%	%
Ap	0-20	11,0	20,9	26,6	41,5	0,64	1,10	74,2	24,0	1,8	0,9	0,74
E&B	20-37	13,2	22,4	29,1	35,3	0,82	1,46	69,5	28,9	1,6	0,4	0,77
	38-54/i	18,5/16,2	20,0/20,1	26,0/27,0	35,5/36,7	0,73/0,73	1,96/1,70	71,0/73,2	28,0/25,4	1,0/1,4	0,3/0,2	1,23/0,85
	54/70/i	17,2/10,6	12,9/13,5	24,1/24,8	45,8/51,1	0,52/0,48	-/1,39	-/18,0	-/10,7	-/10,7	0,2/0,2	1,07/0,41
Bl&E	72-100/i	18,3/6,7	9,4/10,4	24,7/34,4	47,6/48,5	0,52/0,71	2,28/1,33	74,1/77,3	24,4/21,4	1,5/1,3	0,2/0,1	0,41/0,21
(Blta)	108-132/i	12,9/5,0	5,1/8,0	21,5/36,7	60,5/50,2	0,35/0,72	2,19/1,08	76,7/75,9	22,4/22,0	0,9/2,1	0,1/0,06	0,83/0,28
	140-150/i	12,0/5,5	17,7/8,8	62,1/71,6	8,2/14,1	7,5/5,1						0,45/0,40
2Cn	200-220	2,7	1,5	14,0	81,8	0,17	0,96	88,5	8,4	3,1		0,34

l=lamela

i = interlamelă

**Cationi schimbabili, capacitate de schimb cationic, grad de saturație în baze, pH H<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

Tabel 3 a

P9 Luvosol psamic lamelar, pe depozite fluviale necarbonatice; - 2Km Sud Arpășel-Salonta

Oriz.	Ad.	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	% din T	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	T <sub>NH4</sub>	T <sub>(s+h)</sub>	V	pH <sub>H2O</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
cm	cm	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	%		%
Ap	0-20	37,5	5,9	4,9	4,5	47,3	5,3	7,3	7,3	52,7	5,6	0,074
	20-30	39,7	5,2	5,0	5,6	44,5	5,5	7,2	7,2	55,5	5,6	0,072
E&B	35-50	52,1	5,7	2,2	6,5	33,6	4,1	4,6	4,6	66,4	6,1	0,045
	55-80/i	62,7/62,3	9,4/11,3	1,0/1,4	6,2/3,9	21,0/20,7	7,5/4,5	9,7/4,8	79,0/79,3	79,0/79,3	6,7/6,6	-
	83-93i	62,0	14,7	1,2	2,9	19,3	10,1	12,7	12,7	80,7	6,7	-
Bl&E	95-100i	61,4	17,0	0,9	4,6	16,0	6,1	8,0	8,0	84,0	7,1	-
(Blta)	100-110i	66,3	12,1	1,3	2,9	17,3	11,5	13,3	13,3	82,7	6,8	-
	110-130i	63,8	15,3	0,8	5,1	15,0	6,7	7,6	7,6	85,0	6,8	-
	180-200i	61,6	13,7	1,4	3,5	17,7	4,5	4,5	4,5	82,3	7,2	-

l=lamela; i = interlamelă

**Cationi schimbabili, capacitate de schimb cationic, grad de saturație în baze, pH H<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

Tabel 3 b

P89 Luvosol psamic lamelar, pe depozite fluviale necarbonatice; 0,7 Km Vest Arpășel-Salonta

Oriz.	Ad.	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	% din T	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	T <sub>NH4</sub>	T <sub>(s+h)</sub>	V	pH <sub>H2O</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
cm	cm	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	%		%
Ap	0-10	56,7	17,2	7,3	0,8	18,0	11,0	15,8	15,8	82,0	6,8	0,151
E&B	15-27	54,9	16,3	8,8	1,3	18,7	8,0	11,0	11,0	81,3	6,9	0,125
	28-39	54,4	17,9	11,8	1,2	14,7	6,6	9,7	9,7	85,3	7,0	-
	41-56	49,0	17,0	16,5	3,0	14,5	5,9	8,4	8,4	85,5	7,1	0,092
	57-78/i	46,2/45,9	17,1/14,6	22,3/23,9	1,9/2,2	12,5/13,4	6,6/4,7	8,2/6,4	87,5/86,6	87,5/86,6	7,6/7,3	-
Bl&E	80-100/i	47,2/47,0	10,9/19,0	22,4/19,1	3,3/2,1	16,2/12,8	6,2/4,5	9,5/5,8	83,8/87,2	83,8/87,2	7,5/7,6	-
(Blta)	100-120/i	60,8/57,7	10,2/16,8	9,5/11,8	4,1/2,9	15,4/10,8	7,9/4,3	11,0/5,7	84,6/89,2	84,6/89,2	7,4/7,5	-
	120/140/i	65,3/65,4	13,9/10,9	8,6/5,5	3,0/3,7	9,2/14,5	8,9/3,9	11,4/5,4	90,8/85,4	90,8/85,4	7,5/7,4	-
2Cn	170-190	70,2	4,0	2,4	4,1	19,3	3,4	4,2	4,2	80,7	6,9	-

**Cationi schimbabili, capacitate de schimb cationic, grad de saturație în baze, pH H<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

Tabel 3 c

P90 Luvosol tipic lamelar, lutonisipos, freatic umed, pe depozite fluviale necarbonatice; 0,8Km Vest Arpășel - Salonta

Oriz.	Ad.	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	% din T	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	T <sub>NH4</sub>	T <sub>(s+h)</sub>	V	pH <sub>H2O</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
cm	cm	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	me/100g sol	%		%
Ap	0-20	54,8	12,3	1,2	3,3	28,4	7,5	9,0	9,0	71,6	6,4	0,103
E&B	20-37	53,8	14,0	4,4	3,3	25,0	5,1	8,3	8,3	75,0	6,6	0,120
	38-54/i	45,3/45,5	20,9/20,0	8,7/6,7	2,4/3,3	22,7/24,5	9,6/8,8	10,0/9,0	77,3/75,5	77,3/75,5	6,9/6,8	0,141
Bl&E	54-70/i	43,4/43,8	21,0/18,8	10,8/12,4	1,8/3,8	23,0/21,2	11,2/7,1	9,7/6,0	77,0/78,8	77,0/78,8	7,1/7,1	-
(Blta)	72-100/i	46,8/48,3	15,9/15,2	12,2/10,0	2,9/5,1	22,2/21,4	11,3/5,2	9,7/4,7	77,8/78,6	77,8/78,6	7,2/7,2	-
	108-132/i	43,9/49,1	16,5/12,8	11,0/4,8	3,5/5,8	25,1/27,5	8,5/5,0	8,5/3,5	74,9/72,5	74,9/72,5	6,9/7,2	-
	140-150/i	60,9/55,9	12,9/11,9	3,5/6,9	3,5/1,7	19,2/23,6	7,4/5,4	8,7/7,4	80,8/76,4	80,8/76,4	6,7/7,0	-
2Cn	200-220	68,5	3,3	1,5	3,8	22,9	3,5	3,4	77,1	77,1	6,8	-

În cuprinsul zonei cu lamele atât materialul din lamele cât și cel interlamelar este în continuare dominat de fracțiunea nisipoasă (>0,05 mm). Se remarcă însă faptul că în interlamele conținutul acestei fracțiuni și în special cea de 0,2-2 mm este sistematic mai mare decât cel din lamela imediat supraiacentă, situație care așa după cum se va arăta mai departe este considerată a fi una din cauzele care ar determina formarea lamelilor argilo-feruginoase.

În ceea ce privește fracțiunea praf (0,002-0,05 mm) deși se constată ușoare diferențe între lamele și interlamele în sensul unor valori mai mici în primul caz nu se poate vorbi de o regulă ca în cazul fracțiunii nisipoase.

Conținutul de argilă (<0,002 mm) din orizontul Bt lamelar arată sistematic valori mai ridicate în lamele față de materialul interlamelar: 11,7-18,5% față de 4,1-16,4%; media fiind de 15,1% față de 11,9%. Diferența de conținut de argilă dintre lamele și interlamele luate individual variază între 2,3 și 11,6% media fiind de 7,6%. În mod corespunzător indicii de diferențiere texturală lamele/interlamele variază între 1,14 și 2,86 - media fiind de 2,20. Pe de altă parte plusul de argilă a materialului din lamele față de orizonturile de la suprafață (A<sub>0</sub> și E<sub>1</sub>) este de numai 5% (15,1 față de 10,1) ceea ce rezultă într-un indice de diferențiere texturală, de 1,5 (cu 0,7 mai mic decât cel dintre lamele și interlamele). Este important de remarcat că interlamelele din zona orizontului Bt lamelar sunt sistematic cu 3-5% mai sărace în argilă decât orizontul de la suprafață fapt ce sugerează ca pe lângă migrarea generală a argilei pe profil are loc și o eluviere-iluviere locală a argilei; fiecare interlamelă comportându-se ca un orizont E luvic care au contribuit la formarea lamelei argilo-feruginoase imediat subiacente.

Pe de altă parte diferența de conținut de argilă din lamele față de interlamele este apropiată (7,6% față de 9,1%) de cea pe care o prezintă orizontul Bt al preluvosolului nelamelar (p. 28, tabel 4) în comparație cu orizonturile superioare ale acestui sol.

O particularitate importantă care pare specifică orizontului Bt lamelar este menținerea practic constantă a conținutului de argilă din lamele fără a arăta o tendință vizibilă de descreștere odată cu adâncime așa cum are loc în orizonturile Bt de la alte soluri. Acest fapt poate fi pus pe seama permeabilității ridicate a solului care permite deplasarea ușoară a soluțiilor până la baza solumului. Variația conținutului de argilă recalculat față de microschelet (praf+nisip= 100) pe profilul unui luvosol

Tabel 4

P. 28 Preluvosol luvic, luvic nisipos, freatic umed, pe depozite fluviatile necarbonatice; 1,3 Km S. Arpășel- Salonta

Orizonturi (cm)	Ap 0-25	A <sub>0</sub> -42	AB -63	Bt <sub>1</sub> -90	Bt <sub>2</sub> -120	2Bc -140	2Cb <sub>1</sub> -170	3Cb <sub>2</sub> 200	
Adâncime (cm)	0-10	15-25	27-39	44-59	70-90	104-119	123-140	140-165	180-200
<b>Fracțiuni granulometrice</b>									
<0,002 mm	12,9	13,5	15,4	17,3	22,0	18,9	13,3	8,3	4,1
0,002-0,05 mm	28,8	26,7	26,8	28,3	25,8	21,6	17,3	11,4	4,5
0,05-0,2 mm	33,7	38,3	34,2	31,8	35,0	41,8	49,2	57,8	33,3
0,2-2 mm	24,6	21,5	23,6	22,6	19,2	17,7	20,2	22,5	58,1
NENg	1,37	1,78	1,45	1,41	1,72	2,36	2,43	2,57	0,57
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (g/100g sol)	1,51	1,64	1,79	1,57	2,76	2,77	2,34	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	76,7	79,9	78,9	77,6	72,2	74,6	73,7	-	-
MnO %	4,7	4,5	3,9	3,8	2,2	2,1	2,1	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	18,6	15,6	17,2	18,6	25,6	23,3	24,2	-	-
Corp %	1,3	0,7	0,5	0,4	-	0,2	-	-	-
Ntot %	0,11	0,07	-	0,04	-	-	-	-	-
C:N	13,5	12,6	-	12,6	-	-	-	-	-
PH(H <sub>2</sub> O)	6,1	6,5	6,5	6,3	6,5	6,7	6,8	6,8	6,5
T <sub>100</sub> g sol	7,0	7,4	7,0	8,4	12,9	12,2	8,6	-	4,0
S+H	10,0	8,6	8,1	9,5	14,2	14,0	11,0	-	5,2
Ca <sup>2+</sup> %	53,8	52,6	50,4	55,8	61,0	61,9	61,0	-	64,0
Mg <sup>2+</sup> %	14,3	15,0	13,8	14,0	18,3	18,6	19,0	-	15,0
K <sup>+</sup> %	3,2	3,1	4,6	2,9	1,6	1,6	1,7	-	1,0
Na <sup>+</sup> %	2,5	2,5	2,7	2,4	1,8	2,0	2,5	-	1,7
H <sup>+</sup> %	26,1	24,7	28,5	24,8	17,2	15,9	16,3	-	18,3
V %	73,9	75,3	71,1	75,2	82,8	84,1	83,7	-	81,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,070	0,054	-	0,056	-	-	-	-	-

psamic lamelar (p.9) și pe profilul de preluvosol tipic luto nisipos nelamelar (p28) (fig. 3) arată tendința de deplasare spre adâncime a conținutului maxim de argilă în cazul luvosolului psamic lamelar în comparație cu preluvosolul lutonisipos nelamelar. Cauza poate fi permeabilitatea mai ridicată a materialului parental dar nu numai, în ambele situații valorile argilei eluviate (e) sunt foarte apropiate de cele ale argilei iluviate (i): 287,3 față de 283,1 în primul caz (p.9) și respectiv 196 față de 201 în cel de-al doilea caz. Conform acestei situații ar rezulta că în ambele profile plusul de argilă din orizontul Bt provine din orizonturile superioare prin eluviere-iluviere. Existența unor valori mai mari ale diferenței de conținut de argilă dintre lamele și interlamele în comparație cu diferența constatată (v. mai sus) față de orizonturile de la suprafață (Ao și E&B) nu contrazice constatarea că plusul de argilă din orizontul Bt lamelar ar proveni din orizonturile superioare. Existența unei redistribuiri a argilei de la interlamele la lamele, așa după cum s-a arătat mai sus, are un caracter local și nu schimbă bilanțul general. Valorile mai mari ale indicelui de diferențiere texturală din luvosolul psamic lamelar (2,20) față de cel al preluvosolului nelamelar (1,70) sugerează o intensitate mai mare de translocare -acumulare a argilei în materialele nisipoase.

Simultan cu migrarea și acumularea argilei are loc și o migrare și acumulare a oxizilor liberi ( $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ , MnO), între care  $Fe_2O_3$  este net predominant, în cazul solurilor cu lamele tabelele 2 a,b,c deși conținutul de oxizi liberi din lamele depășește de regulă pe cel din materialul interlamelar (0,23-2,28% față de 0,16-1,70%) diferențele sunt mai puțin sistematice decât în cazul argilei. Datorită probabil și aportului din apa freatică, conținutul maxim de oxizi (2,28%) apare în lamelele bazale ale profilului nr. 90. Legată de conținutul mai mare de coloizi din materialul parental, și de nivelul freatic apropiat (cea. 2-2,5 m ad.) acumularea de oxizi liberi la nivelul orizontului Bt al preluvosolului tipic lutonisipos ajunge la peste 2,50 (2,77%) depășind semnificativ pe cea din lamele (tabel 4). Atât în luvosolul psamic lamelar (p.9) cât și preluvosolul tipic luto nisipos (p.28) distribuția pe profil a oxizilor liberi urmărește îndeaproape modelul distribuției argilei (fig. 4). În ambele soluri la nivelul orizontului Bt se observă o creștere relativă a conținutului de  $Al_2O_3$  și MnO fapt ce poate fi pus pe seama mobilității mai reduse a acestor oxizi.

Conținutul de carbon organic (tabel 2, a, b, c și 4) din orizontul

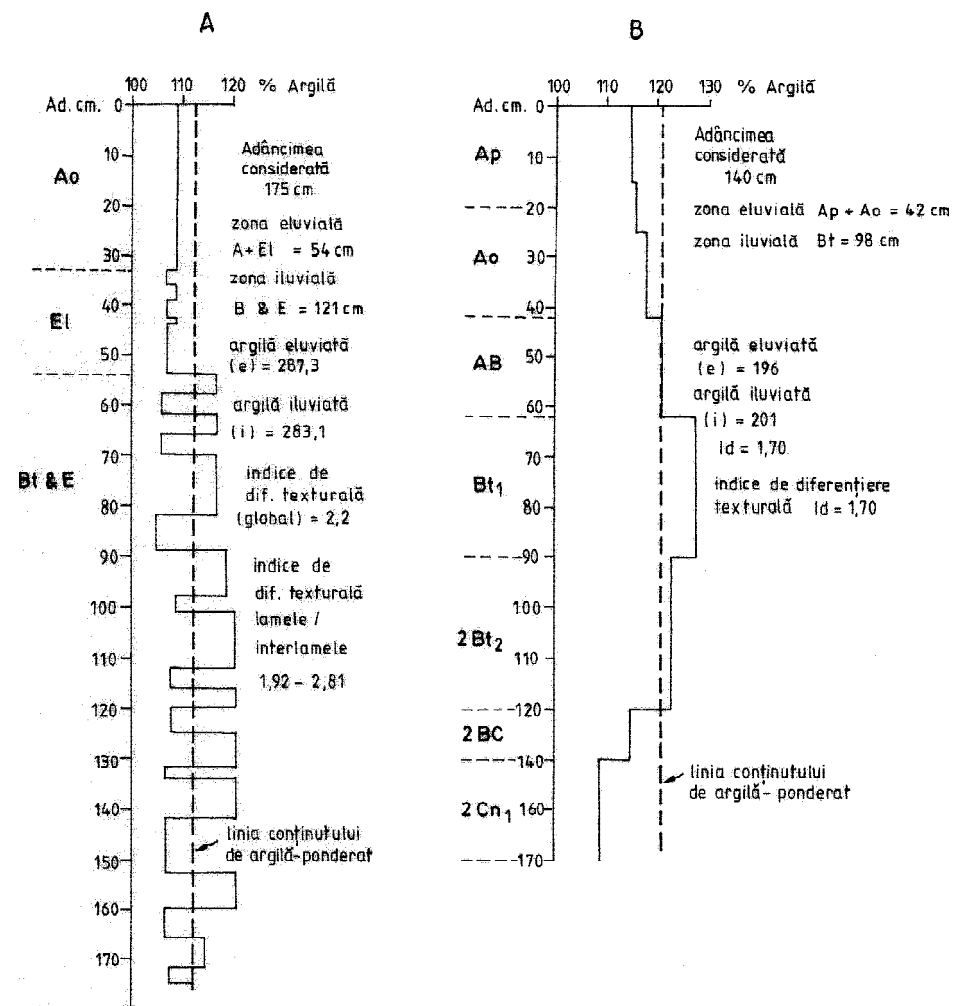


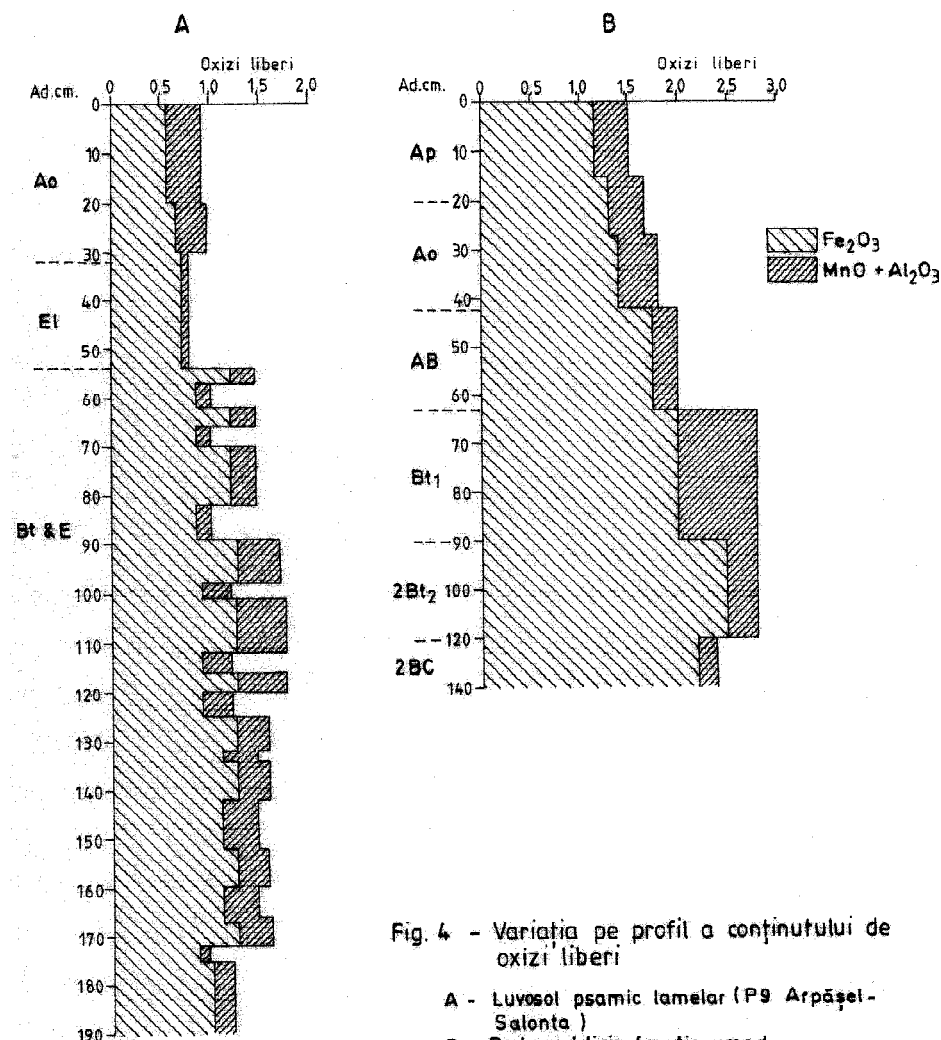
Fig. 3 - Distribuția pe profil a conținutului de argilă recalculat față de microschelet (= 100)

A - Luvosol psamic lamelar ( P9 Arpășel - Salonta )

B - Preluvosol tipic freatic umed ( P28 Arpășel - Salonta )

superior al solurilor examinate variază între 1,9% (p.89) și 0,7% (p. 9) pentru a scădea sub 0,7% la adâncimi mai mari de 25-40 cm. Lamelele conțin întotdeauna cca. 0,10% mai mult carbon organic decât interlame-





lele dar nu mai mult decât orizontul Bt al solului nelamelar (p. 28).

Valorile pH (tabelele 3, a, b, c și 4) arată o reacție slab-moderat acidă pH-5,6-6,1 numai în orizontul superior al profilului nr. 9. În rest reacția este slab acidă-slab alcalină (pH 6,1-7,6). Nu se observă diferențe între lamele și interlamele. Totuși în unele situații lamelele apar

cu valori pH mai scăzute decât materialul interlamelar. Valori pH similare prezintă și preluvosolul nelamelar (p.28).

Datorită diferențelor de conținut de argilă capacitatea de schimb cationic (tabelele 3,a, b, c și 4) (exprimată în me/100 g sol) a lamelelor este sistematic mai mare decât cea a interlamelelor:  $T_{NH_4} = 13,3$  față de 3,5-9,0. Valori T mai mari ((12-14 me/100 g sol) apar doar în orizontul Bt al luvisolului nelamelar (p.28, tabel 4). Ca și Mg sunt cationii schimbabili predominanți atât în lamele cât și în interlamele: 43,4-66,3% față de 43,8-68,5% în cazul Ca și respectiv 9,4-21,3% față de 10,9-20,0% în cazul Mg. În mod asemănător se comportă și K și Na. Majoritatea luvisolurilor lamelare analizate cât și preluvosolul nelamelar sunt soluri practic saturate în baze (eumezobazice) cu valori V peste 70%. Excepție face profilul 9 care este oligomezobazic. Nu se observă diferențe semnificative ale valorilor V între lamele și interlamele: 74,9-90,8% față de 72,5-89,2%. Totuși față de lamele, frecvența valorilor mai mici este mai ridicată în cazul interlamelelor. Este de remarcat faptul că saturarea în baze a lamelelor este destul de apropiată de cea din orizontul Bt al preluvosolului nelamelar ( $V = 82,8-84,1\%$ ).

#### Teoriile actuale privind originea lamelelor din solurile nisipoase

Conform celor menționate de H. Asvadurov (1964), Vandamme Leenheer (1968) în literatura mai veche lamelele argilo-feruginoase din nisipuri și solurile mai poroase erau considerate depozite geogenice sau stratigenice.

În prezent există o recunoaștere unanimă (USDA Soil Taxonomy 1975, 1999, WRB-SR, 1998, SRTS - 2003) că lamelele sunt de origine pedogenetică iar orizontul care le conține este considerat orizont Bt lamelar (dacă lamelele sunt groase de cel puțin 1 cm și însumează cel puțin 15 cm grosime până la cel mult 200 cm adâncime, (SRTS 2003). Mai puțin clare sunt cauzele și mecanismele de formare a lamelelor.

Vandamme și Leenheer (1968) menționează că din studiile efectuate în Michigan (USA) Wurman, Whiteside și Mortland (1959) rezultă că migrarea coloizilor și formarea lamelelor (benzilor) argilo-feruginoase poate fi datorată mai multor factori cum sunt: variația condițiilor de umiditate, reacțiile chimice dintre diferiți componenți coloidali, precipitarea, ș.a. Un rol important îl au de asemenea discontinuitățile litologice deoarece acestea formează porțiuni care au un rol de "sită". Conform aceluiași

autori, Miller (1960) a dovedit experimental că deplasarea spre adâncime a apei de percolare se oprește brusc sau este foarte mult încetinită când întâlnește o zonă cu pori mai grosieri. În cazul când este întâlnit un strat cu pori mai fini apare același fenomen dar imediat deasupra acestui strat. În primul caz mișcarea apei continuă în regim nesaturat ca filme pe pereții porilor mai mari (conductivitatea hidraulică nesaturată); în cel de al doilea caz deși la fel de mult încetinită, deplasarea apei rămâne în continuare capilară -(conductivitatea hidraulică saturată), în ambele situații rata mișcării apei este favorabilă depunerii suspensiilor argiloase. Deoarece migrarea și acumularea argilei necesită alternarea de perioade umede cu perioade uscate (USDA Soil Taxonomy) Vandamme și Leenheer (op. cit) afirmă că în cazul formării lamelelor această condiție nu ar fi îndeplinită deoarece unele lamele argilo-feruginoase apar frecvent la adâncimi prea mari ca să se poată pune problema apariției de perioade uscate.

O teorie asemănătoare celor prezentate mai sus este formulată în USDA Soil Taxonomy (1975, 1999) și reluată de F.R. Berding (2001). Conform acestei teorii lamele argiloase urmăresc în mod vizibil stratificarea materialului parental și sunt corelate cu diferențele de mărime a porilor. Porii puțin mai mari decât cei din stratul imediat supraiacent fac ca apa de percolare să rămână suspendată (to hang) la baza stratului respectiv (curgere nesaturată)<sup>7)</sup>.

Dacă această apă este extrasă de plante sau se pierde prin evaporare ea lasă în loc suspensiile argiloase și diferența de dimensiune a porilor se accentuează. Odată ce acest proces a fost declanșat argila continuă să se acumuleze în același loc. Procesul poate avea loc la mai multe adâncimi și odată ce grosimea cumulată a lamelelor depășește 15 cm grosime în primii 200 cm de la suprafața orizontului respectiv i se aplică denumirea de lamelic.

### **Originea lamelelor argilo-feruginoase din solurile cercetate.**

Disponerea suborizontală și forma subliniară a lamelelor din solurile cercetate sugerează grefarea lor pe o stratificare preexistentă. Ceea ce nu se poate explica însă este disponerea subparalelă a lamelelor care

<sup>7)</sup> Din acest motiv teoria ar putea fi denumită "teoria apei capilare suspendate" (I.M.)

nu este conformă cu stratificarea încrucișată tipică depozitelor fluviatile, inclusiv celor remaniate eolian (D. Rădulescu, 1968), și cum se face ca discontinuitățile de mărime al porilor să apară relativ echidistant și liniar. O altă anomalie morfologică care nu se poate explica prin stratificarea inițială este ondularea puternică și chiar întortochera (care amintește mai curând de crioturbațiile din solurile periglaciare) lamelelor din primii 50-60 cm de la suprafață (foto 1). În ceea ce privește rolul diferențelor de mărime a porilor în declanșarea acumulării suspensiilor argiloase coloidale, datele din tabelul 2 justifică teoria apei capilare suspendate expuse mai sus prin faptul că materialele imediat subiacente lamelelor conțin în mod sistematic mai mult nisip grosier decât materialul din lamele deci au și pori cu dimensiuni mai mari.

S-ar explica astfel și morfologia franjurată-dantelată a părții inferioare a lamelelor și a punților de legătură dintre lamele care pot fi datorite suprasaturării lamelelor (peste forța de reținere capilară) și apariția apei gravitaționale care antrenează și depune suspensiile argilo-feruginoase la baza stratului lamelar.

În ceea ce privește migrarea oxizilor liberi, a celor de fier în special, aceștia sunt probabil mobilizați simultan cu fracțiunea argiloasă în perioadele umede când se realizează și condiții de reducere și de pH favorabile mobilizării oxizilor. Depunerea și acumularea acestora are loc concomitent cu cea a argilei odată cu apariția condițiilor de oxidare și precipitare determinate de pierderea apei.

În ciuda celor expuse mai sus, formarea orizonturilor cu lamele argilo-feruginoase ridică în continuare unele întrebări, astfel:

- a) Există o ordine temporală de formare a lamelelor? Se pare că nu. Procesul este continuu pe întregul profil. Odată formate lamelele, deși funcționează ca niveluri de acumulare a suspensiilor, sunt destul de permeabile pentru ca în funcție de debitul apei de percolare să lase atât apa cât și o parte din suspensii să se deplaseze către adâncime. Lamele din adâncime sunt mai groase deoarece la aceste niveluri frontul apei de percolare se oprește în cele mai multe cazuri. În procesul de evoluție a solurilor, lamelele din partea superioară a profilului sunt supuse lesivajului (destrucției) ceea ce explică gradul lor mai redus de dezvoltare (grosime).
- b) Ce sunt interlamelele? Dacă în ceea ce privește lamelele ar exista un consens că acestea sunt moduri de exprimare a unui

orizont argiloiluvial și când acestea îndeplinesc anumite condiții devin orizont diagnostic argic (Bt lamelar), în cazul interlamelelor situația este mai puțin clară. Unii autori (H. Asvadurov, 1964, C. Oancea 1964, Vandamme și Leenher, 1968) consideră interlamelele drept orizonturi C care conform definiției constă din material parental neafectat sau puțin afectat de pedogeneză. Este oare acesta cazul interlamelelor? Dacă lamelele sunt orizonturi B deci produs al pedogenezei atunci cum a rămas între lamele material neafectat de pedogeneză? Fără a ne pronunța asupra altor situații, în cazul de față apreciem că interlamelele sunt orizonturi sărăcite în argilă și oxizi deci similare orizontului E fapt pe deplin ilustrat de datele analitice prezentate.

În această accepțiune orizontul Bt lamelar este o sumă de miniorizonturi Bt și E (Bt&E).

- c) Care sunt condițiile texturale care favorizează formarea lamelelor? Datele din literatură pun accentul pe condiția texturii nisipoase. Din cele prezentate în acest material rezultă că lamelele pot apărea și în materialul parental luto-nisipos (p. 90) cu condiția lipsei totale a carbonaților și a lipsei unei activități biologice intense (F. R. Berding, 2005). În cazul nisipurilor lutoase care sunt mai bogate în coloizi, omogenizarea biologică poate contracara dezvoltarea lamelelor, în această situație se dezvoltă profile omogene brune roșcate, datorită prezenței peliculelor subțiri de oxizi de fier pe particule de nisip.
- d) În cât timp se formează orizontul Bt lamelar? La această întrebare majoritatea autorilor (Asvadurov, Vandamme, s.a.) afirmă că formarea lamelelor argilo feruginoase în solurile nisipoase are loc și astăzi, necesitând perioade de timp relativ scurte. Această constatare este confirmată și de cercetările din Câmpia Crișului Negru unde într-o umplutură mai veche se observă clar începuturi de benzi argilo-feruginoase care urmăresc conturul excavației respective, (foto 4)
- e) În cazul cercetat se pune problema care a fost sau este rolul apei freatică în formarea lamelelor? Se pare că deși nu este la o adâncime prea mare 2,5-3 m, apa freatică nu a avut un rol semnificativ deoarece în lamele lipsesc neoformațiile specifice oxidoreducerii (bobovine, depuneri de oxizi). Excepție face

profilul nr. 9 unde după cum s-a arătat a fost identificată o lamelă bazală vântată.

- f) În sfârșit o ultimă problemă este aceea dacă formarea lamelelor este un proces pedogenetic sau unul litogenetic? De fapt lamelele apar ca urmare a circulației unor soluții încărcate cu suspensii, în depozite anizotrope necarbonatice cum sunt nisipurile cu permeabilitate ridicată și relativ aerisite, în acest sens procesul este unul mai mult geologic - de geneză - D. Rădulescu, 1968 - și mai puțin pedogenetic, sau în cel mai bun caz o combinație diageneză-pedogeneză.

### Aspecte ecologice

Prezența lamelelor în solurile nisipoase, determină creșterea capacității de reținere a apei și nutrienților. Fiecare lamelă funcționează ca un nivel de acumulare a apei în forme ușor accesibile pentru plante. În bonitarea terenurilor solurile nisipoase cu lamele sunt considerate la un nivel superior față de alte categorii de soluri nisipoase în care aceste formațiuni pedologice lipsesc (N. Florea și colab. 1988)

### Concluzii

1. Cercetarea efectuată asupra solurilor cu lamele argilo-feruginoase din Câmpia Crișului Negru arată că aceste soluri pot apărea și în cadrul câmpiilor de divagare;
2. Se confirmă condiționarea formării lamelelor de stratificarea preexistentă a materialului parental;
3. Interlamelele din solurile cercetate sunt orizonturi eluviale, nu material parental (orizont C) deoarece sunt sărăcite în argilă și oxizi. Nu poate fi concepută existența unor zone în material nemodificat (interlamele) alternând cu formațiuni pedogenetice (lamele).
4. Intensitatea acumulării argilei și a oxizilor în lamele este comparabilă cu cea care se realizează în orizontul Bt al solurilor luto-nisipoase formate în aceleași condiții de mediu;
5. Dezvoltarea lamelelor este legată probabil de conținutul ridicat de coloizi a materialului parental;
6. Evoluția actuală a solurilor arată o tendință de destrucție a lamelelor în partea superioară a profilului, cu formarea probabil de

orizonturi eluviale groase specifice solurilor nisipoase evaluate;

7. Orizonturile cu lamele din Câmpia Crișului Negru îndeplinesc condițiile de orizont Bt lamelar, grosimi însumate de peste 15 cm în primii 200 cm, prevăzute în SRTS - 2003 fapt ce justifică încadrarea solurilor respective ca varietăți lamelare de luvosoluri.

## BIBLIOGRAFIE

1. Asvadurov H., Gâță Elena, 1966, Solul silvestru nisipos cu benzi feruginoase din pădurea Valea lui Mihai, D. S., Inst. Geol. Vol LII/1 (1964-1965) București (p. 425-441)
2. Berding, F., R., 2001, Gleysols, Umbrisols, Arenosols, Regosols, Andosols, Gypsisols, Calcisols, Durisols, Podzols; Qualifier categories and their ranking, in World Soil Resources Reports, 94, p. 65-73, FAO, Rome
3. Bleahu, M., Borcoș M., Savu H., 1968 Harta Geologică a foii Brad 1: 200 000 a Inst. Geologic București
4. Florea N., Parichi M., Jalbă Marcela, Râșnoveanu L, Munteanu Maria, 1988 însușirile agronomice ale solurilor nisipoase din R. S. România M. Agric. Red. Prop. Tehn agric.
5. Florea N., Munteanu L, 2003, Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS), ed. Estfalia, București
6. Ghenea C., Ghenea Ana, 1962, Harta geologică a foii Oradea, 1:200 000, Inst. Geol. București.
7. Munteanu I. (1970) Harta de soluri a foii Oradea, I :200 000 Inst. Geol. București.
8. Oancea C., 1964, Croosequence de sols sableux d'Oltenie (sud-ouest de la Roumanie), 8e Congres Int De la Science du Sol, 5, 275-281, Bucharest.
9. Rădulescu D., 1965, Petrografia rocilor sedimentare, Ed. Did și ped. București,
10. Soil Survey Staff, 1999, Soil Taxonomy, Agric. Handbook, 436, USDA.
11. Vandamme L, Leenheer de L., 1968, On the formation of and relationship between different morphological B-bands under the different genetic conditions in Sandy soils of the Campine (Belgium). Pedologie, XXVIII, 3, p. 374-405, Ghent, Belgium.

## IN MEMORIAM



### PROFESORUL CONSTANTIN PĂUNESCU (17 MAI 1915 - 28 SEPTEMBRIE 2006)

Profesorul Constantin Păunescu unul dintre fondatorii Pedologiei forestiere moderne alături de academicianul **Constantin Chiriță**, s-a întors pentru totdeauna în pământul pe care atât l-a iubit și l-a cercetat.

S-a născut la 17 mai 1915 în cetatea banilor, capitala Doljului și a întregii Oltenii, Craiova. Ca orice craiovean care se respectă, a urmat cursurile Liceului

Nicolae Bălcescu care alături de Liceul Frații Buzzești a fost și a rămas unul dintre liceele vestite ale Craiovei. A absolvit liceul în anul 1933 cu calificativul excepțional, dovadă a înzestrării sale genetice dar și a spațiului geografic din care provine.

După absolvirea liceului, deși om al câmpiilor nu s-a orientat spre agricultură ci spre silvicultură ale cărei cursuri universitare le-a urmat în intervalul 1933-1938 la București și pe care le-a absolvit cu calificativul foarte bine.

După terminarea facultății a fost repartizat în Moldova la Centrul de Exploatare a Lemnului Onești-Cășin din cadrul Casei Autonome a Pădurilor Statului, unde a lucrat până în anul 1941 iar după aceea la Fabrica de Cherestea Piatra Neamț până în anul 1942.

Chemat sub drapel în anul 1942, a participat la războiul sfânt pentru eliberarea fraților noștri basarabeni și bucovineni de sub jugul

bolșevismului și pentru reântregirea patriei sfârtecată de mârșavul pact Ribentrop-Molotov. A făcut întreaga companie din est și a participat și la cea din vest după 1944.

După demobilizare a fost încadrat la Ocolul Silvic Călimănești din provincia sa natală unde a funcționat până în anul 1949.

În anul 1949, după transferarea Facultății de Silvicultură de la Politehnica din București la Brașov, a fost numit la vârsta de 34 ani conferențiar la disciplina de Pedologie cu bazele geologiei de la noua facultate pe care a servit-o până la pensionarea sa în anul 1980.

Profesorul Păunescu a venit în învățământul silvic superior cu dorința de a se realiza ca dascăl și de a forma specialiști pentru gospodărirea pădurilor țării. Fără experiență la început, dar cu certe calități intelectuale și cu o perseverență și o seriozitate de invidiat a devenit unul din profesorii de nădejde ai noii facultăți.

Pe baza disciplinei de Pedologie s-a încumetat să predea și un curs de Chimie generală și biologică precum și un curs de Agricultură și Fitotehnie.

În întreaga sa activitate de dascăl profesorul C. Păunescu a fost un împătimit al noului pe care l-a promovat atât în prelegeri cât și în cercetare. Spre deosebire de profesorul Chiriță care a ținut mai mult la sistem, profesorul Păunescu l-a sacrificat adeseori în folosul noului chiar dacă nu întotdeauna suficient verificat.

Este după părerea mea cel mai mare merit al profesorului ca dascăl și mare specialist în Pedologie.

Bun cunoscător a trei limbi de circulație, germana, franceza și rusa, profesorul Păunescu s-a documentat continuu din literatura de specialitate și și-a spus cuvântul său în multe probleme care au apărut în Pedologie, știință relativ tânără desprinsă din Geologie, ajungând unul din specialiștii recunoscuți atât în țară cât și în străinătate. Contribuția sa științifică la toate congresele și conferințele de pedologie a fost întotdeauna substanțială.

Profesorul Păunescu a adus contribuții importante în domeniul Pedologiei teoretice. A fost promotorul și susținătorul fervent al cercetărilor privind depozitele de cuvertură periglaciare, würmiene, ca materiale parentale pentru solurile montane.

Un rol important în cercetarea efectuată de profesorul Păunescu l-a ocupat și studiul componentei organice a solurilor forestiere și rolul pedogenetic integrator al materialelor organice din sol.

A efectuat pentru prima dată într-un laborator de pedologie forestieră analiza fracționată a humusului contribuind astfel la separarea solurilor brune acide de cele criptopodzolice.

Profesorul C. Păunescu și-a iubit cu pasiune specialitatea aleasă și și-a dăruit întreaga sa viață slujirii acestei specialități. Cele trei tratate universitare și peste 60 de lucrări științifice publicate stau mărturie contribuției sale științifice în domeniul Pedologiei.

Prin tot ce a realizat în întreaga sa viață de peste 91 de ani profesorul Păunescu rămâne în analele Facultății de Silvicultură din Brașov ca un mare specialist și ca un mare dascăl pentru care merită recunoștință și omagiul tuturor promoțiilor de ingineri silvici la a căror formare a contribuit și a noastră a tuturor colegilor săi dintre care mulți i-am fost studenți. La despărțirea sa de noi ce actuale ni se par versurile Veronicăi Micle:

*„Și pulbere țărână din tine se alege*

*Căci asta este a lui nestrămutată lege*

*Nimicul te ridică nimicul te reia*

*Nimic din tine-n urmă nu va mai rămânea”*

Profesorul Păunescu coboară acum pentru ultima oară în profilul de sol și în țărâna pe care atât a cercetat-o și se întoarce în pământul în care toți muritorii se vor întoarce și îl asigurăm că-i vom păstra o neștearsă amintire și să-l rugăm pe bunul și dreptul Dumnezeu să-i ierte toate păcatele și să-l așeze acolo unde dreptii se odihnesc, unde nu este durere nici întristare nici suspin și viață fără de sfârșit.

Dumnezeu să-l odihnească în pace și să-i fie țărâna ușoară.

**Prof. univ. dr. ing. Dumitru Romulus Târziu**



**NICOLAE – MIHAIL  
GEAMBAȘU  
(23 MARTIE 1947 -  
4 OCTOMBRIE 2006)**

În noaptea de 4 octombrie 2006 s-a stins fulgerător din viață colegul nostru și omul de știință Geambașu Nicolae.

Cu o săptămână în urmă, când împreună cu mai mulți cercetători, parcurgeam pantele împădurite ale Carpaților Orientali în cadrul unei teme de cercetare, nimic nu prevestea acest

moment tragic pentru el, pentru familia sa, pentru mama sa, pentru noi toți. Cine putea să-și închipuie un asemenea deznodământ al celui care a fost Nicolae Geambașu, fire dinamică, întreprinzătoare și cutezătoare, în același timp, înzestrat și cu foarte multă sensibilitate și care a desfășurat o bogată activitate în multiple planuri.

Născut în primăvara anului 1947, în comuna Breaza, într-o renumită zonă - Dealurile Istriței - antrenat din fragedă tinerețe în munci gospodărești, a avut atât bucurii, dar a întâmpinat și nenumărate greutăți, rămânând din tinerețe fără tată. Sprijinit de mama sa, de asemenea fire energică, optimistă, care i-a dat multă încredere, curaj și energie și cu care de altfel se mândrea foarte mult, a reușit să parcurgă firul vieții cu demnitate și cu realizări deosebite.

După absolvirea școlii primare și gimnaziale din comuna natală, în perioada 1961-1965, a urmat cursurile Liceului "Ion Bogdan Petriceicu Hașdeu" din orașul Buzău.

Mănat de dragostea de natură dobândită din copilărie, de imaginea meleagurilor natale acoperite cu renumite podgorii dar și cu livezi și păduri, pe care le-a dorit tot timpul mai abundente și mai viguroase, dar și de exemplul și dăruirea vrednicilor oameni ai locului, s-a atașat complet de natura și pământul unde s-a născut. Așa se explică, într-un

fel, și faptul că în perioada 1965-1970 a urmat cursurile Facultății de Silvicultură din cadrul Institutului Politehnic din Brașov.

După absolvirea facultății în anul 1970 și după o scurtă perioadă de stagierat la Ocolul Silvic Cislău, județul Buzău, a îmbrățișat activitatea de cercetare, în același an transferându-se la Stațiunea Experimentală de Cultura Molidului din Câmpulung Moldovenesc, subunitatea Institutului de Cercetări și Amenajări Silvice, ca inginer în cercetare.

Preocupându-se mai ales de cercetarea în domeniul solurilor și stațiunilor forestiere, în anul 1979 a făcut un stagiu de specializare privind fertilizarea solurilor forestiere în cadrul Institutului de Cercetări Forestiere din Helsinki-Finlanda, iar în anul 1984 a susținut și teza de doctorat intitulată "*Cercetări asupra solurilor și stațiunilor forestiere din Masivul Rarău, în vederea valorificării optime a potențialului silvoproductiv*", sub îndrumarea prof. dr. ing. Constantin Păunescu. În anul 1985 a obținut gradul de cercetător științific III, iar în anul 1989 a promovat prin concurs în funcția de director științific al Institutului de Cercetări și Amenajări Silvice, funcție pe care a deținut-o și în perioada 1991-1993. Între timp, în anul 1990 a fost ministru adjunct (șeful Departamentului Pădurilor) și apoi, în 1991 Consilier al Ministrului Apelor, Pădurilor și Mediului înconjurător. În anul 1992 a obținut titlul de cercetător științific gr. I al I.C.A.S., în același an fiind ales și ca membru corespondent al Academiei de Științe Agricole și Silvicultură.

În perioada ce a urmat anului 1991 a desfășurat o amplă activitate pe tărâm științific și didactic, fiind responsabil a numeroase și importante teme de cercetare în domeniul solurilor, stațiunilor și ecologiei forestiere, precum și cadru didactic asociat la Academia de Științe Economice București (1990-1993), conferențiar universitar la Facultatea de Protecție a Mediului a Universității Oradea (1995-1998), cadru didactic asociat la Facultatea de Silvicultură a Universității din Brașov (1997/1998). De asemenea, a fost membru activ în numeroase organizații și comitete de specialiști în domeniul pădurilor, al ecologiei și mediului în general: membru al Consiliului Științific ICAS (1991-1997); vice-președinte al Comisiei de Silvicultură a Colegiului Național Consultativ al Guvernului pentru cercetare științifică (1995-1998); membru în Comisia de Avizare-Recepție a Programului Național de Mediu (1997); expert al Ministerului Apelor Pădurilor și Protecției Mediului pe probleme de ecologie și păduri montane (1999); membru al Consiliului de Administrație a Regiei

Autonome a Pădurilor - Romsilva RA (1993-1996); membru în Colegiul de Redacție al Revistei Pădurilor (1993-1997); președinte al Societății Inginerilor Forestieri din cadrul AGIR (1996-2006); membru în Consiliul de conducere AGIR (1997); vice-președinte al Societății Naționale de Știința Solului din România (2000-2006); membru în Colegiul de redacție al Revistei Pădurilor (2000-2004); membru în Colegiul de redacție al Revistei Știința Solului (2001-2006).

Deci, o perioadă de aproape 15 ani cu multiple și importante activități și responsabilități pe care le-a îndeplinit cu perseverență, în același timp cu activitatea de cercetare științifică pe care a desfășurat-o fără încetare și care s-a concretizat și în numeroase publicații științifice în țară și străinătate (peste 100 de lucrări), precum și în studii și proiecte elaborate.

În ultimii 5 ani s-a implicat și în proiecte de cercetare științifică în cooperare internațională, iar în cadrul Institutului de Cercetări și Amenajări Silvice a răspuns de 3 teme majore de cercetare și de un proiect (CEEX) de mare întindere și profunzime științifică.

În mod evident, toate aceste preocupări au însemnat eforturi deosebite din toate punctele de vedere pe care le-a exercitat însă cu discreție și cu perseverență deosebită. Se poate spune că în ultimii ani ai vieții s-a aflat într-un maxim de activitate științifică și de alte preocupări pe care le-a desfășurat cu dragoste la ferma sa din comuna natală.

Era în plină maturitate profesională și afirmare științifică, urma să realizeze și lucrări de sinteză, de care silvicultura are atâta nevoie, așa încât, dispariția sa lasă un imens gol în domeniul cunoașterii pădurilor în general și în cel al științei solului în special.

Dumnezeu să-l odihnească în pace!

**Dr. ing. Constantin Roșu**



**ACADEMICIANUL MIRCEA  
MOȚOC**  
**(3 Iunie 1916 – 23 Octombrie  
2006)**

S-a născut la 3 Iunie 1916 în comuna Dăești, Județul Vâlcea. A terminat în 1941 Facultatea de Agronomie din București și a obținut titlul de doctor în agronomie la aceeași facultate în 1963. A fost ales membru titular al Academiei de Științe Agricole și Silvice în 1969, membru corespondent al Academiei Române în 1963 și membru titular al acesteia în 1990. A fost membru al Societății Naționale Române de Știința Solului de la înființarea acesteia, în 1961. A decedat la București la 23 Octombrie 2006.

După o scurtă perioadă de lucru la un ocol agricol și după participarea pe front, și-a început activitatea de cercetare la Institutul de Cercetări Agronomice al României în 1944. Aici a lucrat, inițial sub conducerea lui Irimie Staicu, dar curând după trecerea acestuia ca profesor la Facultatea de Agronomie din Timișoara conducând el însuși aceste cercetări, în probleme de eroziunea solului. A coordonat primele parcele de control al scurgerii și eroziunii (Câmpia Turzii, Valu lui Traian, și altele).

În 1949 în cadrul ICAR s-a înființat Secția de îmbunătățiri Funciare, condusă de I. M. Gheorghiu, inițial cu un laborator de irigații și un laborator de combatere a eroziunii. Mircea Moțoc a condus acest din urmă laborator, diversificând activitatea respectivă, inițiind câmpuri experimentale de combatere a eroziunii, coordonând și formând un grup de tineri cercetători. În 1953 a avut rolul principal în crearea unei noi instituții de cercetare profilate pe problemele de eroziune, stațiunea de la Perieni. La mijlocul anilor 50', din motive politice, a trebuit să părăsească ICAR-ul, trecând la nou înființatul Institut de Cercetări Horti-

Viticole, unde a continuat activitatea de cercetare în domeniul eroziunii, îndeosebi în plantațiile de vii și pomi fructiferi, organizând câmpuri experimentale și perimetre pilot demonstrative la numeroase stațiuni, printre care Voinești, Ștefanești, Târgu Jiu, Geoagiu, Bistrița-Năsăud. Totodată, a avut la acest institut funcția de director științific, aducând o importanta contribuție la formarea cadrelor și organizarea tematicii respective. În 1966, odată cu înființarea Institutului de Cercetări pentru Îmbunătățiri Funciare și Pedologie (continuatorul secțiilor respective din ICAR), Mircea Motoc a trecut la acesta, conducând activitatea de cercetare în domeniul eroziunii. A continuat activitatea de cercetare în câmpuri experimentale și a extins preocupările respective prin studii de modelare (elaborarea modelului numit în prezent ROMSEM, o extindere și adaptare la condițiile României a modelului american USLE) și analiza la nivel național a extinderii proceselor de eroziune (1982). Totodată, a colaborat îndeaproape cu activitatea de proiectare și execuție a lucrărilor de combatere a eroziunii, prin consultații, vizite în teren, participare directă la avizare de proiecte, participare directă la elaborarea Metodologiei de Proiectare elaborate de Institutul de Studii și Proiectări de Îmbunătățiri Funciare (1973). În 1969, la înființarea Academiei de Științe Agricole și Silvicultură, a fost ales secretar general al acesteia, funcție pe care a ocupat-o până în 1973, unde a avut un rol major în organizarea noilor instituții de cercetare, stabilirea tematicii, promovarea cadrelor. În același timp, a continuat să coordoneze și să îndrume cercetările de specialitate în rețeaua stațiilor experimentale amplasate pe teritorii supuse eroziunii.

Mircea Moțoc a activat în învățământul superior agronomic încă din 1949, iar din 1973 a trecut cu funcție de baza la Institutul Agronomic din București, predând cursul de eroziune a solului. În perioada 1976-1977 a fost decan al Facultății de Îmbunătățiri Funciare. Și în această perioadă a îndrumat în continuare, în mare măsură, activitatea de cercetare de la numeroase instituții de profil, preocupându-se de asemenea de formarea cadrelor de specialitate din învățământ și de orientarea lor nu numai pe activitate de predare, ci și de cercetare. A activat de asemenea ca conducător de doctorat.

Pe lângă numeroasele lucrări de cercetare de specialitate publicate în diferite Anale, reviste de specialitate și volume ale unor manifestări științifice interne și internaționale, Mircea Moțoc a publicat un tratat privind eroziunea solului și combaterea acesteia, tratat care sintetizează aceste probleme, specificul lor în condițiile României, rezultatele

cercetărilor proprii și ale colaboratorilor săi. Acest tratat a fost publicat, ca singur autor sau cu un colectiv de colaboratori, în trei ediții succesive (1959, 1963, 1975), la acestea adaugându-se o traducere în limba rusă (1980).

Desigur, problemele eroziunii solului sunt în mare parte componente ale științei solului, Mircea Moțoc fiind astfel un pion de bază al acestei științe în ultimii 60 de ani. În activitatea sa sunt însă și unele momente de participare directă la activitate pedologică. Astfel, în primii ani după război, la Academia Română a funcționat Comisiunea de Cercetare a Pământului Românesc (vicepreședinte Gheorghe Ionescu-Sișești), reunind numeroși specialiști de profil din Institutul Geologic, ICAR și învățământul superior. Aici s-au efectuat primele lucrări de cartare complexă a solului, cu privire specială la terenurile afectate de eroziune. Mircea Moțoc a participat activ la aceste lucrări în bazinul Călnăului din Subcarpații de Curbură. Ulterior, în 1949-1950, el a condus lucrările de cartare pedologică în bazinul hidrografic al Canalului Dunăre - Marea Neagră, destinate a contribui la fundamentarea proiectului de combatere a eroziunii cu lucrări tehnice prevăzute a fi realizate odată cu construirea acestui canal pentru a evita ulterioara lui înămolire. Aspecte importante privind elemente de sol necesare în studiul eroziunii, în principal indicatori de estimare a riscului de eroziune, au fost introduși pe baza cercetărilor lui Mircea Moțoc în Metodologia de Elaborare a Studiilor Pedologice (ICPA, 1987). În activitatea sa didactică, imediat după 1949, Mircea Moțoc a predat la Institutul Agronomic din București cursul de pedologie.

Aș dori să menționez și unele aspecte de ordin personal. În primii mei ani de activitate am lucrat sub conducerea directă a lui Mircea Moțoc, inclusiv în cadrul echipei sale de cartare a solurilor din zona Canalului Dunăre - Marea Neagră. Aici am căpătat noțiunile de bază privind aceasta activitate și, la recomandările lui Mircea Moțoc, am încercat pentru prima dată să efectuez determinări de viteză de infiltrație. În anii următori, fără a mai lucra direct în echipele sale, am primit oridecâteori am solicitat îndrumări, sfaturi profesionale, ajutor în diferite probleme. Totodată, indirect, activitatea lui Mircea Motoc, felul sau de a fi, comunicativitatea, modestia sa, și multe altele sunt exemple de urmat, pe care mulți din colaboratorii lui au încercat să le urmeze.

Încetarea din viața a lui Mircea Moțoc este o pierdere grea pentru științele noastre agricole, pentru știința noastră a solului.

**Dr. ing. A. Canarache**