

# Tehnologii agroambientale și calitatea solurilor

## 1. Introducere

Cu cât tehnologia umană se dezvoltă, cu atât devine mai important studiul influenței ei asupra mediului; asupra solului, apei, aerului, florei și faunei. Problema calității componentelor ambientale a devenit o chestiune de interes public care vizează în principal asigurarea unui mod de existență sănătos și armonios lipsit de modificări bruște și puternice ale habitatelor umane și nu numai, sub influența măsurilor tehnologice.

Pe de altă parte, tehnologia însăși trebuie să facă față unor elemente ale mediului (cu care se confruntă), luând în considerare influența acestora asupra diferitelor componente ale lanțului tehnologic. Acesta explică de ce la ora actuală studiile asupra interacțiunilor dintre mediu și tehnologie, constituie o parte substanțială a eforturilor care se fac pe plan științific.

În pofida faptului că lumea tehnologică este interesată în special de rezultate și progres, fiind mai puțin preocupată de calea care conduce la atingerea acestora, interesul opiniei publice în legătură cu pericolul poluării mediului și degradării resurselor naturale sub influența unor tehnologii a crescut în asemenea măsură, încât a devenit subiect al fundamentării strategiilor politice

## 2. Conceptul de calitate a solului

Folosit prin analogie cu alți termeni cum sunt calitatea aerului, calitatea mediului, noțiunea de calitate a solului introdusă relativ recent este din ce în ce mai frecvent folosită, în pofida diverselor conotații care conduc de multe ori la o serie de confuzii.

În general ideea de calitate a solului variază în funcție de modul de abordare care poartă amprenta gradului de instruire și calificare a celor implicați. Astfel:

- Pentru agricultori calitatea se referă în special la productivitate, exploatare, profit, grad de conservare a fertilității;
- Pentru silvicultori, calitatea include suport, biodiversitate, capacitate de rezistență;
- Pentru naturaliști sau geografi calitatea solului înseamnă în primul rând capacitatea lui de a se integra armonios în peisajul geografic;

- Pentru cei care se ocupă cu problema de mediu, calitatea solului integrează o serie de de caracteristici cum ar fi capacitatea de a-și îndeplini funcțiile în cadrul ecosistemului sau geosistemului, potențial în menținerea biodiversității precum și a calității apei, aerului, ciclul nutrienților .

Aceasta explică într-o oarecare măsură faptul că nici până la ora actuală nu se poate vorbi despre o definiție clară și precisă a noțiunii de calitate a solului. Trebuie însă subliniată tendința manifestată în prezent de a lega această noțiune de utilizare sau întrebuințarea solului datorită faptului că acest concept implică o serie de caracteristici care definesc relații subiectiv-obiective, considerate antropocentric, referitoare la starea de satisfacere a cerințelor umane sau de gradul în care corespunde utilizărilor specifice (de a fi bun sau rău). Această tendință se accentuează pe măsura clarificării raportului sol-teren, cunoașterea solului rămânând baza necesară indispensabilă pentru valorificarea unui teritoriu, care se face prin completarea informației edafice cu cea referitoare la mediul ambiant (Florea, 2003).

În acest context, definiția dată de Doran și Parkin (1994) calității solului ca fiind capacitatea de a funcționa în interiorul granițelor unui ecosistem pentru susținerea productivității biologice, menținerea calității mediului și asigurarea sănătății viețuitoarelor și habitatului este cea mai utilizată fiind conformă cu principalele funcții ale solului. Întrucât această capacitate de funcționare poate suferi modificări rezultate din utilizarea terenului și deciziile manageriale putem considera că în sens larg calitatea solului poate fi folosită ca un indicator al sustenabilității (Doran și colab. 1996).

Calitatea solului integrează o serie de însușiri native (naturale) care pot determina anumite restricții în privința folosirii, precum și o serie de însușiri dobândite în urma unor intervenții antropice, care pot modifica pozitiv sau negativ însușirile naturale.

Cu alte cuvinte în condițiile unui ecosistem natural un sol va avea o altă calitate comparativ cu cea pe care o va avea în condițiile unui sistem managerial.

Utilizate în mod irațional și iresponsabil măsurile antropice au ca efect degradarea și poluarea mediului edafic afectând nu numai calitatea ci și sănătatea solului. Noțiunile de calitate și sănătate a solului sunt distincte. În comparație cu calitatea solului noțiunea de sănătate a solului are o conotație abstractă dată de dificultatea precizării anumitor parametrii care pot fi integrați acestui concept (DeKimpe, 2002). În pofida acestuia aspect, există o serie de factori dăunători sănătății solului care sunt ușor de identificat fiind legați de poluarea industrială, practicile de depozitare a deșeurilor, așezările urbane, tehnologiile agricole sau alte practici folosite în ferme ș. a.

Problema folosirii unor indicatori siguri ai calității solului constituie o condiție sine qua non în evaluarea degradării solului precum și a necesității și nivelului de remediere

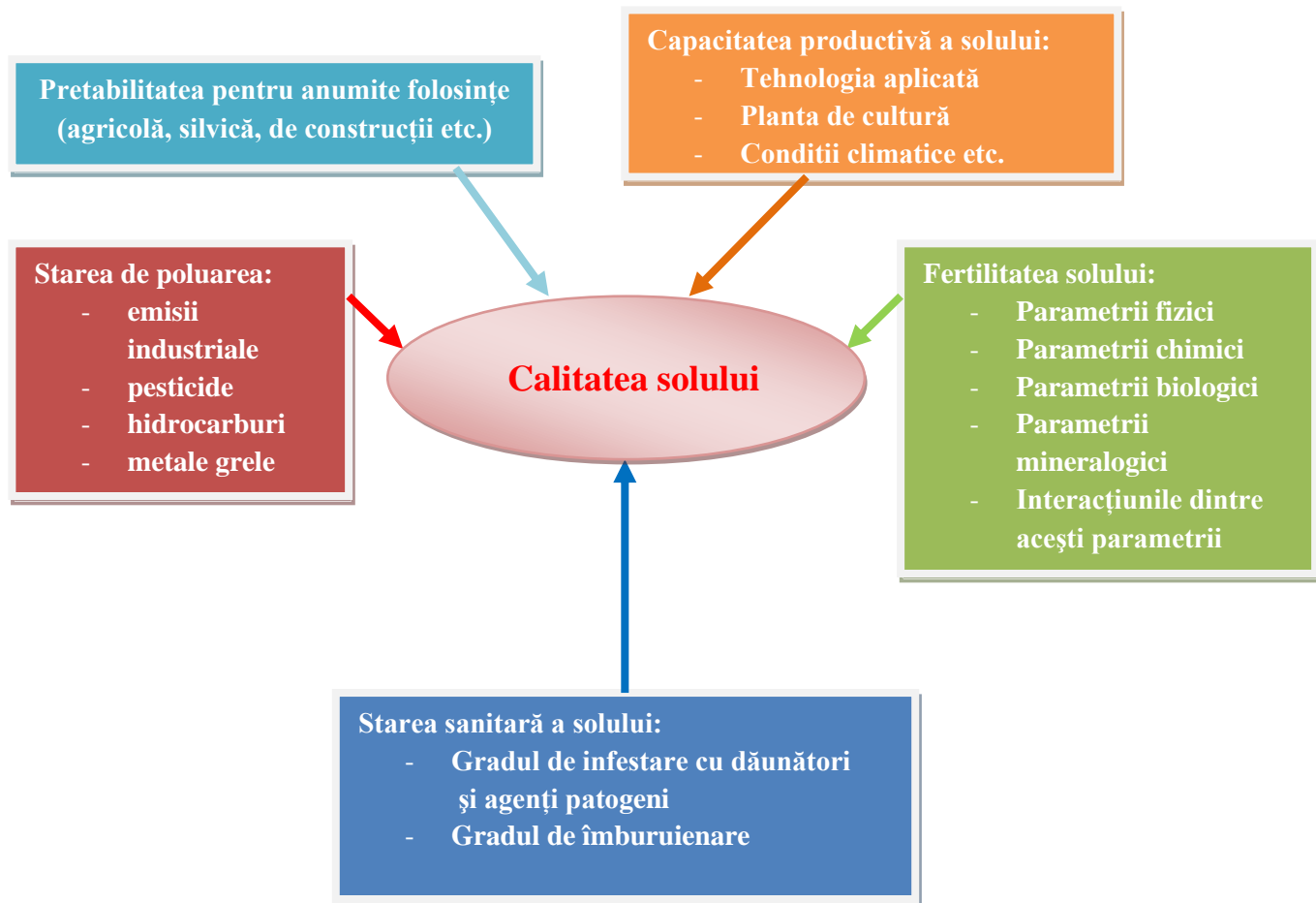
necesare și de aici legătura cu sănătatea solului. Trebuie subliniat faptul că în pofida caracterului distinct al celor două noțiuni, atributele sau indicatorii prin care se definesc în prezent sunt în majoritatea cazurilor aceiași.

După cum subliniau Florea și Ignat (2007) noțiunea complexă de calitate a solului are o latură relativ stabilă determinată de însușiri care se modifică foarte greu sau deloc în orice condiții de utilizare și alta relativ variabilă (modificabilă) determinată de însușiri care se schimbă ușor sau moderat (pe termen lung sau mediu). Cu toate că în definirea calității ambele laturi au aceeași importanță, din punct de vedere al managementului resurselor de sol, însușirile relativ variabile capătă o atenție deosebită.

Dintre caracteristicile importante care definesc și influențează evoluția calității unui sol menționăm rezistența și reziliența solului. Prin rezistența solului se înțelege capacitatea lui de a opune modificărilor care pot afecta unele proprietăți sau funcții atunci când este confruntat cu acțiuni din exterior sau perturbări accidentale sau periodice. Exemple de rezistență care se pot da se referă la capacitatea de tamponare a solului la acidifierea provocată de ploile acide sau îngrășăminte cu caracter acid, sau la reacția de răspuns a solului la reducerea concentrației de nutrienți în soluția solului.

Reziliența solului este abilitatea acestuia de a se reface sau de a reveni la o stare apropiată de cea normală după ce a suferit o perturbare sau stress, precum și viteza cu care are loc refacerea.

Caracterul integrator al conceptului de calitate a solului rezidă în faptul că această noțiune înglobează însușiri de prim rang ale solului ca fertilitatea și productivitatea alături de alte elemente care se referă la starea de poluare a solului, starea sanitară a solului și preabilitatea lui pentru anumite folosințe. Ele sunt prezentate în fig.1 (după Gheorghită, 2006, cu modificări). Toate aceste componente integrate conceptului respectiv conțin elemente cu un anumit potențial de cuantificare, capabile de a oferi anumiți indicatori.



### 3. Relații calitate – funcții – însușiri – componenți la nivelul mediului edafic

Considerat stratul de interfață sau zona de legătură sau întrepătrundere între scoarța terestră, atmosferă, hidrosferă și biosferă prin care se realizează schimbul de substanță și energie, schimb care stă la baza perpetuării vieții, solul îndeplinește o sumedenie de funcții cu rol ecologic, socio – economic, energetic, tehnic – industrial, patrimoniu cognitiv.

Funcțiile ecologice privesc solul ca un component esențial al ecosistemelor naturale sau manageriale care exercită un rol de tampon pentru variațiile climatice bruște, de filtru de protecție pentru prevenirea contaminării apei freactice, deepurator prin distrugerea substanțelor organice străine sau agenților patogeni, de habitat biologic păstrător al biodiversității viețuitoarelor.

Funcțiile socio – economice iau în considerare contribuția solului la producerea de substanță vegetală care constituie materia primă sau de bază pentru alimente,

îmbrăcămintă, combustibil, precum și contribuția la regenerarea capacității de producție prin recircularea unor elemente chimice.

Funcțiile energetice au la bază acumularea de energie chimică și transferul de substanțe și energie între geosfere, precum și absorbția căldurii (radiație solară) și propagarea ei în atmosferă.

Funcțiile tehnico – industriale sunt date de rolul solului ca bază fizică spațială pentru diferite infrastructuri legate de activitatea antropică și ca materie primă pentru industrie.

Funcțiile de patrimoniu cognitiv sunt datorate memoriei solului și abilității lui de a înregistra sub forma unor trăsături relictă momente ale evoluției uscatului sau de a păstra unele mărturii ale istoriei civilizației.

Conform datelor oferite de USDA – NRCS principalele funcții legate de calitatea solului sunt următoarele: (Florea și Ignat, 2007)

- Susținerea activității biologice (creșterea plantelor, dezvoltarea microorganismelor, creșterea animalelor) a biodiversității și productivității prin asigurarea unui mediu fizic, chimic și biologic favorabil dezvoltării viețuitoarelor și schimbului de apă, aer, nutrienți și energie.
- Reglarea regimului de apă și de aer (distribuția fluxului de apă între infiltrație și scurgere la suprafață, stocare, drenaj în adâncime) și formarea soluției solului cu nutrienți și alte substanțe.
- Acumularea, reglarea eliberării și aprovizionării cu nutrienți și alte elemente prin reciclarea acestora (cicluri biogeochimice) cu ajutorul viețuitoarelor din sol (edafon).
- Filtrarea, tamponarea, transformarea, imobilizarea, îndepărtarea și detoxficarea materialelor organice sau anorganice (inclusiv deșeuri municipale, animaliere, industriale, depuneri atmosferice) acționând pentru protecția calității apei, aerului și edafonului.
- Suport pentru clădiri și diferite infrastructuri și protecție pentru comori arheologice și situri asociate cu locuri umane vechi.

Aceste funcții sunt asigurate de însușirile fizice, chimice, biologice și mineralogice ale solului care pot fi parametrizate. Evaluarea calității solului implică măsurarea unor proprietăți sau însușiri ale solului care servesc ca indicatori sensibili la modificarea funcțiilor solului rezultate din utilizarea și managementul resurselor de sol (Seybold și colab., 1998; Karlen și colab., 1997).

Din punct de vedere al reacției de răspuns, mai precis al ratei de modificare la intervențiile manageriale sau alte activități ce au ca rezultat degradarea mediului edafic, proprietățile solului pot fi grupate în mai multe categorii (Florea, 2007).

1. Proprietăți relativ stabile care manifestă o sensibilitate redusă sau sunt chiar relativ insensibile la intervențiile respective, cum ar fi textura, caracterul scheletic, mineralogia.
2. Proprietăți labile care se modifică rapid, chiar de la o zi la alta, ca rezultat al modificărilor meteorologice sau al unor practici manageriale curente. În rândul acestora menționăm conținutul de apă, densitatea aparentă, conținutul ed N, P, K accesibile, pH-ul, respirația solului, compoziția aerului din sol.
3. Proprietăți intermediare care se pot modifica sub influența unor activități desfășurate pe termen mediu sau lung. Aici intră conținutul de materie organică, conținutul de C organic activ, biomasa microbiană, structura solului, respirația specifică, etc.

Având în vedere că însușirile solului reflectă într-o măsură apreciabilă proprietățile componentelor săi individuali care interacționează între ei, identificarea și caracterizarea acestora este esențială pentru evaluarea însușirilor, ce se poate face cu ajutorul unor attribute sau indicatori. Determinarea acestor indicatori care exprimă calitatea solului trebuie să stea la baza evaluărilor privind degradarea și poluarea solului și necesitatea remedierilor respective. În acest context așa cum remarcă McGrath (1998) discuțiile privind calitatea solului trebuie canalizate pe protecția și păstrarea funcțiilor solului implicate în supraviețuirea continuă a biosferei (producerea de hrană și asigurarea suportului creșterii plantelor, filtrarea apei și poluanților, distrugerea poluanților organici, implicarea în funcțiile ecosistemelor inclusiv aprovizionarea habitatului și participarea la ciclurile nutrienților).

#### **4. Evaluarea calității solului. Indici de calitate**

Calitatea solului nu poate fi măsurată direct deoarece ea este dată de o serie de proprietăți ale solului rezultate în urma unor procese fizice, chimice, biologice și mineralogice care se desfășoară în mediul edafic. Din această cauză evaluarea calității solului se face indirect prin folosirea unor indicatori calitativi și cantitativi care măsoară proprietățile semnificative pentru procesele care au loc în sol.

Evaluarea calității solului necesită două aspecte importante (Florea și Ignat 2007):

1. Stabilirea unui sistem de referință față de care se poate raporta capacitatea funcțională a unui sol. Acest sistem de referință poate fi constituit dintr-un sol diferit, dar reprezentativ sub aspectul răspândirii în teritoriu sau sub aspectul

semnificației agricole, sau dintr-un sol similar aflat sub vegetație nativă, ori păstrat ca martor.

2. Precizarea scopului în care se face evaluarea sau a condițiilor de funcționare, deci în raport cu situația concretă de utilizare a solului, deoarece aceeași proprietate a unui sol poate fi bună pentru o anumită folosință, plantă sau management, rea pentru altă folosință sau indiferentă pentru alte situații.

În condiții normale adică în absența unor intervenții cu efecte dăunătoare semnificative, definirea și evaluarea calității solului poate deveni o operație dificilă datorită unor tendințe contradictorii de evoluție a valorilor unor indici precum și a modului în care se face interpretarea unor indicatori. Cercetările asupra evoluției unor indici ai calității solului din anumite areale situate în California, bazate pe investigarea unor probe perechi recoltate la intervale de timp diferite au arătat după 60 de ani o creștere semnificativă a fosforului disponibil, carbonului total, pH – lui și conținutului de argilă și o reducere a conductivității electrice a conținutului de nisip (DeClerk și colab, 2003). Rezultatele obținute au indicat că gradul de modificare a însușirilor menționate a variat cu utilizarea terenurilor și regiunea geografică.

Indicatorii de calitate a solului pot fi divizați în două grupe principale: indicatori descriptivi și analitici. Indicatorii analitici sunt preferați de specialiști pentru că sunt cantitativi, în timp ce indicatorii descriptivi sunt la îndemâna fermierilor sau a unor persoane mai puțin avizate (Cameron și colab, 1998).

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

Atunci când calitatea solului este afectată profund de contaminanți al căror impact pot dăuna nu numai sănătății solului ci și a întregului ecosistem ea trebuie privită din două perspective:

- Gradul sau măsura în care anumite funcții ale solului sunt deriorate de către contaminanți
- Abilitatea solului de a fixa, detoxifia și degrada contaminantul respectiv.

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

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

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

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

În care gradul de acceptare pentru indicatorul respectiv (A) reprezintă suma unor caracteristici sau parametri care primesc un punctaj de la 1 la 5, bazat pe cunoștințe și experiență. Această sumă este alcătuită din sensibilitatea indicatorului la procesele de degradare sau remediere (S), ușurința de înțelegere a semnificației valorii indicatorului (U), eficiența măsurătorii indicatorului (M), influența predictibilă a proprietății asupra sănătății solului, plantelor și animalelor precum și a productivității (I), relația cu procesele din ecosistem implicate în calitatea și sustenabilitatea mediului (R).

Cu toată convenționalitatea unui astfel de procedeu o succintă analiză a pretabilității atributelor care exprimă diferitele însușiri ale solului în lumina parametrilor incluși în ecuația lui Cameron și colab. ne conduce la gruparea indicatorilor în două categorii principale. O categorie alcătuită din indicatorii care exprimă însușirile fizice, chimice și

biologice ale solului pe de o parte și o categorie care exprimă însușirile mineralogice ale solului pe de alta.

Acest paralelism între cele două categorii îl începem cu:

#### **4.1. Sensibilitatea la procesele de degradare sau de remediere.**

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

Dacă la cele menționate adăugăm și restricțiile impuse intervalului de timp necesar unor modificări semnificative (percepute sub aspect analitic) datorită unor reacții provocate de intervențiile umane atunci trebuie să recunoaștem că un indicator mineralogic va primi în general un punctaj mai redus (comparativ cu alți indicatori de altă natură) pentru acest prim termen al ecuației lui Cameron și colab.

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

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

Indicatorii aparținând primei categorii se obțin în general prin măsurători directe sau indirecte folosindu-se anumite formule sau funcții de pedotransfer (relații matematice între două sau mai multe proprietăți ale solului care arată o confidență statistică la nivel

ridicat. Valorile acestor indicatori care caracterizează anumite proprietăți fizice, chimice și biologice sunt ușor de interpretat și comparat.

Apelând la mijloace instrumentale de analiză care furnizează informații la nivel micro (micronic și sub micronic) mineralogia, în special cea a argilei (fracțiunea anorganică cea mai activă a solului) relevă o serie de aspecte legate de modul intim de organizare a materiei solului precum și de procesele care se desfășoară la acest nivel. Astfel de informații sunt de multe ori inaccesibile metodelor utilizate curent de celelalte domenii de cercetare a solului, care furnizează un alt tip de informație pe care îl vom denumi în mod convențional macro. În acest context semnificația valorilor indicatorilor mineralogici este condiționată de conversia informației micro → macro prin găsirea sau stabilirea unor relații între parametrii mineralogici și cei care exprimă celelalte însușiri ale solului. Datele existente până în prezent demonstrează posibilitatea stabilirii unor astfel de relații în anumite condiții, oferind totodată o imagine complexă asupra utilității și utilizării informației mineralogice în cunoașterea detaliată a mediilor edafice. (Crăciun, 2000)

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

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

În aceste condiții, semnificația indicatorilor mineralogici sub aspectul ușurinței de înțelegere a valorilor este mai redusă comparativ cu semnificația indicatorilor care exprimă celelalte însușiri ale solului.

### **4.3. Eficiența măsurătorii**

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

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

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

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

Influența factorilor mineralogici asupra unor indicatori biologici se manifestă, de obicei în mod indirect prin intermediul unor factori denatură fizică sau chimică. La aceasta se adaugă cazurile în care mineralele au un rol catalitic pentru anumite reacții care se desfășoară în mediile edafice, cu consecințe asupra sănătății organismelor solului și ecosistemului. Există însă și situații în care influența unor parametri mineralogici asupra sănătății acestor organisme este directă. Este cazul incidenței unor minerale asupra agresivității și răspândirii unor boli cum sunt fuzarioza la banieri (Stotzley și colab. 1961) și cadangul la cocotieri (Galvez, 1962, citat de Grimm, 1968). Rezultatele unor cercetări au reliefat rolul inhibitor al montmorillonitului asupra unor boli provocate rădăcinilor de bananieri de către unele specii de fungi cum sunt *Fusarium wilt* (Alabouvette, 1986) și *Cylindrocladium sp.* (Schadek și colab., 1998).

În ceea ce privește influența predictibilă asupra productivității, situația este mult mai complexă nu numai pentru însușirile mineralogice ale solului ci și pentru celelalte însușiri, deoarece productivitatea efectivă a unui teren nu este o proprietate a solului ci

este un concept economic care integrează trei elemente și anume: solul prin fertilitate, planta prin potențialul bioproductiv și managementul prin nivelul tehnologic și organizarea activității de producție (Florea, 2003).

#### **4.5. Relația cu procesele din ecosistem**

Este vorba, în special, de acele procese care reflectă, în mare, aspecte ale calității mediului și durabilitatea, și din acest punct de vedere trebuie subliniată apropierea celor două categorii de factori datorită interacțiunii permanente la nivelul solului între componentii celor trei faze care alcătuiesc acest corp natural.

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

Inactivarea unor poluanți (xenobiotice, metale grele etc.) prin imbolizarea acestora (adsorbție, fixare);

Bioprotecția care este asigurată prin sechestrarea și inactivarea poluanților sau prin adsorbția microorganismelor care conduc la scoaterea lor de sub incidența poluanților;

Impactul mineralelor asupra activității celorlalți factori (substanțe organice și organisme) de inactivare sau de remediere a fenomenelor de poluare.

Ca o remarcă generală trebuie subliniat faptul că în toate aceste direcții în care se manifestă, mineralele se constituie ca o a doua verigă principală după substanțele humice, uneori activitatea lor fiind tot atât de importantă ca cea a materiei organice.

Paralelismul între cele două categorii de indicatori subliniază faptul că în conformitate cu parametrii incluși în formula lui Cameron și colab., (1998) calitatea solului poate fi mult mai ușor percepută prin intermediul unor însușiri fizice, chimice și biologice, datorită sensibilității acestor însușiri și abilității lor de a furniza indicatori sensibili la modificările calitative ale mediilor edafice. Acești indicatori sunt rezultatul unor determinări analitice de rutină.

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

Relațiile stabilite între parametrii mineralogici și indicii de calitate care exprimă celelalte însușiri ale solului ne sugerează că indicatorii care reflectă calitatea solului sunt aspect fizic, chimic și biologic în corporează sau integrează aspecte legate de însușirile mineralogice ale solului (Crăciun, 2000; Crăciun și colab, 2004).

Chiar dacă posibilitățile însușirilor mineralogice de a furniza indicatori de calitate a solului sunt mai reduse, comparativ cu celelalte însușiri, mineralogia poate oferi informații utile privind evoluția unor indicatori de calitate a solului în anumite condiții, precum și date referitoare la eficientizarea unor măsuri de remediere a calității solului afectată de modificări nedorite a unor proprietăți (Crăciun și colab., 2004).

Pe de altă parte, acest paralelism explică de ce majoritatea indicatorilor folosiți pentru aprecierea calității solului sunt cei care exprimă proprietăți fizice, chimice și biologice ale mediilor edafice.

Numeroase date existente în literatura de specialitate (Cameron și colab. 1998; McGrath. 1998; DeKimpe și Prasittiketh, 2002; Brady și Weil, 2002) ne arată că cei mai folosiți indicatori sunt:

#### **4.6. Indicatori fizici**

După cum este cunoscut determinările unor însușiri fizice cum ar fi densitatea aparentă, porozitatea, rezistența la penetrare pot servi în anumite situații ca indicatori de calitate a solului demonstrându-și utilitatea în aprecierile privind comportarea sau tasarea solului, după cum măsurătorile de stabilitate a agregatelor pot conduce la stabilirea unor indici de susceptibilitate a structurii solului la degradare. În funcție de situație și alte măsurători privind însușirile fizice și hidrofizice pot servi la obținerea unor indicatori de calitate a solului, cum ar fi capacitatea de reținere a apei care este corelată cu reținerea și transportul apei, cu erodabilitatea hidrică, cu lucrabilitatea și traficabilitatea etc.

Cercetările recente în câmpurile experimentale de lungă durată au dus la obținerea unor parametrii noi adecvați aprecierii calității fizice a solului sub aspectul capacității

acestui de stocare a apei (raportul capacitate de câmp/porozitate) și aerului (raportul capacitate pentru aer/porozitate) (Reynolds și colab., 2002).

#### **4.7. Indicators chimici**

Măsurătorile efectuate asupra unor proprietăți chimice legate de fertilitatea solurilor ca pH (care definește pragurile de activitate chimică și biologică, N, P, K) forme extractabile care definesc accesibilitatea nutrienților pentru plante), materie organică (totală și activă; care definește stabilitatea structurală și fertilitatea potențială), conductivitatea electrică (care definește pragurile de activitate microbiană și a plantelor) pot furniza o serie de indicatori de calitate a solurilor.

În cazurile în care intră în discuție probabilitatea unor contaminări sau poluări apare necesitatea unor indicatori rezultați din determinările contaminanților sau poluanților (metale grele, pesticide, hidrocarburi).

#### **4.8. Indicators biologici**

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

#### **4.9. Indicators mineralogici**

Transformarea ecosistemelor naturale în agroecosisteme, precum și managementul acestora din urmă afectează proprietățile solului nu numai în plan fizic, chimic și biologic, ci și mineralogic. De altfel rezultatele unor cercetări efectuate în ultimele decenii au pus în evidență o serie de modificări ale proprietăților mineralogice sub influența unor intervenții antropice (Tributh 1981, Ross și colab. 1985, Crăciun și Kurtinecz 1983, 1987, Gâță și colab. 1987, Crăciun 2000).

În măsura în care cuantificarea unor astfel de modificări sau procese avansează (și sunt semne încurajatoare în acest sens) este rezonabil să admitem că mineralogia ar putea furniza în mod asemănător celorlalte domenii de investigare a însușirilor solului, o serie de indicatori privind calitatea solului. Acești indicatori ar putea fi legați de conținutul anumitor minerale din sol implicate în regimul unor nutrienți cum ar fi K sau N (minerale

argiloase) sau P (sescvioxizi) sau de raportul anumitor componente mineralogici din sol. Altă categorie de indicatori ar putea fi legată de desfășurarea și intensitatea unor procese de alterare la nivelul substratului mineralogic al mediilor edafice.

Din păcate, indicatorii mineralogici sunt ignorați în prezent unul din motivele principale constituind faptul că determinările mineralogice folosite în prezent nu pot fi considerate de rutină. Cu toate acestea există situații în care anumiți indicatori mineralogici pot facilita obținerea unor informații privind reacția de răspuns a solului la diferite intervenții manageriale (Crăciun și colab. 2004).

## **5. Tehnologiile convenționale versus tehnologiile agro-ambientale**

Un sistem de agricultură este definit printr-un complex de măsuri pedo-ameliorative, agrofitehnice, zootehnice, economice, organizatorice etc., în vederea folosirii resurselor umane și naturale la desfășurarea procesului de producție agricolă. Denumit adeseori după una din verigile caracteristice ale complexului specific de măsuri, sistemul de agricultură este determinat de contextul istoric al dezvoltării științifice și tehnice, de condițiile naturale, sociale, economice și politice.

Agricultura convențională este cunoscută și sub denumirea de sistem de agricultură cu plante prășitoare (porumb, floarea soarelui, sfeclă etc.), acestea ocupând aproximativ jumătate din structura culturilor în fermă. Utilizat inițial sub formă extensivă, acest sistem a devenit intensiv începând cu a doua jumătate a secolului XX, prin folosirea generalizată a soiurilor și hibridilor de mare productivitate, cantități mari de îngrășăminte chimice, pesticide și mecanizare cvasi-totală. Sistemul s-a transformat astfel dintr-un complex de măsuri orientat spre subzistența producătorilor spre constituirea unor entități economice capital-intensive, a căror durabilitate depinde, în exclusivitate, de factorii economici, urmărindu-se creșterea randamentului și simplificarea muncii fizice.

Acest sistem prezintă pe termen limitat o serie de avantaje:

- producții agricole ridicate;
- preț de cost redus;
- profit ridicat;
- competitivitate mare pe piața de desfacere;
- productivitate mare a muncii;
- grad mare de asimilare a progresului științific și tehnic.

Prin aplicarea acestui sistem în cursul ultimelor decenii munca în agricultură tinde să devină similară cu procesul producției industriale, facilitând:

- epuizarea surselor de energie și materii prime;

- degradarea mediului înconjurător;
- alterarea calității biologice la diverse niveluri structurale ale biosferei;
- scăderea fertilității solurilor cultivate;
- slăbirea rezistenței la boli a plantelor, animalelor și omului;
- poluarea solului, apei, aerului și alimentelor cu substanțe nocive sau elemente minerale reziduale;
- instabilitatea recoltelor.

În prezent se manifestă o preocupare crescândă a societății în general și a cercetării științifice în special pentru stabilirea unor soluții de diminuare a impactului ambiental și calitativ negativ al acestui sistem de agricultură.

Deși multe și diverse alte activități economice își aduc contribuția la poluarea mediului, agricultura ocupă primul loc într-o ierarhizare a surselor majore generatoare de poluanți. În acest context, adepții tehnologiilor alternative de agricultură în alianță cu susținătorii mișcărilor ecologiste de protecție a mediului, au adoptat o atitudine critică vehementă față de potențialul distructiv al agriculturii de tip industrial, impunând în mod treptat, în țările dezvoltate, sprijin guvernamental pentru promovarea tehnologiilor agro-ambientale, agricultura ecologică fiind cea mai restrictivă din punct de vedere al impactului de mediu.

Principalul punct de divergență între alternativele agro-ambientale și agricultura convențională îl constituie utilizarea produselor agrochimice de sinteză (fertilizanți solubili, pesticide, erbicide etc.), care sunt interzise sau limitate în agricultura ecologică, în timp ce utilizarea acestora în agricultura convențională este adesea abuzivă. Recent, un alt motiv serios al disputelor îl constituie utilizarea în agricultură a organismelor modificate genetic. Unul din efectele nocive ale tipurilor de agricultură industrială este impactul asupra biodiversității, resursele genetice fiind serios afectate, cu implicații directe asupra conservării fertilității solurilor.

La nivel mondial, deși numărul fermierilor specializați constituie încă o minoritate, tendințele sunt clare: agricultura ecologică prezintă o creștere medie anuală de 20-30%. În Austria, 13% dintre fermieri obțin produse ecologice, în Danemarca și unele regiuni înalte ale Germaniei procentul este de 6%, iar în Suedia și Finlanda de 7%. Acest sistem este cel mai cunoscut și mai practicat dintre alternativele agro-ambientale. În legătură cu denumirile generice ale practicilor ecologice încă nu există un consens: actualmente se folosesc aproximativ 16 denumiri diferite pentru acest gen de agricultură. În timp ce în Anglia și S.U.A. termenul de *agricultură organică* (*organic farming*) este deja consacrat, multe țări din Europa folosesc termenul de *agricultură biologică* pentru practici similare. În Olanda, de exemplu, termenul de *agricultură ecologică* este similar cu agricultura organică. Alt termen uzual este *agricultură*

*regenerativă*, însă disputele pe marginea terminologiei țin deja de o pedanterie academică exagerată.

Important este faptul că sistemul de agricultură ecologică se bazează pe excluderea fertilizanților chimici sintetici, pesticidelor chimice, regulatorilor de creștere și aditivilor sintetici în hrana animalelor. Elementele de bază ale verigilor tehnologice sunt susținute de rotația culturilor, folosirea resturilor vegetale, dejecțiilor animale, îngrășămintelor verzi și chiar a resturilor menajere domestice pentru fertilizare, includerea leguminoaselor în structura culturilor, controlul biologic al bolilor, dăunătorilor și buruienilor. Din punct de vedere conceptual-filozofic, în agricultura ecologică se consideră că practicile într-o fermă trebuie subordonate unei înțelegeri "holistice" a legăturilor sol-plantă-animal-om, solul fiind tratat ca o entitate vie a sistemului și nu ca un laborator de chimie analitică.

Agricultura ecologică nu este un sistem care presupune o întoarcere la metode arhaice (așa cum frecvent se insinuează de către denigratori), chiar dacă refuză implementarea unor aporturi moderne. Folosirea rațională a mijloacelor mecanizate, metodele de conservare a solului, adoptarea unor noi varietăți de culturi (în special cele rezistente la boli și dăunători) sunt similare cu cele din agricultura convențională intensivă.

Principalele avantaje ale acestui sistem sunt:

- crește fertilitatea solului;
- asigură protecția calității apelor;
- conservă biodiversitatea;
- valorifică potențialul fertilizant al diverselor reziduuri organice;
- impune dezvoltarea zootehniei (ferme mixte);
- îmbunătățește și diversifică structura produselor alimentare;
- asigură obținerea unor produse de calitate biologică superioară;
- asigură stabilitatea recoltelor;
- reduce consumurile de energie fosilă;
- crește valoarea estetică a peisajului.

Dezavantajele acestui sistem rezidă în prețul mai ridicat al produselor (etichetate cu marcă de calitate), piață de desfacere strict specializată, productivitate mai scăzută (volum mai mare de forță de muncă implicat în obținerea producției) și uneori poluare temporară a aerului în timpul administrării îngrășămintelor organice.

Conștientizarea problemelor legate de deteriorarea resurselor naturale, poluarea cu nitrați și pesticide a apei, solului și produselor agricole, distrugerea ecosistemelor și diversității biologice, pierderea specificului regional prin uniformizarea peisajului ș.a. generate de intensivizarea tehnologiilor în agricultură au condus în ultimul deceniu la

formularea unui nou concept de abordare tehnologică în agricultură: durabilitatea (sustainability). Numeroși autori au încercat definirea noțiunii de agricultură durabilă care, în mod simplificat, poate fi înțeleasă ca un concept ce poate însuma mai multe sisteme de agricultură care au ca rezultat obținerea pe termen nelimitat a siguranței alimentare, protecției mediului, conservarea biodiversității și calității vieții. Punctul central al agriculturii durabile îl constituie asigurarea resurselor naturale pentru generațiile viitoare la un nivel cel puțin egal cu cel prezent.

Printre componentele de bază ale sistemului de agricultură durabilă se numără:

- structura diversificată a culturilor cu prezența obligatorie a leguminoaselor anuale și perene;
- folosirea obligatorie a asolamentelor;
- raționalizarea sistemului de lucrări ale solului;
- aplicarea cu preponderență a îngrășămintelor organice (gunoi de grajd, compost, resturi vegetale tocate, îngrășămintele verzi etc.) și folosirea îngrășămintelor chimice de sinteză în cantități reduse, doar ca o măsură de completare;
- combaterea integrată a buruienilor, bolilor și dăunătorilor cu folosirea preponderentă a metodelor agrotehnice, fizice și biologice preventive și reducerea aportului de substanțe chimice;
- dezvoltarea fermelor mixte, folosirea și conservarea resurselor naturale locale, aplicarea unor programe economice, administrative, organizatorice și sociale în spiritul unei dezvoltări durabile.

Aceste concepte apropie termenul de agricultură durabilă mai mult de alternativele ecologice decât de agricultura convențională. Întrucât opiniile contradictorii abundă, unii specialiști afirmă că prin trecerea la o agricultură durabilă diferențele între sistemul intensiv și practicile ecologice devin nerelevante.

Recent, ca o măsură vizată de conservatori drept o soluție de compromis prin acceptarea unor soluții tehnologice agro-ambientale iar de către ecologiști doar ca o măsură de conversie spre agricultura durabilă justă (ecologică), s-a cristalizat conceptul de agricultură durabilă "cu aporturi reduse" (*low external input sustainable agriculture - LEISA*), cunoscută în unele țări din Europa ca "*agricultură extensivă*". În mod uzual acest sistem este înțeles ca o alternativă care susține reducerea la maximum a aportului intrărilor produselor externe (fertilizanți, pesticide etc.), vizând scăderea costurilor de producție și protecția mediului. Noul concept poate fi înțeles prin trei criterii de caracterizare:

- criterii ecologice (utilizarea echilibrată a nutrienților și materiei organice, utilizarea eficientă a apei, conservarea diversității resurselor genetice, utilizarea eficientă a energiei, minimalizarea aporturilor externe și a efectelor ambientale negative);
- criterii economice (competitivitate, utilizare eficientă a factorilor de producție, valoare relativă scăzută a aporturilor externe, nivel de trai durabil în comunitatea fermei);
- criterii sociale (potențial de adaptare echitabil pentru toți fermierii, reducerea dependenței de instituțiile externe, securitate alimentară la nivel local și național, valorificarea experienței autohtone, creșterea nivelului de angajare a comunității locale).

Pentru condițiile din România acest sistem a fost definit ca o soluție tehnologică ce folosește pentru fertilizare doar un nivel care să înlocuiască elementele necesare formării recoltei, aplică tratamente fito-sanitare numai la depășirea pragului critic de dăunare și se bazează în principal pe valorificarea resurselor locale.

Pe lângă avantajele de ordin ambiental și costul de producție scăzut (reflectat însă în realizarea unor producții mai scăzute față de agricultura convențională) acest sistem poate livra produse la piața de desfacere existentă, fără necesitatea elaborării unor standarde de calitate precise ca în cazul alternativelor ecologice.

Deasemenea, în cadrul abordărilor agro-ambientale, în urma constatării deteriorărilor structurii solului și accentuării fenomenelor de tasare în primul rând datorită lucrărilor excesive. ca urmare a aplicării tehnologiilor intensive a fost conceput "Sistemul de lucrări de conservare a solului". Anumite variante ale acestuia au început deja să fie integrate în sistemul clasic (convențional).

Bazele sistemului de lucrări de conservare au fost puse în S.U.A. și Canada, ca urmare a crizei energetice din anii '70 și creșterii prețului combustibililor fosili. În timp s-au constatat și efecte ecologice benefice. Mai cunoscute sunt două variante ale acestui sistem: sistemul minim de lucrări ale solului (*minimum tillage*) și sistemul "fără lucrări" (*no tillage*).

## **6. Influenta tehnologiilor de agricultura ecologică asupra calității mediului edafic**

În calitate de factor ecologic esențial, solul (mediul edafic) constituie una din cele mai importante resurse naturale, fiind fundamentul central al activității agricole. Măsurile de protecție a solului mențin capacitatea productivă a acestuia iar efectele ambientale ale diverselor folosințe sau tehnologii aplicate pot avea implicații deosebite asupra gradului de durabilitate a agro-ecosistemului din fermă. Adesea ignorat, rolul solului este complex iar din cele șase funcții majore caracteristice, trei au determinare ecologică iar

celelalte sunt legate de aspecte culturale, sociale, economice și tehnice (Blum, 2002). Un sol sănătos este important pentru: menținerea resurselor de bază pentru producția de hrană (sol, apă curată, climat stabil); menținerea biodiversității terestre și acvatice, prin limitarea poluării agro-chimice și spălării nutrienților în cursurile de apă; diminuarea schimbărilor climatice (solul este un depozit important de carbon și limitează nivelul metanului atmosferic – cu implicații majore în diminuarea efectului de seră); reducerea necesităților de apă de irigație în agricultură; îmbunătățirea sănătății oamenilor și animalelor prin creșterea conținutului în nutrienți și reducerea reziduurilor de pesticide chimice din produsele agro-alimentare și furaje (Soil Assoc., 2002).

Literatura de specialitate evidențiază faptul că agricultura ecologică tinde să conserve fertilitatea solului și să asigure stabilitatea agro-ecosistemului fermei mai bine decât sistemul de agricultură convențională, prin conținutul mai ridicat de materie organică, activitate biologică mai intensă și potențial mai ridicat de control al eroziunii. Riscurile de poluare cu nitrați a apei freatiche sub tehnologiile ecologice sunt mai mici iar riscul de poluare cu reziduuri de pesticide este practic zero (Stolze și colab., 2000).

Indicatorul cel mai urmărit a fost conținutul în materie organică care joacă un rol central în menținerea fertilității solului prin modul în care poate limita deteriorările fizice și îmbunătăți accesibilitatea nutrienților și activitatea biologică din mediul edafic. Investigațiile efectuate pe termen lung justifică ipoteza că managementul ecologic conservă mai bine carbonul organic din sol. Deasemenea, variantele experimentale cultivate ecologic au avut un conținut mai mare al masei microbiene și substanțelor humice (Petersen și colab., 1997). Efectele benefice ale managementului ecologic se datorează dependenței fermelor certificate de aprovizionarea ciclică internă cu nutrienți (gunoi de grajd, compost, îngrășământ verde, resturi vegetale sau N-fertilizanți organici comerciali). În consecință, în fermele ecologice, cantități semnificative de materie organică trec prin procesele de descompunere aerobică.

În mod curent, în Europa vânzările de pesticide se ridică la aproximativ 4,2 kg. s.a./ha. Recentele îngrijorări privind efectele negative ale utilizării pesticidelor chimice în agricultură au condus la abordări tehnologice mai precaute. O comparație a diverselor sisteme de agricultură practicate în ultimele decenii evidențiază o reducere semnificativă a substanțelor active sintetice/ha, concomitent cu introducerea măsurilor non-sintetice de control al bolilor și dăunătorilor în sistemul de agricultură integrată. Cu toate eforturile, riscul zero specific practicilor ecologice nu a fost atins (tabel 1).

**Tabel 1.**

**Reducerea aporturilor de pesticide în diferite sisteme de agricultură (sursa: *Van Seeuwen și Wijnands, 1997, adaptare Stolze și colab., 2000*)**

Tip aport	Reduceri ale substanței active (%)	
	Convențional <sup>1</sup>	Organic <sup>2</sup>
Erbicide	46 - 80	100
Fungicide	26 - 93	100
Insecticide	25 - 89	100
Regulatori de creștere	53 - 59	100
Nematocide	71 -100	100

1 – date din 1986 – 1990

2 – date din 1992 – 1995, biodinamic

Este interesant de remarcat faptul că pe alte continente, unde suprafețele cultivate ecologic au o pondere mare, se efectuează cercetări complexe, care urmăresc efectele ambientale ecologic vs. convențional, în abordări interdisciplinare, pe perioade lungi de timp (Reganold și colab., 1993). Ferme din North Island (Noua Zeelandă) cultivate cu tehnologie ecologică (biodinamică), pe o perioadă de 8-18 ani, au furnizat date interesante comparativ cu fermele convenționale din aceeași zonă. Fermele ecologice au avut o mai bună structurare a solului și valori mai bune ale indicilor aerației și drenajului intern. Conținutul de materie organică, respirația solului, rata mineralizării azotului în carbon organic au fost mai ridicate în variantele ecologice în timp ce densitatea aparentă a avut valori semnificativ mai scăzute, furnizând un mai bun echilibru al bilanțului aer/apă în sol. Sub practicile ecologice au fost găsite în medie 175 râme/mp comparativ cu 21 rame/mp în variantele convenționale (în valori de greutate 86,3 g/mp respectiv 3,4 g/mp). Aceste mari diferențe se datorează evident, modului fundamental diferit de abordare a utilizării pesticidelor chimice.

În România, cercetările sistematice privind tehnologiile diferențiate ecologic vs. convențional au fost demarate relativ recent, prin implementarea unor programe finanțate de Uniunea Europeană, care ulterior a urmărit și transpunerea practică a rezultatelor, prin intermediul dezvoltării unor programe agro-ambientale. Cele mai relevante cercetări au fost efectuate în cadrul Proiectului Phare “Demonstration Centres

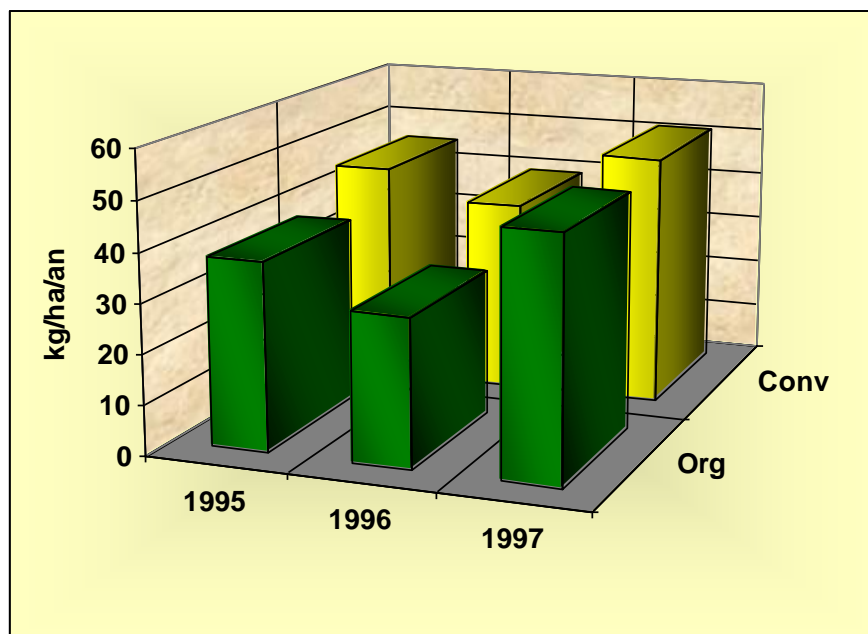
for Sustainable Agriculture în the Danube Basin and Regional Study on Market Aspects” (EU/AR/301/91), în zona agricolă a localității Cincșor (sud-estul districtului Câmpiei piemontane a Făgărașului). Fertilizările ecologice au fost efectuate cu gunoi de grajd compostat provenit de la ferma proprie de bovine. În câmp a fost urmărit efectul tehnologiilor de agricultură organică și convențională asupra solului și apei freactice prin recoltări succesive de sol și determinări ale calității apei într-o rețea de piezometre instalată de I.C.P.A. București. Studiul faunei mobile utile sub impactul tehnologiilor diferențiate de cultură a fost efectuat prin instalarea unei rețele de capcane Barber și determinări taxonomice la I.C.P.P. București, în timp ce probele de sol pentru evaluarea mezofaunei edafice au fost colectate cu sonda Mac Fadien și analizate de către un colectiv de cercetători de la I.C.B. Iași (Ștefănescu și colab., 2000, Dumitru și colab., 2000).

Simulările efectuate pe un model dezvoltat de I.C.P.A. privind dinamica apei și azotului din sol au demonstrat riscul mai ridicat de poluare a apei în condițiile practicilor de agricultură convențională (figura 1). Mai mult, în 1998 ploile abundente din perioada de vară au provocat creșterea conținutului de azot amoniacal în apa freatică peste limitele de toleranță admise pentru apa potabilă, de trei ori mai mult în condițiile tehnologiei convenționale față de tehnologia ecologică.

Studiul mezofaunei edafice a demonstrat că aplicarea exclusivă a îngrășămintelor organice are un efect benefic asupra fertilității solului. Efectul este marcat de începerea unei restructurări a comunităților edafice (sever afectate de fertilizările minerale) și o tendință clară de refacere a unui lanț de detritus normal. Mai mult, studiile de analiză a mezofaunei mobile utile au arătat că fertilizările cu gunoi de grajd au stimulat apariția unui puternic zoofag (*Cicindella germanica* L.), extrem de util în combaterea naturală a dăunătorilor, în timp ce acesta a dispărut aproape complet din parcelele erbicidate și fertilizate cu îngrășămintă de sinteză. Datele obținute au creat premisele includerii unei echipe din România într-un amplu program finanțat de Guvernul Olandei în vederea studierii oportunității implementării schemelor agro-ambientale în țările Cental-Est Europene (Paranici și colab., 2000).

În perioada 2003 – 2005, au fost monitorizate ferme din județul Călărași sub aspectul impactului tehnologic convențional vs. ecologic asupra solului (Ștefănescu și colab., 2005). În legătura cu managementul din ferme trebuie subliniat ca parcelele cultivate ecologic se aflau sub un program de inspecție și certificare ecologică. Menținerea unui nivel acceptabil al conținutului de materie organică din sol s-a realizat aproape în mod tipic ca în cazul multor ferme ecologice Mediteraneene (în contrast cu tipologia fermelor ecologice din Nord, cu efective semnificative de animale), bazat pe resturi vegetale și îngrășământ verde, ca o consecință a unui sector zootehnic redus. Doar parcelele pentru legume ecologice au fost fertilizate în 2005 cu 5 t/ha compost ovine/bovine.

Tratamentele de protecție a plantelor au fost efectuate cu substanțe cuprice admise în producția ecologică.



**Figura 1:** Fluxul de azot către pânza freatică sub tehnologiile de agricultură convențională și organică (ecologică), pe un sol argiloiluvial, Cincșor, Brașov.

*Sursa: Ștefănescu și colab..., 2000*

În privința parcelelor selectate și desemnate “convențional” este de remarcat că în fapt, managementul practicat a fost de tip extensiv, cu aporturi reduse. S-a preferat alegerea unui asemenea tip de management întrucât este tipic la nivel regional și chiar reprezentativ la nivel național, în condiții pedo-climatice și sociale similare. S-a dorit ca diferențele ecologic/convențional să fie evidențiate conform unor realități existente ale agriculturii autohtone (abordare pragmatică), mai degrabă decât efectuarea unor evaluări de tip academic.

Ca urmare a nivelului redus de fertilizare, conținutul în materie organică în fermele și sistemele studiate a înregistrat puține variații în cei trei ani de investigații. Totuși, urmare a fertilizării organice efectuate în 2005, parcela cultivată ecologic cu legume a înregistrat o creștere semnificativă a conținutului de materie organică de până la 2,51 la 3,84%.

Deși perioada investigațiilor efectuate în Călărași a fost relativ scurtă, se constată o tendință ușoară de îmbunătățire a stării chimice, fizice și biologice a solului, atunci când

se practică o agricultură de tip ecologic. Un nivel ușor mai ridicat al conținutului în Cu a fost înregistrat în una din parcelele ecologice, posibil ca urmare a tratamentelor cu substanțe cuprice, specifice tehnologiilor ecologice, pe o perioadă mai lungă de timp. În parcelele convenționale au fost înregistrate în sol cantități de nitrați în limite normale dar mai ridicate decât în cele ecologice. Deasemenea, în parcelele convenționale au fost detectate urme de reziduuri de pesticide și niveluri foarte ridicate ale conținutului în Cd. Privitor la activitatea biologică a solului, au fost semnalate diferențe privind mărimea populațiilor de microorganisme edafice, compoziția lor specifică și intensitatea activităților fiziologice desfășurate de acestea care s-au evidențiat prin valori diferite ale parametrilor microbiologici analizați în cazul câmpurilor pe care s-au practicat sisteme ecologice de agricultură comparativ cu sistemul convențional. La toate fermele investigate, diferența între diversitatea speciilor de microorganisme de la sistemul convențional și cel ecologic de agricultură a constat în bogăția mai mare de specii bacteriene și fungice din câmpurile fertilizate organic comparativ cu cea din câmpul pe care s-a practicat agricultura convențională.

Datele analitice privind stabilitatea structurală indică o ușoară superioritate a stabilității hidrice sub practicile ecologice. Totuși aceste date sunt insuficiente pentru a genera concluzii clare.

Utilizarea unui model al bilanțului azotului la nivelul fermelor evidențiază faptul că efectivele de animale sunt extrem de reduse (în jur de 0.08 UVM/ha). În cazul în care s-ar utiliza numai îngrășământul organic produs în fermă fluxul drenat este 0. În cazul în care s-ar compensa dezechilibrul de azot cu azot mineral, fluxul drenat de nitrați sub adâncimea frontului radicular ar fi de 10 kg N/ha. În acest caz, bilanțul de azot la nivelul fermei surprinde un flux drenat NO<sub>3</sub> de 12 kg/ha/an. Pentru a avea un bilanț echilibrat de N în sol provenit numai din surse organice numărul de animale trebuie crescut la 2.4 UVM/ha. În acest caz fluxul drenat ar fi de 8 kgN/ha.

Conform acestor rezultate este recomandabil pentru fermele ecologice din sudul României să se planifice și să se realizeze mai atent programul de rotație a culturilor și să nu se neglijeze fertilizarea organică periodică (cu gunoi de grajd din resurse proprii sau, în lipsa unui număr suficient de animale, cu gunoi preluat de la ferme învecinate care practică agricultura extensivă). Deasemenea, ar fi utilă organizarea unui câmp experimental complex care să includă abordări ale impactului asupra caracteristicilor fizice ale solului. Motivația acestui demers este fundamentată de absența unor date relevante la nivel european și de rezultatele unor cercetări anterioare care evidențiază faptul că în topul problemelor de degradare a solului pe terenurile agricole din zona Central-Est Europeană se află compactarea secundară (FAO, 1999).

## **7. Influenta tehnologiilor de agricultură conservativă asupra calității mediului edafic**

Agricultura durabilă are ca obiectiv principal optimizarea productivității, dar în același timp și conservarea resurselor naturale de bază, în scopul asigurării calității mediului înconjurător și promovării, în ansamblu a unei economii eficiente și performante. Solul este considerat ca fiind resursa naturală de bază a unui sistem agricol productiv, datorită rolului fundamental și funcțiilor sale în modificarea biodiversității, în schimbările climatice, în protecția mediului înconjurător, în promovarea și dezvoltarea unei agriculturi durabile.

Numeroase studii și cercetări efectuate de-a lungul timpului pe plan internațional, dar și național au arătat că între sistemele tehnologice de cultivare a plantelor, starea mediului înconjurător, nivelul dezvoltării economice și calitatea vieții există strânse relații de interdependență.

În politicile agrare ale diferitelor țări, cu precădere în ultimele cinci decade, au fost depuse eforturi uriașe pentru modernizarea agriculturii în scopul sporirii cantitative și calitative a producției, însoțite însă, de o multitudine de efecte negative grave asupra mediului înconjurător.

În țările Uniunii Europene, cel mai răspândit sistem de agricultură, practic generalizat, a fost cel convențional, fiind caracterizat în principal prin: afânarea și prelucrarea excesivă a solului cu întoarcerea brazdei, eliminarea totală a resturilor vegetale de la suprafață sau chiar arderea miriștii, fertilizarea intensă și rotațiile scurte.

Este unanim acceptat că agricultura convențională energo-intensivă a condus la apariția unor procese negative, care au determinat degradarea diferitelor resurse ale mediului înconjurător: sol, apă, aer, floră, faună. Dintre acestea solul, care reprezintă puntea de legătură între diferitele componente ale mediului, a înregistrat cele mai rapide și intense modificări ca urmare a activităților antropice, având consecințe directe și/sau indirecte asupra celorlalte resurse ale mediului înconjurător.

Lucrarea solului reprezintă una dintre cele mai importante componente ale sistemelor tehnologice de cultivare a plantelor agricole, cu impact major asupra celorlalte resurse ale mediului înconjurător. Traficul exagerat al mașinilor agricole exercitat în timpul efectuării numeroaselor lucrări, în cadrul sistemelor tehnologice intensive prost dirijate, cu mașini agricole grele având sarcina excesivă pe osie (peste 5 t) a determinat apariția proceselor de compactare, care afectează în prezent peste jumătate din suprafața agricolă a României, situația fiind drastică și pe plan internațional. Compactarea antropică afectează permeabilitatea apei și aerului, conducând la apariția excesului de apă de suprafață, a eroziunii, stratificarea profilului de sol (prin apariția unor straturi

compacte) de regulă la baza lucrărilor principale (25-35 cm) și a lucrărilor secundare de pregătire a patului germinativ (13-15 cm), determinând deplasarea în adâncime a stratului compact și astfel creșterea adâncimii de lucrare a solului, sporirea consumurilor energetice, reducerea profilului activ de sol, acumularea nutrienților și a poluanților în stratul superior de sol (primii 5-10 cm), dificultăți în dezvoltarea sistemului radicular, proliferarea buruienilor-problemă (Elisabeta Dumitru, 1999). Practicarea sistemului de lucrare convențională în agricultura tradițională românească, prin efectuarea anuală a arăturii de toamnă cu întoarcerea brazdei, frecvent de slabă calitate, în condițiile unor rotații scurte, fertilizare nesatisfăcătoare și lucrări superficiale numeroase pentru realizarea unui pat germinativ corespunzător, a determinat apariția unui alt proces de degradare deosebit de important, dar mai puțin întâlnit în țara noastră, în condițiile unor soluri cu caracteristici intrinseci favorabile, și anume afânarea excesivă. Aceasta determină creșterea exagerată a macroporozității, accelerând procesele de mineralizare a materiei organice, creșterea excesivă a permeabilității pentru apă, intensificând procesele de transport, mărinnd atât pierderile de apă și nutrienți cât și riscul de poluare a apelor freactice cu substanțe nocive (pesticide, nitrați, nitriți etc.). Lucrările mecanice de pregătire a patului germinativ și întreținere a culturilor în perioada de vegetație, pe fondul unor lucrări de bază efectuate în condiții de umiditate necorespunzătoare, au condus la apariția la suprafața solului a proceselor de degradare fizică a solului prin destructurare, care s-au extins în țara noastră și pe cele mai fertile soluri. Dintre acestea frecvent întâlnite sunt așa-numitele procese de siltizare-prăfuire și colmatare a spațiului macroporos, apariția crustei de suprafață, a crustei de compactare, a proceselor de micro-eroziune și a crustei de sedimentare, toate acestea afectând în sens negativ aerația din sol și în consecință germinația și răsărirea plantelor.

Cantitatea și calitatea materiei organice reprezintă una dintre cele mai importante caracteristici ale solului care influențează nivelul său de fertilitate și productivitate. În agricultura convențională, procesele de mineralizare a materiei organice sunt accelerate datorită lucrării intensive a solului și cantității reduse de resturi vegetale și alte materiale organice încorporate în sol. Prin urmare conținutul de carbon organic din solurile arabile s-a redus simțitor, calitatea sa s-a deteriorat, afectând celelalte caracteristici și procese. Scăderea conținutului și degradarea calitativă a materiei organice, pe termen lung, are numeroase consecințe negative, solurile devenind mai vulnerabile la destructurare, eroziune, acidifiere, salinizare, dezechilibre nutritive etc.

Ca urmare a extinderii proceselor degradării solului datorită agriculturii convenționale și a greșelilor tehnologice, de-a lungul anilor, dar mai ales în ultimele decenii, în diferite zone ale lumii au fost studiate și implementate în practică așa-numitele tehnologii agricole conservative sau alternative. Acestea, în timp, au contribuit substanțial la

ameliorarea și îmbunătățirea stării de fertilitate și productivitate a solului și a altor resurse de mediu. Cea mai importantă componentă a sistemelor tehnologice conservative, ca și în cazul celor convenționale, o reprezintă lucrarea solului, adică modul de afânare și introducere a seminței.

Dezvoltarea și extinderea acestui nou tip de sistem tehnologic agricol, considerat ca fiind ameliorativ și conservativ a fost datorată pe de-o parte, de progresele industriei chimice în diversificarea sortimentelor de erbicide, iar pe de alta, de apariția unor tipuri de echipamente agricole de afânare a solului moderne, performante.

Măsurile și tehnologiile conservative nu au fost generate atât de teama reducerii cantității de biomasă, cât mai degrabă de costurile din ce în ce mai mari pentru a satisface cerința mereu crescândă de afânare a solului, și mai ales de îngrijorarea omenirii față de intensificarea degradării solului și a mediului înconjurător datorită practicării, de-a lungul anilor, a sistemelor agriculturii convenționale.

Aceste sisteme au început să se experimenteze, pentru prima dată, în Statele Unite la Universitatea din Ohio, apoi au cunoscut o dezvoltare spectaculoasă, atât în SUA, cât și în Canada, Brazilia, Argentina, unde în prezent de la 12 până la 40 % din suprafața arabilă este destinată acestora. La nivel mondial agricultura conservativă se practică pe aproximativ 72 milioane ha, dintre care 47,5 % sunt răspândite în America Latină, 36,7 % în Statele Unite ale Americii, 12,5 % în Australia.

Europa, din păcate, are mai puțin de 2 % din suprafața arabilă cultivată prin acest sistem, deși cercetarea a demonstrat că multe terenuri sunt favorabile. În Europa, suprafețele reduse pe care se practică agricultura conservativă, mai ales semănatul direct este posibil să fie determinate de faptul că reducerea costurilor în agricultură nu este atât de importantă, pe de-o parte, iar tehnologia conservativă nu este încă suficient de testată, condițiile naturale neconferind un nivel ridicat de pretabilitate, pe de alta.

De aceea, acum, în țările Uniunii Europene au fost instituite programe speciale, evidențiind, pe de o parte, degradarea mediului înconjurător datorită aplicării sistemelor convenționale intensive, iar pe de alta, elaborarea de strategii pentru implementarea lor în practică. Printre acestea, cele mai importante se referă la: Agenda 2000, Politici Agrare și Metode de Protecția Mediului, Agricultură și Mediul Înconjurător, Direcții către o Agricultură Durabilă, programe care sunt în sarcina Directoratului General VI (DG-VI) al Uniunii Europene etc. Toate aceste strategii promovează politici agrare care să conducă la construirea unui mediu înconjurător prietenos și sănătos.

Aplicarea sistemelor de ameliorare și conservare a stării solului este strâns legată de interacțiunea complexă dintre condițiile naturale, care determină gradul de

susceptibilitate al terenului la diferitele procese de degradare și condițiile tehnico-economice, politice și sociale.

Agricultura conservativă ia în considerare toate componentele sistemului tehnologic agricol: modul de lucrare a solului, managementul resturilor vegetale, rotația culturilor, fertilizarea, irigația, protecția culturilor împotriva bolilor și dăunătorilor, controlul foarte riguros al buruienilor, recoltarea și transportul. Cea mai importantă componentă tehnologică a sistemelor conservative rămâne însă lucrarea solului, care cuprinde procedee foarte de variate de afânare și prelucrare: de la semănatul direct în sol neprelucrat, lucrare redusă, lucrare parțială sau în benzi, lucrare în mulci vegetal, lucrare în biloane, până la afânare adâncă fără întoarcerea brazdei. Sistemele conservative se bazează pe afânarea mai puțin intensă a solului, realizată prin diferite metode, fără întoarcerea brazdei (semănat direct, lucrări reduse, trafic controlat) și numai în condițiile păstrării la suprafața solului a unei anumite cantități de resturi vegetale.

O primă condiție impune ca suprafața solului să fie acoperită 30 % în tot cursul anului printr-un covor vegetal viu sau mulci vegetal, se cer, de asemenea, asolamente de lungă durată, incluzând culturi amelioratoare pe fondul unei fertilizări moderate și echilibrate. Dintre toate criteriile mai sus menționate resturile vegetale sunt considerate ca fiind cele mai importante, întrucât acestea au efecte majore pozitive directe și imediate asupra protecției solului la suprafață împotriva impactului agresiv al precipitațiilor și altor factori atmosferici, precum și asupra diminuării evaporației neproductive a apei din sol, și a îmbunătățirii biodiversității.

În agricultura conservativă este absolut necesar ca pe lângă lucrarea solului și celelalte componente ale sistemelor tehnologice agricole (fertilizare, rotație a culturilor, irigație, lucrări de întreținere, recoltare, transport) să fie aplicate în acord cu specificul local.

Au fost efectuate numeroase studii și cercetări în ceea ce privește efectul lucrărilor conservative asupra ameliorării și conservării stării de fertilitate a solurilor, în România, în diferite câmpuri experimentale și loturi demonstrative. Rezultate deosebite, în țara noastră, au fost obținute încă din 1968, pe teren plan, pe cernoziom cambic, în zona sudică a României, fiind studiate diferite variante tehnologice experimentale, printre care: semănatul direct, afânarea primară cu cizelul, în unele cazuri cu paraplugul, semănatul în biloane. Rezultatele obținute au arătat că semănatul direct poate fi acceptat ca metodă de lucrare conservativă a solului, producția, pe perioada de experimentare a fost cu 5-15 % mai mică, în funcție de condițiile climatice, față de varianta tehnologică convențională, pierderile de recoltă fiind compensate economic prin reducerea în aceeași măsură a costurilor energetice (Șarpe, 1981, Penescu și Șarpe, 1986). Pe terenurile în pantă au fost obținute rezultate asemănătoare (Popa și

Popa, 1982). Pe terenuri plane, în zona Dobrogei, pe cernoziom vermic sub influența lucrării principale efectuate cu cizel, respectiv paraplug (Nicolaescu și colab., 1997), pe cernoziom cambic, în zona nord-estică a țării, în condiții de irigare (Pânzariu și colab., 1986) și pe pantă, pe cernoziom argiloiluvial în zona centrală a României (Guș și Tianu, 1991) au evidențiat rezultate satisfăcătoare în perioada experimentală, deci este posibil ca arătura cu întoarcerea brazdei să fie cel puțin parțial înlocuită.

Cu toate acestea puține experiențe au inclus și determinări specifice în ceea ce privește cunoașterea și evoluția unor însușiri ale solului, esențiale pentru stabilirea nivelului de fertilitate sub diferite variante tehnologice conservative. Urmărind rezultatele obținute în evoluția stării fizice s-au înregistrat unele modificări ca urmare a introducerii semănatului direct comparativ cu tehnologia convențională, și anume o sensibilă creștere a stării de compactitate, dar în același timp a permeabilității pentru apă ca urmare a îmbunătățirii sistemului macroporos, mai ales a stabilității și a configurației macroporilor ca o consecință a intensificării proceselor naturale și a creșterii stabilității agregatelor structurale, pe cernoziom cambic localizat în zona de sud a țării (Dumitru și colab., 1983); rezultate similare s-au obținut pe cernoziomul vermic din zona Dobrogei (Dumitru și colab., 2000); pe solul brun-roșcat localizat în vecinătatea Bucureștiului efectuarea lucrărilor pe verticală, pregătire a patului germinativ și semănat în trafic controlat, a condus într-o perioadă scurtă de timp la îmbunătățirea stării fizice a solului prin reducerea stării de compactitate și creșterea permeabilității la apă (Dumitru și colab., 1995).

Rezultatele obținute până în prezent în țara noastră corespund cu cele precizate de literatura internațională și se referă la: creșterea sensibilă a stării de compactitate în stratul superficial, dar fără a afecta în sens negativ calitatea solului; reducerea stării de compactitate în stratul următor celui superficial, deci tendința de dispariție a „tălpii plugului” și a efectelor negative corespunzătoare; îmbunătățirea regimului apei în sol prin creșterea vitezei de infiltrație a acesteia și evitarea excesului de apă; reducerea semnificativă a cantității de sol erodat pe terenurile în pantă, cu rol important în prevenirea proceselor de degradare prin eroziune; acumularea în stratul superficial a unei cantități mai mari de materie organică, cu efecte directe asupra reducerii proceselor de degradare prin destructurare și crusrificare; îmbunătățirea activității biologice ca urmare a acumulării unor cantități mai mari de resturi vegetale și prelucrării mai reduse a solului.

Nu există, însă, informații suficiente, detaliate, în țara noastră, legate de evaluarea efectelor lucrărilor conservative asupra solului, dar mai ales asupra altor componente ale mediului înconjurător. De exemplu, lipsesc studiile legate de modificarea bilanțului apei, din care să rezulte efectele tehnologiilor respective asupra conservării și folosirii eficiente a apei. De asemenea sunt necesare într-o mai mare măsură aprecierile legate

de consumurile energetice și calculele de eficiență economică, deoarece un obiectiv major al lucrărilor conservative îl constituie reducerea cheltuielilor materiale. Rezultatele obținute până acum evidențiază totuși o reducere a consumurilor energetice și a costurilor, dar există o sensibilă creștere a cheltuielilor pentru un control eficient al buruienilor, bolilor și dăunătorilor (Ionescu și colab., 1979; Șarpe, 1981).

Deși condițiile naturale permit și în același timp solicită aplicarea lucrărilor conservative pe suprafețe considerabile cu efecte benefice, datorită numeroaselor dificultăți mai mult sau mai puțin obiective (lipsa mașinilor agricole specifice, starea de îmburuienare a multor terenuri), precum și politici centralizate dinaintea de 1989, în care era obligatorie efectuarea anuală a arăturii dânci, în țara noastră, această strategie a fost până de curând cunoscută doar de comunitatea științifică; în ultimii ani, însă, tehnologiile conservative au început să fie utilizate de către unele exploatații agricole din județele Arad, Brăila, Constanța etc.

## **8. Situația actuală privind calitatea și principalele procese de degradare ale solului în arealele ce vor fi studiate.**

Învelișul de soluri al zonelor cercetate, respective al arealelor de referință al celor 5 parteneri care oferă astfel de posibilități este alcatuit predominant din cernoziomuri și faeoziomuri (excepție arealele Caransebeș și Satu Mare) preluvosoluri și luvosoluri (excepție Dobrogea), la care se adaugă procente relativ ridicate de psamosoluri (arealul Craiova) sau ridicate de luvisoluri (arealul Satu Mare). Suprafețe mai restrânse sunt cele cu Kastanoziomuri, Eutricambosoluri, Stagnosoluri și altele.

Solurile prezintă o varietate accentuată a principalelor caracteristici, unele dintre acestea având valori limitative pentru producția agricolă.

De asemenea, există suprafețe, uneori apreciabile, afectate în prezent de procese ale degradării solului datorate fie unor cauze naturale, fie aplicării unor practici agricole inadecvate.

În același timp, adeseori, suprafețe relativ apreciabile prezintă caracteristici care le definesc ca fiind susceptibile (supuse riscului) pentru extinderea unor procese de degradare, fie în cazul unor schimbări climatice, fie în cel al aplicării în viitor a unor practici agricole necorespunzătoare.

### **8.1. Arealul Craiova**

Principalele procese de degradare care se manifestă pe solurile de tip cernoziom frecvent în acest areal sunt următoarele:

- Degradarea structurii. În ultimii 10-15 ani, datorită lucrărilor solului efectuate, structura orizontului de suprafață (Ap) a suferit modificări de la grăunțoasă consistentă destul de friabilă la structură granulară mică, iar la nivelul orizontului subiacent (Am) de la granulară mare și toasă cu pori foarte fini, la granulară medie.
- Datorită modificării structurii solului, în ultima perioadă de timp se formează destul de des după ploi crustă la suprafața solului.
- Compactarea solului datorită traficului aglomerat al mașinilor și utilajelor agricole pe suprafața solului evidențiată de o creștere a densității aparente. Pentru evitarea acestui proces de degradare în anii 2005 și 2006 s-au efectuat lucrări de scarificare pe diferite perimetre ale arealului.
- Scăderea gradului de fertilitate a solului reflectat și de scăderea producțiilor datorită unor fenomene climatice (creșterea temperaturii, reducerea precipitațiilor) care au determinat o secetă prelungită și o aridizare accentuată.
- Scăderea conținutului de humus datorită unor lucrări neconvenționale ale solului, aplicării unor cantități reduse de îngrășăminte chimice și neutilizarea îngrășămintelor organice

## **8.2. Arealul Dobrogea**

Unul din procesele de degradare a solurilor, în teritoriul dobrogean, cu implicații directe în vulnerabilitatea la fenomenul deșertificării, îl reprezintă eroziunea.

Așa cum reiese din sinteza studiilor pedologice și agrochimice efectuate de Oficiul pentru Studii Pedologice și Agrochimice Constanța, suprafața afectată de eroziune este de 240.000 hectare din care:

- slab erodate: 159.000 hectare
- moderat erodate: 71.000 hectare
- puternic erodate: 10.000 hectare

Potențialul regiunii este mare și aceasta dacă se iau în considerație numai doi dintre numeroși alți factori și anume: agresivitatea pluvială și rezistența extrem de scăzută a solurilor având în vedere textura.

S-a demonstrat că în majoritatea cazurilor la o ploaie torențială se erodează un strat de sol de 1.5-5.0 mm, ceea ce reprezintă 24-80t/ha.

Deasemenea se știe că pădurea a constituit întotdeauna un regulator natural al precipitațiilor (sistemul radicular asigură drenajul intern al solului, prin coronament se acționează puterea de izbire a picăturilor de apă, iar litiera întreține scurgerea lentă a apelor pe pantă) - aceasta demonstrează că împiedică scurgerea la suprafață și astfel

protejează solul. Dar nu numai pădurea poate proteja solul ci și vegetația ierboasă formată din plantele perene sau alte specii agricole care prin sistemul lor radicular și foliajul bogat poate crea un baraj în fața eroziunii.

Deprecierea stării fertilității solului

Unul dintre indicatorii solului, considerat ca expresie a fenomenului de deșertificare este conținutul în humus și celelalte elemente nutritive.

În Dobrogea, datorită condițiilor variate de mediu se întâlnesc mai multe tipuri de soluri, din care pondere au cernoziomurile și solurile bălane caracterizate ca fiind în condiții naturale soluri cu însușiri fizice, chimice și biologice favorabile tuturor culturilor.

Rezultatele cartărilor agrochimice efectuate de Oficiul pentru Studii Pedologice și Agrochimice Constanța demonstrează scăderea evidentă a conținutului în humus.

În ceea ce privește conținutul solurilor în N,P,K acesta este cu mult mai mic, față de caracteristica solurilor. 80-90% din suprafețele cartate au o asigurare mijlocie și slabă cu azot și fosfor, și o asigurare dominant bună cu potasiu.

Pe lângă aceste procese majore de degradare, s-au extins fără însă a atinge încă proporții prea mari, suprafețele afectate de exces de umiditate sau salinizare, suprafețe care sunt propuse pentru perimetre de ameliorare la solicitarea primăriilor din zonă.

Un alt fenomen vizibil, sub aspect fizic, în ceea ce privește efectul antropic asupra stării solurilor, îl reprezintă compactarea, cu repercursiuni asupra structurii inițiale al solurilor.

O consecință directă a compactării orizonturilor superioare o reprezintă formarea crustei, fenomen care pe măsura intensificării lui impune o anumită intensitate a proceselor fizico-chimice și un anumit grad de cimentare a particulelor solului.

Pentru remedierea acestor fenomene este necesară îmbunătățirea tehnicilor agricole, corelând sistemele de lucrare a solului cu condițiile de umiditate a acestuia.

Toate aceste procese s-au accentuat sub influența în timp a intervenției omului în activitatea sa economică.

### **8.3. Arealul Satu Mare**

Una din cauzele degradării solurilor este neuniformitatea terenurilor care are în primul rând cauze genetice datorită faptului că aceste soluri s-au format în câmpii fluviatile în care se află microdepresiuni.

Ca procese de degradare ale acestor soluri amintim: gleizarea, stagnogleizarea, tasarea, debazificarea și acidifierea, epuizarea rezervei de macroelemente sau apariția unui dezechilibru de nutriție cu acestea

Gleizarea poate fi absentă până la puternică, iar stagnogleizarea este frecventă având o intensitate moderată și puternică.

Structura acestor soluri este instabilă și se tasează ușor, la aceasta o contribuție importantă având și portanța lor mai redusă care restrânge intervalul de mecanizabilitate a lor, precum și diferențele texturale între orizonturile de suprafață și cele de adâncime (care au o textură mai grea) influențând permeabilitatea.

Debazificarea și acidifierea sunt tendințe naturale la aceste soluri ele accentuându-se odată cu unele practici manageriale (nefolosirea amendamentelor calco magneziene, administrarea unilaterală de azot.)

Ele pot avea ca efect epuizarea rezervei unor macroelemente sau creerea unor dezechilibre de nutriție prin influența pe care o pot avea asupra regimului unor macroelemente în sistemul sol-plantă.

Astfel pe unele luvosoluri în primăverile reci și umede au fost puse în evidență carențe de fosfor datorate acidifierii unor suprafețe pe care azotul a fost administrat unilateral.

Efectul unor practici manageriale îndelungate cum ar fi fertilizarea și în special amendarea calcică pe aceste soluri pot conduce la anumite modificări ale proprietăților mineralogice cu consecințe asupra regimului unor macroelemente ca K și N ( $\text{NH}_4$ ) în sistemul sol-plantă.

Cele mai extinse procese de degradare a solului, din nord-vestul României, sunt acidifierea și excesul de umiditate.

Studiile și cercetările efectuate în zonă au evidențiat că aproximativ 60% din terenul agricol prezintă reacție puternic și moderat acidă. Una din cauzele acidității pronunțate o constituie roca mamă, care provine în principal din rocile lanțului muntos Țibles-Gutin-Oaș, de origine vulcanică. Produsele de dezagregare și alterare ale acestor roci au reacție acidă. Acidifierea solului este un fenomen natural în zonele cu regim hidric excedentar. La intensificarea acestui proces mai contribuie, fertilizarea cu azot, exportul de calciu cu recoltele, ploile acide, etc. Concomitent cu acidifierea solului se constată nu numai o degradare a proprietăților fizice, ci și modificări defavorabile în chimismul solului, ca sărăcirea în principalele elemente nutritive (N, P, K, Ca, Mg), în timp ce conținutul unor elemente (Al, Mn) se majorează peste limitele tolerabile de plantele de cultură. Această evoluție defavorabilă a proprietăților fizice și chimice ale solului se

asociază cu reducerea numărului și a activității microorganismelor, rolul principal în descompunerea materiei organice revenind ciupercilor.

În ultima perioadă, din păcate, sunt din ce în ce mai frecvente situațiile extreme ale regimului hidric (inundații, excesul de umiditate, seceta) și în zona de nord-vest a României. Adesea aceste fenomene prezintă o repetabilitate spațio-temporală aproape identică

Cauzele majore ale excesului de umiditate pe terenurile agricole din nord-vestul României sunt:

relieful, care peste 75 % din teritoriu este reprezentat de mai multe câmpii joase, cu o panta generală redusă (0.5%) orientată în spre nord-vest și cu numeroase microdepresiuni. Frecvente sunt și microdenivelările generate de executarea necorespunzătoare a lucrărilor solului.

Conținutul ridicat de argilă a orizontului iluvial, care se asociază cu o tasare naturală accentuată, ceea ce conduce la diminuarea permeabilității solului uneori chiar sub 0.2 mm/h. Factorii amintiți au determinat pseudogleizarea mai mult sau mai puțin intensă a profilului solului, cu toate consecințele defavorabile ce derivă din aceasta.

Modificarea relațiilor de proprietate funciară, din ultimii 15-17 ani, au amplificat aceste procese de degradare.

#### **8.4. Arealul Timiș**

Procesele de degradare în arealul Timiș sunt următoarele:

- Compactarea solului. Acest proces de degradare fizică a solului se manifestă pe solurile cu textură luto-argilooasă de tipul preluvosolurilor care au conținuturi ridicate de argilă de peste 40% și constă în formarea unui strat compact la adâncimea de 35-60 cm. Cauzele acestui proces trebuie căutate în primul rând în nerespectarea intervalelor optime pentru lucrarea primară a solului și din acest motiv, efectuarea mai multor lucrări secundare de pregătire a patului germinativ în vederea semănatului.
- Excesul de apă și scurgerile de suprafață care au ca efect reducerea productivității culturilor, sunt o consecință ale degradării fizice a solului prin compactare și a conținutului ridicat de argilă.
- Destrukturarea care se prezintă ca un factor de risc pentru solurile cu textură mijlocie la care conținuturile ridicate ale fracțiunilor inactive (praf și nisip) determină un risc ridicat de degradare fizică, prin reducerea hidrostabilității structurale a solului cu efecte asupra porozității și permeabilității

- Riscul acidifierii solurilor cu destinație agricolă, ca urmare a aplicării în cadrul sistemelor agricole intensive a unor componente în condiții necorespunzătoare, cum ar fi fertilizarea minerală prin utilizarea îngrășămintelor azotate.
- Deteriorarea agrochimică prin reducerea conținutului de materie organică în special în orizontul de suprafață și uneori deficitul de potasiu, sunt procese de degradare care se manifestă într-o serie de soluri din județul Timiș. Deteriorarea stării de fertilitate poate avea și cauze tehnico-financiare. Astfel fertilizarea aproape inexistentă a determinat în unele situații un regim de nutriție defectuos, ca urmare a deficitului și raportului dezechilibrat dintre elemente.
- Eroziunea și alunecările de teren se manifestă în special în zona județului Caraș.

## 9. Concluzii

1. Conceptul de calitate a solului insuficient clarificat în prezent are un caracter integrator care rezultă din înglobarea unor însușiri de prim rang ale solului ca fertilitatea și productivitatea alături de alte aspecte care se referă la starea de poluare a solului, starea de sănătate și preabilitatea lui pentru anumite folosințe. Toate aceste componente integrate conceptului respectiv conțin elemente cu un anumit potențial de cuantificare, capabile de a oferi anumiți indicatori.

2. Evaluarea calității solului se face indirect prin folosirea unor indicatori care măsoară proprietățile semnificative pentru procesele care se desfășoară în mediul edafic. Folosirea acestor indicatori pentru solurile degradate depinde în primul rând de capacitatea sau abilitatea lor de a furniza o informație sigură și utilă necesară activităților de prevenire, limitare sau remediere a proceselor respective.

3. Cei mai adecvați indicatori pentru aprecierea calității solurilor sunt considerați, în general, cei care rezultă în urma unei analize de rutină și sunt capabili să furnizeze răspunsuri utile într-un interval rezonabil de timp (1-3 ani), datorită abilității lor de a reacționa prin modificări notabile (diferențe statistice ale valorii), într-o perioadă de timp, a cărei limită superioară este propusă în prezent la 5 ani.

4. În comparație cu însușirile fizice, chimice și biologice ale solului, cele mineralogice oferă posibilități mai reduse de furnizare a unor astfel de indicatori datorate unei sensibilități mai scăzute la manifestările calitative ale mediului edafic, la care se adaugă o serie de aspecte legate de măsurătorile prin care se pot obține indicatorii respectivi. Cu toate acestea însușirile mineralogice pot oferi informații utile privind evoluția unor indicatori de calitate, de natură fizică, chimică sau biologică în anumite condiții, precum și date referitoare la eficientizarea unor măsuri de remediere a calității solului afectată de modificări nedorite ale unor proprietăți, datorită faptului că mulți dintre indicatorii care reflectă calitatea solului sub aspect fizic, chimic și biologic

încorporează sau integrează aspecte legate de proprietățile mineralogice ale solului (fapt demonstrate de relațiile stabilite între anumiți parametri mineralogici și indicatorii de calitate care exprimă celelalte însușiri ale solului).

5. Stabilitatea și evoluția calității mediului edafic este asigurată în primul rând de folosirea solului în mod corespunzător caracteristicilor pe care le are, în condițiile unui management (în cadrul căruia tehnologiile ocupă un loc important) adecvat.

6. Principalul punct de divergență între sistemele tehnologice specifice agriculturii convenționale și alternativele agro-ambientale îl constituie utilizarea produselor agrochimice de sinteză (fertilizanți solubili, pesticide, etc.) care sunt interzise sau limitate în agricultura ecologică, în timp ce utilizarea acestora în agricultura convențională este adesea abuzivă. Unul din efectele nocive ale tipurilor de agricultură industrială este impactul asupra biodiversității, resursele genetice fiind serios afectate, cu implicații directe asupra conservării fertilității și calității solului.

7. Starea de calitate a învelișului de soluri din zonele în care sunt situate arealele care vor fi luate în studiu variază de la o situație la alta în funcție de caracteristicile edafice și de măsurile manageriale aplicate.

8. Condițiile naturale ce caracterizează pedogeneza solurilor din zonele respective precum și practicile manageriale folosite rămân factorii principali care influențează frecvența și intensitatea unor procese de degradare a solurilor din zonele și arealele respective.

9. Sub aspect fizic principalele procese de degradare a solului sunt compactarea (care se manifestă în toate arealele care vor fi studiate), formarea crustei ca o consecință a compactării (care este mai frecventă la arealele Dobrogea și Craiova) și eroziunea care are potențialul cel mai ridicat în Dobrogea, fiind urmat de arealul Timiș.

10. Sub aspect chimic principalele procese de degradare ale solului sunt acidifierea și deteriorarea stării de fertilitate a solurilor care poate în unele situații să fie o consecință a acidifierii. În zonele cu regim hidric excedentar, acidifierea este un fenomen natural. În alte zone ea este favorizată de materialul parental, ploile acide, exportul de Ca cu recoltele, fertilizarea exclusivă cu N, ș.a. Deteriorarea stării de fertilitate se manifestă prin reducerea conținutului de humus și sărăcirea în principalele elemente nutritive (N, P, K, Ca, Mg).

11. Indiferent de planul pe care se manifestă (fizic, chimic sau mineralogic) procesele de degradare au ca efecte modificări ale numărului și activității populațiilor de microorganisme, care joacă un rol important în descompunerea materiei organice și formarea humusului.

## 10. Bibliografie

- Alabouvette C. (1986) – Fusarium-wilt suppressive soils from the Chateaubrenard region: a review of a 10-year study *Agronomie* 6: 273-284
- Andrews S.S, Flora C.B., Mitchell J.P., Karlen D.L. (2003). – Growers perception and acceptance of soil quality indices. *Geoderma* v. 114, 3-4, 187-213.
- Blum W. E. F., 2002, The role of soils in sustaining society and the environment: reality and challenges for the 21st Century, 17th WCSS, 14-21 August, Thailand.
- Brady N.C.,Weil R.R. (2002) – The Nature and Properties of Soils.13 th.ed.Pearson Education,960p.
- Cameron K., Beare M., McLaren R., Di H. (1998) – Selecting physical, chemical biological indicators of soil quality for degraded or polluted soil. *Trans World Cong. Soil Sci. Montpellier, Symp.* 37.
- Crăciun C. (2000) – Mineralele argiloase din sol. Implicațiile în agricultură. Ed. G.N.P. Minischool București
- Crăciun C., Kurtinecz (1983) – Contribuții la cunoașterea influenței fertilizării îndelungate asupra mineralelor din fracțiunea argiloasă a unor soluri din NV României *Public SNRSS* 21B, 65 – 76
- Crăciun C., Kurtinecz (1987) – Influența amendării asupra mineralelor argiloase din luvisolul albic de la Livada. *Volum Omagial SCA Livada*, 157 – 168.
- Crăciun C.,Victoria Mocanu,Sorina Dumitru (2004) *Mineralogia și calitatea solului.Stiința Solului,v.XXXVIII,nr.1-2,123-145*
- DeClerk F., Singer M.J., Lindert P. (2003) – A 60 – year history of California soil quality using paired samples. *Geoderma* 114, 3-4, 215-230.
- DeKimpe C. (2002) - Soil functions in managed ecosystems: the need for a balance. *Trans 17th World Cong Soil Sci Bangkok Sym* 65.
- DeKimpe C.R., Prasittiketlth J. (2002) – Soil indicators for sustainable land use. *Trans 17th World Cong Soil Sci Sym.* 32.
- Dick R.P. (1997) – Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health. In *Biological Indicators of Soil Health* (ed. Pankhurst et al.) CAB International new Youk, 121 – 156.
- Doran J.W., Parkin T..B. (1994) – Defining and assessing soil quality *Special Publication No 35 SSSA, Soil Sci of Am. Madison WI, USA In Defining Soil Quality for a Sustainable Environment* (ed. Doran, Coleman, Bezdicek, Stewart) 3-21

- Doran J. W., Sarrantonio M., M.A Liebig (1996) – Soil health and sustainability in Advances in agronomy (ed Spaks) vol. 56. Academic Presss San Diego, CA., 1-54
- Dumitru M., Ștefănescu S. L., Simion Paranci Simona, Lungu Mihaela (coord.), 2000, Strategy to Sustainable Agriculture in Romania Danube Basin: An Organic vs. Conventional Agriculture Approach, Ed. Triade, Cluj.
- Dumitru Elisabeta, Nicolaescu Marioara, Enache Roxana, Calciu Irina, Bulică I., (2000): „The influence of reduced tillage on soil and crop ziled in Romania”. Proceedings of 2nd Workshop and International Conference on „Subsoil Compaction”, Godollo
- Dumitru Elisabeta, Enache Roxana, Motelică D.M., Teodorescu Elena, (1995): „Modificarea proprietăților solului brun-roșcat de la Vidra determinate de aplicarea unor tehnologii în legumicultură”. Simpozionul ecotehnologii și ecotehnici de lucrare a solului în horticultură, Vidra, iunie, 1995;
- Elisabeta Dumitru, Roxana Enache, M. Dumitru, P. Guș.,(1999) „Efecte remanente ale unor practici agricole asupra stării fizice a solului”, Ed. Roprint, Cluj,
- Dumitru Elisabeta, Nicolaescu Marioara, Enache Roxana, Calciu Irina, Bulică I., 2000: „The influence of reduced tillage on soil and crop ziled in Romania”. Proceedings of 2nd Workshop and International Conference on „Subsoil Compaction”, Godollo, 29-31 May 2000, vol. 2, 6-12.
- Elisabeta Dumitru și colab.:2005 „Lucrarea conservativă a solului între tradiție și perspectivă în agricultura durabilă”, Ed. Estfalia, București,
- Florea N. (2003) – Degradarea,protecția și ameliorarea solurilor și terenurilor,București310p.
- Florea N.,P.Ignat (2007) – Despre calitatea solului și evaluarea acesteia.Rev.Pădurilor Nr.4,Anul 122.
- FAO, 1999, SOVEUR, Mapping of Soil and Terrain Vulnerability in Eastern and Central Europe-Scale 1 : 2 500 000, 1997-1999, ISRIC Waggeningen, Olanda.
- Găță G., Crăciun C., Chiriac Aurelia, Dornescu D., Afuzoaiei D., Plaxienco Doina, Kovacsovics Beatrice, 1987, Asupra evoluției mineralelor argiloase din câmpul experimental de la Lespezi sub influența unei fertilizări îndelungate, Anal. ICPA, XLVII, 93-103.
- Gheorghită Niculina (2006) – Fertilitatea solului,o noțiune perimată? Stiința Solului v.XL,75-91
- Grim R. E., 1953, Clay Mineralogy, McGraw-Hill, New-York.
- Guș P., Tianu AI, 1991: „Sisteme actuale și de perspectivă a lucrărilor solului în România”. Simpozionul Național de Lucrări Minime, Cluj-Napoca, 1991;

- Ionescu Fl., Stratulă V., Sfârlogea D., 1979: „Lucrări specifice solului brun-roșcat de pădure pentru reducerea consumului de energie”. Pr. Agrofit. Teor. Aplic., 1. 145-161;
- Karlen D.L., Mausbach M.J., Doran J.W., Cline R.G., Harris R.F., Schuman G.E. (1997) - Soil Quality: A concept, definition and framework for evaluation. Soil Sci. Soc. Am. J., 61, 4-10
- McGrath S. (1998) – Soil Remediation: Criteria and indications of soil quality Trans 16th World Cong Soil Sci Montpellier, Symp. 37.
- Milton N., Murphy D.V., Braimbridge M., Osler G., Jasper D.A., Abbot L.K. (2002) - Using peer analysis to identify soil quality indicators. WCSS Bangkok, Symp. 32
- Nediță Gabriela, Nițu A., Martinoff Ioana, Stoian Mirela, 2003, Studiu de piață privind cererea și oferta de produse agroalimentare ecologice românești, Rev. Fermierul, nr.122, februarie, 11-13
- Nicolaescu M., Mihai Al., Lup A., 1997: „Cercetări privind influența unor metode de lucrare redusă a solului asupra producției de grâu și soia în condiții de irigație”. An. ICCPT, 64: 210-221;
- Paranici B., Ștefănescu S., Dumitru M., 2001, Development of a Romanian National Agri-environment Programme and Agri-environment Pilot Projects. Agri environmental Programmes in Central and Eastern Europe (2078 CEE 78), Avalon Found., Veen Ecology, IEEP-U.K., 54 pg.
- Pânzariu D., Patraș J., Sârbu Gh., Ștefănescu Al., 1986: „Cercetări privind modul de pregătire a terenului în cadrul unei rotații de patru ani pe cernoziomul cambic de la Podu Iloaiei în condiții de irigare”. Probl. Agrofit. Teor. Aplic., 8: 227-246;
- Penescu A., Șarpe N., 1986: „Cercetări privind cultivarea porumbului după tehnologia zero și minimum tillage și unele modificări fizico-chimice ale cernoziomului cambic de la Fundulea după 18 ani de experimentare în monocultură”. Probl. Agrofit. Teor. Aplic., 8: 31-50;
- Petersen S. O., Deboz K., Schonning P., Christensen B. T., Einholt S., 1997, Phospholipid fatty acid profiles and C availability in wet-stable macro-aggregates from conventionally and organically farmed soils. Geoderma 78:181-196.
- Popa A., Popa Gr., 1982: „Sisteme antierozionale de cultură pe pante”. Probl. Agrofit. Teor. Aplic., 7: 341-349;
- Reganold J. P., Palmer A. S., Lockhart J. C., Macgregor A. N., 1993, Soil Quality and Financial Performance of Biodynamic and Conventional Farms in New Zealand, Science, Am. Ass. for Advanced of Science, vol. 260, pp. 344-249.

- Reynolds W.D., Bowman B.T., Drury C.F., Tan C.S., Lu X. (2002) – Indications of good soil physical quality: density and storage parameters *Geoderma* 110, 1-2, 131 – 146.
- Ross G. J., Phillips P. A., Culley J. L. R., 1985 - Transformation of vermiculite to pedogenic mica by fixation of potassium and ammonium in a six-year field manure application, *Can. J. Soil Sci.* 65, 599-603.
- Schadeck S., Risede J.M., Delvaux B. (1998) - Banana root rot disease caused by *Cylindrocladium* sp.as related to soil type. *Trans 16 World Cong Soil Sci. Montpellier*, Symp.41.
- Seybold C.A., McGrath D.M., Dick R.P. (2002) – On farm early indications of cover crop effects on soil quality. *Trans 17th World Cong Soil Sci Bangkok*, Sym. 32 P.176
- Soil Association UK, 2002, *Soil-the Importance and Protection of a Living Soil*, Library, [www.soilassociation.org](http://www.soilassociation.org)
- Stolze M., Anette Pierr, Anna Haring, Dabbert St., 2000, *The Environmental Impacts of Organic Farming in Europe (Organic Farming in Europe: Economics and Policy, vol. 6)*, University of Hohenheim/Department of Farm Economics.
- Stotzley G., Dawson S.E., Martin R.T., Ter Kulei C.H.H. (1961) – Soil mineralogy as a factor in the spread of *Fusarium* Wilt of Banan. *Science* 133, 1483-1486.
- Șarpe N., 1981: „Cultivarea porumbului fără arătură în vederea reducerii consumului de muncă și combustibil”. *An. ICCPT*, 37: 195-202;
- Ștefănescu S.L., Mirela Matei, Matei S., Mihaela Lungu, Monica Dumitrașcu, Simota C., Mariana Gheorghe, 2005, *Efecte ale practicilor de agricultură ecologică asupra mediului edafic*, Ed. Estfalia, București.
- Ștefănescu S. L., Dumitru M., Lungu Mihaela, Simota C., Motelică D. M., Vasiliu N., Calciu I., 2000, *Evaluări interdisciplinare privind efectele ambientale ale "ecologizării" tehnologiilor agricole*, în: *Metode de cercetare în cultura plantelor* (coord. C. Hera), *Agris*, 113-118.
- Tributh H., 1981, *Erste Ergebnisse über die Reduzierung der Illitgehalte durch Kaliumentzug der Pflanzen*, *Mitteilgn. Dtsch. Bodenk. Gesellsch.* 32, 827-834.
- Wang Z., Chang A.C., Wu L., Crowley D. (2003) – Assessing the soil quality of long term reclaimed wastewater irrigated cropland. *Geoderma* 114, 3-4, 261 – 278.