



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ
"ION IONESCU DE LA BRAD"

Aleea M. Sadoveanu nr. 3, 700490 – IAȘI, ROMÂNIA

Tel. +40-232-213069/260650 Fax. +40-232-260650

E-mail: rectorat@univagro-iasi.ro <http://www.univagro-iasi.ro>

**Autoritatea contractoare: Centrul Național de Management Programe -
CNMP**

PROGRAMUL 4: "Parteneriate în domeniile prioritare"

Domeniul 5 – Agricultură, securitatea și siguranța alimentară

**Contractor: Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion
Ionescu de la Brad" Iași**

Contract de finanțare nr. 52-141/2008

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC (RST)

- în extenso -

la proiectul „Fundamentarea siguranței alimentare într-un sistem ecologic
de producere a legumelor proaspete, prin studiul principalilor factori de
risc, în vederea sustenabilității producției” - SIECOLEG

Etapa I/15.02.2009

Denumirea etapei:

**“Elaborarea protocolului experimental și culegerea datelor
preliminare”**

Director proiect

Prof. univ. dr. Neculai Munteanu

CUPRINS

Capitolul 1. – Introducere. Obiectivele generale. Obiectivele etapei. Planul de realizare a etapei. Rezumatul etapei.....	3
Capitolul 2. – Raport științific și tehnic pentru activitatea 1.1. Discutarea proiectului în cadrul parteneriatului. Training.....	9
Capitolul 3. – Raport științific și tehnic pentru activitatea 1.2. Documentarea științifică și în teren.....	25
Capitolul 4. – Raport științific și tehnic pentru activitatea 1.3. Elaborarea fișelor de cercetare pe etape și activități conform obiectivelor.....	190
Capitolul 5. – Raport științific și tehnic pentru activitatea 1.4. Stabilirea amplasării experiențelor pentru cele trei tipuri de teren (înaintea, în timpul și după conversie) și caracterizarea acestora/diagrama ecopedologică.....	219
Capitolul 6. – Raport științific și tehnic pentru activitatea 1.5. Observații și determinări privind factorii de risc potențial în sol, apă de irigat și planta (chimici, biochimici și biologici).....	225
Capitolul 7. – Concluzii generale.....	248
Bibliografie selectivă.....	251

CAPITOLUL 1

INTRODUCERE. OBIECTIVELE GENERALE. OBIECTIVELE ETAPEI. PLANUL DE REALIZARE A ETAPEI. REZUMATUL ETAPEI

1.1. INTRODUCERE

1.1.1. Denumirea proiectului: “Fundamentarea siguranței alimentare într-un sistem ecologic de producere a legumelor proaspete, prin studiul principalilor factori de risc, în vederea sustenabilității producției” – SIECOLEG

1.1.2. Denumirea etapei 1: Elaborarea protocolului experimental și culegerea datelor preliminare.

1.1.3. Coordonator proiect: Prof. dr. Neculai Munteanu – Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad” Iași.

1.1.4. Unitățile participante:

- Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad” (UȘAMV) Iași – CO
- Stațiunea de Cercetare- Dezvoltare pentru Legumicultură (SCDL) Bacău – P1
- Institutul de Cercetări Biologice (ICB) Iași. Filiala I.N.V.D.S.B. București – P2
- Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” (UAIC) Iași – P3
- Institutul de Sănătate Publică (ISP) Iași – P4

1.1.5. Colectivul de lucru:

- Echipa UȘAMV Iași
 - Prof. dr. Neculai Munteanu – director/coordonator proiect/specialist
 - Șef lucr. dr. Vasile Stoleru – responsabil economic/cercetător/specialist
 - Jităreanu Carmen – cercetător/specialist
 - Robu Teodor - cercetător/specialist
 - Tălmăciu Mihai - cercetător/specialist
 - Ulea Eugen - cercetător/specialist
 - Pop Cecilia - cercetător/specialist
 - Filipov Feodor - cercetător/specialist
 - Stan Teodor - cercetător/specialist
 - Tălmăciu Nela - cercetător/specialist
 - Lipșa Florin - cercetător/specialist
 - Buliga Zaharie – executant/responsabil evidență contabilă
 - Gâlea Elena – executant/responsabil resurse umane
 - Crăciun Tatiana – executant/economist
 - Buraga Sabina – executant/economist
 - Apetrei Veronica – executant/programator
 - Trifan Rodica – executant/programator
 - Constanda Tincă Gabriela – cercetător/ing. drd.
 - Popa Diana - cercetător/ing. drd.
 - Teliban Gabriel - cercetător/ing. drd.

- Stoleru Carmen - cercetător/ing. drd.
 - Stan Cătălin - cercetător/ing. drd.
 - Balan Dragoș - cercetător/ing. drd.
 - Ipătioaie Dănuț - cercetător/ing.
 - Șuiu Remus – cercetător/student
 - Ștefanovici Lăcrămioara – executant/tehnician
 - Tănase Aurel – executant/muncitor
- Echipa SCDL Bacău
- Stoian Lucian – responsabil științific P1
 - Fălticeanu Marcela – responsabil economic
 - Ambăruș Silvică – cercetător
 - Călin Maria - cercetător
 - Cristea Tina Oana – cercetător
 - Mișu Elena Liliana - executant
 - Demeter Georgiana Iuliana - cercetător
 - Dumbravă Maria Magdalena – cercetător
 - Popa Camelia Mihaela - cercetător
 - Drăghici Maricica - executant
 - Cărare Mihaela – executant
 - Chitic Constantin – executant
 - Aramă Petru – executant
 - Coraliu Vasile – executant
 - Danila Ionel – executant
 - Iacob Constantin - executant
 - Ilie Camelia – executant
 - Lăcătuș Adrian – executant
 - Marioarei Constantin – executant
 - Miștode Ioan – executant
 - Paraschiv Gheorghe – executant
 - Radu Doina – executant
 - Radu Ionel – executant
 - Stratulat Vasile – executant
 - Tamas Dan – executant
 - Tamaș Eugen – executant
 - Tamaș Iosif – executant
 - Ungureanu Marina - executant
- Echipa ICB Iași
- Birescu Lazăr – responsabil științific
 - Tudose Irina – responsabil economic
 - Birescu Geanina - cercetător
 - Ivan Otilia - cercetător
 - Acatrinei Ligia –cercetător
 - Călugăr Adina – cercetător
 - Chirilă Bogdan – cercetător
 - Lungu Camil – cercetător
 - Pricop Daniela - executant
- Echipa UAIC Iași
- Bulgariu Dumitru – responsabil științific

- Buzgar Nicolae – responsabil economic
 - Aștefanei Dan - cercetător
 - Răus Mihaela Alina - cercetător
 - Stan Oana Cristina – cercetător
 - Zupcu Corina – cercetător
 - Naiman Andrei – cercetător
 - Balaban Sorin Ionuț - cercetător
- Echipa ISP Iași
 - Hura Carmen – responsabil științific
 - Gherghelaș Manuela
 - Perju Cristina

1.1.6. Valoarea etapei: 112.295 RON, din care de la Buget – 112.295 Ron

1.1.7. Locul de desfășurare a cercetărilor: U.Ș.A.M.V. Iași, S.C.D.L. Bacău, I.C.B. Iași, U.A.I.C. Iași, I.S.P. Iași, microzone legumicole din Regiunea de Nord-Est a României.

1.1.8. Activitățile etapei 1 și rezultatele preconizate

- Activitatea 1.1. – Discutarea proiectului în cadrul parteneriatului. Training/Modele conceptuale;
- Activitatea 1.2. – Documentarea științifică și în teren. Protocol experimental.
- Activitatea 1.3. – Elaborarea fișelor de cercetare pe etape și activități, conform obiectivelor. Fișe de cercetare.
- Activitatea 1.4. – Stabilirea amplasării experimentelor pentru cele trei tipuri de teren (înaintea, în timpul și după conversie) și caracterizarea acestora /diagnoza ecopedologică./Fișe de cercetare.
- Activitatea 1.5. – Observații și determinări privind factorii de risc potențial în sol, apă de irigat și plantă (chimici, biochimici și biologici) /Fișe de cercetare.
- Activitatea 1.6. – Elaborare raport de activitate (experimentare)/Raport de experimentare – Raport Științific și Tehnic (RST).

1.2. OBIECTIVELE GENERALE

Scopul definit al proiectului este *aprofundarea cunoștințelor privind principalii factori de risc într-un sistem ecologic de producere a legumelor proaspete și elaborarea unui model tehnic de monitorizare în vederea creșterii siguranței alimentare.*

Pentru realizarea scopului propus, în strategia proiectului au fost stabilite două categorii de obiective ce se vor realiza în ansamblul întregii structuri a proiectului reprezentată de etape și activități: **obiective generale sintetice (obiective generale**, conform Anexei I.1. din proiect) și **obiective generale analitice** (denumite **obiective specifice**, conform Anexei I.1.).

1.2.1. Obiectivele generale sintetice (OG) sunt următoarele:

- OG1. - fundamentarea, elaborarea și implementarea planului HACCP la culturile legumicole ecologice pentru produse proaspete;
- OG2. - fundamentarea, elaborarea și aplicarea unui sistem de trasabilitate pentru contaminanții majori din culturile legumicole, ecologice pentru produse proaspete;

- OG3. - fundamentarea, elaborarea si folosirea unui model standard de monitorizare/respectare a securitatii si sigurantei alimentare la culturile legumicole pentru produse proaspete.

1.2.2. Obiective generale analitice (OS) au următorul conținut:

- OS1. - evaluarea conditiilor de cadru natural pe culturi si sisteme de exploatare;
- OS2. - evaluarea principalilor factori de risc din sol, apa, planta si produs;
- OS3. - evaluarea in dinamica a principalelor surse de risc la culturile luate in studiu;
- OS4. - evaluarea si evolutia starii de sanatate a solului, a activitatii sale microbiologice si enzimatic;
- OS5. – elaborarea si utilizarea unui sistem de trasabilitate pentru controlul sigurantei alimentare a legumelor proaspete;
- OS6. – stabilirea eficientei HACCP in studiul, controlul si prevenirea riscurilor in culturile legumicole ecologice pentru asigurarea securitatii si sigurantei alimentare;
- OS7. – elaborarea modelului standard de monitorizare a sigurantei alimentare a legumelor ecologice proaspete intr-o tehnologie optima de cultivare.

1.3. OBIECTIVELE ETAPEI

În baza structurării **etapei 1** pe activități, așa după cum s-a arătat la punctul 1.1.8., au fost stabilite obiectivele etapei care asigură realizarea scopului și obiectivelor generale ale proiectului. Aceste obiective sunt prezentate în continuare:

- Completarea și aprofundarea documentării științifice și tehnice în mod specific, corespunzător etapelor și activităților, precum și expertizei partenerilor.
- Elaborarea modelelor conceptuale ale proiectului, prin care se pun în evidență concepte specifice.
- Elaborarea protocolului experimental, care constă dintr-o schemă generală de realizare a proiectului, evidențiindu-se cunoștințele științifice, tehnice și practice, resursele (umane/de personal, naturale, materiale, financiare), metodele și tehnicile de folosire, rezultatele obținute, concluziile și modul de valorificare.
- Elaborarea fișelor de cercetare pentru toate etapele și activitățile de cercetare ale proiectului. Fișele de cercetare pun în evidență în mod detaliat și concret material, metodele și tehnicile de lucru, rezultatele scontate, modul de valorificare pentru fiecare experiență/activitate de cercetare din etapele preconizate.

În cadrul acestei etape, două din activitățile prevăzute în planul de realizare contribuie direct la realizarea a două obiective generale analitice ale proiectului și anume OS1. (evaluarea conditiilor de cadru natural pe culturi si sisteme de exploatare) prin activitatea 1.4 (Stabilirea amplasării experimentelor pentru cele trei tipuri de teren (înaintea, în timpul și după conversie) și caracterizarea acestora /diagnoza ecopedologică./Fișe de cercetare) și OS2 (fundamentarea, elaborarea si aplicarea unui sistem de trasabilitate pentru contaminantii majori din culturile legumicole, ecologice pentru produse proaspete).

1.4. PLANUL DE REALIZARE A ETAPEI

Planul de realizare a etapei și a proiectului, în general, au fost discutate într-un workshop organizat în zilele de 10 și 24 octombrie la UȘAMV Iași.

La întâlnire au participat toate unitățile din consorțiu de realizare a proiectului, reprezentate de responsabilul colectivului de cercetare, responsabilul economic al proiectului și eventual 1-3 cercetători cu responsabilități distincte de cercetare.

Rezultatele discuțiilor sunt prezentate în detaliu în Raportul pentru Activitatea 1.1. din Planul de realizare a proiectului.

Planul de realizare a etapei a cuprins următoarele elemente:

- activitățile ce urmează a fi efectuate (conform Planului de realizare a Proiectului)
- rezultatele scontate, acestea vizează realizarea obiectivelor etapei, respectiv:
 - completarea și aprofundarea documentării științifice;
 - elaborarea modelelor conceptuale, elaborarea protocolului experimental;
 - elaborarea fișelor de cercetare;
 - OS1. - evaluarea condițiilor de cadru natural pe culturi și sisteme de exploatare;
 - OS2. - evaluarea principalilor factori de risc din sol, apă, plantă și produs;
- raportul științific și tehnic.

Pentru fiecare element au fost efectuate precizări detaliate privind conținutul și forma de prezentare a acestora.

Fiecare partener va realiza documentarea științifică pe domeniul său specific de competență (pedologie, microbiologie, biochimie, agrochimie, tehnologii legumicole etc.) și va colabora la efectuarea protocolului și fișelor de cercetare.

Raportările către coordonator urmează a fi făcute cu circa 15 zile înainte de data predării proiectului la CNMP București.

În cadrul acestor rapoarte fiecare partener va răspunde conform indicațiilor CNMP și va ține cont de activitățile etapei și de conținutul etapelor viitoare în funcție de expertiza științifică pe care o are.

Prin conținutul lor raportările vor defini și explicita corespunzător unor termeni științifici de specialitate.

Așadar în principiu raportul va cuprinde pentru fiecare etapă următoarele:

- documentarea științifică la zi;
- metodologia de cercetare;
- fișele de cercetare;
- rezultate experimentale conform OS1 și OS din activitățile A.1.4 și A.1.5.

Raportarea va fi structurată corespunzător activităților de cercetare din etapa 1.

1.5. REZUMATUL ETAPEI

Etapă raportată – *“Elaborarea protocolului experimental și culegerea datelor preliminare”*, are ca **scop** așa cum rezultă încă din titlu, elaborarea protocolului experimental și culegerea datelor științifice și tehnice preliminare pentru realizarea proiectului.

Pentru realizarea scopului propus au fost stabilite următoarele, corespunzător activităților și rezultatelor programate prin planul de realizare a proiectului:

- completarea și aprofundarea documentației și tehnice, corespunzător etapelor și activităților de cercetare ale proiectului;
- elaborarea modelelor conceptuale ale proiectului
- stabilirea fazelor protocolului experimental (sche, strategii, metodologii, resurse, rezultate scontate etc.)
- elaborarea fișelor de cercetare pentru toate activitățile de cercetare științifică din planul de realizare
- culegerea de date preliminare din locațiile alese pentru experimentare

Cercetările au fost realizate de toți partenerii consorțiului (Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași, Stațiunea de Cercetare și Dezvoltare Legumicolă Bacău, Institutul de Cercetări Biologice Iași și Institutul de Sănătatea Publică Iași), în cadrul

laboratoarelor de cercetare, câmpurile experimentale și în locațiile externe din zone de tradiție legumicolă ale Regiunii de Nord est a României.

În cadrul etapei au fost realizate următoarele activități:

A.1.1.- Discutarea proiectului în cadrul parteneriatului. Training.

A.1.21. – Documentare științifică și în teren

A.1.3. – Elaborarea fișelor de cercetare

A.1.4. – Stabilirea amplasării experimentelor pentru cele trei tipuri de teren (înaintea, în timpul și după conversie) și caracterizarea acestora/diagnoza ecopedologică

A.1.5. – Observații și determinări privind factorii de risc potențial în sol, apă de irigat și plantă (chimici, biochimici și biologici)

A.1.6.- Elaborarea raportului de activitate/experimentare

Metodologia de cercetare a fost aleasă în mod specific pentru fiecare activitate, astfel ca să fie obținute rezultatele planificate, iar obiectivele și scopul proiectului să fie atinse.

În cadrul primei activități (A1.1.) au fost prezentate echipele de cercetare, filozofia/problematika proiectului, termeni și ipoteze de lucru, cadrul managerial de desfășurare a proiectului și modelele conceptuale specifice proiectului.

Activitatea A.1.2. a avut ca scop realizarea documentării științifice și în teren și schițarea protocolului experimental. Documentarea științifică face referire la principalele probleme/teme ale proiectului: circumstanțele și caracteristicile producției ecologice; managementul factorilor de risc; fundamentarea și testarea riscurilor în sisteme ecologice; factorii chimici de risc în sistemul sol-apă-plantă; estimarea și evoluarea factorilor de risc în sisteme integrate sol-apă-plantă; poluarea cu metale grele și mecanismele acesteia; determinarea metalelor grele din sol și procesul de speciație; starea de sănătate a solului; aplicarea HACCP în producția horticolă.

Documentarea în teren a permis o caracterizare complexă a întregii Regiuni de NE a României, din punct de vedere orografic, climatic, pedologic și economico-social în relație cu practicarea legumiculturii.

În final a fost realizat protocolul experimental (obiect, strategie, resurse, metodologie, rezultate scontate).

Activitatea 1.3. este destinată întocmirii fișelor de cercetare. Au fost întocmite fișe de cercetare pentru toate activitățile de cercetare din planul de realizare a proiectului, de asemenea au mai fost întocmite fișe de cercetare pentru experiențele subsidiare, care asigură date experimentale necesare realizării proiectului.

În final sunt prezentate metodologii de determinare comparativă a metalelor grele din sisteme ecologice.

Activitatea 1.4. a avut ca obiect stabilirea amplasamentului experiențelor care să ofere datele necesare obținerii rezultatelor scontate. Au fost stabilite trei locații (Ferma horticolă UȘAMV Iași, câmpul experimental al SCDL Bacău și Ferma OAT Spătărești) care au terenuri exploatare în sistem ecologic. De asemenea, au fost stabilite locații pentru ferme exploatare în sistem convențional și ferme în curs de conversie (AF Probota și AF Botoșani).

Pentru aceste locații au fost efectuate studii ecopedologice complexe pentru stabilirea pretabilității pentru cultivarea legumelor.

Activitatea 1.5. constă în observații și determinări privind factorii de risc potențial pentru legumicultură. Pe baza studiilor sunt analizați factorii chimici de risc major: pesticide, metale grele și insecto-fungicide. Rezultatele arată ca acești poluanți sunt sublimita admisă de standardele în vigoare. De asemenea, este făcut un inventar al principalelor factori biologici, boli și dăunători la principalele specii legumicole cultivate în zonă.

În concluzie scopul și obiectivele au fost realizate integral și au fost obținute și prezentate rezultatele scontate/programate prin proiect.

CAPITOLUL 2

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC PENTRU ACTIVITATEA 1.1. DISCUTAREA PROIECTULUI ÎN CADRUL PARTENERIATULUI. TRAINING

2.1. MOTIVAȚIA ACTIVITĂȚII

Discutarea proiectului cu partenerii și instruirea (training-ul) participanților face parte din managementul proiectului, iar de organizarea generală a activităților necesare s-a ocupat unitatea coordonatoare – UȘAMV Iași.

Întocmirea proiectului a fost o activitate complexă, în care principala răspundere a avut-o unitatea coordonatoare. Pe de altă parte problematica întregă a proiectului este foarte amplă și cuprinde idei, ipoteze, metode și tehnici de lucru, planuri de lucru cu o structură relativ complexă, dar toată această problematică nu a putut fi prezentată și explicată în întregime, în detaliu și într-un mod cât se poate de explicit în spațiul relativ restrâns al proiectului. De asemenea, multe din contribuțiile posibile ale partenerilor nu au putut fi cuprinse în textul proiectului.

De mare importanță este sublinierea faptului că realizarea proiectului, respectiv atingerea scopului și obiectivelor preconizate necesită, din punct de vedere tehnico-profesional, expertiză de înalt nivel care nu se poate pune în operă decât prin participarea în mod coerent și angajant a specialiștilor din fiecare colectiv. În același sens multe din conceptele, ideile, metode și tehnici de lucru, planuri de lucru cu o structură relativ complexă, dar toată această problematică nu a putut fi prezentată și explicată în întregime, în detaliu și într-un mod cât se poate de explicit în spațiul relativ restrâns al proiectului. De asemenea multe din contribuțiile posibile ale partenerilor nu au putut fi cuprinse în textul proiectului.

De mare importanță este sublinierea faptului că realizarea proiectului, respectiv atingerea scopului și obiectivelor preconizate necesită, din punct de vedere tehnico-profesional, o expertiză de înalt nivel care nu se poate pune în operă decât prin participarea în mod coerent și angajant a specialiștilor din fiecare colectiv. În același sens multe din conceptele, ideile, metodele și tehnicile de lucru aparțin anumitor specialiști ai colectivelor participante, dar acestea trebuie cunoscute și înțelese de toți specialiștii angajați în realizarea proiectului.

Ca urmare a celor prezentate, reiese cu prisosință necesitatea și importanța discutării în detaliu și în mod lămuritor a proiectului și instruirea, după caz a specialiștilor, mai ales a celor tineri, asupra problematicii și metodologiei de lucru ce va fi abordată.

În managementul proiectului sunt incluse metode, mijloace și căi specifice de lucru, care nu se pot pune în practică direct prin contract între persoane, pe baza unui sistem relațional care asigură informarea reciprocă, circulația fluxului de informații, analiză și sinteză și în final actul de conducere prin elaborarea deciziilor, transmiterea acestora, monitorizarea și corectarea acțiunilor din conținutul deciziilor. În felul acesta întregul ansamblu de resurse din spațiul obiectiv și mai ales, subiectiv (umane, financiare, materiale etc.) sunt angajate în realizarea proiectului.

De mare importanță pentru reușita proiectului este emiterea de idei novatoare privind concepte, metode și tehnici, interpretarea datelor experimentale, valorificarea rezultatelor etc.,

iar realizarea acestui fapt este posibil cu maximum de succes prin realizarea așa numitei “mase critice” de specialiști.

Prin demersul concret al acestei activități este asigurată realizarea acestei mase și punerea în evidență a output-ului acesteia, în beneficiul proiectului și, mai ales, în beneficiul cercetării științifice în domeniu.

2.2. CATEGORIA ACTIVITĂȚII

Activitatea 1.1. – Discutarea proiectului în cadrul parteneriatului și training se înscrie în grupul de Activități suport (B), având ca elemente principale de conținut “Vizite de lucru / schimburi de bune practici” (B7). Activitatea 1.1. a avut prin conținutul său și un caracter de manifestare științifică de tipul masă rotundă, workshop sau dezbateri.

2.3. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE ACTIVITĂȚII

Scopul acestei activități este de optimizare procesul de management, astfel ca obiectivele științifice, tehnice și economice ale proiectului să fie realizate în conformitate cu clauzele contractuale stabilite de comun acord cu autoritatea contractoare. Scopul enunțat va fi concretizat prin elaborarea de modele (scheme) conceptuale prin care se stabilește entitățile, categoriile și resursele implicate, precum și relațiile dintre acestea.

Pentru realizarea scopului propus au fost stabilite următoarele obiective:

- cunoașterea directă a partenerilor/colectivelor de cercetare;
- explicitarea (prezentarea detaliată) a filozofiei (problematicii) proiectului și a planului de realizare;
- discutarea termenilor (entități, categorii) și a ipotezelor de lucru;
- discutarea metodologiei de lucru (principii, scop, metode și tehnici de lucru);
- discutarea cadrului organizatoric pentru activitățile de cercetare;
- discutarea cadrului organizatoric pentru activitățile suport;
- stabilirea responsabilităților, persoanelor de contact și a căilor de interrelaționare;
- stabilirea modului de întocmire a rapoartelor de cercetare (conținut, formă, termene) și a rapoartelor economice;
- discutarea regulilor și normelor de folosire a fondurilor financiare în concordanță cu prevederile contractuale ș.a.;
- analiza posibilităților de valorificare a rezultatelor științifice ale proiectului ș.a:

Scopul activității a fost enunțat imediat după depunerea proiectului la CNMP, iar obiectivele au fost stabilite de comun acord la prima întâlnire, urmând ca rezultatele necesare să fie rediscutate și analizate după perioada de circa două săptămâni.

2.4. PARTICIPANȚII LA ACTIVITATEA RAPORTATĂ

La această activitate au participat toți partenerii proiectului. Organizarea activității a fost realizată de către coordonatorul proiectului, respectiv directorul de proiect, responsabilul economic.

Participarea specialiștilor de la unitatea coordonatoare și partenerii la consorțiu a fost după cum urmează:

- 1) UȘAMV Iași CO – 14 persoane
 - Prof. dr. Neculai Munteanu – director proiect
 - Șef lucr. dr. Vasile Stoleru – responsabil economic
 - Jităreanu Carmen
 - Robu Teodor

- Tălmaciu Mihai
- Ulea Eugen
- Pop Cecilia
- Filipov Feodor
- Stan Teodor
- Tălmaciu Nela
- Constanda Tincă Gabriela
- Popa Diana
- Teliban Gabriel
- Stoleru Carmen

2) SCDL Bacău – P1 – 7 persoane

- Stoian Lucian – responsabil științific
- Fălticeanu Marcela – responsabil economic
- Ambăruș Silvica
- Călin Maria
- Cristea Tina Oana
- Demeter Georgiana Iuliana
- Dumbravă Maria Magdalena

3) ICB Iași – P2 – 5 persoane

- Bireescu Lazăr – responsabil științific
- Tudose Irina – responsabil economic
- Bireescu Geanina
- Ivan Otilia
- Acatrinei Ligia

4) UAIC Iași – P3 – 5 persoane

- Bulgariu Dumitru – responsabil științific
- Buzgar Nicolae – responsabil economic
- Aștefanei Dan
- Răus Mihaela Alina
- Stan Oana Cristina

5) ISP Iași – P4 – 3 persoane

- Hura Carmen – responsabil științific
- Gherghelaș Manuela
- Perju Cristina

2.5. LOCUL DE DESFĂȘURARE A ACTIVITĂȚII

Întâlnirile de lucru cu personalul participant au fost organizate la UȘAMV Iași, Facultatea de Horticultură, Laboratorul disciplinei de Legumicultură. Pregătirea materialelor de lucru a fost realizată de fiecare partener la sediul sau permanent.

Cu ocazia acestor întâlniri au fost vizitate laboratoarele facultății, câmpurile experimentale și unele spații de învățământ.

2.6. VALOAREA ACTIVITĂȚII

Valoarea totală a acestei activități, rezultă din Planul de realizare a proiectului și este 8.295 lei.

2.7. METODOLOGIA DE LUCRU ȘI MATERIALELE FOLOSITE

Metodologia și materialele folosite sunt cele specifice acestei activități.

Participanții au fost anunțați din timp, în mod direct, telefonic și prin e-mail, fiindu-le solicitată confirmarea participării, numărul de persoane și ora de sosire.

Participanților li s-a precizat scopul întâlnirii și durata pentru fiecare din zilele întâlnirii.

De asemenea li s-a recomandat studierea proiectului (descrierea proiectului), Planului de lucru și a Devizelor de cheltuieli.

Directorul de proiect a făcut prezentarea partenerilor, respectiv a persoanelor participante, iar cercetătorii au fost solicitați să-și prezinte domeniul de expertiză și experiența științifică.

Directorul a făcut o prezentare a proiectului, a Planului și a Devizului general și a devizelor pe unități pe an și pe etape.

Au fost date lîmuririle necesare acolo unde a fost necesar.

A urmat discutarea analitică a etapelor și a activităților. Împreună cu participanții au fost stabilite obiectivele de lucru (în prima zi a activității).

A fost stabilit că în decurs de 7-10 zile să se dea răspuns la obiectivele cu caracter de cercetare științifică și să fie comunicate prin poșta electronică directorului de proiect, iar în data de 24 octombrie să aibă loc a doua întâlnire din cadrul acestei activități.

La a doua întâlnire participanții au pregătit răspuns la problematica stabilită prin scopul și obiectivele de cercetare științifică. De asemenea, au fost lămurite unele aspecte cu caracter economic și de management.

În elaborarea modelelor conceptuale au fost folosite diferite tipuri de asemenea modele pentru unele etape și activități, acolo unde acest tip de rezultate sunt pretabile.

În principiu modelele conceptuale au rolul de a prezenta schematic, diagramatic, într-un mod sugestiv elementele constitutive ale unui proiect, proces, fenomen, sistem etc., împreună cu modul lor de interrelaționare astfel încât să se producă optimizarea subiectului pe care îl reprezintă.

Realizarea modelelor conceptuale cuprinde câteva etape obligatorii sau opționale:

- stabilirea entităților, conceptelor, categoriilor etc.;
- definirea entităților, conceptelor, categoriilor etc.;
- ierarhizarea acestor, după criterii, obiective;
- stabilirea relațiilor pe verticală/orizontală în funcție de gradul ierarhic;
- stabilirea axei principale sau de simetrie;
- direcția fluxului de input/energetic, de circulare, de subordonare/coordonare etc.);
- prezentarea output-ului;
- descrierea funcționalității;
- prezentarea critică obiectivă a modelului (avantaje, dezavantaje, puncte tari/slabe etc.);
- prezentarea soluțiilor de optimizare;
- recomandări de folosire/utilizare și beneficii.

Modelele conceptuale propuse de participanți au fost analizate și după unele ajustări/corecturi au fost validate.

2.8. REZULTATELE OBȚINUTE ȘI MODUL DE VALORIFICARE

2.8.1. Prezentarea echipelor de cercetare

Rezultatele constă în aceea că au fost prezentate persoanele cu funcții de cercetare și expertiza fiecăruia. În mod sintetic, consorțiul cuprinde: directorul de proiect, responsabili științifici, cinci responsabili economici, 43 de cercetători, executanți și alt personal.

Din punct de vedere profesional, în cadrul consorțiului își desfășoară activitatea următoarele categorii: opt profesori și conferențieri universitari, șase șefi de lucrări/lectori și asistenți, nouă doctoranzi și patru studenți la cursuri de licență; 10 cercetători științifici principali, doi cercetători științifici, șapte economiști și programatori doi chimiști și alt personal de execuție.

Expertiza cercetărilor este recunoscută în domeniile: horticultură/legumicultură, pedologie, agrochimie, biochimie, chimie analitică, fiziologie și microbiologie, protecția plantelor, management și economie.

Expertiza și dotarea tehnică a participanților va permite efectuarea lucrărilor experimentale necesare realizării integrale a proiectelor.

2.8.2. Filozofia/problematica proiectului rezultă din “Descrierea detaliată a proiectului” (Formular B-B07).

Producția legumicolă ecologică este considerată pe deplin curată (nepoluată) și produsă fără aportul produselor chimice de sinteză. În același timp aceasta asigură refacerea agroecosistemelor degradate (conversia) precum și sustenabilitatea acestora.

Față de această situație sunt suficiente evidente din care rezultă că există un mare număr de factori de risc care pot afecta securitatea și siguranța alimentară.

În aceste circumstanțe proiectul își propune să confirme/infirmă existența acestor factori de risc, să studieze natura lor, evoluția/dinamica acestora, modul de control (monitorizare și realizarea unei metodologii standard de monitorizare a siguranței alimentare a legumelor proaspete într-o tehnologie ecologică optimă/standardizată

2.8.3. Termeni, entități, categorii și ipoteze de lucru specifice

Deși terminologia folosită este în general cunoscută și înțeleasă, la nivelul întregului personal (de cercetare și execuție) este nevoie de unele lămuriri, pentru a fi evitate unele erori (scăpări) de exprimare și utilizare.

- **Legumicultura (agricultura) ecologică** este în termen recunoscut în practica producției ecologice. În esență termenul este similar cu cele de producție biologică, biodinamică și organică și parțial similar cu cele de producție agricolă integrată și sustenabilă.

În principiu acest sistem de practică agricolă respectă legile ecologice de producere a legumelor, respectiv optimizarea relației plantă-sol-apă-aer-om, care asigură conservarea și sustenabilitatea agroecosistemelor.

În realizarea producției ecologice sunt excluse îngrășămintele și substanțele de protecție de sinteză, fitohormoni (substanțe bioactive) sintetic și organismele modificate genetic.

Producția agricolă ecologică este definită prin legi și regulamente ale Uniunii Europene și ale României (OU 34/2000).

- **Agricultura (dezvoltare) sustenabilă** poate fi definită ca sistemul de agricultură sau modul de dezvoltare a agriculturii astfel că potențialul său de producție să se mențină (automențină) prin forțe proprii o perioadă cât mai lungă de timp (nelimitată). În mod concret, agricultura sustenabilă își va folosi toate resursele, în mod rațional, pentru a da maximum de randament, dar fără a degrada (inclusiv polua) în vreun fel agroecosistemul, astfel ca acesta să-și mențină capacitatea de producție în mod nelimitat. În mod sintetic agricultura sustenabilă asigură optimum de producție ca și autoresursele autocapacitățile proprii pentru producțiile viitoare în mod nelimitat. Esențial este faptul că acest sistem nu impune în mod

esențial restricții, deci admite produsele de sinteză, dar cu condiția să nu afecteze echilibrul ecologic al agrosistemului și bineînțeles sustenabilitatea.

Siguranța alimentară definește complexul de măsuri, căi și mijloace prin care alimentele nu sunt afectate din punct de vedere al valorii lor alimentare, conform standardelor de calitate. În mod esențial, alimentele să nu fie elemente toxice de natură biologică, chimică, fizică, biochimică etc.

Producția legumicolă este element al producției agricole ca sistem, în care folosind resurse naturale ca planta, solul, apa, aerul, lumina, energia (căldura), resurse umane (forța de muncă umană, tehnologi de cultivare și cunoștințe tehnice în general) și resurse economico-financiare sunt obținute produsele legumicole folosite în hrana oamenilor.

Legumele sunt reprezentate de plante întregi, organe sau alte părți ale plantelor care sunt consumate în stare proaspătă, preparată și/sau conservată. Acestea sunt reprezentate de rădăcini, tulpini, frunze, flori, fructe, semințe, bulbi, rizomi ș.a. De regulă rădăcinile, frunzele și lăstarii de plante se mai numesc zarzavat.

În producția legumicolă trebuie distinse două națiuni cu oarecare similaritate: cultura legumicolă, cultivarea legumelor și tehnologia de cultivare.

Cultura legumicolă cuprinde totalitatea cunoștințelor despre o specie legumicolă: importanță, origine și răspândire, particularități botanice și biologice, particularități ecologice, sortiment și tehnologia de cultivare. De asemenea prin cultura legumicolă se înțelege terenul și planta cultivată (de exemplu cultura de ceapă, de ardei etc.).

Cultivarea legumelor înseamnă ansamblu de lucrări (operațiunilor) prin care este înființată și îngrijită o cultură de legume.

Cultivarea legumelor, de regulă, este asamblată într-o succesiune de input-uri materiale, energetice și umane care alcătuiește tehnologia de cultivare.

Tehnologia de cultivare a legumelor cuprinde următoarele verigi succesive: alegerea terenului, pregătirea terenului, înființarea culturii, lucrările de îngrijire, recoltarea.

Riscul este o categorie de maximă generalitate care estimează probabilitatea unui pericol. Adesea se confruntă sau suplinește termenul de pericol. Starea de normalitate sau șansa sunt opuse pericolului.

Pericolul înseamnă, așadar, tot ce este de nedorit, dăunător, care afectează negativ un lucru, un proces, un fenomen, în relație cu ceea ce este normal sau de dorit.

Analiza și managementul riscului sunt sintagme de mare interes în toate domeniile de activitate umană, dar și în natura (în relație cu ceea ce poate fi observat sau studiat de om).

În Departamentul de Stat al SUA, funcționează o Agenție de Management Riscului în Agricultură (Harwood et al, 1999, Patrick, 2000).

Riscul și nesiguranța sunt elemente fundamentale ale vieții umane, ce afectează orice aspect al societății și evenimentelor lumii. Acestea trebuie să fie sub un control efectiv pentru a proteja oamenii de suferință și de a permite societății să se dezvolte și să progreseze.

Adesea **Riscul** este definit ca măsura probabilității și severității efectelor adverse (Lowrance, 1976, după University of Virginia).

Managementul riscului este activitatea direcționată pentru evaluarea, diminuarea efectelor și monitorizarea riscului. Riscurile pot veni deliberate de la adversari.

Importanța riscului pentru organizarea vieții este de nebanuit pentru cei care nu au ca obiect de activitate acest concept. Herodot spunea „Minunat lucru este prudența și înțeleptă este prevederea”, adică arată cât de important este să eviți pericolele cu risc mare (major). De aceea devine deosebit de important managementul riscului în orice domeniu, inclusiv în agricultură (legumicultură).

H.A.C.C.P. (Hazard Analysis Critical Control Points) – Analiza Hazardului. Punctele Critice de Control este un sistem științific de management al siguranței alimentelor folosit în scopul prevenirii, eliminării sau reducerii la niveluri acceptabile a riscurilor. Acesta

este organizat pe principiul ISO 9000, iar folosirea sa este reglementată la nivel european de Directivele 91/525/EEC și 93/94 EEC și la nivel național de Ordinul Ministerului Sănătății nr.1956/1995, ca și de alte documente.

Trasabilitatea este metodă de a urmări, monitoriza și înregistra, pe parcursul fluxului tehnologic, istoricul și acțiunile care au impact asupra unui produs. Folosirea sa este stipulată de reglementări ale UE (Directivele 89/396 EEC, Reglementarea 1830/2003) sau ale României (Legea 150/2004). Aplicarea acestei metode asigură competitivitatea și sporește încrederea consumatorilor în produsele obținute pe fluxul folosit.

Modelele standard de monitorizare sunt folosite în mod curent pentru realizarea unor produse care trebuie să aibă anumiți indicatori tehnici de calitate standardizate. Aplicarea acestora implică recomandări tehnice și manageriale, pe tot parcursul fluxului tehnologic, ceea ce asigură și o standardizare a tehnologiilor de cultivare a legumelor ecologice.

2.8.4. Metodologia de lucru (scop, principii, tehnici)

Proiectul are un vădit caracter multidisciplinar și ca urmare metodologiile (metode, variante experimentale, scop, principiu, tehnici, prelucrarea statistică ș.a) îmbracă un vădit caracter specific.

Discuțiile din cadrul întâlnirilor de lucru au relevat faptul că aceste metodologii trebuie fundamentate, actualizate, verificate, validate și apoi prezentate în mod corespunzător, ca formă și conținut, în cadrul protocolului experimentat.

În principiu a fost stabilită prezentarea mai multor metodologii, corespunzător etapelor, obiectivelor și activitățile proiectului

- metodologia realizării culturilor experimentale
- metodologia analizei solului
- metodologia analizei apei
- metodologia analizei plantei
- metodologia analizei produselor
- metodologia microbiologiei
- metodologia studiului diagnozei ecopedologice
- metodologia analizei riscurilor
- metodologia implementării HACCP
- metodologia analizei studiului de trasabilitate ș.a.

2.8.5. Discutarea cadrului organizatoric pentru activitățile de cercetare

Cadrul organizatoric este prezentat în principiu în “Managementul proiectului”.

Activitățile de cercetare vor fi realizate în strânsă legătură cu enunțul (conținutul) etapei, având în vedere realizarea obiectivelor etapei și a rezultatelor prevăzute pentru fiecare activitate a etapei, avându-se în vedere că realizarea activităților și respectiv a etapei din care acestea fac parte este estimată strict prin realizarea obiectivelor și a rezultatelor prevăzute în Planul de realizarea proiectului.

În realizarea etapei sunt implicați toți participanții, conform Planului de realizare în funcție de expertiza fiecărui participant. Coordonatorul de proiect va da prioritate în conducerea unor activități participanților cu expertiza cea mai bună recunoscută.

Participanții la proiect se vor întâlni pentru discuții tehnice ori de câte ori va fi nevoie, în afara situațiilor de experimentare în comun.

Celelalte obiective punctuale prezentate la punctul 2.3, nu prezintă semnificație pentru conținutul Științific și Tehnic (ST) al proiectului, de aceea considerăm a nu fi necesară prezentarea acestora. Menționăm că aceste obiective au fost realizate și acestea au fost de un real folos în realizarea obiectivelor proiectului pentru această etapă.

În continuare vor fi prezentate rezultatele planificate în Planul de realizare a proiectului, corespunzător acestei activități – Modelele conceptuale.

2.8.6. Modelele conceptuale

Modelele conceptuale realizate în acest paragraf sunt prezentate în fig.2.1 – 2.12.

Pentru fiecare model în parte se pot observa elementele constitutive, modul de subordonare/coordonare, circuitul fluxului de informație/energie și rezultatul final al modelului.

În principiu, pentru orice sistem, flux tehnologic, proces, fenomen etc. este posibilă realizarea de modele conceptuale.

Important este ca elementele constitutive să fie bine explicate/definite. Pentru acest paragraf, definirea majoritatea entităților/categoriilor/termeni a fost prezentată în paragraful 2.3.3. Pentru ceilalți termeni nu este nevoie de o definiție specială, având, în general, un caracter comun pentru tehnologia domeniului proiectului.

2.9. CONCLUZII

1. Scopul și obiectivele acestei activități au fost realizate integral
2. Echipele de cercetare ale partenerilor au lucrat împreună la studierea proiectului și punerea la punct a unui plan operativ de lucru pentru etapa curentă, dar și stabilirea unui cadru general de funcționare a consorțiului.
3. A fost reconfirmată componenta și expertiza echipelor de cercetare, ca și resursele tehnice și profesionale de care dispun aceste echipe.
4. A fost lămurit înțelesul și modul de utilizare la o serie de terenuri, entități, categorii și ipoteze de lucru specifice proiectului.
5. A fost stabilit grupul de metodologii unitare pentru rezolvarea problematicei proiectului: realizarea culturilor experimentale, analizele de sol, apă, plantă, produse legumicole proaspete, studiul microbiologic, studiul diagnozei ecopedologice, analiza riscului, implementarea HACCP și studiul trasabilității.
6. A fost stabilit cadrul organizatoric pentru derularea proiectului: responsabilități, sarcini, termene, mod de raportare științifică și economică.
7. Au fost elaborate 12 modele conceptuale (MC) pentru principalele probleme legate de managementul proiectului, filozofia proiectului, problematica proiectului, modalitățile de metodică și tehnica cercetării: MC al proiectului, MC – parteneriatului consorțiului, MC pentru realizarea etapei, MC – HACCP, MC – arborele de decizie., MC – calitatea solului, MC – circuitul biogeochimic, MC – sistem integrat sol-apă-plante, MC – structura interactivă a implicațiilor în sisteme pedogeochimice, MC - relațiile interactive în scoarța terestră, MC – modelarea proceselor și sistemelor biogeochimice, MC – metoda de analiză feedback a riscurilor.

Modelul conceptual al proiectului. Structura proiectului

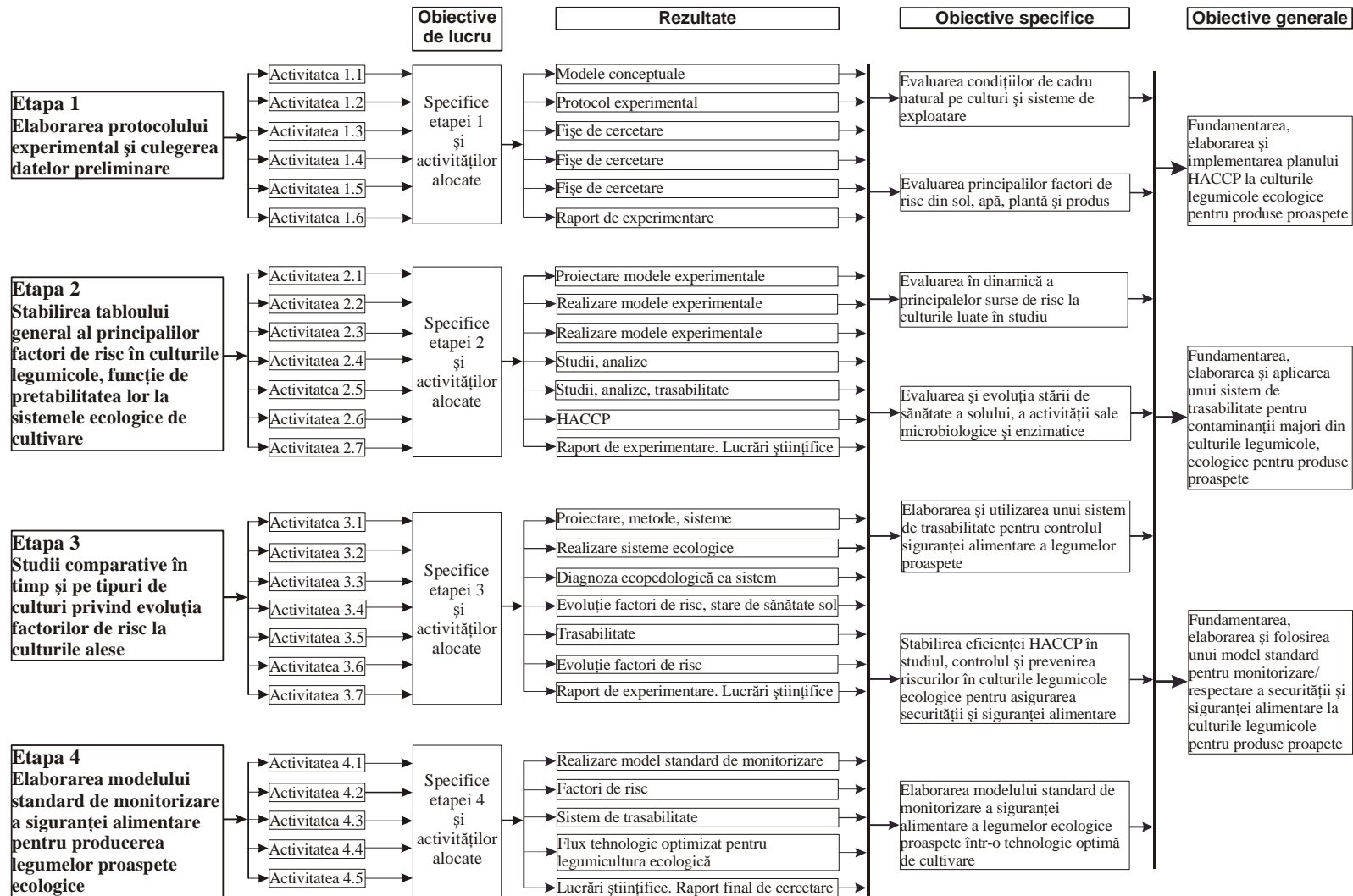


Fig. 2.1. Model conceptual al proiectului

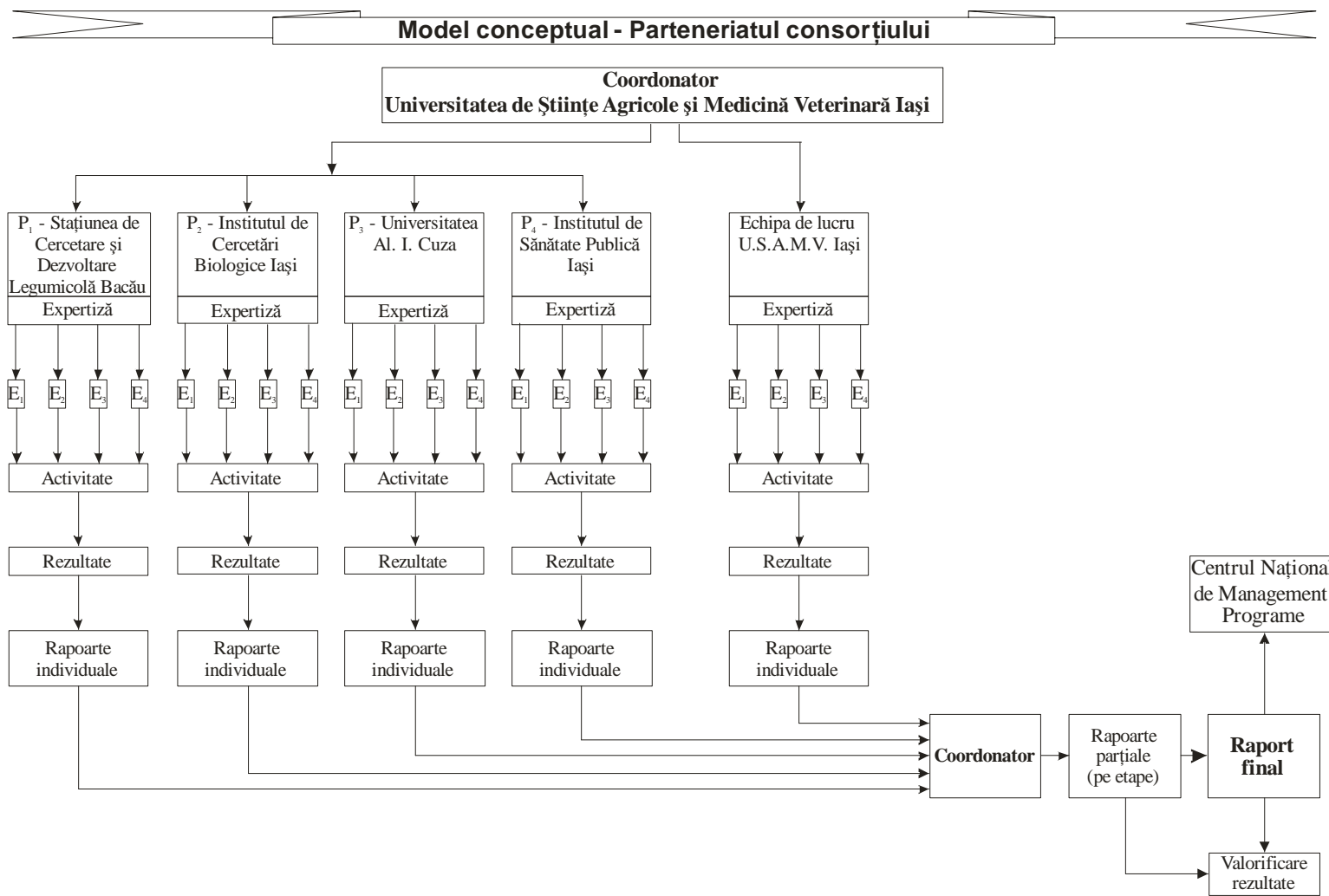


Fig. 2.2. Model conceptual – Parteneriatul consorțiului

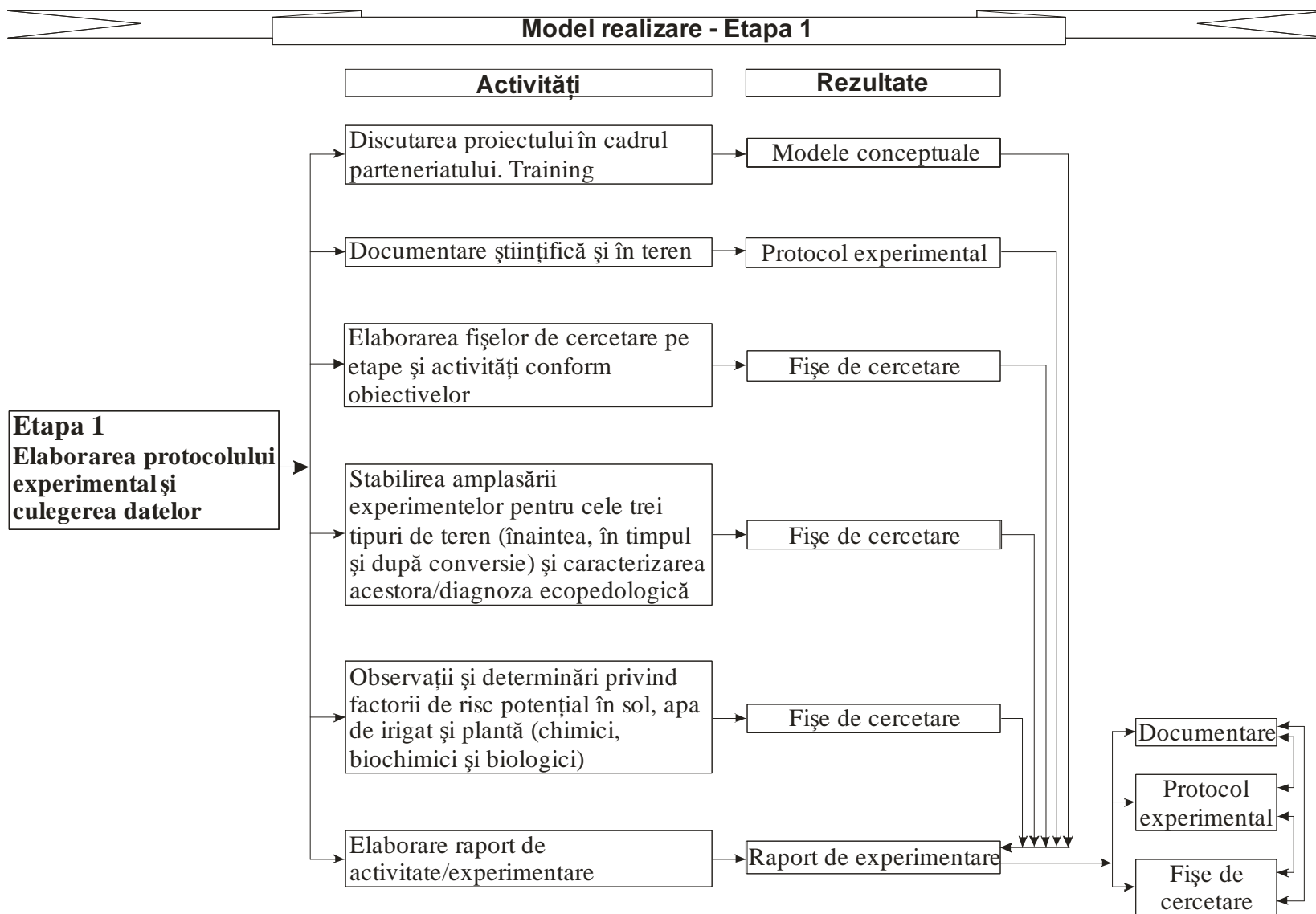


Fig. 2.3. Model conceptual pentru realizarea etapei 1

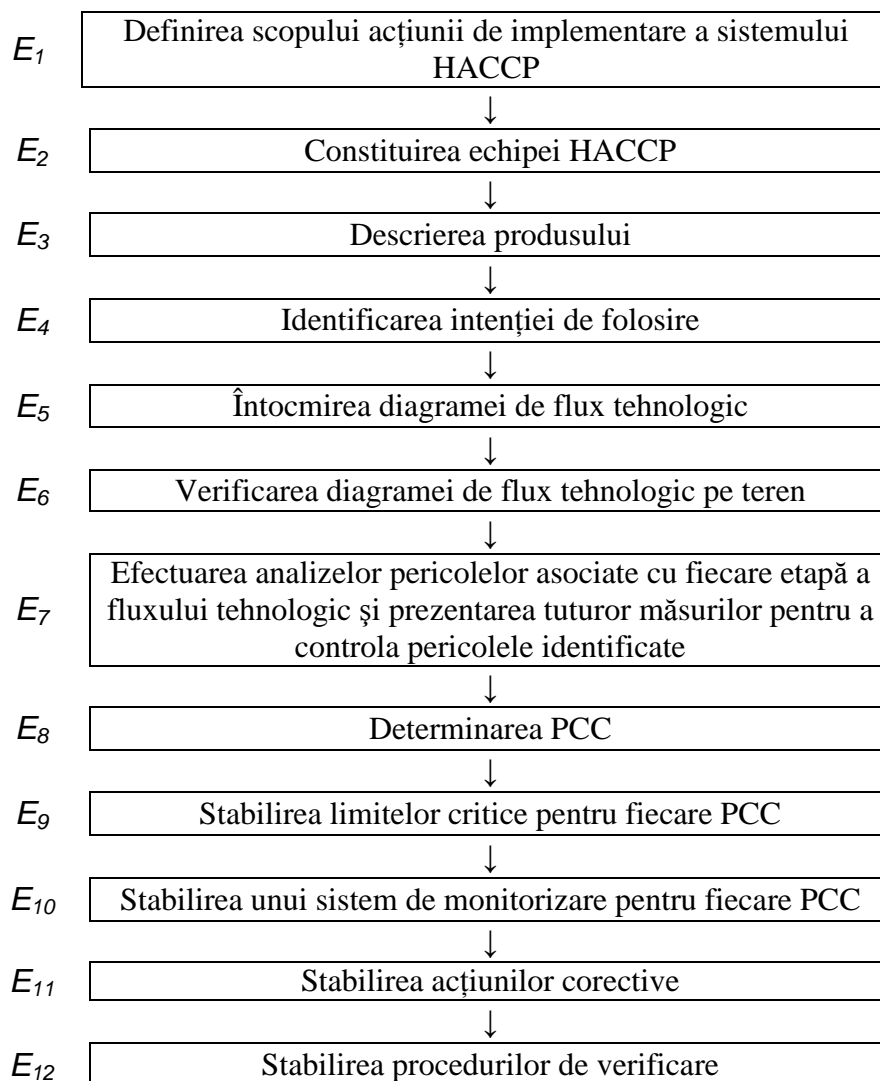


Fig. 2.4 – Model conceptual privind succesiunea logică de aplicare a HACCP

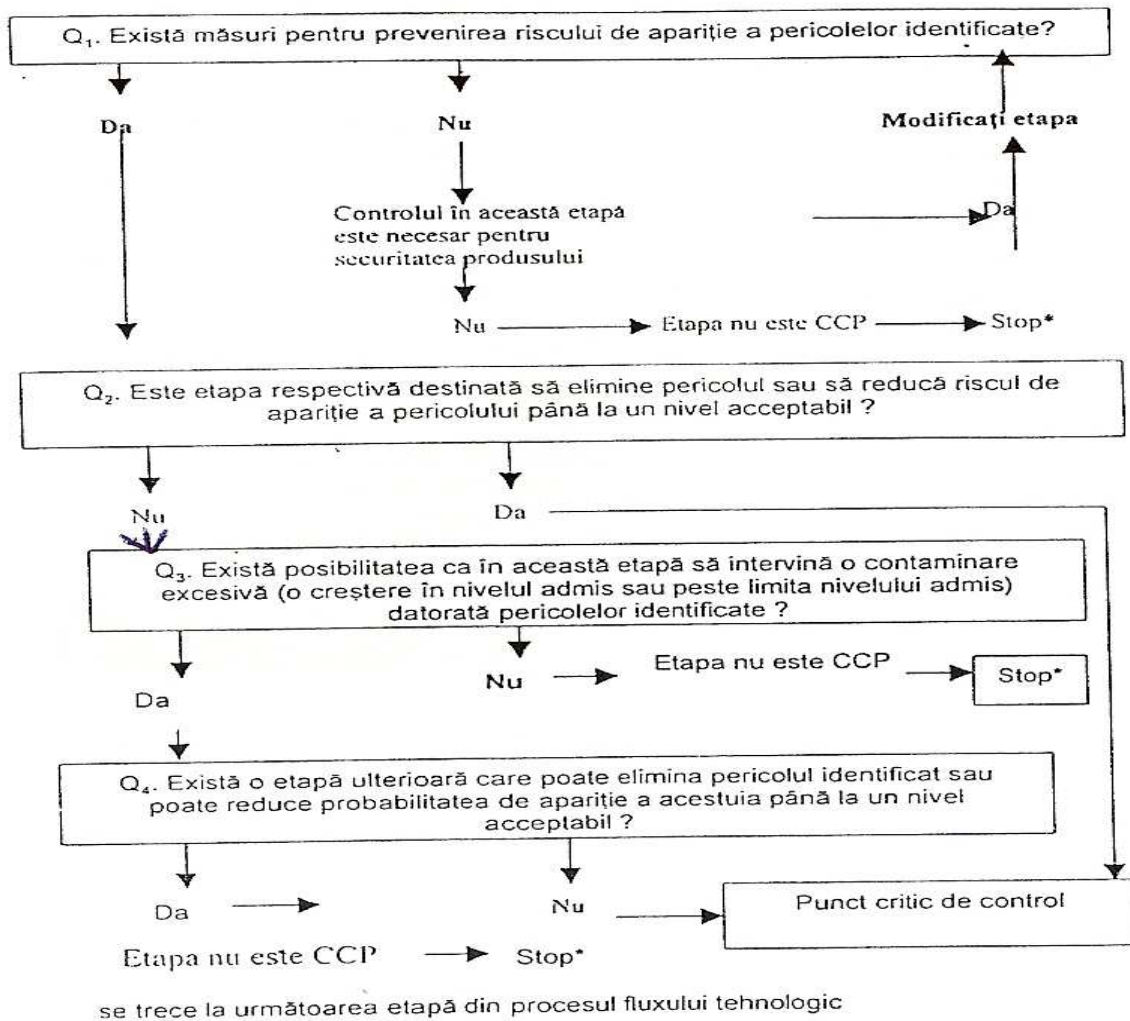
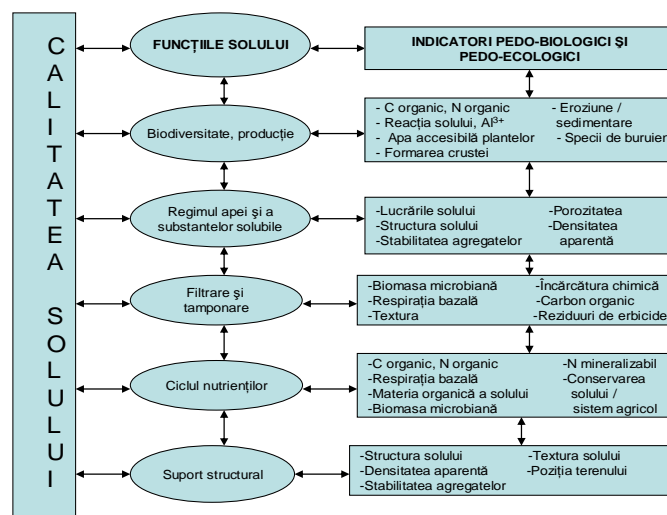


Fig. 2.5 – Model conceptual referitor la arborele de decizie pentru determinarea PCC



Reprezentarea grafică a conceptului de calitate a solului folosind funcțiile solului și indicatorii de calitate a solului (Seybold et al., 1997)

Fig. 2.6. Model conceptual calitatea solului

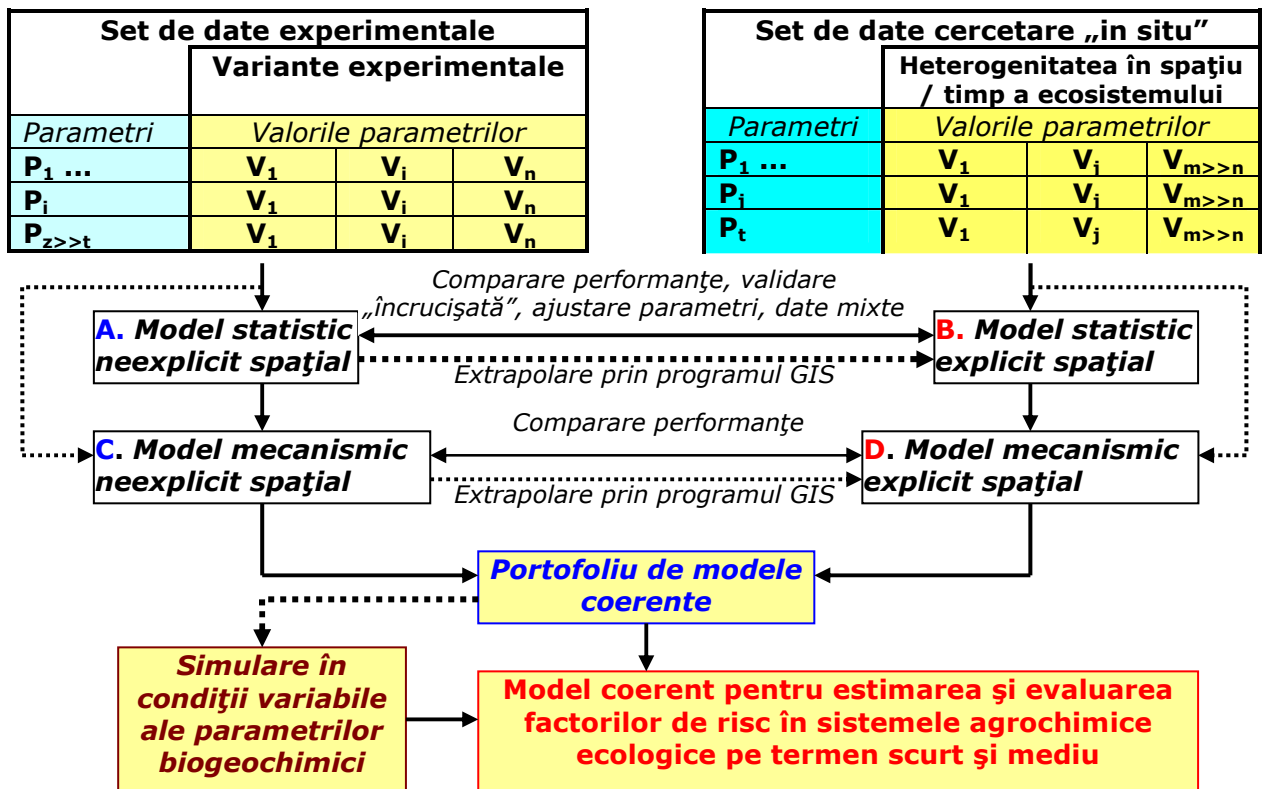


Fig. 2.7. Modelul conceptual al unui circuit biogeochimic

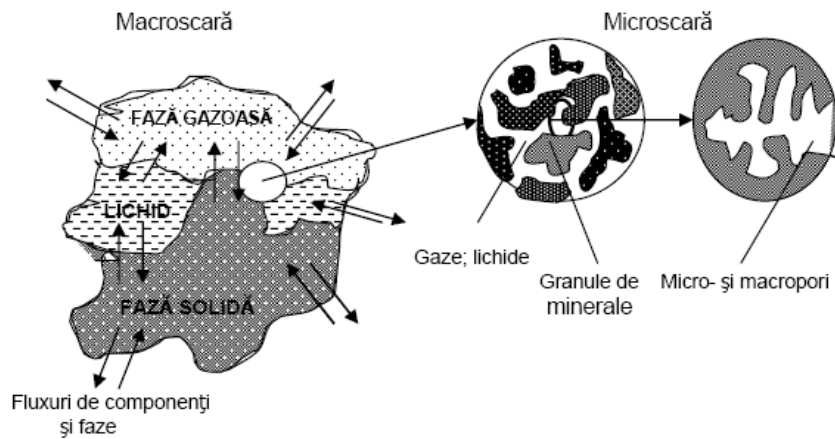


Figura 2.8. Model conceptual sistem integrat sol-apă-plante

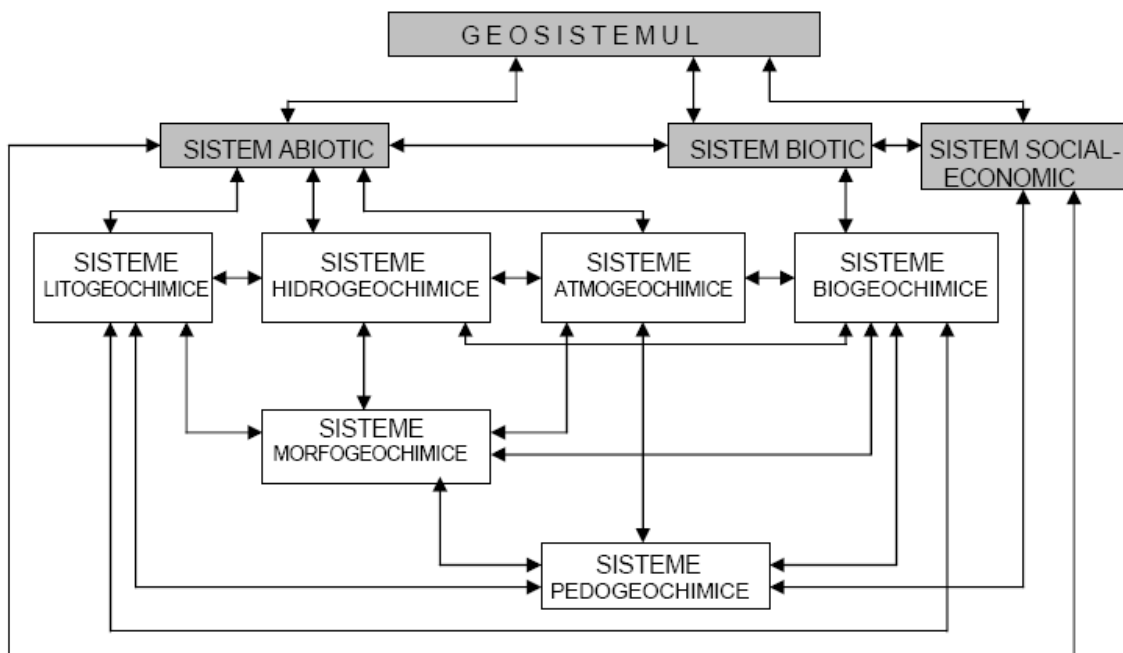


Figura 2.9. - Model conceptual structura interactivă schematică a implicațiilor în sisteme pedochemice

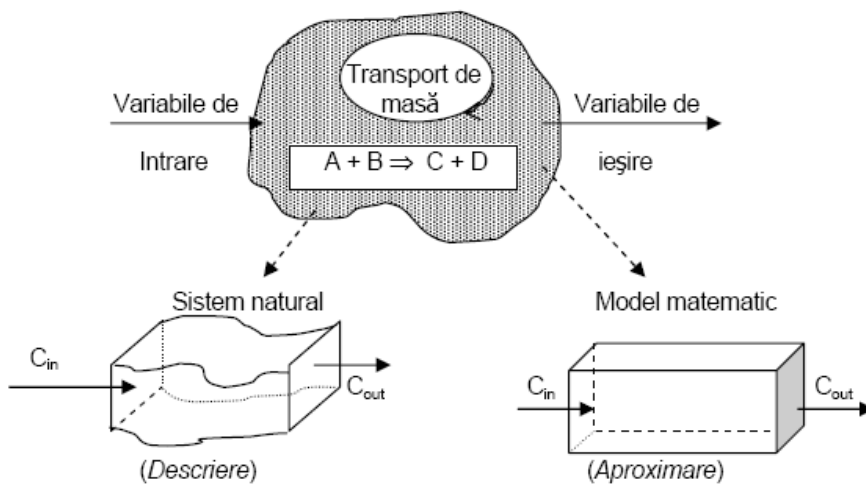


Figura 2.10. Model privind strategia generală de modelare a proceselor și sistemelor biogeochemice (adaptare după W.J. Webere Jr., 2001).

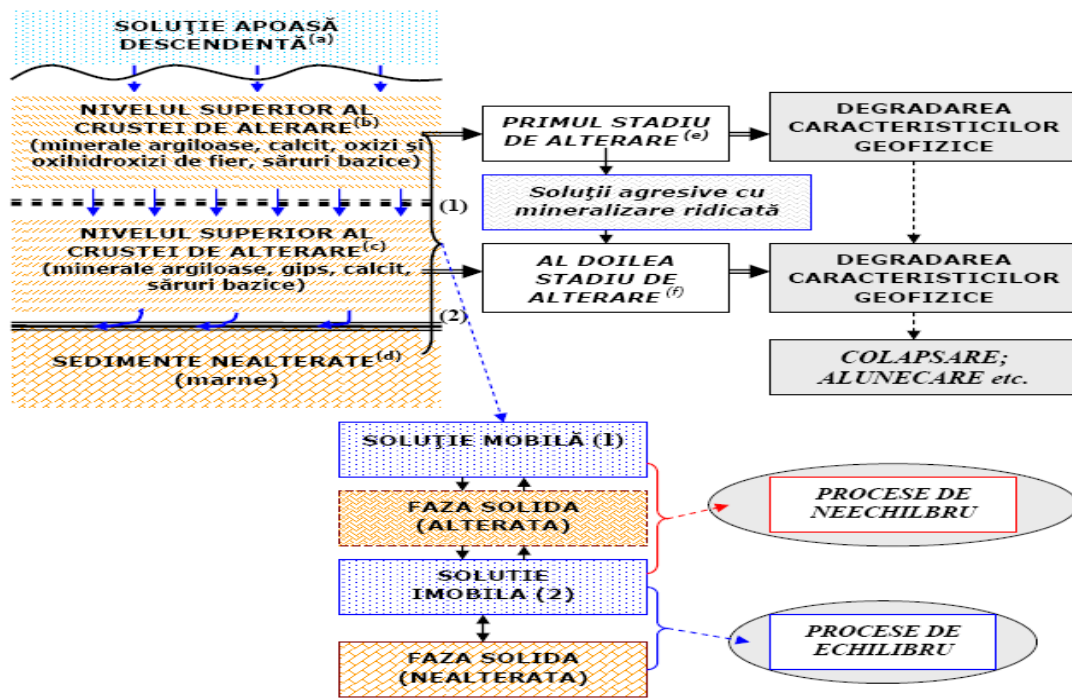


Figura 2.11. Modelul preliminar al relațiilor interactive între scoarța de alterare, procesele geochemice și procesele geomorfologice.

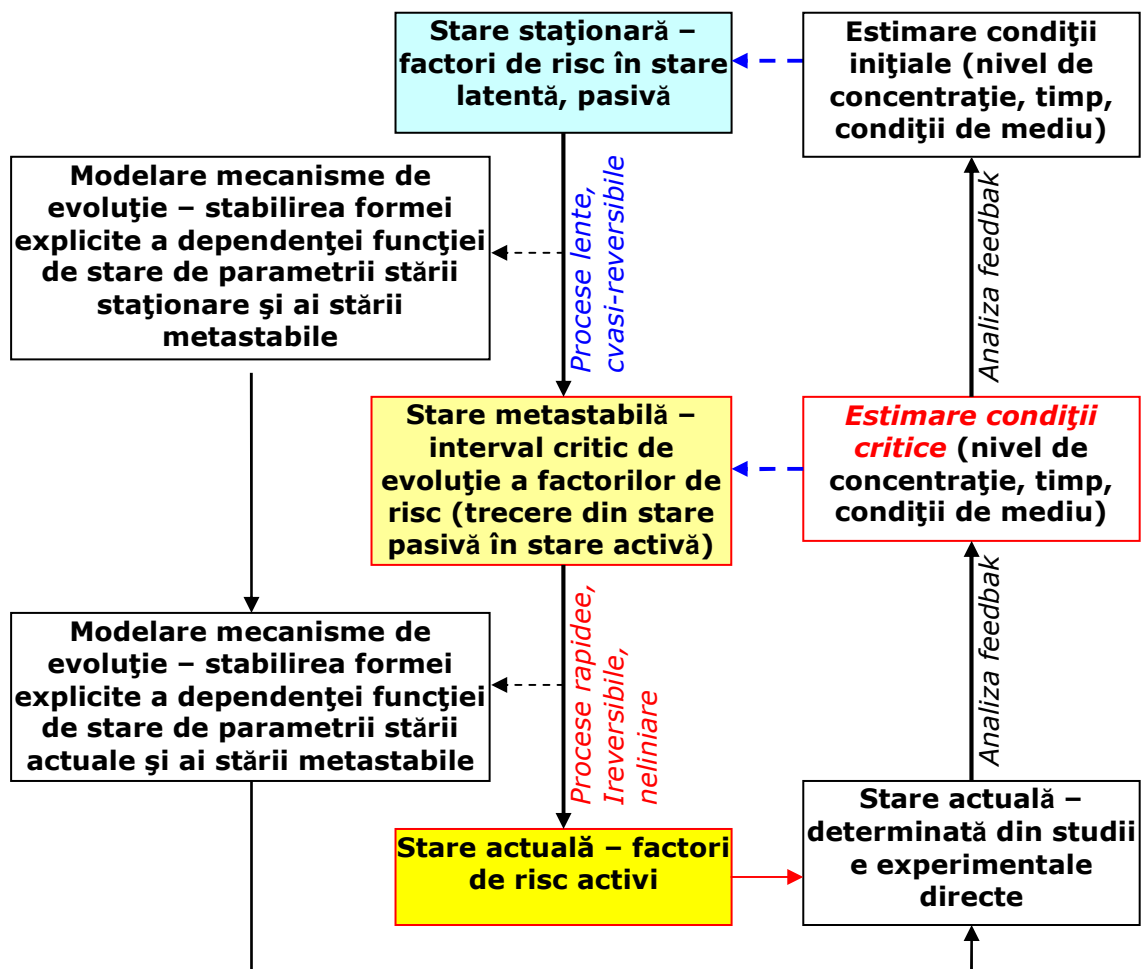


Figura 2.12. Model privind metoda de analiză feedback a riscurilor

CAPITOLUL 3.

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC PENTRU ACTIVITATEA 1.2.

DOCUMENTAREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI ÎN TEREN

3.1. MOTIVAȚIA ACTIVITĂȚII

Documentarea științifică și în teren este primul pas în realizarea unui proiect de cercetare științifică.

Documentarea științifică are rolul de a aduce la zi cunoștințele în domeniu, pe problematica proiectului. Echipa de cercetare care a realizat proiectul de cercetare realizează pe scurt un “state of the art”, dar acesta este rezumativ și poate cuprinde elementele de detaliu de unde pot izvorî elemente de remarcabilă noutate. În același timp masa ideilor prezentate din documentare este suficient de consistentă încât să permită realizarea de idei și concepte noi de legătură cu problematica proiectului.

Documentarea științifică este motivată de necesitatea fundamentării științifice a proceselor și fenomenelor ce vor fi studiate, ca și experimentelor și studiilor/analizelor ce vor fi organizate. În același timp documentarea științifică asigură posibilități novatoare de interpretare a rezultatelor. De mare importanță este ca prin documentarea științifică să fie găsit, introduse și folosite noi metode și tehnici de lucru. În validarea rezultatelor de mare importanță este de a ști în ce măsură rezultatele proprii sunt confirmate/infirmate de cercetări similare efectuate în lumea științifică națională sau internațională.

Documentarea în teren a fost realizată pentru a cunoaște cadrul natural, tehnic, economic și social în care se vor efectua activitățile de cercetare prevăzute în proiect. Această documentare înseamnă în mod concret de a stabili locațiile în care vor fi studiați factorii de risc și face parte din metodologia de cercetare ce va fi preconizată detaliat în protocolul experimental.

Adunarea unui volum cât mai mare de date științifice, tehnice și de cadru organizatoric al desfășurării proiectului va constitui o adevărată bază de date la care vor avea acces toți participanții (cercetătorii) implicați în realizarea proiectului. Cunoașterea condițiilor de cadru organizatoric (natural, economic, social, tehnic) va pune “en garde” colectivele de cercetare, care se vor simți stimulate și provocate pentru realizarea concretă a proiectului.

3.2. CATEGORIA ACTIVITĂȚII

Activitatea 1.2. – Documentare științifică și în teren, face parte din categoria A – Activitate de cercetare, dezvoltare, respectiv A1.1. – Formularea și verificarea de ipoteze. Așadar prin această activitate se vor formula și verifica ipoteze în cadrul “protocolului experimental” care este rezultatul preconizat în “Planul de realizarea proiectului”.

3.3. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE ACTIVITĂȚII

Această activitate, prin rezultatul său contribuie la lansarea muncii de cercetare științifică a proiectului.

Scopul acestei activități este de a realiza documentarea științifică și tehnică (în teren) pentru **realizarea Protocolului experimental**.

În baza documentației, colectivul de cercetare va realiza schema generală a metodologiei de cercetare (a modului cum se va efectua cercetarea), astfel încât scopul și obiectivele proiectului să fie integral realizate.

Data fiind tematica proiectului, scopului și obiectivelor proiectului, prin realizarea acestei activități au fost stabilite următoarele **obiective țintă**.

- documentare științifică referitoare la circumstanțele și caracteristicile producției legumicole ecologice.
- documentare științifică referitoare la managementul factorilor de risc
- documentare științifică referitoare la fundamentarea și testarea preliminară a factorilor de risc în sistemul sol-apă-plantă
- documentare privind factorii chimici de risc în sistemele sol-apă-plantă.
- documentare privind un model de estimare și evaluarea factorilor chimici de risc în sistemele integrate sol – apă – plante;
- documentare privind fenomenul de poluare cu metale grele și mecanismul său în sol, apă și plante;
- documentare referitor la determinarea metalelor grele din solarii și procesele de distribuție interfazică;
- documentare privind starea de sănătate a solurilor prin prisma vitalității, fertilității și calității lor biologice;
- documentare privind aplicarea HACCP în producția horticola;
- documentare în teren.

3.4. PARTICIPANȚII LA ACTIVITATEA RAPORTATĂ

În această activitate . de documentare științifică și în teren sunt implicați toate colectivele de cercetare ale celor cinci participanți:

- CO – Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași;
- P1 – Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Legumicolă Bacău;
- P2 – Institutul de Cercetare Biologică Iași;
- P3 – Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” Iași;
- P4 – Institutul de Sănătate Publică Iași.

3.5. LOCUL DE DESFĂȘURARE A ACTIVITĂȚII

Documentarea a fost efectuată în mod specific, în funcție de tipul de activitate. Documentarea științifică a fost realizată în unitățile participante, în alte instituții de profil și biblioteci din țară.

Documentarea în teren a fost realizată de o echipă complexă a consorțiului în unități aparținând participanților sau în alte unități de interes din zona Moldovei. Principalele locații au fost: UȘAMV – câmpul experimental de legumicultură, SCDL - câmpul experimental, Ferma organică Spătărești, Ferme legumicole din Probota - Iași, Ferme legumicole din comuna Tg. Frumos Iași, Ferme legumicole din zona preorășenească Tecuci, Ferme legumicole din jurul orașului Botoșani ș.a.

3.6. VALOAREA ACTIVITĂȚII

Valoarea acestei activități la nivelul proiectului este 17.500 lei.

3.7. METODOLOGIA DE LUCRU ȘI MATERIALELE FOLOSITE

Pentru realizarea acestei activități nu a fost folosită o metodologie specifică, dat fiind specificul muncii efectuate.

Documentarea științifică a fost realizată de echipelele fiecărui partener în funcție de expertiza persoanelor implicate, așa cum a mai fost arătat.

Documentarea în teren a fost realizată în decurs de circa o săptămână prin deplasări a tuturor participanților (responsabili științifici și/sau diferiți specialiști implicați direct). Deplasările au fost realizate pe baza unui plan de câte o zi în fiecare din județele: Suceava, Botoșani, Iași, Bacău, Vaslui, Galați.

Documentarea în teren a fost efectuată pe criteriul zonării și practicării culturilor legumicole în cele două sisteme de cultivare: convențional și neconvențional.

Documentarea științifică a fost structurată pe capitole specifice expertizei și nevoilor de fundamentare și completare a cunoștințelor.

3.8. REZULTATE OBȚINUTE

3.8.1. Documentare științifică referitoare la circumstanțele și caracteristicile producției agricole/legumicole ecologice

Orientări, priorități și direcții noi în producția agricolă

Bunăstare, echilibru și durabilitate – sunt trei obiective majore care trebuie să marcheze strategiile de dezvoltare a întregii societăți umane de mâine. Aceste obiective sunt menite să asigure pacea și liniștea întregii lumi și sunt determinate de provocările la care este supusă societatea umană la nivel planetar și se regăsesc în plan geostrategic, în plan economic, în domeniile industriei, agriculturii, serviciilor, științei și tehnologiei sau în plan socio-uman.

În acest sens, una din cele „zece porunci” ale Constituției Europene, prevede că Uniunea Europeană va asigura „dezvoltarea economică sustenabilă/durabilă pentru beneficiul generațiilor viitoare” (Emerson, 2005).

Aceste noi orientări și priorități marchează în mod implicit întreaga agricultură, incluzând producția vegetală și cea animală. În aceste circumstanțe, dezvoltarea fiecărui sector al producției agricole, inclusiv al legumiculturii, trebuie să aibă ca obiective eficiența economică, în contextul folosirii raționale (echilibrate) a resurselor naturale, fără a afecta șansele de refacere ale acestora, adică asigurându-se sustenabilitatea/ durabilitatea lor.

Față de agricultură se manifestă în prezent un interes public și științific considerabil, redefinindu-se cu rigurozitate rolul acesteia în Europa (Darnhofer, 2000). Politica Agricolă Comună (PAC) a Comisiei Europene se reflectă în conceptul fermelor multifuncționale, cu o dezvoltare durabilă sau sustenabilă, în plan tehnologic, economic și managerial.

Rezultă, așadar, definirea unor *priorități și direcții* de dezvoltare a agriculturii europene.

La nivel național, după 1990, există o adevărată preocupare pentru căile și direcțiile de dezvoltare a agriculturii și comunității rurale. Nu a lipsit, la un moment dat, să se creadă că agricultura va salva și va scoate din impas dezvoltarea economico-socială a României. Realitatea care a urmat a demonstrat că această teză este falsă în cea mai mare parte, căci ar fi bine ca agricultura să se poată salva pe ea însăși. Toate măsurile luate au fost profund marcate de rezolvarea problemelor proprietății asupra pământului și de organizarea/reorganizarea producției agricole ș.a.

Problemele majore de natură politică, economică, administrativă și socială au determinat implicit *nivelul tehnologic și eficiența economică* ale agriculturii și, respectiv, ale sectoarelor sale.

În aceste circumstanțe, promovarea producției agricole ecologice a fost și este o soluție pentru asigurarea creșterii economice și a standardului de viață în comunitățile rurale.

Această nouă direcție de dezvoltare are rădăcini mai profunde și prezintă o anumită complexitate. Agricultura de tip *industrial, intensiv* sau *convențional*, a pus omenirea în fața pericolului degradării ecosistemelor agricole, caracterizată de epuizarea resurselor, poluarea mediului și a recoltelor etc (Harwood, 1990). Pe acest fond al problemei au început să se afirme, cu mai multă impetuozitate, mișcările de promovare a agriculturii organice, biologice, ecologice ș.a., denumite și tipuri de agricultură *neconvențională*, cu *input redus*, curate și

nepoluante.

În plan conceptual, teoretic, asistăm la un „adevărat val” al publicațiilor științifice. Au fost elaborate zeci și sute de lucrări științifice, au fost organizate workshop-uri, simpozioane, conferințe etc., care au dezbătut teoria și practica noilor sisteme de agricultură și modalitățile cum acestea ar putea asigura sustenabilitatea agriculturii și a comunității rurale (a se vedea numai revistele *Hortus*, *Hortinform* sau *Analele universităților agricole*). De asemenea, au fost efectuate sinteze bibliografice, folosind cele mai noi și competente lucrări și manuale elaborate la nivel european și mondial (Blake, 1999; Bradley și Ellis, 1992; Heinz, 1999; Lampkin, 1999, 2001, recomandările FOAM ș.a.).

Dacă la nivel teoretic aceste aspecte sunt marcate de o evidentă claritate, nu același lucru se poate spune la nivel practic. De fapt, acolo unde aceste probleme au fost puse încă din anii 1930-1940, de abia după 1980 au apărut primele realizări notabile (Munteanu și Stan, 1999).

Așadar, această nouă revoluție a agriculturii care urmează după victorioasa „revoluție verde” din anii 1960, nu se realizează ușor sau de la sine. Analiști din întreaga lume, ca și cei de la noi din țară, au scos în evidență unele „constrângeri” în promovarea formelor de agricultură sustenabilă, marcate de tradiționalism, conservatorism, lipsă de legislație, lipsă de curaj, lipsă de fonduri, lipsa unui sistem de piață (producător-consumator) eficient, lipsă de informații, neprofesionalism etc. (Fairweather, 1999; Falconer, 2000; Glăman, 2000; Goodman, 2004; Munteanu și Stan, 1999; Munteanu și Rominger, 2001; Ostindie și Parrott, 2002; Stoian, 1999).

Un fapt deosebit de pozitiv care sprijină și va sprijini promovarea producției agricole organice/ecologice/biologice îl reprezintă stabilirea unui cadru legislativ și instituțional specific, armonizat în cea mai mare parte prin reglementările UE. În acest sens, pot fi menționate: Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 34/2000 privind producția agricolă ecologică aprobată prin Legea nr. 38/2001; HG nr. 917/2001, HG nr. 677, Ordinul Ministerului Agriculturii, Alimentației și Pădurilor nr. 70/2000 – referitoare la constituirea Comisiei pentru dezvoltarea agriculturii ecologice, Ordinul M.A.A.P. nr. 186/2002 – privind cerințele de inspecție și înregistrare pe piața produselor agroalimentare ecologice, OUG nr. 34/2002 – prin care a fost stabilită Autoritatea Națională a Produselor Ecologice din România ș.a.

În același timp, diferite tipuri de expertize au scos în evidență faptul că, din punct de vedere al resurselor naturale, socio-umane și chiar tehnice și profesionale, sunt condiții favorabile pentru promovarea agriculturii și legumiculturii ecologice/organice sau biologice. Cu toate acestea, așa cum s-a mai arătat, rezultatele sunt cu mult sub posibilitățile sau cu mult sub nivelurile de dezvoltare, din acest punct de vedere, din alte țări.

În cadrul agriculturii, legumicultura la noi în țară se realizează, în prezent, în cea mai mare parte în ferme private, cu suprafețe relativ mici (între 0,3-5 ha), având cel mai adesea un caracter familial. Aceste circumstanțe fac pretabilă, din punct de vedere managerial și economic, aplicarea legumiculturii ecologice, dar nu asigură condiții pentru implementarea unui sistem unitar de practicare a acesteia.

Suprafața relativ redusă a culturilor ecologice de legume are cauze diverse și complexe care trebuie analizate corespunzător. În felul acesta, urmând modelul de analiză practicat în parte și în alte țări, ca și fluxul general de informații existent la nivel mondial și național în domeniu, se prefigurează *obiective majore de cercetare* cum ar fi: *analiza resurselor economice și sociale, analiza factorilor de risc, cunoașterea atitudinii și preferințelor consumatorilor față de producția ecologică, cunoașterea atitudinii producătorilor față de producția ecologică.*

Aceste obiective trebuie realizate ținând cont, cât mai fidel de condițiile concrete din diferite zone, în funcție de cadrul natural, circumstanțele economico-sociale (Gladwin, 1989;

Schneeberger et al., 2002), tradiții etc. (Beedell et al., 2000; Darnhofer et al., 2005; Duram, 2000; EC, 2002; Hanse et al., 2001).

Evidențele arată în mod clar că suprafața de legume exploatată în sistem ecologic este deosebit de mică. Una din principalele cauze este lipsa de atractivitate față de acest sistem de exploatare, deși fermierii folosesc, în mare parte, principii ale legumiculturii de tip ecologic. În același timp, legumicultura de tip convențional, practică la standarde tehnologice ridicate (europene), asigură profituri deosebit de stimulante care se reflectă într-un standard de viață de invidiat. Pentru a demonstra acest lucru este suficient a se vedea exemplul legumicultorilor din jurul orașelor Tg. Frumos (județul Iași) sau Tecuci (județul Galați).

Promovarea legumiculturii ecologice este o necesitate (pentru că este o cale sigură de dezvoltare durabilă), dar și o deosebită oportunitate (dat fiind interesul tot mai mare al consumatorilor pentru produsele ecologice).

Trecerea la agricultura de tip neconvențional/ecologic/ organic/biologic este o realitate înregistrată încă din anii 1930-1940, dar rezultate într-adevăr concludente apar după 1980, ca urmare a conștientizării fenomenului de degradare severă a ecosistemelor agricole (deșertificare, poluarea mediului și a recoltei, salinizarea solului, reducerea nivelului de fertilitate a terenurilor etc.).

Acest avânt al mișcărilor de agricultură neconvențională s-a bazat pe conștientizarea pericolului de degradare (cum s-a mai menționat), existența unui background tehnico-științific (aceste mișcări au apărut în vestul Europei), atenția acordată de organismele de stat (Departamentul de Stat al Agriculturii din SUA, ministerele agriculturii), organizații neguvernamentale profesionale, asociații științifico-tehnice (de exemplu, IFOAM), existența unei legislații favorabile, ca și a normelor și principiilor economiei de piață. Un mare rol a avut și cercetarea științifică în domeniu, care a cunoscut o adevărată efervescență și a creat un cadru general de încredere în preceptele mișcărilor de agricultură ecologică/organică/biologică.

Se poate aprecia, că evoluția și implementarea acestor sisteme de agricultură au fost realizate simultan, atât în plan teoretic, cât și practic.

Datele statistice arată, așa cum s-a mai menționat, existența, la nivel mondial, a unei suprafețe de peste 24 milioane hectare, ceea ce înseamnă o suprafață mai mare decât suprafața totală a României sau Marii Britanii.

Cele mai mari suprafețe se află în Oceania (41,8%), America Latină (24,2%), Europa (23,1%). În alte regiuni se înregistrează următoarele date: în America de Nord 5,9%, în Asia 3,7%, iar în Africa 1,3%. Suprafețele mari din Oceania și America Latină se explică prin faptul că aici nu s-a practicat o agricultură intensivă și foarte intensivă, ceea a făcut posibilă trecerea rapidă la sistemele de agricultură ecologică. Din contra, în America de Nord, procentul este mai mic, cunoscut fiind nivelul deosebit al agriculturii.

După SOEL-SURVEY (2004), suprafața agricolă în sistem ecologic la nivel mondial era de circa 24 milioane hectare, din care în Europa numai aproximativ 5,6 milioane hectare. La nivel european, printre primele 10 țări se numără Italia (cu peste 1,2 milioane hectare), Marea Britanie și Germania (cu câte circa 0,7 milioane hectare) și Spania (cu aproximativ 0,5 milioane hectare). România exploată în 2004, în sistem ecologic, circa 76000 hectare, din care doar 300 hectare erau cultivate cu legume (Man și Imre, 2005).

Din suprafața cultivată cu legume în sistem ecologic, în zona de nord-est a României nu există decât câteva hectare la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Legumicultură Bacău și la Spătărești-Fălticeni.

Realizările în planul cercetării științifice sunt remarcabile, mai ales în planul fundamentării și punerii în practică a tehnologiilor de aplicare (Blake, 1999; Davidescu și Davidescu, 1994; IFOAM; Lampkin, 1999, 2001; Soil Association).

Cu toate acestea, specialiștii în domeniu consideră că suprafața agricolă cultivată

ecologic este mult prea mică și, doar în unele zone, cu greu depășește rata de degradare naturală sau antropică a suprafețelor de teren exploatate în sistem convențional. Iată de ce, în ultimii 10-20 de ani, cercetarea științifică a căutat noi soluții pentru promovarea agriculturii ecologice.

Principiile economiei de piață liberă arată clar că fermierii sunt mai puțin impresionați de statisticile catastrofice despre degradarea agroecosistemelor, despre poluare etc. și, ca urmare, nu vor renunța la un sistem de agricultură care le asigură, deocamdată, bunăstarea, pentru a trece la altul.

Așadar, altele sunt motivațiile prin care fermierii vor trece la sistemele ecologice de agricultură, respectiv numai dacă aceste sisteme sunt *attractive* din punct de vedere economic și, ca urmare, prezintă *interes* pentru dezvoltarea proprie.

Cercetările efectuate la nivel internațional demonstrează din plin afirmația de mai sus. Mai mult, se subliniază că, spre exemplu, la nivel național sau european, sarcina conștientizării asupra pericolului degradării mediului și agrosistemelor, ca și a măsurilor ce trebuie luate revine factorilor de decizie guvernamentali. De asemenea, găsirea căilor și mijloacelor prin care agricultura ecologică poate deveni atractivă pentru fermieri cade în sarcina factorilor guvernamentali (politici). Deciziile acestora, însă, trebuie fundamentate științific, pe bază de programe de cercetare tehnico-științifică de înalt nivel și, mai ales, interdisciplinar.

Literatura de specialitate din străinătate pune în evidență preocupările oamenilor de știință în *găsirea căilor și mijloacelor* prin care agricultura ecologică poate deveni *atractivă și prezintă interes* pentru fermieri și comunitățile rurale. Ca urmare, se așteaptă ca deciziile ce se vor lua și pune în aplicare să asigure imboldul de promovare a noului tip de agricultură.

Scopul Politicii Agricole Comune (PAC-CAP) a Uniunii Europene este de a integra considerentele de ordin general ale mediului în politica agrară. Acest fapt nu este întâmplător având în vedere că agricultura este principalul segment al mediului înconjurător care este supus degradării, datorită acțiunii omului.

Ca urmare, UE a creat un cadru pentru programele naționale agro-mediu prin Legea 2078/1992. Acesta se bazează pe voluntariatul fermierilor de a contracta cu agențiile naționale producerea de „bunuri de mediu înconjurător”, contra plăților compensatorii (Darnhofer et al. 2005). În acest context, agricultura ecologică este considerată ca o formă de realizare a „bunurilor de mediu înconjurător”. Această cale de atragere a fermierilor a fost promovată în unele țări vest-europene precum Danemarca, Olanda, Austria, Finlanda (Darnhofer et al., 2005; Goodman, 2004; Hanse net al., 2001; Kinckel, 2002; Pietola, 2001).

Alte căi folosite și mult mediatizate au fost cele de subvenționare a producției ecologice sau scutirea parțială sau totală de impozite, acordarea unor perioade de grație, asigurarea de credite avantajoase, asistență tehnică gratuită și altele. Este adevărat însă că multe din așa-zisele avantaje au fost ulterior reduse, din moment ce bilanțul economico-financiar al fermei indica un profit corespunzător (Jansen, 2000; Bălășcuță, 2000; Stagl, 2002).

Toate aceste facilități de ordin administrativ, într-un cadru legislativ adecvat nu au fost acordate fără elaborarea unor decizii fundamentate științific. Cele mai multe dintre acestea au avut în vedere evaluarea factorilor de cadru natural și a celor care influențează/determină motivația fermierilor pentru promovarea agriculturii ecologice. Cele mai multe studii care au fundamentat elaborarea deciziilor menționate au fost realizate pe bază de analize statistice, pe bază de chestionar/interviu în rândul persoanelor interesate (Darnhofer et al., Frezer, 1998; Burton et al., 1999; Drake et al., 1999; Hollenberg et al., 1999; Schneider, 2001). De asemenea, au fost folosite studiile de caz, analiza factorilor de risc, analiza arborelui de opțiuni (Darnhofer, 2005; Gladwin, 1989; Vogel, 1995).

Preocupări în domeniu, la nivel internațional/european, sunt evidențiate în cvasitotalitatea unităților de cercetare cu profil agricol. Este suficient a avea în vedere

referințele bibliografice ale Commonwealth Agricultural Bureau (CAB) din Marea Britanie. Acest aspect a fost determinat de faptul că dezvoltarea durabilă, agricultura neconvențională, biodiversitatea etc. au fost considerate priorități ale activității de cercetare din Uniunea Europeană și, implicit, de la noi din țară.

În România, majoritatea instituțiilor de cercetare științifică agricolă (universități, institute și stațiuni de cercetare-dezvoltare) au avut și au în preocupările lor cercetări științifice pe tema sistemelor de agricultură durabilă/neconvențională. Strict în domeniul legumiculturii, sunt remarcabile cercetările științifice realizate de către Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Legumicultură și Floricultură (ICDLF Vidra), Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Legumicultură (SCDL) Bacău, Academia de Științe Agricole și Silvicultură București, Facultățile de horticultură din Universitățile de Științe Agricole și Medicină Veterinară din București, Iași, Cluj-Napoca, Timișoara, Universitatea din Craiova, Institutul de Cercetări Economice și Sociale „Gh. Zane” din Iași, ș.a.

Principalele sisteme de agricultură

Sisteme de agricultură convențională

Sistemele de agricultură convențională sunt cunoscute și în legumicultură. Caracteristica de bază a acestor sisteme a avut și are ca obiectiv folosirea intensivă a terenului agricol și a mijloacelor de producție. Principalele elemente ale acestor sisteme sunt: chimizarea, irigarea, mecanizarea, folosirea cultivorelor cu mare randament de bioconversie.

Scopul acestor sisteme, mai ales în varianta sistemelor agricole convenționale (intensive), este realizarea unei producții agricole (legumicole) care să asigure necesarul de hrană a populației globului în continuă creștere.

Realizarea unei producții agricole intensive a fost asimilată cu denumirea de „Revoluția verde”. Revoluția verde este considerată perioada de apogeu a agriculturii la nivel internațional (Munteanu și Stan, 1999).

Promotorii acestei revoluții au fost țările occidentale și SUA, care doreau eradicarea foametei pe glob și a efectului social inflamatoriu al acesteia, demonstrându-se solvabilitatea politică a sistemului capitalist (Munteanu și Stan, 1999).

Revoluția verde s-a realizat atât în plan organizatoric, cât și tehnologic. Fermele au devenit din ce în ce mai mari, s-au specializat și profilat, în concordanță cu noile tehnologii elaborate.

În planul protecției mediului și al ecosistemului agricol se constată o puternică ignoranță; ca urmare, degradarea acestora a atins cote îngrijorătoare. În țările în curs de dezvoltare și, de asemenea, în România, capacitatea redusă de investire în agricultură, numărul mare de lucrători manuali etc., au redus impactul negativ al intensivizării și au asigurat un compromis între sistemul industrial de agricultură și cel *tradițional*. Acest compromis a salvat ecosistemul agricol de la un dezastru sigur (Munteanu și Stan, 1999).

Stan și Stan (1999) prezintă o clasificare a sistemelor legumicole folosind următoarele criterii:

- locul de cultură;
- tehnologia aplicată;
- destinația și eșalonarea producției;
- natura substratului de cultură.

A. După locul de cultură se deosebesc sisteme legumicole în câmp și sisteme legumicole în spații special amenajate sau construite.

A.1. Sistemul legumicol în câmp: se realizează integral de la înființare și până la recoltare în câmp, în condiții naturale, corectate prin tehnologii de cultură specifice.

A.2. Sistemul legumicol în spații amenajate sau construite: se realizează în condiții de microclimat puternic modificate prin acțiunea omului, în cadrul unor tehnologii foarte intensive specifice. În cadrul acestor sisteme se pot distinge alte trei subsisteme.

- **Sistemul legumicol de culturi forțate:** se efectuează în construcții speciale destinate acestui scop (sere, solarii încălzite, răsadnițe calde), unde factorii de vegetație sunt controlați și dirijați în mod permanent, iar produsele legumicole se obțin pe tot parcursul anului.

- **Sistemul legumicol de culturi protejate:** se realizează în construcții mai simple (solarii, sere-solar, adăposturi joase din materiale plastice, răsadnițe reci etc.) în care plantele beneficiază de condiții de microclimat parțial îmbunătățite sau artificiale. În mod special sunt îmbunătățite condițiile de temperatură, care poate crește cu 2-10° C, pe baza „efectului de seră” și protejarea față de curenții reci de aer. Acest sistem se are ca scop obținerea de recolte în extrasezon și extratimpurii sau timpurii.

- **Sistemul legumicol de culturi adăpostite:** în care planta beneficiază de un microclimat îmbunătățit, prin mijloace mai simple; se realizează folosind obstacolele împotriva vântului (terenuri adăpostite natural, perdele și culise de protecție etc.) sau a frigului (clopote și paravane individuale, cuverturi din folii din materiale plastice care se așează direct pe plante).

B. După modul de înființare se practică sistemul legumicol cu înființare prin semănat direct în câmp, prin plantarea răsadurilor și prin plantarea materialului săditor vegetativ specializat.

B.1. Sistemul legumicol prin semănat direct în câmp: se practică la majoritatea speciilor ce se înmulțesc prin sămânță, care germinează ușor la temperaturi mai scăzute, au o densitate mare în cultură etc., de exemplu: morcov, pătrunjel, spanac, mazăre, fasole etc.

B.2. Sistemul legumicol prin plantarea răsadurilor: se întâlnește la majoritatea culturilor realizate în spații construite (sere, solarii) sau la cele termofile și cu densitate relativ scăzută (sub 90-100 mii plante/ha).

B.3. Sistemul legumicol prin plantare de material săditor, altul decât răsadurile: se folosește în cazul în care plantele se înmulțesc vegetativ, prin organe specializate: bulbi (usturoi), tuberculi (cartofi), altoaie (pepeni), butași (batat), rădăcini (hrean). Acest sistem se distinge prin necesitatea pregătirii materialului de plantare, folosirea unor tehnici speciale de înființare a culturilor, folosirea unei mari cantități de material vegetativ etc.

C. După destinația producției se deosebesc două tipuri de sisteme.

C.1. Sistemul legumicol pentru consum în stare proaspătă: recolta se folosește imediat după realizare sau după o anumită perioadă de păstrare în spații special amenajate;

C.2. Sistemul legumicol pentru industrializare: la care recolta este destinată prelucrării industriale; în acest sistem se aplică tehnologii, de cele mai multe ori specifice, care asigură un înalt nivel de mecanizare.

D. După momentul apariției recoltei sau eșalonarea producției se practică următoarele cinci sisteme legumicole de cultură.

D.1. Sistemul legumicol pentru culturi extratimpurii: la sfârșitul iernii și începutul primăverii.

D.2. Sistemul legumicol pentru culturi timpurii: la care recolta se realizează în timpul primăverii, uneori la începutul verii.

D.3. Sistemul legumicol pentru culturi semitimpurii: recolta se realizează în timpul verii.

D.4. Sistemul legumicol pentru culturi târzii: unde recolta se realizează toamna.

D.5. Sistemul legumicol pentru culturi întârziate: recolta apare toamna târziu sau după o fază de postmaturare.

E. După caracteristicile substratului de cultură, se deosebesc, în circumstanțele agriculturii industriale, două sisteme:

E.1. Sistemul legumicol pe medii nutritive naturale (solul natural sau amestecuri de soluri fertile folosite, de exemplu, răsadnițe).

E.2. Sistemul legumicol pe medii artificiale (fără sol), cum sunt soluțiile nutritive. Acestea, la rândul lor, se împart în: sistemul legumicol hidroponic, sistemul legumicol pe substrat inert (hidrocultura), sistemul legumicol aeroponic, sistemul legumicol pe film nutritiv (NFT).

Sisteme de agricultură neconvențională

Sistemele de agricultură neconvenționale au apărut ca o reacție la excesele agriculturii convenționale, inspirate mai ales de concepții filozofice sau tehnici tradiționale din diferite țări ori bazate pe analize științifice, din punct de vedere tehnic, economic, social și chiar politic.

Scopul acestor sisteme este de a stopa poluarea și erodarea ecosistemelor agricole, chiar regenerarea acestora, și obținerea de produse agricole „curate” (Measnicov, 1999), nepoluate, pentru menținerea și îmbunătățirea stării de sănătate a populației.

Dacă se are în vedere dezvoltarea în decursul istoriei a agriculturii, se poate constata că odată cu folosirea pământului a început și degradarea acestuia. Ca prim semnal la această degradare l-a constituit scăderea fertilității; așa se justifică părăsirea terenurilor agricole sau lăsarea lor în pârloagă. În felul acesta s-a realizat și extinderea suprafețelor agricole prin defrișări și deșteleniri (Munteanu și Stan, 1999).

De exemplu, în Galileea, în timpul Imperiului Roman, se obțineau producții de cereale de aproximativ 3,5 tone/ha, prin irigare și fertilizare. Dar cu timpul s-a observat că aceste producții erau într-un continuu regres (500-800 kg/ha în Evul Mediu) și asta datorită sărăturării solurilor din cauza irigației.

Pășunatul nerațional, intensiv, în Peninsula Arabă și Orientul Mijlociu, a determinat extinderea suprafețelor ocupate de deșert (Ionescu, 1986).

Un alt exemplu îl reprezintă, chiar în zilele noastre, țările din fosta URSS, care în medie pierd aproximativ în fiecare an 500.000 ha., datorită degradării și eroziunii solului (Ionescu, 1986).

Odată cu dezvoltarea sistemului intensiv de agricultură a început și degradarea ecosistemelor agricole, iar producțiile și profiturile realizate imediat erau așa de mulțumitoare încât pe cultivatori nu-i mai interesa „viitorul” (Măianu, 1974).

Primele idei de salvare a acestei situații au apărut în mod concret în deceniul trei din secolul trecut, mai ales ca o reconsiderare a unor tradiții vechi pentru agricultura europeană și cea nord-americană, și nici într-un caz ca o formă de manifestare împotriva agriculturii industriale.

Manifestări, concepte și școli noi, ca o alternativă la agricultura de tip intensiv, au apărut în mod concret după al II-lea război mondial.

Aceste mișcări au fost luate în considerare în mod serios după primele semnale grave de poluare a produselor alimentare. De exemplu, s-a demonstrat că DDT-ul se acumulează în organismul uman și determină apariția cancerului (Heinz, 1999).

Scăderea producției în procente a reprezentat cel mai semnificativ argument că trebuiau găsite soluții alternative la sistemul industrial.

Criteriul general de distincție al sistemelor neconvenționale îl reprezintă aplicarea unor elemente de tehnologie în mod specific. În acest context sunt prezentate în continuare sistemele agricole biodinamic, organic și sustenabil.

Munteanu și Stan (1999) realizează o lucrare de sinteză, ca substrat fiind cele trei sisteme neconvenționale, pe baza unei ample bibliografii (Edwards și colab. 1999, Francis și colab. 1990, Hallan 1991, Crispells și Sadova, 1994).

Sistemul de agricultură biodinamică își are începuturile în activitatea școlii sau mișcării de agricultură biodinamică. Aceasta a fost prima mișcare organizată și bine definită a cultivatorilor și filozofilor, ale cărei baze reies dintr-o serie de conferințe ținute, în anul 1924, de filozoful Rudolf Steiner, întemeietorul „antroposofiei”.

Bazele acestei mișcări sunt:

- sistemele și tehnicile de cultură pot fi atât noi cât și vechi;
- se folosesc ideile proprii ca și ale altor mișcări biologice cum ar fi: diversificarea, reciclarea, evitarea substanțelor chimice, producerea și distribuirea descentralizată a recoltei etc;

- măsuri de biodinamice specifice, ca și concepțiile, așa cum au evoluat de la Steiner, formează un tot unitar și au în vedere stimularea și reglarea proceselor complexe ale vieții prin *preparate biodinamice, pentru sol, plante și gunoiul de grajd*; de asemenea sunt incluse unele considerații despre implicarea forțelor cosmice și terestre asupra organismelor biologice.

Concepțiile lui Steiner au fost dezvoltate de specialiști de marcă cum ar fi Pfeiffer, Keopf, Pauli, Jeavons, și au fost concentrate într-o „școală biodinamică”.

Mișcarea biodinamică este concentrată în N și NV Europei, America de Sud și este relativ puțin reprezentată în SUA și Canada.

Principiile agriculturii biodinamice au evoluat în combinație cu alte principii „biologice” și „ecologice”, conducând la denumirea consacrată de **Sistem de agricultură biologică**.

Sistemul de agricultură organică își are rădăcinile în concepțiile unor filozofi ai agriculturii biologice, începând cu anul 1930. În principiu, agricultura organică, la început sub denumirea de „*humus farming*” se bazează pe concluziile lui Howard, în urma reevaluării sistemelor tradiționale de agricultură din India (înainte de 1940), ce au ca punct forte fertilizarea organică a solului, folosind diferite materiale organice compostate. Compostul asigură humusul necesar unui sol sănătos, cu implicații benefice pentru un mediu sănătos.

Concepțiile agriculturii pe bază de humus ating apogeul la începutul anilor 1950, prin lucrările lui Sykes (1949, 1959) și Seifer (1952). Un vârf al practicării agriculturii organice folosind compostul este marcat de apariția lucrării „*Rodale Guide to Composting*”, realizată de Munich și Hunt (1979). În prezent, o adevărată școală de agricultură organică, parțial integrată în agricultura durabilă (sustenabilă) s-a dezvoltat și se dezvoltă în Anglia.

Acest sistem s-a dezvoltat parțial și în SUA sub denumirea de „Organic gardening” și „Organic farming” (Papacostea, 1976).

„Testamentul agricol” al lui Howard a constituit punctul de plecare în apariția unei „filozofii organice”. Termenul „organic” a fost folosit pentru prima dată de Nothburn (1940), cu referire la filozofia și practica noii metode de agricultură.

În Anglia, în 1943, a luat ființă *Asociația Solului (Soil Association)* care militează pentru practicarea agriculturii organice. Au apărut lucrări de referință: „*The Living Soil*” de Eve Balfour (1943), „*Plowman’s Folly*” de Faulkner (1943), „*Pay Dirt*” de Rodale (1950) ș.a. Un reprezentant de seamă al agriculturii organice, Louis Bromfield (1955), arată că omul, culturile și animalele constituie un organism viu. El opinează că datorită greșelilor care se pot face “nu oricine poate cultiva pământul”.

Lady Eve Balfour, în lucrarea „*The Living Soil*” (1943) conchide: „sănătatea omului, animalului, plantei și solului este un întreg de nedespărțit; sănătatea solului depinzând de modul cum este susținută balanța biologică, pornind de la adevărata fertilitate a lui; culturile ce cresc pe el, hrana animalelor, hrana oamenilor au un standard de sănătate, o mare capacitate de rezistență la boli și în mare măsură depind de infecțiile anterioare de orice fel”.

În concluzie, agricultura organică pledează pentru o abordare ecologică în practicarea agriculturii, datorită relațiilor fragile din mediul înconjurător.

Sistemul de agricultură sustenabilă (durabilă) apare, așa cum s-a mai arătat, ca urmare a impactului negativ evident al agriculturii intensive industriale asupra mediului agricol și produselor agricole ori derivatelor acestora, precum și neputinței celorlalte sisteme neconvenționale de a realiza o agricultură eficientă economic.

Pentru prima dată se intră în panică în perioada anilor '70, odată cu criza energetică și atunci s-a tras un semnal de alarmă în sensul că resursele planetei nu sunt inepuizabile.

Obiectivul principal al agriculturii sustenabile este menținerea potențialului productiv al solului și stoparea degradării acestuia.

Apare și se remarcă „mișcarea agroecologică”, bine cunoscută printre oamenii de știință, prin lucrările lui Altieri (1987). În principiu, se are în vedere combinarea metodelor științifice ale ecologiei moderne cu vechile concepte ale agriculturii științifice prin „învățarea de la natură”.

Departamentul Agriculturii din SUA elaborează „*Raportul și recomandările privind agricultura organică*” (1980). De aici rezultă următoarele probleme de interes pentru agricultură:

- creșterea costurilor și precaritatea asigurării energiei și a produselor chimice;
- creșterea rezistenței la produsele chimice de combatere a insectelor, buruienilor și bolilor;
- declinul productivității solului prin eroziune, pierderea substanței organice și a elementelor nutritive;
- poluarea apei de suprafață cu produse chimice și sedimente;
- distrugerea prin pesticide a florei și faunei sălbatice;
- riscul intoxicației oamenilor și animalelor cu pesticide și aditivi alimentari;
- efectele diminuării suprafeței fermelor și reducerea fermelor de tip familial ș.a.

Se recunoaște de economiști că solul are o valoare socială sau publică iar conservarea trebuie să se regăsească în prețul pieței pe care îl primesc fermierii pentru produsele lor. Sunt evaluate costurile de natură socială (sănătate, calitatea mediului, stabilirea comunităților rurale), determinate de practicarea agriculturii de tip industrial. În aceste circumstanțe, în SUA, se pune cu deosebită seriozitate luarea unor măsuri pertinente.

În anul 1987 se organizează o conferința regională „*Sustainable agriculture in Midwest*” (Francis and King, 1988) iar în 1988 o altă internațională la Ohio State University „*International Conference on Sustainable Agriculture Systems*” (Edwards și colaboratorii, 1989). Conferința internațională a avut ca obiectiv major să găsească soluția viabilă care să stopeze degradarea ecosistemelor agricole și să asigure conservarea pentru generațiile viitoare. Sistemul sustenabil reprezintă, de fapt, un compromis între agricultura de tip industrial care este rentabilă, dar poluantă și agricultura biologică care este nepoluantă și asigură conservarea sau chiar regenerarea ecosistemului agricol, dar nu are același grad de eficiență economică.

Termenul englezesc „sustainable agriculture” (agricultură sustenabilă) a fost lansat în SUA, în anul 1980 (Rodale, 1983) și exprimă o agricultură regenerantă, bazată pe principiile interacțiunii ecologice.

O „definiție de lucru” arată că agricultura sustenabilă (durabilă), ca traducere a termenului „sustainable agriculture” este acea agricultură care „poate evolua nelimitat spre o mai mare unitate pentru om, o mai mare eficiență a resurselor folosite și într-un echilibru cu mediul, favorabil atât omului cât și celor mai multe specii” (Harwood, 1990, citat de Munteanu, 1999). Din definiție rezultă că acest sistem de agricultură asigură la nivel optim trei funcții majore ale agriculturii: utilitatea, eficiența economică și conservarea mediului.

Francis (1987), citat de Munteanu și Stan (1999), arată că sistemul de agricultură sustenabilă este rezultatul unei strategii de management care ajută fermierii să-și aleagă soiurile, să asigure fertilitatea solului prin asolament, protecția fitosanitară și metodele de

pregătire a solului, să reducă cheltuielile etc. Prin toate acțiunile sale, fermierul trebuie să minimizeze impactul asupra mediului și să asigure un nivel al producției susținut și profitabil.

În practică se constată de fapt că unele principii se întrepătrund, avându-se în vedere ca tehnologia care se aplică să nu dăuneze solului (să nu-l polueze, erodeze ș.a.m.d.), ci dimpotrivă dacă este posibil chiar să-l regenereze, iar produsele agricole să fie nepoluate.

Academicianul Moțoc, citat de Measnicov (1999), afirmă că: „Acest sistem sustenabil este acela către care trebuie să tindem și noi, la fel ca toate țările de pe glob”.

În circumstanțele prezentării celor trei sisteme de agricultură este util a cunoaște câteva elemente de conținut despre agricultura integrată.

Agricultura integrată a apărut ca o primă fază de răspuns și de aplicare a unor soluții care să prevină dezastrul ecologic apocaliptic care se profetea de către adepții unor forme de agricultură neconvențională (organică, biodinamică etc.).

Promovarea agriculturii integrate a fost și este și acum primul pas de compromis spre agricultura sustenabilă (durabilă) propriu-zisă. Caracteristica de bază a acestui sistem de agricultură a fost introducerea unor verigi tehnologice integrate (combaterea integrată a bolilor, dăunătorilor, buruienilor, aplicarea integrată a fertilizării și irigației, aplicarea produselor chimice complexe sau în complex de îngrășăminte, erbicide, insecto-fungicide etc.). De asemenea, sistemul de agricultură integrată avea în vedere și unele elemente de management și marketing integrate etc.

Glăman (2000), referitor la această problemă, arată că oamenii noștri de știință s-au aliniat tradiției internaționale de salvagardare a resurselor naturale și biodiversității, punând la dispoziție tehnologii performante, cu consumuri reduse de produse chimice de sinteză, cu un efect secundar poluant deosebit de grav.

În opinia specialiștilor străini, sintetizată de Bălășcuță (2000), se arată că *agricultura biologică* s-a dezvoltat și se dezvoltă pe drumul deschis de agricultura integrată, care a funcționat și funcționează ca o școală de pregătire a agricultorilor pentru trecerea la agricultura biologică.

Agricultura integrată **integrează metodele și procesele agrotehnice blânde, ocrotitoare de mediu, cu metodele și procedeele intensive, dar aplicate la nivelul minimului necesar.**

În țările europene dezvoltate, agricultura integrată este supusă înregistrărilor ca și agricultura biologică (Bălășcuță, 2000). Este semnificativ de arătat că în anul 1998, 40% din suprafața agricolă era exploatată în sistem integrat și 7% în sistemul de agricultură biologică.

Agricultura integrată este organizată în asociații lucrative și este *controlată și puternic sprijinită de stat.*

În Olanda, produsele obținute în sisteme neconvenționale se notează astfel: o stea în cazul agriculturii integrate, două stele în cazul agriculturii biologice—etapa de conversie și trei stele pentru agricultura biologică.

În Germania, acest tip de agricultură este subvenționat de stat, iar o întreprindere nu poate funcționa decât într-unul din cele două sisteme neconvenționale: biologic sau integrat.

În Marea Britanie, o fermă poate funcționa atât în sistem organic, cât și integrat.

Glăman (2000) afirmă că în Uniunea Europeană se consideră că producția horticola integrată trebuie să îndeplinească cel puțin două caracteristici esențiale:

a) să fie realizată din culturi care să corespundă unei discipline de producție care să includă principiile producției horticoale integrate, definită cert de autoritățile guvernamentale, pusă de acord cu asociațiile de producători legal constituite;

b) să fie atestată oficial (marcă, certificat sau ștampilă) ușor de recunoscut, dar să ofere transparența metodei de cultivare, deci o garanție a respectării tehnologiei integrate.

Din istoricul agriculturii ecologice. Variante ale sistemului de agricultură ecologică

Izvoarele agriculturii ecologice se pierd în negura vremii, suprapunându-se istoriei agriculturii, activitate de primă importanță în evoluția societății umane și a omului însuși (Stoian, 1996).

Ideea unei agriculturii ecologice a luat naștere la începutul secolului XX, când societatea puternic industrializată a început s-o înlocuiască pe cea rurală, tradițională.

În mod practic, în Europa, cronologic s-au diferențiat trei curente, paralele agriculturii intensive: biodinamică, organică și biologică.

Dezvoltarea agriculturii, în general, și a legumiculturii, în special, nu poate fi separată de problemele majore cu care s-a confruntat și se confruntă omenirea la ora actuală (Dejeu, 1999), după cum se prezintă în continuare.

a. Creșterea demografică, înregistrată în aprilie 2008 de 6,7 miliarde locuitori (Organizația Națiunilor Unite), evidențiază faptul că cerințele în produse agroalimentare vor crește rapid. Prin conținutul lor bogat în zaharuri, vitamine, săruri minerale și multe alte principii active, produsele legumicole vor avea un rol important în alimentația umană, ca o componentă esențială unei hrăni echilibrate.

b. Criza energetică și de materii prime este importantă căci legumicultura reprezintă un sector foarte intensiv al agriculturii. Obținerea produselor legumicole necesită un consum ridicat de energie; ele nu se pot obține fără energie sau cu un aport scăzut al acesteia. Pe viitor, sporirea producției legumicole va avea loc în condițiile crizei de energie și de materii prime. În mod firesc, măsurile ce se impun nu sunt de ordin restrictiv, ci de economisire a energiei. Ca și alte sectoare ale agriculturii, legumicultura dispune de reale posibilități de reducere a consumurilor energetice, îndeosebi a celor privind protecția fitosanitară, erbicidarea, fertilizarea și irigarea.

c. Problemele mediului înconjurător sunt determinate de acțiunea necontrolată a omului care a determinat, în foarte multe cazuri, alterarea ecosistemelor agricole. Prin poluarea solului, apei, atmosferei și recoltelor, acțiunea necontrolată a omului se întoarce împotriva celui care a provocat-o. Astfel practicarea unor sisteme neraționale de agricultură a determinat deteriorarea fertilității acestora, diminuarea recoltelor sub aspect cantitativ, dar și calitativ.

În ultimii 50 ani, conținutul în humus al principalelor tipuri de sol din România a scăzut cu 0,3-0,6%. Cea mai gravă problemă o reprezintă eroziunea solurilor, care se manifesta pe circa 7 milioane de hectare cu folosință agricolă. Prin fenomenul de eroziune se pierd anual aproximativ 10 milioane tone de sol, care conțin 1,5 milioane tone humus și 500.000 tone azot, fosfor și potasiu (Dejeu 1999, Toncea 2002).

Folosirea cu prioritate a metodelor chimice de combatere a bolilor, dăunătorilor și buruienilor, în detrimentul celor agrofite tehnice, biologice și fizice (datorită confortului tehnic), au dus la poluarea chimică a solului și a mediului, în general.

Obținerea produselor legumicole depinde într-o măsură foarte mare de utilizarea nemijlocită a factorului apă. Folosirea nerațională a irigației a dus la apariția fenomenelor de salinizare și înmlăștinare secundară pe mari suprafețe agricole.

Poluarea cu nitrați a apelor freatice și a celor de suprafață a fost provocată și de folosirea nerațională a îngrășămintelor minerale: doze mari aplicate fie la înființarea culturilor, fie la fertilizarea fazială (mai ales cu azot). În apele freatice, ca și în produsele legumicole, au fost evidențiate concentrații de nitrați ce depășesc limitele admise.

Legumicultura viitorului va trebui să țină seama de toți factorii de producție (solul, îngrășămintele, pesticidele), în așa fel încât impactul asupra mediului înconjurător să fie minim.

În același timp, legumicultura are și un rol depoluant, prin reciclarea numeroaselor resturi de natură organică din gospodării (gunoai menajere, frunze, ape uzate, tescovină ș.a.).

Prin agricultură biologică, în sensul definiției acceptate de Uniunea Europeană, se înțelege acel sistem de cultură care vizează valorificarea și păstrarea sistemelor biologice productive, fără a recurge la substanțe chimice de sinteză (The European Council Regulation-EEC, 2092 / 1991, OUG 34 / 2002, OUG 62 / 2007).

Celelalte două forme de agricultură neconvențională, organică și ecologică, deși au elementele lor de distincție, înseamnă, în principiu, tot agricultură biologică.

Munteanu și Stan (1999) susțin că trebuie acceptată următoarea situație: în diferite țări sau grupuri de țări se cunoaște, se folosește și se practică o anumită variantă a agriculturii neconvenționale, dar în conținut se practică o agricultură neconvențională în care se aplică, mai mult sau mai puțin, aceleași principii ale celor trei variante anterior prezentate.

Unele elemente de distincție rămân, în funcție de tradiția istorică, de diferite condiții naturale, baze tehnico-materiale, cunoașterea tehnologiilor, cerințele pieței.

Contrazicerile pentru cei trei termeni (biologic, organic, ecologic) au fost foarte multe. Așa de exemplu, Stoian (1999) folosește termenul de agricultură biologică, iar produsele obținute într-un astfel de sistem sunt denumite „bio”. Measnicov (1999), folosește termenul de agricultură ecologică pentru un astfel de sistem neconvențional, iar produsele obținute ar trebui să fie denumite ecologice n %, infirmându-l pe Stoian, argumentând prin:

- **organic**, opusul ar fi anorganic, termenul fiind absurd, căci toate produsele agricole, chiar și resturile, gunoaiele sunt organice, adică produse de organisme;

- **biologic**, opusul ar fi nebiologic, deci produsele rezultă de la organisme cu viață în ele, deci organice. Ce produse obținute de la microorganisme, plante sau animale nu ar fi biologice?

- **ecologic**, opusul ar fi neecologic, deci curat în sensul actual al noțiunii de ecologic, astfel neîngrășat chimic, netratate cu produse pesticide agresive, nemanipulate genetic, etc. Deci, pare logic ca să folosim noțiunea de ecologic. Munteanu și Stan (1999) spun că dacă se propune termenul de ecologic, înseamnă că ar exista și o agricultură în afara mediului înconjurător sau a unui sistem ecologic.

Având în vedere cele prezentate, nu este greșit a folosi unul din termeni, cu condiția să fie prezentați factorii de definire și contextul definirii.

Termenul de „*agricultură biologică*” este folosit în Franța, Italia, Portugalia, „*agricultura ecologică*” în Germania, Spania, Danemarca, iar cel de „*agricultură organică*”, în Marea Britanie, Irlanda, SUA.

Scopul principal al agriculturii ecologice este realizarea de produse agroalimentare cu un conținut ridicat în substanțe biologice active, libere de substanțe chimice de sinteză care pot prejudicia grav sănătatea omului, în circumstanțele unui ecosistem durabil, sănătos și cu potențial ridicat de productivitate.

Agricultura ecologică se bazează în principiu pe ridicarea conținutului solului în materie organică, prin folosirea îngrășămintelor organice naturale (gunoi de grajd, compost, îngrășămintă verzi, turbureală, urină + must de gunoi de grajd). De aceea ea se poate practica cu succes în exploatațile agricole care au sector zootehnic.

Agricultura ecologică nu se limitează numai la pregătirea și folosirea composturilor, ci ea se integrează și cu alte măsuri tehnice și anume (după Davidescu, 1994):

- asolamentul multianual cu leguminoase;
- lucrarea solului cât mai la suprafață, fără întoarcerea brazdei și practicarea periodică a subsolajului;

- renunțarea la îngrășămintele chimice obținute pe cale industrială și utilizarea de forme minerale naturale greu solubile (granite fin mărunțite, săruri potasice naturale, fosforite măcinate);

- reducerea sau renunțarea la combaterea chimică a buruienilor, dăunătorilor și bolilor plantelor.

În unele variante ale agriculturii ecologice, pe lângă măsurile tehnice, se pune accent pe acțiunea de stimulare a creșterii plantelor folosind unele „forțe ale naturii” sau unii „factori cosmici”. Fără îndoială că în mediul înconjurător este cuprinsă și influența unor factori permanenți care nu pot fi controlați de om (atracția lunii, atracția cosmică universală), dar care, în decursul timpului, au fost asimilate în codul genetic al plantelor, astfel că acestea reacționează chiar și la intensitatea, variabilitatea și ritmicitatea prezenței lor.

Variantele agriculturii ecologice reies din faptul că toate sistemele de agricultură neconvențională (exclusiv sistemul de agricultură sustenabilă) au fost incluse sub o singură denumire, în cazul de față, în cel de **agricultură ecologică**.

Davidescu și Davidescu (1994), au făcut o prezentare a variantelor ecologice în funcție de modul de pregătire a compostului: biodinamică, organică, biologică.

a. Agricultura biodinamică

Precursora agriculturii biologice este considerată a fi varianta biodinamică. Agricultura biodinamică este bazată pe respectarea legilor naturale ale vieții și ale unității sol-plantă-animal-om, cea mai mare importanță fiind acordată „forțelor vitale”.

Acest concept de agricultură a fost promovat la începutul deceniului trei din secolul trecut, în Germania, de Rudolf Steiner și Ehrenfried Pfeiffer (Sattler, 2001).

Viața, spun Steiner-Pfeiffer, are tendințe de a crește continuu. Există un echilibru dinamic care face ca viața și moartea să se intercondiționeze prin contradicții interne și externe (mediul înconjurător).

Principalii agenți care participă la desfășurarea normală a vieții solului sunt microflora (bacterii, ciuperci, alge) și microfauna (râme, nematozi, viermi etc.), alături de rădăcinile plantelor vii și de factorii de mediu (precipitații, temperatură).

Concepția **Steiner-Pfeiffer** are la bază creșterea conținutului în humus a solurilor până la un anumit nivel de echilibru, care să-i dea posibilitatea să-și trăiască propria viață, care se reflectă în creșterea plantelor și apoi în recoltă.

Exploatarea agricolă este considerată ca un organism viu, care necesită un anumit echilibru între cultura plantelor și creșterea animalelor.

Pe plan tehnic, metoda biodinamică se caracterizează prin utilizarea unui număr de nouă preparate (numerotate 500-508), care au drept scop restabilirea echilibrului momentan, care este dereglat prin intervenția omului, prin climat, prin forțarea creșterii plantelor.

Agricultura biodinamică, promotoare a agriculturii biologice, este practică pe suprafețe foarte extinse în țările Americii Latine (Ecology & Farming, 1999-2000). Varianta biodinamică nu este numai o filozofie ci și o metodă de agricultură. În foarte multe privințe se aseamănă cu agricultura organică (biologică).

Fermierii biodinamici cred în manifestările și rolul influențelor cosmice, în primul rând poziția Lunii, dar și a altor corpuri cerești, care exercită o influență asupra solului și asupra plantelor. Așa, de exemplu, ei țin cont pentru semănat, plantat, lucrările solului și recoltat de influențele factorilor de natură cosmică.

Plantele legumicole sunt cele mai sensibile la influențele lunare și astrale. Astfel, semănatul celor mai multe specii sub adăposturi trebuie să se facă între primul pătrar și luna plină. Dacă se seamănă în răsadnițe calde, trebuie să se semene cât mai aproape de luna plină, în cazul ridichilor, a castraveților etc.

În sere, solarii sau răsadnițe trebuie ca răsadurile să se planteze cu trei zile înainte de luna plină, dublându-se vitalitatea și productivitatea.

Plantarea tomatelor timpurii în câmp se recomandă să se facă la sfârșit de Lună descendentă. De asemenea, udatul se va efectua numai seara, la căderea nopții.

Heinz (1999) prezintă câteva momente optime pentru semănatul sau plantatul speciilor legumicole. Așa de exemplu:

- mazărea de grădină: două zile după primul pătrar;
- fasolea pitică: a doua și a treia zi după primul pătrar;
- fasolea urcătoare: a doua, a treia zi și a patra zi după primul pătrar;
- pentru praz și ceapă: trei zile înainte de Lună plină;
- pentru castraveți tip Cornishon: în zi de Lună plină și seara; aceasta poate tripla recolta;
- pentru usturoi: între a cincea zi premergătoare Lunii pline și ziua următoare; în Spania, de exemplu, dacă cerul este închis se plantează peste o lună;
- salata este sensibilă în a patra zi înainte de Luna plină, cu toleranță în funcție de loc, de 12-36 ore;
- morcovul se seamănă de la primul pătrar la a treia zi înainte de Luna plină;
- cartoful trebuie plantat cu două zile înainte de Lună plină, dar sensibilitatea depinde și de soi.

Agricultura biodinamică cunoaște două variante importante, *Muller-Ruch* și *Lemaire-Boucher*.

Varianta biologică Muller – Ruch (după Davidescu și Davidescu, 1994)

Metoda Muller – Ruch se practică în Elveția și are la bază cercetările lui Dr. H. P. Ruch privitoare la rolul microorganismelor din sol asupra nutriției plantelor. Cercetările l-au condus pe Ruch la concluzia că bacteriile lactice din sol trăiesc în simbioză cu rădăcinile plantelor. Există așadar un „ciclu al materiei vii”, plantele iau din sol nu numai ioni minerali, ci și molecule organice. Microorganismele din sol eliberează în sol *microsomi*. De unde concluzia că prin fertilizare trebuie să hrănim nu numai plantele ci și microorganismele.

Din punct de vedere tehnic, metoda Muller – Ruch are următoarele caracteristici principale:

- compostarea preferențială a materialelor organice (paie, gunoi de grajd) la suprafața solului, față de cea în platforme, gunoiul scos din grajd după maxim 5 – 10 zile (o săptămână) este răspândit în strat subțire la suprafața solului și este lăsat așa, sau se încorporează cu o unealtă de suprafață la câțiva centimetri (5 – 6 cm); dacă terenul nu este liber, gunoiul de grajd se depozitează un timp cât mai scurt, până la posibila lui răspândire;
- practicarea îngrășământului verde ori de câte ori este posibil, între două culturi;
- folosirea la toate culturile a rocilor silicoase măcinate;
- folosirea unui preparat microbiologic (humus ferment) pentru intensificarea activității biologice din sol.

Varianta biologică Lemaire – Boucher

Se practică mai ales în Franța și are la bază utilizarea ca îngrășământ a unei alge cu corp calcaros (*Lithothamnium*) în stare uscată și măcinată, singură sau împreună cu roci fosfatice măcinate, cu rezultate bune pe soluri acide.

Metoda Lemaire – Boucher se bazează, pe de altă parte, și pe teoria transmutației biologice (Kervran), după care nu este necesar să reintroduci în sol toate elementele ridicate de plante întrucât prin transmutație biologică plantele își pot satisface necesarul în potasiu prin transmutația atomului de calciu, sau de magneziu prin transmutația sodiului, sau în fosfor prin transmutația azotului, sau a siliciului.

Metoda Lemaire – Boucher recomandă compostarea de scurtă durată a materiilor organice (3-4 săptămâni), fermentate aerob.

b. Agricultura organică

Francis Blake (1999), în cartea sa „*Organic farming and growing*”, afirma: „este mult mai ușor să spui ce nu este agricultura organică, decât ce este”.

Se poate observa că de fapt aici este particularitatea acestui sistem, deoarece foarte mulți îl percep doar ca o agricultură fără îngrășăminte chimice și pesticide de sinteză, dar care în esență tinde a fi complex și de lungă durată.

Agricultura organică este o cale mult diferită de cea „pe care merge” agricultura intensivă, și aceasta poate crea concepte adesea dificil de înțeles, în special pentru aceste noutăți ale sale.

Apărută în Anglia, după cel de al II-lea război mondial, agricultura organică se bazează pe folosirea exclusivă a fertilizării organice. Acest curent atribuie humusului un rol fundamental în echilibrul biologic și fertilitatea solului.

Fondatorul acestui concept, Albert Howard, și-a enunțat teoriile în „*Testamentul agricol*”, publicat în 1940 (Dejeu, 1997).

După Davidescu și Davidescu (1994), varianta organică are la bază următoarele:

- compostarea tuturor reziduurilor vegetale și animale;
- subsolajul executat periodic, din cinci în cinci ani;
- asolamentul cu pașiște temporară de 3-4 ani cu floră variată.

Howard (1940), citat de Dejeu (1997), subliniază dezavantajele monoculturilor (de aici avantajele folosirii rotației plantelor), ale dispariției micilor exploatații și ale folosirii îngrășămintelor artificiale, precum și avantajele culturilor asociate (graminee – leguminoase) și ale fertilizării solului în asigurarea rezistenței plantelor la paraziți.

În momentul de față nu există cercetări sistematice care să arate care din aceste metode este cea mai bună.

Obiectivele agriculturii/legumiculturii ecologice

Principalele obiective ale agriculturii ecologice, așa cum sunt precizate de către *Federația Internațională a Mișcărilor de Agricultură Organică (IFOAM)*, sunt următoarele (după condițiile standard de atestare a produselor ecologice - BIOTERRA, 2000):

- 1) de a produce hrană de înaltă calitate și în cantități suficiente;
- 2) de a interacționa constructiv în sporirea calitativă a vieții cu sisteme și cicluri naturale;
- 3) de a încuraja și a favoriza ciclurile biologice în sistemele de gospodărie, implicând microorganismele, fauna și flora solului, plantele și animalele;
- 4) de a susține (menține) și a crește fertilitatea solului pe termen lung;
- 5) de a folosi, în măsură în care este posibil, resursele neconvenționale în sistemele agricole locale;
- 6) de a acționa, în măsura posibilităților, într-un sistem închis cu privire la materia organică și elementele nutritive;
- 7) de a lucra, în măsura posibilităților, cu materiale și substanțe care se pot refolosi sau recicla în propria gospodărie sau în altă parte;
- 8) de a asigura animalelor din gospodărie condiții de viață cât mai apropiate de cele naturale;
- 9) de a reduce toate formele de poluare care pot rezulta din tehnologia agricolă;
- 10) de a menține diversitatea genetică a sistemului agricol și ceea ce înconjură sistemul, incluzând protecția plantelor și a habitatului natural (sălbatic);
- 11) de a permite producătorilor agricoli o viață în conformitate cu drepturile omului stipulate de ONU, de a acoperi necesitățile de bază și a obține câștiguri adecvate și satisfacții din activitatea lor, incluzând o muncă de protejare a mediului;
- 12) de a lua în considerare largul impact social și ecologic al sistemului de gospodărie.

Agricultura ecologică (biologică, organică) se bazează pe păstrarea organismelor vii din sol, în special microflora și microfauna, prin rotații adecvate ale culturilor, prin tehnici adecvate și menținerea unui nivel ridicat al materiei organice din sol. Acest sistem pune un accent deosebit pe folosirea unor sisteme de producție diversificate, bazate pe un număr mare de culturi, pe creșterea animalelor, pe utilizarea soiurilor și raselor locale rezistente la boli și dăunători.

Cultura plantelor furajere se integrează în rotații echilibrate, iar dejecțiile animale sunt necesare pentru o fertilizare economică și de calitate.

Se recomandă evitarea oricăror intervenții care dăunează vieții solului și mediului înconjurător. Metodele agriculturii ecologice sunt mai complexe, comparativ cu cele ale agriculturii clasice.

Fiecare exploatație agricolă constituie un sistem complex, un organism de sine stătător, care cere soluții adecvate. Organizarea acestuia trebuie să se facă ținând seama de faptul că indicatorul sintetic al bunei gospodării îl constituie conservarea și sporirea fertilității solului.

Așadar, alte obiective principale ale agriculturii ecologice ar fi:

- să asigure eficiența economică a producției și a ecosistemului agricol (crește valoarea terenului exploatat în SA ecologică);

- să asigure sustenabilitatea economico-socială a comunității rurale (Redman și Edwards, 1999, citați de Munteanu, 2001).

Trebuie subliniat că numai dacă se au în vedere și aceste obiective se înlătură handicapul major al sistemelor agricole neconvenționale: rentabilitatea lor scăzută.

Câteva principii ale agriculturii ecologice

Producția ecologică (cu alte cuvinte, biologică, organică) presupune realizarea unor sisteme agricole adecvate durabile, diversificate, echilibrate, vizând protejarea mediului înconjurător și asigurarea consumatorilor cu alimente de certă calitate nutritivă și sanitară.

Principiile agriculturii ecologice se sprijină pe cunoașterea amănunțită a sistemelor de producție care valorifică la maxim resursele locale, cu reducerea la minimum a riscurilor economice și ecologice, integrând cunoștințele tradiționale cu progresul științific din toate domeniile biologiei și agronomiei. Aceste principii sunt formulate în cele ce urmează (Dejeu, 1997; Bioterra, 1998, 1999, 2000; Toncea 2002).

a) Menținerea fertilității solului

În centrul preocupărilor agriculturii ecologice se află *solul*, considerat ca un mediu viu, complex, dar încă puțin cunoscut, care interacționează strâns cu plantele și animalele care îl populează. Toate acțiunile vizate de agricultura ecologică (lucrările solului, fertilizarea, alegerea produselor pentru combaterea bolilor și dăunătorilor, etc.) au ca scop intensificarea activității microbiologice a solului, menținerea și sporirea fertilității acestuia – condiții indispensabile pentru păstrarea stării de sănătate a plantelor.

b) Protecția mediului înconjurător

Multe tehnici culturale aplicate în ultimele decenii au avut consecințe nedorite asupra mediului înconjurător, contribuind la eroziunea solurilor, degradarea sistemelor ecologice, poluarea solului, apelor freactice și a recoltelor cu pesticide și nitrați.

Agricultura ecologică urmărește păstrarea nealterată a mediului, prin folosirea îngrășămintelor organice și a celor minerale mai puțin solubile, a composturilor, prin evitarea folosirii produselor care pot avea efecte dăunătoare.

Folosirea erbicidelor este interzisă, fiind permise numai produsele ce nu dăunează plantelor, bazate pe săruri minerale simple (Cu, S, silicat de Na etc.) sau extracte de plante (piretru), precum și aplicarea metodelor fizice (termice).

c) Respectul pentru sănătatea consumatorilor

Prin practicarea unei agriculturii ecologice se urmărește obținerea unor produse agricole de calitate, fără reziduuri de pesticide, dar care să conțină o balanță echilibrată de elemente nutritive (protide, lipide, glucide), acizi organici, vitamine și săruri minerale.

Legumele, fructele, strugurii se consumă în marea lor majoritate în stare proaspătă; de aceea, calitatea lor nutritivă și igienică (lipsa reziduurilor de pesticide, de toxine) prezintă o importanță deosebită în alimentația omului modern.

d) Viziunea globală asupra interacțiunilor din natură

În agricultura ecologică se pune accent pe calitatea intervențiilor omului asupra naturii, neagresive, comparativ cu agricultura convențională.

e) Ferma – o unitate, un organism în echilibru

În agricultura ecologică se renunță la o specializare îngustă și la o exploatare intensivă, unilaterală. Organizarea unei ferme trebuie să se facă cu respectarea strictă a legilor biosferei, avându-se tot timpul în vedere că indicatorul sintetic al bunei gospodării îl constituie conservarea și sporirea fertilității solului.

Asociația Bioterra pune la baza producției ecologice următoarele principii:

1) eliminarea oricărei tehnologii poluante (în special cele în care sunt utilizate substanțe toxice, materiale sintetice, îngrășăminte chimice, antibiotice, hormoni, inginerie genetică etc.);

2) realizarea unor structuri de producție și asolamente în cadrul cărora un rol primordial îl dețin speciile și soiurile adaptate condițiilor locale;

3) susținerea continuă și ameliorarea fertilității naturale a solului;

4) integrarea, în sistemul de producție, a creșterii animalelor;

5) utilizarea economică a resurselor energetice convenționale și înlocuirea acestora în mai mare măsură prin utilizarea rațională a produselor secundare re folosibile;

6) aplicarea unor tehnologii în cultura vegetală și în zootehnie care să satisfacă cerințele speciilor, soiurilor și raselor;

7) apărarea concepției sănătoase despre agricultură, modelarea vieții pe ciclurile naturale existente și protejarea acestora, cu posibilitatea ameliorării profitabilității producției și stoparea concurenței neloiale;

8) obținerea unor produse cu valoare nutritivă ridicată, sănătoase, în mare măsură libere de substanțe toxice.

În esență, se observă că indiferent de cine a enunțat principiile, producția ecologică (biologică, organică) presupune realizarea unor sisteme agricole durabile, echilibrate, vizând protejarea mediului și asigurarea consumatorilor cu produse de calitate, libere de substanțe toxice.

Legislația produselor certificate ecologic

Legislația internațională privind produsele ecologice

Principiile și regulile de obținere a produselor ecologice, pentru a putea fi impuse, respectate și protejate au nevoie de o legislație.

Așa a apărut în anul 1972, la Versailles, **Federația Internațională a Mișcărilor pentru Agricultură Organică (IFOAM)**.

În prezent, IFOAM numără peste 840 membri din peste 120 țări (printre care și România) și își are sediul la Tholey-Theley în Germania.

Întreaga activitate a acestei organizații, precum și a membrilor acesteia, se concretizează prin dezvoltarea de metode și informații privind practicarea unei agriculturi pentru care nu contează numai producția în sine, ci în mod egal conservarea mediului, calitatea nutritivă și biologică a produselor și independența agriculturii.

Una din principalele sarcini ale Adunării Generale a IFOAM este aprobarea „*Caietului de sarcini cadru*” – sinteză a cercetărilor și a propunerilor membrilor asociației, menită să armonizeze agricultura ecologică/biologică la nivel internațional.

Chiar dacă în forma oficial redactată nu poate constitui o reglementare națională, caietul de sarcini constituie pentru toți producătorii și transformatorii de produse biologice un îndreptar util pentru înțelegerea tehnicilor bio, dar și a filozofiei agriculturii biologice (Stoian, 1999).

Restricțiile din „Caietul de sarcini cadru” sunt universal valabile, cei care nu le respectă în limitele prezentate nu-și pot certifica producția ca „bio”.

Caietul de sarcini IFOAM ține cont de reglementările **Comunității Economice Europene (Reg. CEE 2092) din 22 iulie 1991**, completat în momentul de față de **Regulamentul 834/2007**.

Ultima versiune a „Caietului de sarcini IFOAM” a fost publicată de Stoian, în revista Hortinform nr. 11/87 din 1999. Caietul face referire atât la producția vegetală, cât și la cea animală și cuprinde 10 capitole.

Legislația românească privind produsele ecologice

La nivel național, dar nu numai, este pregnantă problema degradării economice a agriculturii care, desigur, are și rol major în degradarea ecosistemelor agricole și a poluării. Această degradare economică reduce drastic sustenabilitatea mediului rural. Chiar dacă sunt evidente care arată, totuși, o bunăstare a comunităților rurale, aceasta nu s-a făcut însă pe seama banilor proveniți din agricultură.

În România, legislația privind producția ecologică este puțin reprezentată, ea îmbogățindu-se abia în anul 2000 prin Ordonanța de Urgență nr. 34 din 17 aprilie. Această ordonanță este un câștig, dar tot atât de necesară este și apariția unei legi care să reglementeze standardele de practicare a agriculturii ecologice.

Toate condițiile de producție și tehnologie trebuie să fie în concordanță cu legile statului. România, după apariția O.U.G. nr. 34, a așezat producția ecologică într-un cadru legal, având la bază reglementările U.E. 2092/91.

Legislația privind producția ecologică a fost puțin reprezentată la noi după 1989, ca de altfel toată legislația care privește agricultura, în general. Menirea de a fi promotori ai acestei legislații la noi în țară a rămas tot în mâna și la presiunea unor mișcări și atitudini ale specialiștilor, mai mult animați de acest sistem agricol. Meritul lor este acela că au fost și sunt conștienți că acest fel de agricultură este o șansă viabilă de sporire a eficienței economice a activității de cultivare a pământului, prin realizarea de produse ecologice, care au o piață sigură atât în țară cât și în țările europene.

În prezent, în acest sens, în România funcționează numeroase organizații neguvernamentale, care sprijină dezvoltarea agriculturii ecologice, ca: Grupul Român de Lucru pentru Agricultură Durabilă și Diversitate - București, Tineretul Ecologist Român – București, Asociația pentru Promovarea Agriculturii Biodinamice – București, Grupul Grădinarilor Biodinamici – Tg. Mureș, Clubul Agricultorilor Ecologiști din Transilvania – Făgăraș, Clubul Ecologic Transilvania – Cluj-Napoca, Fundația Creștină pentru Sănătate Fizică și Spirituală „Casa Domnului” - Brașov și Offenbach on Main, Asociația Română de Agricultură Biologică „BIOAGRIROM” – Brașov și Asociația Bioagricultorilor din România „BIOTERRA” (ABR).

Cea mai activă organizație, nu numai la nivel local ci și național, este BIOTERRA.

Din anul 1998, Asociația BIOTERRA este membră a Organizației Mondiale de Agricultură Ecologică (IFOAM). În anul 1999 a elaborat primul îndrumător pentru Agricultură Ecologică din România, în care sunt prezentate condițiile standard pentru realizarea și certificarea producției ecologice. Acest îndrumător a fost elaborat de comun acord cu organele de control și certificare autorizate de către IFOAM, având la bază reglementările CE 2092 / 91 și CE 834 / 2007.

Orice problemă apărută în acest standard poate fi înaintată spre dezbateri comisiei de specialitate a Asociației, care are menirea să aducă în permanență îmbunătățiri în ceea ce privește condițiile standard și cele de certificare.

Caracteristicile produselor ecologice

Produsele ecologice fac referire la toate produsele agroalimentare produse în condițiile respectării principiilor și legilor agriculturii ecologice. Referiri precise la calitatea produselor ecologice sunt prevăzute în Ordonanța de urgență privind produsele alimentare ecologice emisă de Guvernul României pe 17 aprilie 2000. Trebuie făcută precizarea că prin produsele ecologice se înțeleg de fapt (Ordinul 317 / 2006) și produsele biologice.

Calitatea, definită în mod general, reprezintă totalitatea caracteristicilor unui produs sau serviciu care îi conferă acestuia aptitudinea de a satisface nevoile, atitudinea și preferințele consumatorului.

Din acest motiv, caracteristicile calității produselor „BIO” sunt prezentate împreună cu „etichetarea (marca și semnele calității)” și „piața de desfacere” (Dejeu., 1997).

Conceptul de **calitate** comportă mai multe tipuri de caracteristici (Dejeu, 1997):

- **calitatea agronomică** se referă la caracteristicile de cultură ale unui soi privit din punctul de vedere al producției (potențialul productiv, simplitatea culturii, cerințele față de factorii climatici, rezistența la boli);

- **calitatea tehnologică** este reprezentată de aptitudinea pentru păstrare a unui produs, rezistența la boli și transport;

- **calitatea vizuală** cuprinde culoarea, mărimea și forma; de obicei, clientul cumpără produsele agroalimentare după aspectul vizual;

- **calitatea igienică** este dată de cerința pentru un produs sănătos, care, în urma consumului său, să nu dăuneze sănătății; aceasta este dată de absența microorganismelor patogene, a reziduurilor toxice (pesticide, metale grele, nitrați etc.);

- **calitatea organoleptică** este determinată de savoarea unui aliment, cu tot ceea ce comportă aceasta (ansamblul însușirilor gustative și olfactive), prin aprecierea subiectivă a consumatorilor; în cazul determinării calității gustative a unui produs de către un juriu antrenat, percepțiile senzoriale sunt divizate, codificate și analizate, pentru eliminarea, în parte, a subiectivității; se apreciază, în asemenea cazuri, aciditatea, gustul dulce, raportul dintre acestea, consistența pulpei, amăreala etc;

- **calitatea nutritivă** se referă la însușirea unui aliment de a satisface cerințele nutritive ale consumatorilor;

- **calitatea ecologică** este reprezentată de impactul producerii, transformării, distribuției și al consumului asupra mediului înconjurător.

În agricultura biologică/ecologică se pune un accent deosebit pe valoarea nutritivă și igienică a produsului care se comercializează. Calitatea gustativă a produselor biologice este superioară față de produsele convenționale.

Producția legumicolă trebuie să țină seama, de asemenea, de evoluția în timp a gustului consumatorilor, ca urmare a îmbunătățirii calității vieții, a diferitelor tendințe spre produse diferite și uniform colorate, cu arome de diferite intensități, cu perioade diferite de maturare.

Marca de origine și semnele calității produselor ecologice

În Germania, produsele care provin din culturile biodinamice poartă marca protejată „Demeter”. Gospodăriile care sunt în faza de conversie își înseamnă mărfurile cu marca, de asemenea protejată, „Biodyn”.

Prin încheierea unui contract cu Federația „Demeter”, fermele și grădinile obțin dreptul de a purta semnele „Demeter” sau „Biodyn”.

În cadrul Federației „Demeter”, care cuprinde o asociație de agricultori, oameni de știință, consilieri și persoane calificate din cele mai diferite domenii ale vieții, ca și din comunitățile de lucru ale producătorilor, sunt elaborate și stabilite linii directe pentru efectuarea culturilor, precum și hotărârile privind comercializarea și prelucrarea ulterioară a produselor.

Drumul parcurs de produsele „Demeter” până la consumator este asigurat prin protecția mărfii și prin contracte. Dincolo de acest cadru, sectorul de calitate „Demeter” din institutul său pentru cercetarea biodinamică, în mod regulat, controlează calitatea produselor și efectuează analize de reziduuri de pesticide.

Prelucrarea ulterioară în diferite mărfuri alimentare „Demeter” are loc prin procedee care menajează calitatea, acordându-se atenție specială valorii nutritive.

Îmbunătățirea comunicației cu piața și cu consumatorii se face prin publicitate. De aceea produsele biologice sunt protejate întotdeauna în ambalaje speciale și poartă etichete pe care este trecută marca produsului.

Ambalarea produsului se poate face în cutii de carton gofrat cu hârtie. Ambalarea modernă se realizează în material plastic transparent în care produsele se văd bine, sortarea fiind obligatorie. În fiecare ambalaj produsele sunt de aceeași mărime, formă și culoare; pe ambalaj sunt trecute prețul produsului și cantitatea existentă. Cumpărarea se face prin autoservire. De ultimă oră este ambalarea individuală a fiecărui produs în folie transparentă, ceea ce îmbunătățește prezentarea produsului și, totodată, reduce ofilirea și pierderile de apă.

Piața de desfacere și prețul produselor agricole biologice

În țările vest europene, în SUA și Canada există un curent favorabil pentru practicarea agriculturii ecologice, ca și pentru existența unei piețe paralele (mai scumpă) pentru fructele și legumele realizate prin aceste variante. În aceste țări au luat ființă asociații profesionale ale unor producători care, periodic, organizează cursuri de pregătire și reciclare profesională, publică reviste cu teme specifice agriculturii biologice ș.a; de asemenea, există magazine pentru desfacerea produselor membrilor asociației, produse care sunt certificate în ceea ce privește autenticitatea și calitatea biologică de către specialiști autorizați. Piața de desfacere a produselor realizate prin agricultura biologică poartă diferite denumiri: **Produse bio, Piața Eco, produse prin agricultura biologică.**

Dacă cei mai mulți consumatorii au convingerea că folosirea în hrana zilnică a produselor agriculturii biologice sau ecologice corespunde intențiilor lor, atunci nivelul prețului nu interesează. De regulă, prețul acestor produse este mai ridicat. Dacă aceste produse sunt calitativ mai bune, atunci prețul lor este justificat.

În România, pentru vânzarea produselor ecologice cu amănuntul într-un magazin este necesar ca acestea să reprezinte cel puțin 20%, iar magazinului i se poate acorda atestarea și denumirea de „Magazin ecologic controlat sistematic” (Bioterra, 2000). Pentru desfacerea produselor *en-gross*, unitățile trebuie să fie specializate cel puțin 50% pe sortimente ecologic controlate.

În Germania este important ca un număr cât mai mare de produse ale unei gospodării să ajungă pe piața „Demeter” și să nu se vândă pe piața generală. Numai în acest caz, fluxul de mărfuri ajunge la cei interesați și contribuie la asigurarea economică a gospodăriei.

În discuții comune ale reprezentanților organizațiilor de consum „Demeter” cu reprezentanți ai comerțului și ai celor care prelucrează mai departe produsele „Demeter”, ca și cu reprezentanți ai comunităților, se încearcă ca procesul parcurs de produse și formarea prețurilor acestora să se facă cât mai transparent și ușor de înțeles.

3.8.2. Documentare științifică referitoare la managementul factorilor de risc

Introducere

Herodot (484 î.Hr. - cca. 425 î.Hr.), *pater historiae*, spunea: „*Minunat lucru este prudența și înțeleaptă este prevederea*”. Totuși „*a prevedea*” fără „*a acționa*” nu poate să producă un impact fundamental asupra performanței unei afaceri sau asupra succesului unui proiect.

Din acest motiv esențial în conducerea unei afaceri, în derularea unui proiect sau în administrarea unei resurse, umane, informaționale sau de orice tip, fie că vorbim despre

securitatea unui computer personal sau consistența unei baze de date, fie că vorbim despre complexitatea unui sistem de tip Enterprise Resource Planning (ERP), e-Business sau mai noile sisteme de Guvernare Electronică (e-Government) și Democrație Electronică (e-Democracy) este partea de implementare a proiectului asistată de un ireproșabil management al riscului.

Managementul riscului – concept, istoric, principii

De ce a câștigat conceptul de risc o importanță atât de mare în societatea modernă? De ce se definește societatea modernă ca o societate „riscantă”?

Sociologul german **Nickolas Luhman** a adus o contribuție instrumentală substanțială prin lansarea ideii că *riscul reprezintă o formă generală prin care societatea își descrie viitorul*. Potrivit lui Luhman, riscul este un concept care trebuie deosebit de pericol. În timp ce riscul indică o pierdere posibilă viitoare datorită deciziei unui alt agent, pericolul se relaționează cu posibilitatea unei pierderi cauzate de indecizie. Pe scurt, teza lui Luhman susține că viitorul este total dependent de deciziile prezente. Această abordare are implicații importante pentru analiza riscului.

Noile condiții în care mediile de afaceri sunt în continuă schimbare, îndreptându-se tot mai mult către dereglementare și competiție, generează riscuri diverse, practic în toate domeniile de activitate.

Orice decizie în ceea ce privește realizarea unui obiectiv nou, dezvoltări sau restructurări, antrenează un risc în obținerea rezultatelor estimate inițial datorită influenței schimbărilor ce se manifestă neîncetat în mediul tehnic, economic și social, intern și extern.

Condițiile de incertitudine influențează evenimentele (variabilele) care concură la obținerea unor indicatori ce pot fi utilizați pentru evaluarea variantelor de realizare a unui proiect și fundamentarea deciziilor. Aceste schimbări, ca și existența unui mare număr de participanți la derularea activităților, fac necesară gestionarea („managementul”) riscului printr-o strategie coerentă de evaluare, tratare și administrare a acestuia, fără de care nici un participant serios nu poate să se angajeze în prezent la realizarea unei afaceri.

De altfel în literatura de specialitate se arată că un proces sănătos al managementului riscului și îmbunătățirea continuă a acestuia constituie semnul distinctiv al companiilor de talie internațională într-un mediu competitiv.

Definiții ale managementului riscului

The PMBOK® Guide - 2000 Edition, definește managementul riscului în proiecte ca fiind un proces sistematic de identificare, analiză și răspuns la riscurile proiectului.

În opinia Western Education And Library Board - instituție având drept ocupație de bază furnizarea de servicii educaționale în regiunile din Irlanda de Nord - managementul riscului presupune implementarea unui proces sistematic și la nivel de corporație în vederea evaluării și abordării impactului cauzat de riscuri într-o manieră eficientă din punct de vedere al costurilor implicate, precum și crearea unei echipe cu competențe potrivite pentru a identifica și evalua posibilitatea ca diverse riscuri să apară.

FAST - Federal Aviation Administration Acquisition System Toolset pune în discuție problematica managementului riscului securității (SRM - Security Risk Management). Astfel, SRM reprezintă un proces logic ce poate fi utilizat în vederea evaluării și cuantificării riscului, și implementarea unui proces de management cu soluții - din punct de vedere al costurilor - eficiente de reducere a riscurilor de securitate, utilizându-se resursele disponibile. SRM se declanșează odată cu începutul programului și se aplică pe toată durata ciclului de viață al proiectului și are menirea de:

- a identifica și cuantifica bunurile pentru a li se asigura protecția;
- a măsura rolul și importanța fiecărui bun prin determinarea impactului pierderii

acestui;

- a identifica și cuantifica vulnerabilitățile asociate cu fiecare bun (obiect – amenințare determinată);
- a aplica taxonomia potrivită;
- a analiza costurile și beneficiile asociate cu pașii de reducere a riscurilor.

Departamentul de Energie al Statelor Unite ale Americii (Department of Energy Quality Managers) în ghidul Software Risk Management - A Practical Guide, propune următoarea definiție procesului de management al riscului informatic (software): Software Risk Management (SRM) este o practică a ingineriei software cu procese, metode și unelte folosite în managementul riscurilor în proiecte. Ea furnizează un mediu disciplinat pentru un proces proactiv de luare a deciziilor, în vederea unei evaluări continue a tot ceea ce poate să meargă greșit.

Portalul dedicat resurselor informaționale pentru auditori interni, www.auditnet.org prezintă opinia lui Jason Sullivan în direcția managementului de risc: managementul riscului reprezintă cultura, procesele și structura direcționată către un management eficient a oportunităților potențiale și a amenințărilor la adresa organizației și a contribuției acesteia către sectorul public.

The Information Technology Advisory Board, departament al Missouri State Government a conceput Missouri IT Risk Management Manual, prezentând managementul riscului ca un instrument de evaluare ce poate fi folosit în procesul de supraveghere a proiectului.

Constantin Opran și colaboratorii prezintă două definiții ale conceptului. În primul rând managementul riscului (MR) se definește drept gestionarea evenimentelor incerte în scopul succesului. Managementul riscului are drept caracteristică totalitatea metodelor și mijloacelor prin care este gestionat riscul în scopul îndeplinirii obiectivelor descrise în cadrul evenimentului tehnic, social, uman sau politic de analizat, având incertitudinea ca bază majoră a factorilor de risc. În al doilea rând, managementul riscului proiectului (MRP) se definește drept totalitatea metodelor și mijloacelor prin care este gestionat riscul în cadrul unui proiect în scopul îndeplinirii obiectivelor proiectului având incertitudinea ca bază majoră a factorilor de risc.

BT Business Office, pagină web dedicată știrilor despre afaceri, prezintă lucrarea „Risk Management - An introduction and discussion on Risk Management together with recommendations for its implementation”, lucrare în care managementul riscului este definit astfel: suma tuturor activităților proactive ordonate de către management în cadrul unui program ce au ca scop adaptarea la un nivel acceptabil a posibilelor eșecuri ale elementelor programului.

Jean-Paul Louisot, profesor asociat la Universitatea Paris 1, Pantheon Sorbona, prezintă managementul riscului ca fiind un proces decizional continuu și de monitorizare a rezultatelor deciziilor care va reduce la un nivel acceptabil impactul sau incertitudinile rezultate din expunerile la riscuri suportate de diverse entități.

Antonio Borghesi, profesor de economie și administrarea afacerilor la Universitatea din Verona, prezintă cu ocazia „Risk Management Forum - Barcelona, octombrie 2001”, lucrarea „Credit Risk in the New Economy”, în care conceptul de management al riscurilor este definit astfel: proces de afacere ce are ca scop a asigura că organizația este protejată de riscuri și de efectele acestora, implicând astfel identificarea, cuantificarea și administrarea riscurilor.

Termenul de „risc management” se aplică în numeroase domenii:

- ca o cerință a mediului profesional analizată de Colegiul Medicilor și Centrul de Educație Medicală Continuă Iași, a fost realizat proiectul „Managementul Riscului Legal în Practica Medicului de Familie” - program educațional regional de educație medicală continuă

pentru medicii de familie în probleme de responsabilitate medicală și de malpractice;

- domeniul socio-politic și de analiză înțelege conceptul de management al riscului ca management al mediului și al riscurilor nucleare, acele macro-riscuri generate de tehnologii care pot pune în pericol chiar existența noastră;

- pentru bancheri și finanțiști reprezintă modalitatea sofisticată de folosire a instrumentelor financiare;

- pentru cei din domeniul protecției umane, reprezintă micșorarea numărului de accidente și răniri;

- pentru domeniul asigurărilor reprezintă coordonarea riscurilor asigurabile și reducerea costurilor asigurării;

- pentru activitățile de producție a bunurilor materiale, inclusiv, activitățile din producția agricolă.

Pentru băncile de investiții, riscul portofoliului de credite este asociat cu ratele de pierderi în portofoliul de tranzacții - incertitudinea privind pierderile din activitatea de creditare în termeni de faliment sau imposibilitate de plată. Managementul modern al portofoliului de credit se referă exact la acest aspect, recunoscând că factorii determinanți sunt concentrarea debitorilor, a industriilor și a țărilor în termeni de volatilitate în expunerea viitoare și instabilitate financiară.

Scopul managementului riscului asociat portofoliului de credite este diminuarea riscului și/sau creșterea profitului pentru un portofoliu de tranzacții.

Mai mult sau mai puțin nou...a apărut și conceptul de management al riscului de terorism. Gestionarea riscului de terorism presupune:

- Colaborarea strânsă cu autoritățile locale și guvernamentale, cu firme de avocatură și cu specialiști în elaborarea planurilor anti-teroriste;

- Controlul accesului fizic și electronic, incluzând controlul accesului la diferite active importante ale organizației;

- Promovarea unui plan de redresare a companiei în caz de dezastru, incluzând refacerea sistemelor de protecție;

- Achiziționarea de polițe de asigurare prin care să se realizeze transferul riscurilor de la organizație către societatea de asigurare.

În domeniul asigurărilor, managementul riscurilor constă atât în prevenirea și minimizarea producerii unor evenimente cât și în procesul de identificare, evaluare și cuantificare al acestora.

Managementul riscului de mediu este un termen relativ nou în literatura de specialitate. El se referă atât la măsurile de diminuare a riscurilor, cât și la măsurile luate pentru diminuarea efectelor acestora.

În lucrarea „Aspecte privind managementul riscului și utilizarea sa în activitatea decizională din domeniul transportului energiei electrice, C.N. Transelectrica S.A.” 20 coautorii Bărbulescu Christiana, Romascu Gabriel, Diaconu Anca și Diaconu Ștefan privesc procesul de management al riscului ca un proces complex, începând cu stabilirea unei infrastructuri și continuând cu identificarea, analiza și evaluarea riscurilor, luarea unor măsuri de evitare sau minimizare a pierderilor, precum și luarea deciziilor în privința tratamentului financiar necesar pentru minimizarea pierderilor inevitabile. Într-un sens foarte restrâns, aplicabil domeniul energetic, se poate spune că managementul riscului identifică și evaluează activitățile care reduc probabilitatea evenimentelor accidentale din cadrul rețelei electrice de transport și evită consecințele ce ar putea apare, conducând la un nivel de siguranță (securitate) sporit față de cel anterior aplicării programelor de management de risc.

Scurt istoric

Managementul riscului este un fenomen destul de nou. Managerii au început să discute despre risc abia în anii '90. Dacă ar fi să „aruncăm o privire” în istorie se pot puncta anumite **momente definitorii în consolidarea științei managementului riscului**:

- 1654 – apare pentru prima dată noțiunea de probabilitate în evaluarea unor situații posibile de realizare a unor evenimente (Blaise Pascal și Pierre de Fermat);
- 1662 – John Graunt publică primele analize statistice asupra mortalității populației londoneze (se utilizează primele elemente de eșantionare pe baza unor metode statistice, se identifică principalii factori de risc ce au contribuit la scăderea mediei de viață);
- 1687 – Edward Loyd întocmește pe baza calculelor personale efectuate un tabel (*tabelul lui Loyd*), conținând date referitoare la principalele evenimente maritime europene;
- 1696 – Edmund Halley demonstrează modul în care pot fi utilizate de către societățile de asigurări, tabelele statistice referitoare la evoluția mortalității în funcție de vârstă;
- 1713 – Jacob Bernoulli postulează „*Legea numerelor mari*” ce furnizează metoda prin care probabilitățile și semnificația statistică, pot fi identificate dintr-o informație limitată, cristalizând în acest mod teoriile legate de metodele și procedeele de eșantionare a unei populații;
- 1733 – Abraham de Moivre postulează două mărimi statistice extrem de importante: *dispersia și abaterea standard*, cu rolul de a studia împrăștierea datelor experimentale în jurul valorii centrale sau mediane;
- 1738 – Daniel Bernoulli postulează noțiunea de utilitate (*teoria utilității marginale descrescânde*). Consecințele studiilor sale au un puternic impact în cadrul riscurilor asumate în teoria deciziei, pornind de la supoziția conform căreia riscul în asumarea unei decizii nu este exclusiv legat de realizarea unor calcule și estimarea unor probabilități *ci și de valoarea consecințelor pe care le pot avea aceste riscuri pentru cel care și le asumă*.
- 1885 – Francois Galton pune în evidență *regresia datelor către medie* ce constă în esență în faptul că într-un interval mai lung de timp, sau după un număr suficient de mare de iterații sau experimente, valorile extreme ale distribuției se îndreaptă către medie sau către valoarea centrală a acesteia.
- 1944 – John von Neumann și Oskar Mogenstern introduc conceptul de „*joc de strategie*” pentru obținerea unor rezultate semnificative de succes în orice domeniu socio-economic;
 - o declară **omul drept sursă primară de incertitudine** (factorul uman prezintă o „*atitudine variabilă, influențând astfel în mod determinat prognozele statistice*);
- 1952 – Harry Marcovitz demonstra fundamentul științific prin care investitorii și managerii implicați în dezvoltarea afacerilor pot minimiza efectele „*varianței veniturilor la venire*”;
 - o începând cu această perioadă, atenția tuturor oamenilor de știință, ce au întreprins cercetări în domeniu s-a focalizat pe descoperirea unor modele matematice capabile să furnizeze prognoze și să estimeze evoluția unor indicatori specifici, bază de referință pentru activitatea managerilor de risc.
- 1955-1964 – se dezvoltă sistemul de cumpărare a polițelor de asigurare („*insurance buying*”);
- 1970 – Fischer Black și Myron Scholes publică pentru prima dată un model matematic pentru stimularea unei opțiuni manageriale, relevând pentru prima dată și gradul de risc pe care-l implică această asumare a unei astfel de opțiuni;
- 1979 – David Hertz propune utilizarea metodei matematice de simulare Monte Carlo pentru evaluarea capitalului de investiții, relevând modurile în care incertitudinea

afectează succesul unui proiect;

- începând cu această perioadă se extinde aria de influență a *Risk and Insurance Management Society* (RIMS) înspre Europa și Asia;
- apar organizații profesionale de management al riscului;
- se manifestă interes pentru tehnicile de finanțarea riscului.

În zilele noastre, sunt utilizate sisteme sofisticate computerizate de analiză și măsurare a riscului. Ironic, acestea dau naștere la un nou tip de risc: *riscul de model*.

Principii, obiective, cerințe, atribute

Teoria și practica managementului riscului au generat și anumite principii. Astfel, Software Management Institute propune următoarele **principii de management al riscului**:

1. Perspectivă globală
 - a. dezvoltarea unui produs soft trebuie analizată în contextul dezvoltării/definirii unui sistem mai larg
 - b. necesitatea recunoașterii atât a valorii potențiale a oportunității cât și potențialul impact al efectelor adverse
 2. Privire orientată către viitor
 - a. identificarea incertitudinilor, anticiparea potențialelor rezultate
 - b. desfășurarea procesului de management al resurselor și al activităților proiectului în același timp cu procesul de anticipare a incertitudinilor
 3. Comunicare deschisă
 - a. încurajarea circulației libere a informațiilor către și între toate nivelele proiectului
 - b. permiterea comunicării formale, informale și a celei improvizate
 4. Management integrat
 - a. managementul riscului reprezintă parte integrală și vitală a managementului de proiect
 - b. adaptarea metodelor și uneltelor de management al riscului în cultura și infrastructura proiectului
 5. Proces Continuu
 - a. vigilență constantă
 - b. identificarea și administrarea riscului de-a lungul tuturor fazelor din ciclul de viață al proiectului
 6. Viziune împărtășită a produsului
 - a. viziune reciprocă asupra produsului ținându-se seama de scopuri comune, proprietate împărtășită și comunicare colectivă
 - b. orientare către rezultat
 7. Spirit de echipă
 - a. lucru în cooperare în scopul atingerii de ținte comune
 - b. punerea la comun a talentelor, competențelor și cunoștințelor
- Jason Sullivan prezintă următoarele principii ale managementului riscului:
- toate activitățile de management al riscului vor fi aliniate la țintele, prioritățile și obiectivele corporației și trebuie să aibă în vedere protejarea și creșterea reputației și poziției organizației;
 - analiza riscului va forma parte din planificarea strategică a organizației, din procedurile de planificare a afacerii și a investițiilor;
 - managementul riscului va fi constituit pe o abordare bazată pe un control intern al riscurilor, control care va fi integrat în operațiunile zilnice ale organizației;
 - managerii și personalul de la toate nivelele vor avea responsabilitatea de a identifica, evalua și administra sau raporta riscurile și vor fi dotați tehnic

corespunzător.

Sunt prezentate apoi o serie de principii aplicabile în managementul unor riscuri specifice:

- managementul riscurilor din organizație trebuie să fie proactiv și motivat. Riscurile corporative și cele operaționale trebuie să fie identificate, evaluate obiectiv și, acolo unde acesta ar fi cel mai potrivit mijloc de răspuns, administrate activ;
- ținta este a anticipa și, unde este posibil, a evita riscurile mai degrabă decât a avea de-a face cu consecințele acestora. Totuși, pentru anumite zone cheie unde posibilitatea de apariție a riscurilor este relativ mică, dar impactul asupra organizației este mare, se pot dezvolta planuri de contingență (ex. Planuri de continuitate a afacerii);
- în determinarea unui răspuns potrivit, costurile managementului riscurilor și impactul apariției riscurilor va fi balansat cu beneficiile reducerii riscului. Asta înseamnă că acolo unde costurile și eforturile sunt disproporționate față de impactul sau beneficiul așteptat, nu se va mai realiza obligatoriu un control al riscurilor;
- unele riscuri pot fi administrate prin transferarea lor către terțe părți (ex. outsourcing).

Obiectivul procesului de management al riscului poate fi definit ca fiind asigurarea, în orice circumstanță, a disponibilității resurselor, la nivelurile compatibile cu obiectivele fundamentale ale organizației.

Se menționează:

- Obiective organizaționale
 - Eficiență economică
 - Aspecte referitoare la calitatea mediului
 - Etică și cetățenie
 - Obiective funcționale - cu legătură directă către departamentele din cadrul instituției - resurse umane, tehnic, sisteme informaționale, marketing – achiziții – logistică, financiar
- Obiective operaționale
 - Obiective pre-eveniment
 - Asigurarea eficienței economice
 - Obiective post-eveniment
 - Se produce o ruptură în procesul de producție
 - Obiectivul principal va fi supraviețuirea companiei
 - Alte obiective:
 - Reducerea incertitudinilor
 - Respectarea legilor
 - Armonie cu scopurile societății
 - Obs. *eveniment* - este înțeles ca evenimentul ce cauzează (sau nu) pierderea

Western Education And Library Board propune următoarea serie de obiective ale managementului școlii:

- a. implementarea strategiilor de management, identificare și evaluare a riscurilor în vederea asigurării atingerii planurilor corporației;
- b. evaluarea și prioritizarea periodică a riscurilor orientat către minimizarea lor;
- c. reducerea riscurilor performanțelor slabe, plângerilor, întreruperi ale serviciului și a evenimentelor adverse;
- d. evitarea fraudelor și a pierderilor financiare;
- e. înrădăcinarea unei viziuni de management al riscului.

În opinia instituției mai sus menționate există și o serie de cerințe pentru derularea unui proces efectiv de management al riscului:

- a. politicile și beneficiile de management al riscului trebuie comunicate în mod clar către tot personalul;
- b. managementul superior trebuie să sprijine și să promoveze managementul riscului;
- c. cultura firmei trebuie să sprijine ideile bune prin inovație și asumarea riscului;
- d. managementul riscului trebuie să fie parte din procesul de management;
- e. managementul riscului trebuie să fie clar ancorat de atingerea obiectivelor;
- f. riscurile asociate colaborării cu alte organizații trebuie evaluate și administrate.

După ITAB - Risk Management Guidelines and Best Practices a celor de la The Information Technology Advisory Board, departament al Missouri State Government, obiectivele managementului riscului sunt:

1. Identificarea riscului va fi condus de către managerul de proiect, cu asistarea membrilor echipei de proiect, din perspective diverse: utilizator, management, perspective tehnice.

a. Riscurile sunt evidențiate, analizate din punct de vedere al probabilității de apariție și al impactului potențial asupra proiectului.

b. Riscurile sunt apoi ierarhizate.

c. Identificarea riscului are loc la începutul proiectului și continuă de-a lungul proiectului.

d. Conducerea trebuie să asigure discuții libere și frecvente între membrii echipei și să analizeze riscurile de-a lungul ciclului de viață al proiectului.

2. Planificarea managementului riscului generează planuri de abordare a fiecărui risc major și coordonează fiecare plan de risc către planul global al proiectului.

Planificarea riscului asigură că planificarea în timp și costurile estimate ale proiectului sunt ajustate pentru a se asigura alocarea unui timp adecvat în vederea dezvoltării corespunzătoare și a executării măsurilor de reducere a riscurilor atunci când acestea se cer.

3. Monitorizarea și controlul riscului implică urmărirea progresului către rezolvarea elementelor cu mare grad de risc și se asigură că au fost luate acțiuni corective atunci când e necesar.

a. Elementele de risc sunt evidențiate ca părți ale revizuirilor proiectului și a rapoartelor de stare.

Tot în opinia instituției mai sus menționate, scopul managementului riscului este a se asigura că riscurile asociate proiectului sunt bine înțelese, astfel încât pot fi administrate, se pot face planuri pentru fiecare dintre ele și li se pot aplica măsuri de reducere a impactului negativ de-a lungul execuției proiectului.

Scopul principal al managementului riscului, după Robert T. Futrell este acela de a identifica și a manipula cauzele neobișnuite ale variației proiectului.

În opinia autorilor lucrării „Aspecte privind managementul riscului și utilizarea sa în activitatea decizională din domeniul transportului energiei electrice, C.N. Transelectrica S.A.”, caracteristicile definitorii ale procesului de management al riscului ar putea fi sintetizate astfel:

- Managementul riscului este un proces suport al managementului decizional.
- Managementul riscului produce, structurează și prezintă cele mai bune informații disponibile privind riscul, pentru a susține și facilita cele mai bune decizii de management.
- Managementul riscului permite ca deciziile de management în general să faciliteze comunicarea între operatori, reglementatori și public privind natura riscurilor și modul de gestionare a lor.
- Managementul riscului include identificarea și analiza riscurilor, identificarea, analiza și selectarea măsurilor alternative de control al riscurilor și evaluarea

- performanței.
- Managementul riscului este un proces integrator.
- Riscul poate fi stăpânit prin analize de cost - beneficiu în cadrul unor resurse limitate
- Managementul riscului structurează logic, aduce consistență, documentează și clarifică demersul de a alege, în funcție de incertitudini și beneficii, între alternative competitive.
- Managementul riscului are nevoie de date adecvate și suficiente pentru a fi dezvoltat, necesitând deci o organizare corespunzătoare a fluxurilor informaționale.
- Managementul riscului trebuie să se refere la întregul spectru al riscurilor, de la evenimente relativ frecvente, dar minore, care pun probleme mici, la cele cu probabilități de apariție foarte mici, care pot avea însă consecințe grave.
- Programele de management al riscului sunt structurate, dar flexibile, permițând să fie dezvoltate și adaptate pentru diferite situații.
- Programele de management al riscului includ măsurarea performanțelor și cer monitorizare, urmărire și raportare a progreselor în ceea ce privește rezultatele scontate.

Amintim acum și *cele zece atribute ale culturii de management al riscului de clasă mondială* propuse de Pricewaterhouse Coopers:

1. Atenție egală este acordată atât riscurilor cuantificabile cât și celor necuantificabile;
 - a. evitarea ignorării riscurilor necuantificabile, ca de exemplu riscul reputațional;
 - b. conform unui studiu al Pricewaterhouse Coopers (realizat, ce-i drept, în 2002), la întrebarea „*care sunt sursele externe cele mai importante care v-au determinat să vă (re)considerați politica de management al riscului*”, cele mai multe companii au răspuns: falimentul companiei Enron, întâzierile în implementarea programului Basel II, atacurile teroriste de la 11 septembrie. La fel de importante sunt însă și riscul informațional sau riscul reputațional.
2. Riscurile sunt identificate, raportate și cuantificate la maxim;
 - a. riscurile trebuie identificate foarte precis și nu doar clasificate în arii largi de acoperire (ex. riscuri operaționale sau riscuri de credit).
3. Cunoștințele despre riscuri trebuie să se răspândească prin toată compania;
 - a. o importanță mare în implementarea în cadrul unei companii a unei culturi de „*atenție-la-risc*” o are aprecierea riscurilor la adevărata lor valoare;
 - b. managementul riscului se reflectă în toate, inclusiv în politicile de prețuri și plăți.
4. Managementul riscului este responsabilitatea tuturor;
 - a. riscul nu apare fragmentat pe departamente, deci nici managementul de risc nu ar trebui fragmentat;
 - b. personalul din toate departamentele (IT, juridic, comunicații etc.) sunt implicați în procesul de luare a deciziilor, informând managerii despre riscurile non-financiare asociate demarării unei noi afaceri sau producții.
5. Managerii de risc au „*dinți*”;
 - a. toate persoanele implicate în monitorizarea riscului, chiar și riscuri non-financiare au drept de veto asupra noilor proiecte pe care ei le consideră riscante;
 - b. managerii de risc trebuie să aibă autoritate.
6. Compania evită produsele sau afacerile pe care nu le înțelege;
 - a. un management de risc adecvat depinde de nivelul de cunoaștere care să permită înțelegerea pericolului potențial.

7. Incertitudinea este acceptată;
 - a. managementul riscului ține în primul rând de incertitudine;
 - b. strategiile de dezvoltare trebuie să se bazeze pe înțelegerea riscurilor mai degrabă decât a se baza doar pe prezumții fixe, sigure.
8. Managerii de risc sunt monitorizați;
 - a. managementul riscului este prea important pentru a se lăsa doar la mâna managerului de risc;
 - b. este necesară derularea procedurilor de audit intern pentru a se asigura că sistemul funcționează corespunzător și că rezultatele dorite sunt atinse.
9. Managementul riscului furnizează valoare afacerii;
 - a. managementul riscului este destinat înțelegerii riscurilor cu care se confruntă managerii, în vederea unei administrări corespunzătoare a afacerii.
10. Cultura riscului este definită și strict respectată.
 - a. riscul maxim la care compania se poate expune este perfect înțeles și comunicat în toate departamentele companiei;
 - b. managementul riscului este aliniat la cultura companiei.

Elementele procesului de management al riscurilor

Ca și în cazul definirii conceptului de risc sau a celui de management al riscului, există diverse opinii cu privire la fazele pe care ar trebui să le prezinte un proces de management al riscului.

Elementele procesului de management al riscului sunt elemente tehnice și analitice ale programului de management al riscului necesare pentru evaluarea riscurilor, identificarea căilor posibile de a le controla, de a aloca resursele de control al riscurilor, de a monitoriza performanțele și de a utiliza informațiile pentru a îmbunătăți procesul. Dintre acestea se menționează:

- a.) Evaluarea riscului
- b.) Controlul riscului și suportul deciziilor
- c.) Monitorizarea performanțelor

Pentru ca o companie să înceapă să-și dezvolte un program de management de risc la nivel global, legat de obiectivele și strategiile sale, este necesar ca aceasta să-și stabilească în mod clar elementele programului de management al riscului.

Elementele programului de management al riscului constituie fundamentul infrastructurii organizaționale care susține elementele analitice și tehnice ale procesului de management al riscului. Conținutul și complexitatea problemelor de management al riscului trebuie corelate cu gradul de risc, cantitatea și calitatea datelor disponibile.

Deoarece sunt multe moduri de a structura un program de management de risc, toate programele vor trebui să conțină elemente privind:

- Administrarea programului de management al riscului
- Comunicarea în cadrul programului de management al riscului
- Documentarea în cadrul programului de management al riscului
- Evaluarea și îmbunătățirea programului de management al riscului

O primă opinie prezintă procesul de management al riscului prin următorii patru pași care, în mod normal, fac uz de informațiile și procedurile existente în structurile companiei:

- **Evaluarea riscului:** se concentrează pe risc ca amenințare, dar și ca oportunitate. În cazul evaluării riscului ca amenințare, procesul include identificarea, sortarea priorităților și clasificarea factorilor de risc pentru a pregăti un „răspuns defensiv” prompt. Pentru evaluarea riscului ca oportunitate, acest pas include conturarea profilului riscului pentru nu i se atribui un tratament „ofensiv” ulterior.
- **Conturarea riscului:** acest pas „defensiv” include cuantificarea/modelarea,

diminuarea și finanțarea riscului.

- **Exploatarea riscului:** acest pas „ofensiv” include analiza, dezvoltarea și punerea în practică a planurilor de exploatare a unor riscuri, planuri văzute ca avantaje competitive.

- **Actualizarea riscului:** natura riscului, mediul în care acesta operează și organizația însăși se schimbă o dată cu trecerea timpului, ceea ce impune o monitorizare continuă a riscului.

În aceste condiții, activitățile unui eventual „*Departament de Management al Riscului*” ar fi:

- Identifică riscurile la care este expusă compania;
- Evaluează riscurile, probabilitatea lor de producere și posibilul impact financiar al acestora;
- Implementează programe de prevenire și control al pierderilor și elaborează recomandări pentru reducerea riscurilor atunci când acestea nu pot fi transferate către o societate de asigurări sau outsourcing;
- Stabilește priorități în ceea ce privește programul de management al riscului în companie;
- Dezvoltă un program de management al riscului și ajută compania la implementarea acestuia;
- Urmărește în mod continuu programul de management al riscului și îl adaptează pe măsură ce compania se dezvoltă;
- Asigură respectarea prevederilor legale în domeniu;
- Organizează instructaje și seminarii educaționale pe probleme legate de risc, securitate, protecția muncii, a mediului etc.

În lucrarea „*Risk Management - An introduction and discussion on Risk Management together with recommendations for its implementation*”, prezentată pe pagina web a BT Business Office, se consideră că procesul de management al riscului trebuie să cuprindă activitățile:

- Identificarea surselor de îngrijorare
- Identificarea riscurilor și a deținătorilor de riscuri
- Evaluarea riscurilor - posibilitate de apariție și consecințe
- Evaluarea opțiunilor de adaptare a riscurilor
- Prioritizarea eforturilor de management al riscurilor
- Dezvoltarea de planuri de management al riscurilor
- Autorizarea implementării planurilor de management al riscurilor
- Urmărirea eforturilor de management al riscurilor și administrare corespunzătoare

În *Missouri IT Risk Management Manual* conceput de The Information Technology Advisory Board, departament al Missouri State Government, procesul de management al riscului prezintă următoarele faze:

- Identificarea riscurilor
- Analiza riscurilor
- Planificarea pașilor de răspuns la risc
- Răspunsul la risc

Componentele procesului de management al riscului, după același manual, sunt:

- determinarea obiectivelor proiectului și a fiecărui acționar major;
- identificarea a câtor mai multe riscuri;
- analiza riscurilor:
 - probabilitate de apariție;
 - consecințe ale apariției;

- expunerea la risc;
- revizuirea analizelor de risc;
- evaluarea strategiilor de reducere a efectelor riscurilor:
 - reducerea riscurilor
 - protejarea față de riscuri
 - transferarea riscurilor
 - planurile de contingență
 - acceptarea riscurilor
- dezvoltarea planurilor de acțiune a pașilor de reducere a efectelor impactului
- reducerea efectelor riscurilor:
 - monitorizarea riscurilor
 - implementarea planurilor de acțiune la timpul potrivit

Un model de proces de management al riscului este și cel folosit în dezvoltarea avionului F/A-18E/F „Super Hornet” - model ce aparține Departamentului de Apărare al Statelor Unite ale Americii (DoD). Acesta conține următorii 4 pași, ce se derulează într-o permanentă buclă de feed-back:

- identificarea riscurilor (prin modelul „Ce cauzează ridicarea la suprafață a riscurilor?”)
- analiza riscurilor prin cuantificarea riscurilor și determinarea nivelului complet de risc
- planificarea riscului prin dezvoltarea de activități de diminuare a efectelor riscurilor
- urmărirea riscurilor prin monitorizare și actualizări

Procesul de management al riscurilor Rockwell este un alt model bazat pe principiile Dr. Robert Charette și presupune 5 pași :

- identificarea riscurilor
- caracterizarea riscurilor
- prioritizarea riscurilor
- evitarea/împiedicarea riscurilor
- urmărirea/controlul riscurilor

Când se administrează riscul e necesar a se înțelege cele trei elemente ale riscului:

1. identificarea a ce poate să meargă rău.
2. evaluarea probabilității ca acel „ceva” să se întâmple.
3. determinarea severității impactului dacă acel „ceva” se va întâmpla.

Există multe surse de risc: tehnologia, logistica, oamenii, schimbarea, întâmplarea, politica, echipamentele tehnice, programul calendaristic, costurile, oportunitățile, cerințele etc. Administrarea riscului implică un proces continuu de activități.

Plecând de la aceste idei, Software Engineering Institute a definit paradigma SEI Risk Management, din punctul lor de vedere, procesele managementului riscului fiind:

- identificarea riscurilor (**Identify**) – înainte ca riscurile să se administreze, ele trebuie să fie identificate;
- analiza riscurilor (**Analyse**) – conversia datelor despre risc în informații decizionale despre risc; revizuirea, prioritizarea și selectarea celor mai critice riscuri la care să se lucreze;
- planificarea (**Plan**) – transformarea datelor despre risc în decizii și acțiuni; se dezvoltă acțiuni adresate către riscuri individuale, se prioritizează acțiunile, se creează un plan de management al riscului; în planificare se ține cont de consecințele viitoare ale deciziilor luate în prezent; se au în vedere:

- reducerea impactului riscului prin dezvoltarea planurilor de răspuns la

- evenimente neprevăzute;
- studierea riscului pentru a obține mai multe informații și pentru a determina mai bine cauza apariției;
- urmărirea (**Track**) – monitorizarea riscurilor și a acțiunilor luate în scopul reducerii efectelor negative ale acestora ;
- controlul (**Control**) – corectarea deviațiilor de la acțiunile planificate;
- comunicarea (**Communicate**) – componentă esențială fără de care nu se poate vorbi de viabilitatea unui proces de management al riscului.

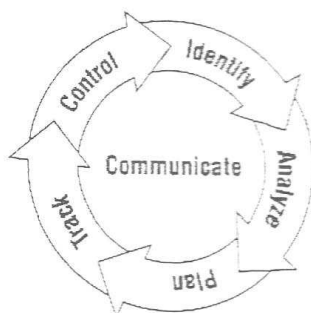


Fig. 3.1. – Managementul riscurilor după Software Engineering Institute

Obs. Modelul celor de la SEI are la bază roata lui Shewhart-Deming.

Barry Boehm, un pionier al managementului riscului în proiectele IT, considerat de altfel și cel mai bun teoretician al acestui domeniu, a dezvoltat propria metodologie de management al riscurilor IT, oferind un proces de management al riscului în 6 pași, pași împărțiți pe două etape:

- I. evaluarea riscurilor, compusă din:
 - i. identificarea acelor riscuri cu probabilitate de a cauza probleme
 - ii. analiză pentru a determina probabilitatea pierderilor și magnitudinea pierderilor pentru fiecare risc în parte și a dezvolta riscuri compuse
 - iii. prioritizare pentru a clasifica punctele riscante identificate conform riscurilor compuse de care aparțin
- II. controlul riscurilor, compus din:
 - i. planificare de management pentru a controla punctele riscante identificate
 - ii. rezoluții pentru a elimina sau rezolva punctele riscante
 - iii. monitorizare pentru a urmări progresul reducerii de riscuri în cadrul proiectului și aplicarea de acțiuni corective acolo unde se dovedește a fi necesară această măsură

Un alt teoretician și practician în acest domeniu, Richard Fairley, oferă un proces de management al riscului structurat pe 7 pași, model creat pe baza experienței sale acumulate de-a lungul colaborării în diverse proiecte de implementare de soluții software.

Diferența acestui model față de cel propus de către Barry Boehm se referă la faptul că anumite evenimente riscante vor lua prin surprindere proiectul și vor solicita acțiuni de remediere.

Pașii procesului de management al riscului după modelul lui Richard Fairley sunt:

- identificarea factorilor de risc
- evaluarea probabilității de risc și a efectelor asupra proiectului
- dezvoltarea strategiilor de a diminua impactul riscurilor identificate
- monitorizarea factorilor de risc
- invocarea unui plan de contingență când un factor de risc cantitativ depășește

un prag de risc asumat în prealabil

- administrarea crizei prin acțiuni corective drastice dacă planul de contingență cade
- revenirea din situația de criză (ex. Prin premierea personalului, reevaluarea programului calendaristic și a resurselor)

Banca Reglementelor Internaționale propune următorii pași de management al riscului:

- **evaluarea riscurilor**

- un proces continuu
- implică trei pași:
 - identificarea riscurilor – cuantificare unde e posibil
 - acolo unde nu se pot cuantifica, se pot identifica cum pot apare riscurile potențiale și pașii necesari a se lua pentru a se face față și limita acele riscuri
 - determinarea toleranței la risc a băncii, ținându-se cont de o evaluare a pierderilor pe care banca și le poate permite
 - compararea toleranței la riscuri cu evaluarea impactului ca un risc să se stabilească, dacă expunerea la risc se încadrează în limitele de toleranță

- **controlul expunerii la risc**

- include activități precum implementarea:
 - politicilor și măsurilor de securitate
 - securitatea – o combinație de sisteme, aplicații și controale interne menite a asigura integritatea, autenticitatea și confidențialitatea datelor și proceselor
 - politica de securitate – prezintă intențiile conducerii de a asigura securitatea informațională și furnizează o explicație a organizării securității băncii
 - ❖ stabilește liniile de bază care definesc toleranța băncii la riscurile de securitate
 - măsurile de securitate – combinații de instrumente hard și soft și personal de management ce contribuie la construirea securității sistemului și operațiunilor
 - ❖ băncile pot alege dintr-o varietate largă de măsuri de securitate pentru a preveni sau a diminua atacurile interne sau externe sau abuzurile în folosirea sistemelor de *e-banking*, *e-money*. Astfel de măsuri sunt:
 - criptarea
 - parole de acces
 - numere de identificare a angajaților
 - tokene hardware
 - sisteme biometrice
 - firewall
 - sisteme Antivirus
 - monitorizarea angajaților
 - Obs. O mare atenție trebuie să se acorde și atacurilor din interior, cauzate de angajați rău voitori sau nepregătiți.
 - coordonarea comunicațiilor interne
 - pentru a se asigura o comunicare internă eficientă și adecvată, toate politicile și procedurile trebuie să se prezinte și să circule în scris.
 - evaluarea și îmbunătățirea produselor și serviciilor

- evaluarea produselor și serviciilor înainte de a fi introduse ajută la limitarea riscurilor operaționale și reputaționale
 - testarea validează funcționarea corespunzătoare a echipamentelor și sistemelor și faptul că acestea produc rezultatul scontat
 - programele pilot și prototipurile pot fi folositoare în dezvoltarea de noi aplicații
 - revizuirea periodică a capacităților hardware și software reduce posibilitatea de întrerupere sau încetinire a sistemului
 - implementarea de măsuri care să asigure că riscurile de outsourcing (externalizare) sunt controlate și administrate
 - tendință în creștere este cea în care instituțiile bancare se concentrează asupra competențelor și atribuțiilor cheie, bazându-se pe terțe părți în administrarea unor activități ce nu se află în experiența băncii
 - outsourcing-ul poate aduce reduceri importante de costuri, dar poate fi și o sursă de risc
 - ❖ astfel, banca trebuie să adopte frecvent politici de securitate țintite pe reducerea de riscuri cauzate din încrederea acordată companiilor de outsourcing
 - ❖ Ex. conducerea băncii trebuie să monitorizeze performanțele operaționale și financiare ale furnizorilor de servicii
 - furnizarea de educație și informații clienților
 - ajută la limitarea riscurilor legale și de reputație
 - se educă și informează clienții cu privire la noi produse și servicii bancare, mod de folosință a unor sisteme și aparate
 - dezvoltarea de planuri de contingență
 - banca poate să-și limiteze riscul de întrerupere a procedurilor interne sau a furnizării de produse sau servicii, prin dezvoltarea planurilor de contingență care stabilesc cursul acțiunilor în cazul în care apare un eveniment care să întrerupă furnizarea serviciilor de *e-banking* sau *e-money*
 - planurile se referă la:
 - ❖ restaurarea datelor, capacități alternative de procesare a datelor, personal de urgență, suport pentru clienți
 - sistemele de back-up trebuie testate periodic și securizate
- **monitorizarea riscurilor**
- componentă importantă a procesului de management al riscurilor
 - elemente componente:
 - testarea și supravegherea sistemului
 - se realizează teste de penetrare
 - supravegherea – formă de monitorizare în care aplicații software și de audit sunt folosite pentru a urmări activitățile, a monitoriza operațiile de rutină, a investiga anomaliile și a furniza soluții și recomandări cu privire la eficiența securității
 - auditarea sistemului
 - forme ale procedurii de audit: intern și extern
 - furnizează un mecanism de control independent important pentru a detecta deficiențele și a minimiza riscurile în furnizarea serviciilor de *e-banking*, *e-money*
 - auditorul intern trebuie să fie independent și separat de personalul care adoptă procedurile de management al riscului

Definiții ale conceptului de „risc”

În dimensiunea sa istorică, riscul este un concept tânăr și în același timp unul din puținii termeni de afaceri cu origini directe în mediul comercial și financiar și nu derivat din vocabularul militar, psihologic sau științific.

Conceptul poartă două înțelesuri: „*hazardul monetar în afaceri*” și „*pericolul care trebuie luat în considerare*”

În timp ce în anii '70 „*riscul*” era o noțiune asociată în special cu științele naturii și mai puțin cu teoria financiară și a asigurărilor, în ultimii ani, conceptul de risc a câștigat importanță în rândul decidenților din lumea afacerilor.

În acest context, economiștii americani Harry M. Markovitz și James Tobin, laureați ai premiului Nobel, au jucat rolul de pionieri. Lucrările acestora s-au concentrat pe conceptele de portofolii eficiente (portofoliul care asigură cel mai mare profit pentru un nivel dat de risc sau, echivalent, cel mai mic nivel de risc pentru un profit așteptat).

Oricum, pe măsură ce metodele de evaluare științifică a riscului au devenit mai sofisticate, societatea a acordat atenția cuvenită conflictelor cu privire la acceptarea riscului și tehnologiile de evaluare.

Conceptul de risc a câștigat conotații generale care i-au permis expandarea către domenii diverse în structurile societății moderne. Riscurile sunt elemente intrinseci și inevitabile ale existenței și oricărei activități umane.

Conștient sau nu, fiecare dintre noi ne asumăm o serie de riscuri, în viața particulară sau în afacerea pe care o conducem...

Riscul este practic amenințarea ca un eveniment sau o acțiune să afecteze abilitatea unei companii de a funcționa și/sau de a își urmări îndeplinirea obiectivelor sale strategice.

În lucrarea Project Risk Management, Paul S. Royer definește conceptul de risc ca fiind evenimentul viitor posibil, a cărui apariție va afecta obiectivele proiectului din punct de vedere al costului, programului calendaristic sau din punct de vedere tehnic.

Efectul ar putea fi pozitiv, caz în care managerul de proiect are oportunitatea de a îmbunătăți performanța proiectului sau de a atenua riscurile.

De cele mai multe ori însă, efectul este contrar obiectivelor. Sursa riscului poate fi identificată, iar uneori chiar și posibilitatea ca acest risc să se producă, precum și cuantificarea impactului asupra obiectivelor proiectului. Procesul de identificare și de evaluare a riscului reprezintă transformarea „*necunoscutei*” în riscuri cunoscute tocmai pentru a ajuta la un management de proiect mai bun.

În accepțiunea consultanților Ten Step și a metodologiei TenStep Project Management Process™, riscul se referă la condiții sau circumstanțe care se află în afara controlului echipei de proiect și care vor avea un impact defavorabil asupra proiectului, dacă apar. Cu alte cuvinte, dacă o situație dificilă este o problemă care trebuie rezolvată, un risc este o potențială problemă care încă nu a apărut.

Software Engineering Institute definește conceptul de risc, plecând de la definiția dată acestui concept de către dicționarul Webster și anume: „*riscul reprezintă posibilitatea de a suferi o pierdere*”.

Palisade Corporation, dezvoltatorul produsului-soft @Risk for Project, definește riscul ca fiind incertitudinea sau variația în apariția unui eveniment sau decizie.

Jason Sullivan prezintă conceptul de risc ca fiind „ceva” ce ar putea:

- avea un impact prin neprofitarea de oportunități sau necapitalizarea pe punctele tari ale corporației;
- împiedica sau omite atingerea obiectivelor;
- cauza dezavantaje financiare (ex. Costuri suplimentare sau pierderi de bani sau valori);
- rezulta în avarierea sau pierderea unei oportunități de a mări reputația organizației.

ACTIA – Australian Capital Territory Insurance Authority definește riscul citând Australia/ New Zealand Standard for Risk Management (AS/NZS 4360:2004) astfel: riscul este „...posibilitatea ca ceva să se producă și să aibă impact asupra obiectivelor tale. Este șansa să beneficiezi de un câștig sau de o pierdere. Este măsurată în termeni de probabilitatea de apariție și consecință”.

În broșura „An overview over project risk management” prezentată de Net Com, riscul este definit de către Larry Krantz, Chief Executive al Euro Log Ltd., ca fiind o combinație între restricție și incertitudine (toți întâmpinăm atât restricții cât și incertitudine în proiectele noastre; riscul poate fi redus fie prin eliminarea restricțiilor, fie prin reducerea incertitudinii).

The Information Technology Advisory Board, departament al Missouri State Government a conceput *Missouri IT Risk Management Manual*. Riscul este definit ca fiind:

- orice factor care are posibilitatea de a cauza pierderi sau suferințe proiectului;
- orice factor care poate împiedica proiectul de a-și atinge obiectivele.

În dicționarul explicativ al limbii române, Editura Academiei, se definește riscul drept posibilitatea de a ajunge într-o primejdie, de a avea de înfruntat un necaz sau de suportat o pagubă; pericol posibil.

3.8.3. Documentare științifică referitoare la fundamentarea și testarea preliminară a factorilor de risc în sistemul ecologic

Considerații preliminare

Problematica factorilor de risc (chimici, biochimici, biologici, geochimici etc.) în diferite subsisteme ale mediului este tema cea mai abordată de cercetători din cele mai variate domenii – geochimie, geologie, geografie, chimie, biologie, fizică, pedologie, agrochimie, inginerie, economie, politică, filosofie etc. Importanța temei, atât sub aspect global, cât și sub aspectele particulare, este indiscutabilă. În contextul economic actual aspectele referitoare la obținerea de produse agricole în sisteme ecologice intensive în condițiile unei siguranțe alimentare riguroase, reprezintă probleme de maximă importanță. Numeroasele studii care au apărut în ultimii 5 ani în fluxul principal de informații (reviste de specialitate cotate I.S.I. Thompson sau indexate în baze de date internaționale, rapoarte tehnice, monografii, tratate, enciclopedii), ca și finanțările consistente făcute de majoritatea statelor lumii pentru realizarea de studii teoretice și aplicative referitoare la obținerea de produse agricole în sisteme ecologice intensive în condițiile de siguranță alimentară ridicată, demonstrează importanța deosebită a acestei probleme. Însă, această problemă, pe cât este de importantă, pe atât este de dificil de abordat mai ales din punct de vedere practic, aplicativ, la nivel de producție. Abordările unilaterale nu au condus la soluții viabile, nici din punct de vedere teoretic și nici din punct de vedere practic. O soluție în acest sens o pot oferi abordările multi-și interdisciplinare, în care chiar studiile pe arii restrânse, locale, analizate și studiate din mai multe puncte de vedere, constituie progrese veritabile.

Dat fiind tendințele actuale de abordare a studiilor privind obținerea de produse agricole în sisteme ecologice intensive în condițiile unei siguranțe alimentare ridicată, activitatea I.2 (Documentare științifică și în teren) din etapa I / 2008 de realizare a proiectului a avut următoarele obiective:

- stabilirea tendințelor actuale ale studiilor privind obținerea de produse agricole în sisteme ecologice intensive în condiții de siguranță alimentară ridicată, respectiv în estimarea și evaluarea factorilor de risc în sistemele ecologice de obținere a legumelor proaspete;
- stabilirea tendințelor actuale în metodologia de monitorizare a factorilor de risc în sistemele ecologice de obținere a legumelor proaspete;
- selecția și testarea metodelor optime (sub aspect analitic, economic și aplicativ) de analiză și control a factorilor de risc;

- stabilirea unor scări relativ de estimare a nivelului factorilor de risc, respectiv a unor standarde și referințe adecvate pentru intercompararea datelor experimentale;
- selecția și calibrarea, pentru cazurile concrete ale locațiilor de studiu, a unor modele de modelare teoretică și experimentală privind estimarea incidenței, impactului și evoluției pe termen scurt și mediu a factorilor de risc în sistemele ecologice de obținere a legumelor proaspete;
- stabilirea parametrilor fizici, chimici, biologici și geochimici adecvați pentru estimarea și monitorizarea factorilor de risc în sistemele ecologice de obținere a legumelor proaspete;
- delimitarea punctelor critice (reprezentative) pentru monitorizarea factorilor de risc în cadrul locațiilor selectate pentru realizarea studiilor experimentale.

În cele ce urmează vom prezenta în sinteză problematica actuală referitoare la obiectivele enumerate anterior, bazat pe rezultatele analizei critice a literaturii de specialitate, prin raportare la autoritatea externă a unor instituții prestigioase (National Science Foundation, European Research Council, European Science Foundation și Directoratul general XII – Programul FP7) și parțial bazat pe rezultatele studiilor proprii.

Cadrul conceptual general

Hazardul este un eveniment amenințător și reprezintă probabilitatea de apariție într-o anumită perioadă a unui fenomen potențial dăunător pentru om și mediul înconjurător. După *ISDR* (2004), hazardele pot să includă și condițiile latente care pot să reprezinte amenințări viitoare. Hazardele pot fi simple sau, cel mai frecvent, se pot combina rezultând hazarde complexe (lanțuri de hazarde, în cascadă) cu efecte multiple. Parametrii de evaluare ai hazardelor: localizarea, magnitudinea, probabilitatea de apariție și frecvența.

Vulnerabilitatea reprezintă măsura în care un sistem poate fi afectat în urma impactului cu un hazard și cuprinde totalitatea condițiilor fizice, antropogene și de mediu care măresc susceptibilitatea sistemului respectiv. Vulnerabilitatea pune în evidență amplitudinea efectelor asupra unui sistem supus acțiunii unui hazard și se exprimă, de obicei, pe o scară relativă cuprinsă între 0 și 1. *Capacitatea de reziliență* (coping capacity) desemnează în termeni generali capacitatea unui sistem de a reduce nivelului unui risc prin atenuarea efectelor negative. Altfel spus, reziliența desemnează capacitatea unui sistem expus unui hazard de a-și menține structura și un nivel de funcționalitate acceptabil.

Riscul reprezintă probabilitatea unor consecințe dăunătoare care rezultă din interacțiunea dintre un hazard și condițiile de vulnerabilitate [*ISDR*, 2004]. Altfel spus, riscul reprezintă probabilitatea de expunere a unui sistem la acțiunea unui hazard de o anumită mărime și vulnerabilitatea acestuia. Formal, riscul este redat printr-o relație generală de forma:

$$[\text{Risc}] = [\text{Hazard}] \times [\text{Vulnerabilitate}] \quad (1)$$

În ceea ce privește accepțiunile și modul de manipulare a conceptelor legate de „riscuri”, „hazarde”, „poluare” etc., literatura de specialitate consemnează diferite controverse care au la bază mai mult aspecte de ordin filozofic și mai puțin aspecte de ordin științific. Termenul de „*factor de risc*” este utilizat curent cu semnificația de „element generator de risc” fiind intrinsec corelat cu noțiunea de hazard.

Trebuie subliniat faptul că noțiunea de „factor de risc” nu este superpozabilă cu noțiunea de „hazard”.

În cele mai multe studii, factorii de risc sunt clasificați în funcția de natura lor și mecanismele de acțiune. Astfel se pot deosebi următoarele categorii de factori de risc: (i) naturali și (ii) antropici; de natură: (i) fizică; (ii) chimică; (iii) biochimică; (iv) biologică, (v) geochimică etc.; respectiv factori de risc (i) potențiali (latenți), (ii) efectivi (activi la un moment dat), cu acțiune: (i) lentă sau (ii) rapidă, respectiv factori de risc: (i) cu acțiune directă sau (ii) cu acțiune indirectă. Factorii chimici de risc sunt reprezentați prin totalitatea speciilor chimice care pot genera „fenomene de risc” (de un anumit tip !) într-un sistem dat. Referindu-

ne strict la sistemele sol-apă-plante, factorii chimici de risc sunt asociați aproape inevitabil cu substanțele chimice poluante, respectiv fenomenele de risc chimic sunt corelate cu fenomenele de poluare.

Poluarea este definită curent ca fiind fenomenul complex de modificare antropică a parametrilor normali ai factorilor de mediu, cu consecințe nefavorabile asupra stabilității și viabilității ecosistemelor, sau ca orice acțiune de deteriorare a mediului normal de viață a organismelor. Deteriorarea mediului are însă o semnificație mai generală, desemnând întreaga gamă de fenomene și procese dăunătoare mediului înconjurător fiind mult mai extinsă și mai cuprinzătoare decât poluarea care presupune introducerea directă sau indirectă în mediu, mai ales prin activitățile umane, a unor substanțe sau energii susceptibile de a contribui sau a cauza un pericol potențial pentru sănătatea omului, deteriorarea resurselor biologice a ecosistemului sau a bunurilor materiale și un obstacol în calea utilizării legitime a mediului. Poluantul reprezintă orice substanță solidă, lichidă, gazoasă sau sub formă de energie (radiație electromagnetică, ionizantă, termică, fonică sau vibrații) care, introdusă în mediu, modifică echilibrul constituenților acestuia și al organismelor.

Poluarea solului (mai corect, poluarea sistemelor sol-apă-plante) înseamnă orice acțiune care produce dereglarea funcționării normale a solului ca biotop, în cadrul diferitelor ecosisteme naturale sau artificiale (antropice), aceasta afectând fertilitatea și capacitatea sa bioproductivă, atât din punct de vedere cantitativ cât și calitativ. Principalele forme de poluare a solului sunt: **(i)** eroziunea, **(ii)** degradarea structurii și a proprietăților sale fizice, **(iii)** poluarea chimică, **(iv)** poluarea radioactivă precum și **(v)** contaminarea microbiană. Factorii care conduc la poluare sunt diverși, cei mai importanți fiind agenții chimici (poluanți, pesticide, îngrășăminte chimice, metale grele etc.), deșeurile industriale și agricole, precum și metodele agrochimice aplicate necorespunzător. În funcție de natura ei, poluarea poate fi: **(i)** fizică (termică, radioactivă, fonică, cu materiale minerale și organice în suspensie sau sub formă de particule solide); **(ii)** chimică (substanțe anorganice sau organice, naturale sau artificiale etc.); **(iii)** biologică (diferite specii vegetale sau animale, germeni patogeni, microorganisme, viruși, bacterii etc.). După originea sa, poluarea poate fi: **(i)** punctiformă sau locală - datorită deversării / depozitării necontrolate a unor substanțe poluante; **(ii)** liniară – de exemplu, cea care se manifestă de-a lungul șoselelor, căilor ferate, cursurilor de apă sau canalelor de evacuare a apelor uzate; **(iii)** difuză – apare ca urmare a aplicării îngrășămintelor și a produselor fitofarmaceutice determinând concomitent o poluare masivă a atmosferei. În funcție de durată, poluarea poate fi: **(i)** permanentă – prin administrarea neadecvată a îngrășămintelor sau prin depozitarea necontrolată a deșeurilor; **(ii)** accidentală – datorată unor evenimente neprevăzute. În funcție de durata în timp (de la momentul declanșării), poluarea poate fi: **(i)** actuală – fiind rezultatul unei acțiuni recente; **(ii)** veche – datând de mai mulți ani. După intervenția factorului uman în declanșarea procesului, poluarea poate fi: **(i)** naturală – fenomene naturale ce apar indiferent de voința omului; **(ii)** artificială – antropică, determinată de activitatea umană. În funcție de domeniile de activitate care generează poluarea, se pot diferenția următoarele forme principale de poluare: **(i)** domestică (menajeră sau casnică); **(ii)** industrială (datorată diferitelor ramuri ale industriei); **(iii)** agricolă (generată de sectorul vegetal sau zootehnic); **(iv)** prin transport (transporturi terestre, maritime și aeriene).

Factor poluant poate fi considerat orice element al mediului aflat în cantități ce depășesc limita de toleranță a unuia sau a mai multor specii de viețuitoare, împiedicând astfel înmulțirea și dezvoltarea speciei printr-o acțiune nocivă. Orice element din mediu poate deveni factor poluant când depășește anumite concentrații. Factorii poluanți sunt elemente ale mediului existente în mod natural în mediu sau introduse de către om ca urmare a activității acestuia. După natura lor, factorii poluanți pot fi clasificați astfel: **(i)** fizici (particule solide de orice natură; radiații ionizante sau termice; emisii masive de energie, zgomot); **(ii)** chimici

(compuși naturali sau de sinteză; compuși organici și anorganici); (iii) biologici (anumite specii de plante sau animale).

Impactul omului asupra mediului înconjurător depășește sfera poluării, termenul mai cuprinzător fiind acela de deteriorare a mediului. Deteriorarea mediului reprezintă alterarea caracteristicilor fizico-chimice și structurale ale componentelor naturale ale mediului, reducerea diversității și productivității biologice a ecosistemelor naturale și antropizate, afectarea echilibrului ecologic și a calității vieții cauzate, în principal, de poluarea apei, poluarea solului, a atmosferei și de supraexploatarea resurselor naturale. Monitorizarea mediului este necesară pentru a proteja oamenii, sistemele vii în general, dar și mediul de eventualele contaminări. Zilnic sunt introduse în mediu cantități de poluanți și contaminanți ai apei, solului și aerului. Unii dintre acești contaminanți pot persista în mediul poluant timp de mai mulți ani și pot migra în apă și sol pe arii extinse provocând daune ecologice și pun în pericol sănătatea omului.

Tendențele actuale în estimarea și evaluarea factorilor de risc în sistemele ecologice

Procesele naturale distructive, exprimate generic prin conceptul și sintagma de „risc natural”, au suscitat interesul a numeroși cercetători din cele mai variate domenii ale științei. Cronologic se poate constata evoluția aparatului metodologic, investigația orientându-se în acest moment către evaluare, estimare și prognoză. În ultimii ani, interesul față de problematica riscurilor naturale și antropice a crescut exponențial, importanța cercetării în acest domeniu fiind conștientizată de la nivelul marilor organisme internaționale și până la nivel local. În perioada 1990-2000, declarată de O.N.U. „*International Decade for Natural Disaster Reduction*” (IDNDR), au fost inițiate ample programe de cercetare, având ca obiective diferite aspecte și probleme ale factorilor și fenomenelor de risc.

În prezent nu există o metodologie de lucru general acceptată, iar aproximațiile utilizate în evaluarea factorilor și proceselor de risc (naturale și / sau antropice) nu sunt totdeauna cele mai adecvate. Exemplele pozitive ale aplicării diferitelor modele de prognoză sau metodologii de studiu, în anumite cazuri particulare, sunt încă insuficiente pentru a permite o serie de generalizări, cel puțin în plan teoretic. Noile teorii, principii și modele de evaluare și prognoză ale factorilor și proceselor de risc natural și / sau antropic presupun, obligatoriu, identificarea interacțiunilor sistemice care există între condiții, factori, impact și consecințe. De asemenea, se impune realizarea unor studii riguroase asupra relațiilor spațio-temporale dintre procesele și fenomenele distructive naturale și antropice, atât a celor rapide, cât și a celor lente. Un rol esențial în direcționarea noilor studii îl au aspectele de ordin metodologic, atât sub aspectul strategiei de lucru, cât și în ceea ce privește modul de selecție, organizare și generalizare a datelor. Deocamdată, acestor problemele extrem de complexe nu li se pot da decât soluții aproximative, în raport cu diferite tipuri de factori și procese de risc natural și / sau antropic și anumite condiții naturale și tehnologice.

Din datele existente până în acest moment în literatura de specialitate se pot desprinde câteva direcții de studiu a factorilor și proceselor de risc în sistemele ecologice, pentru fiecare dintre acestea fiind caracteristice anumite modele și metodologii.

După eșecul tentativelor, foarte bine finanțate, de a produce modele holiste ale sistemelor ecologice la diferite scări din perioada anilor '70, în cadrul „*International Biological Program*”, finanțarea unor astfel de proiecte de cercetare s-a diminuat considerabil. O perioadă de cca 10-15 ani studiile în această direcție au fost reduse ca pondere și valoare aplicativă concretă. Au fost dezvoltate în această perioadă predominant modele fenomenologice și mecaniciste cu caracter monodisciplinar și unilateral, cu aplicabilitate rezonabilă numai pentru un număr relativ restrâns de factori și fenomene de risc. Aceste modele, în ciuda restricțiilor aplicative, au contribuit foarte mult la elucidarea mecanismelor

de acțiune a diferiților factori de risc, respectiv de evoluție a fenomenelor de risc în variate condiții biogeochimice.

Bazat în principal pe principiul ierarhiei sistemelor ecologice, de la nivel local la nivel global, ideea de a realiza o modelare complexă, dar și foarte costisitoare, a sistemelor ecologice a renăscut după anii '85 sub numele de „modelare a sistemelor socio-ecologice”, însă implementarea unui astfel de program de cercetări a fost privită cu reticență. Aceasta s-a datorat unui curent de opinie creat în rândul cercetătorilor conform căruia abordările holiste au mai eșuat în trecut, iar abordările reduționiste nu reflectă caracteristicile reale ale sistemelor ecologice naturale. O formulă de compromis încercată a fost tendința de elaborare a unor modele hibride prin cuplarea modelelor holiste cu cele reduționiste, însă nici acestea nu au avut succes. Însă, aceste modele au creat posibilitatea dezvoltării ulterioare a modelelor globaliste (integrate – interdisciplinare).

Sistemele complexe, cum sunt cele ecologice și în particular sistemele integrate sol – apă – plante, sunt caracterizate printr-un principiu intrinsec și general de incertitudine. Deoarece nu există soluții precise pentru caracterizarea exactă și univocă a unor astfel de sisteme, atunci nu există o singură metodă, general valabilă, pentru studiul acestora. Aceasta nu înseamnă că pentru studiul sistemelor complexe cu funcționare integrată „merge orice” model sau metodologie (după cum eronat au înțeles o serie de cercetători), însă nu înseamnă că nu se poate aprecia care dintre metodologiile de estimare și evaluare a factorilor de risc sunt mai adecvate pentru cazul sistemelor integrate sol – apă – plantă. Luând în considerare corelațiile care există între nelinearitatea proceselor complexe și nedeterminarea lor reală, nestocastică (datorată în mare parte intercon condiționărilor multiple dintre procesele fizice, chimice, biochimice, biologice și geochimice), atât la scară globală, cât și la scară locală, se poate afirma că nu există un model matematic, fizico-chimic sau geochimic general valabil pentru estimarea și evaluarea proceselor și factorilor de risc. Ca urmare, într-o oarecare neconcordanță cu tendințele de cercetare actuale, obiectivul nostru nu este de a căuta un model unic comprehensiv a cărui elaborare și „ajustări” ar fi și costisitoare și inacceptabile sub aspectul aplicabilității practice. Ideea de bază pentru realizarea obiectivului propus de noi este de a elabora *un portofoliu de modele cu structură modulară cât mai coerent posibil*, în care atât modelul integral, cât și modulele individuale ale acestuia să fie calate pe date experimentale concrete și concordante cu anumite scopuri practice bine definite. Chiar dacă un astfel de model are aparent o utilitate particulară pentru un anumit tip de sisteme sol – apă – plantă, acesta poate fi adaptat mai ușor, cu costuri mai reduse și eficiență mai ridicată, la alte sisteme de același tip sau similare prin reajustarea pe baza datelor experimentale numai a modulelor specifice fiecărui tip de sistem.

Până în acest moment, modelele modulare au fost dezvoltate unilateral și monodisciplinar, ceea ce explică eșecul unora dintre acestea, respectiv aplicabilitatea limitată, de multe ori cu nivele de precizie inacceptabile, a altora. Fără nici un fel de îndoială sau rețineră, majoritatea cercetătorilor sunt de acord cu faptul că soluția viabilă în acest sens este abordarea multi- și interdisciplinară considerând în egală măsură, atât evoluțiile individuale ale modulelor, cât și relațiile de dependență dintre ele. Pentru concretizarea acestei strategii ne-am propus să abordăm în acest proiect modelarea „circuitelor biogeochimice” ale factorilor de risc chimici, biochimici, biologici și geochimici în sisteme ecologice organizate ierarhic, în particular pentru sisteme integrate sol – apă – plante. În literatura de specialitate sunt descrise detaliat diferite modele privind bioacumularea și efectele ecotoxicologice pentru un număr variat de factori de risc chimici, biochimici, biologici și geochimici, respectiv analize de sinteză comprehensive ale acestora. Pornind de la concluziile acestor studii am realizat o analiză critică a literaturii despre modelarea matematică a „circuitelor biogeochimice” a factorilor de risc chimici, biochimici, biologici și geochimici la nivel de complex local de ecosisteme agroalimentare. Concluziile generale au fost:

- Modelele actuale, aplicabile la scara complexelor de ecosisteme, descriu în special partea abiotică a proceselor, cel mai bun exemplu fiind modelele de transport reactiv în sisteme geochimice. Totuși, există multe oportunități pentru un transfer interdisciplinar de idei profitabil pentru domeniul modelării matematice în biogeochimie și ecotoxicologie H.H..

- Limite legate de modelarea implicării organismelor nu pot fi depășite la nivelul actual de cunoaștere biogeochimică, în ciuda eforturilor depuse în domeniul biologiei sistemice, biochimiei, geochimiei, agrochimiei etc.

- In ceea ce privește dezvoltare bazei de cunoștințe a biogeochimiei și ecotoxicologiei, potențialul activităților de modelare este cu mult subutilizat, deoarece eforturile se focalizează în special pe acele aspecte care sunt rapid relevante pentru sistemele socio-economice.

- Există importante oportunități de a folosi populații de zone contaminate, eventual în curs de bioremediere (privite însă ca situri experimentale) pentru testarea unor ipoteze de biogeochimie cu instrumentele modelării matematice. După unele opinii ar fi oportună chiar constituirea unei „rețele de cercetare ecologică pe termen lung” a zonelor contaminate, alături de cea a zonelor „cvasi-naturale”.

- Dificultatea care a blocat dezvoltarea în profunzime a unor modele de acest tip pentru sisteme „*in situ*” este legată în special de heterogenitatea mare a parametrilor de control, de distribuția spațială a factorilor de risc, precum și de numărul mare de relații dintre parametri de control ai fiecărui factor de risc în parte. In aceste condiții, stabilirea unor relații matematice între parametri de control ai factorilor de risc și evoluția lor s-a dovedit până acum a nu fi fezabilă „*in situ*”. Este posibil însă ca dezvoltarea unor noi aparate matematice și a unor instrumente și metodologii analitice, mai adaptate fenomenelor biogeochimice, să permită schimbarea situației în domeniul modelării de acest tip. De exemplu, *Schryver și colab.* (2006) a utilizat metode nelineare de analiză cu rețele neurale pentru stabilirea relațiilor dintre contaminarea apei subterane (exprimată printr-un set de parametri biogeochimici bine stabilit) și structura comunității de microorganisme (evaluată prin intermediul unui mare număr de markeri lipidici), cu rezultate bune (modelul obținut explică peste 60 % din varianță). In afara rețelelor neurale, un alt model promițător este „Multivariate Analyses Regression Splines (MARS)”, care a fost utilizat pentru a prognoza ratele de denitrificare în sisteme hidrogeochimice terestre folosind un set de date obținut la scară europeană.

- Aparatele matematice, ca cele amintite anterior, ar putea fi aplicate pentru a descrie relațiile dintre parametri prin care se pot estima acceptabil aspectele biogeochimice ale diferiților factori de risc la nivelul *explanandum* (al nivelului ierarhic superior), pe de o parte, și parametri de control la nivelul *explanans* (al nivelului ierarhic inferior). O dată ce o astfel de analiză ar fi efectuată am avea o descriere fenomenologică holistă a relațiilor din ecosistemul investigat, sub formă matematică. Limita acestui mod de abordare este descoperirea unor legi matematice cu un singur membru în clasa de referință, și anume situl studiat. Această limită poate fi depășită doar prin studierea unor populații de sit-uri de-a lungul unor gradienti. O altă limită a abordării holiste este că descoperirea legii respective în forma matematică, în modul menționat, nu ne oferă nici un indiciu cu privire la mecanismele care o sustin. Acest indiciu poate fi furnizat doar de o abordare mecanismică, de jos în sus (*bottom-up*)

- Până acum reducționismul a favorizat o serie de efecte nedorite în ceea ce privește modelele matematice și proiectarea activităților experimentale. Modelarea pe principii mecanismice poate duce la încorporarea prea multor detalii, compromițând veridicitatea și forța predictivă a modelelor. Totuși, fără o astfel de abordare nu putem avea o imagine asupra mecanismelor implicate și astfel asupra posibilității de a controla evoluția factorilor de risc într-un context biogeochimic dat. Prin urmare, este necesar să acceptăm și acest mod de abordare, însă cu amendamentul că trebuie verificat continuu cadrul conceptual mecanismic după fiecare pas de îmbunătățire a sa, pe baza predicțiilor și a altor constrângeri ale bazei de

cunoștințe. O variantă de lucru în acest sens ar fi dezvoltarea unor modele mecanismice (bottom-up) sub constrângerile furnizate de modelele holiste, top-down (figura 3.2).

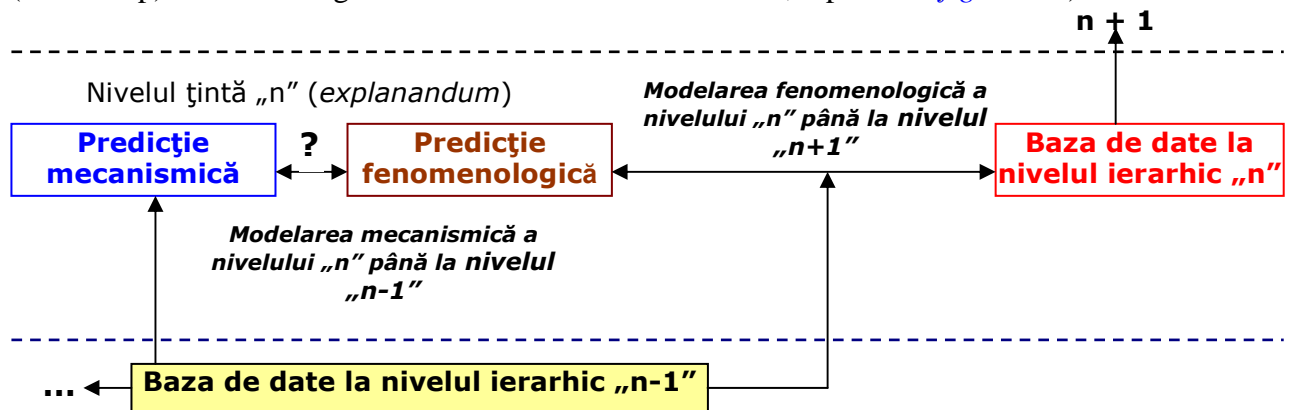


Fig. 3.2. Structura generală a modului de dezvoltarea unor modele mecanismice (bottom-up) sub constrângerile furnizate de modelele holiste, top-down.

- Din perspectivă mecanismică atenția se va concentra asupra dificultății alocării de valori, parametrilor în condiții foarte heterogene din teren. Heterogenitatea sistemelor reale la un anumit nivel ierarhic nu poate fi prezisă pe baza unor principii generale. Problema heterogenității poate fi abordată doar prin cercetare empirică, prin delimitarea unităților elementare de aplicare a modelelor (identificarea sistemelor) și folosind un portofoliu de modele care să acopere diversitatea unităților elementare. Procese diferite necesită acceptarea unor scări spațio-temporale diferite pentru identificarea unităților elementare și dezvoltarea modelelor. Pentru aplicarea modelelor dezvoltate la o anumită scară (specifică unui nivel ierarhic superior) se poate folosi programare GIS. Problema ridicării la altă scară este similară într-o anumită măsură cu problema reducerii nivelurilor ontologice și poate fi rezolvată parțial recunoscând ireductibilitatea nivelurilor ecologice de organizare, cum sunt de exemplu ecosistemele elementare și complexe de ecosisteme (zonele contaminate se încadrează de obicei acestor niveluri). Ulterior, fiecare nivel este abordat prin modele specifice. O altă parte a problemei ridicării la scară, în cadrul unui anumit nivel ierarhic, reflectă direct problema heterogenității „in situ”.

- In ultimul deceniu *National Science Foundation* a derulat câteva programe de finanțare integrate a cercetărilor geochimice și biogeochemice (vizând prioritar securitatea alimentară a produselor agricole) (<http://www.nsf.gov/pubs/1999/nsf999/nsf999.htm>), program continuat în acest moment de U. S. Department of Energy Office of Science în direcția corelare cu zonele contaminate (http://www.lbl.gov/ERSP/generalinfo/geochem_biogeo.html). *European Science Foundation* a promovat o serie de cercetări privind biogeochimia microelementelor și a unor compuși organici în contextul sistemelor ecologice (prioritar cele agrochimice) poluate (http://www.esf.org/fileadmin/be_user/research_areas/LESC/Documents/GPollGoteborg.pdf), utilizarea lantanidelor pentru stabilirea caracteristicilor funcționale ale circuitelor biogeochemice, al factorilor limitantivi pentru dezvoltarea organismelor, modelarea proceselor de bioacumulare în lanțurile trofice terestre (www.esf.org/ecolmat) etc. De remarcat faptul că prioritare în cercetările fundamentale și aplicative din ultima perioadă sunt cele de „soil processes modeling”, susținute financiar, atât de instituții guvernamentale, cât și de firme private.

- După unele opinii, integrarea tuturor eforturilor de cercetare într-o singură abordare intențională transdisciplinară (de exemplu de tip „sisteme socio-ecologice” – cum se încearcă în Uniunea Europeană) este inefficientă din punct de vedere evoluționist, în pofida creșterii

eficienței pe termen scurt prin centralizarea resurselor. Alt argument împotriva abordărilor de tip holist este cel al distribuției riscului de insucces. Când adoptăm o poziție holistă este ca și cum am miza toate resursele pe un singur mod de abordare. Chiar dacă integrarea către o abordare transdisciplinară apare ca dezirabilă, din punct de vedere tactic este de dorit să există mai multe astfel de tentative, pentru a micșora riscul de eșec al programelor de cercetare care susțin transdisciplinaritatea. Astfel de încercări se realizează în acest moment în Uniunea Europeană, însă la scări mai reduse prin derularea unor programe de cercetări transfrontaliere. Deși rezultatele acumulate în cadrul acestor programe sunt optimiste, acestea nu au putut elimina reticențele cu privire la extinderea cercetărilor la o scară mai mare.

Abordarea de tip „sisteme socio-ecologice” amestecă paradigme de cercetare aparent incompatibile, și nu se regăsește pe agenda NSF, dar este prezentă în unele proiecte europene, având o consistentă încărcătură politică, inacceptabilă după opiniile a numeroși cercetători. Ideea de a dovedi din perspectiva științei actuale validitatea abordării de tip „sisteme socio-ecologice” este o contradicție în termeni, întrucât utilizarea demersului politic în acest sens (<http://www.competence-research-centres.eu/countries/romania/romanias-socio-ecological-complexes/country//topic/>) anulează distanțarea necesară unui demers obiectiv de tipul celui practicat de știința actuală. În mod oarecum paradoxal, una dintre prioritățile NSF este „The Dynamics of Coupled Natural and Human Systems” (http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=13681&from=fund), denumire care accentuează diferența dintre sistemele naturale și cele umane, în loc să o anuleze, cercetarea sistemelor „socio-ecologice” fiind, din punctul de vedere al agenției de finanțare a celor care au inventat-o (cercetătorii americani), o cercetare eminentă interdisciplinară, nu una subsumată mai mult sau mai puțin științelor naturii sau în căutare unui nou tip de știință. Așadar, există o abordare minoritară în comunitatea științifică actuală în care se încearcă reducerea sistemelor umane la sisteme naturale, și eventual delimitarea sistemelor naturale în noul sens pe criterii politice, respectiv o abordare majoritară (*mainstream*), naturalistă clasică, în care separarea fenomenelor naturale de cele socio-umane este netă și indiscutabilă.

• Studiile și cercetările existente până în acest moment evidențiază cât se poate de clar o tendință generală, aproape unanim susținută de către specialiștii din diverse domenii conexe, care recomandă o abordare globală, integrată, interdisciplinară a studiilor privind factorii de risc în sistemele sol – apă – plantă. Opiniile existente în acest sens pendulează, în funcție de formația fiecărui cercetător sau grup de cercetători, de la teorii cu nuanțe filozofice, tehnice, economice, până la modele și teorii matematice sau fizico-chimice abstracte, cu caracter mai mult sau mai puțin general. În esența lor, astfel de teorii sunt bine argumentate, cu exemplificări din istoria imediată sau futuriste, robuste în ceea ce privește aparatul matematic sau speculațiile filozofice pe care se bazează, extrem de atrăgătoare pentru realizarea interpretărilor cauzale ale fenomenelor de risc natural și antropic sau pentru estimarea impactului factorilor de risc pe termen scurt și mediu pentru sisteme integrate, cum este cazul sistemului sol – apă – plantă. Deși frumoase și atractive, teoriile global-integrative nu se pot aplica direct pentru studiul unor cazuri concrete. Această afirmație este justificată de gradul de reprezentare a acestor teorii în cadrul studiilor de caz – numărul studiilor existente în literatura de specialitate în acest sens este foarte redus, cu toate că studiile teoretice sunt extrem de numeroase și de variate. De asemenea, multe dintre modelele generale, descrise cu lux de amănunte în studiile existente, sunt grevate de aparate matematice sofisticate, dificil de reprodus la nivel de software funcțional, și foarte greu de aplicat la estimare și analize pentru cazuri concrete. În plus, una dintre criticile majore aduse acestor teorii și modele globale, este gradul relativ redus al preciziei de estimare. De multe ori impactul, factorul de risc etc. se exprimă prin calificative (redus, accentuat, mediu etc.) imposibil de cuantificat în valori numerice în absența unor scări de măsură bine calibrate, a unor referințe și standarde de estimare riguroase, respectiv în imposibilitatea de intercomparare și generalizare a datelor.

• După cum am subliniat în discuțiile anterioare, pe plan mondial, studiile bazate pe modelarea sistemelor și proceselor ecologice constituie una dintre direcțiile prioritare de cercetare interdisciplinară. În România, studiile care abordează direct modelarea sistemelor și proceselor ecologice apar sporadic, majoritatea fiind bazate pe aplicarea într-un context biogeochimic local a unor procedee de modelare teoretică. Din punctul de vedere al metodologiilor experimentale aplicate și al modelelor de interpretare, majoritatea studiilor care au apărut în România sunt lipsite de un suport analitic riguros și de consistența unor modele teoretice veritabile. Din acest punct de vedere, analiza la nivel de tendințe indică un decalaj evident între studiile pe această temă efectuate în România, comparativ cu studiile existente pe plan internațional.

3.8.4. Documentare științifică privind factorii chimici de risc în sistemele sol-apă-plantă.

Degradarea mediului sau poluarea cuprinde alterarea mediului inconjurator, pana la starea de incompatibilitate cu desfasurarea normala a procesului metabolic din organismele vii. Orice material sau substanta introdusa artificial in biosfera sau care exista in conditii naturale si provoaca modificari negative ale calitatii mediului este un poluant.

Printre factorii poluanti citam:

- Substantele chimice: reziduuri de pesticide, metale (plumb, cadmiu, mercur, etc),
- reziduuri organice, detergenti sintetici provenite din activitatea casnica si industriala
- folosirea irationala a ingrasamintelor chimice

Problema ocrotirii naturii preocupa toate statele lumii.

Dintre obiectivele ocrotirii naturii fac parte:

- utilizarea rationala, conservarea si refacerea resurselor naturale
- prevenirea poluarii mediului
- conservarea speciilor rare, pesteri
- ocrotirea ecosistemelor naturale care are si un mijloc de recreiere si tonificare a energiei fizice si spirituale a omului.

Pesticidele, care constituie, astazi cea mai eficace arma de protectie a culturilor nu trebuie deloc considerate ca acea metoda absoluta de confruntare cu daunatorii. Ele trebuie considerate intotdeauna ca o arma , cu care se poate interveni suplimentar sau auxiliar.

In contrast cu factorii poluanti din mediu care merita o tratare speciala pentru a fi eliminati, exista insa si substante, numite biodegradabile, care nu polueaza natura. Un produs este numit biodegradabil atunci cand se transforma, se descompun si se elimina in mod natural. Resturile de mancare, hartie si materialele de origine vegetala sau animala, cum sunt bumbacul sau lana, sunt biodegradabile. In schimb , numeroase materiale plastice nu sunt.

Rezistente la uzura, la rupere si la actiuni chimice, ele formeaza depozite dupa utilizare. Pentru aceste materiale , chimistii au inventat metode de reciclare. Unele materiale plastice sunt rupte in bucati si folosite apoi la fabricarea aglomeratelor, a materialelor de constructie sau pentru asfaltarea drumurilor. Alte materiale plastice, care nu degajeaza gaze nocive, sunt arse si folosite la incalzitul urban. Cu toate acestea, in viitor se incearca punerea la punct a unor materiale biodegradabile, care sa se descompuna tot atat de natural ca si lemnul. Daca omenirea ar ramane in stadiul actual de dezvoltare, ea ar nevoita sa-si semneze actul de deces peste aproximativ 200 de ani. Asa ca este foarte important sa stim mai multe despre poluare si despre felul in care aceasta actioneaza asupra sanatatii noastre. Trebuie sa stim sa ne aparam pamantul, caci el este pe zi ce trece mai poluat.

Poluarea solului

Poluarea solului este cauzata de pulberile si gazele nocive din aer, de apele reziduale, de deseurile de natura industriala sau menajera, dar mai ales de pesticidele si de ingrasamintele chimice folosite in agricultura.

Poluarea cu ingrasaminte chimice si pesticide

Notiunea de sol este indisolubil legata de productivitate, care depinde de ciclul de conversie, adica de viteza repunerii in circulatie a materiei si a energiei din habitatul complex pe care-l formeaza biocenozele solului care, la randul lor sunt influentate, printre altele de chimizarea in exces si unilaterală, ca si de pesticidele ajunse in sol.

Pentru a preintampina scaderea productivitatii solului ca urmare a chimizarii, se recomanda asocierea ingrasamintelor minerale cu cele organice, sau alterarea administrarii lor, astfel ca ingrasamintele organice sa fie administrate cel outin odata la 3-4 ani.

Folosite timp indelungat, ingrasamintele chimice pot opri reciclarea substantelor organice din solurile cultivate, amenintand grav fertilitatea lor. Cresterea cantitatilor de ingrasaminte chimice reduce tot mai mult componentele organice si humusul din sol. Aceasta are drept efect deteriorarea structurii pedologice, contribuind astfel la declinul complexului absorbant argilo-humic din sol.

Pesticidele cu mare toxicitate pot si ele sa degradeze biocenozele din sol, dar in aceasta privinta parerile sunt impartite. Se stie ca pesticidele ajunse in sol pot dauna faunei ce contribuie la incorporarea materiei organice in sol. Dintre acestea, cel dintai sufera ramele, care au rol primordial in asigurarea fertilitatii solului.

Omul, utilizeaza pesticidele pentru a distruge un numar restrans de organisme ce echivaleaza cu 0,5% din totalul speciilor ce populeaza biosfera, dar ele actioneaza in mod cu totul diferit, asupra tuturor organismelor. Administrarea lor este indreptata asupra populatiilor si nu a indivizilor izolati.

In prezent DDT-ul este considerat "cetateanul principal al globului" deoarece a fost gasit peste tot de la cercul polar pana la ecuator.

Se apreciaza ca in corpul uman cantitatea de DDT ajunge la aproximativ 6ppm. Din cauza toxicitatii si remanentei sale mari, DDT-ul a fost interzis de a mai fi folosit in numeroase tari, dar a fost inlocuit cu alte substante organoclorurate la fel de toxice.

Efecte directe ale tratamentelor cu pesticide provoaca pieirea unui mare numar de indivizi ai populatiilor animale si vegetale din zonele tratate. Pulverizarea insecticidelor din avioane, deasupra padurilor poate provoca intoxicatii puternice in special a faunei forestiere. Astfel, folosirea abuziva a pulverizarii produselor fitosanitare in S.U.A., impotriva furnicii *Selonopsis acevissima* a avut drept rezultat, afectarea in proportie de 80% a avifaunei de pe o suprafata de 110.000 kmp.

Tinand seama de foloasele pesticidelor in combaterea diferitilor daunatori sau factori patogeni ai plantelor, animalelor si omului, dar in acelasi timp de efectele negative adesea grave-ca factor poluant local si global, cu profunde consecinte asupra ecosistemelor, asupra economiei si sanatatii umane, problema atitudinii omului fata de pesticide este complexa.

Producerea si utilizarea lor, deocamdata nu poate fi oprita, dar sunt necesare masuri severe de interzicere a utilizarii acestor substante cu mare toxicitate si remanenta crescuta. Folosirea pesticidelor selective in cadrul combaterii integrate, reprezinta o masura eficienta de reducere a poluarii solului.

Alte produse care polueaza solul sunt: reziduurile solide de la exploatarile miniere (sterilul de mina si din cariere), zgurile metalurgice si de la termocentrale, deseurile rezultate de la crescatoriile de animale, reziduurile provenite din industria alimentara, deseurile casnice etc. Printr-o depozitare nerationala, aceste produse ocupa mari suprafete de teren agricol sau de alt interes economic.

Evolutia cantitatii de reziduuri, mereu in crestere, cu tendinte de dublare in urmatorii 10-15 ani, pune probleme in prezent si in perspectiva, privind organizarea de depozite menajere in apropierea zonelor de locuit cu toate neplacerile care decurg. Aceasta situatie implica gasirea de solutii economice si totodata nepoluante. Ca suport al vietii terestre, solul trebuie aparat de degradarile produse de poluarile de tot felul, rezultate in urma activitatilor umane.

Poluarea chimica a apelor

Principalii poluanti chimici ai apelor sunt: *plumbul, mercurul, azotul, fosforul, hidrocarburile, detergentii si pesticidele Plumbul(Pb)*

Poluarea apei cu plumb are loc mai ales din evacuarile intreprinderilor industriale unde poluarea se produce prin diverse procese tehnologice, dintre care unele au loc in mediul lichid (flotatii, galvanizari, raciri etc.) precum si prin apele reziduale lichide care spala terenurile intreprinderilor.

Mercurul(Hg)

Poluarea hidrosferei cu mercur merita o atentie deosebita datorita cresterii continue a folosirii acestui metal, precum si datorita toxicitatii lui. Productia mondiala de mercur depaseste cifra de 10000 t/an. Apa de mare contine concentratii de ordinul a 30 mg/l la suprafata, cu tendinta de crestere spre adancime. In total, in apa de mare Hg se estimeaza la 10^8 t. Ca urmare a biodegradarii reduse a derivatiilor sai, Hg tinde sa se concentreze in diferite categorii de organisme. Algele il pot acumula in celulele lor de peste 100 de ori mai mult decat exista in apa. Pestii pelagici, ca tonul, capturati la mari distante de surse de poluare pot acumula Hg pana la 120 ppb.

Azotatii

Problema poluarii apelor folositi ca ingrasaminte chimice in agricultura a devenit foarte importanta in zilele noastre.

Din studiile efectuate de *B. Commoner* (1970), rezulta ca in ultimii 25 de ani cantitatea de azotati deversati in mediu de diferite surse a crescut in mod considerabil. Astfel, cei rezultati din deversarile urbane au crescut cu 70%, cei proveniti din eliminariile motoarelor cu ardere interna, au crescut cu 300%, iar cei aparuti in urma folosirii ingrasamintelor chimice azotate au atins valoarea de 1400% in aceeaasi perioada de timp.

Nivelul azotatilor din apa este foarte variat, de la valori mici, putin deasupra limitei admise in apa potabila (45 mg/l), pana la sute de mg/l.

Fosfatii

Contaminarea apei cu fosfati este destul de ingrijoratoare in tarile industrializate. Fosforul este adesea un factor limitat in mediul limnic sau oceanic, ca urmare a ratei sale reduse de dezvoltare.

Apele uzate la iesirea din statiunile de epurare contin in medie 9 mg fosfor/litru. Acesta provine de la mineralizarea substantelor organice la care se adauga fosforul continut in detergenti biodegradabili.

Hidrocarburile

In hidrosfera, hidrocarburile ajung mai ales din scurgerile de titei sau ale produselor de prelucrare a lui, la care trebuie adaugate cantitatile de titei provenite din accidente ale vaselor petroliere. Se precizeaza ca din aceasta ultima sursa, patrunde anual in oceane circa 200000 tone titei. Mari cantitati de petrol provin si din operatiile normale legate de extractia titeiului (prin sonde terestre si marine), de incarcarea, transportul si descarcarea lui etc. O alta cantitate de produse petroliere patrunde in apa, din scurgerile industriale si rafinarii. Pe toate aceste cai ajung in apele oceanice, anual o cantitate de 5-10 milioane tone petrol.

Dintre zonele marine, cea mai grav impurificata cu petrol este Marea Mediterana, prin care trec toate vasele petroliere care vin din Orientul Apropiat, Atlanticul rasaritean, Canalul Manecii si Marea Nordului.

Suprafata afectata pe aceasta cale este foarte mare, deoarece numai o tona de titei brut poate acoperi cu o pelicula aproape moleculara 12 km² de apa.

Poluarea biologica a apelor

Poluarea biologica a apelor este produsa de diversi agenti biologici (microorganisme si substante organice fermentescibile). Acesti poluanti ajung in apa odata cu deversarile

industriale sau menajere care contin detritus organic, detergenti, reziduuri de la fabricile de produse alimentare.

Extinderea poluarii microbiologice a apelor continentale si litorale a determinat cresterea frecventei unor afectiuni (colibaciloza, hepatita virala, holera, dezinterie etc.)

In functie de gradul de poluare, apele se grupeaza in trei categorii: *polisaprobe* (foarte puternic poluate), *mezosaprobe* (impurificate puternic pana la moderat) si *oligosaprobe* (considerate practic curate).

Eutrofizarea-reprezinta poluarea organica, mai ales a apelor continentale, datorita itroducerii unor cantitati excesive de nutrienti, ca urmare a activitatilor umane.

In conditii naturale procesul de imbogatire a apelor in substante organice se face foarte lent (la scara geologica) si corespunde cu evolutia normala a ecosistemului, determinand succesiunea sa ecologica, cu trecerea de la tipul oligotrof la cel eutrof.

Omul accelereaza acest proces prin evacuarea in ape a unor mari cantitati de substante organice fermentescibile bogate mai ales in fosfor si azot.

In cadrul Programelor Nationale ale Ministerului Sanatatii Publice (2001 – 2007) s-au efectuat studii complexe privind poluarea chimica a produselor alimentare consumate in Romania. Rezultatele acestor studii au fost efectuate sub conducerea si indrumarea responsabilului de program dr.chim.Carmen Hura (1,2,3,4,5,6, 7, 8, 9).

Produsele ecologice, numite si produse bio, cunosc un veritabil succes. Gama de produse este din ce in ce mai numeroasa: de la legume la carne, lactate sau oua, toate produsele vegetale si animale trebuie sa aiba inscrisa pe eticheta mentiunea 100% natural. La aceasta ascensiune rapida au contribuit si criza vacii nebane si legumele pline de nitrati.

La noi in tara, produsele ecologice nu sint chiar atat de solicitate cum sint in tarile occidentale, unde agricultorii, comerciantii ce se ocupa cu astfel de produse beneficiaza de prevederi legale stricte, consumatorii fiind siguri de ceea ce cumpara.

Legumele cultivate in regim ecologic sint mai sigure din punct de vedere al consumului. Desi este dificil de stabilit legatura dintre tipul de agricultura si efectele sale asupra sanatatii oamenilor, specialistii au efectuat numeroase studii prin care au demonstrat ca produsele ecologice au mai multe beneficii.

Folosirea pesticidelor este strict interzisa in cultivarea produselor bio. Reziduurile la suprafata plantelor sint inexistente. In ceea ce priveste contaminarea cu metale grele, aceasta depinde de tipul de sol pe care cresc plantele. Teoretic, produsele obisnuite contin nitrati, care in doze mari devin elemente cancerigene sau pot produce probleme sangvine. Agricultura ecologica aplica si principiul neutilizarii produselor modificate genetic. Carnea atestata ca fiind bio garanteaza ca animalul nu a fost hranit cu vegetale modificate genetic.

Cultivarea legumelor ecologice vizează două aspecte esențiale ale calității vieții: pe de o parte, prin modul de obținere, fără aportul produșilor chimici de sinteză, legumele biologice sunt mai sigure pentru consum; pe de altă parte, tehnologiile folosite exclud riscul contaminării componentelor de mediu cu elemente sau substanțe nocive (metale grele, reziduuri de pesticide, nitrați etc.)

3.8.5. Documentare științifică privind un model de estimare și evaluare a factorilor de risc în sisteme integrate sol-apă-plantă

Metodologia de lucru

- *Modelare teoretică*: matematică, fizico-chimică (termodinamică, cinetică), geochimică
- *Simularea teoretică*: software – Origin, Statistica, MatCad, GIS.
- *Calcul de optimizare* – metoda „black box”

Premizele fenomenologice ale modelului

Unul dintre obiectivele generale ale acestui proiect este *implementarea unei strategii de modelare a sistemelor ecologice bazată pe principiul organizării ierarhice a acestora*, însă nu

prin simpla cuplare a abordărilor reducționiste cu cele holiste. Luând în considerare corelațiile care există între nelinearitatea proceselor complexe și nedeterminarea lor reală, nestocastică (datorată în mare parte interconstrucțiilor multiple dintre procesele fizice, chimice, biochimice, biologice și geochimice), atât la scară globală, cât și la scară locală, se poate afirma că nu există un model matematic, fizico-chimic sau geochimic general valabil pentru estimarea și evaluarea proceselor și factorilor de risc. Ca urmare, într-o oarecare neconcordanță cu tendințele de cercetare actuale, *obiectivul nostru nu este de a căuta un model unic comprehensiv a cărui elaborare și „ajustări” ar fi și costisitoare și inacceptabile sub aspectul aplicabilității practice.* Ideea de bază pentru realizarea obiectivului propus de noi este de a elabora un *portofoliu de modele cu structură modulară cât mai coerent posibil*, în care, atât modelul integral, cât și modulele individuale ale acestuia, să fie calate pe date experimentale concrete și concordante cu anumite scopuri practice bine definite (s.s. producerea legumelor proaspete în sisteme ecologice). Chiar dacă un astfel de model are aparent o utilitate particulară pentru un anumit tip de sisteme sol – apă - plantă, acesta poate fi adaptat mai ușor, cu costuri mai reduse și eficiență mai ridicată, la alte sisteme de același tip sau similare prin redimensionarea logisticii și parametrilor de lucru pe baza datelor experimentale numai a modulelor specifice fiecărui tip de sistem (figura 3.3).

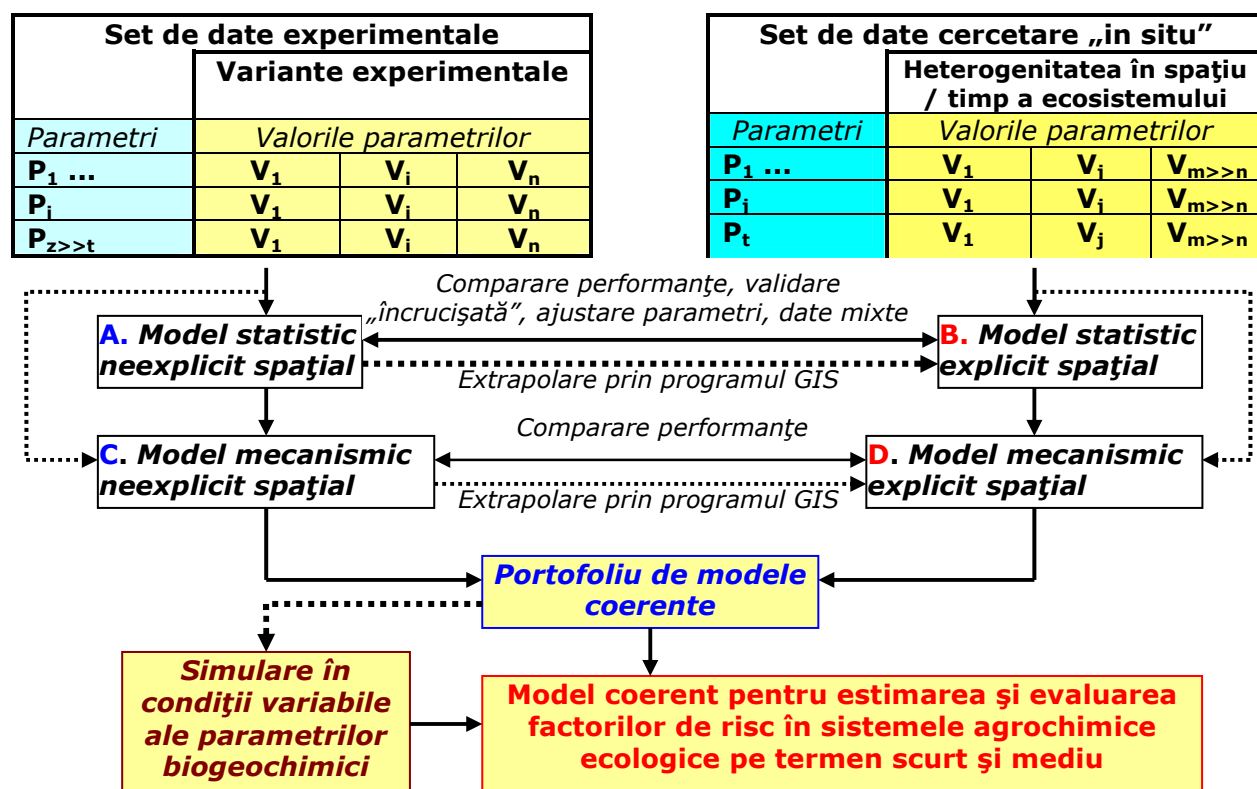


Fig. 3.3. Relația dintre modelele cu și fără componentă spațială. Pentru concretizarea acestei strategii în acest proiect ne-am propus să abordăm modelarea „circuitelor biogeochimice” ale factorilor de risc chimici, biochimici, biologici și geochimici în sisteme ecologice organizate ierarhic, în particular pentru sisteme integrate sol – apă – plante.

Spre deosebire de sistemele minerale, sistemele integrate sol-apă-plante sunt caracterizate de un număr mai mare de variabile de stare independente. În practică alegerea parametrilor și funcțiilor de stare pentru sistemele integrate sol-apă-plante este mai dificil de realizat din cauza variabilității relativ largi a acestora și corelațiilor ambigue sau insuficient cunoscute dintre acestea. În consecință, discuțiile referitoare la dinamica și stabilitatea

sistemelor integrate sol-apă-plante se realizează în raport cu factorii fizico-chimici, biochimici sau geochimici mai bine cunoscuți și care sunt mai ușor accesibili determinărilor experimentale directe. De obicei se aleg ca variabile temperatura, presiunea și compoziția chimico-mineralogică, însă nu există nici un impediment pentru a aborda problema și în funcție de alte grupe de variabile de stare, considerate ca fiind adecvate pentru a descrie univoc și riguros starea unui sistem integrat sol-apă-plantă dat.

Caracterizarea univocă și riguroasă a unui „sistem integrat sol-apă-plante” (în limitele metodelor fizico-chimice existente) necesită cunoașterea riguroasă a parametrilor care îl caracterizează: temperatură, volum, presiune, compoziție chimico-mineralogică etc. Dacă pentru primii doi parametri sunt suficiente particularizările oferite de termodinamica chimică, pentru ultimii doi parametri sunt necesare o serie de precizări suplimentare, deoarece în accepțiunile și interpretările curente există o serie de ambiguități și erori. Interpretarea dinamicii sistemelor integrate „sol-apă-plante” pe baza analogiilor cu sistemele termodinamice și / sau geochimice nu este întâmplătoare, deoarece caracterizarea acestora necesită cunoașterea legilor termodinamice și cinetice care guvernează evoluția lor. Un sistem este denumit „sistem integrat sol-apă-plante” nu numai pentru a-i preciza apartenența la un anumit spațiu geo-ecologic, ci mai ales pentru a se putea preciza o serie de aspecte esențiale pentru descrierea acestuia și a aproximațiilor de lucru optime: extinderea spațio-temporală; gradul de închidere sau deschidere; regimul termobaric, hidrogeochimic, biogeochimic etc.

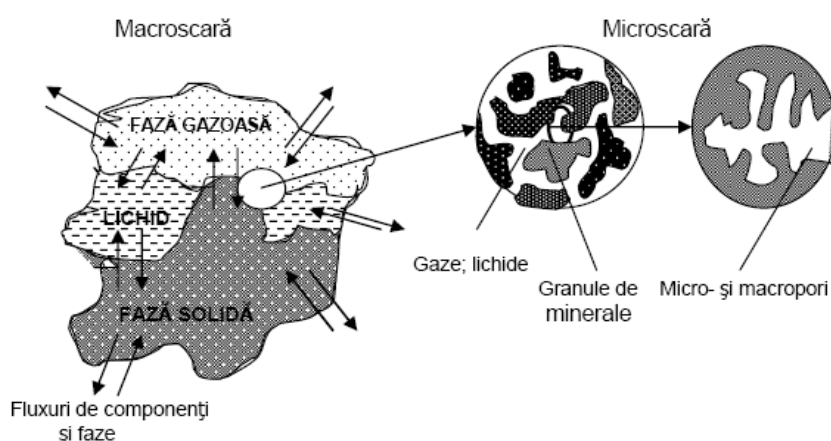


Fig. 3.4. Reprezentarea simplificată a unui „sistem integrat sol-apă-plante” multicomponent - multifazic.

Noțiunea de „sistem integrat sol-apă-plante” nu este superpozabilă cu noțiunea de sistem termodinamic deoarece, atât delimitarea spațio-temporală, cât și stabilirea criteriilor de stabilitate și evoluție ale acestora nu sunt univoce. Conceptul de „sistem integrat sol-apă-plante” cu care se operează de obicei presupune un ansamblu relativ coerent de componente macro- și microscopice, reprezentate printr-o fază fluidă (de obicei o soluție apoasă) și un anumit număr de faze solide (care împreună formează substratul mineral cu care faza fluidă vine în contact), faze gazoase și subsisteme biologice - *figura 3.4*. Ca urmare, prin însuși modul de reprezentare și delimitare, „sistemele integrate sol-apă-plante” sunt sisteme heterogene deschise. Acesta reprezintă un aspect deosebit de important de care trebuie să se țină cont la estimarea și evaluarea factorilor și fenomenelor de risc.

Premizele termodinamice ale modelului

Determinarea sensului de evoluție a unui „sistem integrat sol-apă-plante” se poate reduce la a găsi unul sau mai multe criterii cu ajutorul cărora să se poată preciza, cu suficientă precizie, starea în care un „sistem integrat sol-apă-plante” dat are stabilitatea maximă. Prin aplicarea singulară a criteriilor termodinamice nu se poate realiza descrierea univocă a stărilor de maximă stabilitate a unui „sistem integrat sol-apă-plante” în raport cu anumite valori ale parametrilor fizico-chimici. Noțiunea de energie liberă oferă posibilitatea de a da o formă explicită „forței motrice” a proceselor biogeochimice, însă această noțiune nu poate constitui un criteriu atât de general încât să permită definirea cu suficientă precizie a stărilor stabile, metastabile și instabile ale „sistemelor integrate sol-apă-plante”, în raport cu variațiile condițiilor de mediu. Din acest punct de vedere apare ca o necesitate corelarea criteriilor termodinamice cu cele cinetice, deoarece legile de viteză pentru procesele biogeochimice permit estimarea și a unor comportări „neobișnuite” a „sistemelor integrate sol-apă-plante”. Subliniem faptul că în aceste discuții și interpretări sunt vizat în principal conceptele și principiile care constituie bazele teoretice ale noului model de estimare și evaluare a factorilor de risc în sisteme ecologice de producere a legumelor proaspete.

Într-o primă aproximație, stabilitatea termodinamică a unui „sistem integrat sol-apă-plante” este asimilată cu starea de echilibru termodinamic, stare care implică simultan echilibrul mecanic, termic, de difuziune și chimic al rocii. Această aproximație este exprimată, în funcție de gradul de „închidere”, extinderea spațială a „sistemului integrat sol-apă-plante” considerat și scara la care se face interpretarea, prin două cazuri limită: (i) sisteme omogene: în acest caz, condiția de echilibru termodinamic impune egalitatea parametrilor mecanici, termici și de compoziție a fiecărui component în orice punct al sistemului și invarianța lor în timp; (ii) sisteme heterogene: în acest caz, condiția de echilibru termodinamic este dată de egalitatea potențialelor chimice și nu a concentrațiilor, compoziția chimică putând varia de la o fază la alta. Echilibrul chimic este definit ca un caz particular al echilibrului termodinamic, indicând starea termodinamică a unui „sistem integrat sol-apă-plante” în care există probabilitatea de a avea loc cel puțin o transformare chimică, iar concentrațiile componentelor rămân invariante în timp. Ca urmare, în aproximația menționată, starea de echilibru termodinamic a unui „sistem integrat sol-apă-plante” reprezintă o stare stabilă din care acesta nu „evoluează” în mod spontan, respectiv, starea în care parametrii caracteristici ai sistemului rămân invariante în timp. Formulată în acest mod, concluzia este valabilă numai pentru cazurile când „sistemele integrate sol-apă-plante” sunt approximate cu sistemele închise. De obicei, analiza stabilității și evoluției unui „sistem integrat sol-apă-plante” se realizează în baza a două aproximații limită: sisteme închise, respectiv, sisteme deschise.

Sisteme integrate sol-apă-plante închise

Conform principiului al II-lea al termodinamicii, condiția de echilibru termodinamic în sisteme închise este redată prin funcțiile [I.G. Murgulescu și R. Vâlcu, 1982; G. Bourceanu, et al., 1989; R. Vâlcu, 1994; G. Bourceanu, 1998]:

$$dE = T.dS - p.dV - A.d\xi \quad (1-a)$$

$$dH = T.dS + V.dp - A.d\xi \quad (1-b)$$

$$dF = -S.dT - p.dV - A.d\xi \quad (1-c)$$

$$dG = -S.dT + V.dp - A.d\xi \quad (1-d)$$

în care, prin definiție:

$$A.d\xi \geq 0 \quad (2)$$

Prin combinarea relațiilor (1) și (2) se obțin condițiile generale de echilibru termodinamic și de evoluție pentru sisteme închise cu reacție chimică:

$$dE_{s,v} \leq 0 \quad (3-a)$$

$$dH_{S,p} \leq 0 \quad (3-b)$$

$$dF_{T,V} \leq 0 \quad (3-c)$$

$$dG_{T,p} \leq 0 \quad (3-d)$$

Pentru cazul sistemelor izolate cu reacție chimică, condiția de echilibru termodinamic și de evoluție este următoarea:

$$dS_{E,V} \leq 0 \quad (4)$$

în care: E – energia internă; H – entalpia; F – energia liberă Helmholtz; G – entalpia liberă Gibbs; S – entropia; T – temperatura absolută; p – presiunea; V – volumul; A – afinitatea chimică; mărime termodinamică definită prin relațiile [I.G. Murgulescu și R. Vâlcu, 1982 R. Vâlcu, 1994; G. Bourceanu, 1998]:

$$A = -\left(\frac{\partial E}{\partial \xi}\right)_{S,V} = -\left(\frac{\partial H}{\partial \xi}\right)_{S,p} = -\left(\frac{\partial F}{\partial \xi}\right)_{T,V} = -\left(\frac{\partial G}{\partial \xi}\right)_{T,p} \quad (5-a)$$

$$A = -\Delta^r E_{S,V} = -\Delta^r H_{T,p} = -\Delta^r F_{T,V} = -\Delta^r G_{T,p} \quad (5-b)$$

ξ – avansul de reacție; este definit ca raportul dintre variația cantității unui component (cauzată de o reacție chimică) și coeficientul său stoichiometric, raport care este identic pentru toți participanții la reacție:

$$\xi = \frac{n_1 - n_1^o}{\nu_1} = \frac{n_2 - n_2^o}{\nu_2} = \dots = \frac{n_k - n_k^o}{\nu_k} = \frac{\Delta n_i}{\nu_i} \quad (6)$$

ν_i – coeficient stoichiometric; n_i^o – numărul inițial de moli a componentului „i”.

În cazul sistemelor închise cu reacție chimică sunt utilizate două metode de analiză a stabilității și evoluției [R. Vâlcu, 1994; G. Bourceanu, et al., 1998] metoda Gibbs și metoda Prigobine – Deffay.

Metoda Gibbs. Considerând funcțiile termodinamice E, H, G, și F, dependente de parametrii de stare cunoscuți și de numărul de moli al fiecărui component, atât pentru sisteme închise, cât și pentru sisteme deschise, Gibbs stabilește următoarele relații (*ecuațiile lui Gibbs*) [I.G. Murgulescu și R. Vâlcu, 1982; G. Bourceanu, 1998]:

$$dE = T.dS - p.dV + \sum_{i=1}^k \left(\frac{\partial E}{\partial n_i}\right)_{S,V,n_{i \neq j}} .dn_i \quad (7-a)$$

$$dH = T.dS + V.dp + \sum_{i=1}^k \left(\frac{\partial H}{\partial n_i}\right)_{S,p,n_{i \neq j}} .dn_i \quad (7-b)$$

$$dF = -S.dT - p.dV + \sum_{i=1}^k \left(\frac{\partial F}{\partial n_i}\right)_{T,V,n_{i \neq j}} .dn_i \quad (7-c)$$

$$dG = -S.dT + V.dp + \sum_{i=1}^k \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T,p,n_{i \neq j}} .dn_i \quad (7-d)$$

Potențialul chimic se definește prin relația:

$$\mu_i = \left(\frac{\partial E}{\partial n_i}\right)_{S,V,n_{i \neq j}} = \left(\frac{\partial H}{\partial n_i}\right)_{S,p,n_{i \neq j}} = \left(\frac{\partial F}{\partial n_i}\right)_{T,V,n_{i \neq j}} = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T,p,n_{i \neq j}} \quad (8)$$

Ținând cont de relația (8), ecuațiile (7) se pot rescrie sub forma:

$$dE = T.dS - p.dV + \sum_{i=1}^k \mu_i .dn_i \quad (9-a)$$

$$dH = T.dS + V.dp + \sum_{i=1}^k \mu_i .dn_i \quad (9-b)$$

$$dF = -S.dT - p.dV + \sum_{i=1}^k \mu_i .dn_i \quad (9-c)$$

$$dG = -S.dT + V.dp + \sum_{i=1}^k \mu_i .dn_i \quad (9-d)$$

Ținând cont de relațiile (5 și 6), se poate scrie:

$$A = -\left(\frac{\partial G}{\partial \xi}\right)_{T,p} = -\left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)\left(\frac{dn_i}{d\xi}\right) = -\sum_{i=1}^k \mu_i .dn_i \quad (10)$$

în care:

$$v_i = \frac{dn_i}{d\xi} \quad (11)$$

Ca urmare, echilibrul chimic se poate caracteriza univoc prin relația:

$$A = -\sum_{i=1}^k \mu_i .dn_i = 0 \quad (12)$$

Conform ecuației (12), un „sistem integrat sol-apă-plante” închis se poate afla în starea de echilibru termodinamic atunci când potențialul termodinamic caracteristic are o valoare minimă, iar această valoare este invariantă în timp. Din starea de echilibru, sistemul poate evolua numai dacă se realizează micșorarea potențialului termodinamic caracteristic.

Metoda Prigogine-Deffay. Pe baza afinităților chimice, Prigogine și Deffay (1954), stabilesc condiția de echilibru a unui sistem cu reacție chimică: dacă într-un sistem închis are loc o perturbație, o modificare a unuia sau mai multor parametri de stare, care are ca rezultat o variație a avansului de reacție, sistemul va rămâne în starea de echilibru numai dacă entropia produsă în timpul perturbației este negativă [I.G. Murgulescu și R. Vâlcu, 1982; G. Bourceanu, 1998].

Ținând cont că:

$$\frac{d_{pr}S}{T} = A \quad (13)$$

condiția de echilibru și stabilitate chimică este:

$$\begin{cases} A_z = 0 & (14-a) \\ \left(\frac{\partial A}{\partial \xi}\right)_z < 0 & (14-b) \end{cases}$$

în care: „z” reprezintă starea în care se află sistemul. Particularizând relațiile (3), rezultă:

$$\left(\frac{\partial E}{\partial \xi}\right)_{S,V} = 0 \quad (15-a); \quad \left(\frac{\partial^2 E}{\partial \xi^2}\right)_{S,V} > 0 \quad (15-b)$$

$$\left(\frac{\partial H}{\partial \xi}\right)_{S,p} = 0 \quad (16-a); \quad \left(\frac{\partial^2 H}{\partial \xi^2}\right)_{S,p} > 0 \quad (16-b)$$

$$\left(\frac{\partial F}{\partial \xi}\right)_{T,V} = 0 \quad (17-a); \quad \left(\frac{\partial^2 F}{\partial \xi^2}\right)_{T,V} > 0 \quad (17-b)$$

$$\left(\frac{\partial G}{\partial \xi}\right)_{T,p} = 0 \quad (18-a); \quad \left(\frac{\partial^2 G}{\partial \xi^2}\right)_{T,p} > 0 \quad (18-b)$$

Cel mai utilizat este potențialul termodinamic Gibbs, definit în condiții izoterm-izobare, condiții mai ușor de controlat experimental. În aceste condiții, relația (2) se poate rescrie sub forma:

$$\Delta^r G_{r,q} \cdot d\xi \leq 0 \quad (19-a); \quad \Delta^r G_{r,q} \cdot w \leq 0 \quad (19-b)$$

$\Delta^r G_{r,q}$ – variația entalpiei libere Gibbs în cursul transformării; w – viteza de reacție:

$$w = \left(\frac{d\xi}{dt} \right) \quad (20)$$

În funcție de valorile vitezei de reacție (w) și ale potențialului termodinamic izoterm-izobar, pe baza relațiilor (19) se pot deosebi următoarele cazuri (1-5):

- 1) $w > 0$; $\Delta^r G_{T,p} < 0$; procesul decurge spontan în sens direct.
 - 2) $w < 0$; $\Delta^r G_{T,p} > 0$; procesul decurge spontan în sens invers.
 - 3-a) $w \neq 0$; $\Delta^r G_{T,p} = 0$
 - 3-b) $w = 0$; $\Delta^r G_{T,p} \neq 0$
 - 3-c) $w = 0$; $\Delta^r G_{T,p} = 0$
- } sistemul se află în echilibru.

Cazul 3-a se exclude, deoarece la echilibru $w = 0$. Cazul 3-b se poate realiza când se consumă integral unul sau mai mulți reactanți după ce reacția a decurs în sens direct ($\Delta^r G_{T,p} < 0$), sau când se consumă integral unul sau mai mulți produși de reacție după ce reacția a decurs în sens invers ($\Delta^r G_{T,p} > 0$). Ambele cazuri sunt frecvente în sistemele heterogene. În aceste cazuri, echilibrul chimic este doar aparent, viteza de reacție fiind foarte mică. Cazul 3-c este corespunzător echilibrului chimic „adevărat”, stabil numai dacă este verificată și relația (18-b).

4) Echilibrul chimic metastabil – în care există mai multe valori pentru ξ în intervalul stoichiometric admisibil, pentru care $\Delta^r G_{T,p} < 0$. Starea de echilibru chimic corespunde valorii entalpiei libere Gibbs în care aceasta atinge maximumul absolut, iar maximele locale ale entalpiei libere Gibbs corespund unor stări metastabile de echilibru.

5) Echilibrul chimic indiferent – când $\Delta^r G_{T,p} = 0$ pentru orice valoare a lui ξ în intervalul stoichiometric admisibil.

Ținând cont de relația de definiție a avansului de reacție, relația (7), rezultă:

$$n_i = n_i^0 + \nu_i \cdot \xi \quad (21-a)$$

sau, în cazul unui sistem cu mai multe reacții independente:

$$n_i = n_i^0 + \sum_{j=1}^r \nu_{ji} \cdot \xi_j \quad (i = 1 \div k); \quad (21-b)$$

în care: r – numărul de reacții din sistem; k – numărul de participanți la reacție; ν_{ij} – coeficientul stoichiometric al participantului „i” la reacția „j”.

Starea de echilibru a unui sistem cu reacție chimică poate fi caracterizat printr-o funcție de o singură variabilă (ξ) în raport cu o stare inițială dată.

Se remarcă faptul că metoda Prigogine-Defay, bazată pe evaluarea directă a entropiei produse în timpul perturbației sistemului, este mai generală și aplicabilă în orice condiții. Metoda Gibbs, deși este foarte practică, este aplicabilă numai în condițiile uneia dintre grupele de variabile: (T,p), (T, V), (S, p), (S, V). Criteriile de echilibru și de evoluție prezentate sunt riguroase și general aplicabile. În cazul „sistemelor integrate sol-apă-plante”, se cere însă o testare rapidă a posibilităților de desfășurare a unui proces (*tabelul 3.1*). Pentru operativitate, în aceste cazuri, se poate apela la *criteriul Dodge* care utilizează valorile standard de referință ale potențialului Gibbs, $\Delta^r G_{298K, 1 \text{ atm.}}^0$. În testări se propun ca valori orientative preliminare următoarele:

- a) $\Delta^r G_{298K, 1 \text{ atm.}}^0 < 0 \Rightarrow$ procesul are șanse de realizare;
- b) $0 \leq \Delta^r G_{298K, 1 \text{ atm.}}^0 \leq 10.000 \text{ cal.mol}^{-1} \Rightarrow$ procesul este îndoielnic, dar se recomandă o investigare experimentală pentru testarea posibilității de realizare;

c) $\Delta^r G^{\circ}_{298K, 1 \text{ atm.}} > 10.000 \text{ cal.mol}^{-1} \Rightarrow$ procesul nu se poate declanșa spontan și, chiar dacă s-ar putea realiza, necesită condiții speciale.

Recent criteriul a fost perfecționat prin îngustarea domeniului de nesiguranță $\Delta^r G^{\circ}_{298K, \text{ atm.}} \leq 5.000 \text{ cal.mol}^{-1}$

Tabelul 3.1.

Sensul de evoluție a reacțiilor reversibile, după semnul funcțiilor $\Delta^r H^{\circ}$, $\Delta^r S^{\circ}$ și $\Delta^r G^{\circ}$

Semnul funcțiilor termodinamice standard			Observații
$\Delta^r S^{\circ}$	$\Delta^r H^{\circ}$	$\Delta^r G^{\circ}$	
$\Delta^r S^{\circ} \approx 0$	$\Delta^r H^{\circ} \approx \Delta^r G^{\circ}$		<p>Semnul căldurii de reacție determină și semnul pentru $\Delta^r G^{\circ}$. Reacțiile exoterme decurg spontan în sens direct (de la stânga la dreapta).</p> <p>Influența temperaturii este neglijabilă (T. $\Delta^r S^{\circ} \approx 0$).</p> <p>Cazul este urmat de reacții cu $\Delta^r S^{\circ}$ foarte mici în faze condensate și reacții în gaze cu $\Delta^r v = 0$.</p>
$\Delta^r S^{\circ} > 0$	$\Delta^r H^{\circ} > 0$	$\Delta^r G^{\circ} > 0$	Reacția inversă este posibilă la temperaturi joase, T. $\Delta^r S^{\circ} < \Delta^r H^{\circ}$.
		$\Delta^r G^{\circ} < 0$	Reacția directă este posibilă la temperaturi înalte, T. $\Delta^r S^{\circ} > \Delta^r H^{\circ}$ ($\Delta^r v > 0$).
	$\Delta^r H^{\circ} < 0$	$\Delta^r G^{\circ} < 0$	Reacții posibile termodinamic într-un interval larg de temperaturi.
$\Delta^r S^{\circ} < 0$	$\Delta^r H^{\circ} > 0$	$\Delta^r G^{\circ} > 0$	Reacții imposibile termodinamic.
		$\Delta^r G^{\circ} < 0$	Reacția directă este posibilă la temperaturi joase, T. $\Delta^r S^{\circ} \approx 0$.
		$\Delta^r G^{\circ} > 0$	Reacția inversă este posibilă la temperaturi ridicate; produsul T. $\Delta^r S^{\circ}$ crește și determină schimbarea semnului lui $\Delta^r S^{\circ}$ ($\Delta^r v > 0$).

Sisteme integrate sol-apă-plante deschise

Prin stare stabilă în acest caz nu se definește practic o stare de echilibru termodinamic, ci o stare staționară. Stările staționare sunt stări speciale ale echilibrului termodinamic în care derivatele parțiale (locale) ale mărimilor de stare sunt nule, sau stările în care parametrii de stare sunt independenți de timp [G. Bourceanu et al., 1989; G.M. Anderson și D.A. Crerar, 1993; R.Vâlcu, 1994; G. Bourceanu, 1998; J.J. Luetich, 2002]. În forma sa cea mai generală, stabilitatea termodinamică a stărilor staționare departe de echilibru, în sisteme integrate sol-apă-plante deschise, este redată prin relațiile:

$$\Delta^2 S < 0 \quad (22-a)$$

$$\frac{d}{dt}(\delta^2 S) \geq 0 \quad (22-b)$$

Relația (22-a) constituie condiția de necesitate, iar relația (22-b) constituie condiția de suficiență a stabilității stărilor staționare. Violarea condiției (22-b) constituie o indicație a depărtării sistemului de starea de echilibru, sistemul devenind instabil. Relația (22-a) permite determinarea condiției necesare pentru producția minimă de entropie, în cazul relațiilor neliniare între fluxuri și forțe termodinamice. Matematic se poate demonstra că inegalitatea [G. Bourceanu, 1998; W.J. Weber Jr., 2001; J.J. Luetich, 2002]:

$$d_x P \leq 0 \quad (23)$$

reprezintă una dintre cele mai generale criterii de evoluție a oricărui sistem aflat departe de echilibru. Semnul egalității corespunde cazului când sistemul se află în stare staționară. Din relația (23) rezultă:

$$d_x P = dP - d_j P \leq 0 \quad (24-a)$$

$$d_j P \geq dP \quad (24-b)$$

Pentru stările staționare:

$$d_j P = dP \quad (25-a)$$

$$dp = \sum_k A_k \cdot dw_k \geq 0 \quad (25-b)$$

în care: dP – producția de entropie; J – flux termodinamic; A_k – afinitatea chimică a reacției „ k ”; w_k – viteza de transformare; X – forță termodinamică; este definită prin relația:

$$X_i = \frac{A_i}{T} \quad (26)$$

Din suficiența condiției de stabilitate, relația (25-b), rezultă:

$$T \cdot d_X p = \sum_{k=1}^N w_k \cdot d(A_k) \quad (27)$$

în care: N – numărul total de componenți ai sistemului considerat. Relația (27) indică faptul că, dacă în sistem are loc o perturbație, ca urmare a modificării afinităților chimice față de valorile din starea staționară, are loc o creștere a producției de entropie.

Aplicarea condiției de echilibru (12) presupune alegerea unui model adecvat pentru potențialul chimic, care diferă în funcție de starea în care se află sistemul, omogen sau heterogen (gaz / solid; lichid / solid; lichid / gaz etc.).

Premizele cinetice ale modelului

Viteza unui proces chimic depinde de concentrațiile participanților la proces, de temperatură și de natura catalizatorilor prezenți în sistemul de reacție [I.G. Murgulescu et al., 1981; G.M. Anderson și D.A. Crerar, 1993]. În absența catalizatorilor, viteza de reacție se poate exprima sub forma unei funcții de tipul:

$$w = f(T, C_i; i = 1 \div n) \quad (55-a)$$

care se pot factoriza sub forma:

$$w = f_c(C_i; i = 1 \div n) \cdot f_T(T) \quad (55-b)$$

respectiv:

$$w_c = f_c(C_i; i = 1 \div n) \quad (56-a)$$

$$w_T = f_T(T) \quad (56-b)$$

în care: f_c – funcție care depinde numai de concentrațiile participanților la reacție; f_T – funcție care depinde numai de temperatură; n – numărul de participanți la reacție.

Ecuatiile cinetice fundamentale (56) redau influențele concentrațiilor participanților la reacție, respectiv influența temperaturii asupra vitezelor de transformare. În studiile curente, ecuațiile (56) se utilizează sub următoarele forme explicite:

$$w = k_v \cdot \prod_{i=1}^n C_i^{v_i} \quad (V.57); \quad k = A \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad (I.58)$$

în care: C_i – concentrațiile participanților la reacție la un moment dat; n – numărul participanților la reacție; v_i – coeficientul stoichiometric al participantului „ i ” la reacție; k_v – constantă de viteză (viteză specifică); A – factor preexponențial (în ecuația lui Arrhenius, este independent de temperatură); E_a – energia de activare a reacției; R – constanta generală a gazelor ideale; T – temperatura absolută.

Ecuatia (57) este valabilă în cazul reacțiilor care au loc în regim static. În cazul proceselor care se desfășoară soluri, sistemele integrate „sol-apă-plante” sunt caracterizate printr-un schimb continuu de substanță și energie cu mediul extern, adică aceste procese au loc în regim dinamic. În aproximația „reactorului continuu tubular”, viteza de reacție a proceselor în regim dinamic se poate formula astfel:

$$w = -\frac{n_l^o}{v_l} \left(\frac{d\alpha}{dV_r} \right) \quad (59)$$

În ipoteza că modificarea de volum datorată reacției este neglijabilă, relația (62) se poate rescrie sub forma:

$$w = \frac{1}{v_l} \left(\frac{d\alpha}{d(V_r/V)} \right) \quad (60)$$

în care: v_l – coeficientul stoichiometric al reactantului limitativ (reactantul care în momentul inițial al reacției se găsește în sistemul reactant în concentrația cea mai mică); n_1^0 – numărul inițial de moli al reactantului limitativ; α – grad de conversie: $\alpha = 1 - (C_i / C_0)$; V_r – volumul spațiului de reacție; V – volumul de amestec reactant care trece prin spațiul de reacție în unitatea de timp; (V_r/V) – timp spațial (timp de contact).

Constanta de echilibru pentru o reacție chimică are expresia:

$$v_1.A_1 + v_2.A_2 + \dots + v_i.A_i \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} v'_1.A'_1 + v'_2.A'_2 + \dots + v'_j.A'_j$$

$$K_c = \frac{\prod_{j=1}^m [A'_j]^{v'_j}}{\prod_{i=1}^n [A_i]^{v_i}} = \frac{k_1}{k_{-1}} \quad (61)$$

în care: $[A_i]$; $[A'_j]$ – concentrațiile analitice (moli / litru) ale reactanților, respectiv produșilor de reacție; n – numărul de reactanți; m – numărul produșilor de reacție; v_i ; v'_j – coeficienții stoichiometrici ai reactanților, respectiv produșilor de reacție; k_1 ; k_{-1} – constantele de viteză pentru reacția directă, respectiv reacția inversă.

Conform ecuației lui van't Hoff, între constanta de echilibru și temperatura absolută există următoarea relație:

$$\left(\frac{dK_c}{dT} \right) = \frac{\Delta' H^o(T)}{RT^2} \quad (62)$$

Combinând relațiile 58, 61 și 62 rezultă următoarea relație de legătură între entalpia de reacție și energiile de activare ale reacțiilor directă și inversă:

$$E_{a(1)} - E_{a(-1)} = \Delta' H^o(T) \quad (63)$$

Constanta A din ecuația (58) nu este independentă de temperatură. *Kassel* (citată după *I.G.Murgulescu et al., 1981*) reformulează această lege cinetică sub forma:

$$k = A'.T^m \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad (64)$$

în care: m – constantă; A' – factor de frecvență, independent de concentrație și de temperatură.

Procesele de speciație, distribuție interfazică și de migrare a componentilor chimici, ca factori de risc potențiali sau efectivi, în sistemele integrate sol-apă-plante sunt procese extrem de complexe ale căror mecanisme de desfășurare presupun o succesiune bine determinată de procese elementare – *figura 3.5*. Sistemul reactant inițial evoluează spre starea finală (produși de reacție) printr-o succesiune de configurații intermediare care, de obicei, sunt faze metastabile cu activitate biologică deosebită și potențial de risc ridicat. Cu excepția reacțiilor competitive, etapa lentă a unui mecanism de reacție este etapa determinantă de viteză a procesului global.

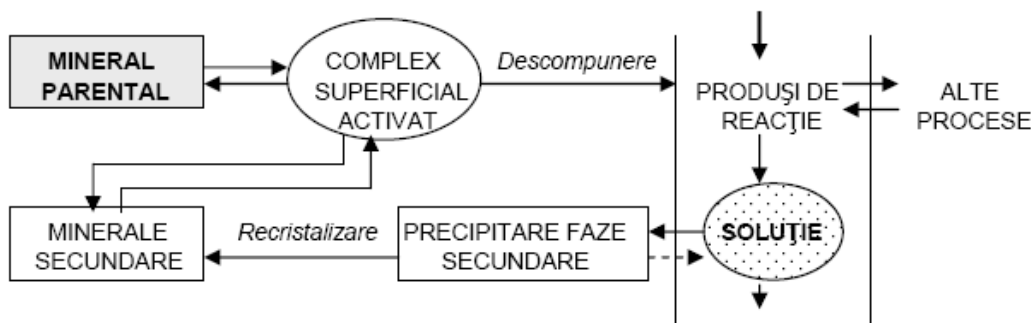
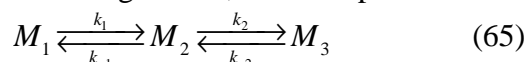


Fig. 3.5. Reprezentarea simplificată a principalelor secvențe ale proceselor de distribuție interfațială și de migrare a componentelor chimice în sisteme integrate sol-apă-plante (adaptare după H.Sverdrup și P.Warfvinge, 1995).

Dintre variatele procese factorii de risc chimici sau biochimici pot deveni activi sau potențiali, cele mai importante sunt procesele de speciație și procesele de distribuție interfațială. Una dintre concluziile importante ale studiilor existente în literatura de specialitate este că, la temperaturi scăzute (25°C), aceste procese constituie etapele critice (determinante de viteză) ale proceselor globale prin care factorii de risc chimici și biochimici își manifestă efectiv nocivitatea.

Majoritatea proceselor globale prin care factorii de risc chimici și biochimici își manifestă efectiv nocivitatea impun o desfășurare în lanț a mai multor reacții elementare (reacții consecutive). În forma cea mai generală, astfel de procese sunt reprezentabile astfel:



în care: M_i – minerale implicate în succesiunea de transformări; k_i – constante de viteză. Cinetica completă a sistemului de reacție este descrisă de ecuația:

$$[M_3] = [M_3]_o + [M_2]_o [1 - e^{(-k_2 t)}] + [M_1]_o \left\{ 1 - e^{(-k_1 t)} - \frac{k_1}{k_1 k_2} [e^{(-k_1 t)} - e^{(k_2 t)}] \right\} \quad (66)$$

În majoritatea cazurilor de interes practic, ecuația (66) se aplică în următoarea aproximație: $k_2 \ll k_1$ și $[M_2]_o = 0$ (ceea ce înseamnă că prima secvență de reacție este determinantă pentru evoluția procesului global). În aceste condiții, ecuația (66) devine:

$$[M_3] = [M_1]_o \cdot \frac{k_1}{k_2} \cdot \exp(-k_1 t) \quad (67)$$

La aplicarea formalismului cinetic corespunzător reacțiilor succesive trebuie să se țină cont de faptul că în desfășurarea procesului global apar aproape invariante faze intermediare (figura 3.4), care se comportă analog speciei M_2 din schema de reacție (65) și care determină o o comportare neliniară a procesului global.

Aplicând ecuația (57) pentru schema de transformare (65) rezultă următoarea relație pentru viteza procesului global:

$$w = \sum_i C_i \cdot k_{ir} = \sum_i C_i \cdot A_i \cdot \exp\left(-\frac{E_{a,i}}{RT}\right) \quad (68)$$

în care: C_i – concentrații analitice (moli / l); k_{ir} – constantele de viteză; A_i – factorii preexponențiali; $E_{a,i}$ – energiile de activare corespunzătoare proceselor elementare (individuale). Această ecuație cinetică indică faptul că energia de activare a procesului global este dată de contribuția tuturor reacțiilor elementare incluse în mecanismul de transformare.

Energiile de activare ale proceselor biogeochimice în sisteme sol-apă-plante variază în limite relativ largi (1÷100 kcal / mol). Pentru procesele în medii fluide controlate de difuzie,

energia de activare variază în jurul valorii 5 kcal / mol, iar pentru majoritatea proceselor de care implică interacțiuni mineral / soluție energia de activare variază între limitele 10÷20 kcal / mol. Reducerea energiilor de activare în cazurile menționate este atribuită apariției unor efecte catalitice sau de synergism.

Aproximațiile de lucru și redimensionarea parametrilor de evaluare și estimare a factorilor de risc pentru cazul sistemelor integrate sol-apă-plante

Conceptul de „mediu”, mai corect geosistem, include un spectru foarte larg de sisteme geochimice-geologice extrem de complexe sub aspectul compoziției și structurii și foarte dinamice (figura 3.6). Cele mai multe secvențe ale ciclurilor elementelor chimice și ale altor forme de transfer material, energetic, informațional natural se desfășoară în zonele de interferență ale geosferelor. Coexistența sistemică conferă acestor procese o sensibilitate specifică, atât față de influențele directe (interne sau externe), cât și față de cele indirecte, exercitate prin filiere mai complexe, cu mai mulți participanți, atât de factură naturală, cât și antropogenă.

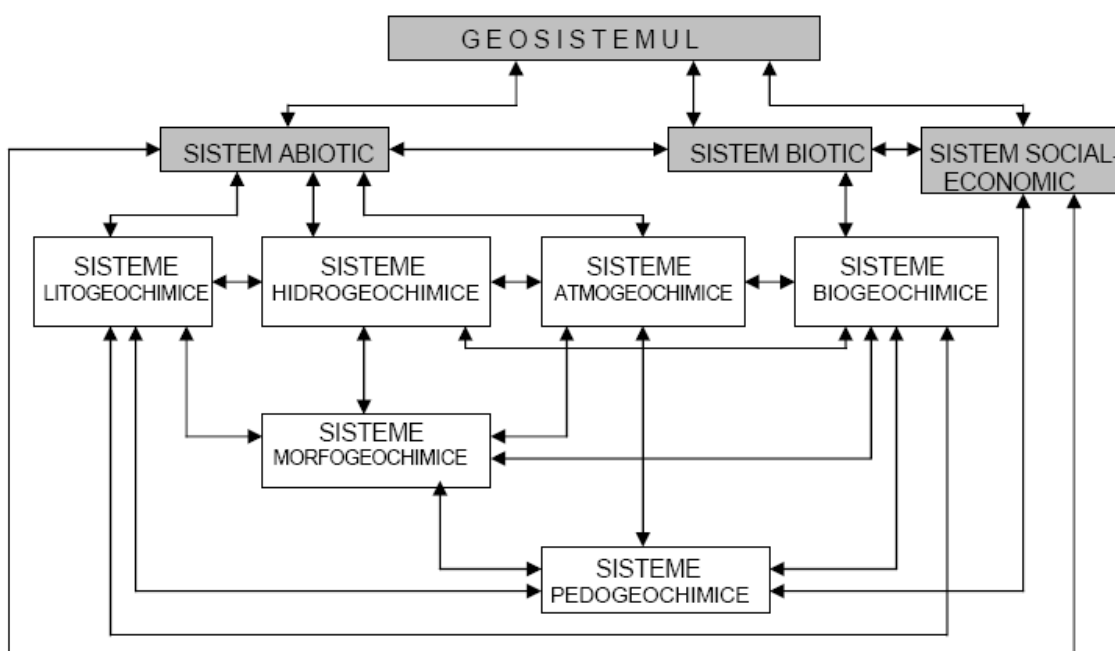


Figura 3.6. Structura interactivă schematică a implicațiilor (elemente, procese) geologice / geochimice / biotice în geosistem.

Ca efect al interacțiunilor multiple, procesele naturale (geologice, geochimice și biotice) suferă transformări atipice, de natură genetică și dinamică, ce conturează componentele esențiale ale riscului: (i) accelerarea proceselor naturale cu evoluție lentă; (ii) reactivarea proceselor naturale stagnante sau latente; (iii) inițierea unor procese noi cu caracter nespecific. Forța motrice a acestor procese cu potențial de risc nu este numai de ordin fizico-mecanic (dezechilibrul gravitațional, diferențe de presiune litostatică / hidrostatică, forțe și tensiuni mecanice etc.), chimic sau biologic. În opinia noastră este vorba mai degrabă de o forță cu caracter mixt, care presupune acțiunea simultană, a unor forțe mecanice, chimice, electromagnetice, superficiale etc. Ca urmare, delimitarea zonelor de acțiune a diferitelor procese de risc, cu arii de influență relativ determinate, evaluarea factorilor de risc, cât și modelarea prognozelor, necesită corelarea mai multor categorii de informații referitoare la structurile geologice în care au loc procesele, caracterele chimico-mineralogice și contextul

geotectonic al sistemelor geologice-geochimice în care se inițiază și se propagă, dinamica proceselor din litosferă și factorii predeterminanți ai acestora (factorii de inițiere naturali / accidentali) – *figura 3.7.*

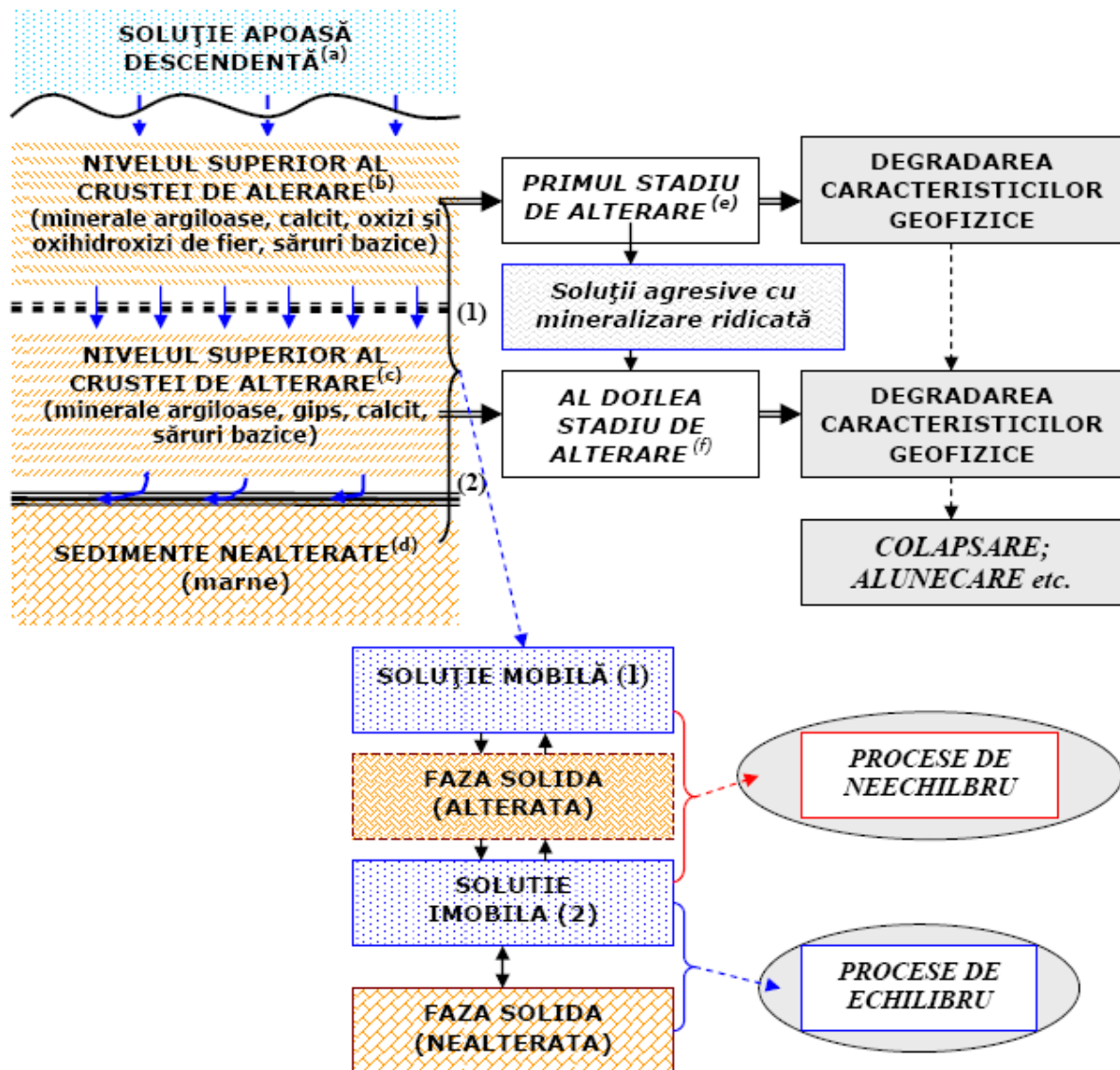


Figura 3.7. Modelul preliminar al relațiilor interactive între scoarța de alterare, procesele geochimice și procesele geomorfologice.

Modul cum este organizat „mediul” poate fi cunoscut prin investigarea unor componente structurale și a dinamicii unor procese. Procesele geochimice și biogeochemice sunt printre cele mai utilizate pentru caracterizarea a ceea ce numim „sisteme de diferite niveluri ierarhice” din structura mediului. Altfel spus, parametri geochimici și biogeochemici sunt considerați a fi emergenți doar la anumite niveluri de organizare a mediului. Pe de altă parte, obținerea unor cunoștințe cu caracter cât mai general (valabile pentru toate sistemele de un anumit nivel ierarhic) se poate face doar investigând o populație (statistică) de sisteme similare, ceea ce în cazul unor sisteme ample este dificil. Astfel de cercetări sunt relativ rare (de exemplu, cele din zona experimentală Hubbard Brook, <http://www.hubbardbrook.org/>) și s-au concentrat în special pe macroelemente. Ideea de a contamina în mod deliberat (în condiții controlate) a unor ecosisteme este considerată ne-etică, deși metoda s-a aplicat în *Experimental Lakes Area* (<http://www.dfo-mpo.gc.ca/regions/central/science/enviro/ela->

[rle_e.htm](#)). Ca o alternativă, recent s-a consolidat ideea de a folosi sistemele deja contaminate ca zone de cercetare fundamentală pentru investigarea proceselor geochimice și biogeochimice. Avantajul lor pentru cercetarea fundamentală este numărul mare și interesul socio-economic scăzut pentru folosirea acestor zone în alte scopuri. Cum potențialul României în acest sens este, din nefericire, mare, pentru realizarea obiectivelor acestui proiect o extindere a cercetărilor și în această direcție este binevenită, mai ales că studiile realizate în România până acum în astfel de locații sunt reduse numeric și de mică amploare.

Majoritatea studiilor existente pentru estimarea și evaluarea riscurilor au la bază una dintre variantele modelelor geodinamice, cu care se operează în baza unor restricții impuse de caracterul particular al fiecărui tip de proces și localizarea spatio-temporală a acestuia. Aceste modele se aplică în baza mai multor tipuri de aproximații: mecanice, geologice, geotehnice, geologice-geochimice, termodinamice, cinetice etc. În cazul sistemelor geologice-geochimice cu extindere spațială relativ redusă și cu grad de omogenitate ridicat, prognozele bazate pe modelele cinetice duc la rezultate satisfăcătoare.

Comparativ cu modelele existente în literatura de specialitate, modelul de evaluare a riscurilor propus de noi se bazează pe o serie de aproximații termodinamice, cinetice și geomecanice, concordant cu caracteristicile geologico-geochimice și biogeochimice ale perimetrelor de lucru. Principalele elemente de noutate ale modelului propus, sunt: (i) considerarea rolului jucat de procesele biogeochimice; (ii) modelul interactiv de concepere a interacțiunilor dintre subsisteme (minerale, organice, apoase, biotice etc.) atât la scară macroscopică, cât și la scară microscopică; (iii) considerarea factorului antropic în modificarea mecanismelor de evoluție naturală a proceselor de risc.

Studiile realizate în ultimii 10-15 ani au condus la un cumul de informații satisfăcătoare privind dinamica proceselor biogeochimice în cele mai variate tipuri de sisteme ecologice. Tendințele actuale, la care este circumscris și modelul propus de noi, sunt orientate spre studiul circuitelor biogeochimice ale principalilor factori de risc chimic și biochimic în sisteme la scări cuprinse între cea locală și cea globală. Miza aplicativă în acest domeniu este enormă fiind și de la sine înțeleasă. Cercetările au dus la apariția conceptelor de „hot spot” (HS) și „hot moments” (HM), înțelese ca zone în spațiu și perioade de timp în care vitezele proceselor geochimice și biogeochimice sunt foarte mari în comparație cu alte zone, respectiv perioade, ceea ce le imprimă caracteristici de „puncte” sau „etape” determinante ale proceselor biogeochimice la scară locală, posibil și la scară globală. O problemă importantă, fără un răspuns clar deocamdată, legat de aceste concepte este la ce scară trebuie aplicate. Atunci când perspectiva este aplicativă, scara este impusă de problema managerială de rezolvat, iar problema dispare (în fond acesta este răspunsul abordării socio-ecologice). Din perspectiva unei abordări științifice, problema se poate reformula astfel: există în mod obiectiv anumite scări spațio-temporale de analiză la care HS și HM pot fi identificate (ipoteza 1), sau mai degrabă HS și HM pot fi identificate la orice scară de analiză (ipoteza 2)? Dacă ipoteza 1 ar fi confirmată, atunci ea ar susține teoria nivelurilor ierarhice de organizare a mediului, conform căreia există un număr de niveluri ierarhice și fiecare nivel ierarhic este caracterizat de anumite proprietăți emergente, prin care îl identificăm - HS și HM pot funcționa ca astfel de proprietăți emergente. Dacă ipoteza 2 ar fi confirmată, atunci noțiunea de nivel ierarhic s-ar dovedi inadecvată și are trebui să reconceptualizăm relația dintre scara de analiză și apariția proprietăților emergente (eventual prin utilizare unui indicator cantitativ de apariție a proprietăților emergente cu creșterea scării spațio-temporale de analiză). În acest context, se poate desprinde ipoteza că HS și HM se organizează relativ independent la anumite scări spațio-temporale. În termeni de analiză sistemică, ipoteza implică faptul că sistemul de scară mare nu este total decompozabil în subsisteme, că nu există un model homomorf care să dea seamă de toate trăsăturile sale relevante. Din perspectiva modelării matematice, ipoteza implică faptul că nu se pot crea modele care să reducă funcționarea

sistemelor de scară mare la cea a sistemelor de scară mică, și atunci trebuie dezvoltate modele independente cel puțin în ce privește anumite proprietăți ale sistemului. Aceste consecințe ar ține de structura obiectivă a naturii, nu de constrângeri de natură pragmatică, care la ora actuală duc la o abordare *de facto* independentă a modelării proceselor geochimice și biogeochimice în sisteme scări diferite.

În modelarea proceselor de risc chimic și biogeochimice, legile termodinamice și cinetice se aplică în forme aproximative dependente de complexitatea procesului, datele existente despre acel proces și scopul urmărit. Practic nu se poate aplica un algoritm general de modelare, valabil oricărui tip de proces sau sistem integrat sol-apă-plantă. Analiza și interpretarea dinamicii sistemelor integrate sol-apă-plantă se realizează în baza unor aproximații impuse de particularitățile fizico-chimice, biologice și geochimice ale fiecărui sistem în parte. Caracterizarea univocă a unui „sistem integrat sol-apă-plantă” necesită cunoașterea riguroasă a parametrilor care îl caracterizează, iar în practică alegerea parametrilor și funcțiilor de stare pentru sistemele integrate sol-apă-plantă este mai dificil de realizat. În consecință, discuțiile referitoare la dinamica și stabilitatea acestor sisteme se realizează în raport cu factorii fizico-chimici, biochimici și geochimici mai bine cunoscuți și care sunt mai ușor accesibili determinărilor experimentale directe, considerate ca fiind cele mai adecvate pentru a descrie univoc și riguros starea unui sistem integrat sol-apă-plantă dat.

În principiu, modelarea propusă de noi – urmărind reproducerea la nivel teoretic a unor procese biogeochimice, evidențierea mecanismelor specifice de evoluție și a legilor care guvernează dinamica factorilor de risc chimic, biochimic și geochimic – presupune două componente de bază: (i) descrierea fenomenologică (fizico-chimică, mineralogică, geologică, geochimică, biochimică etc.); (ii) aproximarea procesului printr-un model matematic adecvat (figura 3.8). Modelarea și simularea proceselor biogeochimice a progresat și s-a extins ca arie de aplicabilitate la fenomene extrem de variate, înglobând o sumă de metode teoretice și experimentale extrem de utile pentru cercetările pedogeochimice și agrochimice. Practic, pentru orice proces sau sistem poate fi formulat un model teoretic, problema este reductibilă însă la două aspecte esențiale: (i) nivelul de aproximație realizat; (ii) aplicabilitatea în studiul proceselor reale. În practică, atât la nivel teoretic, cât și la nivel experimental, se utilizează formule sau soluții de compromis, sub argumentul că particularitățile unui anumit proces sau fenomen impun anumite restricții și aproximații. Un lucru este însă esențial în această problemă, indiferent de nivelul la care se realizează aproximarea, concordanța dintre rezultatele modelării și dinamica reală a procesului modelat trebuie să fie cel puțin de nivel satisfăcător. În plus, modelarea trebuie să ofere și rezultate reproductibile și precise.

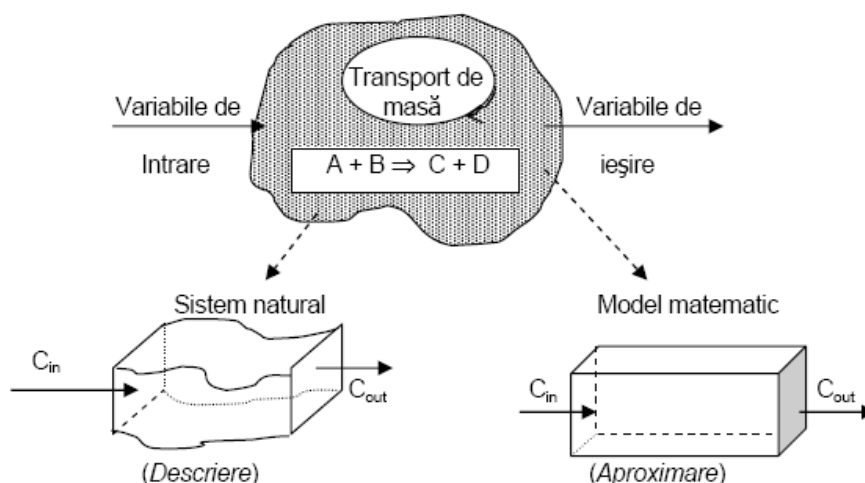


Figura 3.8. Strategia generală de modelare a proceselor și sistemelor biogeochimice (adaptare după W.J. Webere Jr., 2001).

În literatura de specialitate sunt descrise un număr însemnat de modele și aproximații de lucru aplicabile diferitelor procese de evoluție a factorilor de risc, care permit obținerea unor rezultate satisfăcătoare:

1. *Metodele și aproximațiile care au la bază conceptul de echilibru chimic.* Sunt cele mai frecvente și sunt aplicate în diverse variante, atât la sistemele și procesele simple (elementare) cât și la cele complexe, mono- sau multicomponente, omogene sau heterogene, închise sau deschise etc.. În legătură cu conceptul de „stare de echilibru”, în cazul sistemelor sol-apă-plante trebuie făcute o serie de precizări suplimentare. Dintre variantele bazate pe conceptul de echilibru chimic curent aplicat în ultima perioadă, se remarcă metoda „minimalizării entalpiei libere Gibbs” și metoda echilibrelor forțate. Avantajele acestor metode constau în operativitatea de lucru pentru factorii care determină „echilibrul actual” în sistemele reale, spre deosebire de metodele clasice care utilizează în analiză pentru descrierea stării de echilibru o serie de postulate, care nu totdeauna sunt adecvate la complexitatea sistemelor și proceselor biogeochimice.

2. *Metode și aproximații cinetice.* Deși inițial s-au dezvoltat în paralel cu modelele termodinamice, acestea au devenit în scurt timp indispensabile în studiul proceselor biogeochimice prin modelare teoretică. În ultimul timp au fost elaborate și dezvoltate o serie de modele hidride, bazate atât pe principii termodinamice, cât și pe principii cinetice, și care oferă posibilitatea descrierii mult mai riguroase a dinamicii proceselor biogeochimice.

Principalul avantaj al acestor modele îl constituie posibilitatea realizării unei distincții mai clare între stările stabile, instabile și metastabile ale sistemelor și, respectiv, evaluarea mai exactă a compoziției fazelor în sistemele heterogene.

3. *Metode și aproximații bazate pe conceptul de stare staționară.* Au fost dezvoltate relativ recent și, după rezultatele obținute până în prezent, oferă rezultate superioare modelelor bazate pe starea de echilibru.

3.8.6. Documentare privind fenomenele de poluare cu metale grele și mecanismele sale în sol, apă și plante

Considerații preliminare

Metalele grele sunt elemente cu proprietăți metalice, număr atomic > 20 și densitatea $> 5,6 \text{ kg / dm}^3$ [S.M. Ross, 1994; S.M. Glasauer et al., 2005; D.C. Adriano et al., 2005]. În literatura actuală termenul de „metal greu” este utilizat cu o semnificație mai largă incluzând și alte metale care au densitatea $< 5,6 \text{ kg / dm}^3$. De obicei, la utilizarea termenului de metal greu se juxtapune inevitabil cu noțiunea de ecotoxicitate.

Aici trebuie însă multă prudență în interpretarea datelor și utilizarea termenilor deoarece metalele grele își manifestă efectele nocive numai în anumite condiții (anumite forme de speciație, gradul de mobilitate într-un sistem dat, concentrațiile formelor de speciație etc.) și, pe de altă parte, o serie de metale grele, în anumite concentrații pot avea funcții de microelemente sau micronutrienți în sistemele sol-apă-plante.

Metalele grele apar în sol în mod natural (*tabelul 3.2*) în concentrații relative mici. Unele dintre aceste metale au rol fiziologic benefic (Zn, Mg, Se etc.), dar o dată cu creșterea concentrației peste limita de toleranță devin toxice, atât pentru plante, cât și pentru animale sau om. Metalele grele existente în sol au origini diferite:

(i) *metalele litogenice* - provin direct din litosferă (materialul parental);

(ii) *metalele antropogenice* – apar în sol ca rezultat direct sau indirect a activităților umane.

Tabelul 3.2..

Principalele tipuri de procese formatoare de soluri și tendințele de migrare a elementelor urmă
(A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007).

Proces	Zona climatică favorabilă	Unitatea de sol tipică	Tendințele elementelor minore la suprafața solului	
			Acumulare	Migrare
Fără alterare chimică	Ținuturi înghețate sau deșert	R, Q, Y	-	-
Podzolire	Zonele subarctice	D, P	Co, Cu, Mn, Ni, Ti, V, Zr (în orizontul iluvial)	B, Ba, Br, Cd, Cr, I, Li, Mn, Rb, Se, Sr, V, Zr.
Aluminizare	Temperat umed și rece	B, L, M, W, A	Co, Mn, Mo, V (în orizontul gleic)	B, Ba, Br, Cu, I, Se, Sr
Lateritizare	Tropical umedă	A, F, N	B, Ba, Cu, Co, Cr, Ni, Sr, Ti, V	-
Alcalinizare	Climat cald cu sezoane secetoase	Z, S, (X)	B, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Se, Zn, V	-
Formațiuni hidromorfe	Soluri intrazonale	-	B, Ba, Co, Cu, I, Mn, Mo, Se, Sr, U (în orizontul organic)	B, Br, Co, Cu, Mn, Ni, U, V.

În timpul proceselor pedogenetice, distribuția spațială în soluri a metalelor litogenice sau antropogenice se modifică în mod continuu. Ca urmare, la estimarea conținuturilor reale de metale grele din soluri este necesar ca rezultatele analitice să fie raportate la concentrațiile normale ale fiecărui metal în solul studiat („fondul geochemic”). Valoarea acestei concentrații depinde de locul de referință, tipurile de roci, condițiile de mediu sau adâncime.

Valoarea concentrațiilor normale de metale grele în sol [D.C. Adriano et al., 2005]:

Plumbul: concentrația normală (obișnuită) în sol este cuprinsă între 0,1-20 ppm, iar în plante între 0,5-3 ppm. Dacă se depășesc aceste valori plumbul devine toxic. Practic se reduc procesele de oxidare împreună cu cel de fotosinteză, iar efectul secundar constă în încetinirea creșterii plantelor sau chiar moartea lor.

Zincul: concentrația normală (obișnuită) în sol este cuprinsă între 10-300 ppm. Peste valoarea de 400 ppm metalul devine nociv deoarece nu permite absorbția de elemente esențiale.

Cuprul: concentrația normală (obișnuită) în sol este cuprinsă între 1-20 ppm. O concentrație mai mare duce la poluarea solului prin modificarea structurii și stabilității hidrice.

Cadmiu: este unul dintre metalele grele cu toxicitatea ridicată pentru plante, animale și om. concentrația normală (obișnuită) în sol este < 1 ppm. Cele mai mari conținuturi de Cd sunt prezente în fosfații bruți, de aceea este importantă estimarea corectă a conținutului de Cd din îngrășămintele fosfatice.

Mercurul: concentrația anormală (obișnuită) în sol este < 1 ppm, limita maximă fiind de 2 ppm. Acest metal este îndepărtat ușor prin volatilizare de aceea riscul de contaminare a solului este mai puțin ridicat.

Nichelul: concentrația normală (obișnuită) în sol este cuprinsă între 2-50 ppm, dar aceasta poate ajunge până la 10.000 ppm. Limita de toleranță este de cca 50 ppm.

Cromul: devine poluant doar când se găsește sub formă de specii derivate de la starea de oxidare Cr(VI). concentrația normală (obișnuită) în sol este cuprinsă între 2-50 ppm, iar în cele poluate poate atinge valori de 20.000 ppm.

Arsenul: concentrația normală (obișnuită) în sol este cuprinsă între 0,1-20 ppm, iar în solurile poluate ajunge până la 8.000 ppm.

Borul: spre deosebire de alte elemente, borul se elimină prin levigare (migrare în apa freatică) ceea ce reduce capacitatea acestuia de a se acumula în soluri; concentrația normală (obișnuită) în sol este cuprinsă între 5-20 ppm, iar în cele poluate ajunge la 1 000 ppm.

Cobaltul: în sol este întâlnit destul de frecvent având concentrații cuprinse între 1-10 ppm. Cobaltul se fixează în stratul mineralelor argiloase și este un element foarte toxic pentru plante. Limita concentrației normale este 50 ppm.

Seleniul: cantitatea obișnuită de seleniu din sol este cuprinsă între 0,01-5 ppm, dar există situații când atinge și 1.200 ppm. În condițiile în care nu se depășește limita concentrației impusă de Normele Internaționale, seleniul devine chiar benefic pentru animale.

Molibdenul: concentrația normală (obișnuită) în sol este cuprinsă între 0,2-5 ppm. În solurile contaminate poate ajunge până la 200 ppm.

Surse de poluare a solurilor cu metale grele

Modalitățile metalelor grele de a ajunge în sol sunt diverse. Cauza principală o reprezintă depunerea din pulberile sedimentabile (provenite din atmosferă) la care se adaugă proveniența din iazurile de decantare a apelor uzate, evacuarea accidentală a substanțelor chimice periculoase sau depozitarea necontrolată a deșeurilor. O altă sursă importantă o reprezintă poluarea în urma activităților agricole, poluanții provenind din îngrășăminte sub acțiunea apei de irigație sau precipitații. Principalele surse de poluare a solurilor cu metale grele sunt prezentate sintetic în [tabelul 3.3](#). Sursele de poluare care generează preponderent deșeuri ce conțin metale grele sunt diverse ramuri ale industriei, transporturile, iar în agricultură acestea pot fi întâlnite, în varietăți și cantități diferite, în apele și nămolurile zootehnice. Metalele grele pot apărea în sol și ca urmare a utilizării în agricultură a unor surse de fertilizare, amendare precum și datorită folosirii pesticidelor.

Tabelul 3.3.

Principalele surse de poluare a solului cu metale grele

Metalul	Sursa
As	Prepararea și aplicarea pesticidelor. Conservarea lemnului. Minerit
Cd	Acoperiri metalice. Fabricarea bateriilor Ni – Cd. Depozitarea deșeurilor industriale cu Cd
Cr	Acoperiri metalice. Vopsirea materialelor textile. Tăbăcirea pieilor. Fabricarea pigmentilor. Conservarea lemnului
Hg	Obținerea produselor clorosodice. Producția de armament. Metalurgia cuprului și zincului. Vopsele. Depozitarea deșeurilor industriale cu Hg
Pb	Metalurgie și siderurgie. Fabricarea acumulatorilor cu Pb. Spargerea acumulatorilor cu Pb. Producția și folosirea de muniție. Vopsele și cerneluri. Minerit. Fabricarea sticlei-cristal. Fabricarea și folosirea tetraetilului de Pb

Aspectul cel mai important privind poluarea cu metale grele la nivelul solului îl reprezintă combinația, forma sub care se găsesc aceste metale grele în sol. Atâta timp cât aceste metale sunt fixate pe componentele minerale ale solului, accesibilitatea lor este redusă și efectul acestora asupra vieții din sol și asupra celorlalți factori de mediu rămâne limitat. În momentul în care sunt create condițiile ca metalul greu să ajungă în soluția solului (devine mobil), acesta prezintă un risc accentuat de poluare a apelor, plantelor și indirect a animalelor și omului. Din soluția solului concentrații importante de metale grele pot fi absorbite de vegetația aflată la suprafața solului. Ca urmare a procesului de amplificare biologică, sursele de hrană poluate cu metale grele afectează sănătatea animalelor și a omului.

Efectele nocive ale metalelor grele depind în mare măsură de mobilitatea lor în sol, adică de solubilitatea combinațiilor în care se găsesc. În [tabelul 3.4](#), sunt prezentați în sinteză parametrii fizico-chimici (dimensiunile atomice / moleculare; produsul de solubilitate) care condiționează mobilitatea în soluri pentru principalele forme de ocurență a metalelor grele și a altor elemente chimici asociate geochemic acestora. În [tabelul 3.5](#) sunt prezentate principalele

asociații geochimice de elemente din soluri și câteva proprietăți ale elementelor chimice din aceste asociații, determinante pentru comportarea lor în soluri.

Tabelul 3. 4.

Produsele de solubilitate pentru o serie de compuși minerali
[adaptare după *D.C. Adriano et al., 2005*]

Categoria	Element	P _s Hidroxizi	P _s carbonați	P _s sulfuri	P _s alți compuși
A ($\Phi < 2$)	Na ⁺	-2,9	-	-	
	Cs ⁺	-2,8	-	-	
	K ⁺	-2,6	-	-	
	Li ⁺	-1,4	-	-	
	Tl ⁺	0,2	-	20,3	
	Ba ²⁺	2,3	8,8	-	10,0 (BaSO ₄)
	Si ²⁺	3,5	9,6	-	-
	Ca ²⁺	5,3	8,4	-	4,5 (CaSO ₄)
B ($2 < \Phi < 3$)	Ag ⁺	7,6 (Ag ₂ O)	-	49,2	9,8 (AgCl)
	Mg ²⁺	11,0	5,1	-	-
	Mn ²⁺	12,7	10,2	12,6	-
	Cd ²⁺	13,7	11,3	27,8	-
	Ni ²⁺	14,7	6,9	25,4	-
	Co ²⁺	14,8	12,8	20,4	-
	Fe ²⁺	15,1	10,5	17,2	-
	Pb ²⁺	15,3	13,1	27,5	8,0 (PbSO ₄)
	Zn ²⁺	17,0	10,8	22	-
	La ⁺	19,0	-	12,7	-
	Cu ²⁺	19,7	9,3	36,1	-
C ($3 < \Phi < 7$)	Be ²⁺	20,8	-	-	-
	Ce ³⁺	22,3	-	-	-
	Hg ²⁺	25,5 (HgO)	-	-	-
	Sc ³⁺	26,3	-	-	-
	Cr ³⁺	30	-	-	-
	Bi ³⁺	30,4	-	-	-
	Al ³⁺	32,5	-	-	-
	In ³⁺	33,2	-	-	-
	V ³⁺	34,4	-	-	-
	Ga ³⁺	35	-	-	-
	Fe ³⁺	38	-	-	-
	Ti ⁴⁺	40	-	-	-
	Th ⁴⁺	44,7	-	-	-
	Tl ³⁺	45	-	-	-
	U ⁴⁺	45	-	-	-
Mn ⁴⁺	56	-	-	-	
Sn ⁴⁺	56	-	-	-	
D ($7 < \Phi < 11$)	V ⁵⁺	14,7 (V ₂ O ₅)	-	-	-
	Si ⁴⁺	8,0 (SiO ₂)	-	-	-
	Ge ⁴⁺	2,3 (GeO ₂)	-	-	-
E $\Phi > 11$	B ³⁺	< 0	-	-	-
	As ⁵⁺		-	-	-
	P ⁵⁺		-	-	-

P_s = - log K_c; K_c = [Mⁿⁱ].[HO]

Factorii proprii ai solului care influențează mobilitatea metalelor grele și accesibilitatea lor pentru plante sunt:

- *Textura solului* - solurile argiloase și grele prezintă un pericol mai mic pentru plante (au vulnerabilitate mai redusă la poluarea cu metale grele), deoarece au o capacitate relativ

redușă de a fixa cantități în exces de metale grele. Metalele grele sunt reținute prin fixare de către argilă astfel încât accesibilitatea lor pentru plante este limitată.

- *pH-ul solului*: pentru ca accesibilitatea metalelor grele în sol să fie cât mai redusă, valoarea pH-ului trebuie să fie aproximativ de 6,5. La această valoare majoritatea metalelor grele se găsesc sub formă de combinații insolubile (carbonați și hidroxizi), astfel că poluarea vegetală și a apelor subterane este redusă.

- *Conținutul de materie organică*: solurile care au conținut ridicat de materie organică permit fixarea metalelor grele reducând astfel accesibilitatea acestora. Această fixare se realizează datorită formării unor complecși, între materia organică și metalele grele insolubile în soluția solului.

- *Capacitatea de schimb cationic*: cu cât conținutul solubil în argilă și materie organică este mai ridicat, cu atât conferă solului o capacitate de reținere mai mare a metalelor grele limitând astfel posibilitatea ajungerii unor conținuturi toxice în plante.

- *Drenajul*: excesul de umiditate din sol favorizează prezența metalelor grele în forme solubile, ceea ce determină o accesibilitate sporită a acestora.

Tabelul 3.5.

Asociațiile geochemice și câteva proprietăți ale elementelor majore și urmă [A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007].

Elemente	pH-ul de precipitare a hidroxizilor	Raza ionică, Å	Electronegativitatea, kcal / g atom	Potențial ionic, sarcină / rază	Diametrul ionului hidratat în soluții apoase
Ca²⁺	-	1,2 – 1,1	1,0	1,8	6,0
Mg²⁺	10,5	0,8	1,2	2,5	8,0
Sr ²⁺	-	1,4 – 1,3	1,0	1,5	5,0
Ba ²⁺	-	1,7 – 1,5	0,9	1,3	5,0
Pb ²⁺	7,2 – 8,7	1,6 – 1,4	1,8	1,9	4,5
Se ³⁺	-	0,8	1,3	3,7	9,0
Fe³⁺	2,2 – 3,2	0,7 – 0,6	1,9	4,4	9,0
Co ²⁺	7,2 – 8,7	0,8 – 0,7	1,7	2,6	6,0
Cd ²⁺	8,0 – 9,5	1,03	-	-	-
Ni ²⁺	6,7 – 8,2	0,8	1,7	2,6	6,0
Cr ³⁺	4,6 – 5,6	0,7	1,6	4,3	9,0
Mn ⁴⁺	-	0,6	-	6,5	-
Li ⁺	-	0,8	1,0	1,2	6,0
Mo ⁶⁺	-	0,5	1,8	12,0	-
V ⁵⁺	-	0,5	-	11,0	-

Cu bold – elementele majore ale asociației geochemice.

Metalele grele se găsesc în soluția solului sub formă de ioni simpli sau complecși. Între metalele grele aflate în soluția solului și cele reținute pe suprafața coloizilor se stabilește un echilibru dinamic. Rezistența solului la poluarea cu metale grele este dependentă de capacitatea de tamponare a acestuia. Solurile cu capacitate mare de adsorbție (conținut ridicat de argilă și materie organică) rețin aceste elemente în orizonturile superioare. În aceste soluri cantitatea de compuși toxici care poate fi absorbită de către plante, sau levigată în apele subterane, este mai mică decât în solurile nisipoase sau acide. Solurile nisipoase rețin foarte slab majoritatea metalelor grele, cu excepția molibdenului și a seleniului.

Comportarea metalelor grele în soluri

Procese și mecanisme generale

Studiul distribuției și migrației metalelor grele în soluri reprezintă una dintre problemele prioritare ale cercetărilor actuale, atât datorită toxicității ridicate a acestor metale, cât și datorită perturbărilor majore pe care le pot provoca la nivelul sistemelor biologice și sistemelor minerale din soluri. Studiile existente au abordat această problemă sub mai multe aspecte: influențele manifestate asupra distribuției elementelor organogene și a compușilor organici cu rol esențial în procesele biogeochimice, influențele (directe și indirecte) manifestate asupra proceselor de biodegradare și asupra proceselor geochimice, cinetica și termodinamica proceselor de interacțiune dintre ionii metalelor grele și unele minerale din soluri etc.

Tabelul 3.6.

Mobilitatea elementelor urmă în diferite medii [*Kabata-Pendias, 2002*].

Grad relativ de mobilitate	Condiții de mediu	Elemente urmă
Ridicat	Oxidant și acid	B, Br, I
	Neutru sau alcalin	B, Br, F, Li, Mo, Re, Se, U, V, W, Zn
	Reducător	B, Br, I
Mediu	Oxidant și acid	Li, Cs, Mo, Ra, Rb, Se, Sr, F, Cd, Hg, Cu, Ag, Zn
	Aciditate moderată	Ag, Au, Cd, Co, Cu, Hg, Ni
	Reducător, cu potențial redox variabil	As, Ba, Cd, Co, Cr, F, Fe, Ge, Li, Mn, Nb, Sb, Sn, Sr, Tl, U, V
Scăzut	Oxidant și acid	Ba, Be, Bi, Cs, Fe, Ga, Ge, La, Li, Rb, Si, Th, Ti, Y
	Neutru sau alcalin	Ba, Be, Bi, Co, Cu, Ge, Hf, Mn, Ni, Pb, Si, Ta, Te, Zr
Foarte scăzut	Oxidant și acid	Al, Cu, Cr, Fe, Ga, Os, Pt, Rh, Ru, Sc, Sn, Ta, Te, Th, Ti, Y, Zr
	Neutru sau alcalin	Ag, Al, Au, B, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cu, Cs,
	Reducător	Ge, Hg, Li, Mo, Ni, Pb, Re, Se, Te, Th, Ti, U, V, Y, Zn, Zr

Procesele de distribuție interfazică și de migrare a metalelor grele în soluri sunt condiționate de un număr relativ mare de factori care nu totdeauna pot fi evaluați cantitativ sau corelați în mod explicit. Acestea determină o serie de incertitudini în atribuirea semnificațiilor geochimice pentru diferite conținuturi, distribuții și corelații. Din punct de vedere practic, distribuția și mobilitatea metalelor grele în soluri sunt discutate pe baza corelațiilor dintre conținuturile acestora (totale, fracțiunile fixe și mobile) și anumiți parametri fizico-chimici sau geochimici, evaluați cu o precizie mai ridicată sau mai ușor accesibili determinărilor directe: (i) caracteristicile mineralogice și geochimice ale solurilor; (ii) caracteristicile fizico-chimice și geochimice ale metalelor grele; (iii) condițiile în care se realizează distribuția interfazică și migrarea metalelor grele. În raport cu acești parametri se interpretează de obicei dinamica proceselor în care sunt antrenate metalele grele, „calitatea” atribuită acestora într-un context pedogechimic dat (în raport cu un anumit tip de sol) și efectele produse de metalele grele asupra proprietăților solurilor

În România, problemele legate de distribuția și migrația metalelor grele în soluri constituie o preocupare relativ veche specialiștilor din domeniul geochimiei, pedologiei sau din alte domenii, problematica în ansamblu fiind corelată în mod special cu poluarea solurilor cu metale grele. De aproximativ 25 de ani în cadrul Institutului de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, s-a înființat Laboratorul de Cercetare pentru Prevenirea și Combaterea Poluării Solului, fiind la vremea respectivă printre singurele din Europa. O primă preocupare a fost atunci elaborarea unei clasificări a solurilor poluate din România și includerea lor în actualul sistem (I.C.P.A. 1980).

Tabelul 3.7.

Seria de acumulare biologică a elementelor chimice (K.H. Wolf, 1976; din Bulgariu, 2007)

		Coeficient de acumulare biologică				
		100.n	10.n	n	0.n	0,0.n
Elemente captate biologic	Foarte puternic	P, S, Cl				
	Puternic	Ca, K, Mg, Na, Sr, B, Zn, As, Mo, F				
Elemente acumulate biologic	Moderat	Si, Fe, Ba, Rb, Cu, Ge Ni, Co, Li, Y, Cs, Ra, Se, Hg				
	Slab	Al, Ti, V, Cr, Pb, Sn, U				
	Foarte slab	Sc, Zr, Nb, Ta, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Hf, W				

În sol metalele grele se găsesc dizolvate în soluția solului sau în structura mineralelor primare și / sau secundare. Comportamentul lor depinde de forma în care se află când participă la procese de adsorbție, precipitare sau schimb ionic. În funcție de stabilitatea lor, metalele se găsesc în sol sub următoarele forme de speciație: **(i) Forme instabile:** cationi metalici, în complecși anorganici sau organo-minerali; **(ii) Forme cu stabilitate moderată:** complecși organo-metalici și complecși metalici cu substanțele humice; **(iii) Forme stabile:** complecși metalici stabili sau săruri minerale insolubile în apă. În soluția solului, metalele grele se pot afla sub următoarele forme de speciație: **(i) Forme necomplexate,** libere (Cr^{3+} , Cr^{6+}); **(ii) Forme asociate** - cu material coloidală organică sau anorganică, asociere care participă la mărirea vitezei de transport a contaminanților, făcând procesul de transport mult mai ușor; **(iii) Forme complexe** (complecși solubili) - rezultate în urma interacțiilor cu liganzii organici (aminoacizi, acizi alifatici și aromatici cu masă moleculară mică) sau anorganici (SO_4^{2-} , Cl^- , OH^- , PO_4^{3-} , CO_3^{2-}). Formarea complecșilor solubili poate favoriza reținerea metalului în sol sau îi poate mari mobilitatea.

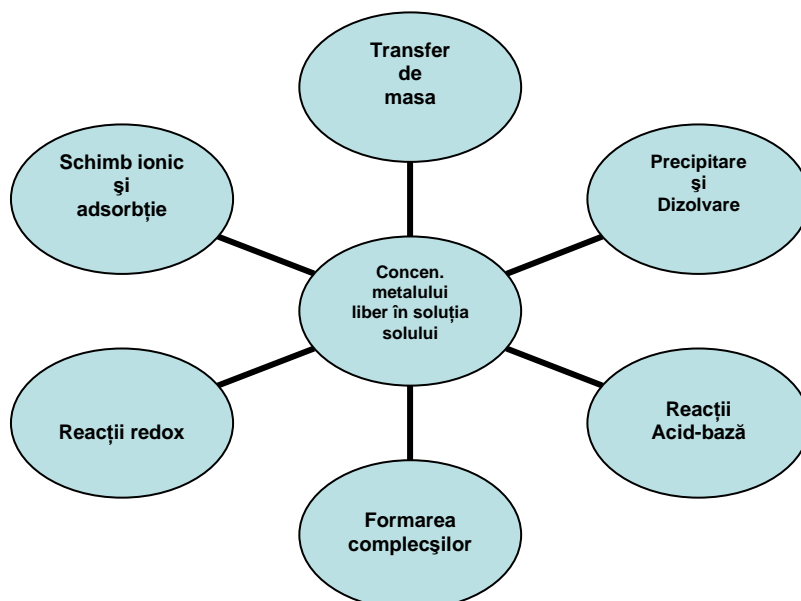


Fig. 3.9. Mecanismele și procesele principale care influențează concentrația metalelor grele în soluția solului.

Pentru ca studiul comportării metalelor grele în sol să fie corect, trebuie să se țină cont de echilibrele proceselor de speciație și transfer interfazic (figura 3.9). Concentrațiile acestor

metale în soluția solului depind de procesele la care iau parte: reacții de complexare, oxidoreducere, precipitare, adsorbție / desorbție etc. Mobilitatea metalelor în sol și în subsol, respectiv biodisponibilitatea acestora, depind de proprietățile fizico-chimice ale solului și a fazei lichide (*tabelele 3.4 - 3.7*). Metalele grele sunt recunoscute pentru potențialul lor toxic pentru plante, animale și om. Dar simpla prezență a metalului în sol nu este suficientă pentru ca acesta să devină nociv pentru organismele vii, ci forma sa chimică bioactivă (s.s. toxică). Odată ajunse în sol metalele grele interacționează cu mineralele argiloase, cu substanțele humice, enzime extracelulare, microorganisme, liganzi organici și anorganici sau se asociază cu particulele coloidale organice sau anorganice mobile. Ionul metalic poate fi slab sau puternic adsorbit la suprafața solului, acest lucru având efect negativ asupra mobilității, biodisponibilității și a toxicității metalelor – *tabelul 3.8*.

Metalele aflate în compoziția solului se prezintă sub mai multe stări de oxidare: As (V) și As (III); Se (VI) și Se (IV); Cr (VI) și Cr (III); Hg (II) și Hg (I). Mobilitatea, biodisponibilitatea și toxicitatea metalelor grele este dată de starea lor de oxidare. În general, condițiile de oxidare favorizează reținerea metalelor în sol, pe când condițiile reducătoare contribuie la accelerarea migrației. Condițiile reducătoare instalate ca urmare a absenței oxigenului, pot fi cauza unor fenomene de contaminare a solului cu diverși compuși chimici sau biologici. Condițiile de oxidare sunt specifice unor condiții normale, unor soluri bine drenate și necontaminate.

Tabelul 3.8

Mobilitatea relativă și fitodisponibilitatea formelor de speciație a metalelor în soluri [A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007].

Specia metalelor și asocierea	Disponibilitatea – mobilitatea
Cationi simpli sau complecși în faza lichidă	Ușor
Cationi schimbabili în complecși organici și anorganici	Mediu
Cationi chelați	Slab
Compușii metalici precipitați în sol	După disoluție
Metale bogate sau fixate în substanțele organice	După descompunere (dizolvare)
Metale legate sau fixate în particulele minerale	După alterare / descompunere

Procesele de adsorbție au capacitatea de a reține metalele în sol și de a crea asociații cu grupări aflate la suprafața solului. Dintre aceste grupări pot fi menționați oxizii de fier și mangan, principalii compuși care influențează mobilitatea metalelor și carbonații, care au capacitatea de a imobiliza metalele prin adsorbție. Adsorbția este un proces care depinde de: compoziția solului (prezența oxizilor de fier și mangan) și pH-ul acestuia (*figura 3.10*). Adsorbția pentru cationii metalici crește semnificativ cu pH-ul la valori ale acestuia mai mari de 7. La scăderea pH-ului, numărul pozițiilor negative pentru adsorbția cationilor se diminuează și crește numărul de poziții pentru adsorbția anionilor. Comportamentul metalelor în sol depinde de un complex de reacții dintre micro- și macro-cationi și anioni și diferite componente ale solului. Trăsăturile principale ale solului, legate de sistemul biogeochimic, care determină comportamentul metalelor grele (*tabelul 3.9*) (i) distribuția heterogenă a compușilor și a componentelor; (ii) modificările sezoniere și spațiale ale caracteristicilor chimico-mineralogice ale solurilor; (iii) procesele de speciație chimică ale elementelor; (iv) procesele de distribuție interfazică; (v) procesele de bioacumulare.

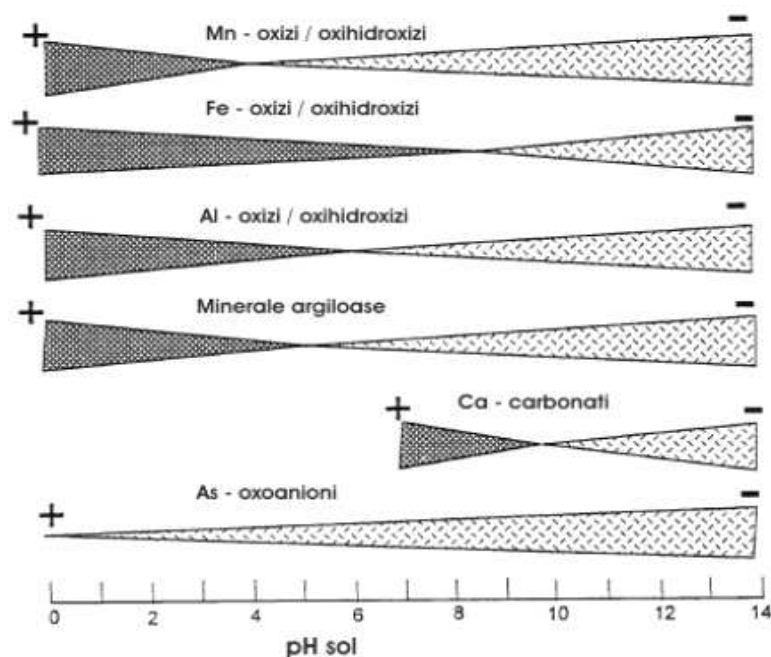


Fig. 3.10. Mobilitatea principalilor oxizi și oxihidroxizi în soluri în funcție de pH [R. Lăcătușu, 2000].

Solurile actuale conțin metale de diverse origini: (i) *metale litogenice* - cele care sunt direct mostenite din litosferă (materialul parental); (ii) *metalele antropogenice* - sunt cele depozitate în soluri prin intervenția directă sau indirectă a activităților umane. Raporturile cantitative dintre cele două tipuri de metale grele pedogenice se modifică în continuu datorită în proceselor de distribuție interfazică și de bioacumulare. Echilibrele chimice din soluri pot fi caracterizate prin reacții de disoluție, difuzie, sorbție și precipitare, iar direcțiile de evoluție a acestora depinde de variabilitatea caracteristicilor fizice și chimice ale metalelor, afinitatea lor față de componentele solului (care determină speciația acestora), condițiile fizico-chimice în care se stabilesc aceste echilibre etc. Metalele ușor mobile (Zn, Cd etc.) există în principal legate de materia organică, sub formă de specii ușor schimbabile și / sau solubile în apă. Metalele mai puțin mobile (Pb, Ni, Cr etc.) sunt legate în principal de silicați și aluminosilicați (constituind fracțiunile reziduale).

Tabelul 3.9.

Parametrii relevanți în starea metalelor în soluri
[A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007].

Materialul de origine	Conținutul de CaCO_3 Textura Gradul de alterare
Solul	Textura Oxizii hidrați de Fe, Al, Mn Cleuri minerale Redox, pH, CEC, SOM CaCO_3 liber Apa din sol: nivelul; fluctuația; compoziția
Apa	Căderile de apă – intensitatea Irigarea – cationi Salinitatea Aciditatea DOC

Variabilele principale ale solurilor implicate în determinarea statutului unui metal greu sunt: pH-ul, Eh-ul, substanța organică din sol (SOM), oxizii hidrați, carbonații și conținuturile

de sare. Rolul materialului parental și cel al apei (regimul și ciclurile) sunt de asemenea de o importanță majoră (figura 3.11).

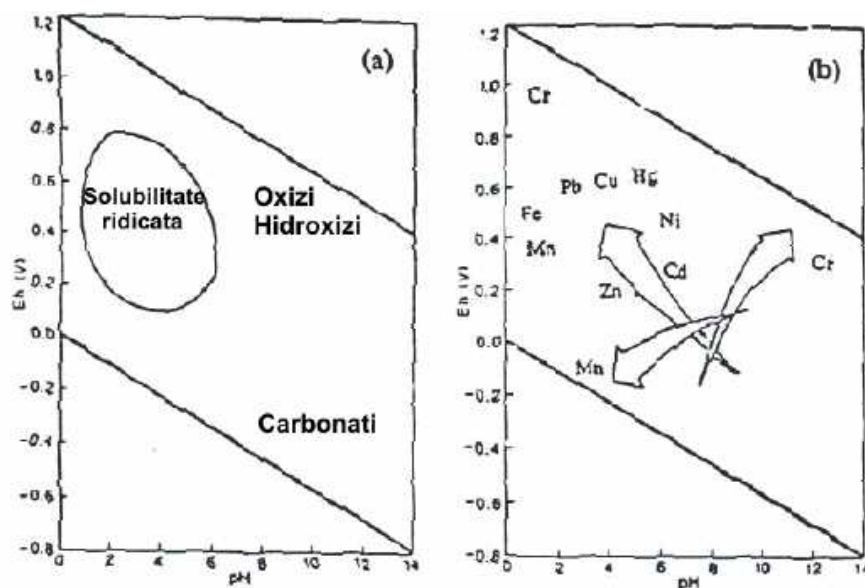


Fig. 3.11 Tendințe în solubilitatea unor metale grele în funcție de pH și E_h (în absența materiei organice): (a) controlul stabilității mineralelor asupra mobilității metalelor grele; (b) tendințele generale de creștere a solubilității [A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007].

Rezultatele studiilor experimentale și de teren consemnate într-un număr mare de lucrări au indicat câteva aspecte foarte importante: (1) în procesele de distribuție interfazică a elementelor minore se manifestă simultan atât competitivitatea dintre componentele minerale ale solului în fixarea cationilor metalici, cât și competitivitatea dintre cationii metalici în fixarea pe un anumit mineral; după opiniile majirotății cercetătorilor, această reciprocitate determină o evoluție selectivă a proceselor de distribuție interfazică; (2) distribuția spațio-temporală a elementelor minore în solurile studiate se realizează diferențiat atât între orizonturile unui profil, cât și între mineralele din cadrul unui orizont, concordant cu afinitățile geochimice reciproce dintre formele de speciație ale elementelor respective și componenții minerali într-un context pedogeochimic dat; (3) corelațiile evidențiate între componentele minerale, respectiv între componentele minerale și conținuturile de elemente minore, indică faptul că acestea influențează semnificativ echilibrele minerale din soluri, iar aceste influențe se manifestă în mod selectiv.

Tabelul 3.10.

Condițiile de mobilitate și timpul de rezidență în soluri a Cd și Pb [A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007].

Elementul	Condiții	Coeficientul din plantă / sol	Rezidența în soluri (yr)
Cd	pH (-), Eh (-)	10	70 – 1000
Pb	pH(-), Eh (-), OM (-)	0,01	700 - 6000

Mercurul

Principala sursă naturală de mercur este cinabarul (HgS), un mineral din clasa sulfurilor. Mercurul se găsește foarte rar ca produs principal al minereului. Mercurul ajunge în sol în urma proceselor de fertilizare, din fosfogips, nămoluri de canalizare, fungicide, din activitatea vulcanică și geotermală. El reacționează foarte rapid cu solul și este reținut ușor. În condiții normale, mercurul există în sol ca specii derivate de la stările oxidare Hg^{2+} și Hg_2^{2+} . Starea de oxidare condiționează formele de ocurență în sol, mobilitatea, biodisponibilitatea și toxicitatea mercurului. Compușii organici și anorganici ai mercurului pot fi transformați la mercur elementar (Hg^0) și ion mercuric (Hg^{2+}) și se combină ușor cu un număr mare de elemente.

Distribuția speciilor mercurului în sol depinde de pH-ul și potențialul redoxal solului. Adsorbția cationilor Hg_2^{2+} și Hg^{2+} se realizează pe minerale argiloase, oxizi, materie organică și crește odată cu creșterea pH-ului.

Tabelul 3.11.

Asociațiile cationilor urmă cu ionii fierului în faze apoase neutre și slab acide

[A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007].

Starea de oxidare a fierului	Cationi urmă asociați
Fe^{2+}	$Ti^{3+}, Ti^{4+}, V^{3+}, V^{4+}, Cr^{3+}, Mn^{2+}, Co^{2+}, Pb^{2+}, W^{6+}, U^{4+}$
Fe^{3+}	$Ti^{4+}, V^{4+}, Cr^{6+}, Mn^{2+}, Co^{2+}, Co^{3+}, Pb^{2+}, Pb^{4+}, W^{6+}, U^{6+}$

Arsenul

Arsenul este un element care se găsește natural în scoarța terestră. Este un metaloid - element chimic asemănător unui metal, dar cu proprietăți specifice nemetalelor. Compușii organici ai arsenului sunt mai puțin toxici decât cei anorganici. Arsenul intră în compoziția multor minerale, dar principalul este arseno-pirita ($FeAsS_4$). Arsenul se găsește în sol sub două forme: ca ion arseniat AsO_4^{3-} și ca ion arsenit, AsO_2^- . În general solurile conțin puțin arsen. Deși cantități semnificative de acest metal pot fie eliberate din zăcăminte în mod natural, ca urmare a activității umane ajung în sol cantități suplimentare, având ca rezultat contaminarea solului. Suprafețele cele mai frecvent contaminate cu arsen se află în vecinătatea exploatărilor miniere și topiturilor. În trecut arsenul a fost utilizat ca insecticide și la tratarea pomilor fructiferi.

Tabelul 3.12.

Efectele toxice ale metalelor grele asupra activității microbiene din soluri

[A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007].

Concentrația metalului în sol, ppm DW	Observații		
	Procese inhibitate	Acțiune constantă	Acțiune temporară
< 10	Respirația solului	Cd, Hg, Ni, Zn	-
	Mineralizarea azotului	Hg	-
	Nitrificare	Hg	-
< 100	Respirația solului	Cd, Cu, Pb	Hg
	Mineralizarea azotului	Cd, Cu, Ni, Pb	Hg
	Nitrificare	Cd, Cu, Ni, Zn	Hg
< 1000	Respirația solului	-	Cd, Cr, Cu, Ni, Zn
	Mineralizarea azotului	-	Cr, Cu, Ni, Zn
	Nitrificare	-	Cd, Cr, Cu, Ni
< 10.000	Respirația solului	-	Pb
	Mineralizarea azotului	-	Cd, Pb
	Nitrificare	-	Pb, Zn

Seleniul

Creșterea concentrației oxigenului și a acidității din sol cresc mobilitatea unor forme ale seleniului. Temperatura, umiditatea, conținutul în materii organice al solului și activitatea microbială determină mobilitatea acestuia în sol. Seleniul există în sol sub patru forme, cu stări de oxidare diferite: seleniuri (Se^{2-}), selenium elementar (Se^0), selenit (SeO_4^{2-}) și seleniat (SeO_3^{2-}). În solurile alcaline domină seleniatul care este extrem de mobil în comparație cu selenitul. Formele organice ale seleniului sunt și ele mobile – exemplu: metilseleniurile (sunt volatile) și amino-acizii seleniului, care se formează în urma unor reacții de biometilare. Mobilitatea seleniului în sol crește cu creșterea pH-ului, creșterea concentrației seleniului și

este favorizată de prezența condițiilor de oxidare și a concentrațiilor mari de anioni, de exemplu fosfații.

Tabelul 3.13.

Valorile constantelor (exprimate ca $\log K_s$) de stabilitate a complexilor metal-acid humic și metal-acid fulvic, la diferite valori ale pH-ului din mediu [A. Kabata-Pendias și A.B.

Mukherjee, 2007].

Cation	pH = 3		pH = 3,5	pH = 5		pH = 7
	Metal-AF	Metal-AH	Metal-AF	Metal-AF	Metal-AH	Metal-AH
Cu ²⁺	3,3	6,8	5,8	4,0 - 8,7	8,7 - 12,0	12,3
Ni ²⁺	3,2	5,4	5,5	4,0 - 4,2	6,10 - 7,6	9,6
Co ²⁺	2,8	-	2,2	3,7 - 4,1	-	-
Pb ²⁺	2,7	-	3,1	4,0 - 6,2	8,30	-
Zn ²⁺	2,3	5,1	1,7	2,3 - 3,6	7,2	10,3
Mn ²⁺	2,1	0	1,5	3,7 - 3,8	0	5,6
Cd ²⁺	-	5,3	-	-	5,5 - 6,4	8,9
Fe ²⁺	-	5,4	5,1	5,8	6,4	4,8
Ca ²⁺	2,7	0	2,0	2,9 - 3,4	0	6,5
Mg ²⁺	1,9	0	1,2	2,1 - 2,2	0	5,5
Fe ³⁺	6,1	11,4	-	-	8,5	6,6
Al ³⁺	3,7	-	-	-	-	-

Cromul

Datorită faptului că cromul se aseamănă cu fierul trivalent și cu aluminiul, ca proprietăți chimice, dimensiune ionică și sarcina ionică, el urmează ionii acestora în ciclul geochimic exogen. În soluțiile de alterare hipergenă rămâne doar foarte puțin crom. În consecință, precipitatele, oxidatele și evaporatele sunt aproape complet lipsite de crom, care se concentrează în rezistate și în special în hidrolizate. Conținuturile de crom din unele roci magmatice, sedimente și roci sedimentare sunt prezentate în *tabelul 3.14*. În cursul metamorfismului, produsele de alterare bogate în crom pot duce, local, la formarea fuchsitului. În cazuri excepționale, când potențialul de oxido - reducere este foarte ridicat, cromul poate fi mobilizat sub formă de cromat, din cauza oxidării Cr³⁺ în Cr⁶⁺. Din acest punct de vedere cromul se aseamănă cu vanadiul în ciclul exogen.

Tabelul 3.14.

Conținuturile de crom din unele roci magmatice, sedimente și roci sedimentare [I. Imrech, 1987].

Specificații	Cr g/t
Roci magmatice (<i>Hevesy, Merkel și Wurstlin, 1934</i>)	530
Roci magmatice (<i>Goldschmidt, Bauer și Hormann</i>)	200
Roci magmatice din fostele Indii olandeze de Est (<i>van Tongeren, 1938</i>)	520
Roci magmatice în principal din Suedia (<i>Lundegardh, 1946</i>)	35
Cuarțite din Laplandul de Sud (<i>Sahama, 1945</i>)	68 - 200
Șisturi bogate în aluminiu din Laplandul de Sud (<i>Sahama, 1945</i>)	410 - 680
Roci carbonatice din Laplandul de Sud (<i>Sahama, 1945</i>)	2
Filite din regiunea Stavanger - Norvegia (<i>O. Roer,</i>)	140
Minereuri de tip (<i>Landergren, 1948</i>)	<10
Minereuri de fier oolitice - silicioase marine (<i>Landergren, 1948</i>)	240

În procesele magmatice cromul se separă încă în faza de cristalizare timpurie - magnetit. În stadiul de cristalizare principal, cromul se separă în rocile ultrabazice sub formă de cromit FeCr₂O₄ și magneziocromit MgCr₂O₄ sau ca picotit (Mg,Fe)(Al,Fe,Cr)₂O₄ (un amestec de cromit și de spinel de magneziu și aluminiu). În faza de cristalizare principal,

cromul poate fi încorporat și în unele minerale silicatică cristalizate timpuriu, unde cromul trivalent substituie alți ioni metalici. Silicații de crom sunt relativ rari și se formează numai în cazul unui aport mai mare de crom în timpul formării rocilor și astfel importanța lor geochimică nu este prea mare: fuchsit (mică cromiferă) sau kämmereritul (clorit cromifer) – *tabelul 3.15*. Mult mai important din punct de vedere geochimic, este cromul încorporat în rețeaua cristalină a mineralelor silicatică comune. În aceste minerale silicatică, se găsește cea mai mare parte a cromului din litosfera superioară. În silicați, cromul trivalent, datorită razei ionice asemănătoare, înlocuiește cu ușurință fierul trivalent și aluminiul. De notat că aluminiul este înlocuit de crom numai în coordinația octaedrică - aceasta se explică lipsa cromului în feldspați. În unele cazuri, cromul poate substitui și magneziul din silicați. În fazele metamorfice, cromul prezintă o oarecare mobilitate, fiind prezent ca mineral independent uvarovit $\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3$ sau ascuns în rețeaua unor silicați -vezuvianu cromifer sau epidotul cromifer (tawmawitul).

Comportarea cromului în fazele geochimice exogene este determinată de forma mineralului inițială (combinațiile supuse alterării). Cromul din magnetit, ilmenit și cromit se acumulează în rezistate, pe când cel din mineralele femice este pus în libertate. Cromul astfel mobilizat se fixează în parte în hidrolizate. În cazul unor valori foarte mari ale potențialului redox, cromul bivalent se oxidează în crom hexavalent, formând cromați de potasiu și calciu.

Tabelul 3.15

Date genetice, mineralogice și geochimice pentru crom [*Fl. Popea et al., 1969; V. Ianovici et al., 1979; O. Clichici și S.D. Stoici, 1986; I. Imrech, 1987*].

Tipuri genetice de zăcămintă	Rocile în care sunt cantonate	Minerale de crom			Asociații paragenetice de elemente principale	
		Denumire	Formula	Elemente minore și impurități	Din minereu	Din gangă și roca înconjurătoare
Magmatică	Ultrabazice (dunite, peridotite)	Cromit	Cr_2O_3^* FeO	Al, Fe^{3+} , Mg, $\pm\text{Ti}$, V, Mn, Ni, Co, Zr	Cr, Fe, Al, Mg, Pt \pm , Ni, S, Cu	Mg, Fe, Ca, Al, Ti, SiO_2

Minerale secundare: crocoit PbCrO_4

În ce privește poluarea cu crom, rareori constituie o problemă de poluare a solurilor, în care obișnuit se găsește în cantități de 2–50 ppm. Plantele rețin acest microelement doar la nivelul rădăcinilor, mai puțin sau deloc acumulându-se în celelalte organe. Cromul este un element urmă comun în majoritatea tipurilor de soluri acesta provenind, fie din procese naturale, fie din activități umane. Distribuția cromului în soluri se realizează ca specii derivate de la două stări de oxidare stabile termodinamic: (i) Cr(III) cu mobilitate și potențial toxic mai reduse (similar Al și Fe) și (ii) Cr(VI) foarte mobil și cu potențial toxic extrem de ridicat (clasa A de toxicitate) chiar la concentrații foarte mici. Toxicitatea Cr(VI) (în special efectele sale mutagene și cancerigene) este de 10-100 de ori mai ridicată decât a Cr(III). Comportarea cromului în soluri este caracteristică pentru fiecare stare de oxidare, fiind determinată de influența mediului asupra echilibrului dintre Cr(III) și Cr(VI) și de abilitatea acestor specii de a se fixa pe fazele solide ale solului. Datele din literatura de specialitate au arătat că, în soluri echilibrul dintre Cr(III) și Cr(VI) este mai sensibil la acțiunea agenților oxidanți și reducători decât în cazul proceselor care au loc în soluții apoase. Energiile de activare pentru reducerea Cr(VI) la Cr(III), respectiv pentru oxidarea Cr(III) la Cr(VI) în soluri, sunt mai mici decât în soluții apoase, deoarece cromul participă la aceste procese sub formă de specii fixate la interfața solid / soluție (prin adsorbție și / sau complexare). În condițiile fizico-chimice

specifice ale diferitelor tipuri de soluri, Cr(III) poate fi oxidat la Cr(VI) de oxizii de mangan, iar Cr(VI) poate fi redus la Cr(III) de Fe(II), compușii organici, compuși cu sulf în stări de oxidare joase (S^{2-} , HS^- , S_2^{2-}) sau alți agenți reducători de origine antropică. O influență importantă asupra echilibrului dintre Cr(III) și Cr(VI) în soluri o manifestă echilibrul dintre Fe(II) și Fe(III), deoarece speciile fierului pot interveni direct în procesele de oxido-reducere ale cromului sau pot concura speciile cromului în procesele de adsorbție și complexare pe suprafața mineralelor și materiei organice. În literatură există însă puține informații referitoare la interconstrucțiile dintre echilibrele redox ale cromului și fierului în soluri.

Parametrii care influențează fixarea Cr(VI) în sol sunt oxizii liberi de fier, manganul total, pH-ul solului, iar din punct de vedere al proprietăților solului, capacitatea de schimb anionică. Suprafața specifică și ponderea mineralelor argiloase nu au o influență semnificativă asupra mobilității Cr(VI). Prezența unor concentrații mari de plumb și bariu în sol și a unor condiții care să ajute la hidratarea mineralelor, duce la scăderea concentrației de CrO_4^{2-} .

Cuprul

Sursele de poluare a solului cu cupru sunt apele reziduale, îngrășămintele, pesticidele și deșeurile din industria extractivă. Formele de cupru existente în sol și în soluția solului sunt cupru schimbabil, cupru slab legat, cupru legat organic, cupru inclus în carbonați și oxizi hidratați și cupru residual. Cupru poate fi prezent în câteva forme insolubile: (i) adsorbit pe suprafața oxizilor de metal, minerale argiloase, substanțe humice și pe complecși organo-minerali; (ii) în structura mineralelor secundare sau pe oxizi de mangan și fier (amorf).

Cuprul este reținut în soluri în principal prin schimb ionic și prin adsorbție. La concentrațiile caracteristice la care se găsește în solurile naturale, precipitatele de cupru sunt instabile. Totuși, în cazul solurilor contaminate cu cupru precipitarea este un proces important în reducerea mobilității prin formarea precipitatelor greu solubile. În solurile calcaroase Cu este reținut la suprafața carbonaților, iar în cazul celor argiloase reținerea se face la suprafața argilelor. Cuprul are o afinitate mare pentru liganzii organici solubili și formează cu aceștia complecși care îi pot crește mult mobilitatea în sol. În soluri cuprul formează foarte rar (în condiții particulare) minerale proprii, fiind considerat printre cele mai mobile metale în condiții supergene, cu o capacitate ridicată de a interacționa chimic cu componentele minerale și organice ale solurilor. În prezența anionilor hidroxil, carbonat sau sulfat poate precipita rapid sub formă de săruri bazice, relativ stabile și greu solubile. Aceasta conferă cuprului posibilitatea de imobilizare în soluri și variații slabe pe profil.

Valorile medii ale cuprului în soluri variază între 13-24 ppm., fiind mai mare în castanoziomuri și cernoziomuri și mai scăzute în podzoluri și histosoluri. Caracteristic pentru distribuția Cu în profilurile solurilor este acumularea lui în orizonturile superioare, fapt ce arată bioacumularea metalului. Toate mineralele solului sunt capabile să absoarbă ionii de cupru din soluții și aceste proprietăți depind de sarcina de suprafață a absorbantilor. Sarcina de suprafață este puternic controlată de pH. Cele mai mari cantități de Cu adsorbit sunt întâlnite în cazul oxizilor de Fe și Mn, hidroxizilor de Fe și Al amorfi și mineralelor argiloase. Acidul humic și cel fulvic formează complecși stabili când cupru este prezent în cantități mici. Materia organică poate modifica unele reacții ale cuprului cu componenții organici ai solului

Zincul

Concentrația Zn în sedimentele argiloase variază între 80-120 ppm. În rocile carbonatice concentrația acestui metal variază între 10-30 ppm. În mineralele parentale zincul apare în principal ca sulfuri simple, dar mai este cunoscut ca substituent al Mg în silicați. Solubilizarea mineralelor cu Zn sub acțiunea precipitațiilor produce Zn^{2+} mobil mai ales în medii oxidante acide. Zincul este ușor adsorbit de componenții minerali și organici ai solurilor și în majoritatea cazurilor acumularea acestui metal are loc la nivelul orizonturilor de la

suprafață. Media concentrației de zinc în soluri la scară mondială este de cca 64 ppm. Solubilitatea și disponibilitate zincului sunt invers proporționale cu saturația în calciu și componenți cu fosfor prezenți în soluri. Imobilizarea zincului în solurile bogate în Ca și P are un important impact practic asupra diferenței în zinc a plantelor.

Cobaltul

Abundența cobaltului în roci sedimentare variază între 0,1 - 20 ppm și pare a fi asociat preferențial cu minerale argiloase și materia organică, fără a indica o selectivitate deosebită în raport cu aceste componente ale solurilor. În soluri cobaltul nu formează minerale proprii, acesta fiind cel mai frecvent inclus în diverse minerale de fier. În ciclul geochimic cobaltul se aseamănă cu Fe și Mn. În urma acțiunii apei din precipitații Co este relativ mobilizat în medii acide oxidice, dar datorită sorbției de către oxizii de Fe și Mn precum și de mineralele argiloase, acest metal nu migrează în fază solubilă. Concentrația Co în soluri este în cea mai mare parte moștenită de materialele parentale. Solurile formate pe roci mafice și solurile provenite din depozite argiloase conțin cele mai mari cantități de cobalt. Concentrația normală de Co în orizonturile superioare ale solurilor variază între 0,1 - 70 ppm, media la nivel mondial în aceste orizonturi fiind de cca 7,9 ppm. Mobilitatea Co este influențată de oxizii de Mn și de pH – adsorbția cobaltului pe oxizii de mangan decurge după o reacție rapidă iar cantitatea de Co adsorbită crește cu pH-ul.

Bariul

În natură Ba apare sub formă de ion divalent, însă în diferite coordinații – exemplu: în feldspați are număr de coordinație de 8, în benitoit 6, iar în baritină 12. În timp ce Sr este mascat de Ca și parțial de K, Ba este mascat de K și de Pb, deoarece raza ionică a Ba^{2+} (1,34 Å) este mai apropiată de Pb^{2+} (1,32 Å) și de a K^+ (1,33 Å). În crusta terestră Ba este concentrat în rocile magmatice acide în proporție de 400 - 1200 ppm.

În procesele magmatice, Ba apare mai ales în feldspații potasici și din această cauză este mai abundent în rocile acide. Singurul mineral independent de Ba din rocile magmatice este celsianul $BaAl_2Si_2O_8$. Bariul mai poate apare și în unele mize cristalizate timpuriu - de exemplu ollacheritul, care poate conține până la 9 % Ba, sau în unele biotite din andezite 2800 ppm. În biotitele de separație magmatică târzie, conținutul în Ba scade treptat. În pegmatitele granitice, conținutul de Ba este redus. Cele mai frecvente minerale de Ba (whiteritul și baritul) apar în procesele hidrotermale. În această etapă, pe lângă aceste două minerale comune de Ba, mai apar: baritocalcitul, barylitul $Be_2Ba(Si_2O_7)$, unii zeoliți ca eddingtonitul $Ba(Al_2Si_3O_{10})$, brewsteritul $(Sr,Ca,Ba)(Al_2Si_6O_{18}) \cdot 5H_2O$, harmotomul $(Ba, K)_2(Al_4Si_{11}O_{30}) \cdot 10H_2O$ etc.

În urma dezagregării Ba eliberat este în general slab mobilizat, el fiind ușor precipitat ca sulfat și carbonat. Sub orice formă ar fi solubilizat, în ciclul exogen Ba se transformă în sulfat. Ca sulfat (barit), el se găsește în multe formațiuni sedimentare, dar mai ales în calcare, unde se concentrează în cantități de cca 1000-2000 ppm. Cantități însemnate de Ba se găsesc în unii oxizi de mangan unde este fixat de coloizii de MnO_2 – de exemplu, wadul poate să conțină până la 8,6 % Ba. Fosforitele pot conține Ba până la 900 ppm. În condițiile unor valori foarte ridicate de E_h poate să apară ca nitrobarit $Ba(NO_3)_2$. Datorită potențialului ionic mai mic în raport cu stronțitul, Ba se absoarbe mai energic în argile și, din această cauză, cantitatea de Ba în apa mării este mult mai mică și în evaporite lipsește aproape complet.

În procesele geochimice, Ba este de obicei asociat cu K^+ datorită razelor ionice foarte apropiate. În consecință, ocurența bariului este legată de biotit și feldspatul potasic. Ba eliberat de apa din precipitații nu este foarte mobil, deoarece precipită ușor ca sulfații și carbonații, este adsorbit de argile, este concentrat în concrețiunile de Mn și P și este specific reținut de oxizi și hidroxizi. La scară mondială, intervalul de variație a concentrației de Ba în

soluri este de 19-2368 ppm – *tabelul 3.16*. Distribuția bariului între unitățile solului arată un conținut mai mic în hidrosoluri (media: 175 ppm) față de alte soluri. Ba în soluri poate fi mobilizat în diferite condiții, ceea ce face ca în soluția solului concentrațiile de bariu să varieze foarte mult de la un tip de sol la altul și de la un orizont la altul. Concentrația bariului din soluțiilor solului variază între 43 ppm (pentru solurile argiloase) și 307 ppm (pentru solurile nisipoase).

Tabelul 3.16.

Conținutul Ba (ppm) în solurile de suprafață din diferite țări
[A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007].

Solul	Țara	Intervalul	Media
Podzoluri și soluri nisipoase	Australia	-	207
	Noua Zeelanda	270 – 280	-
	U.S	20 – 1500	400
	U.S.S.R	180 - 260	220
Loess și soluri aluvionare	Noua Zeelanda	240 – 590	-
	U.S	200 – 1500	675
	U.S.S.R	-	960
Soluri lutoase și argiloase	Noua Zeelanda	19 – 200	-
	U.S	150 – 1500	535
	U.S.S.R	-	240
	Bulgaria	-	402
Fluvisoluri	U.S.S.R	-	240
	Bulgaria	-	691
Rendzine	U.S	150 – 1500	520
Cernoziomuri	U.S.SR	475 – 620	525
	Bulgaria	-	458
	U.S	100 – 1000	595
Histisoluri și soluri organice	U.S.S.R	-	84
	U.S	10 – 700	265
Solurile forestiere	U.S.SR	-	560
	U.S	150 – 2000	505
	Bulgaria	397 – 850	631

Bariul este puternic adsorbit de minerale argiloase și oxizi sau oxihidroxizi. Poate înlocui ușor alte metale alcaline adsorbite din unii oxizi cum sunt: MnO_2 și TiO_2 (cu excepția Al_2O_3). Astfel, în crustele formate la suprafața solurilor în condiții aride apare o îmbogățire în Ba. În rocile de suprafață și în orizonturile superioare ale solurilor Ba are concentrații apropiate.

Plumbul

Plumbul este un element cu o abundență relativ mare comparativ cu elementele calcofile vecine (Tl și Bi) din sistemul periodic al elementelor. Acesta se datorează faptului că Pb se formează continuu în procesele radioactive. Dintre izotopii plumbului, ^{204}Pb (1,5 %) poate fi considerat primar, pe când restul izotopilor sunt de origine radiogenă: ^{206}Pb (23,6 %) provine din ^{238}U , ^{207}Pb (22 %) din ^{235}U , iar ^{208}Pb din ^{232}Th . În consecință, raportul dintre izotopul 204 și 206, 207, 208 se schimbă continuu în defavoarea primului.

Conținutul mediu al Pb în scoarța terestră este de cca $16 \cdot 10^{-6}$ grame / gram, fiind unul dintre metalele cele mai răspândite (*tabelul 3.17*). Este mai rar decât Cu, Ni, Zn și mai frecvent decât Cd și Ag. Plumbul se găsește în cca 170 minerale: sulfuri, arseno- sau anitmono-sulfuri, halogenuri, oxihalogenuri, oxizi, carbonați și silicați. Cele mai importante sunt: anglezitul $PbSO_4$, cerussitul $PbCO_3$, pyromorfitul $PbCl_2 \cdot 3Pb_3(PO_4)_2$, mimetezitul

$PbCl_2 \cdot 3Pb_3(AsO_4)_2$, krokoitul $PbCrO_4$, wulfenitul $PbMoO_4$ stolzitul $PbWO_4$, leadhillitul $3PbCO_3 \cdot PbSO_4$, lanarkitul $PbO \cdot PbSO_4$, scheelitul $(Ca, Pb)WO_4$ etc. Pyromorfitul, mimetizitul și vanadinitul sunt izotopice cu apatita.

În procesele magmatice Pb nu apare nici în faza de cristalizare timpurie, nici în cea principală sau pegmatitică. Cantitățile extrem de mici de Pb din produsele acestor faze se datorează camuflajului calciului din apatite și diopsid sau capturării Pb în feldspați unde, datorită valorilor apropiate ale razelor ionice, înlocuiește potasiul. Ca mineral independent, plumbul apare în faza pneumatolitică în așa numitele formațiuni filoniene plumbo-zincoase cu turmalină. Cea mai mare parte a Pb se separă, în etapa hidrotermală, în majoritatea cazurilor sub formă de galenit în asociație cu sfaleritul. În această etapă se poate constata o legătură foarte strânsă între Zn și Pb, astfel că o corelare pozitivă strânsă între aceste două elemente indică, în majoritatea cazurilor, un proces pneumatolitic, dar mai ales hidrotermal. În ultimele etape ale procesului hidrotermal, la temperaturi joase se formează sulfosăruri de plumb: semseyit, bournonit, plagionit, boulangerit, jamesonit, diaphorit etc.

Tabelul 3.17.

Date genetice, mineralogice și geochemice referitoare la plumb [Fl. Popea et al., 1969; V. Ianovici et al., 1979; I. Imrech, 1987].

Tipuri genetice de zăcămintele	Rocile în care sunt cantonate	Minerale de plumb			Asociații paragenetice de elemente principale	
		Denumirea	Formula	Elemente minore și impurități	Din minereu	Din gangă și roca înconjurătoare
Hidrotermale (mezotermale)	Roci intrusiv acide, intermediare și porfirele lor	Galena	PbS	Ag, Bi, Cd, Fe, Zn, Cu, Se, Te, As, Sb	Pb, Zn, Fe, S, Cd \pm Cu	SiO_2 , Ca, CO_3^{2-} , Fe, Mg și elementele depinzând de roca gazdă
Hidrotermale (epitermale)	Roci eruptive terțiare	Galena Sulfosăruri de plumb	-	-	Pb, S, Sb, As, Zn, Fe, Cu, Ag, Bi	SiO_2 , Ca, Mg, Fe, CO_3^{2-} , Ba, SO_4^{2-} și elementele depinzând de roca gazdă

Deoarece sulfurile în condiții exogene se descompun foarte ușor și sulfurile de plumb se alterează, punând în libertate plumbul și elementele minore prinse în rețeaua lor cristalină. În mediu oxidant, plumbul se combină cu anioni complecși formând sulfați, carbonați, fosfați, vanadați, arseniați, cromati și wolframați (ceruzit: $PbCO_3$, anglezit $PbSO_4$, piromorfit $Pb_5(PO_4)_3Cl$, mimetizit $Pb_5(AsO_4)Cl$, vanadinit $Pb_5(VO_4)_3Cl$, crocoit $PbCrO_4$, wulfenit $PbWO_4$ sau chiar silicați - de exemplu, barisilitul $Pb_3Si_2O_7$. În unele roci sedimentare, Pb trece în soluții bicarbonatate din care cristalizează sub formă de cerusit. În condiții reducătoare, în prezența materiei organice, din cerusit se formează galenit, datorită caracterului sulfofil al Pb. În rocile carbonatate, conținutul în Pb este de 5-33 ppm. În unele calcare terțiare, Pb se poate individualiza sub formă de galenit. Cu toate că în evaporite, conținutul în plumb este extrem de mic, aici poate să apară sub forma unui mineral independent, palmieritul $PbK(SO_4)_2$. În palmierit, Pb este antrenat de K, datorită razelor ionice asemănătoare și lipsei sulfurului.

Abundența terestră a Pb indică tendința acestuia de a se acumula în rocile magmatice acide și în sedimentele argiloase, conținuturile de Pb fiind cuprinse între 10-40 ppm, în timp ce în rocile ultramafice și sedimentele calcaroase, Pb se concentrează în proporție de 0,1-10

ppm. În timpul dezagregării lente a oxizilor și sulfurilor de Pb, acesta formează carbonați ce vor fi introduși în mineralele argiloase, în oxizii și oxihidroxizii de Fe și Mn și în materia organică. Caracteristicile geochimice ale Pb(II) se aseamănă cu cele ale metalelor alcaline și alcalino-pământoase, astfel că Pb poate înlocui K, Ba, Sr, chiar și Ca, atât în structura mineralelor, cât și în centrul superficial de schimb ionic / adsorbție.

Conținutul natural de Pb în soluri este moștenit în mare parte de la rocile parentale. Prin poluare majoritatea solurilor se îmbogățesc în Pb, în special în orizonturile superioare. Din datele prezentate în tabelele 17 -19, care cuprinde valorile plumbului din diferite țări din orizonturile de suprafață, se poate observa că acesta variază între limitele 3-189 ppm pentru orizonturile de suprafață, în timp ce valorile pe tip de sol sunt cuprinse între 10-67 ppm (media: 32 ppm). Nivelurile ridicate de Pb (100 ppm) sunt consemnate pentru diferite soluri din: Danemarca, Japonia, Marea Britanie și Irlanda. În solurile din Alaska, au fost pus în evidență un conținut scăzut de Pb, desi în aceste soluri Pb are valori ale concentrației cuprinse între 4-349 ppm (aproximativ 90 % din numărul total de probe analizate au un conținut > 20 ppm, cu o medie de 12 ppm). Conținuturile scăzute de Pb ale solurilor din această regiune îndepărtată sugerează că în medie, pentru solurile din întreaga lume, conținutul de Pb variază în jurul valorii de 20 ppm. Această valoare este semnificativ apropiată de concentrația litologică a plumbului. Interpretarea globală a datelor au indicat faptul că la nivel mondial, valorile medii ale conținutului de Pb în soluri variază între 22-28 ppm, cu excepția histosolurilor care au un conținut mai ridicat de Pb (în medie 44 ppm).

Tabelul 3.18

Nivelul mediu de baza al Cd și Pb din soluri în Lume și Europa Centrală A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007].

Metalul	Locația	Solul / Coeficientul lui Clarke	Podzoluri	Cambisoluri	Fluvisoluri
Cd	Lume	10	0,3	0,5	0,4
	EC		0,5	0,6	0,4
Pb	Lume	3	20	30	23
	EC		23	29	37

Dintre metalele grele, plumbul are o mobilitate relativ redusă, fiind asociat în general cu mineralele argiloase, oxizii și oxihidroxizii de Fe, Mn și Al și în special de materia organică. În unele tipuri de soluri, Pb poate fi puternic concentrat în fazele carbonatice (calcitice) sau fosfatice. Aceste tendințe de distribuție a Pb pot fi mai mult sau mai puțin alterate în funcție de condițiile fizico-chimice ale fiecărui tip de sol. De asemenea, solubilitatea redusă a majorității compușilor plumbului și tendința accentuată a acestuia de a se adsorbi pe suprafața fazelor solide, constituie principalii factori limitativi ai migrației plumbului în soluri. În solurile cu pH ridicat Pb poate precipita sub formă de hidroxizi și / sau carbonați, iar formarea complexilor solubili de plumb (hidroxocomplecși sau complecși cu materia organică) în aceste condiții este foarte redusă. Creșterea acidității solului poate duce la creșterea solubilității Pb, însă, de obicei mobilizarea acestuia este mult mai lentă comparativ cu acumularea în stratelor organice ale solurilor.

Tabelul 3.19.

Limitele de variație pentru concentrațiile totale ale Pb, Cd și Ba în solurile de suprafață calculate la scară mondială (ppm DW) [D.C. Adriano, 2001].

	Podzoluri (soluri nisipoase)		Cambisoluri		Kastanozomuri și cernozomuri		Histisoluri (soluri organice)	
	Limite	Media	Limite	Media	Limite	Media	Limite	Media
Pb	2,3– 7,0	22	1,5– 7,0	28	8-70	23	1,5-176	44
Cd	0,01-2,7	0,37	0,08-1,61	0,45	0,18-0,71	0,44	0,19-2,2	0,78
Ba	20-1,50	330	19-1,50	520	100-1,00	520	10-700	175

Limitele prezintă o afinitate mult mai mare pentru Pb decât celelalte minerale argiloase, cu excepția allofanelor din andosoluri. Datele experimentale au arătat că adsorbția plumbului pe fazele solide din soluri este puternic dependentă de forma de speciație a acestui element în soluția solului (ex.: Pb^{2+} , $[Pb(OH)]^+$, $[Pb_4(OH)]^{4+}$ etc.). În general, plumbul sub formă de specii complexe hidroxilice se fixează pe montmorillonit printr-un mecanism de schimb ionic, iar pe illite sau caolinit fixarea acestor specii este mult mai redusă realizându-se prin adsorbție. Numeroase studii din literatura de specialitate au indicat faptul că plumbul se adsorbte selectiv pe oxizii de Fe și Mn, halloysit, imogolit, humus, caolinit și montmorillonit, selectivitatea fiind determinată în special de formele de speciație ale plumbului în sol. Localizarea caracteristică a Pb în orizonturile de suprafață ale solurilor este direct corelată cu acumularea materiei organice în aceste orizonturi. De obicei, creșterea conținutului de Pb în orizonturile de suprafață indică o expunere a acestora la diferite surse de poluare.

Principalele surse de poluare cu Pb sunt emisiile întreprinderi de prelucrare a metalelor (care elimină plumbul sub formă de PbS , PbO , $PbSO_4$ și $PbO \cdot PbSO_4$) și emisiile de la automobile (elimină plumbul sub formă de $PbBr$, $PbBrCl$, $Pb(OH)Br$ și $(PbO_2)(PbBr_2)$). Deoarece Pb intră în sol sub diferite forme de speciație, reacțiile acestuia și modul în care participă la procesele de distribuție interfazică pot să difere foarte mult de la o zonă la alta și de la un tip de sol la altul. După unele opinii Pb este metalul cel mai stabil în solurile de pădure, iar pentru o levigare naturală a acestuia de 10 % din aceste soluri necesită cca 200 ani pentru solurile poluate și cca 90 ani pentru cele folosite. *Kitagishi și Yamane* (citată după *A. Kabata-Pendias, 2007*) au estimat pentru o scădere cu 10 % a concentrației plumbului din solurile poluate un interval de timp cuprins între 740-5900 de ani, în funcție de tipul solului, gradul de utilizare a acestuia și nivelul inițial al poluării.

Pb este cel mai puțin mobil dintre metalele grele. Concentrațiile relativ mici de Pb în soluțiile solului susțin această afirmație. Plumbul se asociază în principal cu minerale argiloase, oxizi de Mn, hidroxizi de Fe și Al și materie organică. Totuși, în unele soluri plumbul poate fi concentrat în particule de $CaCO_3$ sau fosfați. Un sol cu pH ridicat poate precipita plumbul ca hidroxid, fosfat sau carbonat și favorizează formarea complexelor Pb-organice care sunt relativ stabili. Creșterea acidității poate mări solubilitatea plumbului, dar mobilizarea este de obicei mai lentă decât acumularea în stratul de sol bogat în materie organică. Localizarea caracteristică a plumbului aproape de suprafața solului în cele mai multe profile de sol este în primul rând legată de acumularea de către materia organică.

Din punct de vedere biochimic nu se cunoaște funcția biologică a plumbului - după unii cercetători este mai degrabă un element balast. Raportat la numărul și conținuturile de elemente chimice decelate în organismele vii, plumbul și cadmiul sunt incluse în categoria microelementelor neesențiale, tolerabile de organism în anumite limite. Sub aspect ecologic, atât plumbul, cât și cadmiul, sunt incluși în categoria poluanților majori. Deși plumbul și cadmiul sunt extrem de toxici și manifestă o acțiune carcinogenetică foarte puternică, totuși, la nivelul organismelor animale, prezența lor în anumite limite de concentrație pare să stimuleze acțiunea biologică a unor elemente esențiale (N, P, O, S, Zn etc.).

Tabelul 3.20.

Conținutul de Pb (ppm) în solurile de suprafață din diferite țări
[A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007].

Tipul de solul	Țara	Limite	Media
Podzoluri și soluri nisipoase	Australia	-	57
	Romania	5 - 41	19
	Canada	2,3 - 47,5	10,4
	Polonia	8,5 - 23,5	16
	U.S.	<10 - 70	17
	U.S.S.R	17,5 - 22,2	20
Loess și soluri aluvionare	Polonia	14 - 32	26
	U.S	10 - 30	19
Soluri lutoase și argiloase	Canada	1,5 - 50,1	16,6
	Chad	20 - 45	-
	Polonia	12,5 - 52	25
	Romania	14 - 33	21
	U.S	10 - 70	22
	U.S.S.R	-	40
Fluvisoluri	Austria	16 - 22	19
	Marea Britanie	24 - 96	63
	Polonia	12,5 - 48,5	39
Gleisoluri	Chad	20 - 50	-
	Polonia	19,5 - 48,5	30
	U.S.S.R	-	67
	Marea Britanie	17 - 63	40
Rendzine	Irlanda	25 - 45	-
	China	17 - 280	57
	Polonia	17 - 46	28,5
	U.S	10 - 50	22
Kastanozomuri și soluri brune	Austria	13 - 31	21
	Marea Britanie	20 - 50	35
	Romania	8 - 20	15
Ferralsols	Chad	10 - 30	-
	Sierra Leone	3 - 91	47
Cernoziomuri	Polonia	19 - 29	25
	U.S	10 - 70	19
	U.S.S.R	20,2 - 29	24
Histisoluri și alte soluri organice	Canada	1,5 - 50,0	12,6
	Danemarca	43 - 176	50,5
	Marea Britanie	26 - 142	84
	Irlanda	120	-
	Polonia	18 - 85	-
	U.S	10 - 50	24
Solurile de pădurei	China	-	26
	U.S	10 - 50	20
	U.S.S.R	10 - 56	37
Diverse tipuri de soluri	Austria	21 - 33	29
	Canada	-	20
	Marea Britanie	15,5 - 41	29
	Italia	4 - 81	26
	Japonia	5 - 189	35
	Polonia	5 - 286	18

Cadmiul

Cadmiul, din punct de vedere geochemic, este un element înrudit cu Zn pe care îl însoțește, atât în procesele magmatice, cât și în cele exogene. Deoarece potențialul ionic al Cd este mai mic decât al Zn, cadmiul se concentrează în mineralele zincului la temperatura mai joasă. În procesele magmatice, în faza de cristalizare principală, concentrația medie a Cd este de 0,15 ppm – *tabelul 3.21*. Cea mai mare cantitate de Cd din această fază s-a semnalat în unele roci plagioclazice (5 ppm). Ca și zincul, cadmiul se concentrează în mineralele feromagneziene. Cea mai mare parte a Cd din rocile magmatice a fost găsită în biotite. Concentrarea Cd începe în etapa hidrotermală unde, cea mai mare parte a lui intră în rețeaua mineralelor de Zn, mai ales în cele două modificări ale sulfurii de zinc, sfaleritul și würtzitul. Dintre cele două modificări, würtzitul conține întotdeauna mai mult Cd decât sfaleritul, ceea ce se explică prin structura analogă a greenockitului (CdS) cu a würtzitului (ZnS).

Tabelul 3.21.

Cadmiul și bariul în tipurile majore de roci (ppm)
[A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007]

Tipul rocii	Ba	Cd
Roci magmatice		
Roci ultramafice: dunite, peridotite, piroxeni	0,5 – 25,0	0,03 – 0,05
Roci mafice: bazalte, gabbrouri	250 – 400	0,13 – 0,22
Roci intermediare: diorite, sienite	1,0 – 1,8	0,13
Roci acide: granite, gnaise	400 – 850	0,09 – 0,20
Roci vulcanice acide: riolite, trahite, dacite	600 – 120	0,05 – 0,20
Roci sedimentare		
Sedimente argiloase	500 – 800	0,30
Marne	500 – 800	0,22 – 0,30
Gresii	100 – 320	0,05
Calcare, dolomite	50 – 200	0,035

Datorită caracterului sulfofil mai pronunțat al Cd față de Zn, în zona de cimentare, Cd se separă și formează un mineral independent, greenockitul (CdS), care umple fisurile sfaleritului. În calcare, Cd este precipitat împreună cu Zn, care a fost transportat sub formă de sulfat sau cloruri, și astfel Cd este antrenat în carbonatul de zinc care se formează aici. Astfel se explică conținutul relativ mare în Cd al smithsonitului. În hidrolizate, conținutul de Cd este relativ mic (0,3 ppm) în raport cu unii fosfați de origine organică unde Cd se concentrează în cantități relativ mari (100 ppm). Abundența Cd în rocile magmatice și sedimentare nu depășește 0,3 ppm – *tabelul 3.21*, acest metal fiind concentrat mai ales în depozite argiloase și marnoase. Geochemie Cd este puternic asociat cu Zn, însă prezintă o afinitate însemnată pentru S (comparativ cu Zn). Compușii Cd sunt izotopici cu compușii corespunzători ai Zn, Co, Ni, Fe, Mg, iar în unele situații și Ca. Deoarece în timpul dezagregării Cd trece ușor în soluții, el se găsește sub formă Cd(II) cu care formează câțiva ioni complecși ($[CdCl]^+$, $[Cd(OH)]^+$, $[Cd(HCO_3)]^+$, $[CdCl_3]^-$, $[CdCl_4]^{2-}$, $[Cd(OH)_3]^-$, $[Cd(OH)_4]^{2-}$ etc.) și chelați organici. În soluri factorul cel mai important care controlează mobilitatea ionului de Cd este pH-ul și potențialul redox. În condiții puternic oxidante, Cd formează minerale (CdO și $CdCO_3$) și este acumulat în fosfați și depozite biolitice. Raza ionică superioară a Cd(II) comparativ cu cea a Zn(II) explică caracterul slab amfoter al $Cd(OH)_2$ și tendința mai slabă de hidroliză a sărurilor de cadmiu. Solubilitatea inferioară a sărurilor de Cd(II) se explică prin caracterul lor ionic inferior și tendința ridicată de a forma autocomplecși. Ionul Cd^{2+} are tendința marcantă de a forma combinații complexe stabile cu numere de coordonare 6 (octaedrice), având ca liganzi molecule neutre sau anioni de tipul X^- , CN^- , SCN^- , HO^- etc.

Conținutul mediu de Cd în soluri este între 0,06 - 1,1 ppm. Media concentrație cadmiului în soluri la nivel mondial este 0,53 ppm Cd, în soluri de suprafață. Cd este foarte mobil în soluri acide (pH = 4,5 - 5,5) în timp ce în solurile alcaline Cd este aproape imobil. Acest fapt are o mare importanță în îmbunătățirea solurilor poluate cu acest metal. Cadmiul reprezintă unul dintre cele mai periculoase metale grele, deoarece este toxic atât pentru om, cât și pentru animale. Conținutul normal de Cd în soluri este considerat < 1 ppm. În soluri cadmiul este asociat de regulă cu zincul. Date din literatură citează faptul că, în anumite depozite cu fosfați bruți (cei din Africa de Sud) acumularea de Cd / 1 kg este de 0,1 - 75 mg. Tot din literatură, pe baza cercetărilor, este dat ca exemplu fertilizarea solurilor cu P₂O₅, în doze de 70 kg / ha / an, cu concentrație de 18 % când, în sol este adus pe această cale cca 2 - 3 g Cd / ha / an. Se consideră că, la o concentrație > 12,25 ppm în sol, ionii de cadmiu frânează procesul de sinteză al azotului atmosferic, procesele de amonificare, nitrificare și denitrificare. Dintre factorii edafici care contribuie la o ușoară absorbție în sol a cadmiului, mai importanți sunt: permeabilitatea și drenajul bun al solurilor, textura ușoară și scheletul din subsol, valoarea scăzută a T-ului, nivelul adânc al apei freatică, panta mare a terenului. Ameliorativ, în situația solurilor poluate cu acest element sunt citate măsuri de decopertare sau copertare a orizonturilor în cauză, printr-un strat de 30 cm grosime.

Compoziția chimică a materialului parental reprezintă factorul mediu determinat pentru conținutul de Cd din sol. Conținuturile medii sunt stabilite între 0,06 și 1,1 ppm, însă nu sunt corelate cu tipurile de sol, deși se poate constata faptul că cel mai ridicat conținut (0,78 ppm) este pentru histisoluri și cel scăzut (0,37 ppm) este pentru podzoluri - [tabelul 3.22](#).

Fixarea Cd în soluri este cunoscută ca fiind un proces foarte rapid. Se estimează că în majoritatea tipurilor de sol adsorbția a 95 % din cantitatea totală de Cd, la pH = 6, se realizează în cca 10 minute, până la maxim 1 oră. În intervalul de pH = 4 - 7,7 capacitatea adsorbție a Cd pe soluri crește de cca 3 ori pentru o creștere a pH-ului cu o unitate. Afinitatea cea mai mare a solului pentru Cd se întegrează la o valoare a pH-ului apropiată de 6. În intervalul de pH = 4 - 7,7, capacitatea de adsorbție a solului crește de aproximativ 3 ori la o creștere cu o unitate a pH-ului. În solurile dezvoltate sub influența unui climat umed, migrarea cadmiului pe profil apare mai des decât acumularea în orizontul de la suprafață. Ca urmare, îmbogățirea în cadmiu observată în orizonturile superioare trebuie atribuită în principal poluării.

În soluția solului, concentrațiile Cd sunt relativ scăzute fiind cuprinse între 0,2-6 ppm. Solubilitatea Cd este puternic controlată de aciditatea soluției solului - [figura 3.12](#). Astfel, în solurile minerale, aciditatea critică este cuprinsă între pH = 4,0 - 4,5, iar în solurile cu pH mai scăzut cu numai 0,2 unități concentrația Cd scade de 3- 5 ori. Ca urmare, în cele mai multe soluri, din conținutul total de Cd mai mult de jumătate este ușor extractibil cu soluție 0,005 N CaCl₂. Cd este cunoscut ca fiind unul dintre cele mai mobile elemente în condițiile unor tipuri diferite de soluri, manifestând o tendință marcantă de acumulare în orizonturile de suprafață, unde se leagă în special de materia organică, minerale argiloase, oxizi și oxizhidroxizi de Fe, Al și / sau Mn. În anumite cazuri se pot realiza acumulări semnificative de Cd și pe mineralele carbonatice.

Rolul biologic al cadmiului nu se cunoaște încă destul de exact. Alături de plumb, cadmiul este inclus în categoria microelementelor neesențiale ale organismelor animale, iar din punct de vedere ecologic este considerat un poluant major. Organismul unui individ mediu, nesupus contaminării profesionale, conține 20-30 mg Cd, cantitățile cele mai mari fiind concentrate în rinichi și ficat. În organisme cadmiul este legat mai ales de metalotioneină (o proteină cu masa moleculară mică, 5000 - 10.000 uam), iar între metabolismul cadmiului și cel al Zn, Cu, Ca și Fe au fost evidențiate interdependențe directe. În organism cadmiul se comportă ca un antimetabolit al zincului. Conținutul normal de cadmiu în soluri este estimat la valori de sub 1 ppm; există însă situații în care poluarea cu acest element este foarte

ridicată, uneori depășind valoarea de 1700 ppm. Se consideră că de la o concentrație a cadmiului în sol > 12,25 ppm, ionii Cd inhibă procesele de sinteză a azotului atmosferic, procesele de amonificare, nitrificare și denitrificare.

Tabelul 3.22.

Conținutul de cadmiu (ppm) în solurile de suprafață din diferite țări (ppm)

[A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007].

Solul	Țara	Interval	Media
Podzoluri și soluri nisipoase	Romania	0,2-2,7	0,9
	Polonia	0,01-0,24	0,07
	U.S	0,08-0,47	0,21
	Canada	0,10-1,80	0,43
	U.S.S.R	-	0,32
Loess și soluri aluvionare	Polonia	0,18-0,25	0,20
Soluri lutoase și argiloase	Polonia	0,08-0,58	0,26
	Romania	0,5-1,6	0,9
	Canada	0,12- 1,61	0,64
	U.S	0,13-0,55	0,27
Fluvisoluri	Austria	0,21-0,52	0,37
	Marea Britanie	0,41-2	1,10
	Polonia	0,24-0,36	0,30
	Bulgaria	0,42	-
Gleisoluri	Polonia	0,14-0,96	0,50
Renzine	Polonia	0,38-0,84	0,62
Soluri brune	Austria	0,22-0,49	0,33
	Romania	0,3-1,4	0,7
	U.S	0,05-0,71	0,27
Cernoziomuri	Polonia	0,18—0,58	0,38
	Bulgaria	0,55-0,71	0,61
	U.S.S.R	-	0,32
Histisoluri și alte soluri organice	Danemarca	0,8-2,2	1,05
	Canada	0,19-1,22	0,57
	Marea Britanie	0,56	-
	U.S	0,36-1,44	0,72
Solurile forestiere	U.S	0,5-1,5	0,73
Soluri diverse	Austria	0,19-0,46	0,29
	Danemarca	-	0,26
	Marea Britanie	0,27-4	1,00
	Germania de Vest	0,3-1,8	0,80
	Italia	0,07-0,89	0,44
	Japonia	0,03-2,53	0,44
	Polonia	0,1-0,6	0,41
	Bulgaria	0,24-0,35	0,29
	Canada	-	0,56
	U.S	0,41-0,57	-
	U.S.S.R	0,01-0,11	0,06

Tabelul 3.23.

Efectul pH – lui asupra absorbției metalelor pe acid humic
 [A. Kabata-Pendias și A.B. Mukherjee, 2007].

Metal	Procente raportat la concentrația inițială		
	pH = 2,4	pH = 3,7	PH = 5,8
Hg	99	98	98
Fe	81	96	100
Pb	19	80	96
Cu	12	59	97
Ni	5	6	61
Cr	0	70	100
Cd	0	7	77
Zn	0	8	64
Co	0	2	45
Mn	0	3	13

Concentrația inițială a soluției: $2,75 \cdot 10^{-3}$ M.

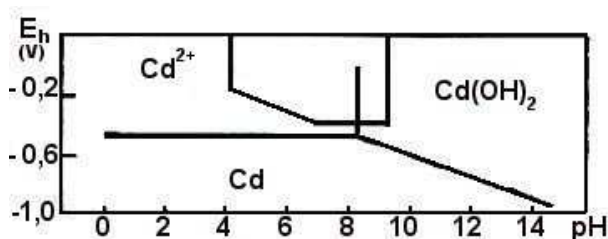


Fig. 3.12. Diagrama Pourbaux a cadmiului (I. Imrech, 1984).

3.8.7. Documentare referitor la determinarea metalelor grele din soluri și a proceselor de speciație și de distribuție interfazică

1. Preliminarii

Cea mai mare parte a datelor referitoare la procesele de distribuție interfazică și de speciație a factorilor chimici de risc în sisteme integrate sol – apă – plante, existente în acest moment în literatura de specialitate, sunt obținute prin aplicarea a diferite metode de modelare teoretică. Aplicații ale modelării experimentale, vizând în mod expres procesele de distribuție interfazică și de speciație chimică a factorilor chimici de risc în sisteme sol-apă-plante, apar destul de rar în literatura de specialitate, iar informațiile referitoare la metodologiile de lucru, strategiile experimentale și aparatura experimentală nu sunt încă sistematizate și generalizate într-un sistem coerent din punct de vedere analitic. Metodologia de lucru relativ complexă, necesitatea utilizării unor metode analitice variate, durata mare a experimentelor și instalațiile de lucru sofisticate constituie probabil impedimente serioase la aplicarea modelărilor experimentale, mai ales în condițiile în care sunt preferate studiile expeditivă, monodisciplinare care vizează aspecte singulare ale dinamicii factorilor chimici de risc în sistemele sol-apă-plante.

Tehnicile analitice utilizate în strategiile experimentale curente au fost dezvoltate în special pentru determinarea concentrației totale a componentilor din fazele lichide și / sau solide. Însă, pentru elucidarea mecanismelor proceselor biogeochimice care se desfășoară în sistemele sol – apă - plante, informațiile referitoare la dinamica proceselor de distribuție interfazică și de speciație sunt de o importanță vitală. Un procedeu analitic ideal pentru dozarea individuală a speciilor chimice trebuie să fie sensibil, selectiv și să ofere informații clare despre specia chimică a elementului din care provine. De asemenea, este necesar ca

procedul analitic să nu fie distructiv și să presupună manipulări minime ale probei investigate. Din păcate, majoritatea tehnicilor analitice utilizate în prezent nu pot face distincție între speciile chimice individuale prezente într-o soluție la echilibru. Tehnicile de mare eficacitate pentru analiza chimică generală (spectrometria de absorbție / emisie atomică, fluorescență cu raze X etc.) permit determinarea cantității totale a unui element dat din probă și, în mod necesar, acestea trebuie să fie combinate cu metode cromatografice sau cu alte metode de separare de mare selectivitate și finețe care să permită decelarea speciilor individuale. Deși potențialul analitic (precizie, acuratețe, reproductibilitate etc.) a metodelor combinate de determinare a formelor de speciație este excelent, totuși utilizarea lor în practica laboratoarelor de analize pedogeochimice și agrochimice este limitată de costurile relativ ridicate și samplul laborios care necesită timp și personal cu înaltă calificare și experiență. Metodele electrochimice au un potențial mai ridicat în ceea ce privește capacitatea de decelare a speciilor chimice dintr-o soluție, însă și în acest caz există mai multe impedimente de ordin experimental. Potențiometrii directă cu senzori ion-selectivi, cel puțin în principiu, pare a fi cea mai indicată pentru studiile de speciație. Exceptând electrodul de sticlă pentru determinarea pH-ului, majoritatea senzorilor ion-selectivi au o aplicabilitate limitată, fie datorită sensibilității lor, fie interferențelor care apar în soluții de electroliți.

O procedură de lucru care va fi dezvoltată de noi în cadrul acestui proiect va urmări cuplarea metodelor electrochimice cu metodele de extracție secvențială solid / lichid, astfel încât să fie posibilă determinarea, chiar și „in situ”, cu precizie și selectivitate ridicată, atât a conținuturilor totale, cât și a formelor de speciație ale compușilor chimici care pot acționa ca factori de risc în sistemele sol-apă-plante de producere a legumelor proaspete. Problema distribuției interfazice și a speciației chimice a factorilor chimici de risc în sistemele sol – apă – plante fost abordată de noi pe patru căi complementare astfel încât să se asigure chiar din momentul samplului relevanța analitică maximă determinărilor, respectiv un control intrinsec continuu a acestora:

- *modelare teoretică* – dezvoltând pentru cazurile perimetrelor de lucru selecționate pentru realizarea studiilor modelul prezentat de noi în capitolul anterior;
- *modelare experimentală* – dezvoltând strategiile experimentale și metodologiile de lucru prezentate în acest capitol;
- *analize complete și studii experimentale detaliate* pe probe de sol, apă și materiale vegetale prelevate din perimetrele de lucru;
- *monitorizări și studii „in situ”* a dinamicii factorilor chimici de risc în sisteme ecologice pentru producerea legumelor proaspete stabilite pentru realizarea aplicațiilor experimentale și tehnologice.

Ca metode analitice ne-am propus să dezvoltăm proceduri experimentale și metodologii de lucru proprii bazate pe:

- *metode potențiometrice* – prin utilizarea senzorilor electrochimici ion-selectivi comercializați și posibil de concepție proprie, în special pentru determinări „in situ” și monitorizări;
- *metode amperometrice* – se va avea în vedere testarea posibilităților de utilizare a electrozilor cu membrană lichidă ion-selectivi și a electrozilor metalici modificați chimic de concepție proprie la studiul distribuției și speciației factorilor chimici de risc mai ales pentru determinări „in situ”;
- *extracția secvențială în sisteme solid / lichid și în sisteme cu două faze apoase pe bază de polimeri* cuplate cu metode analitice de mare eficacitate pentru determinarea speciilor chimice (spectrometrie de absorbție / emisie atomică, spectrometrie de fluorescență cu raze X, cromatografie de lichide, metode potențiometrice și / sau amperometrice, secondate în funcție de complexitatea probelor de spectrometrie de infraroșu, difracție cu raze X, spectrometrie Raman, analize termice diferențiale etc.).

Obiectivele

- Stabilirea tendințelor actuale ale studiilor privind speciația, distribuția interfazică, migrația și biodisponibilitatea metalelor grele în sistemele sol-apă plante, cu referire specială la sistemele ecologice de producere a legumelor proaspete.
- Stabilirea mecanismelor generale și specifice de manifestare a efectelor nocive de către metalele grele în sisteme integrate sol-apă-plante: procesele de speciație și de distribuție interfazică.
- Realizarea instalațiilor experimentale pentru modelarea experimentală a proceselor de speciație și de distribuție interfazică a metalelor grele în soluri.
- Selecția parametrilor de lucru experimentali pentru studiul practic al speciației și distribuției interfazice a metalelor grele în soluri.
- Selecția metodelor de separare selectivă și de determinare a formelor de speciație a metalelor grele în soluri.
- Selecția, operaționalizarea și stabilirea limitelor de aplicabilitate a modelelor de estimare a distribuției formelor de speciație a metalelor grele în soluri și a asociațiilor geochemice caracteristice dintre metalele grele și componentele minerale și organice ale solurilor.

Procesele de speciație chimică – considerații generale

Deși termenii de „*component chimic*” sau „*specie chimică*” sunt intrați în limbajul pedogeochimic de foarte multă vreme, există totuși numeroase lucrări în care acești termeni sunt utilizați cu semnificații incerte și uneori incorecte. De cele mai multe ori, acești termeni sunt utilizați cu semnificațiile date de *Lewis și Randall* [după *K.S. Pitzer, 1987*]. *R.M. Garrels et al. (1962; 1965; 1971)* utilizează termenii de „*specii*” sau „*specii dizolvate*” într-un sens general, desemnând *formele complexe de asociație ionică* dintre anioni, cationi sau / și radicali în soluții de electroliți, respectiv *perechile de ioni* pentru acei complecși de asociere ionică la care raportul dintre anioni și cationi este egal cu unitatea. *W. Stumm și J.J. Morgan (1981)*, deși discută pe larg problemele legate de speciația chimică, nu fixează în mod clar și coerent terminologia utilizată. Autorii menționați definesc „*specia chimică*” ca reprezentând „*forma reală în care un ion sau o moleculă există în soluție*”. *W. Davison (1985)* definește specia chimică ca „*orice configurație moleculară care poate exista în soluții naturale*”. La primele trei Simpozioane Internaționale privind Speciația Elementelor în Toxicologie și în Științele Mediului și Biologie (1991; 1994; 1997) a fost adoptată următoarea terminologie [după *The Analyst, 117(3), 1992 și 120(3), 1995*]:

Specie chimică = o formă (monoatomică sau moleculară) sau o configurație în care poate să apară un element sau un grup distinct de atomi având o prezență permanentă în compuși sau matrice diferite.

Speciație = ocurența unui element în forme identificabile separat (adică, chimic, fizic sau stare morfologică).

În același context a fost recomandată utilizarea terminologiei de „*specie părinte*” pentru un component invariant și „*specie analit*” pentru formele care pot fi analizate (decelabile prin metodele cunoscute în prezent). *J.D. Burton (1979)* și *A.C.M. Bourg (1988)*, referindu-se la speciația chimică în medii apoase naturale, definesc următoarele categorii de forme sub care elementele sau compușii chimici pot exista:

Specie chimică = entitatea care poate fi descrisă în funcție de o stoichiometrie bine definită.

Formă chimică = grup coerent chimic format din specii chimice bine definite (de exemplu: toți complecșii pe care un element îi poate forma cu liganzii anorganici; toate speciile provenite de la un element într-o anumită stare de oxidare etc.) sau entități mai puțin definite (exemplu: coloizi; particule în suspensii etc.).

Fracția chimică = un grup de forme chimice pus în evidență printr-un anumit procedeu analitic bine definit și operațional (de exemplu: fracția dizolvată).

Fracțiile chimice nu sunt mutual exclusive, acestea specifică mai degrabă o comportare, decât să indice speciile chimice implicate. Din punct de vedere experimental, determinarea formelor și fracțiilor chimice este mai ușor accesibilă comparativ cu dozarea detaliată a speciilor chimice.

F.M.M. Morel (1983) reformulează noțiunea de „component” în modul următor: „componentii unui sistem reprezintă un set bine determinat de entități chimice care permit descrierea completă a stoichiometriei sistemului respectiv”. Din această definiție rezultă două aspecte deosebit de importante:

- Ecuațiile bilanțului de masă pentru componentii chimici implicați trebuie să probeze principiul conservării masei pentru sistemul considerat. Aceasta are implicații deosebite în operarea delimitării sistemelor pedogeochimice și aplicarea diferitelor „restricții” asupra acestora.

- Componentii sistemului trebuie să furnizeze formule stoichiometrice complete și univoce pentru fiecare specie chimică existentă în sistem. Altfel spus, în cadrul sistemului sunt admise numai acele reacții și procese între componenți care conduc la formarea unor specii chimice. În mod necesar, reacțiile trebuie să fie independente din punct de vedere stoichiometric. Chiar dacă reacțiile corespund unor procese chimice care se desfășoară simultan în sistem, reacțiile care conțin aceeași „informație stoichiometrică” sunt considerate redundante din punct de vedere al conservării masei.

Sinteza datelor existente în literatură și analiza critică a accepțiunilor utilizate pentru desemnarea noțiunilor de *specie* și *speciație chimică* au permis formularea unei clasificări cu caracter general a formelor fizico-chimice de speciație a elementelor chimice în sistemele pedogeochimice (*tabelul 3.24*). Din punct de vedere fizico-chimic se pot delimita 5 criterii generale de interpretare a fenomenelor de speciație a elementelor chimice: (i) formele de coordinare; (ii) formele acido-bazice (Brønsted, Lewis, Pearson etc.); (iii) formele de configurație electronică; (iv) formele de configurație moleculară; (v) formele izotopice. Aplicarea ultimelor trei criterii necesită o serie de precizări suplimentare.

Studiile referitoare la procesele de speciație chimică vizează aproape exclusiv procesele care se desfășoară în fazele apoase ale sistemelor sol – apă – plante. În consecință, metodele de determinare a formelor de speciație a metalelor grele și modelele de interpretare a rezultatelor experimentale sunt dezvoltate în cea mai mare parte pentru cazul fazelor apoase. Studiile referitoare la procesele de speciație la interfața solid – lichid, lichid – gaz și lichid – lichid, precum și cele referitoare la procesele de speciație în faze solide, coloidale și în sisteme biologice din soluri sunt extrem de limitate ca număr, extindere și aplicabilitate. Judecând după datele din literatura de specialitate, astfel de abordări ale proceselor de speciație chimică apar sporadic, o bună parte dintre acestea având mai mult caracter speculativ-filosofic și mai puțin descriptiv-științific. Dintre abordările bine fundamentate teoretic și bazate pe interpretarea rațională a unor date experimentale concrete, cele mai multe sunt monodisciplinare, aplicabile cu rezultate acceptabile numai pe domenii foarte restrânse sau cazuri particulare (biologie, medicină, biochimie, geochimie etc.).

Plecând de la premisele existente pentru procesele de speciație chimică în faze apoase și bazat pe un număr consistent de date experimentale, *D. Bulgariu* (2005) a dezvoltat „modelul speciației intracristaline” a microelementelor și moleculelor de apă (*tabelul 3.25*). Aplicarea modelului speciației intracristaline a dat rezultate acceptabile pentru câteva faze minerale din soluri de diferite tipuri genetice (feldspați, minerale argiloase – montmorillonit și caolinit, carbonați – calcit, oxizi și oxihidroxizi de fier). Însă, deși modelul este fundamentat pe analize chimico-mineralogice, analize termice diferențiale și analize prin spectrometrie de infraroșu, totuși aplicarea lui pentru cazul sistemelor sol – apă – plante necesită câteva revizuri

importante ale premizelor de lucru și ale metodologiei de interpretare a rezultatelor experimentale. În acest sens, *D. Bulgariu și colab.* (2005; 2007; 2008) au îmbunătățit bazele teoretice și de studiu experimental a proceselor de speciație intracristalină, propunând totodată și câteva de repere de unificare a acestui model cu modelele referitoare la procesele de speciație de la interfața lichid / solid. În varianta modificată, ipoteza speciației intracristaline a moleculelor de apă și microelementelor are o bună consistență teoretică și experimentală, fiind aplicabilă, atât componentilor „mobili” (cationi de schimb, molecule de apă etc.), cât și componentilor „fiecși” (elementele chimice din componența fazelor minerale solide sau / și puternic fixate la interfața mineral / soluție). Într-o formă particulară, această ipoteză va fi valorificată la evaluarea și estimarea factorilor de risc chimici și biochimici în sistemele ecologice de cultivare a legumelor proaspete.

Tabelul 3.24.

Formele de speciație ale elementelor chimice în sistemele pedogeochemice (*W. Stumm și J.J. Morgan, 1981*, cu modificări după *D. Bulgariu și C. Rusu, 2005*).

Tipul		a_i	M	Forme fizico-chimice		
Specii în soluții		< 1	< 500	Ioni liberi		
				Asociații ionice anorganice	Perechi de ioni	
					Complecși	
					Acvocomplecși	
	1-10	500-10 ⁴	Molecule organice simple			
			Complecși anorganici	Polisilicați		
				Poliborați		
				Polihidroxocomplecși		
				Complecși chelați		
			Complecși organici	Liganzi cu masă moleculară mare	Metal-ac.humic	
Metal-ac.fluvic						
Metal-proteine						
Metal-lipide						
		Metal-glucide				
Sisteme disperse	Coloizi	10-500	10 ⁴ - 10 ⁶	Hidroxizi metalici		
				Sulfuri metalice		
				Coloizi organici	Proteine, polipeptide	
					Acizi humici	
					Acizi fluvici	
	Lipide					
	Minerale argiloase					
	Particule în suspensie	> 500	> 10 ⁶		Cationi adsorbiți pe:	
					Coloizi	
					Precipitate	
Minerale argiloase						
Interfața mineral / soluție						
Metalale incorporate în:						
Complecși organici						
Resturi de organisme						
Precipitate, coprecipitate						
Celule organice						
Detritus						
Soluri						
Metalale adsorbite pe solide						
Specii în fază solidă				??		
Specii în sisteme biologice				??		

Notații: a_i – diametrul aproximativ al unității cinetice [nm]; M – masa moleculară relativă [u.a.m.].

Tabelul 3.25.

Corelații între formele de „speciație” ale moleculelor de apă în rețelele mineralelor argiloase și etapele deshidratării termice (adaptare după *D. Bulgariu și L. Bulgariu, 2005*).

Tip structural		Formă de speciație	Etapa de deshidratare			
			I	II	III	IV
Apă legată fizic	1. Adsorbită pe suprafață	1. H ₂ O	+++	+	-	-
		2. HO ⁻	-	++	+++	+
		3. Acvocomplecși	+	+++	+	-
		4. Hidroxocomplecși	-	-	+++	+
	2. Adsorbită în structură	1. H ₂ O	++	+++	++	-
		2. HO ⁻	-	+	++	+++
		3. Acvocomplecși	-	++	+++	+
		4. Hidroxocomplecși	-	-	++	+++
	3. Incluziuni fluide	1. H ₂ O	-	-	+++	+
		2. HO ⁻	-	-	+	+++
		3. Acvocomplecși	-	-	+++	++
		4. Hidroxocomplecși	-	-	+	+++
Apă de legătură (legată chimic)	1. Coordinată	1. H ₂ O	-	+	+++	++
		2. HO ⁻	-	-	+++	++
		3. H ₃ O ⁺	-	-	+++	++
	2. De structură	1. H ₂ O	-	+	++	+++
		2. HO ⁻	-	-	++	+++
		3. H ₃ O ⁺	-	-	++	+++
	3. H ₂ O-în punți de hidrogen	1. H ₂ O	+	+	+++	-
		2. HO ⁻	-	-	+++	+++
	4. Zeolitică	(???)	+	+++	+++	+

Simboluri: (+) începe procesul de eliminare; (++) eliminare parțială; (+++) cea mai mare parte a procesului este inclusă în acest interval (unde se identifică și maximum efectului termic de pe curba DTA). În această clasificare ne referim la formele de speciație ale apei în proba inițială supusă analizei termice. În timpul tratamentului termic, raportul dintre formele de speciație se modifică în mod continuu. Sunt evidențiate procese foarte rapide de transformare ale apei din formă moleculară (în special apa adsorbită în structură, cea legată chimic și din punțile de hidrogen) în grupe hidroxil (hidroxocomplecși adsorbiți la interfață sau în sfera de coordonare a cationilor de schimb). În funcție de tipul genetic și de compoziția chimică, în etapele II și III ale deshidratării pot apărea atât largiri sau îngustări ale intervalelor termice, cât și suprapuneri între diferite procese elementare ale mecanismului. În legătură cu apa zeolitică, problemele referitoare la nomenclatură, distribuție și stare energetică în rețelele zeolitice, nu sunt încă bine lămurite. Din anumite puncte de vedere, aceasta ar putea fi similară cu celelalte forme de apă legată chimic și apa adsorbită. Clasificarea este bazată pe rezultatele analizelor chimice și termice diferențiale realizate pe minerale argiloase (montmorillonit, caolinit, illite) cu compoziții chimice și tipuri genetice variate. Aspectele legate de speciația intracristalină a microelementelor vor fi detaliate în paragrafele următoare.

În literatura de specialitate, termenii de *constituent* și *component* sunt utilizați cu accepțiuni diferite în funcție de domeniul de uzanță al studiilor (chimie, pedologie, agrochimice, biologie, medicină, geochimie etc.). De obicei, *constituenții* unui sistem sunt *reprezențați de diferite faze* care formează un anumit sistem, iar o serie de componente ai unui sistem sunt reprezentați de substanțe (numărul minim de substanțe) din care pot fi formate fazele (constituenții) sistemului. Aceste accepțiuni sunt însă utilizate cu semnificații diferite de la un domeniu la altul. Din punctul nostru de vedere, pentru „probele de sol” *calitatea* unui *constituent*, *component* sau *specie* și ierarhia dintre aceștia se poate stabili rațional în funcție de: (i) scopul studiului, (ii) tipul probei, (iii) natura și conținutul constituenților, componentelor și speciilor în probă, (iv) metodele de determinare utilizate și formele sub care se determină constituenții, componentii și speciile din probele de sol, (v) rolul atribuit în geneza și evoluția materialului din care provine proba analizată, (vi) importanța (științifică sau tehnologică) atribuită acestora. În *figura 21* sunt prezentate în

sinteză principalele accepțiuni referitoare la noțiunea de „component” în cazul sistemelor pedogeochimice, utilizate frecvent în studiile existente.

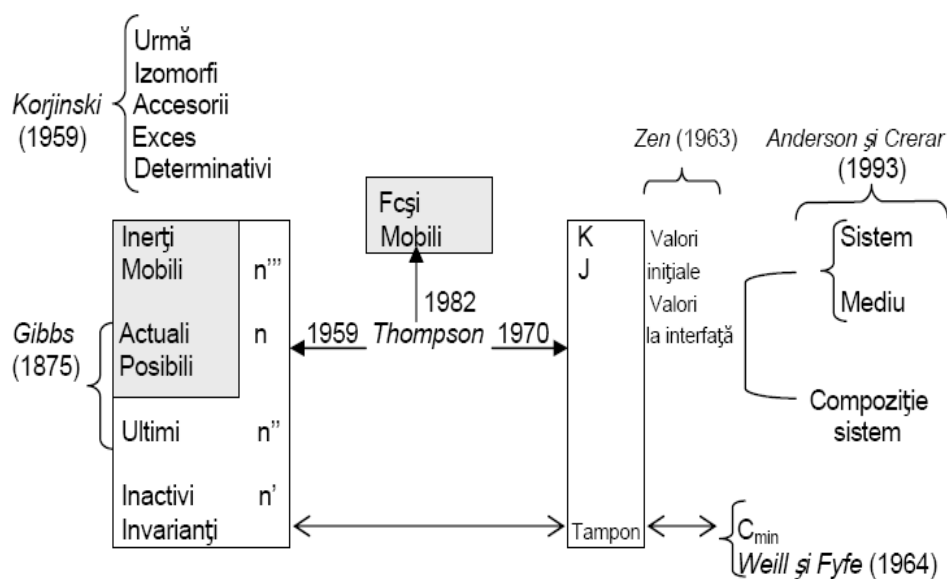


Figura 3.13 Accepțiuni referitoare la noțiunea de „component” în cazul sistemelor pedogeochimice (G.M.Anderson și D.A.Crerar, 1993, cu modificări după DBulgariu și C.Rusu, 2005).

Modelarea experimentală a proceselor de speciație și de distribuție interfazică în sisteme sol-apă-plante. Metodologia generală de lucru

În modelările experimentale se va avea în vedere reproducerea la scară de laborator a unor sisteme sol – apă – plante care să aproximeze, cât mai bine posibil, situațiile pedogeochimice și biogeochimice reale. Aceasta va impune realizarea modelărilor experimentale în mai multe variante: sisteme închise și sisteme deschise, în regim static și în regim dinamic (curgere gravitațională sau ascensiune capilară a soluțiilor), utilizându-se soluri cu diferite caracteristici chimico-mineralogice și faze lichide (soluții apoase) având compoziții chimice variate.

Strategia experimentală

Termenii de „probe de sol” și „probe pentru analize pedogeochimice, agrochimice etc.”, frecvent utilizați în literatura de specialitate, sunt extrem de generali și nu reflectă în mod riguros caracteristicile probelor care fac obiectul unui studiu pedologic, pedogeochimic, agrochimic etc. De cele mai multe ori, dintr-un motiv sau altul, se neglijează faptul că „solul” este un „material” extrem de complex și cu un grad de variabilitate foarte ridicat din punct de vedere al compoziției și proprietăților. Componentii anorganici, organici și biotici (solizi, lichizi, gazoși, coloizi) au un grad de interdependență și intercondiționare mult mai ridicat decât în oricare alt tip de materiale naturale. În consecință, „starea” acestora (forme de ocurență și de distribuție, forme de speciație, mobilitatea, rolul și funcția în cadrul sistemului sol-apă-plante etc.) nu poate fi stabilită cu precizie decât ținând cont, atât la realizarea studiilor experimentale, cât și la realizarea estimărilor teoretice, de modul real în care componentii solului se intercondiționează într-un anumit context pedogeochimic dat. În plus, procesele de genă a solurilor imprimă aprioric componentilor și constituienților acestora anumite „stări” și „funcții” în cadrul sistemelor sol-apă-plantă, dependent de istoria pedogeochimică (natura materialului parental, factorii pedogenetici activi și potențiali,

contextul pedogeochemic etc.). Indiferent însă de accepțiunile referitoare la „proba de sol” trebuie să se aibă în vedere două aspecte importante:

- *probele de sol* sunt extrem de complexe sub aspectul compoziției, structurii și dinamicii;
- caracterizarea univocă și riguroasă a *probelor de sol* necesită investigații foarte laborioase care depășesc cu mult limitele metodelor analitice convenționale.

Din punctul nostru de vedere, în cazul „probelor de sol” mai adecvat ar fi termenul de *strategie experimentală de studiu* (figurile 3.12 și 3.13), decât termenul de *metodă de studiu*, deoarece, atât sub aspectul complexității probelor studiate, cât și sub aspectul informațiilor pe care trebuie să le furnizeze, o singură metodă analitică este insuficientă.

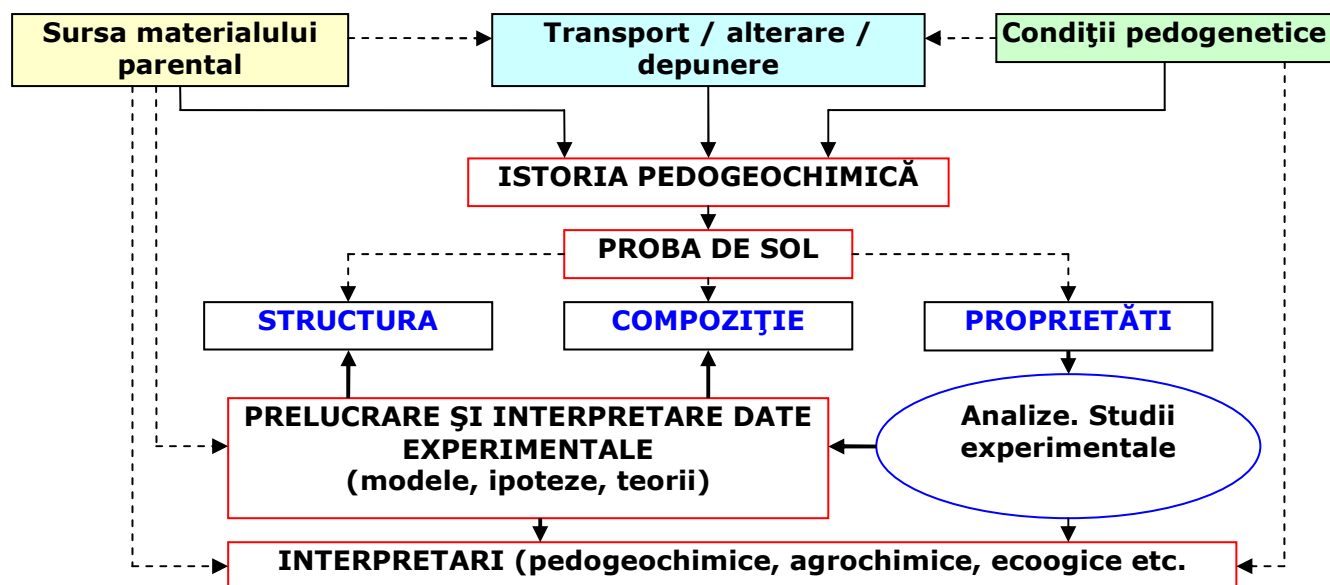


Fig. 3.14. Bazele teoretice ale strategiilor experimentale de studiu a probelor integrate de sol.

În ultimul timp tot mai multe opinii susțin la necesitatea introducerii termenului de „strategie experimentală” sau „strategie a metodologiei analitice”, desemnând prin aceasta strategia efectuării practice a unei analize. În figura 3.14 este prezentată structura generală a unei strategii experimentale care include toate etapele unei analize complete, strategie care va fi particularizată și aplicată pentru determinarea conținuturilor și a formelor de speciație ale metalelor grele în sistemele ecologice pentru obținerea legumelor proaspete.

Referitor la problemele legate de modelarea experimentală, în literatura de specialitate există un număr relativ mare de studii, fiecare dintre ele evidențiind diferite aspecte sau puncte de vedere. Evaluarea critică a acestor date ne-a condus la un mod de abordare a problemei principal diferit, atât sub aspect conceptual-teoretic, cât și sub aspect practic experimental. În linii generale, modelările experimentale care vor fi realizate de noi în cadrul acestui proiect vor urmări reproducerea, cât mai fidelă, la scară de laborator a diferitelor procese biogeochemice și pedogeochemice implicate în dinamica factorilor chimici de risc (metale grele, compuși organici și anorganici) din sistemele ecologice pentru producerea legumelor proaspete. Prin modul de concepere și realizare a strategiilor experimentale și instalațiilor de lucru, se va putea realiza o serie de studii detaliate, atât asupra proceselor globale, cât și asupra anumitor secvențe de reacții și procese elementare care au un rol important în dinamica factorilor chimici de risc. O atenție deosebită a fost acordată etapelor rapide ale proceselor elementare, proceselor de distribuție interfazică și de speciație și influențelor manifestate de regimul fluctuant al condițiilor fizico-chimice asupra

mecanismelor proceselor elementare și asupra evoluției spațio-temporale a proceselor pedogeochemice globale. Pentru obținerea informațiilor necesare proiectării strategiilor experimentale, dimensionării instalațiilor de lucru, alegerii metodelor analitice și condițiilor experimentale se va proceda la optimizarea sistemelor și proceselor modelate experimental. Rezultatele acestor studii de optimizare vor permite o direcționare mai eficientă a studiilor și o reducere substanțială a timpului necesar efectuării acestora.

În modelările experimentale se va avea în vedere reproducerea la scară de laborator a unor sisteme sol-apă-plante care să aproximeze, cât mai bine posibil, situațiile pedogeochemice și biogeochemice reale. Aceasta va impune realizarea modelărilor experimentale în mai multe variante: sisteme închise și sisteme deschise, în regim static și în regim dinamic (curgere gravitațională sau ascensiune capilară a soluțiilor), utilizându-se soluri cu diferite caracteristici chimico-mineralogice și faze lichide (soluții apoase) având compoziții chimice variate.

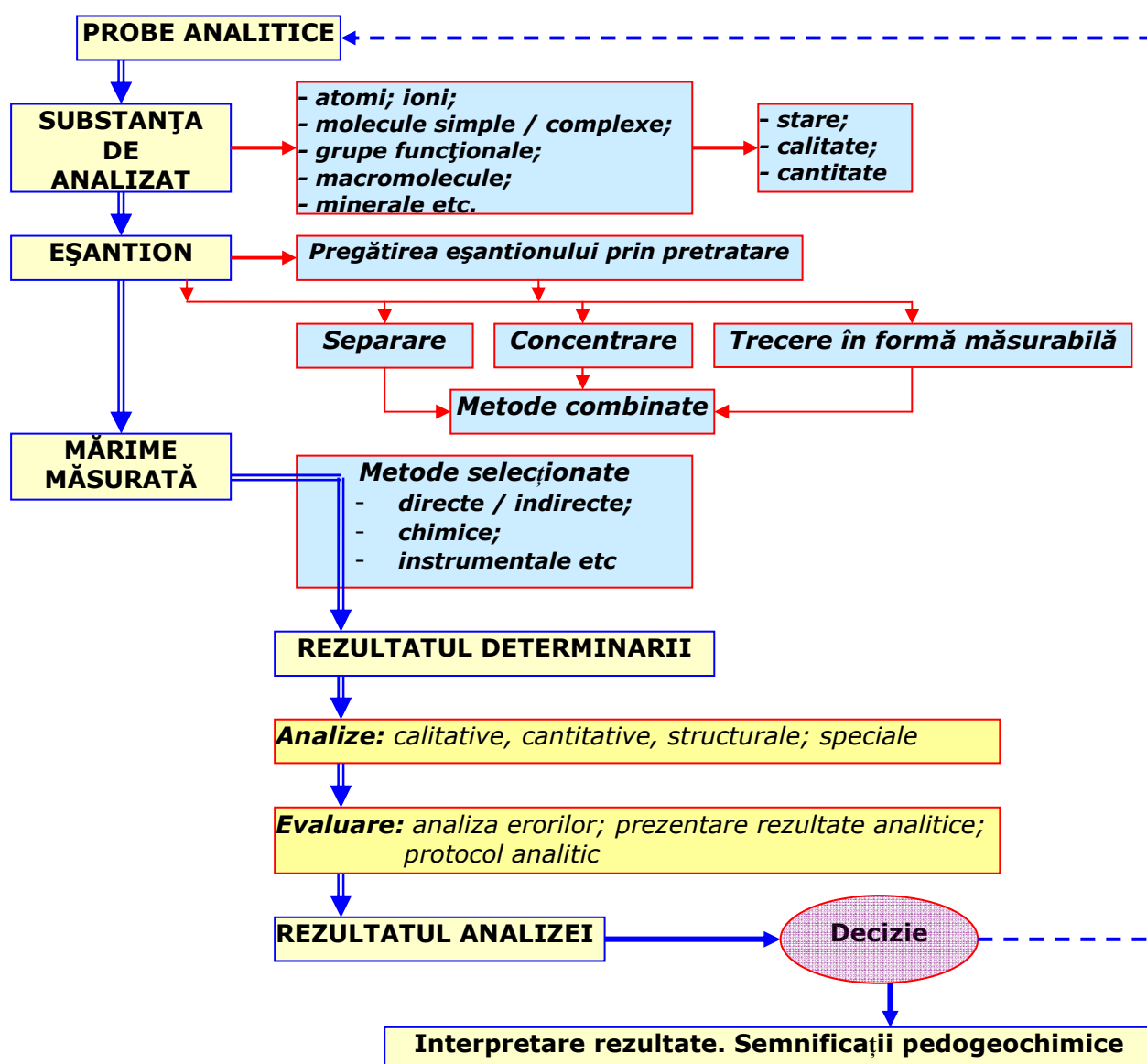


Figura 3.15. Structura generală a unei strategii experimentale care include toate etapele unei analize complete, strategie care va fi particularizată și aplicată pentru determinarea conținuturilor și a formelor de speciație ale metalelor grele în sistemele ecologice pentru obținerea legumelor proaspete.

Fazele lichide (soluțiile apoase) vor fi preparate astfel încât să reproducă, într-o măsură cât mai bună, caracteristicile apelor naturale utilizate la irigații, iar dispoziția fazelor solide în instalațiile experimentale va trebui să aproximeze, din punct de vedere pedogeochimic și biogeochimic (la o scară redusă), coloanele profilele de sol descrise în perimetrele selecționate pentru realizarea studiilor și monitorizărilor. O sinteză a variantelor experimentale care vor fi aplicate de noi la studiul dinamicii factorilor chimici de risc în sisteme sol – apă - plante este prezentată în *tabelul 3.26*.

Tabelul 3.26

Variantele experimentale care vor fi abordate prin modelare experimentală la studiul dinamicii factorilor chimici de risc în sisteme sol – apă – plante.

REGIM DE LUCRU	<i>Static</i>		Sistem închis		
	<i>Dinamic</i>		Sistem închis		
			Sistem deschis		
FAZELE SOLIDE	<i>Granulometrie naturală</i>	<i>Monostrat</i> ⁽¹⁾	Monomineral ⁽²⁾		
		<i>Polistrat</i> ⁽⁴⁾	Polimineral ⁽³⁾ – probe medii omogene		
			Polimineral	Distribuție continuă ^(4-a)	
				Distribuție discontinuă ^(4-b)	
	<i>Starea ecologică</i> ⁽⁵⁾	<i>Necontaminate</i>	<i>Referință relativă de lucru</i> ⁽⁶⁾		
<i>Contaminate</i> ⁽⁷⁾		Natural – <i>prelevate din perimetre contaminate</i> Artificial – <i>tratamente controlate în laborator</i>			
FAZELE LICHIDE	<i>Compoziția chimică</i>	<i>Soluțiile A</i>	A.1: H ₂ O bidistilată		
			A.2: H ₂ O bidistilată + acizi		
			A.3: H ₂ O bidistilată + baze		
			A.4: H ₂ O bidistilată + săruri		
		<i>Soluțiile B</i>	B.1: Soluție A.2 + Soluție A.4		
			B.2: Soluție A.3 + Soluție A.4		
		<i>Soluțiile C</i>	C.1: Soluție A.1 + metale grele / compuși organici		
			C.2: Soluție A.2 / A.3 + metale grele / compuși organici		
			C.3: Soluție A.4 + metale grele / compuși organici		
			C.4: Soluție B.1 + metale grele / compuși organici		
			C.5: Soluție B.2 + metale grele / compuși organici		
		<i>Soluțiile D</i>	D.1: Soluție A.1 + microelemente nutritive		
	D.2: Soluție A.2/A.3+ microelemente nutritive				
	D.3: Soluție A.4 + microelemente nutritive				
	D.4: Soluție B.1 + microelemente nutritive				
D.5: Soluție B.2 + microelemente nutritive					
<i>Regimul de lucru</i>	<i>Staționar</i>	Fără agitare			
		Cu agitare			
	<i>Circulant</i> ⁽²⁾	Circulație verticală	Descendentă	Continuă	
			Ascendentă	Continuă	
			Discontinuuă		
		Circulație orizontală	Fluctuantă		
			Continuuă	Discontinuuă	
		Circulație mixtă	Continuuă		
Discontinuuă					
CONTROL ANALITIC ⁽³⁾	<i>Faze solide</i>	<i>Discontinuu</i>	Inițial		
			Final		
		<i>Continuu – determinări „in situ”</i>			
	<i>Faze lichide</i>	<i>Discontinuu</i>	Inițial		
			Final		
		<i>Continuu – determinări „in situ”</i>			
	<i>Regim termic</i>	<i>Normal – variații diurne / sezoniere naturale</i>			
<i>Încălzire</i>			Continuuă		
	Discontinuuă				

⁽¹⁾Se referă la modul de distribuție a fazelor solide în instalația experimentală. ⁽²⁾Fracțiuni monominerale (carbonați, fosfați, oxizi și oxihidroxizi etc.) separate din probele de sol. ⁽³⁾Probă medie omogenă (în așezare modificată) prelevată din orizont și / sau profil. ⁽⁴⁾Sucesiunea straturilor corespunzătoare succesiunii orizonturilor din cadrul unui profil: ^(4-a)fără separarea straturilor în instalație; ^(4-b)cu separarea straturilor în instalația experimentală pentru monitorizarea soluțiilor circulante la trecerea de la un orizont la altul. ⁽⁵⁾Contaminare cu poluanți. ⁽⁶⁾Comparare cu fondul geochimic al regiunii / zonei / perimetrului; probe de referință în stabilirea gradului real de contaminare. ⁽⁷⁾Cu un conținut de compuși chimici cu caracter poluant peste limita admisibilă / mai mare decât valoarea fondului geochimic – probe contaminate în condiții naturale prelevate din perimetre contaminate și probe de sol contaminate în condiții controlate de laborator. Soluțiile A.2;3;4 - au fost preparate prin dizolvarea unui singur compus chimic (acid, bază sau sare anorganică). Soluțiile B - au fost obținute prin dizolvarea unor săruri anorganice în soluții acide sau bazice. Soluțiile C: au fost preparate prin adaosul la soluțiile A sau B a unor compuși organici și / sau a unor compuși ce conțin metale grele. Soluțiile D - au fost preparate din soluțiile A sau B prin adaosul de componenți chimici anorganici cu rol de cmicroelement nutritiv. ⁽²⁾Regimul de lucru circulant se referă la modul de circulație a fazelor lichide (soluțiilor) în instalațiile de laborator; regimul de lucru cu circulație mixtă a fazelor lichide se obține prin combinarea primelor două variante.

Cea mai mare parte a datelor referitoare la procesele de distribuție interfazică și de speciație a factorilor chimici de risc în sisteme integrate sol – apă – plante, existente în acest moment în literatura de specialitate, sunt obținute prin aplicarea a diferite metode de modelare teoretică. Aplicații ale modelării experimentale, vizând în mod expres procesele de distribuție interfazică și de speciație chimică a factorilor chimici de risc în sisteme sol-apă-plante, apar destul de rar în literatura de specialitate, iar informațiile referitoare la metodologiile de lucru, strategiile experimentale și aparatura experimentală nu sunt încă sistematizate și generalizate într-un sistem coerent din punct de vedere analitic. Metodologia de lucru relativ complexă, necesitatea utilizării unor metode analitice variate, durata mare a experimentelor și instalațiile de lucru sofisticate constituie probabil impedimente serioase la aplicarea modelărilor experimentale, mai ales în condițiile în care sunt preferate studiile expeditiv, monodisciplinare care vizează aspecte singulare ale dinamicii factorilor chimici de risc în sistemele sol-apă-plante.

Tehnicile analitice utilizate în strategiile experimentale curente au fost dezvoltate în special pentru determinarea concentrației totale a componentilor din fazele lichide și / sau solide. Însă, pentru elucidarea mecanismelor proceselor biogeochimice care se desfășoară în sistemele sol – apă - plante, informațiile referitoare la dinamica proceselor de distribuție interfazică și de speciație sunt de o importanță vitală. Un procedeu analitic ideal pentru dozarea individuală a speciilor chimice trebuie să fie sensibil, selectiv și să ofere informații clare despre specia chimică a elementului din care provine. De asemenea, este necesar ca procedeul analitic să nu fie distructiv și să presupună manipulări minime ale probei investigate. Din păcate, majoritatea tehnicilor analitice utilizate în prezent nu pot face distincție între speciile chimice individuale prezente într-o soluție la echilibru. Tehnicile de mare eficacitate pentru analiza chimică generală (spectrometria de absorbție / emisie atomică, fluorescență cu raze X etc.) permit determinarea cantității totale a unui element dat din probă și, în mod necesar, acestea trebuie să fie combinate cu metode cromatografice sau cu alte metode de separare de mare selectivitate și finețe care să permită decelarea speciilor individuale. Deși potențialul analitic (precizie, acuratețe, reproductibilitate etc.) a metodelor combinate de determinare a formelor de speciație este excelent, totuși utilizarea lor în practica laboratoarelor de analize pedogeochimice și agrochimice este limitată de costurile relativ ridicate și samplingul laborios care necesită timp și personal cu înaltă calificare și experiență. Metodele electrochimice au un potențial mai ridicat în ceea ce privește capacitatea de decelare a speciilor chimice dintr-o soluție, însă și în acest caz există mai multe impedimente de ordin experimental. Potențiometria directă cu senzori ion-selectivi, cel puțin în principiu, pare a fi cea mai indicată pentru studiile de speciație. Exceptând electrodul de sticlă pentru

determinarea pH-lui, majoritatea senzorilor ion-selectivi au o aplicabilitate limitată, fie datorită sensibilității lor, fie interferențelor care apar în soluții de electroliți.

O procedură de lucru care va fi dezvoltată de noi în cadrul acestui proiect va urmări cuplarea metodelor electrochimice cu metodele de extracție secvențială solid / lichid, astfel încât să fie posibilă determinarea, chiar și „in situ”, cu precizie și selectivitate ridicată, atât a conținuturilor totale, cât și a formelor de speciație ale compușilor chimici care pot acționa ca factori de risc în sistemele sol-apă-plante de producere a legumelor proaspete. Problema distribuției interfazice și a speciației chimice a factorilor chimici de risc în sistemele sol – apă – plante fost abordată de noi pe trei căi complementare astfel încât să se asigure chiar din momentul samplingului relevanța analitică maximă determinărilor, respectiv un control intrinsec continuu a acestora:

- *modelare teoretică* – dezvoltând pentru cazurile perimetrelor de lucru selecționate pentru realizarea studiilor modelul prezentat de noi în capitolul anterior;
- *modelare experimentală* – dezvoltând strategiile experimentale și metodologiile de lucru prezentate în acest capitol;
- *analize complete și studii experimentale detaliate* pe probe de sol, apă și materiale vegetale prelevate din perimetrele de lucru;
- *monitorizări și studii „in situ”* a dinamicii factorilor chimici de risc în sisteme ecologice pentru producerea legumelor proaspete stabilite pentru realizarea aplicațiilor experimentale și tehnologice.

Ca metode analitice ne-am propus să dezvoltăm proceduri experimentale și metodologii de lucru proprii bazate pe:

- *metode potențimetrice* – prin utilizarea senzorilor electrochimici ion-selectivi comercializați și posibil de concepție proprie, în special pentru determinări „in situ” și monitorizări;
- *metode amperometrice* – se va avea în vedere testarea posibilităților de utilizare a electrozilor cu membrană lichidă ion-selectivi și a electrozilor metalici modificați chimic de concepție proprie la studiul distribuției și speciației factorilor chimici de risc mai ales pentru determinări „in situ”;
- *extracția secvențială în sisteme solid / lichid și în sisteme cu două faze apoase pe bază de polimeri* cuplate cu metode analitice de mare eficacitate pentru determinarea speciilor chimice (spectrometrie de absorbție / emisie atomică, spectrometrie de fluorescență cu raze X, cromatografie de lichide, metode potențimetric și / sau amperometrice, secondate în funcție de complexitatea probelor de spectrometrie de infraroșu, difracție cu raze X, spectrometrie Raman, analize termice diferențiale etc.).

Clasificarea operațională a proceselor pedogeochemice și a parametrilor fizico-chimici operabili experimental

În literatura de specialitate, termenii de „proces de speciație” și „proces de distribuție interfazică” în sisteme sol – apă – plante nu sunt univoc definiți, fiind cunoscute diferite accepțiuni și interpretări. Acest aspect este oarecum justificat dacă se are în vedere natura complexă a acestor tipuri de sisteme reale, diversitatea genetică, morfologică, structurală, chimico-mineralogică, moduri de utilizare etc. Din punctul nostru de vedere, procesele de speciație și de distribuție interfazică a metalelor grele (în general, a factorilor de risc chimici) în sistemele sol – apă – plante nu poate fi bine înțelese decât în ansamblul complex al proceselor și fenomenelor care se pot dezvolta la nivelul unui tip de sol. În sens pedogeochemic, procesele de speciație și de distribuție interfazică a metalelor grele pot fi reprezentate formal printr-un complex de fenomene fizice, chimice și biotice conexe care se inițiază în cursul pedogenezei, ca răspuns la perturbările echilibrelor dintre sistemele minerale și biotice componente, perturbări datorate fluctuațiilor parametrilor fizico-chimici

determinanți pentru evoluția globală a sistemului sol – apă – plantă la un moment dat. Acest mod de reprezentare permite sublinierea a trei aspecte esențiale:

- procesele de speciație și de distribuție interfazică nu se desfășoară independent de celelalte procese din sol - procese cu evoluții sincrone (independente și / sau competitive sau succesive – independente, sinergetice și / sau cu mecanism de autoreglare feedback);

- cuplajele reactive existente între procesele globale și între procesele elementare din mecanismele de desfășurare imprimă proceselor de speciație chimică și de distribuție interfazică a metalelor grele un grad ridicat de selectivitate, care se manifestă, atât în raport cu substratul mineral, cât și în raport cu caracteristicile pedogeochemice, respectiv biotice ale solurilor;

- procesele de speciație și de distribuție interfazică a metalelor grele în sistemele sol – apă – plante se desfășoară cu intensități și extinderi diferite, concordant cu tendințele biogeochemice naturale de asociere ale acestora.

Deși în literatura de specialitate există un număr mare de date referitoare la dinamica proceselor de speciație și de distribuție interfazică a metalelor grele, totuși tratarea dispartată a aspectelor complementare ale aceleiași probleme și caracterul contradictoriu al multora dintre date face dificilă elaborarea unei clasificări unitare a factorilor care pot influența dinamica acestor procese și care să poată evidenția explicit multiplele intercondiționări ale acestor factori. Bazat pe considerații cinetice, termodinamice și geochimice, într-un mod oarecum formal, noi am delimitat două grupe majore de procese:

- *processe simple* (numite și „processe elementare”): în această categorie am inclus toate procesele care intervin ca etape în mecanismele proceselor globale (hidratare / deshidratare, dizolvare / precipitare; hidroliză; complexare; adsorbție / desorbție; schimb ionic; extracție selectivă; transformări polimorfe etc.);

- *processe complexe* (numite și macroprocesse): în această categorie am inclus toate procesele majore în desfășurarea cărora intervin, ca secvențe succesive sau sincrone, diferite procese elementare.

Tabelul 3.27

Clasificarea operațională a factorilor fizico-chimici care influențează dinamica proceselor de speciație și de distribuție a metalelor grele în sistemele sol – apă - plante.

Mod de determinare ⁽¹⁾		Faze solide			Faze lichide			Interfață		
		Direct	Indirect		Direct	Indirect		Direct	Indirect	
			Exp.	Calc.		Exp.	Calc.		Exp.	Calc.
Compoziția mineralogică		+++	-	+++	-	-	-	-	-	+++
Compoziția chimică		+++	++	++	+++	+++	+	+	++	+++
Parametrii fizico-chimici	pH	-	-	-	+++	+++	+	++	-	+++
	E _h	-	-	-	+++	+++	+	++	++	+
	a _i	-	-	+	-	++	+++	-	-	++
	J	-	-	-	-	+++	+++	-	-	+
	Forme de speciație ⁽²⁾	-	+	+	++	++	+++	+	++	+++
	Salinitate	-	-	-	-	+++	+++	-	-	-
Parametrii fizico-mecanici	Granulație	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
	Greutate specifică	+++	++	+	+++	++	+	-	-	-
	Debit de curgere	-	-	-	+++	++	+	-	-	-
	Temperatura	++	-	-	+++	+	-	-	-	-

Notații: ⁽¹⁾Se referă la modul de determinare a parametrilor fizico-chimici corespunzători fazelor solide (v. tabelul 3), fazelor lichide (soluții de lucru) și la interfața mineral / soluție. Exp. – determinări experimentale indirecte. Calc. – valori determinate prin calcule; (+++): frecvent utilizată; (++): utilizări limitate din considerente de ordin analitic; (+): utilizare limitată din considerente de ordin experimental; E_h – potențial redox; a_i – activitatea termodinamică; J – forța ionică; ⁽²⁾Concentrația formelor de speciație. Clasificarea generală a factorilor fizico-chimici este prezentată în tabelul 3.27.

Clasificarea propusă de noi (*tabelele 3.27 și 3.28*) nu concordă cu accepțiunile curente referitoare la dinamica procesele de distribuție interfazică și de speciație a metalelor grele existente în literatura de specialitate. Din punctul nostru de vedere, această clasificare relevă mai clar complexitatea fizico-chimică și conexiunile dintre procese, mecanismele de desfășurare ale acestora și multiplele interconșionări între factorii care intervin în desfășurarea lor.

Tabelul 3.28.

Clasificarea generală a factorilor care pot interveni în dinamica proceselor de speciație și de distribuție a metalelor grele în sistemele sol – apă - plante.

1. Factori determinați de caracteristicile substratului mineral	Compoziția mineralogică		
	Compoziția chimică		
	Structura reticulară	Internă	Natura legăturilor chimice Natura și concentrația defectelor de rețea
		Superficială	Microtopografia suprafețelor Tipuri de legături chimice Proprietăți acido-bazice ⁽¹⁾
	Caracterele mineralogice		Structura Textura
			Caracteristici fizice
	Istoria geochemică a materialului parental		
	Compoziția chimică	Conținuturile totale ⁽²⁾ Concentrația formelor de speciație ⁽³⁾	
		Activitatea termodinamică a speciilor chimice prezente în soluție.	
	2. Factori determinați de caracteristicile soluțiile apoase naturale	Forța ionică a soluțiilor	
pH-ul soluțiilor			
Potențialul redox			
Caracteristici fizico – mecanice		Modul de circulație al soluțiilor Debitul soluțiilor Temperatura Densitatea	
		Contextul geologic	
		Cadru geotectonic	
		Dinamica rețelei hidrografice	
3. Factori determinați de caracteristicile geologice ale zonei		Clima	
		Relieful	
		Vegetația și activitatea biotică	
4. Factori biotici intrinseci			
5. Factori antropogeni			

Clasificarea nu are caracter absolut, aceasta fiind utilizată de noi la interpretarea rezultatelor studiilor și la stabilirea unor semnificații concrete pentru parametrii fizico-chimici determinați experimental. ⁽¹⁾Se referă în special la natura și concentrația grupelor funcționale superficiale (=Si-OH; =Al-OH; =Fe-OH etc.); ⁽²⁾Se referă la compoziția chimică globală (conținutul total într-un element dat); ⁽³⁾Pentru detalii – v. *tabelele 3.27 și 3.28*.

Probele de lucru

Fazele solide. În studiile experimentale s-au utilizat faze solide (monominerale și amestecuri complexe poliminerale – probe de sol variate) cu caracteristici fizico-chimice și pedogeochemice variate dispuse în instalațiile de lucru astfel încât să reproducă la scară de laborator, într-o măsură cât mai fidelă, câteva dintre situațiile pedogeochemice reale. Ca faze se vor utiliza:

1. *Probe monominerale* – separate din probele de sol care vor fi studiate (prelevate din perimetrele selecționate pentru realizarea experimentărilor) pentru a evidenția:

- efectele directe și / sau indirecte ale factorilor chimici de risc (metale grele, compuși organici etc.) asupra anumitor echilibre minerale din soluri determinante pentru caracteristicile pedogeochimice și agroschimice ale solurilor – ex: echilibrele mineralelor carbonatice, fosfaților, oxizilor și oxihidroxizilor, sulfaților, azotaților etc.;

- mecanismele de interacțiune dintre factorii chimici de risc (metale grele, compuși organici etc.) și fazele monominerale din soluri care permit estimarea capacității de retenție, mobilității și a direcțiilor de transfer interfazic a factorilor chimici de risc în lanțul apă – sol – plante – produse agricole (ss. legume proaspete pentru consum);

- selectivitatea acțiunii factorilor chimici de risc față de componentele minerale ale solurilor (respectiv afinitatea relativă a componentelor minerale individuale ale solului față de anumiți factori chimici de risc) în condiții competitive și no-competitive;

- vulnerabilitatea solurilor utilizate la producerea legumelor proaspete (în funcție de compoziția mineralogică și de sensibilitatea echilibrelor minerale, respectiv a însușirilor fizico-chimice ale solurilor determinate de compoziția chimico-mineralogică) la acțiunea factorilor chimici de risc, respectiv tendințele de distribuție a acestora în solurile contaminate (tendințele de dispersie / concentrare pe orizontală sau pe verticală).

2. *Probe de sol* - în așzare naturală sau / și modificată, necontaminate și contaminate (natural și / sau în condiții controlate de laborator) prelevate din perimetrele de lucru (în diferite etape ale conversiei solurilor) pentru a evidenția:

- selectivitatea acțiunii diferiților factori chimici de risc asupra echilibrelor minerale din soluri în condițiile de competitivitate impuse de factorii pedogeochimici;

- efectele directe și / sau indirecte a factorilor chimici de risc asupra proprietăților soluției solurilor și a fazelor coloidale;

- efectele de sinergism și / sau antagonism dintre factorii chimici de risc, respectiv între aceștia și microelementele din soluri;

- influențele manifestate de factorii chimici de risc asupra dinamicii elementelor nutritive și microelementelor din soluri

Cea mai mare parte a modelărilor experimentale vor utiliza ca faze solide probe de sol urmărind, pe cât posibil, influențele factorilor de risc, atât asupra componentelor individuale ale solurilor, cât și asupra solului (ansamblul integrat sol-apă-plante). Studiile pe probe de monominerale sunt necesare pentru obținerea unor date de comparație și pentru detalierea unor aspecte particulare ale interacțiunii mineral – factor chimic de risc (metale grele, compuși organici). Un aspect deosebit de important în studiile noastre îl constituie controlul analitic al fazelor solide utilizate. Acesta se va efectua, după caz, înainte și după terminarea studiilor experimentale (analize chimice, mineralogice, fizico-chimice - prin difracție cu raze X, spectrometrie de absorbție în infraroșu, spectrometrie Raman, spectrometrie de absorbție moleculară în UV-VIS, spectrometrie de fluorescență cu raze X, microscopie optică și electronică, analize termice diferențiale etc.), respectiv în timpul realizării studiilor prin determinări „in situ” fără perturbarea sistemului studiat.

Determinarea formelor de retenție a factorilor chimici de risc (metale grele, compuși organici) în sol, respectiv modul specific de interacțiune și de asociere cu fazele minerale și organice ale solurilor se va realiza pe baza rezultatelor analizelor chimico-mineralogice efectuate pe fazele solide, a analizelor chimice și instrumentale efectuate pe fazele lichide (soluțiile de lucru) și a modelelor fizico-chimice existente în literatura de specialitate (aceste aspecte vor fi detaliate în capitolul următor). De subliniat faptul că, monitorizarea caracteristicilor fizico-chimice ale soluțiilor de lucru și determinarea „in situ” a caracteristicilor chimico-mineralogice ale fazelor solide pe durata efectuării experimentelor permit stabilirea cu precizie suficient de ridicată a formelor de speciație ale factorilor chimici

de risc, respectiv a formelor cu activitate biologică ridicată ale acestora și a condițiilor critice (concentrații, timp de rezidență în sistemul sol-apă-plantă, condiții pedogeochimice: pH, salinitate etc.) de acțiune a acestora.

Fazele lichide. Fazele lichide necesare experimentelor (soluțiile de lucru) vor fi preparate astfel încât să aproximeze, într-o măsură cât mai bună, compozițiile chimice și proprietățile fizico-chimice ale unor ape naturale (de irigație, de râu, meteorice etc.), iar modul lor de circulație în instalațiile de lucru vor încerca să reproducă o parte dintre situațiile pedogeochimice reale caracteristice perimetrelor de lucru. În *tabelul 29* sunt prezentate tipurile de soluții care vor fi utilizate de noi ca faze lichide în modelările experimentale și câteva referiri la modul de preparare a acestora. Pentru prepararea acestor soluții se vor utiliza numai reactivi de puritate analitică, operațiile de preparare fiind efectuate sub un sever control analitic.

3.8.8. Documentare privind starea de sănătate a solurilor prin prisma vitalității, fertilității și calității lor biologice

I. Generalități, definiții, conținut

Vitalitatea sistemului ecologic edafic

Învelișul de soluri s-a format în decursul timpului geologic prin acțiunea modelatoare a factorilor ecologici zonali și locali, abiotici și biotici asupra scoarței terestre.

Solul, în calitate de organism viu și habitat major pentru plante și animale (Montanarella, 2008) este un sistem dinamic, ecologic, deschis care realizează schimburi reversibile de substanțe, energie și informații cu ecosistemul cărui aparține (Mäder et al., 1997; Bireescu, 2001). De asemenea, solul este o resursă care nu poate fi reînnoită, iar calitatea și sănătatea sa influențează producția de agricolă, eficiența economică și echilibrul global.

Pentru majoritatea plantelor legumicole, solul constituie, atât suportul lor material, cât și cea mai importantă sursă de hrană (Ciofu et al., 2004).

Microorganismele sunt esențiale pentru funcționarea, calitatea și dezvoltarea sustenabilă a solului, integrat în ecosistem. Microbiota solului are un rol-cheie în menținerea funcțiilor biologice și în procesele de autoreglare din sol, cum ar fi: descompunerea materiei organice și ciclurile biogeochimice ale nutrienților (Böhme et al., 2005; Langer și Klimanek, 2006), reglează descompunerea materiei organice a solului prin producerea de enzime extracelulare, dirijând astfel fluxurile de nutrienți în forme accesibile pentru plante (Finzi et al., 2006), mențin structura solului și, de asemenea, contribuie la asigurarea fondului trofic al solului (Hart et al., 2005), stabilesc interrelații strânse cu rădăcinile plantelor, îmbunătățind astfel aptitudinea acestora (Hart et al., 2005).

Bacteriile și ciupercile reprezintă peste 90% din totalul biomasei microbiene a solului și sunt responsabile de descompunerea materiei organice (Six et al., 2006).

Întrucât microorganismele sunt direct răspunzătoare de procesele metabolice fundamentale, aceste procese sunt catalizate de enzime specifice (Nannipieri et al., 2003). Analiza activității enzimatică a solului este unul din indicatorii microbiologici de calitate a solului (Winding et al., 2005; Jastrzebska și Kucharski, 2007). Enzimele sunt sensibile la toate schimbările de mediu, cauzate de factori naturali și antropici (Trasar-Cepeda et al., 2000; Jastrzebska și Kucharski, 2007). Activitatea enzimatică este corelată cu mecanismul de acțiune al enzimelor, proprietățile fizico-chimice ale solului și conținutul de materie organică a solului (Bireescu, 2001; Winding et al., 2005).

Rizosfera este cunoscută ca fiind zona cea mai activă din punct de vedere a interrelațiilor dintre plante și microorganismele, la acest nivel evidențiindu-se cea mai intensă activitate a microbiotei solului (Grayston et al., 1996; Dilly et al., 2000; Nannipieri et al., 2007), realizându-se astfel ciclurile biogeochimice ale elementelor. Aceasta are o importanță

crucială în funcționarea ecosistemelor terestre. Simbiozele și asocierea plantelor cu microorganismele (micorize, bacterii fixatoare de azot de pe rădăcinile plantelor leguminoase) pot îmbunătăți nutriția plantelor și a microbiotei solului (Dilly et al., 2000).

Ca sistem deschis solul prezintă unele caracteristici aparte dintre care menționăm: caracterul istoric (ontogeneza), integralitatea, programul genetic propriu și echilibrul dinamic.

Solul are o *evoluție istorică* în dinamică, parcurgând în pedogeneză mai multe etape evolutive, de la stadiul de rocă până la cel de climax, față de factorii ecologici de mediu.

În procesul istoric evolutiv, formarea solului este determinată atât de factorii externi de mediu cât și de cei interni de mediu: microflora, micro- și mezofauna edafică (cu rol de descompunere a resturilor organice) alături de enzimele acumulate în sol (care întrețin procesele vitale din sol, precum și acumularea humusului, substanță organică specifică solului). Prin interconexiunea condițiilor de mediu extern și intern se realizează a doua caracteristică sistemică a solului și anume *integralitatea* sistemului sol, cu rol determinant în dinamizarea vieții solului.

Ca sistem ecologic deschis, aflat în contact și schimb permanent și reversibil cu factorii ecologici zonali și locali, solul își adaptează mereu procesul evolutiv, cu ajutorul diferitelor *programe evolutive*, care reprezintă o altă caracteristică sistemică importantă.

Vitalitatea solului, în cea mai mare măsură este influențată de evoluția climei și a învelișului vegetal. În sezoanele de toamnă și iarnă predomină procese de descompunere a resturilor organice, pe când primăvara și toamna vor predomina procesele de mineralizare parțială și treptată a humusului nou format.

Impulsurile externe recepționate, determină sistemul sol să se adapteze condițiilor ecologice specifice, realizându-se a 4-a caracteristică și anume *echilibrul dinamic*. Acest echilibru dinamic îi permite solului realizarea unei anumite stări de stabilitate a proceselor vitale (*homeostazie*), față de impulsurile destabilizatoare ale factorilor ecologici. Ștefanic et al. (2006) numește acest echilibru drept *echilibru vital sau biotic*.

Starea de homeostazie a solului se realizează prin mecanisme proprii de autoreglare. Fenomenele și procesele de descompunere se opun celor de sinteză de substanțe organice proprii solului (humice) iar fenomenelor de mineralizare a resturilor organice și a unei părți din humus se opun cele de organicizare. Aceste procese și fenomene sistemice evolutive nu se petrec haotic și nici nu au mereu aceeași viteză și amplitudine. Există permanent sisteme de veghe și de corecție pozitivă, conform unor programe de manifestare proprii a proceselor vitale evolutive, dirijate în principal de covorul vegetal, climat și materialul parental.

Primul element evolutiv în pedogeneză îl reprezintă apa, respectiv relațiile care se stabilesc între apă și permeabilitatea rocii dezintegrate, în urma căreia au loc procese evolutive de reținere a apei. Al doilea element evolutiv îl reprezintă **acumularea de elemente nutritive** de natură minerală, cu rol important pentru instalarea factorului biologic. Pe baza elementelor minerale nutritive au loc procese biotice de creștere și dezvoltare a covorului vegetal și a micropopulației edafice, care sintetizează substanțe organice specifice solului și anume substanțe humice.

În evoluția solului alături de factorii ecologici de mediu un rol important la avut și *activitatea antropică*, desfășurată mai mult sau mai puțin conștient, prin intervențiile tehnologice. Este necesar ca, în procesul de producție agricolă să se țină cont de caracteristicile solului ca sistem ecologic vital deschis și anume: în principal de *integralitatea* solului, de *programul propriu* de evoluție și de protecție la acțiunile destabilizatoare ale factorilor conjuncturali ecologici zonali și locali, precum și de *echilibrul vital (biotic)*.

Întrucât întreaga viață edafică este coordonată și influențată de interacțiunea și schimburile reciproce și reversibile dintre factorii climatici externi, cu cei interni ai solului și cu covorul vegetal, intervenția antropică poate fi favorabilă sau nu echilibrului biotic al solului și stării de fertilitate, în funcție de calitatea și oportunitatea intervențiilor de tehnologie

agricolă și de protecție a resurselor naturale de sol. Practicile de management agricol diferă în funcție de tipul lor și de intensitatea perturbării echilibrului microbial al solului. Astfel, Wiszkowska et al. (2004) a evidențiat faptul că, aplicarea în exces a îngrășămintelor poate cauza o varietate de efecte negative, cum ar fi inhibarea activității biologice a solului și scăderea productivității, cu repercusiuni asupra mediului. Cercetările efectuate de Six et al. (2006) în diferite agroecosisteme influențate antropic prin diferite tehnologii de management agricol au evidențiat următoarele:

- cantitatea de biomasă microbială a fost în general cea mai mare în solurile neinfluențate de tehnologiile agricole și a scăzut odată cu creșterea intensității perturbării echilibrului microbial. Deci, perturbarea echilibrului microbial al solului este asociată cu aplicarea tehnologiilor de cultivare;

- rotația culturilor afectează activitatea biomasei microbiene și raportul dintre microflora fungică și cea bacteriană. Nivelul biomasei microbiene este evident mai mare atunci când culturile legumicole sunt incluse în asolament. Alte cercetări în acest sens (Barea et al., 2005) evidențiază faptul că, introducerea culturilor legumicole în asolament prezintă următoarele avantaje: fixarea simbiotică a azotului în cazul leguminoaselor, solubilizarea fosfaților, fitoremedierea solurilor contaminate cu metale grele, îmbunătățirea calității solului.

Întrucât comunitățile microbiene din sol constituie cheia reglării dinamicii materiei organice a solului și a bioaccesibilității nutrienților, modificarea compoziției și a funcțiilor comunităților microbiene, în concordanță cu diferite practici de management agricol, poate avea un rol important în diminuarea conținutului de carbon organic din sol. Raportul dintre biomasa fungică și cea bacteriană este sensibil la modificările induse de lucrările solului, fiind direct proporțional cu intensitatea de cultivare a solului (Bailey et al., 2002; Six et al., 2006). Pe de altă parte, calitatea substratului alterează raportul dintre biomasa fungică și cea bacteriană, astfel că, un substrat de calitate slabă favorizează biomasa fungică, iar un substrat de calitate bună favorizează biomasa bacteriană (Bossuyt et al., 2001; Six et al., 2006).

Fertilitatea resurselor de sol

În literatura de specialitate s-au propus numeroase definiții pentru această însușire fundamentală a solului, efectuându-se diferite aprecieri calitative și cantitative. Încercările pentru estimarea fertilității solului au parcurs un drum sinuos (Bireescu, 2001). Primele aprecieri în acest sens sunt făcute de En-Feng Chen et al. (1982), care citează lucrări din antichitate ale unor autori chinezi: You Kung (cca. 2000 ani a Chr.), Chow Li (1120 ani a Chr. și Guan Sze (cca. 676 ani a Chr.), care arătau că, țăranii chinezi considerau solul ca fiind fertil dacă manifestă o rezistență înaltă față de factorii nefavorabili și o largă adaptabilitate la culturi variate, îngrășămintele și practici de cultivare. În Europa, Thaer (1752-1828) a formulat teoria "*nutriției plantelor cu humus*" care sugera că, fertilitatea solului depinde de conținutul de humus. A urmat apoi, teoria "*nutriției minerale a plantelor*" a lui Liebig (1803-1873), care a demonstrat că fertilitatea solului este condiționată de conținutul solului în substanțe nutritive. Această teorie s-a răspândit în lume și a deschis calea aplicării îngrășămintelor chimice, supranumită "*fertilizarea solului*". Aplicarea frecventă și unilaterală a fertilizanților chimici a influențat prin deteriorarea unor însușiri esențiale ale solurilor agricole și anume: conținutul în humus, reacția chimică, structura de agregate și altele, concomitent cu creșterea productivității solului și plantelor cultivate.

La sfârșitul sec. al XIX-lea și începutul sec. al XX-lea, o pleiadă de cercetători au abordat domeniul microbiologiei solului, descoperind în scurt timp că solul este animat de o micropopulație foarte diversă, care realizează procesele fiziologice și, în general, procesele biologice, asigurând circuitul continuu al materiei și energiei în sol. Printre părinții microbiologiei solului pot fi citați: Beijerinck (1888-1925), Winogradsky (1885-1949), Hellriegel (1886-1888), Waksman (1922-1961), Omelianski (1899-1925), Stoklasa (1893-

1931) și alții care au descoperit microflora autotrofă și heterotrofă, precum și o grupă specializată care descompune celuloza. Aceste descoperiri au permis înțelegerea faptului că, fertilitatea solului a apărut ca rezultat al existenței și activității microorganismelor în procesul solificării și evoluției solului.

Tot la începutul sec. al XX-lea devenise cunoscut în universități, precum și în rândul fermierilor, aforismul pe care Vaillant (1901), citat de Bireescu (2001) l-a formulat astfel: “Cu cât este mai mare conținutul în humus, cu atât solul este mai fertil și această fertilitate pare să se datoreze în special unui număr mai mare de organisme fixatoare de azot care trăiesc aici”.

Viliams (1927), sintetizând cunoștințele științifice acumulate, referitoare la geneza solului și evoluția sa fizică, chimică și microbiologică a formulat definiția fertilității solului astfel: Capacitatea solului de a satisface într-o măsură sau alta nevoia plantelor cu factori tereștri ai vieții lor”. Din cauza acestei definiții, care a redus noțiunea de fertilitate la limitele aprovizionării plantelor cu apă și săruri minerale și transformarea acestora în recolte, s-a deschis calea confuziei dintre fertilitatea solului și productivitatea agricolă. Estimarea nivelului fertilității solului prin recolte a fost și rămâne o greșeală cu consecințe grave în administrarea terenurilor agricole, în special a acelor caracterizate printr-un echilibru fizic, chimic și biologic fragil (Ștefanic, 1998).

Definiția formulată de Davidescu (1963) și de Chiriță (1974) citați de Bireescu (2001) și Ștefanic et al. (2006) a propagat, în țara noastră, sinonimia dintre fertilitatea solului și productivitatea sa, sau a plantelor. Astfel, o definiție mai cuprinzătoare a fost dată de Davidescu și Davidescu, mai târziu, în anul 1969: “Fertilitatea este capacitatea solului de a pune la dispoziția plantelor verzi, în tot timpul vegetației, în mod permanent și simultan, substanțele nutritive și apa, în cantități îndeplătore față de nevoile acestora și de a asigura condițiile fizice, chimice și biochimice necesare creșterii și dezvoltării plantelor în ansamblul satisfacerii și a celorlalți factori de vegetație”, aceiași autori, în anul 1992, atribuind fertilității solului calitatea de sistem multidimensional în care, în afară de cantitatea de elemente nutritive asimilabile, acționează concomitent o serie de însușiri fizice, chimice și biologice ale sistemului sol, regimului de apă, tehnologia de cultivare care, toate trebuie privite ca stări ale unui proces dinamic ce se desfășoară integrat cu factorii de mediu (clima), cerințele plantelor și activitatea de producție a omului.

Deși formulările de mai sus s-au dorit a fi cât mai cuprinzătoare, totuși ele nu au eliminat confuzia dintre fertilitatea și productivitatea solului și plantelor. În anul 1965, două numere ale revistei “Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde” au fost destinate conceptului de “fertilitate a solului”. Cu această ocazie, Boguslawski (1965) citat de Ștefanic et al. (2006) definea: “Fertilitatea solului este productivitatea (capacitatea de producție agricolă) solului în asociație cu condițiile climatice ale locului, plantele cultivate și toate măsurile”. De asemenea și în acest caz, se observă clar semnul de egalitate între fertilitatea solului și productivitatea sa.

Linser (1965), citat de Bireescu (2001) a considerat că, la început recolta a fost sugerată ca o măsură a fertilității solului, dar aceasta este de asemeni influențată de alți factori care, pe lângă sol și climat, dau fertilitatea solului local, concluzionând că, în scopul de a folosi recolta ca unitate de măsură este necesară standardizarea condițiilor de măsurare. Se observă că și acest cercetător este adeptul exprimării fertilității solului prin mărimea recoltelor, dar sesizează dificultățile de exprimare cantitativă. După Köhnlein (1965) citat de Bireescu (2001) fertilitatea solului este un factor care determină recolta, care poate fi mai departe subdivizat în factori individuali (conținut și calitate de humus, textură, saturație cu baze și accesibilitatea subsolului, climat, speciile de plante și practica de cultivare) care determină la ce nivel potențial poate să ajungă producția agricolă. Se observă aceeași confuzie, ca și până acum.

Leenbeer (1965) citat de Bireescu (2001) a introdus în studiul practic al “potențialului de randament” al solului, importanța factorului pedologic și factorul regional. În concepția sa, se

observă clar că fertilitatea solului apare ca o însușire abstractă și numai randamentul este concret, corelând cu unele însușiri fizice și chimice ale solului. Nieschlag (1965) citat de Bireescu (2001) declară că, pentru aprecierea practică a gradului de fertilitate a solului sunt suficienți numai unii factori marcanți, cu care se determină caracteristica potențialului de recoltă a unui anumit sol, iar aceștia sunt: conținutul de argilă, conținutul de carbon organic și de azot, pe care le-a reunit într-o formulă, rezultând valori care au corelat cu productivitatea solului. Datele sunt totuși insuficiente pentru caracterizarea stării de fertilitate a solului. Atanasiu (1965) ajunge la concluzia că, fertilitatea și productivitatea nu sunt numai un atribut al solului, ci sunt rezultatul efectelor colaboratoare a mai multor factori: solul, clima, planta, omul și timpul. Frei (1966), citat de Bireescu (2001) considera că, recolta indică fertilitatea unui anumit câmp, dar nu obligatoriu o măsură a efectului însușirilor solului asupra creșterii plantelor. Chiriță (1974) a ajuns la concluzia că există o anumită fertilitate a solului, în funcție de fiecare specie vegetală considerată (cernoziomul are fertilitate pentru porumb, solurile montane, pentru molid etc.). O astfel de concepție conduce la paradoxul că, același sol are fertilitate dacă este cultivat cu anumite specii vegetale care valorifică bine solul și are o fertilitate slabă dacă este cultivat cu specii neadecvate.

Tehnologiile elaborate de Steiner (1924) și Pfeiffer (1937) integrate în Agricultura biodinamică și de Howard (1940), în Agricultura organică, au constituit o alternativă la Agricultura intensiv-chimizată, care a dominat peste 80 ani în țările industrializate, cu asistența tehnică și științifică a universităților și institutelor de cercetare (Ștefanic, 1998).

Se apreciază că, pentru promovarea unor tehnologii agricole cu impact negativ redus asupra mediului înconjurător, a devenit necesară clarificarea teoretică, atât a noțiunii de “fertilitate a solului”, cât și a metodei de estimare cantitativă a acesteia (Ștefanic, 1998)

În concepția lui Howard (1940) citat de Bireescu (2001): “Fertilitatea solului este condiția unui sol bogat în humus, în care procesele de creștere decurg rapid și eficient, fără întreruperi- trebuie să fie permanent un echilibru între procesele de creștere și cele de descompunere. Cheia unui sol fertil și a unei agriculturi prospere este humusul”.

Meixner și colab. (1972), citați de Ghinea (1975) au subliniat dependența fertilității de menținerea entropiei sistemului sol printr-un mecanism de interconexiune humificare-mineralizare.

Ghinea (1975) a reluat ideea: “Un sol va fi cu atât mai fertil, cu cât procesele de circulație a elementelor vor decurge mai rapid în cadrul său, cu condiția menținerii echilibrului humificare-mineralizare, aceasta fiind condiția ideală a agriculturii”.

Ștefanic și colab. (1977), pe baza analizelor microbiologice, enzimatică și chimice, efectuate la 11 soluri din regiunea Olteniei, au formulat o altă definiție pentru fertilitatea solului: “Fertilitatea solului este capacitatea sa naturală de echilibrare a proceselor de acumulare a complexului organo-mineral cu cele de mineralizare care aprovizionează plantele cu substanțe nutritive.

Când echilibrul este la nivel scăzut, fertilitatea solului este redusă. Omul poate dirija conștient fertilitatea solului, conservând-o și chiar sporind-o, obținând concomitent recolte mari, prin încorporarea materiei organice, corect compostată, având ca rezultat creșterea complexului organo-mineral”. Această definiție prezintă în prima sa parte, starea de echilibru între sinteza și descompunerea humusului, care trebuie înțeleasă numai ca o stare de bilanț anual întrucât, în evoluția vieții din sol, a proceselor biotice și biochimice, în corelație cu regimul hidrotermic, cu mersul vegetației și cu lucrările agrotehnice, există o infinitate de situații când, pe perioade mai lungi sau mai scurte, pot predomina procesele de sinteză sau cele de descompunere. Avantajul definiției constă în aceea că oferă câmp larg de investigație pentru aprecierea obiectivă, în scurt timp, în orice anotimp, a potențialului de fertilitate a oricărui sol, precum și posibilitatea comparației între soluri (Ștefanic et al., 1994).

Viliams (1954) consideră solul drept orizontul superior, afinat al uscatului, care poate produce recolte de plante. Noțiunile de sol și de fertilitate sunt indivizibile, întrucât fertilitatea este o însușire esențială a solului de natură calitativă, indiferent de gradul de manifestare cantitativă, cuprinzând atât însușirile virtuale ale solului, cât și pe cele productive, exterioare acestuia care aparțin învelișului vegetal.

Ștefanic et al. (2006), analizând evoluția în timp a noțiunii de fertilitate evidențiază 3 moduri de abordare a conținutului semantic al noțiunii de fertilitate: *concepția agronomică*, *concepția agrochimică* și *concepția biologică*.

- **Concepția agronomică** definește fertilitatea în funcție de nivelul recoltelor, incluzând în definiție numeroase elemente exterioare ce definesc productivitatea plantelor.

- **Concepția agrochimică**, față de cea agronomică consideră fertilitatea solului, în principal ca o rezultată a prezenței nutrienților accesibili, a conținutului de humus din sol și a reacției solului. Mărimea recoltei agricole depinde de gradul de aprovizionare a solului cu nutrienți și de raportul dintre principalii nutrienți. Astfel, Miller (1963), analizează diferitele concepții agrochimice ale vremii și consideră că un sol fertil este aprovizionat în mod optim și într-o structură potrivită cu toți nutrienții pe care o plantă are nevoie și pe care îi poate lua din compușii minerali și organici din sol. Solul trebuie să fie situat într-un areal geografic cu climă, lumină și căldură, suficiente pentru nevoile plantelor. De asemenea solul să fie bine structurat și să nu conțină materiale toxice care să limiteze nevoile plantelor. Acest mod de a privi fertilitatea solului definește un caracter static, rezultând ideea că fertilitatea nu se realizează ca rezultat al unor procese fizice, chimice și biologice aflate în dinamică.

- **Concepția biologică asupra fertilității solului**

În cadrul concepției biologice cercetătorii au încercat să separe conceptul de fertilitate de cel de productivitate, corelând nivelul fertilității cu al proceselor vitale și enzimatic. Astfel, în 1994, Ștefanic enunță o definiție asupra fertilității solului care are un caracter fundamental biologic: Fertilitatea este însușirea fundamentală a solului, care rezultă din activitatea vitală a micropopulației, a rădăcinilor plantelor, a enzimelor acumulate și a proceselor chimice, generatoare de biomasă, humus, săruri minerale și substanțe biologice active. Nivelul fertilității depinde de nivelul potențial al proceselor de bioacumulare și mineralizare, acestea depinzând de programul și condițiile evoluției subsistemului ecologic și de influențele antropice.

În 2006, Ștefanic emite o nouă definiție sintetică a fertilității solului: Fertilitatea solului este caracteristica dobândită de scoarța terestră, mărunțită, de a întreține procese complexe de natură biologică, chimică și fizică acumulate de biomasă, humus și săruri minerale.

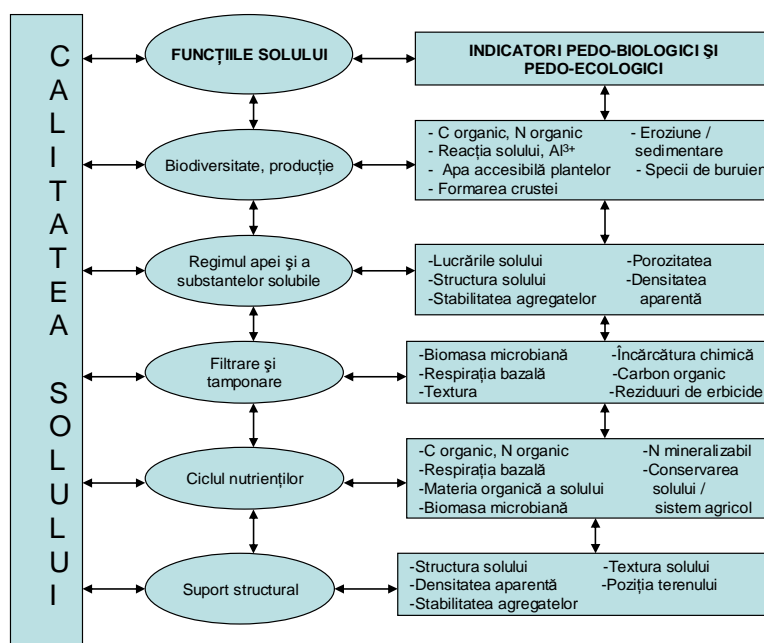
Din aceste două concepte biologice ale fertilității solului conchidem că, solul este un organism viu, iar procesele genetice și evolutive se desfășoară sub acțiunea factorului biologic. În urma activității vitale și enzimatic solul dobândește însușirea de fertilitate (Birescu, 2001). De asemenea, măsurile agrotehnice aplicate solului trebuie să amelioreze și să mențină starea de fertilitate, pe când măsurile fitotehnice, aplicate culturilor agricole, au rolul de a asigura creșterea, productivitatea și dezvoltarea plantelor, luându-se măsurile necesare de protecție.

Calitatea biologică a solului

Noțiunea de calitate a solului reprezintă un concept integrativ, strâns legat de cerințele umane. În ultimii ani, tot mai multe țări au luat în atenție, în cadrul strategiilor de dezvoltare națională și de protecție a mediului, rezolvarea problemelor complexe, legate de afectarea calității mediului pe cale antropică, prin practicarea tehnologiilor intensive (Filip, 1998; Fleischhauer et al., 1998).

Hornick și Parr (1987) consideră calitatea solului drept o însușire care depinde de echilibrul dintre procesele de degradare și cele de restaurare din sol. Procesele de restaurare (reziliența solului), spre deosebire de cele de degradare, evidențiază capacitatea solului de a reveni la starea

anterioară perturbării prin degradare sau schimbarea modului de folosință. Rata și gradul de revenire depind, atât de gravitatea și amploarea perturbării, cât și de însușirile solului și managementul său. De asemenea, după Mausbach și Seybold (1998), calitatea solului este atributul esențial al său, din multe puncte de vedere, atât teoretice, cât și practice. Prin schimburile reversibile de materie, energie și informație cu mediul, solul are capacitatea de a regla funcționarea mediului înconjurător (Lal, 1993a; Lal și Miller, 1994). În concepția lui Parr et al. (1992), conceptul de calitate a solului are în vedere, în primul rând, satisfacerea unor cerințe umane fundamentale, cum ar fi calitatea și siguranța alimentelor, sănătatea umană și animală, productivitatea solului și calitatea mediului. La acestea, Feodorov (1987) mai adaugă sensibilitatea solului la deteriorare sub influență antropică. Batjies și Bridges (1991) mai adaugă și vulnerabilitatea solului sau capacitatea (predispoziția acestuia) de a se deteriora una sau mai multe funcții ecologice.



Reprezentarea grafică a conceptului de calitate a solului folosind funcțiile solului și indicatorii de calitate a solului (Seybold et al., 1997)

Fig. 3.16. Reprezentarea grafică a conceptului de calitate a solului

Calitatea solului trebuie privită ca o imagine compusă a modului în care solul își îndeplinește funcțiile pentru anumite utilizări. Astfel, Larson și Pierce (1991; 1994), Pierce și Larson (1993) consideră calitatea solului drept o imagine holistică a acestuia în cadrul mediului în care este integrat, precum și a modului în care funcționează în ecosistem. Această definiție cuprinde două modalități de interpretare: prima se referă la proprietățile intrinseci ale solului, rezultate în urma pedogenezei sub acțiunea factorilor naturali; a doua modalitate se referă la natura dinamică a solului și la autoreglarea sa, în funcție de utilizarea și managementul uman.

Doran și Parkin (1994) definește calitatea solului drept “capacitatea acestuia de a funcționa în limitele unui ecosistem natural sau antropizat, pentru a susține productivitatea vegetală sau animală, pentru a menține sau crește calitatea apei și a aerului și pentru a susține condițiile de sănătate și habitat ale omului”.

Karlen et al. (1996) apreciază sintetic calitatea solului drept capacitatea sa de a funcționa.

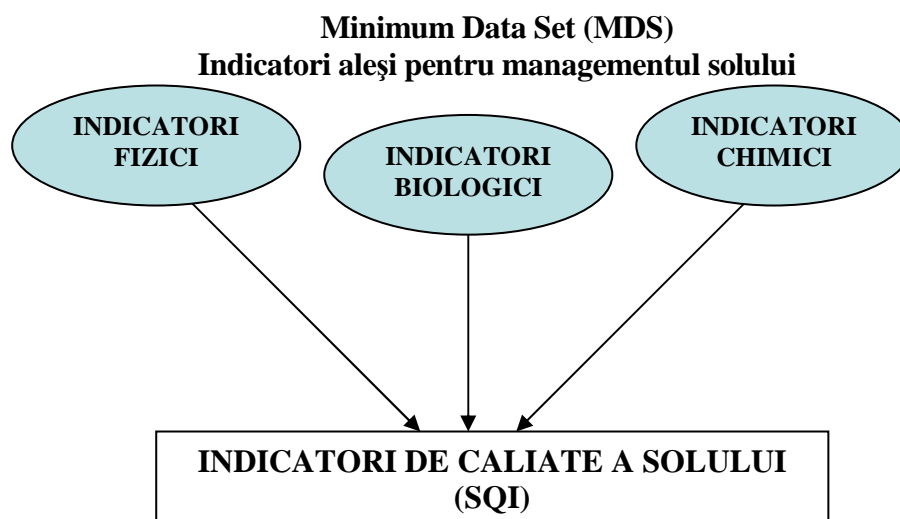


Fig. 3.17 – Reprezentarea conceptului de Evaluare a Managementului Resurselor de sol

Cârstea (2001) formulează o definiție mai cuprinzătoare pentru calitatea solului conform căreia, aceasta reprezintă “*combinația proprietăților solului care îi permit să-și conserve, pe termen lung, toate funcțiile lui naturale*” considerând această însușire rezultatul unei multifuncționalități structurale ale solului. De asemenea autorul consideră că, definirea calității solului trebuie legată de utilizarea lui actuală, efectivă și de oricare utilizare potențială viitoare.

Din definițiile și punctele de vedere multiple referitoare la calitatea solului putem afirma că, noțiunea de calitate a solului este mai ușor de înțeles decât de definit. Nu este deloc de neglijat faptul că, deși termenul de calitate a solului este relativ nou, pentru evaluarea calității solului din punct de vedere cantitativ se impune caracterizarea proprietăților fizice, chimice și biologice ale solului, coroborate cu elementele de specific ecologic zonal și local.

Deteriorarea calității solului are repercusiuni negative, fie asupra uneia, fie asupra tuturor funcțiilor solului. De aceea, se impune cuantificarea impactului degradării calității solului, atât pentru utilizarea actuală a acestuia, cât și pentru o utilizare durabilă. Impactul degradării solului este determinat de combinația vulnerabilității solului, de “presiunea” exercitată de o anumită utilizare a terenului sau o anumită lucrare tehnologică aplicată (fertilizare, combatere, lucrări mecanice).

Factorii care influențează respirația solului	
Creșterea respirației solului	Scăderea respirației solului
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicarea îngrășămintelor organice (gunoi de grajd, reziduuri vegetale) • Irigarea 	<ul style="list-style-type: none"> • Arderea reziduurilor vegetale • Utilizarea în mod continuu a tehnologiilor agricole • Aplicarea îngrășămintelor chimice (insecto-fungicide)

În general, valorile mai mari ale respirației solului indică o calitate mai bună a solului. Valorile mai mici ale respirației solului, ar putea indica o viteză mai lentă de humificare și

mineralizare a materiei organice a solului. Aceste valori pot fi interpretate în funcție de alți indicatori. De exemplu, o concentrație foarte scăzută de nitrați, coroborată cu valori mari ale respirației solului poate indica un grad mare de imobilizare a azotului, posibil fie prin adăugarea reziduurilor vegetale sau a altor îngrășăminte care influențează raportul C:N. Aceste valori sunt diferite în funcție de tipul de sol și condițiile ecologice (Woods End Research, 1997).

Rata respirației solului și starea solului în condiții optime de temperatură și umiditate, în vederea managementului agricol (Woods End Research, 1997)

Respirația solului (lbs. CO₂ - C/ac/zi)	Clase	Starea solului
0	Fără activitate	Solul nu are activitate biologică și este steril
< 9.5	Sol cu activitate foarte mică	Solul este foarte sărac în materie organică și are o activitate biologică foarte scăzută
9.5 - 16	Sol cu activitate mică spre moderată.	Solul este oarecum sărac în materie organică și are o activitate biologică scăzută
16 - 32	Sol cu activitate moderată	Solul are o activitate biologică apropiată de cea ideală.
32 - 64	Sol cu activitate ideală	Solul are o activitate biologică ideală deci are un conținut adecvat de materie organică și o populație activă de microorganisme.
> 64	Sol cu activitate neobișnuit de mare	Solul are o activitate biologică foarte mare, corelând cu mari cantități de materie organică, datorită încorporării unor mari cantități de resturi organice în stare proaspătă sau gunoi.

Cârstea (2001) susține ideea unanim acceptată conform căreia, solul poate și trebuie să aibă calitatea necesară pentru a îndeplini numeroase funcții. În ultimul timp acțiuni de conștientizare cu privire la problemele referitoare la evaluarea gradului de afectare a calității solului. Astfel, concepțiile și criteriile actuale sunt încă incomplet elucidate întrucât percepția rolului solului variază diferit, în raport cu autorii și țările respective.

Batjies și Bridges (1991) consideră tipul de utilizare al terenului un criteriu important pentru evaluarea sensibilității și vulnerabilității.

Un obiectiv important al evaluării calității solului este prognozarea rezistenței solului la diferite impacturi asupra funcțiilor specifice ale solului, respectiv, realizarea unui set minim de date asupra proprietăților fizice, chimice și biologice care pot permite evaluarea funcțiilor solului. Evaluarea calității solului depinde nu doar de cantitatea rezervei solului în diferite elemente, ci și de modul în care are loc transferul și circulația acestor rezerve materiale și energetice în cadrul structural al solului cât și în relațiile cu biocenoza și mediul. Aceste procese de transfer și de schimb se realizează prin intermediul microorganismelor și nevertebratelor edifice. De aceea, trebuie să se identifice, să se evalueze și să se ierarhizeze și indicatorii biochimici și microbiologici ai solului.

Indicatori pentru calitatea solului

Analiza indicatorilor biologici, alături de cei agrochimici și fizici asigură o imagine sintetică de ansamblu asupra nivelului de fertilitate a solului, putându-se depista periodic prin analize stările de deficit și exces ale unor indicatori de calitate ai solului, în vederea stării de fertilitate, în contextul ecologic zonal și local. În SUA, Institutul Calității Solului a întocmit un *test kit ghid* calitativ și unul cantitativ, în vederea evaluării în câmp a calității solului, pe baza doar a însușirilor interne ale sistemului sol. S-au elaborat 11 teste de câmp, referitoare la principalele proprietăți fizice, chimice și biologice ale solului.

Fișa de evaluare a calității solului conține o listă cu indicatori de calitate a solului pe baza cărora se dau apoi calificativele: bun, satisfăcător și sol sărac. Cei 9 indicatori pentru evaluarea calității solului luați în calcul sunt: drenajul, capacitatea de reținere a nutrienților, salinitatea, râmele, celelalte organisme ale solului, vigoarea culturilor, gradul de descompunere a resturilor organice, compactarea solului, capacitatea de infiltrare a apei (Ștefanic et al., 2006).

Doran et al. (1996) și Larson și Pierce (1994), împreună cu Serviciul de Conservare a Resurselor Naturale (USDA Natural Resources Conservation Service, aprilie 1996), propun un minimum de 11 *indicatori pentru evaluarea calității solului* și anume: 4 de natură fizică (textura solului, adâncimea și cantitatea de rădăcini, densitatea aparentă și gradul de infiltrare a apei, și capacitatea de câmp a solului pentru apă), 4 de natură chimică (reacția solului, conductivitatea electrică, cantitatea de materie organică a solului, conținutul de azot, fosfor și potasiu) și 3 indicatori biologici (respirația solului, potențialul de azot mineralizabil, biomasa microbiană).

Aproape toți indicatorii utilizați în SUA pentru evaluarea calității solului (în afară de cantitățile de recoltă, care sunt manifestări exterioare solului ca sistem) sunt de fapt indicatori pentru testarea stării de fertilitate, referindu-se doar la însușirile și procesele vitale intrinseci ale solului.

Ținând cont de toate elementele definiției pentru caracterizarea solurilor, Ciofu et al. (2004) apreciază că, cele mai indicate pentru cultura legumelor sunt următoarele tipuri de sol: aluviale (cu diferite grade de solificare), protosoluri aluviale fertile, molisoluri (cernoziom, cernoziom cambic, cernoziom argiloiluvial), nisipuri stabile, lacoviști și turboase (specifice pentru anumite zone).

Metodologia folosită

Studiul ecopedologic integral și sintetic al resurselor de sol analizează contextul ecologic în care se manifestă fondul de calități, lipsuri și excese ale solului, în funcție de specificul ecologic zonal și local precum și favorabilitatea diferiților factori și determinanți ecologici pentru funcționalitatea biocenozelor. În acest sens au fost analizați prin *fișe de specific ecologic* zonal și local, principalii 20 factori și determinanți ecologici climatici și edafici. Aceștia au fost evaluați din punct de vedere cantitativ (prin 8 clase de mărime ecologică) și din punct de vedere calitativ (prin 6 clase de favorabilitate ecologică) (Birescu, 2005).

Diagnoza ecologică după caracteristicile proprii ale solului este un indicator sintetic de calitate elaborat pe baza formulei generale a lui Chiriță (1974) și îmbunătățit ulterior de Birescu et al. (2001, 2005). A rezultat o nouă formulă sintetică de interpretare a potențialului trofic al solului în context ecologic zonal și local în funcție de impactul ecologic și al tehnologiilor agricole.

DECS (Diagnoza Ecologică a Calității Solului) se determină cu ajutorul unei scări de bonitare cu note de la 0 – 10 puncte pentru principalii indicatori de calitate (fizici, fizico-chimici, fizico-mecanici, hidrici și biologici). Valoarea acestui indicator se penalizează în funcție de vulnerabilitatea resurselor de sol la impactul poluării cu agenți chimici (pesticide,

metale grele) rezultând o imagine de ansamblu asupra troficității efective a resurselor de sol aflate înainte și în timpul reconversiei spre legumicultura ecologică.

Studiul pedo-biologic

Pentru studiul efectelor intervenției antropice asupra calității resurselor de sol din agroecosisteme, determinăm experimental, *potențialul fiziologic al solului*, concretizat în potențialul de respirație (Ștefanic, 1994; 1999) și potențialul celulozolic al solului (Ștefanic; 1994; 1999), potențialul enzimatic al solului (catalazic, zaharazic, ureazic, fosfatazic total) și indicatorii sintetici de fertilitate a solului (Indicatorul Potențialului Activităților Vitale-IPAV%; Indicatorul Potențialului Activităților Enzimatic-IPAE% și Indicatorul Sintetic Biologic-ISB%).

În țara noastră, **testarea respirației solului** a fost posibilă în anul 1988 când Ștefanic a realizat un respirometru original, capabil să înlocuiască automat oxigenul consumat în procesul respirației solului și să capteze CO₂ degajat. Respirația solului este un parametru de evaluare globală a activității microflorei solului și reprezintă o măsură a intensității cu care se desfășoară diferite procese din sol în care este implicată microflora solului (Ștefanic, 1999).

Metoda folosită pentru **determinarea potențialului celulozolic al solului** (după Ștefanic, 1994, 1999) se bazează pe înlocuirea pânzei de bumbac cu pânză care conține 50% bumbac + 50% poliester, tors în fir comun pentru ca, după producerea celulozoliei, la spălarea pânzei, să nu se producă pierderi de pânză nedegradată și să apară astfel o celulozolie exagerată.

Ca procese enzimatic în sol am determinat experimental potențialul catalazic (după Ștefanic, 1994), potențialul zaharazic (după Ștefanic, 1994; 1999), potențialul ureazic (după Ștefanic, 1994) și potențialul fosfatazic total (după Irimescu și Ștefanic, 1998; Ștefanic, 1999).

Potențialul **activității catalazice** se determină în laborator cu ajutorul unui aparat, denumit catalazometru, realizat de Ștefanic și colab. în anul 1984. Principiul metodei se bazează pe faptul că, reacția enzimatică și chimică se desfășoară simultan în sol și de aceea, pentru a obține numai valoarea activității catalazice se va determina separat, în probe de sol inactivate enzimatic, activitatea catalitică (chimică) a solului.

În anul 1972, Ștefanic a elaborat o metodă spectrofotometrică pentru **analiza activității zaharazice în sol**, în scopul determinării cantității de zahăr reducător (glucoză și fructoză, mg/100 g sol s.u.) hidrolizat enzimatic din zaharoză.

Principiul metodei de **determinare a activității ureazice** constă în faptul că, amoniul rezultat se determină cantitativ, pe cale colorimetrică, cu soluția Nessler.

Principiul metodei de determinare a potențialului **activității fosfatazice** constă în introducerea, în amestecul enzimatic, a unei cantități de glucoză cu rol de “capcană” pentru combinarea cu ionii fosfat eliberați enzimatic (aceștia se pot recombina imediat cu calciul, fierul, aluminiul etc., falsificându-se adevăratul nivel fosfatazic), determinându-se cantitatea de glucoză rămasă necombinată. Aceasta poate fi apoi convertită în echivalent fosfor (P) cu ajutorul unui indice care reprezintă câtul raportului de combinare a fosforului cu glucoza, determinat experimental de Ștefanic și Irimescu, în limitele de concentrații posibile ale fosforului eliberat enzimatic + fosforul liber în sol și glucozei adăugate în amestecul de reacție.

Indicatorul Potențialului Activității Vitale a Solului (IPAV%). Corespunzător noii definiții dată de Ștefanic (1994 a și b) acesta a elaborat Indicatorul Potențialului Activităților Vitale (IPAV%) și Indicatorul Potențialului Activităților Enzimatic (IPAE%). Acești indicatori au fost constituiți prin metoda taxonomiei numerice, aplicată atât în biologia, cât și în chimia solului de mai mulți cercetători: Verstraete și Voets (1974, 1977) Such și colab. (1977), Misono (1977), Drăgan-Bularda și colab. (1987), Teaci (1980).

$$IPAV\% = \frac{\sum_{k=1}^2 (R, C)}{2} \quad \text{unde: R-respirația potențială, C-potențialul celulozolic.}$$

$$IPAE\% = \frac{\sum_{k=1}^4 (K, I, U, P)}{4} \quad \text{unde: K-potențialul catalazic; I-potențialul invertazic; U-potențialul ureazic; P-capacitatea fosfatazică totală (Irimescu și Ștefanic, 1997).}$$

Metodologia de calculare pentru IPAV% și IPAE% se bazează pe principiul egalei importanțe a fiecărei determinări, considerând fiecare determinare ca fiind expresia unui aspect al manifestării vieții solului (Drăgan-Bularda și colab., 1987).

Rezultatele analizelor biotice și enzimaticе, precum și cele referitoare la indicatori au fost prelucrate statistic prin metoda testului multiplu după Duncan (Snedecor, 1965; Ceapoiu, 1968).

Pe lângă cei doi indicatori biologici (IPAV% și IPAE%) s-a propus includerea unui nou indicator și anume, Indicatorul Sintetic Chimic (ISC%) (Oprea și colab., 1997a), reuniți cu participare egală în Indicatorul Sintetic Biologic (ISB%) (Ștefanic, 1998).

$$ISB\% = \frac{IPAV\% + IPAE\%}{2} \quad \text{ISB\%-Indicatorul Sintetic Biologic; IPAV\%- Indicatorul$$

Potențialului Activităților Vitale; IPAE%- Indicatorul Potențialului Activităților Enzimaticе.

3.8.9. Documentare privind HACCP în producția horticolă

Această supraveghere a fluxului tehnologic trebuie să elimine factorii nefavorabili aleatorii și, mai ales, pe cei de risc, prezenți în anumite faze ale fluxului tehnologic.

O metodă modernă recomandată și folosită în țările Uniunii Europene este sistemul (sau metoda) denumită „Analiza hazardului. Punctele critice de control” – **HACCP (Hazard Analysis. Critical Control Points.)**.

Conceptul și sistemul HACCP a apărut la începutul anilor '60 în SUA. În acea perioadă, Corporația „Pillsbury”, Laboratoarele NASA și Laboratoarele Armatei SUA au fost primii care au aplicat această metodă, cu scopul de a asigura în procent de 100% o alimentație sigură astronauților, fără riscul contaminării biologice, intoxicațiilor alimentare, chimice ori a unor pericole fizice.

Metoda a fost preluată și de industria alimentară civilă (din 1972), ca un mijloc eficient de garantare a siguranței produselor alimentare. Faptul că materia primă principală provine din ferme de producție, metoda a fost extinsă și în tehnologiile de cultură a plantelor.

a. Definiții. Conținut

HACCP este un mod fundamentat științific de abordare sistematică a unui flux tehnologic pentru identificarea și analiza hazardului și riscurilor asociate acestuia, pentru stabilirea măsurilor de control a acestora, în vederea obținerii unui produs sigur. Așadar metoda permite identificarea și analiza pericolelor asociate diferitelor etape, faze sau secvențe tehnologice.

Orice sistem HACCP este adaptabil oricărui flux tehnologic, în funcție de mijloacele tehnice, procedeele sau tehnicile de lucru folosite.

HACCP poate fi aplicat în orice împrejurări în care este necesară obținerea unui produs garantat (sănătos, în concordanță cu cerințele standardelor și pieții), prin aplicarea unei tehnologii pe a cărui flux hazardul se asociază cu riscul.

În acest context, hazardul și riscul au definiții specifice, cu o semantică restrânsă.

- Hazardul este o întâmplare neașteptată (neprevăzută) cu efect dăunător asupra consumatorilor de bunuri. Corespunde cel mai bine în limba română cuvântul pericol.

- Riscul exprimă probabilitatea ca hazardul (pericolul) să fie realizat (să aibă loc). Alți termeni principali folosiți în sistemul HACCP sunt definiți în continuare.

- Analiza hazardului constă într-un sistem de analizare a semnificației unui pericol asupra siguranței produsului și, implicit, consumatorului.

- Aprecierea riscului constă într-o caracterizare a posibilităților de realizare a efectelor negative ale pericolului.

- Punctul critic de control (PCC) reprezintă un punct, o fază sau un procedeu la care controlul poate fi aplicat, iar pericolul pentru siguranța produsului poate fi prevenit, eliminat sau redus la un nivel acceptabil.

- Măsurile preventive reprezintă activitățile menite să elimine pericolul sau să îl reducă la limite acceptabile.

- Monitorizarea constă în efectuarea de observații sau măsurători care apreciază dacă măsurile preventive la PCC sunt implementate efectiv/corect.

- Limita critică este valoarea unei măsuri preventive determinate în timpul monitorizării care face distincții între ce este acceptabil și inacceptabil.

- Acțiunea corectivă este orice acțiune care se ia când rezultatul monitorizării, la punctele critice de control, indică o pierdere a controlului.

- Deviația (abaterea) înseamnă devierea de la limitele critice.

- Diagrama fluxului (tehnologic) este o reprezentare sistematică a secvențelor fazelor sau operațiunilor folosite în obținerea unui anumit produs.

b. Funcții și principii

Succesul aplicării sistemului HACCP cere o deplină angajare și implicare a managementului și forței de muncă. De asemenea se cere o abordare multidisciplinară, adică, după caz, folosirea de cunoștințe și specialiști în legumicultură, agrochimie, mecanizare, irigare, protecția plantelor, tehnologia produselor legumicole, sănătate publică, protecția mediului ș.a.

Realizarea integrării cunoștințelor și specialiștilor are loc de către un specialist în HACCP, având sprijinul nemijlocit al conducătorului societății.

De asemenea, funcționarea unui sistem HACCP înseamnă asigurarea tuturor mijloacelor materiale și tehnice necesare, a unui personal instruit și disciplinat.

Aplicarea sistemului HACCP trebuie să fie compatibilă cu o tehnologie standard, specifică pentru fiecare cultură și în funcție de scopul pentru care se obține produsul legumicol.

Utilitatea implementării unui sistem HACCP este pusă în valoare numai dacă acesta este funcțional, adică sunt îndeplinite condițiile pentru realizarea celor patru funcții principale:

1. analiza pericolelor și riscurilor;
2. identificarea punctelor critice;
3. supravegherea execuției;
4. verificarea eficacității sistemului.

Realizarea funcționalității sistemului HACCP se bazează pe respectarea a șapte principii de acțiune care constituie, în fapt, etape distincte în desfășurarea HACCP ca metodă lucru. Aceste principii sunt prezentate în continuare.

P₁. Efectuarea analizei hazardurilor (pericolelor) care cuprinde:

- identificarea pericolelor posibile fluxului tehnologic;
- evaluarea probabilității ca pericolele să se realizeze, adică să devină un risc;
- stabilirea măsurilor preventive necesare pentru controlul hazardurilor.

P₂. Determinarea punctelor critice de control (PCC) pentru reducerea sau eliminarea riscurilor.

P₃. Stabilirea limitelor critice care trebuie respectate pentru supravegherea fiecărui punct critic de control identificat.

P₄. Stabilirea unui sistem de monitorizare a controlului efectiv al punctelor critice de control.

P₅. Stabilirea acțiunilor corective care trebuie luate atunci când monitorizarea indică că un anumit punct critic de control nu se află sub control (a apărut o deviație față de limitele critice).

P₆. Stabilirea procedurilor de verificare care să confirme că sistemul HACCP lucrează efectiv pe baza documentației sistemului HACCP, compusă din documentarea descriptivă (planul HACCP) și documentația operațională (înregistrări operaționale conform planului HACCP).

P₇. Stabilirea documentării metodelor, procedurilor și testelor specifice astfel ca aceste principii să fie respectate, cu alte cuvinte, cum se verifică conformitatea și eficacitatea sistemului.

c. Etapele aplicării sistemului HACCP

Înainte de aplicarea sistemului HACCP la un flux tehnologic trebuie respectat un minim de condiții specifice sectorului de producție: asigurarea bazei tehnico-materiale, asigurarea unei structuri adecvate de personal, stabilirea normelor tehnice obligatorii de-a lungul fluxului, respectarea normelor de protecția muncii, respectarea normelor de igienă etc.

În timpul identificării pericolelor, evaluărilor, operațiilor ulterioare, schițării și aplicării sistemelor HACCP, atenție deosebită se va acorda impactului unor elemente tehnologice (alegerea terenului, înființarea culturii, lucrările de întreținere și recoltarea), a materialelor folosite (îngrășăminte, erbicide, insectofungicide, substanțe bioactive, apa de irigat) și, în special, a acelor secvențe referitoare la: sortarea, condiționarea, ambalarea, păstrarea și transportul recoltei.

HACCP trebuie să fie aplicat la fiecare operație specifică separat: aplicarea tratamentelor fitosanitare, condiționare, ambalare etc. Punctele critice de control identificate în orice tehnologie cadru nu sunt suficiente, pentru că circumstanțele specifice din orice fermă sunt diferite.

Aplicarea HACCP trebuie să fie revăzută și făcute schimbările necesare când se produc modificări în secvențele tehnologice, materialele folosite, destinația recoltei ș.a.m.d.

Aplicarea principiilor HACCP în implementarea sistemului se realizează printr-o succesiune logică de aplicare (Logic Sequence of Application) formată din 12-14 etape (E) obligatorii (fig. 2.1).

E₁ – Definirea scopului acțiunii de implementare a sistemului HACCP

Această etapă se va realiza de conducerea colectivă, împreună cu personalul tehnic, economic și administrativ al societății. Prin decizia conducătorului societății se instituie obligativitatea respectării normelor necesare implementării sistemului HACCP.

Pentru început se recomandă aplicarea metodei HACCP la anumite pericole, de exemplu: excesul de pesticide și îngrășăminte, alegerea neadecvată a momentului de recoltare. Studiile pentru fiecare din pericolele avute în vedere urmează apoi a fi cumulate într-un studiu integrant.

E₂ – Constituirea echipei HACCP

Echipele care răspund de implementarea sistemului HACCP sunt formate din specialiști cu experiență (experți) în procesul de producție (managerul general, inginerul șef, șeful de fermă, specialiști pe probleme de pedologie, agrochimie, fitoprotecție, mecanizare, controlul calitativ al producției). Echipele cuprind maximum 5–6 persoane. Liderul echipei este un specialist cu experiență în HACCP.

Echipele au misiunea de a întocmi planul HACCP și de a face o ierarhizare a pericolelor pe clase și ce pericole (clase de pericole) se vor avea în vedere.

E₃ – Descrierea produsului

Produsul legumicol care se va obține trebuie descris în amănunțime, conform standardelor sau caietului de sarcini stabilite cu clientul. Se fac referiri speciale la condițiile de calitate, modul de ambalare și transport.

E₄ – Identificarea intenției de folosire

Modul de folosire a produsului se bazează pe preferința consumatorilor. Se are în vedere destinația de folosire a produsului: consum în stare proaspătă, pe piața internă sau export, păstrare peste iarnă, prelucrare și conservare ș.a.

E₅ – Întocmirea diagramei de flux tehnologic

Diagrama de flux tehnologic este întocmită de echipa HACCP. Diagrama va cuprinde toate etapele (fazele) care concură la obținerea produsului. Când se aplică HACCP pentru o anumită operație se au în vedere etapele (fazele) precedente și ulterioare acelei operații.

E₆ – Verificarea diagramei de flux tehnologic pe teren

În cazul culturilor legumicole această verificare constă, în mod practic, în asigurarea realizării etapelor fluxului, avându-se în vedere, în mod special, resursele materiale, financiare și umane care concură la realizarea diagramei de flux tehnologic.

E₇ – Efectuarea analizei pericolelor asociate cu fiecare etapă a fluxului tehnologic și prezentarea tuturor măsurilor pentru a controla pericolele identificate (vezi P₁).

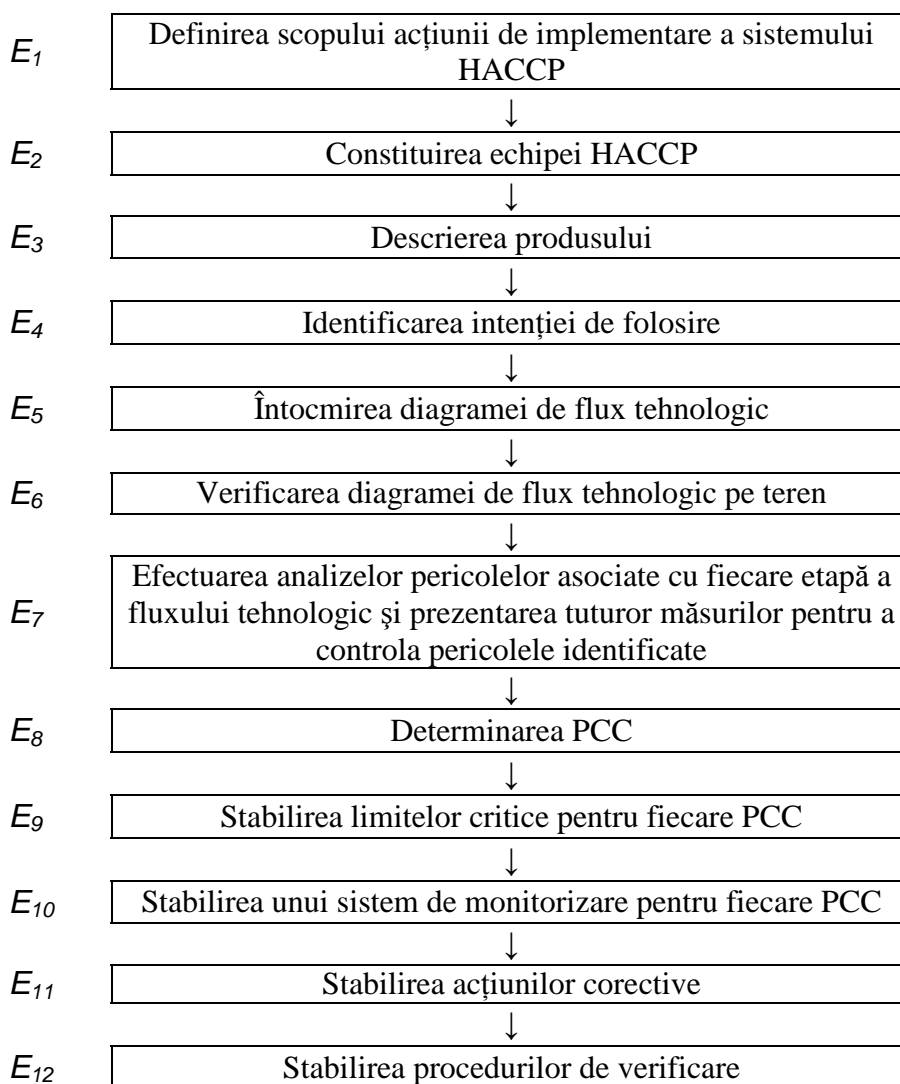


Fig. 3.18 – Succesiunea logică de aplicare a HACCP

Toate pericolele rezonabil posibile a avea loc la fiecare etapă a fluxului tehnologic de la alegerea terenului și alegerea soiului până la livrarea recoltei trebuie să fie în atenția echipei HACCP. Pentru fiecare pericol posibil sunt stabilite măsurile de prevenire sau diminuare care se impun.

E₈ – Determinarea PCC (vezi P₃)

Determinarea unui punct critic de control în sistemul HACCP poate fi ușor realizată prin folosirea „arborelui de decizie” prezentat de normativele stabilite de organismele abilitate. Pentru industria alimentară, de exemplu, se folosește, în acest sens, modelul stabilit de „Codex Alimentarius”. La culturile agricole nu sunt stabilite asemenea normative. De aceea, în mod informativ, în figura 2.2, este prezentat un model al „Arborelui de decizie”.

Aplicarea unui arbore de decizie trebuie să fie flexibilă, în funcție de natura operației la care se face identificarea punctului critic de control.

Dacă a fost identificat un pericol și nu există nici o măsură de control în acea etapă, atunci produsul sau procesul trebuie modificate în acea etapă sau la o etapă anterioară sau ulterioară, pentru a putea fi introdus un punct de control.

E₉ – Stabilirea limitelor critice pentru fiecare PCC

Limitele critice trebuie să fie specificate și validate, dacă este posibil, la fiecare PCC. În unele situații se poate stabili mai mult de o limită critică pentru o anumită etapă. Criteriile folosite adesea sunt: măsurarea temperaturii, a umidității relative, a concentrației soluției solului, pH-ului, densitatea dăunătorilor sau a sporilor etc.

E₁₀ – Stabilirea unui sistem de monitorizare pentru fiecare PCC (vezi P₄)

Sistemul de monitorizare trebuie să fie capabil de a detecta pierderea controlului la un PCC. Mai mult, monitorizarea ar trebui, în mod ideal, să asigure această informație în timp util, care să permită corectarea necesară restabilirii controlului procesului pentru a preveni depășirea limitelor critice. Dacă este posibil, procesele de corectare trebuie să aibă loc atunci când rezultatele monitorizării indică o tendință de pierdere a controlului în punctele critice de control. Corectarea trebuie făcută înainte de a avea loc deviația. Datele obținute prin monitorizare trebuie evaluate de o persoană special desemnată care posedă cunoștințe și are autoritatea de a lua măsurile corective. Dacă monitorizarea nu este continuă, frecvența monitorizării trebuie să fie suficient de mare pentru a asigura controlul.

Toate înregistrările și documentele asociate cu monitorizarea punctelor critice de control trebuie să fie semnată de persoana care face monitorizarea și de responsabilul oficial al societății.

E₁₁ – Stabilirea acțiunilor corective (vezi P₅)

Acțiunile corective trebuie realizate pentru fiecare PCC din sistemul HACCP. Acțiunile trebuie să asigure aducerea sub control a punctelor critice de control. Deviațiile și dispozițiile trebuie să fie înregistrate în documentele sistemului HACCP.

E₁₂ – Stabilirea procedurilor de verificare (vezi P₆)

Metodele de verificare și audit, procedurile și testele, incluzând prelevarea randomizată de probe, pot fi folosite pentru a verifica dacă sistemul HACCP lucrează corect. Frecvența verificărilor trebuie să fie suficient de mare pentru a confirma că sistemul lucrează efectiv. Ca exemple de verificare se pot include:

- Revizuirea sistemului și a tuturor înregistrărilor din sistem;
- Revizuirea deviațiilor și a reclamațiilor din partea beneficiarilor;
- Confirmarea faptului că punctele critice de control sunt sub control.

Când este posibil, activitățile de validare trebuie să includă acțiuni care să confirme eficacitatea tuturor elementelor planului HACCP.

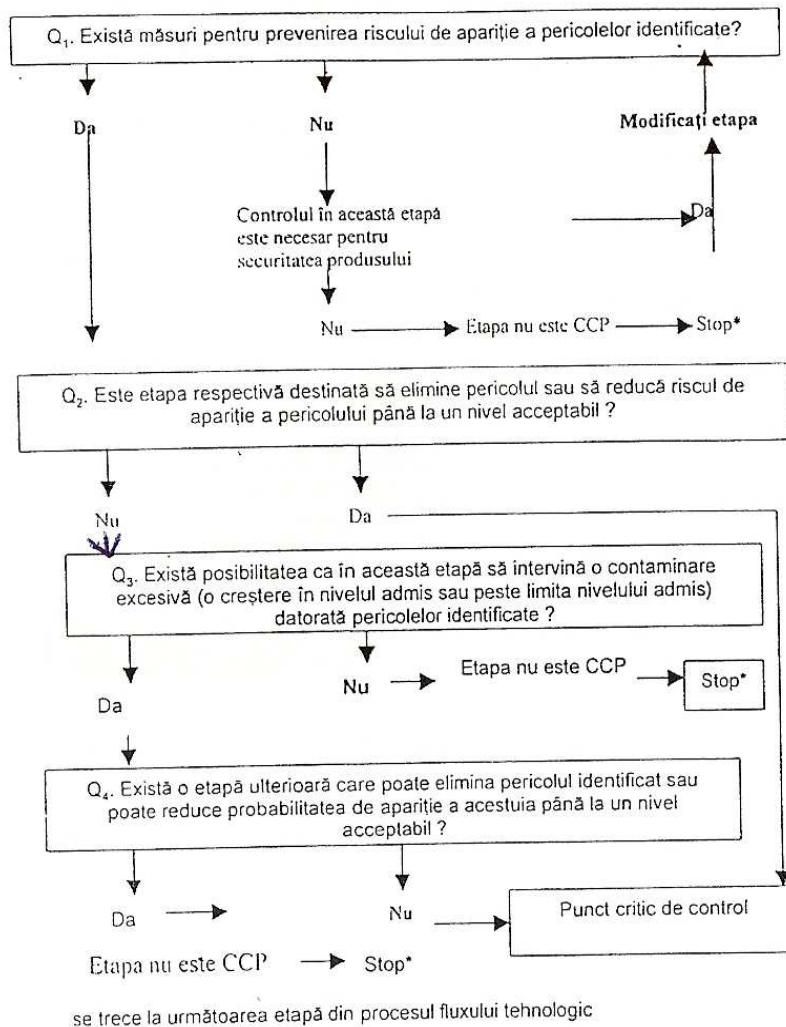


Fig. 3.19 – Schema arborelui de decizie pentru determinarea PCC

E₁₃ – Stabilirea documentației și ținerea evidenței înregistrărilor (vezi P₇)

Ținerea unei evidențe stricte și eficiente este o cerință esențială pentru aplicarea unui sistem HACCP. Procedurile trebuie să fie documentate. Ținerea evidenței documentației și înregistrărilor trebuie să fie corespunzătoare naturii și mărimii operațiilor.

Ca exemple de documentație sunt:

- Analiză pericolelor;
- Determinarea punctelor critice de control;
- Determinarea limitelor critice.

Că exemple de înregistrări sunt:

- Activitățile de monitorizare a punctelor critice de control;
- Deviațiile și acțiunile corective asociate.

E₁₄ – Revizuirea și schimbarea sistemului HACCP

Această etapă constă într-o verificare bine documentată a tuturor activităților prevăzute în planul HACCP, în scopul modificării planului HACCP atunci când este necesar.

Etapa este necesară în circumstanțe ca:

- evoluția informațiilor tehnico-științifice referitoare la produsul planificat a se obține;
- schimbări neprevăzute ale condițiilor naturale de mediu;
 - schimbări obiective ale unor secvențe tehnologice;
 - schimbări ale unor materii și materiale;
 - schimbări în sistemul de mecanizare;

- cerințe noi ale beneficiarului produsului legumicol;
- schimbări ale standardelor de calitate privitoare la produs;
- ineficacitatea unor măsuri de prevenire etc.

d. Instruirea personalului

Instruirea personalului din producție, cercetare, învățământ și la nivelul organismelor guvernamentale în ceea ce privește principiile și modul de folosire, dar și conștientizarea crescândă a consumatorilor sunt elemente esențiale pentru implementarea efectivă a HACCP.

Instruirea specifică la un anumit loc de muncă unde se aplică un plan HACCP trebuie să aibă în vedere instrucțiunile și procedeele de lucru care au obiective bine definite la fiecare PCC.

De importantă vitală este cooperarea între toți factorii de decizie implicați: proprietarul fermei, personalul tehnic de execuție, beneficiarul recoltei, industria alimentară, organele guvernamentale de protecție a consumatorilor, organizațiile de consumatori etc.

Se vor asigura condiții propice pentru instruirea comună a factorilor implicați (fermier, unitate de comercializare, fabrică și autorități de control) care va asigura, astfel, un contact permanent între aceștia și un climat de înțelegere în aplicarea practică a HACCP.

3.8.10. Documentare în teren

Faptul că în țara noastră se cultivă în general 70-80 specii legumicole, din care de interes mediu 20-22 specii, iar de consum zilnic 7-8 specii (proaspete, semiconservate și conservate) este necesar să se delimiteze areale convenabile atât în ceea ce privesc însușirile pedo-agrochimice ale solurilor, dar și principalele condiții climatice ale zonei, mai ales în legătură cu mărimea perioadei de vegetație activă.

Neîndeplinirea unor criterii acceptate în aceste domenii, face imposibilă cultura principalelor specii legumicole prin realizarea unor producții inferioare cantitativ, calitativ sau ineficiente din punct de vedere economic.

Criteriile prezentate sunt bine cunoscute de legumicultori, amplasamentele de tradiție în cultura legumelor mai ales în arealele geografice atipice – cum de altfel este și zona centrală și de nord a Moldovei, fiind alese cu discernământ încă în urmă cu peste 100 de ani când au apărut primele îndeletniciri privind cultura diverselor specii legumicole în zonă.

Din investigațiile făcute se pare că tot „bulgarii” au fost cei care au adus această îndeletnicire și pe aceste meleaguri.

Chiar și prima fermă legumicolă modernă (la acea vreme) din Moldova – organizată de Ion Ionescu de la Brad pe moșia Călinești – Brad din județul Bacău a fost amplasată convenabil culturii legumelor, în lunca Siretului, pe un teren aluvial, ușor, ameliorat de aluviunile provenite din inundații precum și de gunoiul de grajd folosită din abundență pentru amendarea solului.

De altfel principalele criterii arbitrare de alegere a terenurilor destinate culturii legumelor au fost și sunt:

- expoziție sudică pe terenuri plane;
- soluri cu textură luto-nisipoasă sau nisipo-lutoasă natural fertile;
- amplasamentul să se afle în apropierea unei surse de apă necesară irigațiilor în perioadele secetoase;
- climatic să se situeze în zone fără fenomene extreme – vânturi excesive, curenți de aer reci, accidente climatice extreme (brume târzii în primăvară sau timpuriu în toamnă);
- să se afle în apropierea unor aglomerări urbane unde să se poată desface producția, evitându-se transporturile lungi și costisitoare sau depozitarea îndelungată.

Activitatea de cercetare în domeniu a permis cuantificarea criteriilor menționate anterior, aceasta având un impact important asupra eficienței legumiculturii în general și a celei ecologice în special, evitându-se total sau parțial situațiile de risc.

Calitatea agrochimică și microbiologică a solului este elementul determinant în realizarea unei alimentații normale a plantelor pentru realizarea unor producții superioare cantitativ și calitativ.

Conform criteriilor actuale de apreciere convențională a calității solurilor solul ideal pentru cultura legumelor ar trebui să se încadreze în următorii indici.

Indici agrochimici ai unui sol ideal pentru cultura legumelor

- **Textură:** Nisipo-argiloasă (Na)
Nisipo-lutoasă (NI)
Luto-nisipoasă (Ln)
- **Conținutul în materie organică (M.O.)** – în câmp: 25-30 gr MO/kg sol
- în solarii : 60-80 gr MO/kg sol
- **Raport C/N:** 8-12%.
- **pH** – între 6,0-7,0.
- **Asigurarea cu elemente asimilabile:**
 - indice de azot (IN) = 4-6%
 - fosfor mobil (P-AI) = 110-140 ppm
 - Potasiu mobil (K-AI) = 250-350 ppm.
- **Populațiile de microorganisme:** (După Institutul Pasteur Franța):
 - microfaună totală (bacterii): - 28.318.000 la gr sol uscat
 - microfloră totală: - 25.000.000 la gr sol uscat.

Studiul întreprins și-a propus identificarea și caracterizarea arealelor de tradiție în cultura legumelor din aceste județe ale Moldovei, precum și stadiul actual de dezvoltare a producției legumicole din aceste zone. Datele statistice au fost preluate de la Primării și Camerele agricole, iar cele tehnice (cartări agrochimice) prin oficiile județene de pedologie și agrochimie sau din surse proprii.

În toate județele, suplimentar localităților prevăzute în proiect, au mai fost vizitate și alte areale cu mare tradiție în legumicultură, areale încă active, potențial apte de conversie la legumicultură ecologică.

I. Relieful zonei

Regiunea este caracterizată printr-o îmbinare armonioasă între toate formele de relief, 30% reprezentand-o munții, 30% relieful subcarpatic, iar 40% revine podișului. Aceasta ultima forma de relief ocupa peste 70% din suprafata judetelor Botoșani, Vaslui și Iași (fig 3.19.).



Fig. 3.20. Relieful Regiunii de Nord – Est a Romaniei

Relieful oferă zone de deal, podiș și câmpie care se pretează pentru o gamă largă de culturi agricole și legumicole. O secțiune longitudinală asupra regiunii, se prezintă sub forma unei pante care coboară dinspre Vest spre Est, cu numeroase variații.

La Vest **Carpații Orientali** se desfoară de la granița nordică pînă la munții Vrancei sunt alcătuiți din 3 zone paralele pe direcția N-S:

- zona munților vulcanici (Călimani) cu înălțimi de 800-1200 m cu structură petrografică dată de roci vulcanice și în care se mai păstrează aspectul de consui vulcanice.
- zona șisturilor cristaline cu înălțimile cele mai mari din Carpații Orientali (uneori depășesc 2000 m)
- zona de fliș (a rocilor sedimentare) cu înălțimi mici (frecvent sub 1000 m)..

Dealurile și **podisurile și piemonturile** au o întindere mare și înălțimi cuprinse între 200 și 800 m.

Dealurile subcarpatice se întind de-a lungul arcului și sunt alcătuite din strate cutate cu înălțimi cuprinse între 700-800m. **Podisurile** au înălțimi cuprinse între 200 și 600 m, și sunt alcătuite din roci sedimentare: loessuri, depozite loessoide, marne, argile, luturi, etc.

În partea de Nord-Vest a regiunii se găsește Podișul Sucevei, numit astfel după râul principal care-l drenează în partea centrală și după cel mai însemnat centru urban din regiune - municipiul Suceava, veche capitală a Moldovei din secolul al XV-lea. Suprafața Podișului Sucevei este de 9.000 km² (aproape o treime din suprafața Podișului Moldovei) desfășurându-se pe o lungime de 150 km de la nord-vest la sud-est și de circa 65 km de la est la vest (E.Gheorghiu ș.a., 1992).

Podișul Sucevei este delimitat prin seria de depresiuni de tip subcarpatic, pe aliniamentul localităților: Straja, Marginea, Solca, Cacica, Păltinoasa. Între limita vestică a Podișului Sucevei și Obcinele Bucovinei se interpune podișul piemontan Marginea-Ciungi. Relieful Podișului Sucevei este complex, fiind reprezentat de dealuri piemontane, podișuri, depresiuni, terase, lunci, are influență directă și indirectă asupra formării și evoluției solurilor automorfe și hidromorfe.

Diferențierile ce există în ceea ce privește înălțimile și gradul de modelare al reliefului Podișului Sucevei au determinat împărțirea lui în mai multe sectoare după cum urmează:

- sectoare înalte, masive, cu pregnant caracter structural - Podișul Dragomirnei, Podișul Fălticeni (fig. 2);
- sectoare mai joase cu aspect depresionar (Depresiunea Rădăuți, Depresiunea Liteni);
- Podișul piemontan (Marginea-Ciungi);
- culoarele de văi cu lunci și terase ale Siretului, Sucevei, Moldovei.

Dealurile piemontane Marginea-Ciungi. Dintre trăsăturile caracteristice piemontului se remarcă înclinare pe direcția vest-est, orientarea perpendiculară pe Obcine a rețelei hidrografice, despletirea ei, și capacitatea mare de înmagazinare a apelor infiltrate. În imediata apropiere a muntelui se schițează un uluc îngust reprezentat în mod izolat prin depresiuni de contact (Solca, Soloneț, Cacica). În această unitate fizico – geografică cultivarea plantelor legumicole se face numai pe scară restrânsă, în unele gospodării datorită condițiilor climatice mai puțin favorabile.

Podișul Dragomirnei are formă triunghiulară, fiind situat între Valea Sucevei și cea a Siretului. Flancurile dintre Siret și Suceava sunt însoțite de 7-8 terase fluviale care se extind spre confluență acoperind toată partea sudică a interfluviului începând din Dealul Căprăriei până la Verești. În partea de nord s-a dezvoltat subunitatea geografică Șeaua Bălcăuților (438 m) cu un relief, sculptural larg ondulat și văi proprii substratului argilo-nisipos. În această zonă se încadrează și localitatea Dărmănești cu tradiție în cultivarea legumelor.

Podișul Fălticeniilor ocupă interfluviul Moldova-Suceava-Siret. Dealurile sunt larg bombate și platourile slab fragmentate. Cuestele văilor ce străbat acest podiș, ca și flancurile unor bazine torențiale poartă amprenta puternică a unei modelări deluviale în plină evoluție. În partea de est și sud-vest a podișului se evidențiază un număr de 6-8 terase ale Siretului și Moldovei, cu pante relativ mici favorizând manifestarea excesului de umiditate. Cu toate că condițiile climatice și edafice din zonă sunt mai puțin favorabile cultivării legumelor, dar prin în ultimii 5 – 10 ani s-au extins suprafețe pe care se cultivă plante legumicole mai ales în solarii. Un exemplu îl constituie ferma ecologică mixtă de la OAT Farm de la Spătărești.

Depresiunea Rădăuți, prin netezimea sa, formează un însemnat “ochi de câmpie al Bucovinei”, fiind situată pe cursul mijlociu al râului Suceava, la o altitudine absolută de 350 m și acoperind suprafața de 610 km² (N.N.Lupu, 1937).

Este o depresiune de contact formată la confluența râurilor Suceava și Sucevița. Evoluția acestor râuri a pus amprenta asupra reliefului din depresiune. Larga răspândire a teraselor celor două râuri, prezența conurilor de dejecție imense au permis apariția unui relief terasat, cu microforme variate atât pozitive cât și negative (bahne).

Depresiunea Liteni este o subunitate sculpturală, suprapusă bazinului superior al Șomuzului Mare cu un relief mai coborât. Această depresiune se conturează între partea nord-vestică a Podișului Fălticeniilor și Podișul Piemontan (C.Martiniuc, 1946). Relieful este reprezentat prin dealuri și coline joase cu altitudini de 350 m și văi largi, puțin adânci, adesea mlăștinoase. În prima etapă, până la nivelul terasei de 15-20 m, depresiunea a fost drenată de afluenții Moldovei. Ulterior, datorită unor procese de captare ea revine bazinului Șomuzului Mare cu un nivel de bază mai coborât care a determinat reactivarea adâncirii albiilor și modelarea versanților (C.Martiniuc, 1946).

Culoarul Siretului. Rîul Siret intră în țară în apropierea orașului cu același nume și curge pe partea estică a Podișului Sucevei. Valea Siretului are pretutindeni 6-8 km lățime (fiind un adevărat culoar acumulativ), iar în zona confluenței cu Suceava și Moldova ia aspectul unei câmpii aluvionare cu lățime mai mare de 12 km (*I.Sârcu, 1972*).

Culoarul Moldovei este situat în sectorul extracarpatic dar are și unele trăsături caracteristice câmpiilor piemontane.

Lățimea culoarelor până la 5 km (Baia-Drăgușeni) aluviunile formate din pietrișuri și bolovănișuri, albiile largi cu caracter fascicular separate de ostroave îi conferă calitatea de câmpie piemontană.

Podisul Bârladului, subunitatea geomorfologică înalta a Podișului Moldovei, ocupă o suprafață de 11.450 km² și este drenat în totalitate de sistemul hidrografic al Bârladului. Limitele de vest (valea Siretului), de est (Valea Prutului) și de nord (Câmpia Moldovei), sunt clare și corespund unor linii morfologice principale. Limita de sud, spre câmpie, este estompată printr-o tranziția treptată.

Înălțimile culmilor din extremitatea nordică a podișului depășesc 400-450 m. Partea cu înălțimi cele mai mici se află în lungul vâii Bârladului. Formele dominante de relief sunt platourile structurale și cuestele. În parte sudică a podișului caracterul structural al reliefului se estompează din cauza prezenței faciesului nisipos. În partea nordică a podișului predomină alunecări de teren și fenomene de eroziune liniară datorită dominanței depozitelor cu textura grosieră.

În parte sudică a podișului în alcătuirea substratului predomină depozitele de nisipuri cu intercalații de argile. În colinele Tutovei depozitele menționate sunt secționare de o rețea consecventă de văi paralele. Relieful colinar al subunității geomorfologice menționate este monoton cu numeroase coline prelungi în care se detasează culmi înguste cu versanți destul de abrupti.

Relieful de acumulare ocupă circa 20% din suprafața podișului având cea mai mare răspândire în lungul vailor Prut și Bârlad.

Câmpia Moldovei. Câmpia Moldovei reprezintă o subunitate fizico-geografică a Podișului Moldovenesc, bine individualizată, cu o suprafață de circa 8.000 km².

Contactul cu uniunile înalte de la sud și vest se face prin intermediul unor abrupturi cu energie de 200 – 300 m și cu pante de 10-20⁰, care se pot urmări de la sud de Iași spre vest, trecând pe la Mogoșești, Voinești, Sinești, Strunga și apoi spre nord, pe linia localităților Tg.Frumos – Balș – Cotnari – Hîrlău – N.Bălcescu – Copălău – Cristești – Ipotești – Brăiești – Văculești – Pădureni – Pomîrla.

Litologia este dominată de existența unor roci formate, în general, de argile și marne cu intercalații de nisipuri fine, iar uneori, cu lentile sau concrețiuni de gresii, prundișuri și tufuri. Peste acestea, în lungul râurilor principale, se întîlnesc depozite cuaternare de terasă, alcătuite din luturi loessoide la suprafață, nisipuri și prundișuri în bază.

Predominarea unor roci moi, puțin rezistente la acțiunea factorilor denudației s-a sculpteze mai intens această parte a Podișului Moldovenesc, față de subunitățile din jur constituite, în general din roci mai rezistente. Prin urmare, Câmpia Moldovei s-a format datorită eroziunii și denudației selective pe bază de rocă, ea are deci o origine sculpturală

Caracteristica de ansamblu a reliefului său, o constituie aspectul larg vălurat, cu interfluvii colinare, deluroase sau sub formă de mici platouri joase, ale căror altitudini se repetă pe suprafețe destul de întinse, lăsându-se impresia că provin dintr-o suprafață unică ce a fost fragmentată de văile râurilor. Aceste forme cu contururi domoale, având doar câte o coastă mai abruptă în partea lor de N – NV, ca și văile largi, cu versanți modelați de alunecări ori scrijelați de eroziunea torențială, imprimă reliefului regiunii un aspect estompat, monoton, îmbătrânit parcă înainte de vreme.

Suprafața generală a Câmpiei Moldovei, prezintă altitudini ale căror valori obișnuite descresc de la 200 m în nord, la cca 150 m în sud. Întreg relieful se etajează între 32 m, la confluența Bahluiului cu Jijia și 271 m în D.Bodron, la nord de Adășeni, județul Botoșani, în timp ce înălțimile care o mărginesc spre sud și vest depășesc 350 – 400m. Relieful sculptural și structural ocupă circa 75% din suprafața câmpiei.

Între formele structurale, condiționate de dispoziția monoclinală a formațiunilor sarmațiene, amintim cusele Bahluiului, Bahluietului, Jijiei, între Larga și Victoria, Miletinului etc., precum și profilul simetric sau asimetric al unor văi și interfluvii. Larga răspândire a argilelor și marnelor sarmatice a condiționat dezvoltarea unui relief sculptural cu interfluvii ușor convexe sau teșite și versanți frecvent modelați de spălarea areolară, de eroziunea organismelor torențiale și deplasările de teren.

Relieful de acumulare se aliniază în lungul principalelor văi și este reprezentat prin șesuri, terase și mici glacisuri. Șesurile, cu dimensiuni variabile, în funcție de importanța văilor respective, sunt formate din acumulări predominant aluviale în lungul văilor principale și aluvio-proluvio-coluviale în lungul celor mai mici. Aceste acumulări, cu grosimi între 3 și 20 m, sunt formate, de obicei, din materiale nisipoase cu intercalații de pietrișuri, la partea inferioară, și aluviuni argilo-nisipoase și argiloase spre suprafață. Microrelieful șesurilor este cu atât mai variat cu cât valea este mai importantă. El se prezintă sub forma a 1-2 trepte de luncă, la care se adaugă mici grinduri și popine, meandre părăsite. Mici depresiuni ocupate cu bălți și mlaștini etc.

Terasele pot fi urmărite în lungul văilor Prutului, Jijiei, Bahluiului, Miletinului, Sitnei, Nicolinei, Voineștilor, Cârjoaiei etc. Ele se etajează la altitudini relative în jur de 10- 15 m, 20 m, 30 m, 60 m, 100 m, 120 m, 140 m și 170 m și sunt constituite din nisipuri cu lentile de prundiș în bază și luturi loessoide- ce conțin uneori și soluri fosile- la partea superioară.

Gradul de păstrare a teraselor este diferit de la o vale la alta. În general, terasele inferioare au elemente morfologice mai clare, sunt mai bine păstrate, în comparație cu terasele înalte care adesea pot fi identificate doar după constituția lor geologică.

La periferia Câmpiei Moldovei, la contactul versanților cu șesurile, ca și în alte sectoare, unde pantele se micșorează brusc, s-au format acumulări mai vechi sau mai noi, de tipul conurilor de dejecție, al glacisurilor proluviale, coluviale sau cu caracter mixt.

II. Climatul regiunii

1. Climatul județului Suceava

Clima temperată de nuanță continentală a județului Suceava prezintă variații destul de accentuate de la o treaptă de relief la alta.

Se diferențiază net două tipuri climatice: o climă montană cu un subtip de climat de depresiuni și văi adânci, care se resimte pe 2/3 din suprafața județului și o climă specifică de podiș în partea de est a județului, unde s-au amplasat și cultivatorii de legume.

Chiar dacă vara temperaturile calde vin ceva mai timpuriu pe podișul Sucevei decât în județele din sud (Neamț, Bacău) aceasta se poate prelungi uneori până în luna noiembrie (8,6°C din luna octombrie). (tabelul 3.26)

Tabelul 3.26

Temperatura aerului în zona de podiș a Sucevei (media multianuală)

Media anuală	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
7,8	-4,3	-3,1	-1,7	8,1	13,7	17,1	0	18,9	14,3	8,6	2,7	-1,8

Vânturile pe podișul Sucevei sunt în general dirijate paralel cu lanțul muntos și sunt canalizate pe valea Sucevei și Siretului.

Precipitațiile urmăresc în general evoluția temperaturilor cantitățile cele mai mari sunt în lunile mai-iunie, iar cele mai mici în perioada de iarnă. (tabelul 3.27).

Tabelul 3.27

Precipitații medii lunare în podișul Sucevei

Stația	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
Suceava	18,1	14,6	25,8	46,2	78,1	81,8	76,8	73,3	50,3	37,7	15,3	20,0	538,0

Variația cantităților de apă din precipitații de la un an la altul este mare și este întâmplătoare neputându-se corela cu alți factori.

Irigatul în legumicultură este obligatoriu și în toate zonele producătorii își asigură sisteme de irigații proprii de dimensiuni convenabile exploatației.

Se amenajează iazuri (lacuri) mici din izvoare locale, foraje din pânza freatică, alte depozite de apă.

2.Climatul județului Neamț

Este de tip temperat continental, cu însușiri caracteristice date de influențele climatice est – europene care fac evidente masele de aer rece în timpul iernii și căldurile uscate din timpul verii. (tabelele 3.28., 3.29., 3.30., 3.31., 3.32.)

Tabelul 3.28

Frecvențe și viteza medie a vântului în interfluviul Siret – Moldova

Specificație	Direcțiile vântului								Calm
	N	NE	E	SE	S	SV	V	NV	
Viteza m/s	28,7	9,1	2,1	6,9	19,0	6,6	3,1	8,5	16,0
Frecvența %	3,1	1,5	0,8	1,5	2,6	1,4	1,2	2,8	

Temperatura

Media multianuală este de 8,7⁰C, cu următoarea distribuție lunară.

Tabelul 3.29

Specificație	Luna												Media
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Temperatura medie ⁰ C	-4,5	-2,5	2,1	9,5	15,0	18,5	20,0	19,3	15,0	9,1	3,8	-1,3	8,7

Luna cea mai caldă – iulie (20⁰C)

Luna cea mai rece - ianuarie (-4,5⁰C)

Tabelul 3.30

Valoarea temperaturilor medii lunare și anuale în perioada 2001-2004 - comparativ cu media multianuală în bazinele legumicole din jud. Neamț

Luna	Media multianuală	Media lunară		
		2001/2002	2002/2003	2003/2004
Septembrie	15,0	15,2	15,2	13,8
Octombrie	9,1	11,1	9,5	8,0
Noiembrie	3,8	5,9	5,4	5,2
Decembrie	-1,3	-7,5	-6,6	0,8
Ianuarie	-4,5	-2,8	-3,5	-2,4
Februarie	-2,5	3,4	-6,7	2,7
Martie	2,1	5,7	0,3	8,4
Aprilie	9,5	9,1	8,4	15,0
Mai	15,0	17,5	19,7	18,2
Iunie	18,5	19,1	20,6	22,1
Iulie	20,0	22,3	20,2	24,1
August	19,3	19,6	20,4	22,8
Media anuală	8,67	9,88	8,58	11,56
Diferențe	-	+1,21	-0,09	+2,89

Precipitație

Media multianuală a precipitațiilor este de 490,1 mm, repartizate pe luni astfel:

Tabelul 3.31

Suma medie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
mm	22,5	19,7	18,8	42,8	63,4	76,0	70,6	58,4	35,9	27,3	31,7	23,0	490,5

Luna cu cele mai multe precipitații – iunie – 76,0 mm.

Luna cu cele mai mici precipitații – martie – 18,8 mm.

Tabelul 3.32

Valoarea precipitațiilor înregistrate în perioada 2000 – 2004 comparativ cu media multianuală în bazinele legumicole din jud. Neamț

Luna	Media multianuală	Valoarea înregistrată			
		2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Septembrie	35,9	122,6	123,5	25,4	46,6
Octombrie	27,3	11,6	48,5	50,6	98,2
Noiembrie	31,7	23,3	47,0	39,0	8,0
Decembrie	23,0	6,2	26,6	15,0	21,0
Ianuarie	22,5	22,6	11,9	31,6	45,1
Februarie	19,7	19,3	-	32,0	24,7
Martie	18,8	46,6	33,7	29,8	18,6
Aprilie	42,8	58,4	15,2	21,3	33,4
Mai	63,4	50,0	87,2	9,8	59,0
Iunie	76,0	190,8	56,4	56,2	23,2
Iulie	70,6	122,4	171	136,4	135,4
August	58,4	57,4	127,4	42,2	94,8
Total anual	490,1	731,3	748,4	489,3	608,0
Diferențe	-	+241,2	+258,3	-0,4	+117,9

3. Climatul în județul Bacău

Principalele elemente climatice

Interacțiunea factorilor climatogeni și modificarea acestor interacțiuni în timp și spațiu determină schimbările de vreme și respectiv modurile de variație a elementelor climei: temperatură, precipitații, vânturi etc.

Studiul acestor elemente climatice s-a efectuat pe baza analizei șirurilor de date înregistrate la stațiile meteorologice Bacău, situată la limita nordică și Adjud de la limita sudică a tronsonului de vale studiat.

Temperatura aerului

Element definitoriu pentru clima, temperatura aerului înregistrează, în perimetrul studiat, o variabilitate mare în timp și redusă în spațiu.

Caracterizarea termică s-a axat în principal pe studiul regimului temperaturilor medii, maxime, minime și alți parametri cu importanță agricolă.

Temperatura medie a aerului. Pe baza analizei datelor din perioada 1961-1997 s-au calculat temperaturile medii, maxime și minime lunare și anuale (tabelele 3.24., 3.25, 3.26).

Tabelul 3.24

Temperatura medie a aerului (°C) la stațiile meteorologice Bacău și Adjud .

Luna Stația	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
Bacău	-3,5	-2,2	2,7	9,5	15,3	18,7	20,3	19,5	15,1	9,5	3,8	-1	9,6
Adjud	-3	-1,5	3,1	9,9	15,8	19,2	20,8	20,1	15,7	10	4,1	-0,6	9,5
Diferența	0,5	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,3	0,4	0,5

Tabelul 3.25

Temperatura medie maximă (°C) la Bacău și Adjud

Luna Stația		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
Bacău	val.	1,9	4,0	8,4	12,4	18,6	21,6	22,4	23,2	19,6	12,9	8,2	2,6	23,2
	anul	94	95	90	68	96	64	95	92	94	96	69	82	aug' 92
Adjud	val.	3,3	4,0	8,5	13,4	18,8	22,4	23,5	23,8	20,0	13,8	8,1	2,8	23,8
	anul	61	90	90	68	96	64	87	92	73	66	69	82	aug'92

Tabelul 3.26

Temperatura medie minimă (°C) la Bacău și Adjud

Luna Stația		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anul
Bacău	Val.	-11,3	-9,3	-2,6	6,0	12,3	16,7	17,9	16,4	12,5	6,4	-3,4	-5,4	-11,3
	Anul	63	85	69	65	80	66	84	76	96	79	93	63	01'63
Adjud	Val.	-10,2	-9,5	-2,1	6,4	13,1	17,6	18,4	17,2	13,2	6,6	-3,1	-4,5	-10,2
	Anul	63	85	69	97	80	66	84	76	96	79	93	63	01'63

Din tabelele de mai sus se constată că temperatura medie anuală este cuprinsă între 9,0°C la Bacău și 9,5°C la Adjud, diferența de 0,5°C fiind o consecință a diferenței latitudinale, altitudinale și a influențelor climatice suferite de cele două capete ale culoarului. Astfel temperaturile medii anuale au oscilat între 10,8°C și 7,7°C în partea nordică, respectiv între 11,3°C și 8,1°C în cea sudică. Valorile temperaturilor medii anuale maxime de 10,8°C-11,3°C sunt comparabile cu cele din Câmpia Română, iar temperaturile medii anuale minime de 7,7°C-8,1°C se apropie de condițiile termice multianuale ale Podișului Sucevei. Acestea sunt determinate de influențele dominante în cursul anului din estul sau nordul continentului.

Iernile sunt mai reci cu 0,6°C în nord decât în sud. Cele mai friguroase ierni au fost în anii 1962-1963 și 1984-1985, cu temperaturi medii ce au coborât sub -6,0 °C și, respectiv, -7,0 °C, asemănătoare celor din Câmpia Rusă.

Verile sunt la Bacău în medie cu 0,5°C mai răcoroase decât la Adjud.

Amplitudinea termică între vară și iarnă este de 21,7°C. Cele mai călduroase veri au fost în anii 1963 și 1995, cu medii de 20,9 - 21°C, similare celor din Câmpia Română.

Primăverile și toamnele au temperaturi medii cuprinse între 9,2°C și 10,0° C, fiind mai răcoroase la Bacău decât la Adjud: cu 0,4°C primăvara și 0,5°C toamna.

Cea mai rece lună a anului este ianuarie, cu temperaturi medii lunare cuprinse între -3,0°C la Adjud și -3,5°C la Bacău. Cele mai scăzute temperaturi medii ale lunii ianuarie de -10°C și -11,3°C au fost înregistrate pentru perioada comună de observații, la cele două stații în anul 1963.

Cea mai călduroasă lună a anului este luna iulie cu valori termice medii de 20,3°C la Bacău și 20,8 °C la Adjud. Valorile medii lunare maxime s-au înregistrat însă în luna august 1992, fiind de 23,2°C la Bacău și 23,8°C la Adjud.

Amplitudinea termică medie anuală la Bacău și Adjud a fost de 23,8°C. Cvasiparalelismul regimului termic anual, sezonier și lunar la cele două stații este de fapt rezultatul cvasiparalelismului regimului termic diurn.

Interacțiunile complexe ale radiației solare cu dinamica maselor de aer și suprafața subiacentă a văii au cauzat producerea unor temperaturi absolute extrem de mari (tabelele 3.27 și 3.28).

Tabelul 3.27

Temperaturile maxime absolute (°C) ale aerului la Bacău și Adjud

Luna		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	K	X	XI	XII	Anual
Bacău	temp.	18,2	22,4	29,0	29,5	34,5	33,8	39,6	36,0	35,1	29,7	26,6	18,5	39,6
Adjud	temp.	18,6	22,9	29,0	29,6	35,0	36,0	38,2	37,8	35,0	31,0	23,7	19,0	38,2

Tabelul 3.28

Temperaturile minime absolute (°C) ale aerului la Bacău și Adjud

Luna		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
Bacău	temp.	-28,0	-25	-21,5	-4,5	-1,8	4,4	7,5	4,8	-4,5	-7,8	-21,4	-23	-28
Adjud	temp	-29	-25,6	-21,6	-5,5	-3,5	1,9	8	5,2	-4,9	-8	-23	-19,9	-29

Temperaturile maxime absolute (tabelul 5) au depășit 39,0°C. Cea mai călduroasă zi a fost 06.07.1988 când, la Bacău, s-au înregistrat 39,6°C, când unirea anticiclonului azoric cu cel asiatic a determinat continentalizarea maselor de aer, rășfrântă în lipsa precipitațiilor, iar cerul senin a favorizat o durată mare de strălucire a Soarelui și încălzirea puternică a aerului.

Cea mai friguroasă zi a fost la 14.01.1985, când, la Bacău, mercurul termometrului a coborât la -28,0°C iar la Adjud până la -29,0°C. În zilele de 12-14.01.1985, cea mai mare parte a Europei s-a găsit sub influența unei puternice dorsale anticiclonale, vremea fiind deosebit de geroasă. În zilele de 13-14.01.1985, bazinul Mării Mediterane era sub influența unei puternice depresiuni barice care s-a deplasat spre Marea Neagră. În acest context, anticiclonul siberian a împins mase de aer rece peste toată țara provocând ninsoare, viscol puternic și ger. înseninarea ce a urmat a favorizat suprarăcirea aerului prin irradiație, înregistrându-se -28,0°C și respectiv -29,0°C.

Amplitudinea termică absolută de 67,6°C la Bacău și 67,2°C la Adjud este rezultanta accentuatului continentalism al climatului în care este situat sectorului la care ne referim.

Temperatura solului

Aceasta are o deosebită importanță pentru procesele pedogenetice și culturile agricole. Pentru aceasta s-a luat în calcul observațiile efectuate la Adjud și Bacău. (tabelul 3.29).

Temperatura suprafeței solului are o valoare medie anuală cuprinsă între 10,6°C la Bacău și 12,2°C la Adjud. Ea este mai puternic influențată de factorii locali decât de temperatura aerului. Cele mai scăzute temperaturi se înregistrează în luna ianuarie fiind cuprinse între -2,7°C (Bacău) și -3,1°C (Adjud). Cele mai ridicate temperaturi medii lunare s-au înregistrat în luna iulie, atingând 24,2°C (Bacău) și 26,1°C (Adjud). Temperatura minimă absolută a coborât la 14.01.1985 până la -32°C la Bacău și la -33,5°C la Adjud.

Tabelul 3.29

Temperatura medie lunară și anuală a suprafeței solului (°C) la Bacău și Adjud

Luna Stația	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	DC	X	XI	XII	Anual
Bacău	-2,7	-1,6	3,4	11,0	18,2	22,2	24,2	23,2	17,2	10,0	2,8	-0,8	10,6
Adjud	-3,1	-2,0	4,5	13,1	20,8	24,9	26,1	25,6	20,7	12,4	4,1	-0,7	12,2

Temperatura maximă absolută a atins la Bacău 62,2°C la 04.07.1976, iar la Adjud 65,4°C în 04.07.1994, în condiții de uscăciune, nebulozitate redusă și durată mare de strălucire a Soarelui. Rezultă o amplitudine termică absolută la sol de 94,4 °C la Bacău și 98,9°C la Adjud. Aceste valori evidențiază continentalismul climei și parametrii ce trebuie să-i luăm în calcul când urmărim aclimatizarea și cultivarea unor plante.

Primul îngheț se produce în medie în jurul datei de 15 octombrie, iar ultimul îngheț în jurul datei de 25 aprilie. Este importantă data ultimului îngheț, care orientează executarea în teritoriu a plantărilor legumicole, iar atenta analiză a datei ultimului îngheț, a permis stabilirea datei de 5 mai ca dată de începere a plantării tomatelor (P.Bulzan și col. 1984).

Umezeala relativă

Depinde de mai mulți factori, din care cei mai importanți sunt umezeala absolută, temperatura aerului, circulația maselor de aer, calmul atmosferic, altitudinea, extinderea suprafețelor acvatice și a vegetației în zona cercetată, etc.

În analiza evoluției umezelii relative a aerului au fost deosebite două perioade: prima perioadă, până la punerea în funcțiune a hidrocentralelor de pe Siret (1961-1983) și a doua perioadă după darea în exploatare a sistemului hidroenergetic Galbeni-Răcăciuni-Berești (1984-1997)

Înainte de intrarea în exploatare a hidrocentralei de la Stejaru, la Bacău, media anuală a umezelii relative era 69% (Clima RPR vol.2, 1966).

Amenajarea lacurilor de acumulare de pe Bistrița a favorizat creșterea valorii anuale a umidității relative în zona Bacăului la 81%, valoare ce s-a menținut și după apariția lacurilor de acumulare de pe Siret (tabelul 3.30).

Tabelul 3.30

Umezeala relativă a aerului (%) la Bacău

Luna Perioada	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
1961-1983	88	87	83	76	76	74	76	77	80	81	86	89	81
1984-1997	88	85	82	79	75	77	75	77	80	82	85	88	81
1991-1997	88	86	82	77	76	75	76	77	80	81	86	89	81

Valorile medii anuale de 81-82%, cu oscilații între 77 și 91%, reprezintă în prezent limita de echilibru pentru valea Siretului. Ele sunt comparabile cu cele din apropierea marilor întinderi acvatice naturale ca de exemplu de la Sulina. (Clima RPR ,vol.2 , 1961) Atingerea acestui plafon este favorizată de orientarea și configurația reliefului care determină deplasarea maselor de aer în principal pe direcțiile nord-sud. Acestea "mătură" suprafața lacurilor de acumulare sporindu-și umiditatea relativă. Caracterul depresionar al Culoarului Siretului față de zonele învecinate contribuie la menținerea acestui plafon mai ridicat decât în restul Podișului Moldovei, reliefându-și astfel una din particularitățile potențialului său climatogen.

Inversiunile termice determină acumularea pe fundul văii a aerului mai rece și mai umed, iar calmul atmosferic frecvent contribuie la menținerea unei umezeli relative ridicate.

Cele mai scăzute valori medii ale umezelii relative se înregistrează vara, fiind cuprinse între 73 și 77%, iar cele mai ridicate sunt în timpul iernii, de 87-92%. Valorile scăzute din

timpul verii afectează defavorabil metabolismul plantelor, iar cele ridicate din iarnă dăunează silozurilor și culturilor bienale sau perene.

Saltul termic și dinamica atmosferei din lunile de primăvară cauzează scăderea umezelii relative cu 9% în luna mai față de aprilie și cu 5% în aprilie față de martie.

Toamna se desfășoară procesul invers celui din primăvară. Scăderea temperaturilor medii lunar cu circa 6°C cauzează creșterea valorilor umezelii relative lunar cu 5-6% din septembrie până în noiembrie. Creșterea umezelii relative la sfârșitul toamnei creează uneori mari dificultăți atât culturilor semincere ce ajung la maturitate în această perioadă cât și condiționării loturilor semincere.

Nebulozitatea atmosferică

Nebulozitatea atmosferică totală este influențată de circulația și specificul maselor de aer. Valoarea medie anuală este cuprinsă între 6.1 zecimi la Bacău și 5,8 zecimi la Adjud. Cele mai scăzute valori medii anuale (5,3-5,4) s-au înregistrat în anii 1983,1970,etc. Cele mai ridicate valori (6,4-6,3) s-au înregistrat în 1996,1991 ,etc.

Poziția și deplasarea marilor formațiuni barice determină frecvența și succesiunea dezvoltării sistemelor frontale. Mișcarea ascendentă a aerului în

Interiorul depresiunilor barice pe de o parte și larga dezvoltare a sistemelor frontale pe de altă parte, influențează direct nebulozitatea atmosferică. Valorile maxime de 6,9-7,5 zecimi se înregistrează în lunile de iarnă.

Vara, creșterea temperaturii aerului reduce posibilitatea acestuia de saturare cu vapori de apă, scade frecvența dezvoltării norilor la joasă altitudine, diminuând gradul de acoperire a cerului cu nori până la 4,1-5,6 zecimi.

Nebulozitatea redusă din iulie și septembrie (4,1-4,9) provoacă creșterea duratei de strălucire a Soarelui și permite maturarea culturilor agricole.

Precipitațiile atmosferice

Constituie principala sursă de apă a văii Siretului. Precipitațiile medii anuale au însumat 554,0 mm la Bacău (tabelul 3.31).

Tabelul 3.31

Cantități medii de precipitații (mm) la Bacău și Adjud

Luna Stația	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
Bacău	21,9	23,3	28,0	51,5	72,7	81,3	78,9	59,3	48,4	30,3	31,4	27,0	554,0
Adjud	244	25,4	26,9	45,1	71,9	77,2	68,6	59,7	48,0	30,4	34,5	28,9	540,7

Creșterea valorii medii a precipitațiilor anuale din ultimii ani o atribuim, cel puțin parțial, amenajărilor de pe Bistrița și Siret care au cauzat creșterea umidității relative a aerului acestor văi cu 6-12% și a nebulozității cu 0,1 zecimi (tabelul 3.32).

Tabelul 3.32

Cantități maxime de precipitații (mm) la Bacău și Adjud

Stația	Luna	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
Bacău	precip	69,1	60,4	99,3	126,	181,1	155,	160,5	190,	162,	121,6	93,2	72,4	849,5
	anul	76	84	88	84	70	69	91	97	89	72	62	70	1972
Adjud	precip	133,5	81,8	89,2	137,8	215,	230,	179,3	187,3	172,5	151,2	120,7	135,5	830,4
	anul	66	69	88	84	71	91	74	72	96	72	62	69	1991

Principala caracteristică a precipitațiilor rămâne varabilitatea lor în timp. Cele mai mari cantități anuale au atins 849,5 mm la Bacău și 907,6 mm la Adjud , în 1972, când precipitațiile înregistrate în lunile august-octombrie, au depășit mediile lunare de 2.5-4 ori la Bacău și de 2,5 - 5 ori la Adjud 8 (tabelul 3.33).

Tabelul 3.33

Cantități minime de precipitații (mm) la Bacău și Adjud

Luna Stația		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
Bacău	precip.	2,3	6,6	1,2	5,2	22,2	17,1	17,6	13,7	3,9	1,4	3,2	2,4	339,4
	anul	97	87	75	68	82	68	92	65	94	69	90	72	1973
Adjud	precip.	1,5	5,0	2,6	2,1	11,6	14,6	7,8	8,0	1,3	0,6	0,9	1,3	252,4
	anul	92	95	90	68	94	76	95	92	75	69	90	75	1994

Cele mai scăzute cantități anuale de precipitații au însumat 339,4 mm la Bacău în 1973 și 252,4 mm la Adjud în 1994. în varile respective s-au înregistrat de 2-3 mai puține precipitații decât mediile lunare. Deficitul pluviometric s-a accentuat toamna, în dauna culturilor agricole, în luna noiembrie înregistrându-se de 6-7 ori cantități mai mici decât mediile lunare.

Începutul iernii a fost și el secetos (tabelul 3.34).

Tabelul 3.34

Cantitățile maxime de precipitații în 24 ore (mm) la Bacău și Adjud

Stația	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
Bacău	27,4	20,8	38,5	36,3	54,8	62,8	71,4	69,4	94,7	40,0	29,0	23,5	94,7
Adjud	48,1	26,3	31,1	47,5	64,6	56,1	68,3	60,1	66,5	50,0	38,9	34,4	68,3

Deși din calculul valorilor medii regimul pluviometric are un singur maxim la sfârșitul primăverii și începutul verii (tabelul 9), sunt destul de frecvenți anii în care s-a produs un al doilea maxim de precipitații toamna.

Cele mai reduse cantități de precipitații cad în sezonul rece (octombrie-martie), când predomină masele de aer continental estice și polare reci, cu umiditate relativă și absolută reduse. Precipitațiile înregistrate reprezintă între 29,2 % la Bacău și 31,5 % la Adjud din totalul anual.

În sezonul cald se înregistrează 67-69% din cantitatea anuală de precipitații. Deși frecvența dezvoltării ciclonilor mediteraneeni este mai redusă și o bună parte din umezeala maselor de aer precipită pe traseu, ele ajung relativ umede în valea Siretului. Cu o umiditate

asemănătoare ajung în valea Siretului și masele de aer ce aparțin de ciclonul din nord-vestul Europei iar condițiile specifice locale declanșează convecția termică. Ploile de convecție locală și cele frontale constituie principala sursă de precipitații. Creșterea ușoară de la sud spre nord a cantităților medii de precipitații în sezonul cald demonstrează caracterul de tranziție al climei acestui teritoriu, de la zonele mai aride din sud-estul țării, la cele cu influențe baltice. Regimul precipitațiilor prezintă un maxim vara și un minim iarna. Cantitățile maxime lunare de precipitații au atins 190,9 mm la Bacău în august 1997 și 230,9 mm la Adjud în iunie 1991. Cea mai secetoasă lună a fost luna octombrie 1969 când s-a însumat la Bacău doar 1,4 mm iar la Adjud 0,6 mm .

Cea mai mare secetă s-a înregistrat în anii 1973-1974 când au căzut doar 25,4% din cantitățile medii. Anual sunt prezente 4-6 perioade secetoase, cu o durată medie de 13-16 zile fiecare.

În opoziție cu perioadele secetoase există și perioade excesiv de ploioase, când, numai în 3-4 luni consecutive, se înregistrează cantități comparabile cu cele anuale. Ca perioadă cu luni consecutive excedentare ploioase reține atenția intervalul mai-iunie 1991, când au căzut 558,3 mm la Bacău și 538,8 mm la Adjud comparabile în ambele cazuri cu media anuală. Imaginea de excepție a ploilor din perioada menționată este întregită prin înregistrările de la posturile pluviometrice Cleja (499,9 mm) și Răcăciuni (589,6 mm) și Orbeni (577,4 mm).

Deși regimul lunar al precipitațiilor are un singur maxim în luna iunie, în unii ani se produce un al doilea maxim în perioada august-octombrie. Astfel în anul 1972, în această perioadă s-au înregistrat peste 400 mm. Aceste perioade excesiv de ploioase au fost cauzate de persistența în zonă a ariilor ciclonale atlantice sau/și mediteraneene. Acestea din urmă, care au aer mai cald, ajunse deasupra Mării Negre, se reactivează.

Procesul turbionar, declanșat de interacțiunea fronturilor calde și reci, determină precipitații sub formă de aversă. În asertiunea condiții cantitățile maxime de precipitații în 24 de ore (tabelul 18), au atins 94,7 mm în 6 septembrie 1989 la Bacău și 100,6 mm în 10 octombrie 1994 la Adjud.

Deseori desfășurarea proceselor frontale se combină cu o convecție termică locală deosebită, ce afectează puternic sistemele noroase și la altitudini de peste 600 m, când se produc ploi torențiale devastatoare, precum cele din 28-29 iulie 1991, când la Orbeni au căzuți 86,2 mm sau cele din 19 august 1991 când la Cleja au căzut 90 mm, ploi a căror durată a fost de 20 minute

La Bacău se înregistrează anual peste 50 de zile cu averse de ploaie, însă doar în 30% din cazuri se înregistrează peste 10 mm.

În anotimpul rece cel mai frecvent precipitațiile cad sub formă de ninsoare. De obicei prima zăpadă cade în a doua decadă a lunii noiembrie, iar ultima zăpadă, în medie se înregistrează în a doua decadă a lunii martie rezultând un interval cu zăpadă de 130 de zile aferente unui număr mediu de 30 zile cu ninsoare. Cel mai mare număr de zile cu ninsoare s-a înregistrat în ianuarie (8,1 zile) iar cel mai mic în lunile octombrie (0,5 zile) și mai (0,1 zile). O deosebită importanță pentru culturile agricole are acoperirea solului cu strat de zăpadă, prezent în zonă 65-70 zile/an, din care în luna ianuarie peste 20 de zile. Evident, există și abateri. Astfel, iarna 1996-1997 s-a instalat cu ninsoare la începutul lunii noiembrie și a ținut până în ultima zi a lunii aprilie, practic jumătate de an. Terenurile agricole lucrate din toamnă în iernile când nu au strat de zăpadă protector sunt afectate direct de procesele de îngheț-dezghet, în medie 60-65 zile/an. Aceasta contribuie la fărâmițarea agregatelor de la partea superficială a solului în particule foarte fine, ce sunt apoi supuse procesului de deflație.

Vânturile.

Circulația generală a maselor de aer deasupra Europei, cauzată de poziția și intensitatea sistemelor barice, așezarea în estul Carpaților, Subcarpaților și forma de culoar a

văii Siretului, determină direcția și viteza vânturilor din acest tronson. Vântul, ca element dinamic al climatului, are un rol foarte important în producerea diferitelor stări de vreme. Prin acțiunea sa, deși mai puțin sesizabilă, vântul este un agent de modelare a reliefului și de întârziere a proceselor pedologice. Toamna și primăvara, mai ales în anii secetoși, când solul este dezgolit și uscat, vânturile cu viteze mari exercită acțiuni de coraziune și deflație. La viteze de 7-11 m/s sunt spulberate particule cu mărimi de 0,5-1,0 mm, iar la 11-17 m/s chiar particule de 1-2 mm (I.Hârjoabă, 1968), fapt remarcat și în teritoriul de referință. La Bacău, în aproape 50 de zile se înregistrează vânturi cu viteză mai mare sau egală cu 11 m/s pe direcțiile dominante. Morfohidrografia de culoar se reflectă hotărâtor în direcțiile predominante ale vânturilor (tabelul 3.35).

Tabelul 3.35

Vânturile la Bacău și Adjud

Direcția	N		NE		E		SE		S		SV		V		NV		Calm
Stația	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%
Bacău	16,6	4,7	1,1	2,2	0	1,4	8,1	4	15,8	4,1	2,0	3,8	3,1	4,4	12,8	4,8	40,0
Adjud	8,3	5,4	1,3	2,9	0	2,2	15,4	4	3,6	4,2	0,5	3,3	5,6	4,5	29	5,0	35,5

Din tabelul de mai sus se observă că predomină vânturile din sectoarele nordice: nord, nord-vest la Bacău (29,4%), respectiv nord-vest și nord la Adjud (37,5%). Urmează apoi cele din sectoarele sudice: sud și sud-est la Bacău (23,9%) respectiv sud-est și sud la Adjud (19%). Analizând datele celor două stații se observă rolul reliefului văilor Siret și Troțuș care redirecționează cel puțin 7% din vânturile înregistrate la Adjud din sud-est pe direcția sud-nord sau a vânturilor nord-vestice, mult mai frecvente la Adjud ca urmare a deschiderii mari a văii Troțuș spre Subcarpații Moldovei, situație ce explică diferențele dintre frecvențele pe cele două direcții la Bacău și Adjud.

4. Climatul județului Iași

Pe teritoriul **județului Iași** sunt delimitate 5 microzone pedoclimatice:

- **II – C – CC** (microzona cernoziomurilor cambice – **CC**, cu clima moderat călduroasă semiumedă – **II**, în regiuni cu relief slab accidentat - **C**);
- **II – O – CI** (microzona cernoziomurilor argice – **CI**, cu clima moderat călduroasă semiumedă - **II**, în regiuni cu relief ondulat - **O**);
- **II – L – SA** (microzona aluviosolurilor – **SA**, cu clima moderat călduroasă semiumedă – **II**, în regiuni de luncă - **L**);
- **II – D – ER** (microzona erodosolurilor – **ER**, cu clima moderat călduroasă semiumedă - **II**, în regiuni cu relief slab accidentat - **D**);
- **III – S – SP** (microzona luvosolurilor tipice și albice – **SP**, cu clima moderat călduroasă semiumedă, în regiuni cu relief moderat accidentat - **S**).

Microzona aluviosolurilor este localizată în luncile râurilor Prut, Siret și a afluenților acestora (Bahlui, Jijia, Bașeu etc.). Întrucât în urma îndiguirii a unor sectoare ale râului Prut s-a înlăturat pericolul de inundație o mare parte a terenurilor din incintele îndiguite sunt exploatate ca arabil.

Microzona pedoclimatică a erodosolurilor este situată pe terenuri afectate de eroziune puternică, foarte puternică și excesivă. Erosolurile ocupă suprafețe discontinui pe versanții despăduriți, cu înclinaare accentuată. Aceste soluri se recomanda a fi utilizate ca terenuri împădurite, fânețe și pășuni. În mod frecvent alături de eroziunea de suprafață, se manifestă intens și eroziunea de adâncime (ogașe, ravene).

Microzona luvosolurilor tipice și albice este situată în partea nord-vest a județului Iași (Podișul Sucevei), și spre sud (Podișul Bârladului). În această microzonă domină suprafețele împădurite.

Microzona cernoziomurilor argice ocupă suprafețele fostelor păduri de stejar care în prezent sunt folosite ca arabil sau pajiști.

Întrucât microzona pedoclimatică a cernoziomurilor cambice ocupă cea mai mare suprafață utilizată ca arabil și în legumicultură; în cele ce urmează se prezintă caracteristicile climatice specifice acestei microzone. Menționăm că în această microzonă se încadrează centrele legumicole tradiționale de la Iași, Tg. Frumos ș.a.

Regimul termic al microzonei pedoclimatice a cernoziomurilor cambice este caracterizat pe baza datelor meteorologice obținute de Stația meteorologică Iași.

Valoarea medie multianuală a temperaturii aerului în intervalul 1892-1990 a fost de 9,5° C. În perioada 1990-2005 valoarea medie a temperaturii anuale a fost de 10,0° C fiind superioară cu 0,5° C față de media multianuală din perioada 1892-1990 evidențiind o ușoară încălzire a aerului.

Limitele de variație a temperaturilor medii anuale din perioada 1990-2005 au fost cuprinse între 8,7 și 11,3° C, anul cel mai răcoros fiind în 1995, iar cel mai călduros 1990.

Analiza temperaturilor medii ale anotimpului de primăvară evidențiază că în perioada 1990-2005 un număr de cinci ani, reprezentând o frecvență de 31%, au fost normali (tabelul 2.1) și în 8 ani din 16 (50%) primăverile au fost călduroase și calde.

Creșterea valorilor temperaturii medii lunare în sezonul de primăvară a determinat intensificarea evaporației, atenuarea excesului de umiditate și extinderea intervalelor de secetă. Modificarea regimului termic de iarnă, topirea bruscă a zăpezii are ca efect diminuarea rezervei de apă din partea superioară a solului la începutul sezonului de vegetație.

Creșterea resursei termice anuale constituie un aspect favorabil pentru cultivarea legumelor dat fiind că într-un an se practică două cicluri de producție, rezultate bune obținându-se și la culturi cu cerințe mai mari față de cădură.

Temperatura medie a anotimpului de vară din perioada 1990-2005 fiind mai mare cu 0,7°C față de media multianuală din perioada 1892-1990 evidențiază o ușoară tendință de încălzire a aerului în ultimii 16 ani. Din analiza temperaturilor medii ale anotimpului de vară reiese că în perioada 1990-2005 un număr de cinci ani, reprezentând o frecvență de 31%, au fost normali (tabelul I.4.2) și în 10 ani din 16 (62,5%) verile au fost călduroase și calde.

Creșterea valorilor temperaturii medii lunare în sezonul de vară a determinat intensificarea pierderii apei prin evapotranspirație și implicit mărirea normelor de irigație pentru plantele legumicole cultivate. Temperatura medie multianuală (1990-2005) înregistrată în anotimpul de toamnă a fost de 9,8°C fiind cu 0,3°C mai mică decât temperatura medie multianuală din perioada 1892-1990. Valorile medii ale temperaturilor din anotimpul de toamnă evidențiază că în perioada 1990-2005 un număr de zece ani, reprezentând o frecvență de 62,5%, au fost normali și în 4 ani din 16 (25%) timpul a fost rece sau răcoros.

Precipitațiile depind de unitatea de relief mai exact de altitudinea locului, de regimul vânturilor și de distribuția lunară și anuală a temperaturilor.

Precipitațiile medii multianuale înregistrate în perioada 1892-1990 au fost de 531,7mm fiind cu 30,3 mm mai mici decât în perioada 1990-2005. Cantitățile cele mai mari de precipitații (tabelul 2.3) cad la începutul verii (iunie și iulie). Precipitațiile căzute în lunile mai-iunie și iulie depășesc 35% din cantitatea anuală. Cantitatea minimă de precipitații se înregistrează de regulă în ianuarie, iar cea maximă în iulie.

Analiza precipitațiilor medii ale anotimpului de primăvară evidențiază că în perioada 1990-2005 un număr de 7 ani, reprezentând o frecvență de 43,75%, au fost foarte secetoși sau chiar excesiv de secetoși fapt ce a impus adaptarea regimului de irigație la condițiile zonelor

calde și secetose. Tot în această perioadă s-au înregistrat primăveri ploioase sau excesiv de ploioase reprezentând 37,5%.

Perioada 1990 -2005 poate fi considerată ca normală din punct de vedere al precipitațiilor, valorile medii ale anotimpului de vară sunt practic egale cu cele din perioada 1892-1990 (tabelul.2.2.). Cu toate acestea amplitudinea de variație a precipitațiilor din anotimpul de vară este mare. În urma caracterizării anotimpului de vară din punct de vedere al precipitațiilor reiese că ponderea anilor ploioși, foarte ploioși și excesiv de ploioși (6 ani) a fost aproape egală cu cea a anilor excesiv de secetoși și foarte secetoși. În urma analizei regimului pluviometric rezultă că prin cultivarea diferitelor plante legumicole în sere și solarii se previne calamitarea culturilor datorită condițiilor climatice extreme (secete și excedente de precipitații) și în fiecare an se potate conta pe obținerea unor beneficii.

Anotimpul de toamnă din perioada 1990 -2005 poate fi considerat ca excesiv de ploios valoarea medie a precipitațiilor din această perioadă fiind mai mare cu 30mm ($300\text{m}^3/\text{ha}$) față de perioada 1892-1990. Ponderea anilor foarte ploioși și excesiv de ploioși din perioada 1990 -2005 este de 43,7%.

5. Climatul județului Vaslui

Pentru caracterizarea zonei climatice Vaslui s-au folosit datele climatice ale stației meteorologice Vaslui, pe o perioadă de 30 ani, respectiv 1972 - 2001. Pe fondul climatic temperat continental în zona studiată se remarcă prin:

- invazii de aer foarte rece în timpul iernii care determină coborârea temperaturii (uneori sub 28°C)
- înghețuri timpurii și târzii cu efecte negative asupra vegetației
- variații mari ale temperaturii aerului

Dintre elementele climei temperatura aerului este parametrul cel mai important; ea înregistrând în timp un grad mare de variabilitate determinând astfel și modificarea celorlalte elemente climatice.

Din fișele climatologice studiate reiese că luna cea mai rece a anului este ianuarie cu o medie de $-2,6^{\circ}\text{C}$ și un minim absolut de $-28,7^{\circ}\text{C}$ înregistrat în anul 1985.

Luna cea mai călduroasă este iulie cu o temperatură medie de $22,8^{\circ}\text{C}$ și un maxim absolut de $39,1^{\circ}\text{C}$ (anul 2000). Din înregistrările efectuate se constată că valoarea medie multianuală a temperaturii ($9,5^{\circ}\text{C}$) a fost depășită de temperatura medie a anilor 1975, 1989, 1990, 1994, 1999, 2000.

Se constată deasemenea că în timpul anului, temperatura aerului înregistrează variații sezoniere, lunare și diurne care se modifică ca și cele anuale. Iarna, temperatura medie a aerului este negativă, oscilând între ($-0,7^{\circ}\text{C}$) și ($-2,6^{\circ}\text{C}$). Dintre iernile deosebit de reci amintim iernile anilor 1980, 1985, 1987 și 1996; ierni mai blânde s-au înregistrat în anii 1975, 1983, 1984, 1989, 1994. Primăvara prin creșterea radiației solare, temperatura medie anuală oscilează între $3,5^{\circ}\text{C}$ și $15,9^{\circ}\text{C}$. Temperatura medie a primăverii este cu $4,2 - 18,5^{\circ}\text{C}$ mai ridicată în comparație cu cea a anotimpului precedent. Anii în care primăvara a fost mai caldă cu $3 - 4^{\circ}\text{C}$ decât valoarea multianuală sunt: 1975, 1989, 1990, 2001, iar mai reci (cu $2 - 3^{\circ}\text{C}$ sub normală) sunt: 1973, 1980, 1985, 1987, 1993, 1996. Vara, față de anotimpul anterior, temperatura medie crește cu peste 10°C .

Modificarea gradului de nebulozitate și în general al stărilor de vreme din timpul verii determină variația temperaturii medii a anotimpului. Astfel, valorile medii ale temperaturii verii oscilează între $19,3$ și $20,2^{\circ}\text{C}$. Toamna, din punct de vedere termic este apropiată primăverii fiind mai rece cu $10,7^{\circ}\text{C}$ decât vara.

Zilele de îngheț cu temperatura minimă diurnă $< 0^{\circ}\text{C}$ sunt posibile în urma efectelor din nopțile senine și liniștite. În zona cercetată această caracteristică termică este specifică intervalului octombrie - martie, având cea mai mare frecvență în lunile decembrie - februarie.

Zilele de vară cu temperatură maximă diurnă $> 25^{\circ}\text{C}$ sunt caracteristice intervalului aprilie - octombrie. În acest interval, în timpul insolației puternice din zilele senine, temperatura maximă diurnă poate să depășească 30°C înregistrându-se zile tropicale.

Brumele se produc cu precădere în luncile văilor, cele de primăvară sunt mai frecvente în luna martie. În primăvară brumele afectează întreaga vegetație din vii, livezi și grădini de legume compromițând aproape în totalitate recolta. Toamna, brumele au efect negativ mai ales în grădinile de legume.

În perimetrul analizat regimul precipitațiilor este de tip continental cu un maxim estival (mai - iulie) și un minim în timpul iernii. Precipitațiile atmosferice constituie sursa principală de apă din teritoriu, iar cunoașterea variațiilor cantitative și calitative în timp și spațiu a acestora prezintă o deosebită importanță practică. Precipitațiile anuale variază între 300 mm în anul 1986 și 849 mm în anul 1972, având o medie de 538,9 mm pe perioada celor 30 de ani luată în considerare. Variația precipitațiilor în timpul anului este influențată de circulația maselor de aer. Astfel, se constată că în sezonul cald, respectiv în intervalul aprilie - septembrie, precipitațiile înregistrate reprezintă 69,60% din suma anuală. În sezonul rece, respectiv intervalul octombrie - martie predomină masele de aer rece cu conținut redus de umiditate; ca urmare precipitațiile căzute reprezintă 30,40% din sumele anuale.

Analizându-se fondul de date pluviometrice se constată în variația lunară un maxim în anotimpul cald (luna iunie) și un minim în anotimpul rece (luna ianuarie).

În timpul anului, de la o zi la alta, repartiția precipitațiilor este, de asemenea, extrem de variată cantitativ și neuniform distribuită în timp, perioadele secetoase alternând cu cele ploioase. Cantitatea maximă de precipitații căzută în 24 ore a atins 73,2 mm în iunie 1999. Cantități mari de precipitații căzute în timp scurt (ploi torențiale) sunt frecvente în acest perimetru, contribuind la accelerarea procesului de eroziune a solului.

Alte fenomene negative legate de regimul pluviometric sunt seceta și grindina. Se consideră secetă mai mult de 9 zile consecutive fără precipitații, vara. Seceta diminuează foarte mult producția vegetală și uneori o poate compromite. Grindina este un fenomen ce se produce mai rar, o zi sau două pe an și poate distruge aproape în întregime recolta din anul respectiv, iar în vii și livezi are efect remanent și în anii următori prin distrugerea mugurilor de rod.

Ninsoarea este specifică intervalului de timp în care temperatura în stratul inferior al atmosferei, sub plafonul de nori este negativă, fiind o caracteristică dependentă de temperatură, ea variază ca frecvență și durată.

Prima ninsoare se produce în a treia decadă a lunii noiembrie, iar ultima la începutul lunii martie. Formarea stratului de zăpadă are loc în prima decadă a lunii decembrie. Grosimea și durata stratului de zăpadă au fost reduse în anii: 1972, 1974, 1977, 1989, 1990, 1994, 1999.

Stratul de zăpadă a înregistrat grosimi și durate mai importante în iernile anilor 1973, 1984, 1985, 1996. Umiditatea relativă a aerului constituie unul din parametri ce scot în evidență caracteristicile climatului. Astfel media anuală a umidității aerului este de 78% (după higrometru). În timpul anului umiditatea relativă este maximă iarna și minimă vara.

Regimul eolian. Poziția și intensitatea centrilor barici, care dirijează circulația maselor de aer determină variația direcției și intensității vântului. Dacă analizăm frecvența anuală a vântului se observă o concordanță între principalele direcții de acțiune a vântului și orientarea interfluviilor și a văilor. În cazul de față regimul eolian reflectă o frecvență medie anuală dominantă din direcția nord vest (23,4%), urmată de cea din nord (21,4%) și sud est (21,2%). Vitezele cele mai mari ale vântului sunt caracteristice direcțiilor nord - vest 4,2 m/s, sud 3,8 m/s, nord 3,7 m/s. În timpul anului vântul are viteze mai mari iarna.

Topoclimatele. În cadrul zonei studiate au fost identificate mai multe tipuri topoclimate:

- topoclimatul luncii Vasluiet și a văilor adiacente caracterizat prin temperaturi mai scăzute, evapotranspirație mai mare, vânturi pe direcția nord-sud. Aici se produc inversiuni de temperatură și cețuri timpurii toamna și târzii primăvara;
- topoclimatul de culmi și platouri caracterizat prin insolație puternică, amplitudini termice diurne evidente, umiditate scăzută și vânturi puternice;
- topoclimatul versanților cu expoziție estică care este caracterizat prin insolație redusă și temperaturi mai scăzute, precum și persistența zăpezii primăvara;
- topoclimatul versanților cu expoziție vestică caracterizat prin insolație mai puternică, zăpada topindu-se mai repede decât în zonele limitrofe, iar evapotranspirația este mai puternică.

Din punct de vedere al potențialului termic exprimat în suma gradelor mai mare de 10⁰C cea mai mare parte a teritoriului administrativ Solești (respectiv partea de est) este cuprinsă în zona cu potențial termic între 1400 - 1500⁰C iar partea vestică este cuprinsă în zona cu potențial termic între 1300 - 1400⁰C.

Influența climei asupra formării și evoluției solului este hotărâtoare.

În cadrul proceselor pedogenetice clima exercită atât acțiuni directe, cât și indirecte. În mod direct clima prin intermediul elementelor sale componente precipitații, temperatură, vânt acționează începând din primele faze ale solificării. În funcție de regimul elementelor climatice se instalează și au intensități diferite procesele de dezagregare și alterare.

În funcție de climat există un anumit tip de vegetație care determină formarea și alcătuirea părții organice a solului. Pe suprafețele cu climă secetoasă sub vegetație ierboasă de stepă se formează soluri bogate în humus și substanțe nutritive. Pe arealele mai umede unde se instalează vegetație de pădure procesele de bioacumulare în soluri sunt mai lente, iar solurile sunt mai puțin aprovizionate în substanțe nutritive.

Tot pe aceste areale cu precipitații bogate sensul de mișcare al apei în sol este predominant descendent determinând o spălare intensă a sărurilor și substanțelor coloidale de la suprafață spre adâncime. Pe arealele cu climat arid spălarea substanțelor spre partea inferioară a solului se face într-o măsură foarte mică acestea rămânând la partea superioară.

Un alt element al regimului climatic și anume temperatura influențează în mod determinant descompunerea resturilor organice din sol. În condițiile unor temperaturi ridicate resturile organice se descompun rapid, iar în cazul unor temperaturi scăzute acestea se descompun lent.

Procesul de pedogeneză este influențat și de vânt. Acesta intensifică evapotranspirația favorizând mișcarea ascendentă a apei în sol.

Prin mișcarea aerului la suprafața solului se intensifică procesul de primenire a lui contribuind la crearea unor condiții favorabile pentru dezvoltarea organismelor care au rol important în procesul de solificare.

Un rol important în cadrul proceselor de solificare revine microclimei, care este generată de particularitățile reliefului, expoziției versanților, învelișului vegetal, prezenței apei feratice etc. Particularitățile microclimatului determină intensitatea unor procese pedogenetice care duc în ultimă instanță la neomogenitatea tipologică a învelișului de sol.

6. Climatul județului Botoșani

În scopul caracterizării climatice a teritoriului adiacent orașului Botoșani s-au folosit date de la stația meteorologică Botoșani.

Din punct de vedere climatic, teritoriul studiat se încadrează în formula Köppen Dfbx, deci un climat temperat continental de nuanță excesivă, cu veri calde și secetoase și ierni geroase. Valoarea indicelui de ariditate de Martone este de 30,5.

Temperatura medie anuală are valoarea de 8,6^o C. Temperatura medie lunară și anuală a aerului se prezintă astfel:

luna	I	F	M	A	M	I	I	A	S	O	N	D	ANUAL
T-°C	-4,1	-2,6	2,4	9,0	14,9	18,3	20,1	19,5	15,2	9,1	3,1	-1,5	8,6

Amplitudinea medie multianuală este de 24,2° C

Temperatura maximă (M) și cea minimă (m) medie anuală și lunară se prezintă astfel:

luna	I	F	M	A	M	I	I	A	S	O	N	D	ANUAL
M	3,2	4,1	6,9	12,9	18,0	21,7	25,2	23,7	18,6	14,3	8,1	2,9	10,3
anual	36	25	36	50	35	46	36	46	32	96	26	13	-
m	-	-	-4,2	5,7	12,1	15,9	18,2	16,9	12,1	5,2	-2,9	-7,3	6,8
	12,2	13,2											
anual	42	29	52	26	25	59	22	26	24	32	48	40	

Media lunară și anuală – amplitudine anuală se prezintă astfel :

luna	I	F	M	A	M	I	I	A	S	O	N	D	ANUAL
t-°C	-4,1	-2,6	2,4	9,0	14,9	18,3	20,1	19,5	15,2	9,13	3,1	-1,5	24,2

Temperaturi medii de vară :

luna	I	I	A
temp.	18,3	20,1	19,5

Temperaturi medii de iarnă :

luna	D	I	F
temp.	-1,5	-1,4	-2,6

Temperaturi minime și maxime – amplitudinea dintre ele

luna	I	F	M	A	M	I	I	A	S	O	N	D	ANUAL
Max	3,2	4,1	6,9	12,9	18,0	21,7	26,2	23,7	18,6	14,3	8,1	2,9	10,3
min	-	-	-4,1	5,7	12,1	15,9	18,2	19,6	12,1	5,2	-2,5	-7,3	6,8
	12,2	13,2											
Ampl.	15,4	17,3	11,0	7,2	5,9	5,8	7,3	6,8	6,5	9,1	11	10,2	-

Minima absolută lunară și anuală :

luna	I	F	M	A	M	I	I	A	S	O	N	D	ANUAL
t-°C	16,4	16,7	24,6	31,5	34,0	35,5	38,5	39,4	37,4	33,4	30,2	19,2	39,4

Maxima absolută lunară și anuală :

luna	I	F	M	A	M	I	I	A	S	O	N	D	ANUAL
t-°C	-	-	-	-6,5	-3,5	3,6	5,0	5,0	-3,5	-	-	-	-30,2
	30,8	30,8	23,5							12,0	17,2	29,6	

Precipitațiile Precipitațiile anuale au valoarea de 569 mm și sunt repartizate în cursul unui an astfel :

luna	I	F	M	A	M	I	I	A	S	O	N	D	ANUAL
mm	29,3	25,5	25,9	45,4	66,1	81,6	81,4	49,7	65,5	39,0	33,6	30,1	-

Aceste date atestă climatul temperat continental al zonei, cu un maxim pluviometric constant la începutul verii (lunile iunie-iulie) și un minim în luna februarie.

luna	I	F	M	A	M	I	I	A	S	O	N	D	ANUAL
zile	5,55	5,60	6,05	6,45	8,85	8,4	8,85	5,8	4,9	4,55	6,75	7,05	78,8

Repartiția precipitațiilor este uniform distribuită în timp, perioadele secetoase alternând cu cele ploioase .

Din punct de vedere meteorologic, perioadele secetoase au o durată medie de 13-15 zile, fapt ce duce la diminuarea producțiilor vegetale. Acest aspect se poate corecta prin execuția sistemelor de irigație .

Vânturile. Masele de aer, prin marea lor mobilitate, constituie factorul climatogen care generează variațiile neperiodice ale vremii , determinând diferențierea esențială a aspectului stării vremii și ca urmare oscilația valorii elementelor climatice.

direcția	N	NE	E	SE	S	SV	V	NV	CALM
frecvența	10,7	6,4	1,7	18,7	4,3	4,3	2,1	23,6	28,2
viteza	2,3	1,0	1,0	2,7	1,7	2,2	1,8	3,4	-

Cea mai mare intensitate a vânturilor o au cele de NV, SE, N și S.

Microclima În cadrul teritoriului administrativ Românești se pot deosebi următoarele tipuri de microclimat :

- microclimat de platou
- microclimat de versant însorit
- microclimat de versant umbrit
- microclimat de vale

Microclimatul de platou - se întâlnește pe forme de teren plan exceptând șesurile aluviale și este identic cu climatul general, deoarece aici nu întâlnim factori locali care să deranjeze circulația atmosferică și insolația. Microdepresiunile situate pe platouri formează un microclimat deosebit deoarece sunt adăpostite față de circulația atmosferică orizontală, deci au o umiditate relativă a aerului mai ridicată, iar stratul de zăpadă se topește mai încet. Solurile din microdepresiuni la aceeași cantitate de apă provenită din precipitații au un aport mai mare de apă pluvio-nivală, ceea ce duce la dinamizarea procesului de levigare a argilei coloidale și a sărurilor solubile accentuându-se în același timp și efectele de hidromorfism. Microclimatul de versant însorit - este microclimatul întâlnit pe versanții cu expoziție V; SV; S; SE; E.

Acest microclimat se caracterizează printr-o temperatură medie anuală mai ridicată datorită perioadei mai mari de insolație la care este supus solul, ceea ce duce la sărăcirea solului în apă prin evapotranspirație. Încălzirea accentuată a solului de pe versanții însoriți crează o dinamică atmosferică verticală mai activă, fapt ce favorizează apariția microvârtejurilor.

Datorită insolației ridicate, zăpada se menține aici mai puțin timp, topindu-se rapid. Solurile de pe acești versanți suferă mai mult de secetă, iar fenomenul de hidromorfism este foarte slab reprezentat sau lipsește.

Microclimatul de versant umbrit – este microclimatul întâlnit pe versanți cu expoziție N; NE; NV. Pe acești versanți media anuală a temperaturii este mai scăzută, fapt ce determină și o umezeală mai mare a solului. Zăpada se menține un timp mai îndelungat în aceste zone datorită temperaturii mai scăzute producerea înghețului și a brumelor este mai timpurie.

Microclimatul de vale – cuprinde în principal văile Prutului, Bașeului și Corogea. O caracteristică a acestui microclimat este temperatura medie anuală mai scăzută și o dinamică atmosferică cu o intensitate mai mare.

III. Caracterizarea pedologică

Tipurile de sol întâlnite în localitățile stabilite au fost analizate în detaliu. În continuare vor fi prezentate câteva caracteristici de evoluție specifică în funcție de modul de folosință a terenului.

1. Luvosol albic, mezostagnic, melanic lut mediu/lut argilos

Localizarea: Ferma biologică Spătărăști, județul Suceava,
Relief: platforma de terasă înaltă de pe partea stângă a râului Moldova; Interluviul Moldova - Pârâul lui Eftimie panta naturală a terenului în sens longitudinal și transversal de 3-4%;

Expoziția: sud estică

Material parental: luturi

Drenaj natural global: imperfect (**drenaj extern** -bun, **drenaj intern** - deficitar)

Apa suprafreatică și stagnantă: stratul acvifer cu regim temporar oscilează în funcție de aportul pluvial de apă, în orizonturile superioare ale profilului de sol, între suprafața terenului și adâncimea medie de până la 0,50 m, iar uneori cu caracter stagnant.

Vegetația cultivată: plantație de cireș

Folosință actuală: plantația de pomi

Date climatice: $T_m=7,9^{\circ}\text{C}$, $P_m=806$ mm, regim hidric periodic percolativ



Fig. 3. 21- Localizarea profilului de sol 2 (Luvosol albic, mezostagnic, melanic cu textura lut mediu/lut argilos)

2. Antrosol hortiv, mezostagnic, argic melanic lut mediu/lut argilos

Localizarea: Ferma biologică Spătărăști, județul Suceava, Solarul 1 (figura 3.23)
Relief: platforma de terasă înaltă de pe partea stângă a râului Moldova; Interluviul Moldova - Pârâul lui Eftimie panta naturală a terenului în sens longitudinal și transversal de 3-4%;

Expoziția: sud estică

Material parental: luturi

Drenaj natural global: imperfect (**drenaj extern** -bun, **drenaj intern** - deficitar)

Apa suprafreatică și stagnantă: stratul acvifer cu regim temporar oscilează în funcție de aportul pluvial de apă, în orizonturile superioare ale profilului de sol, între suprafața terenului și adâncimea medie de până la 0,50 m, iar uneori cu caracter stagnant.

Vegetația cultivată: tomate, soiul

Folosință actuală: plantația de pomi

Date climatice: $T_m=7,9^{\circ}\text{C}$, $P_m=806$ mm, regim hidric periodic percolativ

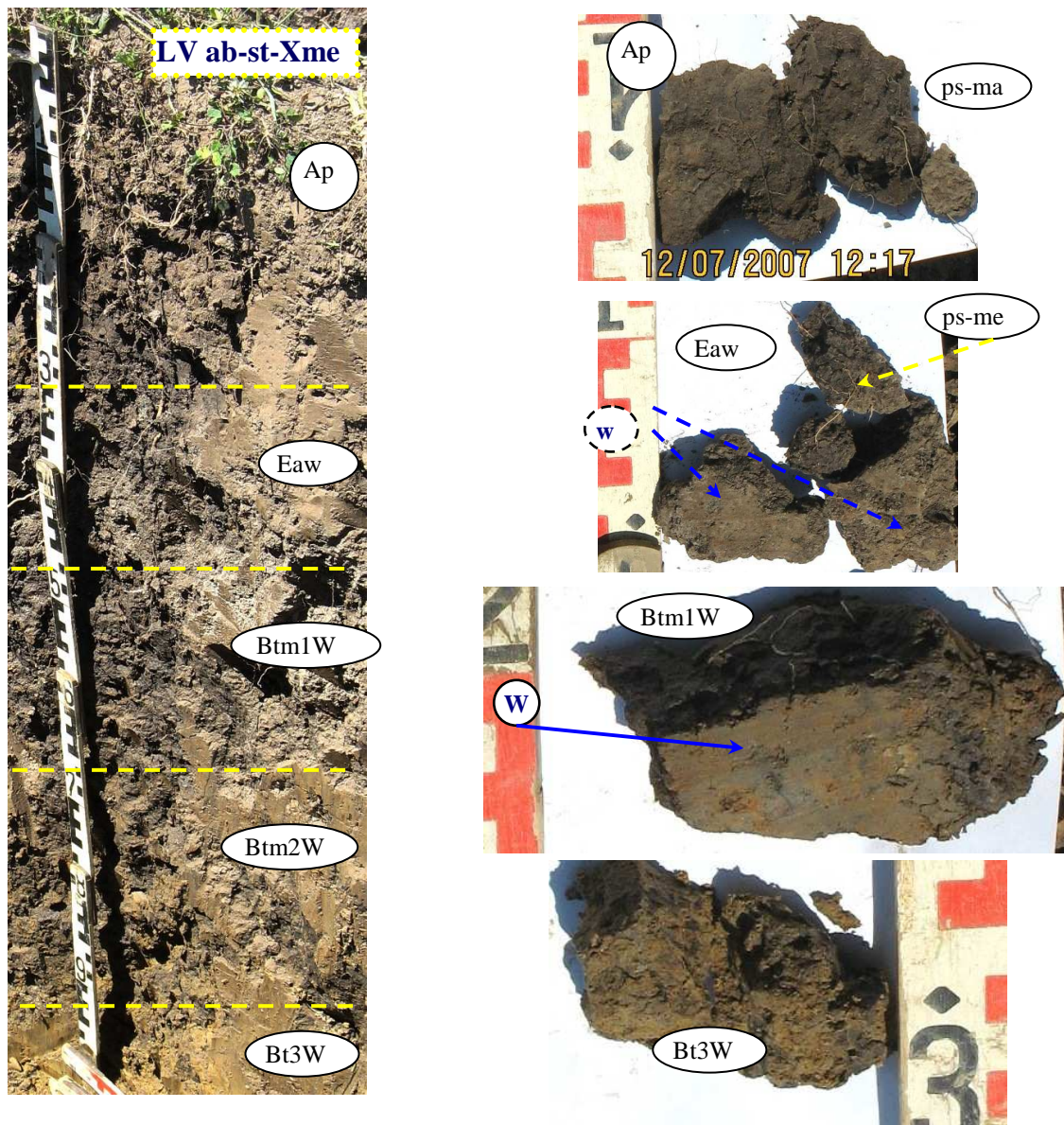


Fig. 3.22. - Luvosol (LV) albic (ab), mezostagnic (st), melanic (Xme): Ap – orizontul A prelucrat; Eaw – orizontul E albic hipostagnic (w); Bt – orizontu B argic; W – orizontul stagnic; m - caracter melanic; ps-ma, structura poliedrică mare; ps-me, structura poliedrică medie

2. Antrosol hortiv, mezostagnic, argic melanic lut mediu/lut argilos

Localizarea: Ferma biologică Spătărăști, județul Suceava, Solarul 1 (figura 3.23)

Relief: platforma de terasă înaltă de pe partea stângă a râului Moldova; Interluviul Moldova - Pârâul lui Eftimie panta naturală a terenului în sens longitudinal și transversal de 3-4%;

Expoziția: sud estică

Material parental: luturi

Drenaj natural global: imperfect (**drenaj extern** - bun, **drenaj intern** - deficitar)

Apa suprafreatică și stagnantă: stratul acvifer cu regim temporar oscilează în funcție de aportul pluvial de apă, în orizonturile superioare ale profilului de sol, între suprafața terenului și adâncimea medie de până la 0,50 m, iar uneori cu caracter stagnant.

Vegetația cultivată: tomate, soiul

Folosință actuală: plantația de pomi

Date climatice: $T_m=7,9^{\circ}\text{C}$, $P_m=806\text{ mm}$, regim hidric periodic percolativ



Fig. 3.23. Localizarea profilului de sol 1 (*Luvosol abic, mezostagnic, melanic cu textura lut mediu/lut argilos*)

3.Faeoziomurile

Faeoziomurile sunt cunoscute și sub denumiri de cernoziomuri degradate înconjurate de soluri de pădure și podzoluri (Murgoci, citat de Râșnoveanu, 1999), soluri cenușii închise de pădure (Bucur, 1954), pratoziomuri (Florea, 1962) sau brunizemuri, soluri cernoziomoide (Sistemul Român de Clasificare a Solurilor, 1980).

Faeoziomurile se caracterizează prin următoare morfologie: un orizont A molic (Am), un orizont intermediar (Bt, Bv, sau AC) cu culori cu valori și crome sub 3,5 (la umed) cel puțin în partea superioară și cel puțin pe fețele elementelor structurale și fără un orizont Cca în primii 125cm la soluri cu textura mijlocie și fină sau fără orizont Cca în primii 200cm la soluri cu textură grosieră. Alte caracteristici morfologice definitorii ale unor faeoziomuri sunt date de diferență de culoare a orizontului Am mai mari de 1,5 valori și crome între materialul aflat în stare uscată și cel aflat în stare umedă și de prezența peliculelor organominerale în orizontul intermediar.

Aceste soluri s-au format pe culmile interfluviale, pe povârnișuri domoale și pe versanții moderat înclinați. Faeoziomurile s-au format sub influența unei *vegetații ierboase mezohidrofile primare sau secundare* abundente care s-a menținut un timp îndelungat.

Vegetația instalată în urma defrișărilor pădurilor de foioase (stejar, tei, carpen etc.) a fost înlocuită de către speciile de plante cultivate datorită pretabilității bune a acestor soluri pentru categoria de folosință arabil.

Faeziomurile s-au format și au evoluat pe roci loessoide, depozite argilolutoase constituite din materiale aluviale și aluvio-proluviale cu textură mijlocie (lutoasă) sau mijlocie fină (lutoargilooasă) și din cantități mici de carbonat de calciu.

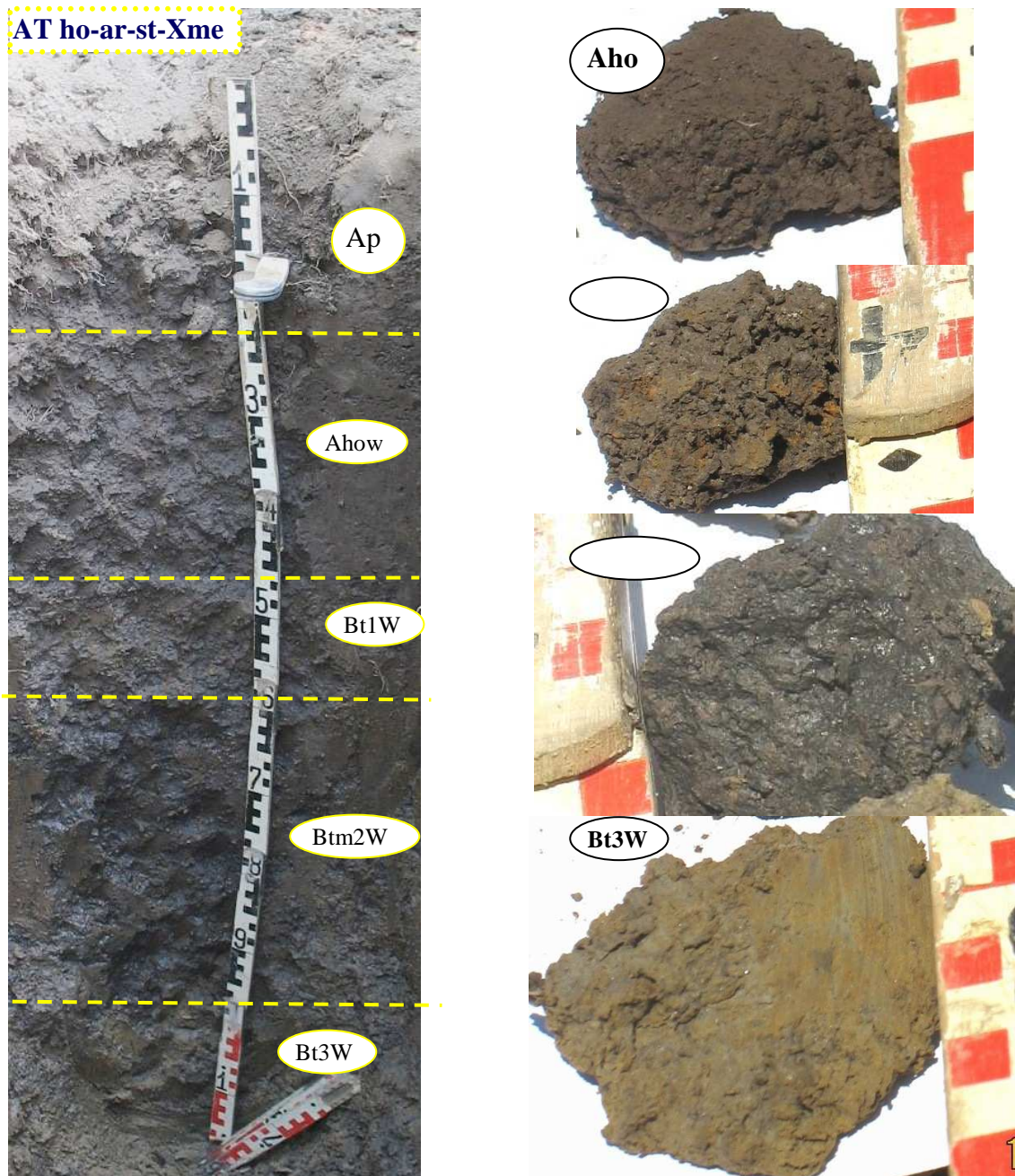


Fig. 3.24 - Antrosol (AT) hortico (ho) argico(ar) mezostagnico (st) melanic (Xme) Ap – orizontul A prelucrat (p); Aho – Orizontul A hortico (ho) hipostagnico (w); Bt – orizontu B argico; W – orizontul stagnico; m - caracter melanic

Procesele de solidificare se caracterizează prin bioacumulare intensă și formarea humusului de tip „mull calcic”, migrarea coloizilor de humus și argilă din orizontul „A” și depunerea acestora la nivelul orizontului „B” sub formă de pelicule organo – minerale pe fețele elementelor structurale, în fisuri sau pe pereții porilor.

Îndepărtarea parțială a coloizilor de humus din orizontul „A” este cauza diferenței mari de culoare între starea umedă și cea uscată a probei de sol.

Faeoziomurile au o textură mijlocie (lutoasă) sau mijlocie fină (luto argiloasă) slab diferențiată pe profil, valorile indicelui de diferențiere texturală fiind cuprinse între 1,1-1,3. Când se formează pe materiale bistratificate faeoziomurile au spre baza profilului o textură ceva mai fină iar conținutul fracțiunilor granulometrice de argilă este mai mare.

Aceste soluri sunt afânate (densitatea aparentă este de 1,2 – 1,4 g/cm³), au permeabilitate moderată pentru apă și aer și capacitate mare de reținere a apei utile.

Faeoziomurile au un orizon humifer (Am) bine dezvoltat cu structură granulară, conținut de humus de 3,5 – 6,5%, bine aprovizionat cu elemente nutritive, grad de saturație în baze mai mare de 70%, reacție slab acidă.

Ele sunt cultivate cu cartof, sfeclă de zahăr, in fuior, cânepă; se pretează pentru pomi și legumicultură.

În anii ploioși apar pe aceste soluri fenomene de stagnare a apei necesitând lucrări de drenare de suprafață. Prin fertilizare cu îngrășăminte organice și minerale se obțin sporuri însemnate de producție.

4. Gleiosolurile

Gleiosolurile sunt soluri freatic hidromorfe ce se definesc printr-un orizont O și/sau A (molic-Am, ocric-Ao, umbric-Au) și prin proprietăți gleice (orizont Gr) care apar în partea superioară a profilului începând cu adâncimea de 0-50 cm. Aceste proprietăți (gleice-orizont Gr) apar în profilul solului atunci când acesta este complet saturat cu apă freatică o perioadă lungă de timp; saturarea, determină procese de reducere și de segregare a fierului dând un colorit specific.

Supraumezirea gleiosolurilor se datorează nu atât excedentului de umiditate climatică cât, mai ales unor cauze locale de ordin geomorfologic, litologic și hidrogeologic care permit acumularea și menținerea în sol a excesului de apă.

Vegetația naturală de fâneață sau fâneață mlaștină este alcătuită din specii de ierburi abundente ca: *Alopecurus sp.* (coada vulpii), *Agrostis sp.* (iarba câmpului), *Typha sp.* (papura), *Juncus sp.* (pipirigul), *Carex sp.* (rogozul).

Relieful este reprezentat de lunci, terase, crovuri și microdepresiuni în care apa freatică este cantonată la adâncime mică (1-2 m) și determină supraumezirea părții superioare a solului.

Materialul parental al gleiosolurilor este predominant de origine fluviatilă sau fluviolacustră și are o textură fină sau mijlocie-fină.

Factorul determinant al formării gleiosolurilor îl constituie *apa freatică* situată la mică adâncime (1-2 m) unde provoacă supraumezirea solului și prin aceasta favorizează manifestarea proceselor de gleizare.

Nivelul apei freactice și persistența ei în rolul de supraumezire sunt influențate de creșterile naturale (precipitații, inundații,) și de realizarea amenajărilor antropice (lacuri de acumulare, îndiguiri, baraje, etc.)

În zonele mai calde din stepă și silvostepă prezența în apele freactice a biocarbonatului de de calciu asociat frecvent cu săruri ușor solubile determină acumularea de carbonați de calciu și salinizarea părții superioare a gleiosolurilor; în zonele mai umede apa freatică este slab mineralizată și are un conținut mai mic de carbonat de calciu.

Activitățile antropice determină adeseori gradul de manifestare a excesului de umiditate freatică. Dintre aceste activități amintim: modificarea categoriei de folosință, neefectuarea lucrărilor de întreținere corespunzătoare a suprafețelor amenajate hidroameliorativ și intervenția nechibzuită asupra construcțiilor hidrotehnice.

Textura gleiosolurilor este în mod frecvent luto-argiloasă sau argiloasă dar poate fi și mijlocie (lutoasă și lutonisoasă) sau chiar grosier-mijlocie. În foarte multe cazuri gleiosolurile au textură neomogenă, cel mai ridicat conținut de argilă înregistrându-se fie în orizontul A fie în orizontul Gr – când gleiosolurile sunt formate pe materiale organice; materialele organice din profil favorizează depunerea fracțiunilor fine aflate în suspensie datorită micșorării vitezei de curgere a apei din cauza vegetației higrofile (Filipov, 2001).

Gleiosolurile în special, cele cu textură fină sunt soluri grele și reci, au permeabilitate scăzută pentru apă și aer iar conductivitatea hidraulică saturată este sub limita minimă de 2 mm/oră, limita sub care nu se recomandă lucrări de drenaj subteran.

Humusul are valori cuprinse între 2 și 15%, cele mai mici valori înregistrându-se la gleiosolurile districe. Valorile pH-ului variază între 4,8 și 8,3, încadrând gleiosolurile în clase de reacție moderat acidă, slab acidă, neutră și slab alcalină. Complexul adsorbativ al gleiosolurilor cu reacție slab acidă, neutră și slab alcalină este saturat cu ioni bazici între care predomină ionii de calciu, valorile gradului de saturație în baze fiind mai mari de 65%. În complexul argilo-humic al gleiosolurilor moderat și puternic acide predomină ionii de hidrogen, valorile gradului de saturație în baze sunt frecvent, mai mici de 50%. Valorile capacității de schimb cationic cresc de la 6-8 me/100 g sol până la peste 50 me/100 g sol odată cu creșterea conținutului de humus și de argilă.

Regimul aerohidric defectuos al gleiosolurilor nu permite valorificarea fertilității potențiale ridicate a acestor soluri (mai ales a celor humifere), ele fiind folosite doar ca fânață.

În condițiile unui regim aerohidric defectuos plantele resimt încă de la germinarea semințelor efectele negative severe ale condițiilor de anaerobioză: încolțirea și răsărirea plantelor este stânjenită, rădăcinile cresc slab și pătrund doar superficial în sol, în plantă se acumulează produși toxici etc. În cele din urmă, aceste dereglări duc la diminuarea drastică a capacității de absorbție a apei cu elemente nutritive și implicit la debilitarea plantelor și la scăderea producțiilor.

Ameliorarea acestor soluri se poate realiza prin:

- lucrări de desecare asociate-uneori-cu lucrări de drenaj subteran
- arătură adâncă
- afânarea adâncă orientată perpendicular pe liniile de drenuri
- administrarea amendamentelor calcaroase pe gleiosolurile moderat și puternic

acide

- administrarea îngrășămintelor organice și minerale.

Administrarea îngrășămintelor și amendamentelor se va face cu unele precauții pentru a evita riscul apariției carențelor de bor și zinc ori a excesului de aluminiu și mangan pentru plante. Dacă sunt ameliorate, gleiosolurile pot fi totuși cultivate cu cereale, legume și unele plante furajere dar sunt contraindicate pentru vii și livezi.

5. Regosolurile

Regosolurile – cunoscute și sub denumirea de „soluri crude”, „soluri neevolute”, „soluri în formare”, „soluri bălane de coastă”, se definesc printr-un orizont „A” format pe materialul parental provenit din roci neconsolidate și menținut aproape de suprafața solului prin eroziunea geologică lentă și îndelungată. În „Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (S.R.T.S-2003) regosolul își păstrează denumirea și definiția din vechile clasificări.

Prezența acestor soluri este determinată de eroziunea geologică manifestată pe versanții moderat și puternic înclinați, modelați pe roci slab consolidate reprezentate de loessuri, depozite loessoide, luturi, nisipuri, argile, marne, etc.

Vegetația naturală care se dezvoltă pe regosoluri este formată din specii ierboase mezoxerofite, cu cerințe mai reduse față de umiditate (*Andropogon ischaemum*, *Stipa penata*, *Cynodon dactylon* etc)

Regosolurile prezintă o structură foarte variată (funcție de textura materialului parental) nediferențiată pe profil, o structură slab dezvoltată și un conținut scăzut de humus (1-2%).

Reacția solului este slab acidă până la slab alcalină. Valorile pH-lui fiind cuprinse între 6 și 8,7. Complexul coloidal este saturat în cationi bazici schimbabili, gradul de saturație în baze având valori de 85-100%. Conținutul de carbonat de calciu se încadrează în intervalul 3-35%. În unele regosoluri carbonatul de calciu este absent, iar în altele este în exces determinând, în anii ploioși apariția clorozei ferice.

Fertilitatea regosolurilor este scăzută, ele pretându-se pentru pajiști și păduri, pomi fructiferi și viță de vie. Nu se recomandă a fi cultivate cu plante legumicole. Ameliorarea fertilității acestor soluri se poate realiza prin măsuri antierozionale și agrochimice de fertilizare organică și minerală precum și prin folosirea unei sisteme adecvate de mașini agricole pentru efectuarea lucrărilor.

6. Cernoziomul cambic freatic umed

Cernoziomul cambic freatic umed cunoscut și sub denumirea de cernoziom levigat se definește printr-un orizont "**Am**" de culoare închisă și un orizont "**Bv**" având, cel puțin în partea superioară culori de orizont molice cu crome mai mici de 3,5 în stare umedă. Apa freatică determină umezirea slabă a părții inferioare a profilului de sol motiv pentru care au fost denumite și freatic umede. Pe hartă sunt redată prin simbolul „CC”.

Cernoziomurile cambice au textură mijlocie. Structura este glomerulară bine dezvoltată conferind acestui sol o permeabilitate bună pentru apă și aer și totodată valori medii ale indicilor hidrofizici (capacitate de apă în câmp și capacitate de apă utilă). Humusul (3-5 % în sol) este de bună calitate de tip "mull calcic", gradul de saturație în baze depășește 85%, reacția solului este slab acidă sau neutră, valorile pH-lui fiind cuprinse între 6 și 7.

Cernoziomurile cambice au fertilitate bună, necesită norme mai mici de irigație întrucât beneficiază în decursul anului de un aport suplimentar de apă pedofreatică. Se recomandă administrarea îngrășămintelor organice și minerale.

7. Luvosolurile albice stagnice

Luvosolurile albice stagnice s-au format pe terenuri plane lipsite de drenaj extern și cu un aport suplimentar de apă scursă de pe suprafețele limitrofe, pe un relief de vârstă mai mare, pe un material parental sărac în cationi bazici, sub o vegetație de pădure bine încheiată și cu ierburi acidofile.

Diferențierea orizonturilor pedogenetice ale profilului de sol s-a realizat prin procesul de bioacumulare acidă și formarea humusului cu un conținut ridicat de fracțiuni humice acide (acizi fulvici) și prin alterarea, debazificarea, acidifierea și migrarea mai intensă a argilei decât în luvosolul tipic. Stagnarea temporară a apei la nivelul orizontului B argic a favorizat procesele de stagnoleizare prin reducerea compușilor ferici și manganici și formarea de compuși feroși și manganosi mobili care sunt translocați de către apele de infiltrație.

Luvosolul albic este diferențiat textural pe profil având un conținut minim de argilă în orizontul E și un maxim în orizontul Bt.

Proprietățile chimice sunt mai puțin favorabile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor decât ale preluvosolurilor și a luvosolurilor tipice. Conținutul de humus, alcătuit predominant din acizi fulvici, este de circa 2%, gradul de saturație în baze mai mic de 55%, reacția solului moderat și puternic acidă (pH=4,5÷5,5).

Fertilitatea slabă a luvosolurilor albice este cauzată atât de proprietățile fizice (regim aerohidric și termic defectuos) cât și de proprietățile chimice (aciditate ridicată) și biologice (conținut scăzut de humus și activitate microbiologică slabă) deficitare.

Aceste soluri sunt folosite pentru pășuni, fânețe, arabil, (cartof, seară, in de fuior, ovăz, plante furajere) și plantații pomicole (măr, păr, cireș, vișin). Ele se pot ameliora prin desecare-drenaj, modelare în benzi cu coame, afânarea adâncă administrarea amendamentelor calcaroase și fertilizare cu îngrășăminte organice și minerale.

8. Vertosolurile

Vertosolurile au mai fost cunoscute și sub alte denumiri cum ar fi „cernoziomuri argiloase” (Murgoci, 1927 citat de Seceleanu, 2003), „microcomplexul de Piscupia” (Popovăț și Siperescu, 1948 citați de Seceleanu, 2003), „ebonite” (Enculescu), „lăcoviști asfaltoide” (Oprea, 1972), „cernoziomuri compacte” (Florea, 1972), „soluri zlotoase” (denumire populară în Moldova, preluată de Bucur, în 1965)

Procesele de solificare definitorii formării acestor soluri sunt *bioacumularea*, *automulcirea* (self-mulcing) și *contractia-gonflarea* asociate cu procese de *vertisolaj*.

Acumularea humusului are loc până la adâncimea de 100-130 cm; humusul se combină cu mineralele argiloase și oxizii de fier formând compuși organo-minerali care imprimă solului un colorit negru-cenușiu cu reflexe metalice.

În partea superioară a solului pe o grosimea de 5 (10) cm se formează un strat afinat de mulci constituit din agregate structurale poliedrice angulare dure; acest proces denumit *automulcire* are loc în urma umezirii și uscării repetate a solului, procese care au loc cu frecvențe și amplitudini mai mari decât în orizonturile subiacente.

Conținutul mare de minerale argiloase cu rețea extensibilă pe fondul alternanței anotimpurilor uscate cu cele umede determină procese de *contractie-gonflare*. În sezonul cu deficit de umiditate are loc contractia cu formare de fisuri și crăpături care avansează până la adâncimea de 100-120 cm.- funcție de durată perioadei secetoase din sezonul uscat. Ulterior agregatele structurale din stratul de mulci sunt antrenate și depuse la bază crăpăturilor. În sezonul umed apa provenită din fronturile pluviale determină o umezire relativ uniformă a stratului de mulci sau a stratului arat; ulterior apa pătrunde prin rețeaua de crăpături și fisuri determinând umezirea atât a solului deșus la baza acestora cât și a agregatelor structurale din cadrul acestei rețele.

În masă solului umezită și supraumezită au loc procese de gonflare care determină în prima fază închiderea fisurilor. Umezirea neuniformă determină intensități și orientări diferite a presiunilor generate de gonflare. Presiunea foarte puternică exercitată în urma gonflării argilei determină alunecarea agregatelor structurale-unele peste altele-rezultând suprafețe de alunecare lustruite și oblice cu înclinare de 10-60° față de planul vertical. Acest proces, determinat de umezirea și gonflarea solului și de alunecarea agregatelor structurale poartă denumire de „*vertisolaj*”. Vertisolajul are ca rezultat formarea structurii sfenoidale cu fețe oblice și a *microreliefului* caracteristic de „*gilgai*” sau de „*coșcove*”.

Textura vertosolurilor este fină, lutoargilooasă, frecvent argilolutoasă (conținut de argilă mai mare de 45%). Frațiunea argilooasă este alcătuită predominant din minerale smectice; raportul smectic/illit depășește uneori valoarea 4 (C.Crăciun, 2000).

Vertosolurile sunt soluri grele și reci și opun rezistență mare la lucrări. Ele mențin numai pentru un foarte scurt timp umiditatea optimă efectuării lucrărilor solului; de aceea vertosolurile au fost denumite *soluri de minut, de cicci minute sau de ora 12*. Aceste însușiri încadrează vertosolurile în clasa de lucrabilitate extrem de redusă, numărul zilelor din an în care solul nu poate fi lucrat este mai mare de 85.

Conținutul de humus scade lent de la 2,6-4,5% în orizontul Ay, la 1-1,8% în orizontul By. Reacția vertosolurilor este slab acidă sau neutră (pH = 6-7), capacitatea de schimb cationic variază între 30-40 me/100 g sol, gradul de saturație în baze fiind de 75-90%..

Unele însușiri ale acestor soluri constituie factori limitativi ai fertilității cum ar fi: textura fină, porozitatea de aerăție foarte mică, rezistența foarte mare la arat și la penetrare.

Ameliorarea regimului aerohidric al vertisolurilor se poate realiza prin arături adânci, afânare adâncă, încorporarea de îngrășăminte organice semidescompuse sau de resturi vegetale (paie, coceni tocați), modelarea în benzi cu coame. Dintre lucrările hidroameliorative se recomandă canalele de desecare asociate cu drenuri subterane absorbante cu prismul filtrant înalt, în special pentru zonele depresionare.

Vertosolurile tipice au favorabilitate mijlocie pentru pășuni, cereale, floarea soarelui, pomi, legume, (Seceleanu, 2003). Cu toate că aceste soluri nu se recomandă pentru rădăcinoase (sfeclă, morcov, etc) și cartof, rezultate bune sunt obținute în cultivarea usturoiului și a cepei (formarea prin automulcire a stratului afânat pe adâncimea de 0-10 cm ușurează recoltarea acestora).

9. Cernoziomuri tipice

Cernoziomuri tipice se definesc printr-un orizont A molic (Am) închis la culoare cu crome mai mici de 2 la material în stare umedă , un orizont intermediar (AC) cu valori și crome sub 3,5 la materialul în stare umedă, cel puțin în partea superioară (10 – 15 cm) și cel puțin pe fețele agregatelor structurale, urmat de un orizont de acumulare a carbonaților de calciu secundari, prezent în primii 125 cm.

Procesele de solificare se caracterizează prin bioacumulare intensă și acumularea unei cantități mari de materie organică humificată. Cantitatea mare de material organic rămas în sol după încheierea ciclului de vegetație este transformată, sub influență predominantă a bacteriilor rezultând humus de tip „*mull calcic*” care se acumulează pe adâncimi mari (50-65cm) imprimând solului o culoare închisă cu valori și crome mai mici de 2 (3,5) la material în stare umedă. Activitatea intensă a mezofaunei este evidențiată prin prezența neoformațiilor biogene reprezentate de coprolite, cervotocine și crotovine. Curentul descendent de apă care străbate solul a determinat o slabă levigare a carbonatului de calciu care poate fi prezent chiar în partea superioară a orizontului A molic (cernoziomuri proxicalcarice), la baza acestuia sau în orizontul AC (cernoziomuri epicalcarice).

În urma deștelenirii pajiștilor de pe cernoziomuri și utilizării acestora ca arabil, se intensifică procesul de regradare (carbonatare secundară) a părții superioare a solului. Circulația maselor de aer în stratul arat al cernoziomurilor este asociată cu degradarea unor însușiri chimice și fizice prin intensificarea mineralizării humusului concomitent cu micșorarea stabilității hidrice a agregatelor structurale și formarea crustei care favorizează pierderea unor cantități mari de apă prin evapotranspirație și micșorează cantitatea de apă acumulată în sol.

Textura cernoziomurilor este nediferențiată pe profil și poate fi nisip lutos, lut nisipos lut sau lut argilos. Permeabilitatea pentru apă și aer a cernoziomurilor este bună, valorile medii ale conductivității hidraulice saturate pe adâncimă 0-100cm fiind de 1,5-15mm-oră. (Canarache, 1990). Valorile cele mai mici ale conductivității hidraulice se înregistrează la cernoziomuri cu textură fină. La aceste soluri însușirile fizice limitative pentru creșterea și dezvoltarea plantelor și pentru efectuarea lucrărilor agricole sunt compensate parțial de structura granulară bine dezvoltată și de valorile mari ale *hidrostabilității structurale*.

Cernoziomurile se lucrează ușor, opun o rezistență mică sau mijlocie la lucrările solului, valoarea *rezistenței la arat la umiditatea optimă* fiind de 40-50 kgf/dm². Valoarea rezistenței la arat a solurilor cu textură fină este de circa 50-60 kgf/dm² (Canarache, 1987). Lucrările agricole se pot executa mecanizat deoarece panta terenului este mică.

Reacția cernoziomurilor în orizontul A este *slab acidă, neutră sau slab alcalină* în cazul prezenței cabonatului de calciu rezidual (cernoziomuri proxicalcarice) sau acumulat ulterior prin procese de regradare (ex. cernoziomuri regradate sau cele micelare). Complexul adsorbativ al solului este saturat predominant în cationi bazici, capacitatea de schimb cationic având valori de circa 12-40 me/100g sol uscat.

Sub vegetația ierboasă naturală cernoziomurile conțin 6-10% humus conținut care scade cu câteva procente pe suprafețele cultivate. Humusul de tip mull calcic valorile raportului C/N fiind de circa 8÷12 Valorile raportului acizi huminici/acizi fulvici sunt supraunitare și reflectă condițiile hidrotermice ale zonei cernoziomurilor formate în zonele mai umede. Cernoziomurile sunt bine aprovizionate cu elemente nutritive de azot, fosfor și potasiu. Accesibilitatea la plante a compușilor de fosfor este mai mare la cernoziomuri cu reacția slab acidă și neutră. Cu excepția solurilor cu textură grosieră cernoziomurile sunt bine aprovizionate cu microelemente. Pentru menținerea fertilității solului se recomandă aplicarea îngrășămintelor organice și minerale în funcție de analizele agrochimice și speciile de plante cultivate.

Textura mijlocie (echilibrată) și structura granulară stabilă asigură o aerație bună și o permeabilitate bună pentru apă și aer, o bună capacitate de reținere a apei utile și o rezistență mai mică la lucrările solului.

În perioadele secetoase iulie- octombrie cernoziomurile sunt afectate de un deficit de apă, motiv pentru care se impune aplicare irigațiilor. Pentru refacerea și menținerea fertilității solului, este necesară îngrășarea organică și minerală.

Folosința agricolă a cernoziomurilor este arabil dar și plantații de viță de vie și pomi. Cernoziomurile se pretează pentru cereale de toamnă care valorifică rezervele de apă acumulate toamnă și iarnă și ajung la maturitatea deplină înainte secetelor de vară. În condiții de irigare cernoziomurile pot fi cultivate cu porumb, floarea soarelui, sfeclă de zahăr, lucernă, legume.

10. Cernoziomurile greice

Cernoziomurile greice au un profil dezvoltat cu următoarea alcătuire: *Am-Ame-Bv-Cca sau C*. Procesul de formare a *cernoziomurilor greice* se caracterizează prin *bioacumulare intensă* și formarea humusului de tip mull calcic, *migrarea coloizilor liberi* și a celor depuși sub formă de pelicule pe particule grosiere rezultând un orizont Ame și un orizont Bcambi (Bv).

Textura cernoziomului greic este mijlocie, diferențierea texturală este foarte slabă. În orizontul "Ame" înregistrându-se o ușoară scădere a conținutului de argilă. Conținutul în humus este de 3 ÷ 4%, cel de azot total este ridicat, reacția slab acidă, saturația în baze bună (65-90 %). Fertilitatea este bună. Au pretabilitatea bună pentru cultura legumelor. Întrucât în această zonă se înregistrează un deficit de umiditate și distribuția precipitațiilor în sezonul de vegetație este neuniformă se recomandă aplicarea irigațiilor, mai ales în faze critice de dezvoltare.

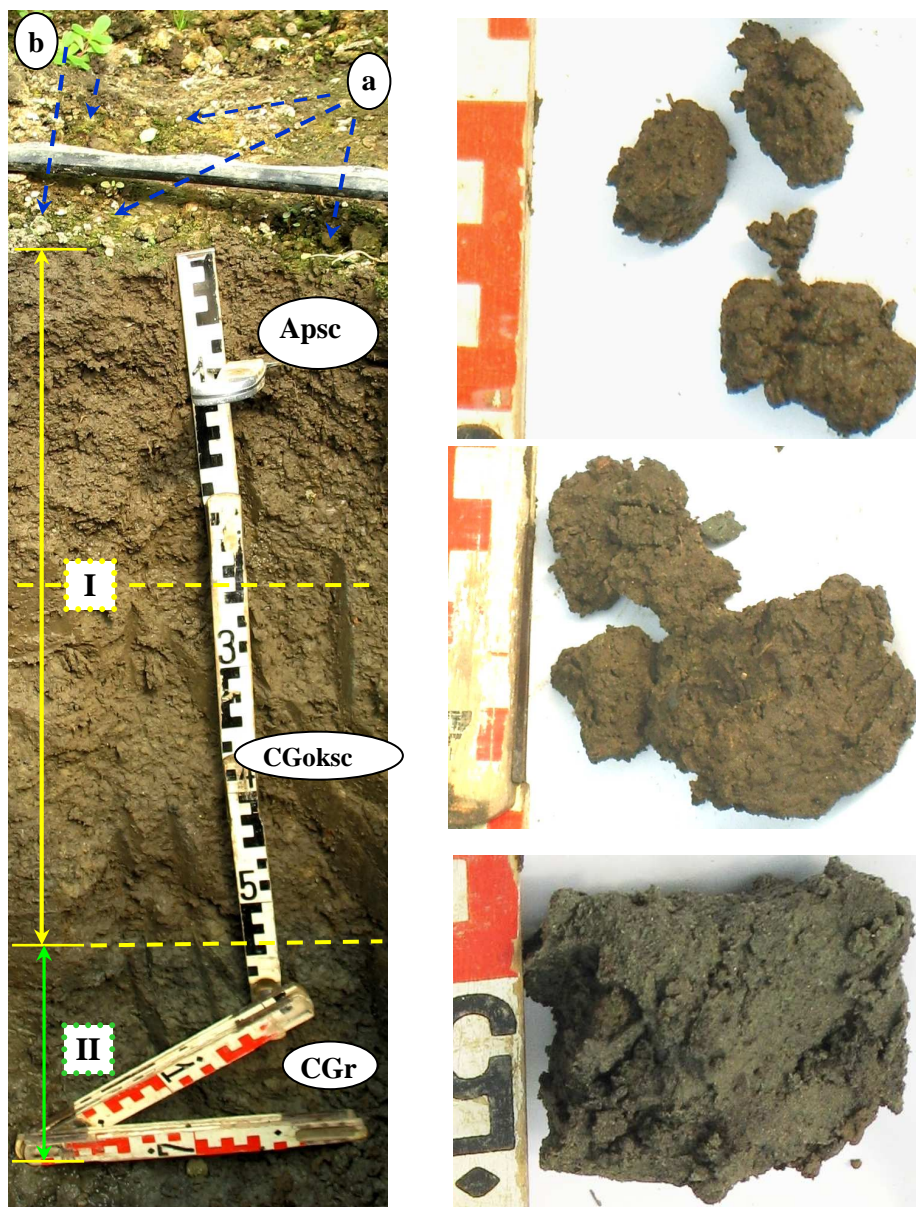


Fig.3.25 - Cernoziomuri cambice

11. Preluvosolurile

Preluvosolurile sunt luvisoluri fără orizont eluvial care poate fi evidențiat morfologic prin observații efectuate în faza de teren. Aceste soluri sunt constituite dintr-un orizont A ocriu (Ao) sau A molic (Am) urmat de un orizont intermediar argic (Bt). Aceste soluri au fost cunoscute în sistemul anterior de clasificare (SRCS, 1980) ca **soluri brune argiloiluviale** fiind redată pe hartă cu simbolul “**BD**”.

Procesele de debazificare a materialului mineral sunt de intensitate slabă fapt ce a împiedicat dispersia și migrarea mai accentuată a argilei, procese în urma cărora se formează orizonturile eluviale.

Procesul de bioacumulare este de intensitate moderată întrucât condițiile climatice sunt prielnice activității microorganismelor implicate în mineralizarea humusului.

Culoarea deschisă a orizontului bioacumulativ (A ocric) se datorează și compoziției humusului în care acizii huminici sunt ușor dominați de acizii fulvici. Climatul umed a favorizat levigarea sărurilor ușor și greu solubile și s-au acumulat la adâncimi mai mari de 150 cm.

Preluvosolurile sunt luvisoluri moderat diferențiate textural, conținutul maxim de argilă înregistrându-se la nivelul orizontului Bt. Preluvosolurile au o reacție moderat sau slab acidă, intervalul valorilor pH fiind de 5,2-6,8. Capacitatea de schimb cationic înregistrează valori între 15 și 25 me/100g sol. Valorile cele mai mari se întâlnesc la soluri sau orizonturi cu textură mai fină (Bt). Conținutul de humus este cuprins între 2 și 3,5%, valorile mai mari se înregistrează pe preluposoluri acoperite de vegetație forestieră. Sunt mijlociu spre bine aprovizionate cu potasiu.

Au pretabilitatea bună pentru cultura legumelor, factorii limitativi ai fertilității sunt reprezentați de compactarea orizontului Bt care îngreunează pătrunderea apei și uneori reacția moderat acidă a orizontului A prelucrat, mai ales în cazul administrării îngrășămintelor minerale cu reacție acidă. Ameliorarea fertilității se poate realiza prin administrarea îngrășămintelor organice și minerale asociate uneori și cu aplicarea amendamentelor.

12. Luvosolurile tipice

Luvosolurile tipice sunt soluri constituite dintr-un orizont A ocric, un orizont eluvial (El sau Ea) urmat de un orizont B argic bine exprimat și cu un grad de saturație în baze peste 53% cel puțin într-un suborizont din partea superioară a profilului.

Procesul de eluviere are loc pe fondul unei alterări mai intense a materialului mineral în urma îndepărtării carbonatului de calciu. În urma alterării se produce o acidifiere moderată a soluției solului, debazificarea complexului coloidal, alterarea silicaților și formarea de minerale argiloase și hidroxizi de aluminiu, fier și mangan. Concomitent cu aceste procese are loc și migrarea mineralelor argiloase și a hidroxizilor de fier și mangan din orizontul eluvial în orizontul subiacent prin pori necapilari de dimensiuni mari. Particulele antrenate de către curentul descendent de apă se depun în orizontul iluvial pe pereții porilor, fisurilor, la suprafața agregatelor structurale sub formă de pelicule fine, vizibile chiar cu ochiul liber. Peliculele depuse poartă denumirea de *cutane* iar dacă sunt formate din minerale argiloase se numesc *argilane*.

Luvosolurile sunt soluri diferențiate texturale pe profil având o textură lutoasă în partea superioară a profilului (orizonturile A și E) și mijlocie-fină în orizontul Bt. Se prezintă slab afânate până la slab tasate (densitatea aparentă este de 1,25-1,45 g/cm³) și moderat tasate (densitatea aparentă de 1,45 - 1,65 g/cm³) în orizontul B argic. Porozitatea de aerație slab deficitară are valori cuprinse între 4 și 12% în orizonturile A și E și devine puternic deficitară în orizontul B argic unde înregistrează valori între 0 și 7% (Canarache, 1990).

Reacția luvosolurilor este moderat sau puternic acida, pH-ul fiind cuprins între 4,5 și 5,5. Aciditatea actuală cea mai mare se înregistrează în orizontul eluvial unde valorile pH-ului se încadrează în intervalul 4,2-5,3. Factorii limitativi ai fertilității luvosolurilor sunt reprezentați de regimul aerohidric nefavorabil (deficitar), permeabilitatea scăzută a orizontului Bt, aciditate mare, rezerva scăzută de humus ș.a. Luvosolurile se pot ameliora prin desecare-drenaj, modelare în benzi cu coame, afânarea adâncă, administrarea amendamentelor calcaroase și fertilizare cu îngrășăminte organice și minerale.

13. Aluviosoluri

Aluviosolurile sunt soluri tinere, neevoluate, slab diferențiate morfologic fiind în stadii incipiente de evoluție. Aceste soluri s-au format pe un material parental fluvic de cel puțin 50 cm grosime și au cel mult un orizont A (Am, Ao, Au), neprezentând alte orizonturi diagnostice. Sunt redată pe hartă prin simbolul SA. În primele hărți pedologice elaborate în

România aceste soluri apar sub denumirea de aluviune, sol aluvionar sau sol aluvial. Caracteristica comună a aluviosolurilor este formarea acestora pe materiale parentale fluviale sau aluviale de unde li s-a dat și denumirea. Depozitele aluvionare pe care se formează aceste soluri se caracterizează printr-o mare neomogenitate atât pe plan vertical cât și pe cel orizontal. Neomogenitatea pe verticală este determinată de variația volumului viiturii și viteza de curgere a apei care au ca efect alternarea materialelor grosiere depuse în timpul viiturilor mari cu cele fine depuse în timpul viiturilor mici. Neomogenitatea depunerilor se datorează și vitezei neuniforme a curentului de apă care are ca efect depunerea în straturi succesive a particulelor de mărimi diferite care sunt purtate în suspensie.

Neomogenitatea texturală a depozitelor aluviale este evidențiată și în profilul transversal al luncilor. Astfel, depozitele din zona grindului au o textură grosieră, cele din lunca centrală au o textură mijlocie iar cele din zona grindului o textură fină.

În zonele depresionare din luncă (bălți, lacuri) datorită stagnerii apelor din viituri au loc depuneri de particule fine, depozitele din aceste areale au cele mai mari conținuturi de argilă.

Formarea aluviosolurilor este condiționată și de relieful de luncă, fapt ce a atras și denumirea de soluri de luncă. Datorită inundării albiei majore, nivelului ridicat al apelor freatice și surselor secundare de umiditate (ceață, rouă), vegetația beneficiază de un aport suplimentar de apă față de interfluviile din vecinătate.

Cu toate că râurile străbat diferite zone bioclimatice, în luncile lor se dezvoltă o vegetație care diferă într-o măsură mult mai mică de la o zonă la o altă zonă pedoclimatică la alta decât acelea de pe interfluviile învecinate.

Aluviosolurile s-au format prin procese reliefomodelatoare (sedintegrare, care duce la acreția suprafeței solului, maturarea depozitelor foste submerse aduse la zi, îndepărtarea sau acoperirea solului cu diferite depozite), care interferează cu procesele pedogenetice (bioacumulare, gleizare, solinizare, sodizare, desalinizare, recarbonatare, levigare etc.).

În zonele inundabile ale luncilor, periodic submerse are loc procesul de aluvionare care determină reînnoirea depunerilor de materiale minerale și organice. Procesul de acreție duce la colmatarea ariilor (solurilor) inundate și înălțarea lor care se produce periodic cu o frecvență variată. În urma acestui proces în soluri se observă o stratificare clară pe verticală, stratificare ce depinde de intensitatea viiturii și cantitatea de „mâl” depus. Se constată de asemenea o variație de textură pe orizontală, depunerile cele mai grosiere întâlnindu-se în apropierea albiei minore iar cele mai fine în ariile depresionare, unde are loc micșorarea vitezei apei și stagnera îndelungată a acesteia.

Neomogenitatea texturală a depozitelor aluviale de-a lungul unui curs de apă se datorează și existenței unor privaluri prin care are loc pătrunderea apei la viituri și inundarea parțială a unor sectoare ale luncii. În urma proceselor de acreție, subsidență, maturare fizică, chimică și biologică materialul aluvionar depus este integrat treptat în timp în orizonturile pedogenetice ale solului devenind parte constitutivă a acestuia. Acest proces a fost denumit de N. Florea în 2005, sedintegrare (integrarea în profilul solului a materialului sedimentat).

Acumularea humusului în aluviosoluri are loc în două etape. În prima etapă, în perioada de submersiune a luncii, are loc acumularea humusului o dată cu depunerea materialului aluvionar. Conținutul de humus mai ridicat se găsește în materialul aluvionar cu textură fină. O dată cu scăderea intensității aluvionării crește durata submersiunii concomitent cu mărirea conținutului de material organic care se produce în acest stadiu. Etapa a II-a, de acumulare a humusului, corespunde perioadei de înțelenire a solului care are loc între inundații. Procesele de înțelenire a solului și acumulare a humusului sunt favorizate de creșterea conținutului inițial de humus al aluviunilor, îmbunătățirea condițiilor fizice ale solului prin formarea unor agregate structurale stabile, structurare care este favorizată de

conținutul mai mare de argilă și humus, dezvoltarea sistemului radicular al plantelor și activitatea mezofaunei.

Neomogenitatea texturală a aluviosolurilor are ca efect atât încetinirea înaintării descendente sau ascendente a frontului de umezire cât și reținerea unei cantități mai mari de apă în zona limitei dintre straturile cu compoziție granulometrică diferită. Alternanțe frecvente de straturi cu texturi diferite determină reținerea unei cantități mai mari de apă pe întregul profil de sol. În zona limitei dintre straturi cu compoziție granulometrică diferită în mod frecvent se manifestă excesul de umiditate evidențiat morfologic prin ponderea mai mare a culorilor de reducere. Prezența unui strat cu textură fină în partea inferioară a profilului de sol are un efect favorabil asupra însușirilor de fertilitate ale acestuia prin constituirea unei bariere pentru ascensiunea capilară a apei freactice, deseori mineralizată și situată la mică adâncime. În aceste condiții se previne atât manifestarea excesului de umiditate cât a sărăturării solului (salinizarea și/sau sodizarea).

Compoziția granulometrică este neomogenă pe profil, cea mai accentuată diferențiere texturală se constată la aluviosoluri formate pe mai multe stratificații aluvionare. De regulă, în zonele centrală și preterasică au o textură mijlocie, mijlociu-fină și fină.

Conținutul de humus prezintă valori între 1,5 și 8%, fiind neuniform distribuit în profil unde se constată mai multe maxime de acumulare, mai ales pe soluri îngropate. Raportul C/N variază între 10 și 12,8%. Reacția solului poate fi moderat acidă până la slab alcalină și uneori chiar puternic alcalină în orizonturi hiposodice. Reacția slab alcalină se înregistrează în orizonturi care conțin carbonați alcalino-pământoși. Capacitatea de schimb cationic este influențată de compoziția granulometrică și conținutul de humus având frecvent valori cuprinse între 10 și 38me/100 grame sol.

Complexul absorbit este saturat predominant cu cationi bazici de Ca^{2+} , urmat de Mg^{2+} , K^+ și Na^+ . Gradul de saturație în baza are valori cuprinse între 80 și 100%. Aluviosolurile au în general o fertilitate ridicată în zona inundabilă conținutul mare în elemente nutritive se datorează și procesului de aluvionare periodică în urma căruia se depun și cantități însemnate de substanțe nutritive. Aluviosolurile cu textură mijlocie pot fi cultivate cu porumb, sfeclă de zahăr, cartofi, legume și altele.

Aluviosolurile din zona grindului sunt folosite în mod frecvent pentru culturi intensive de legume întrucât au o textură mai grosieră, sunt permeabile pentru apă și aer, se încălzesc ușor favorizând maturarea timpurie a legumelor și nu în ultimul rând posibilitatea de a fi irigate fiind situate în apropierea sursei de apă.

14. Erodosoluri

Erodosolurile, cunoscute și sub denumirile de “soluri erodate” și/sau “soluri decopertate”, se definesc printr-un orizont “Ap” grefat pe un orizont “A/C”, “B” sau “C”. Pe hărțile de soluri sunt redată prin simbolul ER.

Din cauza eroziunii accelerate căreia îi sunt supuse aceste soluri (în unele cazuri materialul prezentat este adus la zi) orizonturile pedogenetice rămase nu fac posibilă încadrarea lor într-un anumit tip de sol. În Sistemul Român de taxonomie a solurilor – 2003 erodosolurile sunt încadrate în clasa antrisoluri, definiția lor rămânând însă neschimbată.

Proprietățile erodosolurilor sunt foarte diferite – corespunzător solurilor din care au provenit. Astfel, textura poate fi de la nisipoasă la argiloasă, structura este slab dezvoltată, culoarea este deschisă din cauza conținutului scăzut de humus, reacția este acidă până la alcalină.

Fertilitatea erodosolurilor scade de la erodosolurile care au orizontul A/C, B la cele cu material parental la zi; erodosolurile formate pe roci bogate în elemente bazice sunt mai fertile decât cele formate pe roci acide.

Erodosolurile pot fi folosite pentru pășuni, pomi fructiferi, viță de vie, și în cultura plantelor agricole neprășitoare. Ne sunt recomandate pentru cultura legumelor.

15. Luvosolurile albice

Luvosolurile albice denumite popular și „pământ spoit” „pământ cărunt” sau „albitură” se definesc printr-un orizont eluvial (Ea) și un orizont iluvial (Bt).

Ele s-au format pe terenuri plane lipsite de drenaj extern și cu un aport suplimentar de apă scursă de pe suprafețele limitrofe, pe un relief de vârstă mai mare, pe un material parental sărac în cationi bazici, sub o vegetație de pădure bine încheiată și cu ierburi acidofile.

Diferențierea orizonturilor pedogenetice ale profilului de sol s-a realizat prin procesul de bioacumulare acidă și formarea humusului cu un conținut ridicat de fracțiuni humice acide (acizi fulvici) și prin alterarea, debazificarea, acidifierea și migrarea mai intensă a argilei decât în luvosolul tipic. Stagnarea temporară a apei la nivelul orizontului B argic a favorizat procesele de stagnoleizare prin reducerea compușilor ferici și manganici și formarea de compuși feroși și manganosi mobili care sunt translocați de către apele de infiltrație.

Profilul luvosolului albic prezintă următoarea alcătuire: **Ao – Eaw – EBw - Btw - C.**

Luvosolul albic este diferențiat textural pe profil având un conținut minim de argilă în orizontul E și un maxim în orizontul Bt.

Proprietățile chimice sunt mai puțin favorabile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor decât ale preluvosolurilor și a luvosolurilor tipice. Conținutul de humus, alcătuit predominant din acizi fulvici, este de circa 2%, gradul de saturație în baze mai mic de 55%, reacția solului moderat și puternic acidă (pH=4,5÷5,5).

Fertilitatea slabă a luvosolurilor albice este cauzată atât de proprietățile fizice (regim aerohidric și termic defectuos) cât și de proprietățile chimice (aciditate ridicată) și biologice (conținut scăzut de humus și activitate microbiologică slabă) deficitare.

Aceste soluri sunt folosite pentru pășuni, fânețe, arabil, (cartof, seară, in de fuior, ovăz, plante furajere) și plantații pomicole (măr, păr, cireș, vișin). Ele se pot ameliora prin desecare-drenaj, modelare în benzi cu coame, afânarea adâncă administrarea amendamentelor calcaroase și fertilizare cu îngrășăminte organice și minerale.

IV. Caracterizarea economică și socială

Situația economică și socială a unei anumite zone de producție agricolă asigură informații pe baza cărora se poate evolua forța economică existentă a comunității și nivelul de trai, precum și perspectiva de dezvoltare. Din aceste analize se poate trage concluzii asupra posibilităților de investiție, nivelul de civilizație, percepția la noi, conservatorismul și tradiția ideilor. În felul acesta se poate elabora strategia de abordare a problematicii legată de acceptarea sau neacceptarea modernizării, inclusiv promovarea producției legumicole ecologice.

Potențialul uman al Regiunii de NE și a județelor rezultă din tabelul 3.36. Conform acestor date întreaga regiune are o populație de peste 2 milioane locuitori.

Regiunea de Nord-Est este pe locul al doilea în privința ponderii populației rurale (56,4%), după Regiunea de Sud Muntenia (58,6%) față de media pe țară de 45,1%. (tabelul 3.37).

Tabelul 3.36

Populația în Regiunea de Dezvoltare Nord-Est a României,
pe județe și sexe, în mediul rural, la 1 iulie 2004

Județul	Rural			Procent față de total		Densitatea la km ²
	Ambele sexe	Masculin	Feminin	Urban	Rural	
Regiunea de Nord-Est	2.109.153	1.062.998	1.046.155	43,6	56,4	101,6
Bacău	387.375	196.087	191.288	46,4	53,6	109,3
Botoșani	26.811	133.587	134.530	41,6	58,4	92,4
Iași	435.549	221.304	214.245	47,0	53,0	148,6
Neamț	349.859	175.491	174.368	38,7	61,3	96,9
Suceava	398.844	199.716	199.128	43,4	56,6	82,5
Vaslui	269.409	136.813	132.596	41,3	58,7	86,7

Tabelul 3.37

Participarea populației la forța de muncă în mediul rural,
în Regiunea de Dezvoltare Nord – Est a României

mii persoane (%)

Specificație	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Populația activă	1.318	1.319	1.329	1.135	1.116	1.095
Populația ocupată	1.264	1.280	1.300	1.081	1.074	1.054
Rata de activitate	80,5	80,1	79,5	72,5	70,6	72,4
Rata de ocupare	76,4	77,1	77,3	68,5	67,5	69,4
Rata șomajului (B.I.M.)	4,1	3,0	2,2	4,8	3,8	3,7

Densitatea populației este însă cea mai ridicată în Regiunea de Nord – Est, având 101,6 loc/km², față de 91,2 loc/km² media pe țară, excepție făcând Regiunea de Dezvoltare București-Ilfov cu 1211,7 loc/km².

Raportul populație activă/populație ocupată este în detaliu prezentat în tabelul 3.2. Dacă analizăm situația anului 2004, se observă că rata de activitate și cea de ocupare au un procent de circa 70%, iar rata șomajului este relativ mică (3,7%). Deci din punct de vedere al potențialului de forță de muncă situația este destul de bună, apropiată valorilor naționale.

Aceași concluzie se poate trage privind structura pe categorii de vârstă (tabelul 3.38.).

Tabelul 3.38

Structura populației după participarea la activitatea economică, pe grupe de vârstă în mediul rural, în anul 2004, în Regiunea de Dezvoltare Nord – Est a României

- procente -

Grupa de vârstă	Total populație	Persoane active			Persoane inactive
		Total	Ocupate	Șomeri BIM	
Total	100,0	50,5	46,6	1,9	49,5
Sub 15 ani	100,0	-	-	-	100,0
15-64 ani, din care:	100,0	72,4	69,4	3,0	27,6
15 – 24 ani	100,0	50,3	45,4	4,9	49,7
25 – 34 ani	100,0	80,4	77,3	3,1	19,6
35 – 44 ani	100,0	84,7	80,5	4,2	15,3
45 – 54 ani	100,0	81,4	79,9	1,5	18,6
55 – 64 ani	100,0	70,1	69,8	0,3	29,9
65 ani și peste	100,0	35,0	35,0	-	65,0

Ponderea suprafețelor cu legume de fasole 5% din suprafața totală cultivată în regiune (tabelul 3.39)

Tabelul 3.39

Ponderea suprafețelor cultivate cu legume în suprafața totală cultivată pe județe, în anul 2004, în Regiunea de Dezvoltare Nord – Est a României

Județul	Suprafața cultivată total (ha)	Legume total (ha)	Pondere (%)
Total Regiune Nord- Est	1.224.852	61.894	5,1
Bacău	147.228	10.954	7,4
Botoșani	259.862	12.408	4,8
Iași	236.783	11.651	4,9
Neamț	147.293	6.041	4,1
Suceava	152.815	14.105	9,2
Vaslui	280.871	6.735	2,4

Legumicultura se practică în proporție de 70% în câmp, 20% în grădinile din intravilan și doar cca 1% în sere și solarii (tabelul 3.5). Din același tabel rezultă că suprafețele cultivate cu legume sunt exploatate individual în proporție de cca 92% și în exploatații cu personalitate juridică în procent de 8%.

Dimensiunea medie a exploatațiilor individuale este de 5-10 ani, iar a exploatațiilor cu personalitate juridică este 0,8 – 2,5 ha (tabelul 3.40).

Tabelul 3.40

Producerea de legume în Regiunea de Dezvoltare Nord – Est a României, pe județe și tipuri de exploatații, după Recensământul General Agricol, 2002

Legume proaspete	Bacău	Botoșani	Iași	Neamț	Suceava	Vaslui	Total
Exploatații agricole (nr.)							
În câmp	1.297	3.154	7.810	12.640	6.109	2.348	33.358
În grădini	2.481	5.610	11.368	2.614	923	1.174	24.170
În sere și solarii	59	169	354	146	55	30	813
Suprafețe (ha)							
În câmp	297	319	1.166	504	532	354	3.171
În grădini	156	297	574	125	88	97	1.338
În sere și solarii	30	7	75	18	14	4	146
Exploatații agricole individuale (nr.)							
În câmp	1.220	3.073	7.766	12.591	6.042	2.312	33.006
În grădini	2.478	5.608	11.360	2.610	921	1.167	24.144
În sere și solarii	50	166	346	139	52	24	777
Suprafețe (ha)							
În câmp	184	254	922	423	496	289	2.563
În grădini	151	297	571	114	86	96	1.314
În sere și solarii	5	7	32	6	5	1	56
Unități cu personalitate juridică (nr)							
În câmp	77	81	44	49	67	34	352
În grădini	3	2	8	4	2	7	26
În sere și solarii	9	3	8	7	3	6	36
Suprafețe (ha)							
În câmp	112	65	244	81	36	65	602
În grădini	5	0,5	3	12	2	1	23
În sere și solarii	25	-	42	12	9	2	90

Tabelul 3.41

Mărimea medie a exploatației legumicole în Regiunea de Dezvoltare Nord – Est a României, pe județe și tipuri de exploatații ari/exploatație

Legume proaspete	Bacău	Botoșani	Iași	Neamț	Suceava	Vaslui	Regiunea de Nord - Est
Exploatații agricole total							
În câmp	22,9	10,1	14,9	4,0	8,7	15,1	9,5
În grădini	6,3	5,3	5,0	4,8	9,5	8,3	5,5
În sere și solarii	5,1	4,1	21,2	12,3	25,5	13,3	18,0
Exploatații agricole individuale							
În câmp	15,1	8,3	11,9	3,4	8,2	12,5	7,8
În grădini	6,1	5,3	5,0	4,4	9,3	8,1	5,4
În sere și solarii	10,0	4,2	9,2	4,3	9,6	4,2	7,2
Exploatații cu personalitate juridică							
În câmp	145,5	80,2	554,5	165,3	53,7	191,2	171,0
În grădini	166,7	25,0	37,5	300,0	100,0	14,3	88,5
În sere și solarii	277,8	-	525,0	171,4	300,0	33,3	250,0

Principalele culturi legumicole din zonă sunt varza, tomatele și rădăcinoasele; aceste culturi ocupă o suprafață totală de peste 62% (tabelul 3.42).

Tabelul 3.42

Suprafața cultivată cu principalele culturi legumicole pe județe în Regiunea de Dezvoltare Nord – Est a României, în anul 2004

- hectare -

Județul	Legume	Tomate	Ceapă uscată	Varză
Total Regiune Nord- Est	61.894	7.905	6.608	7.551
Bacău	10.954	1.164	1.189	1.052
Botoșani	12.408	1.567	907	1.808
Iași	11.651	2.186	2.007	1.347
Neamț	6.041	952	834	541
Suceava	14.105	874	1.039	1.844
Vaslui	6.735	1.162	632	959

Producția totală de legume este de peste 670 mii tone, din care varza reprezintă aproape 150 mii tone, urmată de tomate cu peste 132 tone și ceapa circa 55 tone (tabelul 3.43)

Tabelul 3.43

Producția totală la principalele culturi legumicole pe județe în Regiunea de Dezvoltare Nord – Est a României, în anul 2004

- tone -

Județul	Legume	Tomate	Ceapă uscată	Varză
Total Regiune Nord- Est	673.640	132.674	54.934	148.959
Bacău	112.299	21.268	9.051	21.744
Botoșani	131.487	29.724	6.550	30.378
Iași	154.398	36.227	16.173	31.187
Neamț	63.214	14.012	8.364	10.432
Suceava	134.546	12.757	9.962	41.353
Vaslui	77.696	18.686	4.834	13.865

În clasamentul pe regiuni de dezvoltare, în privința producției totale de legume, Regiunea de Dezvoltare Nord-Est ocupă locul al treilea după Regiunea Nord-Est și Regiunea

Sud Muntenia. Județul Iași este al treilea mare producător de ceapă din țară, iar județul Suceava ocupă locul al patrulea la producția de varză.

Producțiile medii obținute sunt modeste, cu inputuri energetice reduse (tabelul 3.44).

Tabelul 3.44

Producția medie la hectar obținută la principalele culturi legumicole pe județe, în anul 2004, în Regiunea de Dezvoltare Nord – Est a României

- kg/ha -

Județul	Legume media	Tomate	Ceapă uscată	Varză
Total Regiune Nord- Est	10.884	16.784	8.313	19.727
Bacău	10.252	18.271	7.612	20.669
Botoșani	10.597	18.969	7.222	16.802
Iași	13.252	16.572	8.058	23.153
Neamț	10.464	14.718	10.029	19.283
Suceava	9.539	14.596	9.588	22.426
Vaslui	11.536	16.081	7.649	14.458

Producția medie sub 11 t/ha se situează cu mult sub producția la nivel național de circa 25-20 t/ha, circa 20t/ha. Potențialul productiv la tomate este de circa 25-30 t/ha, circa 20 t/ha la ceapă și peste 40 t/ha la varză.

La nivelul anului 2006, suprafața cu legume a scăzut semnificativ de la 61.894 ha, în 2004 (tabelul 3.10). Cifrele prezentate trebuie luate în considerare cu o anumită circumspecție, deoarece este posibil ca suprafața din 2004 să fi fost supraevaluată. În același timp scăderea suprafeței, în măsura în care este reală este și pe seama faptului că a cultiva legume în mod eficient devine o ocupație din ce în ce mai pretențioasă și care necesită investiții, profesionalism și un sistem de valorificare cât mai sigur și cât mai stabil. Județul cu cea mai mare suprafață este județul Iași cu 12,54 ha (27,41%).

În structura culturilor la nivelul întregii regiuni domină varza (18,1%), urmată de ceapă (17,7%) și tomate (16,11%). Cea mai mare suprafață cu tomate se află în județul Iași (circa 27%). La cultura de ceapă, campion este județul Suceava cu 20,5% ha (aproape 25%).

Important este faptul că ardeii și pătlăgelele vinete (specii termofile) ocupă peste 10% din suprafața de legume. De asemenea, este de reținut că o cultură relativ simplă, mazărea de grădină se află cu suprafață mică (circa 1,1%), probabil lipsește din cauza posibilităților de batozare și prelucrare (conservare) și în mod sigur lipsește unei piețe pentru materia primă pentru industrializare.

Din situația suprafețelor cu legume pe specii și localități, în fiecare județ, reiese, marea fragmentare și fărâmițare a suprafețelor legumicole.

De exemplu, în județul Suceava (tabelul 3.11), în anul 2006, cele 6930 ha, se află distribuite în 113 comune, din care 21 au suprafețe de peste 100 ha și patru suprafețe de peste 200 ha. Cele mai mari suprafețe se află în comunele: dolhasca (374 ha), Milisăuți (353 ha), Verești (220 ha) și Fîntînele (211 ha).

În județul Botoșani (tabelul 3.12) suprafața totală de legume de 7971 ha se află distribuită în 78 comune, din care cu suprafețe de peste 100 ha în 34 comune. Cele mai mari suprafețe se află în comunele: Vîrful Câmpului (286 ha), Darabani (270 ha), Cotușca (253 ha), Unteni (239 ha) și Flămânzi (231 ha).

Județul Neamț are o suprafață de legume de 5953 ha, distribuită în 37 comune (tabelul 3.12). Cu excepția zonei de Sud-est, legumele se cultivă în suprafețe mici în comunele din județul neamț. Suprafața de peste 100 ha se cultivă în 14 comune, cele mai mari suprafețe, găsindu-se în comunele: Bârgăoani (220 ha), Săbăoani (200 ha) și Roznov (198 ha). Este de remarcat existența unor bazine consacrate, cu veche tradiție, deși suprafețele sunt relativ mici.

Județul Iași, cu peste 12500 ha este campionul suprafețelor legumicole. Această suprafață este distribuită, practic în toate comunele județului (98), iar în 49 din acestea suprafețele cu legume depășesc 100 ha. Suprafețe semnificativ mari cu legume întâlnim în comunele: Bârnova (500 ha), Răchiteni (370 ha), Scobinți (365 ha), Răducăneni (320 ha) ș.a. În acest județ remarcăm bazine de mare faimă, cum ar fi cel de la Târgu Frumos – Bălțați – Belcești, Bosia – Popricani – Golăești ș.a.

Județul Bacău are o suprafață totală de legume de 6791 ha, amplasată în majoritatea comunelor județului, dar suprafețe de peste 50 ha se află numai în 13 comune. Cele mai mari suprafețe se întâlnesc în comunele: Tâmași (217 ha), Racova (208 ha), Pâncești (186 ha) și Berești –Bistrița (162 ha).

În acest județ, majoritatea suprafețelor se află pe valea Siretului și parțial pe văile afluenților Bistrița și Trotus.

Județul Vaslui (tabelul 3.16) realizează în 2006, doar o suprafață de 5556 ha, răspândită în 86 de comune. Suprafețe mai mari se găsesc în comunele: Pădureni (210 ha), Murgeni (192 ha), Banca (175 ha) și Solești (169 ha). În acest județ suprafața este limitată de slaba rețea hidrografică și lipsa amenajărilor pentru irigații.

Pe baza datelor din tabelele anterioare privind suprafețele pe județe au fost selectate, după criteriul „suprafața de legume” în comunele de interes pentru studiile corespunzătoare obiectivelor proiectului. Toate aceste comune au fost vizitate de echipele de cercetare și au fost completate o serie de date care vor fi utilizate într-o etapă următoare.

O selecție a principalelor comune mare producătoare de legume pe județe și culturi este prezentată în tabelul 3.45. Din acest tabel reiese profilarea pe anumite culturi a multor comune.

De exemplu, comuna Tamași (Bacău) este profilată pe tomate și ardei, Milisăuți (Suceava) pe varză ș.a.m.d.

Tabelul 3.45

Suprafețele cultivate cu legume, pe specii în județele din Regiunea de Dezvoltare Nord-Est a României
-2006-

hectare

Nr.	Județul	Legume total	Tomate total	Tomate vară	Tomate toamnă	Ceapă	Usturoi	Varză total	Varză vară	Varză toamnă	Ardei	Castraveți	Rădăcinoase	Morcov	Mazăre	Fasole	Vinete	Conopidă	Alte legume
1	Bacău	6791	1200	105	1095	1291	504	1138	95	1043	565	309	746	495	37	347	162	31	461
2	Botoșani	7971	1238	312	926	1298	760	1368	299	1069	637	554	644	387	57	532	226	53	604
3	Iași	12521	1995	367	1628	2206	846	1783	263	1520	952	708	1424	904	190	993	425	84	915
4	Neamț	5953	904	81	823	1254	425	981	69	912	386	340	659	428	54	348	154	35	413
5	Suceava	6930	930	226	704	1113	436	2015	343	1672	414	420	1036	586	49	197	126	68	126
6	Vaslui	5556	1089	262	827	931	411	998	188	810	469	297	355	355	112	419	190	44	241
7	Total regiune	45722	7356	1353	6003	8093	3382	8283	1257	7026	3423	2628	4864	3155	499	2836	1283	315	2760
8	Structură (%)	100,0	16,1			17,7	7,4	18,1			7,5	5,8	10,6		1,1	6,2	2,8	0,7	6,0

3.8.11. Protocolul experimental – Fișa sinoptică

a) *Obiectul protocolului*

Obiectul prezentului protocol îl constituie cadrul managerial al tuturor activităților de cercetare, conform etapelor planului de realizare, astfel încât scopul și obiectivele proiectului să fie integral realizate.

În baza descrierii proiectului, dar mai ales pe baza documentării tehnico științifice, anterior prezentate, cercetările se vor realiza în conformitate cu cele mai noi metode și tehnici de lucru, astfel că rezultatele finale ale proiectului să corespundă scopului și obiectivelor proiectului.

b) *Strategia generală*

Proiectul va fi realizat prin folosirea optimă a tuturor resurselor umane-profesionale, economico-financiare, ca și a celor oferite de cadrul natural-economic-social al zonei legumicole din Regiunea de Nord-Est.

- ***Ținta finală*** a proiectului este ***aprofundarea cunoștințelor despre principalii factori de risc și elaborarea unui model tehnic de monitorizare a acestora pentru asigurarea securității/siguranței alimentare într-un sistem ecologic de producere a legumelor proaspete.***

Ca urmare a cercetărilor vor avea ca obiect concret de studiu:

- studiul condițiilor de cadru natural
- factorii de risc din culturile legumicole ecologice
- metode de monitorizare a factorilor de risc
- aplicarea HACCP
- elaborarea unui sistem de trasabilitate

c) *Resurse*

Folosirea resurselor economico-financiare se va realiza conform planului de realizare și în baza devizului și a specificației financiare.

Folosirea resurselor umane-profesionale are în vedere implicarea tuturor participanților conform planului de realizare a proiectului pe etape și activități, și în mod concret pe domeniul de expertiză a specialiștilor fiecărui partener, astfel:

- UȘAMV Iași:
- Tehnologii ecologice de cultivare a legumelor;
- Realizarea culturii experimentale legumicole;
- Managementul locațiilor de prelevare probe;
- Pedologie generală și specială;
- Agrochimie generală și specială;
- Protecția plantelor legumicole;
- Modelare HACCP și trasabilitate
 - SCDL Bacău
- Tehnologii ecologice de cultivare a legumelor;
- Culturi experimentale legumicole;
- Agrochimie specială
 - ICB Iași
- Pedologie specială;
- Agrochimie generală și specială;
- Biologia solului
 - UAIC Iași
- Pedologie generală;

- Geochimie;
- Modelare matematică
 - ISP Iași
- Chimie analitică;
- Trasabilitate;
- Biochimie

d) Metodologia generală și specială de cercetare

- Locul de executare a cercetărilor

Cercetările de laborator vor fi realizate în laboratoarele de cercetare (studii, analize, sinteze) ale fiecărui partener pentru fiecare etapă/activități care prevăd asemenea cercetări.

- Materialul folosit

Acesta va cuprinde în primul rând culturile legumicole din speciile și soiurile prevăzute prin fișele de cercetare din câmpurile experimentale sau din locații special desemnate.

A doua categorie de material biologic va fi constituit din probe de plante (părți, organe, produse legumicole) din culturile prevăzute anterior.

A treia categorie de material îl constituie, în principiu, solul și apa care sunt relație directă cu culturile legumicole alese, și în mod concret în probe de sol și apă, la diferite momente din fluxul tehnologiilor de cultivare, în dinamica, în mod comparativ etc.

A patra categorie de materiale sunt cele referitoare la materialele folosite în tehnologiile de cultivare (îngrășăminte, apă de irigat, pesticide etc.), ca și materialele folosite, apă de irigat, pesticide etc.), ca și materialele folosite în analizele și determinările de laborator (reactivi, aditivi, etc.).

- Metodologia generală

Obținerea datelor experimentale necesare obținerii rezultatelor scontate va fi făcută prin metode tipice activității de cercetare care cuprinde observația, experimentul, studiul de caz, analize statistice ș.a., conform următorului flux de activități generale:

- stabilirea amplasamentelor pentru culegerea datelor din teren;
- organizarea experimentelor și a culturilor și terenurilor din afara câmpurilor experimentale;
- prelevarea probelor;
- culegerea datelor experimentale (observații și determinări)
- prelucrarea datelor experimentale;
- studiul rezultatelor obținute (analize, discuții, sinteze);
- elaborarea rapoartelor de cercetare;
- valorificarea rezultatelor (articole de popularizare, lucrări științifice, broșuri, monografii, tratate etc., brevete, omologări, etc.)

- Metodologia specifică

Metodologia specifică face referire la modul cum se desfășoară experimentele (se obțin datele experimentale) pentru activitățile de cercetare, corespunzător planului de realizare a proiectului. Având în vedere multitudinea experimentelor metodologiile vor fi stabilite în detaliu în cadrul fișelor de cercetare. Acestea vor cuprinde următoarele aspecte:

- scopul metodei;
- principiul metodei;
- materiale necesare;
- variantele experimentale;
- observații și determinări;
- prelucrarea datelor;
- rezultate preconizate;

- mod de valorificare.

Metodologii specifice sunt prezentate în fișele de cercetare pentru activitățile de cercetare, sau vor fi prezentate în etapele viitoare, după cum urmează:

- stabilirea factorilor de risc;
- stabilirea surselor generatoare de risc;
- studiul stării de sănătate și activitate enzimatică a solului;
- aplicarea HACCP;
- studiul trasabilității;
- monitorizarea fluxului tehnologic;
- studiul diagnozei ecopedologice;
- studiul corelațiilor dintre factorii de risc și impactul (daunele) acestora.

3.9. CONCLUZII

1. Scopul și obiectivele activității au fost realizate integral, în termenii de referință ai planului de realizare.
2. Au fost realizate documentări științifice în teren, corespunzător obiectivelor generale ale proiectului, ca și obiectivelor specifice ale activității raportate.
3. A fost prezentată o documentare referitoare la circumstanțele și caracteristicile producției legumicole ecologice.
4. Managementul factorilor de risc prezintă în mod documentat referințe la conceptul, istoria, principiile și definițiile riscului, modul, analiza și de monitorizare a riscului.
5. A fost realizată o documentare specifică referitoare la analiza factorilor de risc în sistemul ecologic.
6. Factorii chimici de risc în sistemele sol-apă-plantă sunt analizați din punct de vedere științific cu referire specială la poluarea cu pesticide și îngrășăminte chimice și poluarea biologică la nivel de sol, apă și plantă.
7. Estimarea factorilor de risc în sistemele sol-apă-plantă au pus în evidență metodologii moderne pentru studiul plantațiilor, folosind modele matematico-fizice de evoluție și dinamică.
8. Poluarea cu metale grele și mecanismele acesteia de acțiune în sol, apă și plante este analizată făcându-se referire la importanța fenomenului, sursele de poluare, modul de evoluție în sol și plantă, cu privire specială la principalele metale grele ce pot fi întâlnite în sistemele ecologice.
9. O documentare de ultimă oră este realizată privind modul de determinare a metalelor grele din soluri și procesele de specificație și de distribuție interfazică, punctându-se asupra importanței problemei, obiectivelor de urmărit, proceselor de specificație și semnificației acestora în fenomenul de poluare; de asemenea sunt aprofundate problemele legate de procesele pedogeochimice și a parametrilor fizico-chimici ce îi caracterizează.
10. Documentarea privind starea de sănătate a solurilor face referire la: vitalitatea sistemului ecologic edafic, fertilitatea resurselor de sol, calitatea biologică a solului, metodologia de studiu (pedo-biologic).
11. Importanța HACCP și posibilitățile sale de aplicare în legumicultură pentru monitorizarea și controlul factorilor de risc sunt prezentate în detaliu făcându-se sublinieri privind: conținutul sistemului, funcțiile și principiile, schema generală de implementare ș.a.
12. Documentarea în teren a scos în evidență următoarele elemente de caracterizare a Regiunii de NE în care vor fi efectuate cercetările: relieful, clima, solurile și profilul economico-social privind producția legumicolă.
13. Regiunea de NE a României asigură condiții adecvate pentru realizarea obiectivelor proiectului.

14. Protocolul experimental stabilit a precizat următoarele: obiectul, strategia, resursele și metodologiile de cercetare (generale și specifice).

CAPITOLUL 4

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC PENTRU ACTIVITATEA 1.3. ELABORAREA FIȘELOR DE CERCETARE PE ETAPE ȘI ACTIVITĂȚI CONFORM OBIECTIVELOR

4.1. MOTIVAȚIA CERCETĂRII

Elaborarea fișelor de cercetare este activitatea de prezentare explicită a protocolului experimental pentru activitățile de cercetare care presupun organizarea experimentului, observării, studiului de caz etc. în urma cărora sunt culese datele experimentale.

Fișa de cercetare, reprezentată în fapt protocolul de lucru pentru fiecare activitate în parte, completat cu câteva date de fixare a activității în cadrul general al etapei și proiectului. O fișă de cercetare reprezintă pentru cercetător mini-manualul, un model conceptual sau o rețetă de realizare a unei activități de cercetare. În felul acesta, pentru o anumită activitate de cercetare se știe în mod exact ce este făcut, indiferent de cercetătorul care execută experiența. De asemenea, prin fișa de cercetare se realizează un mod unitar de lucru pentru toți partenerii/membrii echipei care participă la realizarea acelei activități.

4.2. CATEGORIA ACTIVITĂȚII

Activitatea Elaborarea fișelor de cercetare se încadrează, conform planului de realizare a protocolului în Activitatea A5 – cercetare fundamentală respectiv A1.2. – elaborare modele conceptuale și teorii.

4.3. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE ACTIVITĂȚII

Scopul acestei activități este de a realiza fișele de cercetare pe etapele/activitățile proiectului, conform Planului de realizare. Realizarea scopului propus presupune elaborarea fișelor de cercetare pentru toate activitățile de cercetare așa după cum s-a stabilit în Protocolul experimental (paragraful 3.8.11).

4.4. PARTICIPANȚII LA ACTIVITATEA RAPORTATĂ

La realizarea acestei activități participă toți membrii consorțiului, deoarece fișele de cercetare reprezintă o răspundere comună, iar expertiza fiecărui specialist este necesară și oportună, după cum a mai fost menționat.

4.5. LOCUL DE DESFĂȘURARE A ACTIVITĂȚII

Această activitate se bazează pe o documentare specifică care să fundamenteze principiile, metodele și tehnicile de lucru. Fișele de cercetare au fost elaborate de fiecare echipă de cercetare (partener) pentru activitățile la care este implicat și apoi au fost discutate în planul consorțiului în cadrul întâlnirilor de lucru care au avut loc în perioada de desfășurare a etapei.

4.6. VALOAREA ACTIVITĂȚII

Pentru această activitate a fost alocată suma de 25.000 lei.

4.7. METODOLOGIA DE LUCRU

În elaborarea fișelor de cercetare a fost folosită o metodologie specifică, adaptată condițiilor de realizare a proiectului, domeniilor științifice, rezultatelor preconizate și, în final, scopului și obiectivelor proiectului. Elaborarea fișelor a fost realizată în baza Protocolului experimental și prin contribuția științifică a fiecărui partener în funcție de expertiză și experiență.

După elaborarea unor schițe de fișe de cercetare acestea au fost discutate în cadrul consorțiului, stabilindu-se în mod unitar elementele de conținut. A fost convenit faptul că fișele să fie aplicate conform conținutului stabilit, dar pot fi modificate (îmbunătățite, actualizate etc.) cu acordul tuturor partenerilor. COORDONATOR al fiecărei fișe a fost stabilit partenerul cu cea mai bună expertiză în domeniu.

În principiu fiecare fișă de cercetare trebuie să aibă următorul conținut:

- denumirea proiectului
- denumirea etapei
- obiectivele etapei
- executanți și locul de executare a cercetării
- valoarea de contract a etapei/activității
- perioada cercetărilor
- metodologia de lucru: - scopul metodei
 - principiul metodei
 - variantele experimentale
 - categorii de observații și determinări
 - modul de prelucrare a datelor
- rezultatele preconizate
- modul de valorificare

4.8. REZULTATE OBȚINUTE

În baza studiilor efectuate au rezultat:

- fișele de cercetare pentru principalele activități cu caracter de cercetare științifică din planul de realizare;
- fișele de cercetare pentru experiențele suport din teren (SCDL Bacău și UȘAMV Iași);
- metode de lucru pentru determinarea unor elemente poluante din sol;
- caracterizarea ecopedologică a patru puncte experimentale.

4.8.1. Fișe de cercetare conform planului de realizare

a) Fișa de cercetare pentru activitatea A1.2 „Documentare științifică și în teren”

1. Scop și obiective:

Scop - Aprofundarea cunoștințelor asupra factorilor de risc și a efectelor acestora în sistemul sol-plantă, în tehnologia de producere a legumelor pentru consum în stare proaspătă

Obiective:

- Obținerea de date experimentale în diferite condiții ecologice zonale și locale din NE României asupra principalilor factori de risc și de impact negativ în producția legumicolă
- Caracterizarea pedoecologică și pedobiologică a resurselor de sol înainte, în timpul și după realizarea conversiei producției de legume către producția ecologică
- Elaborarea unui model standard de monitorizare a siguranței alimentare a legumelor proaspete

2. Locul de realizare a studiilor:

-Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României

3. Valoare de contractare: 8.295 lei

4. Material și metode de lucru:

-Stabilirea staționarelor de studiu ecopedologic și pedobiologic în diferite condiții de specific ecologic zonal și local pentru studii în dinamică sezonieră pentru cele 3 tipuri de situații de exploatare legumicolă

-Stabilirea metodelor de lucru și de cercetare în teren și laborator asupra principalilor factori și determinanți ecologici calitativi ai resurselor de sol

5. Rezultate preconizate(estimate):

-Evaluarea gradului de cunoaștere al cercetărilor în domeniu, pe plan național și internațional asupra principalilor factori de risc și de impact negativ asupra calității resurselor de sol și asupra siguranței alimentare a legumelor pentru consum în stare proaspătă.

-Identificarea unor perimetre ecologic valabile și pretabile pentru reconversie la legumicultura ecologică

6. Concluzii și mod de valorificare:

-Datele și studiile obținute vor contribui la fundamentarea cercetărilor de teren și laborator asupra indicatorilor de calitate ecopedologici și pedobiologici, precum și la cuantificarea cantitativă și calitativă a efectelor impactului factorilor de risc din tehnologia legumicolă.

-Rezultatele studiului vor contribui la elaborarea raportului de cercetare al fazei/etapei I .

b) Fișa de cercetare pentru activitatea A1.4. - Stabilirea amplasării experimentelor pentru cele 3 tipuri de teren:înainte, în timp și după conversie și caracterizarea acestora/diagnoza ecopedologică

1. Scop și obiective:

Scop - Amplasarea staționarelor de cercetare pentru cele trei tipuri de teren:înainte,în timpul și după conversie în vederea realizării obiectivelor și scopului proiectului de cercetare

Obiective:

-Stabilirea pretabilității ecologice a arealelor experimentale pentru cultura legumelor în vederea caracterizării condițiilor pedoclimatice zonale și locale prin fișe de specific ecologic și prin diagnoza ecopedologică asupra resurselor de sol cu ajutorul unor indicatori de calitate pedobiologici și ecopedologici

-Evidențierea principalilor factori și determinanți ecologici stresanți prin lipsă sau exces

2. Locul de realizare a studiilor:

-Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare de contractare: 21.000 lei

4. Material și metode de lucru:

-Observații în teren, recoltări de probe de sol, analize pedoecologice și pedobiologice după metodologia specifică, interpretarea rezultatelor.

-Observații și determinări privind factorii de risc potențial din sol

5. Rezultate preconizate(estimate):

-Intocmirea fișelor de cercetare de specific ecologic zonal și local prin analiza principalilor factori și determinanți ecologici climatici și edafici din staționarele de studiu din punct de vedere cantitativ și calitativ.

-Realizarea diagnozei ecopedologice a solurilor după caractere proprii

- Au fost stabilite următoarele staționare experimentare: SCDL Bacău, UȘAMV Iași, OAT Fălticeni – pentru categoria teren ecologic; AF Probota și AF Botoșani – pentru teren în curs de conversie; AF Tg. Frumos, AF. Matca Tecuci, AF Iași ș.a.

-Evidențierea principalilor factori de risc și de impact ecologic negativ în vederea reabilitării impactului acestora asupra siguranței alimentare a legumelor consumate în stare proaspătă

6. Concluzii și mod de valorificare:

Rezultatele și concluziile obținute pe baza studiilor ecopedologice și pedobiologice din teren și laborator vor sta la baza întocmirii rapoartelor de activitate, a proiectării și realizării modelelor, sistemelor și metodelor de conversie spre legumicultura ecologică, la elaborarea de lucrări științifice, la evaluarea stării de sănătate a solului, la elaborarea sistemului de trasabilitate pentru siguranța alimentară a legumelor proaspete.

c) Fișa de cercetare pentru activitatea A1.5. - Observații și determinări privind factorii de risc potențiali în sol, apă de irigat și plantă (chimici, biochimici și biologici)

1. Scop și obiective:

Scop - Obținerea de date experimentale asupra calității resurselor de sol și a efectelor impactului factorilor de risc din diferite condiții ecologice zonale și locale din areale pretabile la reconversia spre legumicultura ecologică în NE României

Obiective:

- Analize ecopedologice și pedobiologice asupra principalilor factori și determinanți ecologici
- Evidențierea principalilor factori și determinanți ecologici cu impact negativ
- Evidențierea impactului factorilor de risc asupra indicatorilor de calitate ai resurselor de sol din ecosistemele legumicole

2. Locul de realizare a studiilor:

-Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare de contractare: 33.500 lei

4. Material și metode de lucru:

- Intocmirea fișelor de specific ecologic climatic și edafic, asupra resurselor de sol
- Realizarea diagnozelor ecopedologice asupra resurselor din diferite locații de studiu
- Intrepretarea impactului factorilor de risc asupra calității resurselor de sol

5. Rezultate preconizate (estimate):

-Pe baza caracterizării principalelor proprietăți fizice, chimice, vitale și enzimice ale solului prin fișele de specific ecologic, diagnozele ecopedologice după caractere proprii și după analiza impactului factorilor de risc, se va analiza starea de sănătate a resurselor de sol aflate în cele 3 condiții: înainte, în timpul și după conversia către legumicultura ecologică.

6. Concluzii și mod de valorificare:

- Se vor evidenția principalii factori și determinanți ecologici, climatici și edafici, stresanți prin lipsă sau exces
- Se vor identifica și evalua efectele principalilor factori de risc
- Se vor interpreta și monitoriza rezultatele studiilor ecopedologice și pedobiologice, în corelație cu datele obținute de ceilalți parteneri de cercetare, în vederea evaluării stării de sănătate a resurselor de sol, a stabilirii trasabilității contaminanților la culturile studiate în diferite faze ale reconversiei spre legumicultura ecologică.

d) Fișa de cercetare pentru activitatea A2.2. - Stabilirea surselor generatoare de risc și a modului de intersecție cu fluxul tehnologiei de cultivare

1. Scop și obiective:

Scop - Studii de caz ecopedologice și pedobiologice în diferite condiții ecologice din areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la

reconversie către legumicultura ecologică în vederea stabilirii principalelor surse generatoare de risc

Obiective:

-Evidențierea și evaluarea modului de acțiune al principalilor surse de risc pentru legumele proaspete

-Identificarea modului și a intensității intersecției surselor generatoare de risc cu fluxul tehnologic al speciilor legumicole luate în studiu

2. Locul de realizare a studiilor:

-Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare de contractare: 79.040 lei

4. Material și metode de lucru:

-Prelevarea de probe de sol din diferite areale ecologice cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică, conform metodologiei studiilor pedologice și microbiologice edafice

-Evaluarea cantitativă și calitativă a specificului ecologic în condiții de stres determinat de sursele de risc prin fișe de specific ecologic

5. Rezultate preconizate (estimate):

-Identificarea principalilor surse generatoare de risc din diferite areale ecologice cu tradiție legumicolă din NE României

-Evidențierea modului de intersecție ale acestor surse de risc cu fluxul tehnologic de cultivare

-Stabilirea și evaluarea principalelor efecte stresante și limitative ale principalelor surse de risc

6. Concluzii și mod de valorificare:

--Identificarea principalilor surse generatoare de risc, din diferite areale ecologice cu tradiție legumicolă din NE României în condiții de specific ecologic local, permit analiza cantitativă și calitativă a efectelor acestora asupra resurselor de sol și asupra siguranței alimentare a legumelor proaspete

-Rezultatele obținute vor fi utilizate pentru elaborarea raportului de cercetare pe etapă și a celui final

-Rezultatele cercetărilor vor fi utilizate la întocmirea unor lucrări științifice

e) Fișa de cercetare pentru activitatea A.2.3. - Studiul stării de sănătate și analiza activității microbiologice a solului

1. Scop și obiective:

Scop: Stabilirea tabloului general cu principalii factori de risc și a impactului acestora asupra stării de sănătate a legumelor proaspete.

2. Locul de realizare a studiilor:

-Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare de contractare: 60.200 lei

4. Material și metode de lucru:

-Prelevarea de probe de sol și de analize în teren în vederea stabilirii stării de sănătate al resurselor de sol aflate sub impactul unor surse generatoare de risc

-Evaluarea principalelor potențiale fiziologice enzimatic și biotice în condiții de stres determinat de sursele de risc prin indicatori de calitate pedobiologică și metodologie specifică.

5. Rezultate preconizate(estimate):

-Se vor prezenta rezultatele și analize asupra valorilor unor potențiale fiziologice enzimatic și biotice în soluri din diferite areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

6. Concluzii și mod de valorificare:

-Rezultatele pedobiologice sezoniere obținute din diferite areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă vor completa baza de date pentru studiul stării de sănătate a legumelor proaspete.

f) Fișa de cercetare pentru activitatea A 2.4-Analiza factorilor de risc la sol, apă, planta și produs proaspăt

1. Scop și obiective:

Scop: Evidențierea efectelor și a intensității acțiunilor factorilor de risc asupra principalilor indicatori de calitate ecopedologici și pedobiologici ai resurselor de sol din areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

Obiective:

-Determinări privind efectele acțiunii factorilor de risc asupra principalilor indicatori de calitate ai resurselor de sol în diferite etape al fluxului tehnologiei de cultivare a legumelor
-Monitorizarea datelor științifice în vederea stabilirii sistemului de trasabilitate pentru siguranța alimentară a legumelor proaspete.

2. Locul de realizare a studiilor:

-Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare contractare: 21.000 lei

4. Material și metode de lucru:

-Analize și observații în teren și laborator a influenței impactului ecologic negativ al principalilor factori de risc asupra indicatorilor de calitate edafici și biologici, prin metodologia specifică

5. Rezultate preconizate (estimate):

-Se vor obține date sezoniere de interes pedobiologic și ecopedologic din diferite areale ecologice de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

-Se vor stoca aceste date științifice într-o bancă de date pentru monitorizarea siguranței alimentare a legumelor proaspete

-Se vor putea stabili modele de conversie la producția legumicolă ecologică, necesare producătorilor legumicoli și pentru Strategia de Dezvoltare Durabilă a Regiunii de NE a României

6. Concluzii și mod de valorificare:

-Rezultatele cercetărilor vor contribui la întocmirea raportului de activitate pe etapă și a celui final.

-Se va întocmi tabloul general al principalilor factori de risc, sistemul de trasabilitate și planuri de conversie pentru legumicultura ecologică

-Se vor realiza lucrări științifice și se va participa la manifestări tehnico-științifice.

g) Fișa de cercetare pentru activitatea A.2.5. - Studii de trasabilitate a principalilor contaminanți la culturile alese

1. Scop și obiective:

Scop: Realizarea unui sistem de trasabilitate pentru principalii contaminanți la culturile legumicole din diferite areale ecologice din zona de NE a României în vederea unei monitorizări standard a riscurilor și a posibilităților de intervenție în vederea practicării legumiculturii ecologice

Obiective

- Implementarea unui sistem de trasabilitate pentru principalii factori de risc în cadrul fluxului tehnologic de producere a legumelor proaspete
- Implementarea HACCP în tehnologia de producere a legumelor ecologice

2. Locul de realizare a studiilor:

-Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare de contractare: 89.000 lei

4. Material și metode de lucru:

-Studii și analize ecopedologice și pedobiologice ale calității resurselor de sol în diferite areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

5. Rezultate preconizate(estimate):

- Fișe de caracterizare ecopedologică cantitativă și calitativă a resurselor de sol în funcție de specificul ecologic zonal și local.
- Evidențierea în dinamică sezonieră a impactului factorilor contaminanți în fluxul tehnologic al culturilor legumicole asupra potențialului fiziologic al activității enzimatică și biotice din sol.

6. Concluzii și mod de valorificare:

- Elaborarea unui sistem de trasabilitate a contaminanților de-a lungul fluxului tehnologic legumicol
- Elaborarea unui model tehnic de monitorizare a principalilor factori de risc în cultura legumelor în scopul creșterii securității alimentare a legumelor ecologice proaspete
- Elaborarea planului de aplicare a HACCP la culturile legumicole
- Elaborarea raportului tehnico-științific al etapei și a etapei finale a proiectului
- Fundamentarea principiilor și a bazei tehnologice și științifice privind posibilitatea reconversiei producției legumicole către producția ecologică

h) Fișa de Cercetare pentru activitatea A.3.3. - Studiul diagnozei ecopedologice, dinamica indicatorilor

1. Scop și obiective:

Scop: Analiza ecopedologică și pedobiologică asupra resurselor de sol din areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică, în dinamică pentru al doilea ciclu experimental al proiectului

Obiective:

- Elaborarea fișelor de specific ecologic în areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică
- Elaborarea diagnozei ecopedologice a solurilor după caractere proprii

2. Locul de realizare a studiilor:

-Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare de contractare: 73.525 lei

4. Material și metode de lucru: Efectuarea analizelor de teren și laborator și interpretarea lor în context ecologic, în vederea întocmirii indicatorului sintetic general al calității resurselor de sol aflate sub influența unor factori de risc și stres.

5. Rezultate preconizate (estimate): Studii de diagnoză ecopedologică asupra resurselor de sol din areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică, în dinamică pentru al doilea ciclu experimental al proiectului

6. Concluzii și mod de valorificare:

-Realizarea unui tablou general asupra principalilor indicatori de calitate și sănătate ai resurselor de sol aflate înainte, în timpul și după conversie spre legumicultura ecologică

-Realizarea datelor științifice necesare întocmirii raportului de activitate pe fază și a raportului final

-Materiale informative tehnico-științifice pentru lucrări științifice, seminarii, conferințe, workshopuri, reviste și cărți de specialitate.

i) Fișa de cercetare pentru activitatea A.3.4. - -Evaluarea stării de sănătate a solului, a activității biologice și enzimatică a acestuia

1. Scop și obiective:

Scop: Evaluarea stării activității biotice și enzimatică ale resurselor de sol, în al doilea ciclu experimental în areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică, în dinamică pentru al doilea ciclu experimental al proiectului

Obiective:

- Evaluarea stării de sănătate a resurselor de sol aflate sub impactului contaminanților din culturi legumicole prin indicatori de calitate pedobiologici

- Realizarea sistemului de trasabilitate în culturi și la produse legumicole proaspete și a planului de aplicare a HACCP la culturi legumicole

2. Locul de realizare a studiilor:

-Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare de contractare: 101.000 lei

4. Material și metode de lucru: Analize în teren și laborator, în al doilea ciclu experimental asupra dinamicii activității biotice și enzimatică a solurilor din diferite areale pretabile la conversia spre legumicultura ecologică

5. Rezultate preconizate (estimate): Se vor obține date referitoare la dinamica sezonieră pentru al doilea ciclu experimental, a indicatorilor de calitate edafici de natură pedobiologică în zone impact al unor factori de risc

6. Concluzii și mod de valorificare:

-Se obțin date experimentale asupra stării de sănătate a resurselor de sol în vederea întocmirii raportului de cercetare pentru etapă precum și a celui final

-Realizarea de lucrări științifice și participare la manifestări tehnico-științifice

j) Fișa de cercetare pentru activitatea A.3.5. - Studiul comparativ al trasabilității unor contaminanți la culturile desemnate în al doilea ciclu experimental

1. Scop și obiective:

Scop - Realizarea unui sistem de trasabilitate pentru principalii contaminanți la culturile legumicole din diferite areale ecologice din zona de NE a României în vederea unei monitorizări

standard a riscurilor și a posibilităților de intervenție în vederea practicării legumiculturii ecologice

Obiective

- Implementarea unui sistem de trasabilitate pentru principalii factori de risc în cadrul fluxului tehnologic de producere a legumelor proaspete
- Implementarea HACCP în tehnologia de producere a legumelor ecologice

2. Locul de realizare a studiilor:

- Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare contractare: 1.820.000 lei

4. Material și metode de lucru: Studii și analize ecopedologice și pedobiologice ale calității resurselor de sol în diferite areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică pentru al doilea ciclu experimental

5. Rezultate preconizate(estimate):

- Fișe de caracterizare ecopedologică cantitativă și calitativă a resurselor de sol în funcție de specificul ecologic zonal și local.
- Evidențierea în dinamică sezonieră a impactului factorilor contaminanți în fluxul tehnologic al culturilor legumicole asupra potențialului fiziologic al activității enzimatică și biotice din sol

6. Concluzii și mod de valorificare:

Datele experimentale pedobiologice și ecopedologice, pentru al doilea ciclu experimental vor contribui la:

- Elaborarea unui sistem de trasabilitate a contaminanților de-a lungul fluxului tehnologic legumicol
- Elaborarea unui model tehnic de monitorizare a principalilor factori de risc în cultura legumelor în scopul creșterii securității alimentare a legumelor ecologice proaspete
- Elaborarea planului de aplicare a HACCP la culturile legumicole
- Elaborarea raportului tehnico-științific al etapei și a etapei finale a proiectului
- Fundamentarea principiilor și a bazei tehnologice și științifice privind posibilitatea reconversiei producției legumicole către producția ecologică

k) Fișa de cercetare pentru activitatea A.3.6 - Evoluția factorilor de risc major pe limite de semnificație

1. Scop și obiective:

Scop: Studiul evoluției acțiunilor factorilor de risc în al poilea ciclu experimental asupra indicatorilor de calitate ai resurselor de sol din areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

Obiective:

Stabilirea trendului impactului contaminanților pe parcursul fluxului tehnologic al legumelor asupra stării de sănătate a solului și asupra siguranței alimentare a legumelor proaspete

Stabilirea eficienței HACCP în studiul, controlul și prevenirea riscurilor acțiunii contaminanților asupra legumelor proaspete

2. Locul de realizare a studiilor:

- Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare contractare:

4. Material și metode de lucru: Analize și interpretări asupra însușirilor de calitate a resurselor de sol din punct de vedere pedobiologic și ecopedologic, prin metodologie specifică

5. Rezultate preconizate(estimate):

- Evidențierea dinamicii și a intensității acțiunii factorilor de risc în al doilea ciclu experimental
- Monitorizarea și interpretarea consecințelor acțiunii factorilor de risc
- Evaluarea stării de sănătate a solului, pentru al doilea ciclu experimental

6. Concluzii și mod de valorificare:

- Evaluarea stării de sănătate în terenuri aflate înainte, în timpul și imediat după conversie
- Elaborare modelului standard de monitorizare a siguranței alimentare a legumelor ecologice

l) Fișa de cercetare pentru activitatea A.4.2. - Determinarea corelațiilor dintre factorii de risc și impactul asupra recoltei

1. Scop și obiective:

2. Locul de realizare a studiilor:

-Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare de contractare:

4. Material și metode de lucru:

Studii de teren și laborator și recoltări probe ecopedologice și pedobiologice, după metode specifice

Analiza și interpretarea rezultatelor sezoniere și pe cicluri experimentale asupra valorii și dinamicii indicatorilor edafici de calitate aflați sub influența impactului unor factori de risc

5. Rezultate preconizate(estimate):

- Realizarea unei baze complexe de date experimentale referitoare la impactul negativ al unor factori de risc asupra resurselor de sol și asupra siguranței alimentare ale legumelor proaspete
- Evidențierea principalelor efecte ale acțiunii negative a factorilor de risc
- Evaluarea și evoluția stării de sănătate a resurselor de sol și a produselor legumicole proaspete comparativ cu a celor obținute prin legumicultura ecologică

6. Concluzii și mod de valorificare:

Datele experimentale obținute pe parcursul anilor de derulare a proiectului în areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică vor asigura suportul pentru finalizarea cercetărilor. Se vor contura arealele preferențiale din NE României pentru zona legumicolă în vederea conversiei către o producție de legume proaspete ecologice. Rezultatele cercetărilor complexe și multidisciplinare vor ajuta la întocmirea unor recomandări tehnico-științifice pentru cei interesați în abordarea legumiculturii ca alternativă de exploatare agricolă într-o dezvoltare durabilă

m) Fișa de cercetare pentru activitatea A.4.3. -Elaborarea sistemului de trasabilitate pentru siguranța alimentară a legumelor proaspete din culturile alese

1.Scop și obiective:

Scop: Elaborarea sistemului de trasabilitate, ca metodă modernă de urmărire, monitorizare și evidențiere, pe întregul flux tehnologic a acțiunilor care să asigure siguranța alimentară pentru legumele consumate în stare proaspătă

Obiective:

- Evaluarea condițiilor de specific ecologic global, zonal și local din areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică
- Evaluarea stării de sănătate a solului prin indicatori de calitate sintetici, pedobiologici și pedoecologici

-Elaborarea unui sistem de trasabilitate pentru controlul siguranței alimentare a legumelor consumate în stare proaspătă

2. Locul de realizare a studiilor:

-Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare contractare: 172.000 lei

4. Material și metode de lucru: Metodologia de studii specifică cercetărilor ecopedologice și pedobiologică analizează date sintetice cantitative și calitative edafice privind interacțiunea sol-contaminanți. Se analizează factorii și determinanții ecologici de impact global precum și efectele lor ecologice negative

5. Rezultate preconizate (estimate):

-Fișe de caracterizare ecopedologică cantitativă și calitativă a resurselor de sol în funcție de specificul ecologic zonal și local și în funcție de impactul contaminanților

-Evidențierea în dinamică sezonieră a impactului factorilor contaminanți în fluxul tehnologic al culturilor legumicole asupra potențialului fiziologic al activității enzimatică și biotice din sol

6. Concluzii și mod de valorificare:

Datele experimentale pedobiologice și ecopedologice, pentru întreg ciclul experimental 2008-2011 vor contribui la:

-Elaborarea unui sistem de trasabilitate a contaminanților de-a lungul fluxului tehnologic legumicol

-Elaborarea unui model tehnic de monitorizare a principalilor factori de risc în cultura legumelor în scopul creșterii securității alimentare a legumelor ecologice proaspete

-Elaborarea planului de aplicare a HACCP la culturile legumicole

-Elaborarea raportului tehnico-științific al etapei și a etapei finale a proiectului

-Fundamentarea principiilor și a bazei tehnologice și științifice privind posibilitatea reconversiei producției legumicole către producția ecologică

**n) Fișa de cercetare pentru activitatea A.4.4. - Descrierea principiilor, etapelor și metodelor folosite în monitorizarea siguranței alimentare a legumelor ecologice proaspete.
Descrierea fluxului tehnologic optimizat**

1. Scop și obiective:

Scop: Elaborarea unui model tehnic de monitorizare a principalilor factori de risc în cultura legumelor în scopul creșterii securității alimentare a legumelor ecologice proaspete

-Elaborarea de modele de conversie la producția ecologică

Obiective:

Elaborarea bazei de date tehnico-științifice în vederea fundamentării unui sistem de monitorizare standard în vederea respectării securității și siguranței alimentare

Monitorizarea fluxului tehnologic legumicol cu ajutorul HACCP

2. Locul de realizare a studiilor:

-Localități și areale de interes preferențial și cu tradiție legumicolă din județe din NE României pretabile la reconversie către legumicultura ecologică

3. Valoare contractare: 212.023 lei

4. Material și metode de lucru:

-Studii ecopedologice și pedobiologice de caz în areale pretabile la reconversie spre legumicultura ecologică prin: fișe de specific ecologic, diagnoza ecopedologică a solului, studiul unor indicatori de calitate edafici, studii de impact antropoc și de poluare prin diferiți contaminanți chimici

-Studii în dinamică sezonieră a evoluției stării de sănătate a solului și de asigurare a siguranței alimentare

5. Rezultate preconizate (estimate):

Elaborare de fișe de specific ecologic, de fișe privind evoluția activității potențialelor fiziologice biotice și enzimatică ca indicatori ai calității și sănătății resurselor de sol

Evaluarea și evidențierea evoluției stării de calitate și sănătate pe cicluri de flux tehnologic anuale

6. Concluzii și mod de valorificare:

- Rezultatele experimentale obținute în diferite condiții ecologice din areale pretabile la conversia spre legumicultura ecologică în zona de NE a României vor sta la baza întocmirii referatului tehnico-științific al proiectului

- Se vor publica lucrări științifice și se va participa la diferite manifestări tehnico-științifice

- Se va elabora modelul standard de monitorizare a siguranței alimentare a legumelor ecologice proaspete

- Se va elabora și utiliza un sistem fiabil de trasabilitate pentru controlul siguranței alimentare a legumelor proaspete

4.8.2. Fișele de cercetare pentru experiențele suport din teren (SCDL Bacău și UȘAMV Iași)

a) Fișa de cercetare pentru experiența “Studiul comparativ cu soiuri și hibrizi de tomate, ardei gras, pătlăgele vinete și castraveți în solarii, în condiții ecologice

Experimentarea se realizează în solariile construite din fondurile obținute prin proiecte de cercetare și cuprinde următoarele variante:

Tomate

Nr. Var.	Hibridul	Provenienta	Observatii
1	Berbula F1	Enza Zaden	
2	Prekos F1	Geosem	
3	Ruen F1	Geosem	
4	Gorka F1	Western Sed	
5	Cristal F1	Claus	

Experiența se realizează în trei repetiții în blocuri randomizate.

În bandă se cultivă dovlecel - Milet F1.

Ardei gras

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Milica F1	Enza Zaden	
2	E-42.34495 F1	Enza Zaden	
3	Magno F1	Enza Zaden	
4	Crops F1	ZKI	
5	Ceres	Soi SCDL Bacau	
6	Export	Romania	
7	Garden Sunshine	Seed Savers	
8	Emese F1	ZKI	
9	11 - R	Linie de Bacau	

Experiența se realizează în 2 repetiții în blocuri randomizate

Pătlăgele vinete

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Edna F1	Hazera	
2	Epic F1	Petoseed	
3	Mirabella F1	Asgrow	
4	Black Pearl F1	Enza Zaden	

Castraveți

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Nadeshda F1	Royal Sluis	
2	Mirabelle F1	Royal Sluis	
3	Exposa F1	Enza Zaden	
4	Carteyo F1	Enza Zaden	

Experiența se realizează în trei repetiții în blocuri randomizate

Toate cele trei experimente din solarii se înființează cu răsaduri produse în solarii, în condiții bio-eco, la ghiveci, fiind cultivate pe sol mulcit cu folie neagră, irigarea realizându-se prin picurare. Rasadurile se produc în perioada imediat următoare.

b) Fișa de cercetare pentru experiența „Studiu comparativ cu soiuri și hibrizi de tomate, pătlăgele vinete și ceapă, telină și porumb dulce cultivate în câmp în condiții ecologice”

Se experimentează pe următoarele specii și soiuri:

Tomate

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Unirea	SCDL Bacău	
2	LM - 08	Linie Bacău	
3	Ace royale	Industrie	
4	Roma	SCDL Bacău	
5	Kristy 47		

Experimentarea se realizează în 4 repetiții în blocuri randomizate

Ardei gras și gogosar

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Ceres	SCDL Bacău	
2	Export	SCDL Bacău	
3	Garden Sunshine	Seed Savers	
4	Lider	SCDL Bacău	

Experimentarea se realizează în 4 repetiții în blocuri randomizate

Vinete

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Contesa	SCDL Bacau	
2	Clarina F1	Asgrow	
3	Edna F1	Hazera	
4	Aragon F1	Hazera	

Experimentarea se realizează în 4 repetiții în blocuri randomizate
Telina

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Bistrita	SCDL Bacau	
2	Ibis		
3	Goliath		

Experimentarea se realizează în 4 repetiții în blocuri randomizate

Ceapă din arpagic

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Stuttgart	SCDL Bacau	

Porumb dulce

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Dulce de bacau	SCDL Bacau	

Culturile de ceapă s-au înființat în perioada 25-30 martie 2008 pe teren modelat, cu trei rânduri pe brazdă.

Ceapa se cultivă în asociație cu ridiche pentru a combate musca cepei.

Culturile de Solanacee se realizează prin răsaduri produse în solarii în palete alveolare și vor fi plantate în perioada 5-15 mai 2009 în poligonul experimental conform schemelor de plantare recomandate pentru culturi ecologice de legume.

Se va administra compost de fermă (20 t/ha). Irigatul se asigură prin picurare.

c) Fișa de cercetare pentru experiența „Studiul comparativ cu soiuri și hibrizi de tomate, pătlăgele vinete și ceapă în câmp, în condiții de culturi convenționale”

Se experimentează pe următoarele specii și soiuri:

Tomate

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Unirea	SCDL Bacau	
2	LM - 08	Linie Bacau	
3	Ace royale	Industrie	
4	Roma	SCDL Bacau	
5	Kristy 47		

Experimentarea se realizează în 4 repetiții în blocuri randomizate

Ardei gras si gogosar

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Ceres	SCDL Bacău	
2	Export	SCDL Bacău	
3	Garden Sunshine	Seed Savers	
4	Lider	SCDL Bacău	

Experimentarea se realizează în 4 repetiții în blocuri randomizate

Vinete

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Contesa	SCDL Bacau	
2	Clarina F1	Asgrow	
3	Edna F1	Hazera	
4	Aragon F1	Hazera	

Experimentarea se realizează în 4 repetiții în blocuri randomizate

Telina

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Bistrita	SCDL Bacau	
2	Ibis		
3	Goliath		

Experimentarea se realizează în 4 repetiții în blocuri randomizate

Ceapă din arpagic

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Stuttgart	SCDL Bacau	

Porumb dulce

Nr. Var.	Hibrid/soi	Provenienta	Observatii
1	Dulce de bacau	SCDL Bacau	

Culturile de ceapă se înființează în perioada 25-30 martie 2009 pe teren modelat, cu trei rânduri pe brazdă.

Ceapa se cultivă în asociație cu ridiche pentru a combate musca cepei și a fi aceeași tehnologie de înființare ca și în cultura bio..

Culturile de Solanacee se realizează prin răsaduri produse în solarii în palete alveolare și vor fi plantate în perioada 5-15 mai 2009 în poligonul experimental conform schemelor de plantare recomandate pentru culturi ecologice de legume.

Se va administra compost de fermă (20 t/ha). Irigatul se asigură prin picurare.

4.8.3. Metodologii de lucru propuse pentru a fi folosite în cercetările de studii pedogeochimice

a) Metodologia pentru studiul proceselor pedogeochimice în regim static – instalații experimentale

Prin acest studiu se urmăresc trei obiective: studiul proceselor globale, studiul proceselor de la interfața mineral / soluție și studiul detaliat a unor procese elementare determinante pentru dinamica proceselor globale sau etape de reacție rapide. În figurile 24 și 25 sunt prezentate schemele de principiu pentru două dintre instalațiile experimentale realizate de noi care vor fi utilizate în cadrul acestui proiect la modelarea experimentală a dinamicii factorilor chimici de risc în sistemele sol – apă – plante.

Varianta A.1 (figura 4.1). Componenta principală o constituie microreactorul (1), construit din sticlă Pyrex, cu un volum total de 1250 cm³ și utilizat la un volum de lucru optim de 800 cm³. În interiorul microreactorului fazele solide (19) sunt plasate pe un suport (18) confecționat din teflon sub forma unei plăci perforate. În această variantă de lucru este necesar ca granulația fazelor solide să fie mai mare decât diametrul găurilor din suportul de teflon (18). Dacă este necesară agitarea fazei lichide, fără perturbarea fazei solide, sub placa suport pentru fazele solide se plasează stiererul (6) pentru agitatorul magnetic (5). În acest caz turația agitatorului magnetic se stabilește astfel încât circulația soluției de sub placa suport de teflon să nu producă dispersarea fazei solide. Pentru agitarea soluției de deasupra fazei solide se poate utiliza un agitator mecanic (9) având o formă adecvată și reglat la o turație care să nu perturbe faza solidă. Dacă nu interesează starea fazei solide, atunci se poate renunța la placa suport (18), agitarea putându-se realiza magnetic și / sau mecanic.

Pentru experimentele în care este necesară încălzirea, la microreactor (1) se poate atașa o manta de încălzire electrică (2) prevăzută cu un regulator de temperatură (3). Controlul temperaturii în microreactor se poate realiza cu un termocuplu / termometru (8). Dacă se realizează monitorizarea pH-lui, potențialului redox și / sau a concentrației unui component chimic cu ajutorul senzorilor electrochimici, atunci temperatura de lucru în microreactor nu trebuie să depășească 45°C. În cazul lucrului la temperaturi mai mari de 90°C există riscul deteriorării garniturilor (16) prin intermediul cărora se realizează montarea capacului reactorului, a manșoanelor de etanșare pentru dispozitivul de prelevare a probelor de soluție, a termometrului sau a agitatorului mecanic, ceea ce poate conduce la contaminarea fazelor reactante sau la modificarea presiunii în microreactor. Dacă se realizează modelarea experimentală la o temperatură constantă, mantaua de încălzire se poate îndepărta, iar reactorul se termostatează. În acest caz se poate realiza numai agitarea mecanică. Monitorizarea pH-lui, potențialului redox sau a concentrației unui element chimic (metal greu) se poate realiza cu ajutorul unor cupluri de senzori electrochimici adecvați (7), care sunt fixați etanș în microreactor prin ștuțurile speciale cu care este prevăzut acesta. Fixarea senzorilor electrochimici la microreactor se poate face fie prin șlif, fie prin intermediul unui manșon de teflon sau poliuretan.

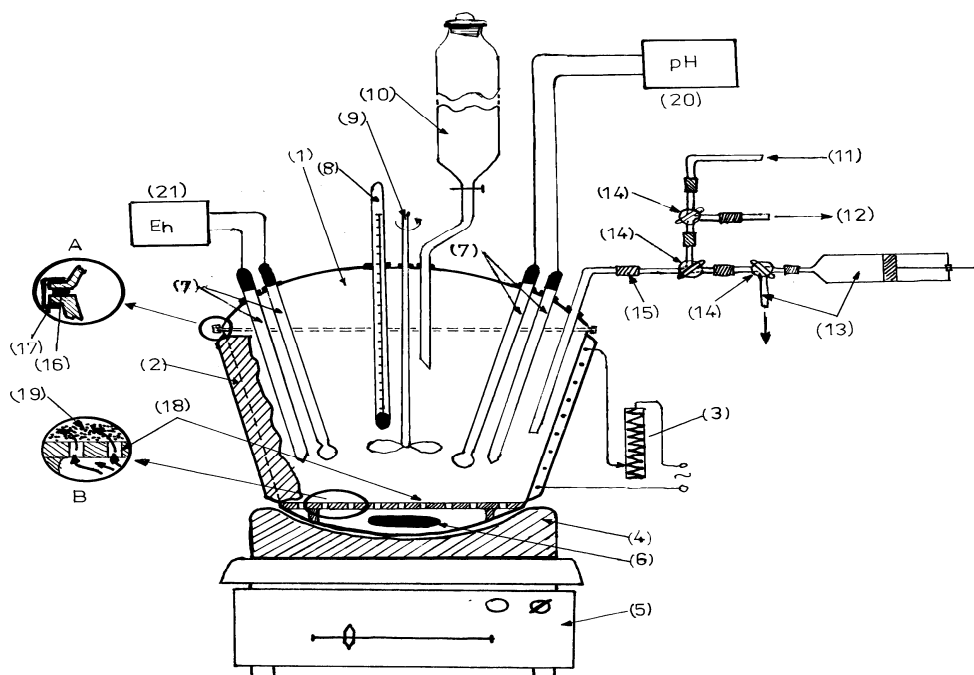


Fig. 4.1. - Schema de principiu a instalației A.1 care va fi utilizată în cadrul acestui proiect la modelarea experimentală a dinamicii factorilor chimici de risc în sistemele sol – apă – plante în regim static: (1) microreactor; (2) manta de încălzire electrică; (3) reostat; (4) placă de aluminiu; (5) agitator magnetic cu plită de încălzire; (6) stirer; (7) senzori electrochimici; (8) termometru (termocuplu); (9) agitator mecanic; (10) pâlnie picurătoare (dispozitiv de dozare a fazei lichide); (11) tub racordare la butelii de gaze (sau instalații de preparare a gazelor în laborator); (12) tub de racordare la vid; (13) dispozitiv pentru colectarea probelor de soluție; (14) robinete; (15) tuburi și racorduri flexibile; (16) garnitură de etanșare; (17) clemă (brățară) de fixare a capacului și etanșare a microreactorului; (18) placă suport pentru fazele solide; (19) fază solidă; (20) pH-metru; (21) potențiomtru / ionograf (detalii în text).

Dispozitivul (13) are un rol mai complex, comparativ cu celelalte componente ale instalației A.1. Acesta este utilizat la colectarea probelor de soluție pentru analize și pentru controlul condițiilor de lucru în microreactor, atunci când se realizează modelarea experimentală la presiuni mai mici sau mai mari decât presiunea atmosferică (instalația prezentată nu rezistă la presiuni mai mici de 0,5 atm și mai mari de 1,75 atm), sau dacă se lucrează sub fază gazoasă diferită de atmosfera normală (CO₂; H₂S; N₂; Ar etc.). Prin sistemul de tuburi (11; 12), racorduri flexibile (15) și robinete (14) se poate conecta microreactorul la vid, la o butelie sau la o instalație de preparare a gazelor, necesare realizării atmosferei în microreactor. Presiunea din microreactor se poate urmări cu un manometru obișnuit. Pentru prelevarea probelor de soluție din microreactor, în vederea efectuării analizelor chimice, se utilizează dispozitivul tip „seringă” (13) montat la sistemul de tuburi care este prevăzut cu o capilară imersată în faza lichidă din microreactor. Dacă se urmărește evoluția etapelor inițiale rapide ale interacțiunii mineral / soluție sau pentru studiul sistemelor omogene lichide, la microreactor poate fi montată o pâlnie picurătoare sau un dispozitiv de dozare (10) pentru introducerea fazei lichide în microreactor.

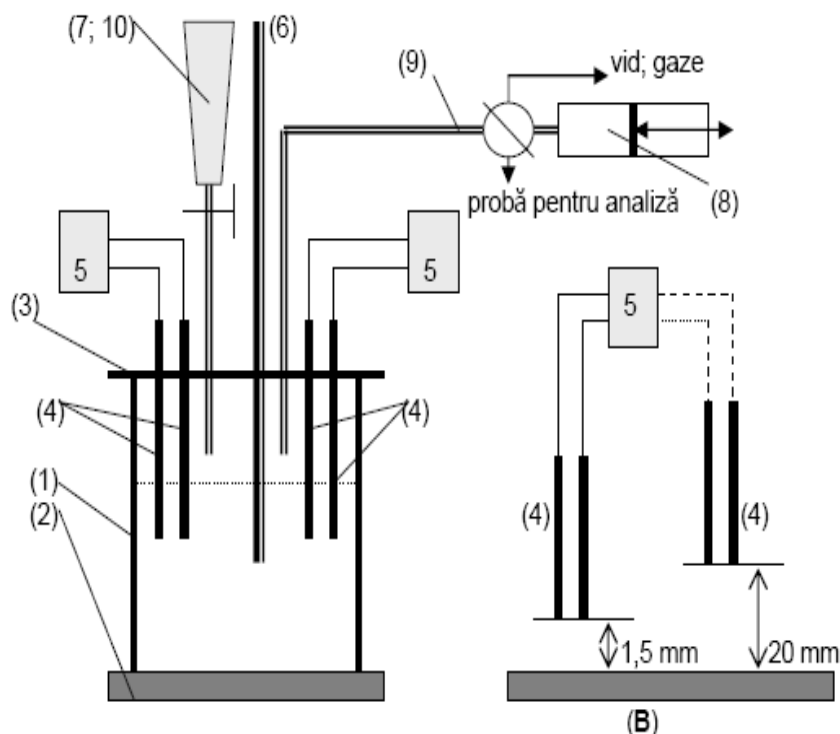


Fig. 4.2. Schema de principiu a instalației A.2 care va fi utilizată în cadrul acestui proiect la modelarea experimentală a dinamicii factorilor chimici de risc în sistemele sol – apă – plante în regim static: (1) cilindru de teflon sau sticlă Pyrex; (2) proba solidă (sub formă de secțiune lustruită); (3) capac etanș; (4) senzori electrochimici; (5) pH-metru / potențiomtru / ionograf; (6) termometru / termocuplu; (7) agitator mecanic; (8) dispozitiv pentru colectarea probelor de soluție; (9) capilară din sticlă; (10) pâlnie picurătoare; (B) modul de fixare a senzorilor electrochimici la studiul proceselor de la interfața mineral / soluție (detalii în text).

Varianta A.2 (figura 4.2.). Instalația constă dintr-un cilindru de teflon sau sticlă Pyrex (1), cu diametrul de 60 mm și înălțimea de 100 mm. La partea inferioară a cilindrului se fixează proba solidă (2), sub formă de secțiune lustruită (prin lipire cu un adeziv inert chimic) sau încastrată într-un polimer inert chimic quasisolubil în apă. Este recomandat ca cilindrul să aibă o margine exterioară care se fixează pe proba solidă, iar etanșarea să se realizeze, pe cât posibil, prin părțile exterioare ale cilindrului. La partea superioară se fixează etanș, prin îmbinare demontabilă, un capac (3), confecționat din același material ca și cilindrul. Pe capac se montează senzorii electrochimici (4), conectați la pH-metru / potențiomtru / ionograf (5), termometrul / termocuplul (6) și, dacă este necesar, agitatorul mecanic (7). Probele de soluție pentru analiză, atunci când este cazul, se colectează cu ajutorul dispozitivului tip seringă (9) prin intermediul capilarei (8). După scopul urmărit de modelările experimentale, la instalația de lucru se poate monta o pâlnie picurătoare (10) sau un dispozitiv de dozare a fazelor lichide, respectiv un dispozitiv de control și reglare a condițiilor din instalația de lucru (similar dispozitivului 13 de la instalația A.1).

Această instalație poate fi utilizată cu rezultate bune pentru studiul proceselor de la interfața mineral / soluție (în condiții statice și fără agitare): procesele acido-bazice și procesele redox superficiale, procesele de complexare și adsorbție la interfață. Pentru studiul proceselor acido-bazice superficiale se pot utiliza două cupluri de senzori electrochimici montați la distanțe diferite față de suprafața fazei solide. Un cuplu de senzori a fost montat la cca 1,5 mm, iar al doilea cuplu de senzori a fost montat la cca 20 mm de suprafața fazei solide (figura 5). Această manieră de lucru permite determinarea simultană a pH-ului, potențialului

redox și a concentrațiilor anumitor specii chimice, atât la interfața mineral / soluție, cât și în masa soluției. O variantă puțin modificată a acestei instalații, în care pâlnia picurătoare a fost înlocuită cu o microbiuretă, a permite studiul proceselor de difuzie a cationilor metalici în fazele metastabile de geluri (silicaticice și aluminosilicaticice) formate prin precipitare la suprafața fazei solide, în condiții statice și fără agitare.

Instalația experimentală A.2 prezintă următoarele inconveniente: nu se pot realiza studii decât la temperatură obișnuită - adaptarea unei mantale de încălzire atașată la pereții exteriori ai instalației nu asigură o încălzire uniformă a soluției și a fazei solide; în cazul experimentelor care necesită încălziri, controlul temperaturii în instalație nu poate fi realizat în mod riguros; nu permite efectuarea de experimente la presiuni $> 1,5$ atm sau $< 0,75$ atm; dificultăți în realizarea agitării fazei lichide; flexibilitate de lucru redusă și adaptabilitate mică în raport cu parametrii fizico-chimici operaționali.

b) Metodologia pentru studiul proceselor pedogeochimice în regim dinamic – instalațiile experimentale

Metodologia are ca scop realizarea modelării experimentale a dinamicii factorilor chimici de risc în sistemele sol – apă – plante în regim dinamic au fost concepute și realizate două instalații experimentale (figurile 4.3. și 4.4.) care vor fi utilizate pentru realizarea studiilor în cadrul acestui proiect.

Varianta B.1 (figura 4.3. „autoclava monostrat”). Componenta principală a instalației o constituie autoclava (1), de formă cilindrică, confecționată din sticlă Jena, închisă etanș la ambele capete prin îmbinări demontabile. Fazele solide (2) sunt plasate în interiorul autoclavei pe un suport special (3) confecționat din sticlă (de același tip ca și autoclava) sau din teflon, sub forma unor mase filtrante sau discuri perforate. Porozitatea suportului, respectiv diametrul găurilor practicate în acesta, se stabilesc în funcție de granulația fazelor solide utilizate, regimul și debitul de curgere a fazelor lichide prin instalație. În cazul experimentelor care necesită și încălzire, fazele lichide sunt introduse în instalație încălzite la temperatura necesară, iar încălzirea fazelor solide se realizează prin atașarea unei mantale de încălzire electrică (4), prevăzută cu regulator de temperatură, la partea exterioară a autoclavei în zona de plasare a fazei solide. Controlul temperaturii în autoclavă se poate realiza cu un sistem de 3 termometre sau termocupluri (5), plasate în interiorul fazei solide, în faza lichidă stagnantă de deasupra fazei solide și respectiv în faza lichidă colectată în blazul autoclavei. Monitorizarea parametrilor fizico-chimici operaționali se realizează cu ajutorul senzorilor electrochimici (6) montați la blazul autoclavei și conectați la ionometrul / pH-metrul / potențimetrul (7). Periodic, din soluția colectată în blazul autoclavei, sunt prelevate probe de soluție pentru analize, prin intermediul robinetului (8). Pentru controlul debitului de curgere a fazelor lichide, la diferite intervale de timp, a fost măsurat volumul de soluție colectat în blazul autoclavei. În funcție de modul de circulație a fazelor fluide prin autoclavă au fost adoptate următoarele variante de lucru:

- Curgere gravitațională (circulație descendentă a fazelor lichide) - fazele lichide sunt introduse pe la partea superioară, prin intermediul unui sistem de distribuție (9) care realizează și uniformizarea curgerii lichidului.

- Ascensiune capilară (circulație ascendentă a fazelor lichide) - fazele lichide sunt introduse pe la partea inferioară a autoclavei. În acest caz, vasul de blaz este înlocuit cu sistemul de distribuție a lichidului (8), iar soluția este colectată, după trecerea prin stratul de solid, prin intermediul unui tub cu robinet, într-un vas separat prevăzut cu anexe montate pe blazul coloanei (senzori electrochimici, termometre etc.).

- Regim de curgere fluctuant - inițial fazele lichide sunt introduse în autoclavă pe la partea inferioară, analog cazului (2), iar după evacuarea aproape integrală a soluției pe la partea inferioară, aceasta se reintroduce în autoclavă pe la partea superioară, analog cazului

(1). Practic se modifică nivelul hidrostatic al fazei lichide în autoclavă astfel încât să se realizeze periodic acoperirea integrală a fazei solide cu soluție și eliminarea integrală a soluției din faza solidă.

În raport cu modul de distribuție a fazei solide în instalația de lucru, se pot realiza mai multe variante de lucru: fază monominerală în monostrat, fază monominerală în polistrat, fază poliminerală în monostrat și fază poliminerală în multistrat. În variantele polistrat, fazele solide au fost plasate pe suporturi individuale și dispuse în straturi succesive conform succesiunii orizonturilor din profilele de sol studiate sau conform unei anumite strategii experimentale. La utilizarea acestor variante de lucru, între două straturi succesive de faze solide au fost intercalate straturi subțiri de vată minerală.

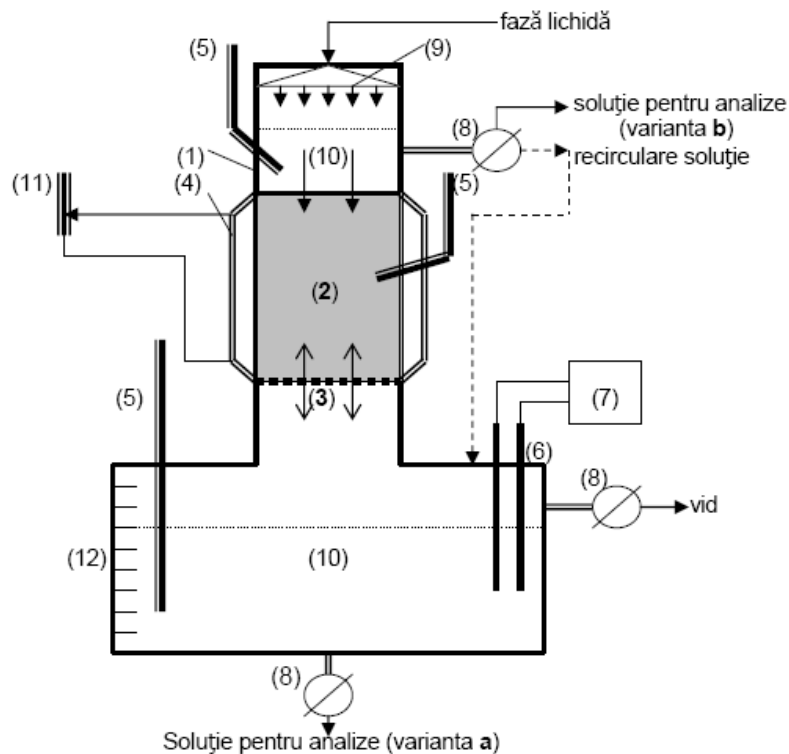


Fig. 4.4. Schema de principiu a instalației B.1 care va fi utilizată în cadrul acestui proiect la modelarea experimentală a dinamicii factorilor chimici de risc în sistemele sol – apă – plante în regim dinamic: (1) autoclavă; (2) faza solidă; (3) suport pentru faza solidă; (4) manta de încălzire electrică; (5) termometre (termocupluri); (6) senzori electrochimic; (7) ionometru / pH-metru / potențiomtru; (8) robinete; (9) sistem de distribuție a fazei fluide; (10) fază lichidă; (11) reostat; (12) blazul autoclavei. Cu linii întrerupte este figurată circulația fazelor lichide (detalii în text).

Din punct de vedere experimental, instalația B.1 are mai multe avantaje, fiind foarte flexibilă și ușor de adaptat la diferite variante de lucru, atât pentru studiul proceselor rapide, cât și pentru studiul proceselor lente care necesită monitorizări ale parametrilor fizico-chimici operaționali pe intervale relativ mari de timp. Prin modificări adecvate, instalația a fost utilizată și la studiul proceselor de speciație chimică.

Inconveniente de lucru ale instalației experimentale B.1: dificultăți în realizarea condițiilor optime de lucru și la controlul acestora pe durata determinărilor experimentale (atmosfera și presiunea din autoclavă; temperatura de lucru; debitul de curgere a fazelor lichide etc.); nu permite realizarea modelărilor experimentale decât într-un interval termobaric îngust ($15 \div 150^\circ\text{C}$, respectiv $0,5 \div 1,75$ atm.); în cazul fazelor solide cu granulații mai mici de 0,100 mm se poate produce înfundarea coloanei prin astuparea porilor suportului

pentru fazele solide sau chiar trecerea particulelor fine în faza lichidă colectată în blazul autoclavei; în cazul modelării proceselor lente se poate produce blocarea coloanei prin cimentarea fazei solide sau prin depunerea unor minerale formate „in situ”.

Varianta B.2 (figura 4.5; „autoclava polistrat”). În principiu, autoclava polistrat constă din cuplarea în același ansamblu a două (posibil și mai multe) autoclave monostrat. Modulele de lucru pot funcționa separat (individual) sau conectate între ele. Din punct de vedere practic este foarte util ca asamblarea modulelor de lucru să se realizeze prin îmbinări demontabile și flexibile. Funcționarea individuală a modulelor de lucru și variantele experimentale care pot fi abordate sunt identice cu cele descrise la instalația B.1. Principalul avantaj al instalației B.2, comparativ cu celelalte instalații prezentate în acest capitol sau cu cele prezentate în literatură, îl constituie posibilitatea studierii în detaliu a proceselor complexe sol / soluție într-un spectru relativ larg de variație a parametrilor fizico-chimici operaționali ai fazelor lichide. Astfel, pot fi studiate simultan procesele de interacțiune ale aceleiași faze solide utilizând faze lichide cu caracteristici fizico-chimice diferite, sau invers.

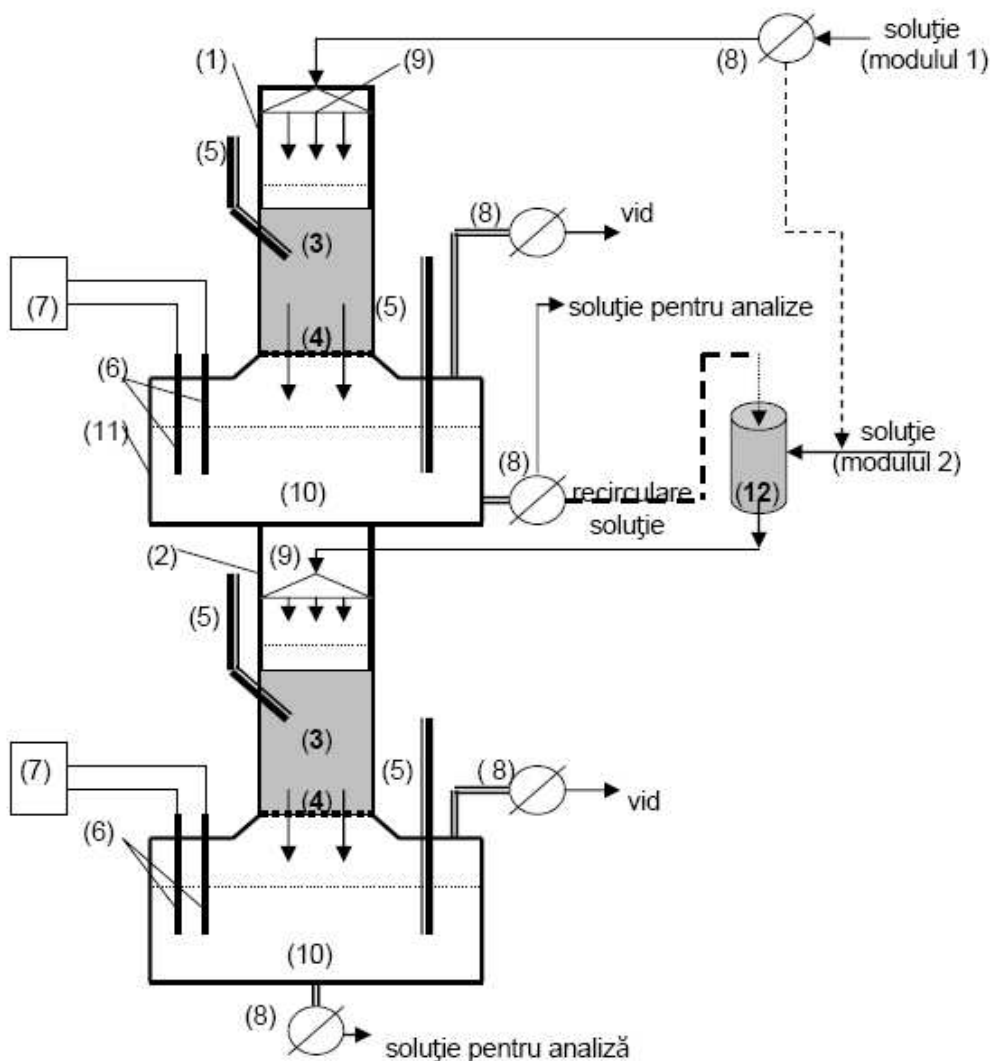


Fig. 4.5. Schema de principiu a instalației (B.2 care va fi utilizată în cadrul acestui proiect la modelarea experimentală a dinamicii factorilor chimici de risc în sistemele sol – apă – plante în regim dinamic: (1; 2) module de lucru (autoclave tip B.1); (3) faze solide; (4) suporturi pentru fazele solide; (5) termometre (termocupluri); (6) senzori electrochimici; (7) ionometru / pH-metru / potențiomtru; (8) robinete; (9) sisteme de distribuție a fazelor lichide; (10) faze lichide; (11) blazul autoclavei; (12) vas tampon pentru ajustarea parametrilor fizico-chimici ai soluțiilor de intrare în modulul de lucru 2.

În cadrul studiilor care se vor realiza în acest proiect, instalația experimentală B.2 (figura 4.5.) va fi utilizată în următoarele variantele experimentale:

1. Studiul influenței caracteristicilor fazelor lichide asupra dinamicii factorilor chimici de risc în sisteme sol-apă-plante – în acest caz, în ambele module de lucru sunt plasate faze solide identice (probe de sol) și sunt utilizate soluții cu caracteristici fizico-chimice diferite:

- soluția rezultată din modulul de lucru 1 este utilizată ca soluție de intrare în modulul de lucru 2 fără ajustarea parametrilor fizico-chimici operaționali;

- soluția de intrare în modulul de lucru 2 este obținută prin ajustarea corespunzătoare a parametrilor fizico-chimici operaționali ai soluției rezultate din modulul de lucru 1;

- ca soluție de intrare în modulul de lucru 2 este o soluție „proaspătă” cu valori ale parametrilor fizico-chimici operaționali diferite de cele ale soluției de intrare în modulul de lucru 1.

2. Studiul influenței caracteristicilor fazelor solide asupra dinamicii factorilor chimici de risc în sisteme sol-apă-plante, respectiv studiul efectelor directe și / sau indirecte ale anumitor factori chimici de risc (metale grele și / sau compuși organici) asupra fazelor componentelor minerale și organice din diferite tipuri de soluri – în acest caz, în modulele de lucru sunt plasate faze solide diferite, însă ca soluții de intrare sunt utilizate faze lichide cu proprietăți fizico-chimice identice.

În linii generale, instalația experimentală B.2 prezintă o serie de inconveniente de ordin practic similare cu cele specificate la instalația B.1. Unul din principalele dezavantaje ale acestei instalații, în variantele descrise anterior, constă în dificultățile pe care le presupune realizarea și controlul condițiilor optime de lucru în regim fluctuant de circulație a fazelor lichide.

c) Metodologia de determinare a metalelor grele din soluri și estimări ale formelor de speciație și a modului de asociere a acestora.

În metodologie sunt prezentate strategiile generale și specifice de lucru care vor fi utilizate de noi în cadrul acestui proiect pentru determinarea metalelor grele din sistemele sol-apă-plante pentru producerea legumelor proaspete. În partea a doua sunt prezentate rezultatele preliminare ale aplicațiilor acestor strategii de lucru la separarea și determinarea metalelor grele din soluri, date care au fost necesare pentru a stabili limitele de aplicabilitate și potențialul de discriminare a metodelor de lucru. În acest scop au fost studiate, sub aspectul selectivității și randamentului, o serie de sisteme de extracție secvențială solid-lichid uzuale, comparativ cu sistemele de extracție apoase bifazice pe bază de polietilenglicool (PEG). O altă problemă urmărită în aceste studii a fost precizia de estimare a ponderii fracțiunilor fixe și mobile din conținutul total de metale grele determinate.

Studiul distribuției și migrației metalelor grele în soluri reprezintă una dintre problemele prioritare a geochimiei mediului, atât datorită toxicității ridicate a acestor metale, cât și datorită perturbărilor majore pe care le pot provoca la nivelul sistemelor biologice și minerale din soluri. În practică, distribuția metalelor grele în soluri este discutată pe baza corelațiilor dintre conținuturile acestora (totale, fracțiunile fixe și mobile) și anumiți parametri fizico-chimici sau geochimici, evaluați cu o precizie mai ridicată sau mai ușor accesibili determinărilor directe: caracteristicile chimico-mineralogice ale solurilor, caracteristicile fizico-chimice și geochimice ale metalelor grele; condițiile în care se realizează distribuția interfazică etc. În raport cu acești parametri este atribuită „calitatea” (mobil, fix, poluant etc.) metalelor grele și microelementelor într-un anumit context pedogeochimic, respectiv se estimează efectele produse de acestea asupra sistemelor sol-apă-plantă. Atribuirea calității de „fix” sau „mobil” unei fracțiuni din conținutul total a unui metal greu se realizează de obicei în raport cu tehnica analitică utilizată pentru determinare și pe baza unor considerații teoretice

sau / și semiempirice, derivate din analogii, extrapolări și / sau generalizări ale unor modele sau date experimentale. Pe această bază se estimează și modurile de asociere relativă a metalelor grele și microelementelor cu componentele minerale și organice ale solului, estimarea ponderii formelor de speciație ale acestora în raport cu un anumit tip de sol, respectiv estimarea biodisponibilității acestora. Nu totdeauna însă astfel de interpretări conduc la concluzii concordante cu comportarea reală a metalelor grele și microelementelor în soluri.

Tabelul 4.1.

Extractanți uzuali pentru separarea și determinarea metalelor grele și microcomponentelor din soluri prin procedeele de extracție secvențială solid-lichid (după A. Sahuquillo *et al.*, 2003, cu modificări după D. Bulgariu *et al.*, 2007)[#].

Agent extractant	Microcomponenți extrași. Comentarii
H ₂ O	Fracțiunea solubilă în apă (F.1) Specii ionice simple sau complexe (M ⁿ⁺ și / [ML _x] ^{(n-x)+} ; x < numărul maxim de coordinare a ionului) din: săruri solubile; slab legate de suprafața fazelor minerale solide.
0.01-0.001 M CaCl ₂	Fracțiunea ușor extractibilă (F.2) Specii ionice simple sau complexe (M ⁿ⁺ și / [ML _x] ^{(n-x)+} ; x < numărul maxim de coordinare a ionului): legate prin legături electrostatice și / sau legături de hidrogen la suprafața fazelor minerale; incluse în micelle coloidale (oxizi și oxihidroxizi de Al, Si, Fe, Mn; sulfuri, carbonați, complecși organo-metalici și / sau argilo-humici).
1.0 M CH ₃ COONH ₄ (pH=7)	
0.1 M NH ₄ NO ₃	
0.1 M Ca(NO ₃) ₂	
0.1 M NaNO ₃	
0.3 M AlCl ₃	
0.1 M BaCl ₂	
1 M MgCl ₂	
1 M Mg(NO ₃) ₂ (pH=7)	
0.43 M CH ₃ COOH	
0.11 M CH ₃ COOH	
0.1 – 1.0 M HCl	
1 M CH ₃ COONa (pH=5; CH ₃ COOH)	Fracțiunea sensibilă la procese de complexare (F.4; ss. legată de faze nesilicatiche) – specii chimice: (i) legate de suprafața fazelor minerale - complecși cu liganzi anorganici și / sau molecule organice mici, (ii) incluse în structura complecșilor organo-metalici și argilo-humici. Pentru solurile din sere și solarii se recomandă utilizarea a HEDTA, EGTA, sau NTA. EDTA și DTPA – recomandate pentru soluri calcaroase.
0.01-0.05 M EDTA	
0.005 M DTPA	
CH ₃ COONa-CH ₃ COOH / EDTA	Fracțiunea ușor / moderat reductibilă și legată de oxizi de Fe și / sau Mn (F.5) - specii: (i) legate de suprafața fazelor minerale prin coprecipitare și sau complexare, (ii) incluse în structura complecșilor organo-metalici și argilo-humici. Diferențiere relativă a speciilor în funcție de proprietățile redox proprii și / sau a fazelor minerale de care se leagă.
0.1-0.5 M H ₂ N-OH.HCl (pH=1.5; HNO ₃)	
(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ / H ₂ C ₂ O ₄	Fracțiunea oxidabilă și legată de material organică și / sau sulfuri (F.6) – speciile metalice incluse în structura complecșilor organo-metalici și argilo-humici. Include parțial și complecșii organo-metalici legați de fazele minerale prin complexare la interfață.
8.8 M H ₂ O ₂ +1 M CH ₃ COONH ₄ (pH=2; HNO ₃)	
0.7 M NaClO (pH=9.5)	
K ₄ P ₂ O ₇ sau Na ₂ P ₂ O ₇	
Apă regală	
HNO ₃ + HF + H ₂ O ₂	Fracțiunea legată de matrice și fazele silicatiche și aluminosilicatiche (F.7; ss. fracțiunea reziduală, fixă) – microcomponenți incluse în structura mineralelor parentale. Poate include și speciile coprecipitate sub formă de compuși greu solubili
HClO ₄ + HNO ₃	

[#]în tabel este dată notația și denumirea fracțiunilor frecvent utilizată în literatură. HEDTA = acid hidroxietilendiaminotetraacetic, EGTA = acid [etilen-glicol-bis(2-aminoetileter)] tetraacetic, NTA = acid nitrotriacetat, EDTA – acid etilendiaminotetraacetic, DTPA = acid dietilen-triamino-tetraacetic.

Literatura de specialitate conține un bogat material referitor la aplicațiile sistemelor de extracție secvențială solid-lichid la separarea și determinarea metalelor grele din soluri. În cazul aplicării acestor metode, calitatea de „fix” sau „mobil” este atribuită metalelor grele în funcție de extractibilitatea în anumiți extractanți (solvenți sau soluții apoase) – *tabelul 4.1*. Sistemele de extracție secvențială solid-lichid (procedeele SPE) utilizate în practică includ 3-7 etape de extracție, prin combinarea convențională a diferitelor tipuri de agenți extractanți. Varietatea largă a combinațiilor posibile de agenți extractanți în cadrul sistemelor de extracție și inconsecvențele privind interpretarea rezultatelor experimentale (de multe ori neconcordant cu tehnica analitică utilizată și tipul solului studiat) limitează drastic posibilitatea de comparare și corelare a datelor existente. Deși există o serie de recomandări privind optimizarea și standardizarea sistemelor de extracție secvențială solid-lichid, aplicate la determinarea metalelor grele din soluri, deocamdată însă se aplică variate procedee cu caracter mai mult sau mai puțin particular. În aceste condiții este dificil de stabilit limitele analitice a sistemelor de extracție secvențială solid-lichid și domeniul de aplicabilitate al acestora la determinarea metalelor grele din soluri.

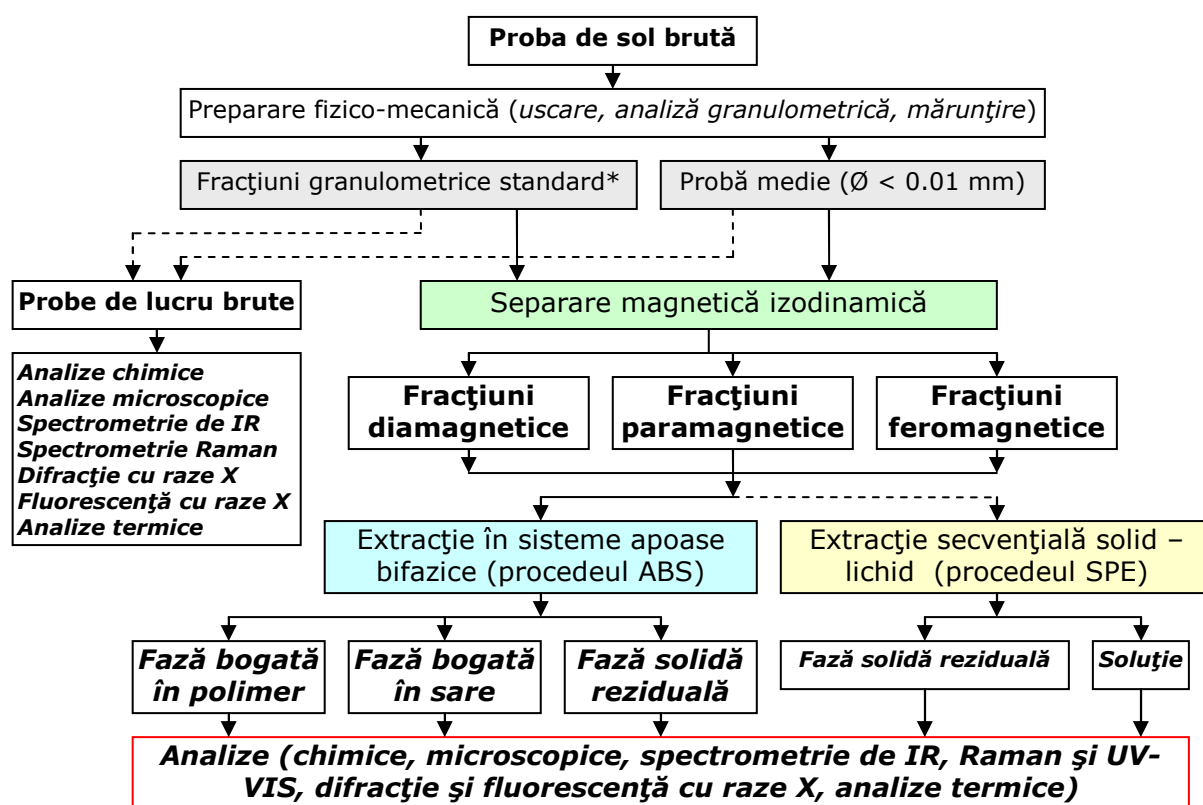


Fig. 4.7. Variantă a metodologiei generale de analiză (figura 28) adaptată pentru studii integrate pe probe de sol în care sunt incluse metodele de separare și determinare proprii cu grad ridicat de selectivitate și precizie.

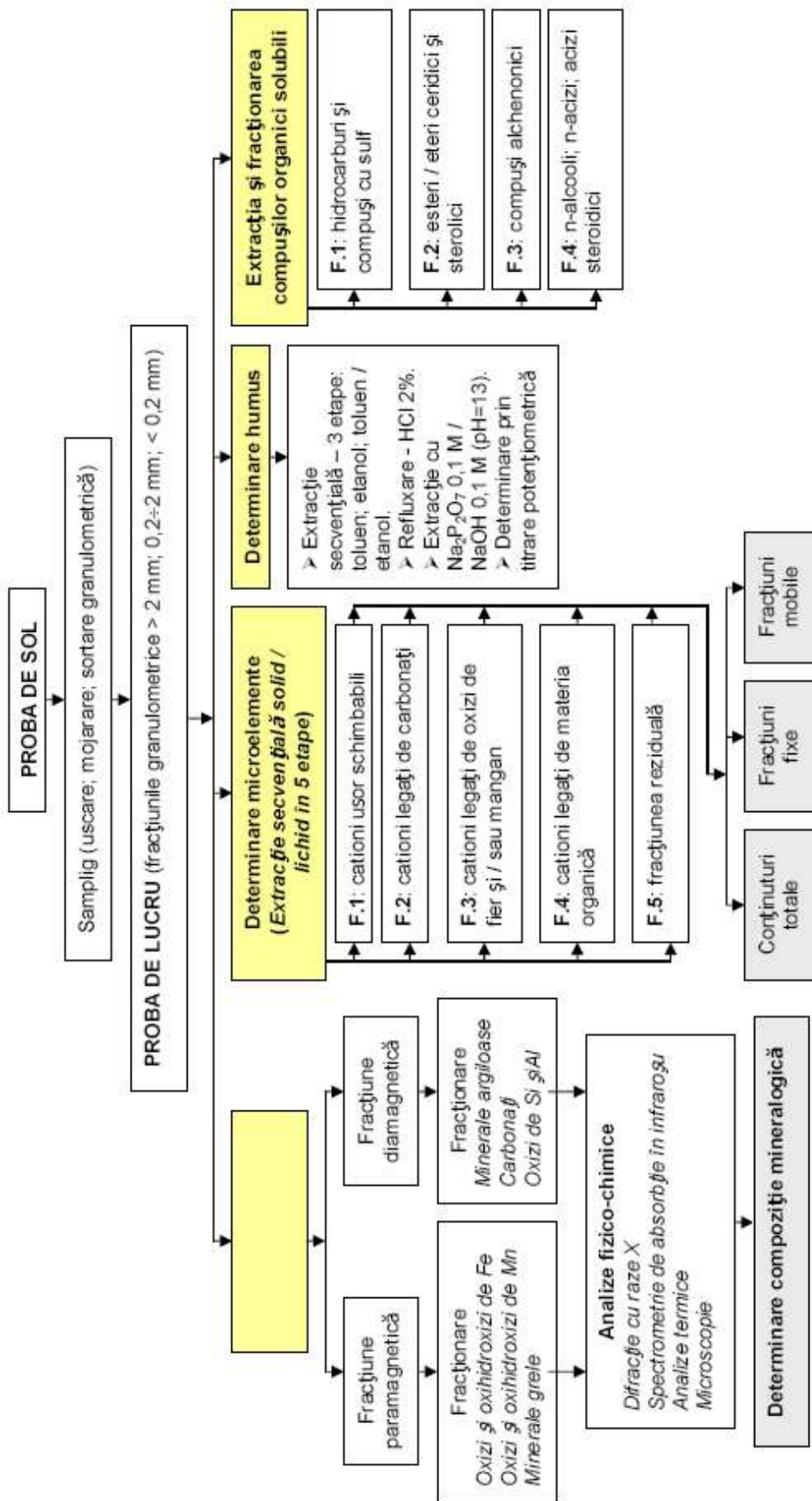


Fig. 4.6.. Variantă a metodologiei generale de lucru, adaptată pentru studiul speciției, distribuției interfațice și mobilității microelementelor (anorganice și organice) din soluri. În această strategie de lucru sunt incluse exclusiv metode și procedee de sampling și determinare clasice.

Comparativ cu procedeele SPE, separarea metalelor grele din soluri cu sisteme de extracție apoase bifazice (procedeele ABS) este relativ puțin studiată. De obicei, aceste sisteme de extracție se utilizează pentru separarea selectivă a metalelor după solubilizarea integrală a probelor de sol. În această variantă de lucru, aplicabilitatea procedeele ABS este limitată doar la determinarea conținuturilor totale de metale grele. Studiile realizate de noi în acest domeniu au arătat că prin combinarea procedeele SPE cu procedeele ABS se pot realiza separări selective a formelor de speciație a metalelor grele din soluri, ceea ce face posibilă o diferențiere mai clară între fracțiunile mobile (de obicei cu acțiune biologică ridicată) și fracțiunile fixe.

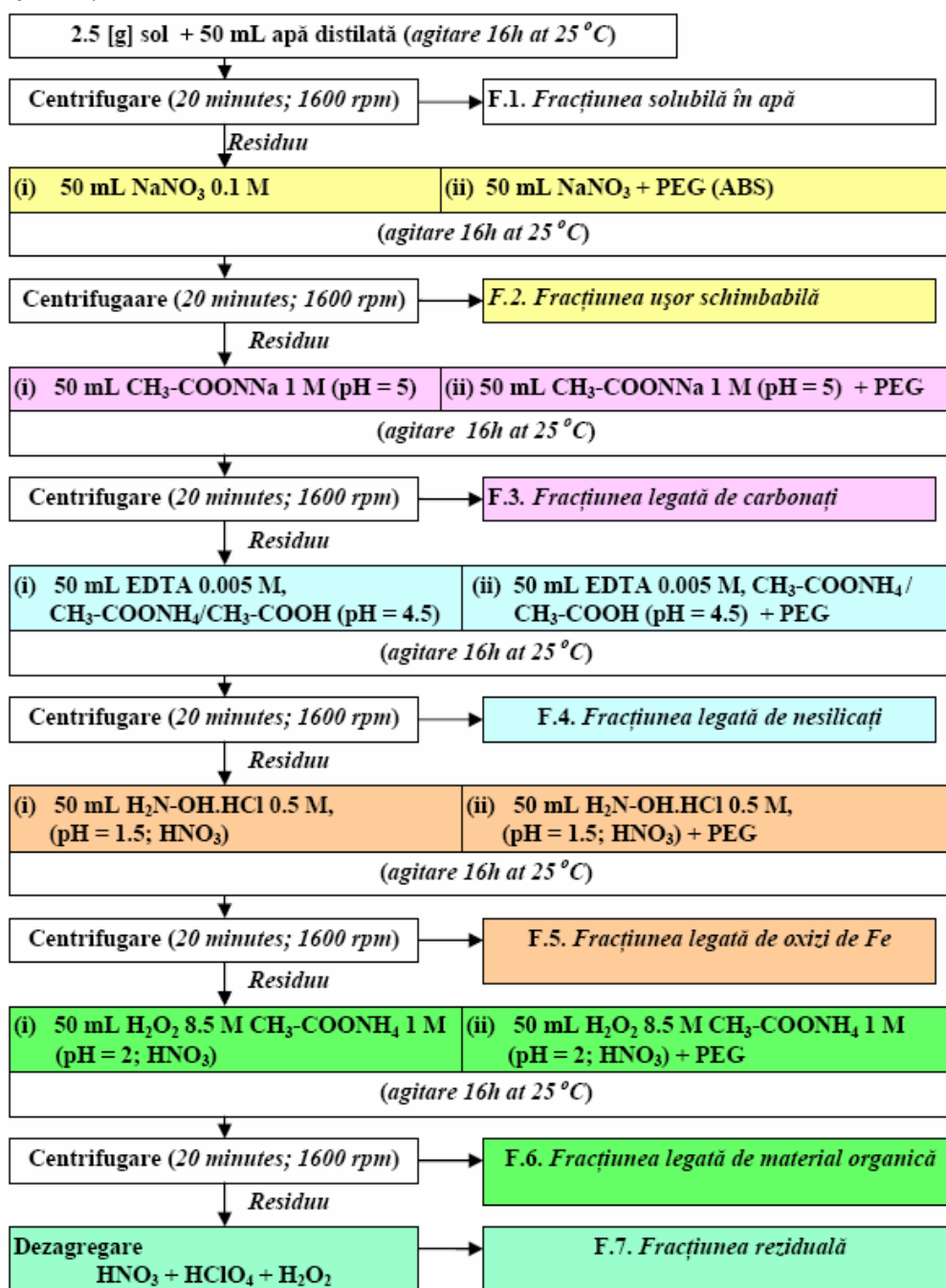


Fig. 4.8. Procedeele de extracție secvențială solid-lichid și procedeele de extracție în sisteme cu două faze apoase aplicate la separare metalelor grele și microcomponentelor din soluri.

⁽¹⁾Fracțiunea F.3 include de multe ori speciile legate și de alte faze minerale în afară de carbonați. Agenții extractanți specificați nu pot extrage metalele din carbonații bazici ai acestora (coprecipitați pe fazele minerale). Se poate realiza o diferențiere relativă a speciilor metalice în funcție de proprietățile acido-bazice Brönsted. ⁽²⁾Fracțiunea F.4 - pentru solurile antropizate unele studii recomandă utilizarea HEDTA (hydroxyethylethylenediamine-triacetic acid), EGTA [ethylene-glycol-bis (2-aminoethylether) tetraacetic acid] or NTA (nitrilotriacetic acid) pentru extracția diferențiată a speciilor metalice complexe. EDTA – ethylenediaminetetraacetic acid. DTPA – diethylenetriamine-pentaacetic acid (recommended for calcareous soils). Se poate realiza o diferențiere relativă a speciilor metalice în funcție de proprietățile acido-bazice Pearson. ⁽³⁾Fracțiunea F.5 - se poate realiza o diferențiere relativă a speciilor metalice în funcție de proprietățile redox proprii și / sau a fazelor minerale de care se leagă. ⁽⁴⁾Fracțiunea F.6 - include parțial și complecșii organo-metalici legați de fazele minerale prin complexare la interfață. ⁽⁵⁾Fracțiunea F.7 - poate include și speciile metalice coprecipitate sub formă de compuși greu solubili.

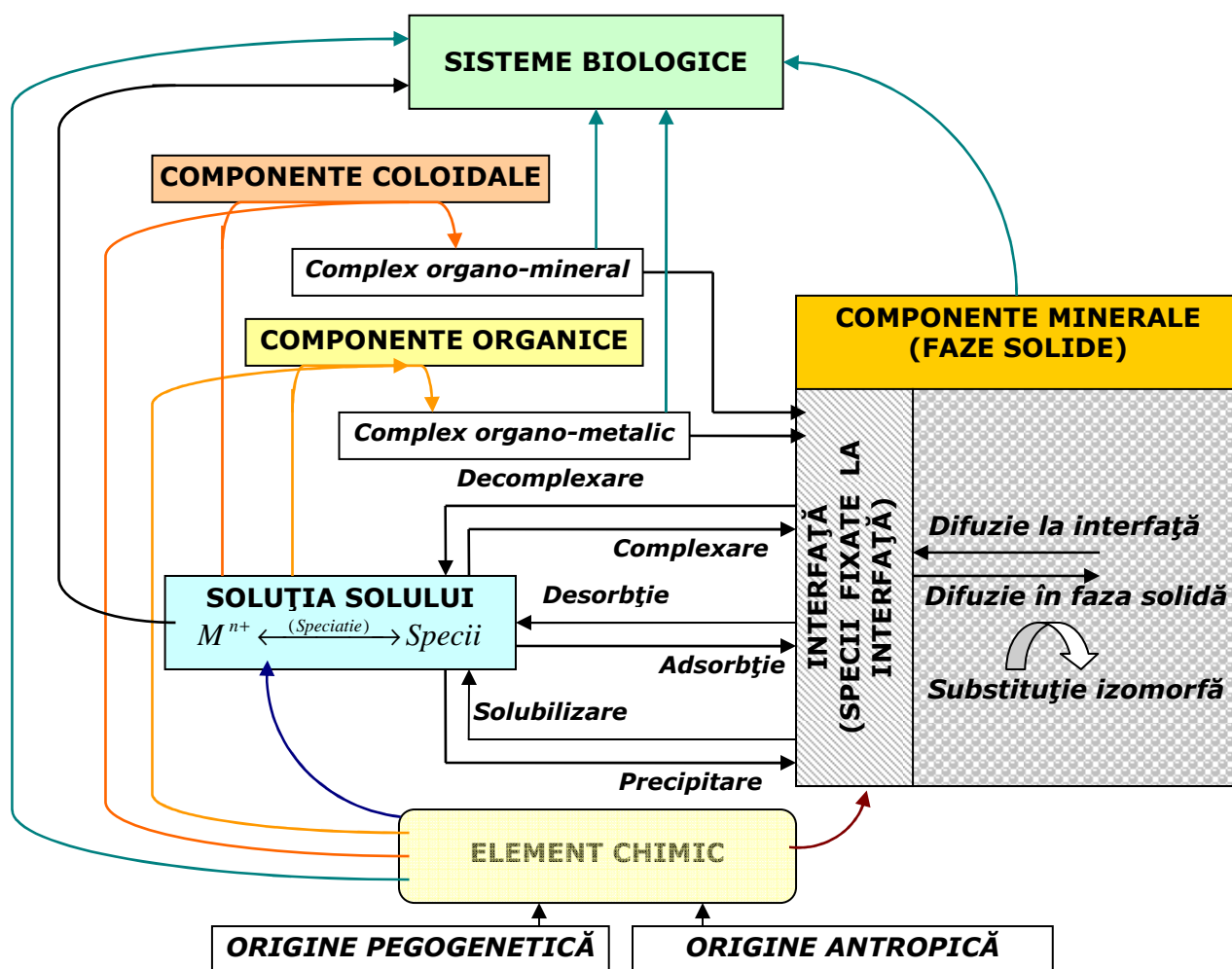


Fig. 4.9. Schema generală a interconexiunilor echilibrului de speciație și de distribuție interfațială a metalelor grele în sisteme sol-apă-plante.

Strategia experimentală propusă de noi (figurile 28-30) se bazează în principiu pe separarea metalelor grele din probele de sol în sisteme de extracție combinate SPE-ABS, urmată de determinarea acestora prin metode specifice și selective (spectrometrie de absorbție atomică, spectrometrie de fluorescență cu raze X, spectrometrie de absorbție moleculară în UV-VIS, spectrometrie Raman, metode electrochimice etc.). Acest procedeu original, pus la punct de echipa de lucru a acestui proiect, combină eficiența sistemelor SPE cu selectivitatea ridicată a sistemelor ABS. Aplicațiile acestor metode la separarea și diferențierea formelor de speciație a metalelor grele din soluri și soluții apoase naturale realizate până acum, cât și

studiile preliminare realizate în cadrul acestui proiect au arătat suficient de clar eficiența ridicată și potențialul aplicativ al procedurii propus de noi. Ca urmare, unul dintre obiectivele noastre în etapele II și III ale acestui proiect va fi dezvoltarea acestei metode de analiză și control și pe cât posibil brevetarea acestei metode.

Estimarea formelor de speciație (conținut, tip, structură), a mobilității, distribuției și formelor specifice de asociere ale metalelor grele cu componentele minerale și organice ale solurilor se poate realiza prin corelarea datelor obținute prin determinări experimentale directe cu o serie de considerații teoretice și semiempirice existente în literatura de specialitate, referitoare la:

- afinitățile reciproce dintre componenții minerali și organici ai solurilor și metalele grele;
- extractibilitatea diferențiată a metalelor grele, respectiv a formelor de speciație ale acestora, în diferiți extractanții utilizați;
- formele specifice de interacțiune ale metalelor grele cu componentele minerale și organice ale solurilor;
- dinamica echilibrelor de speciație, migrație și de distribuție interfazică a a metalelor grele.

Câteva considerații în acest sens au fost prezentate în *tabelul 32* și *figurile 28 și 30*. În *figura 31* este redată sintetic o schemă generală a interconexiunilor echilibrelor de speciație și de distribuție interfazică a microelementelor în sisteme sol-apă-plante care va fi utilizată ca bază pentru interpretarea datelor experimentale proprii.

Metodele analitice de separare și determinare a metalelor grele din sistemele sol-apă-plante pentru producerea legumelor proaspete incluse în strategiile de lucru care vor fi utilizate în cadrul acestui proiect:

1. Separarea prin metode fizico-chimice nedistructive a componentelor minerale și organice ale probelor de sol: *metoda magnetică izodinamică*

2. Extracția metalelor grele și a microelementelor pe probe paralele de sol brut și fracțiunile separate magnetic: *procedeele combinate SPE – ABS*.

3. Determinarea metalelor grele și a microelementelor extrase prin metode specifice și selective: *spectrometrie de absorbție atomică, spectrometrie de fluorescență cu raze X, spectrometrie de absorbție moleculară în UV-VIS, metode potențiometrice cu senzori ion-selectivi*.

4. Determinarea caracteristicilor chimico-structurale (compoziție chimică, conformație și configurație moleculară) ale formelor de speciație separate: *metode spectrometrice (spectrometrie moleculară în UV-VIS, IR și Raman), microscopie optică și electronică, analize termice diferențiale*.

5. Determinarea interacțiunilor specifice dintre formele de speciație și componentele minerale și organice ale solurilor: *metode spectrometrice și microscopie*.

Metode de estimare a dinamicii proceselor de speciație și de distribuție interfazică a metalelor grele și microelementelor din sistemele sol-apă-plante pentru producerea legumelor proaspete incluse în strategiile de lucru care vor fi utilizate în cadrul acestui proiect:

1. Modelarea teoretică pe baza datelor experimentale și a modelelor fizico-chimice existente, fitarea datelor după un model matematic și stabilirea limitelor de aplicabilitate a noului model semiempiric obținut.

2. Modelare experimentală – reproducerea la scară de laborator a sistemului sol – apă – plantă și determinarea „in situ” a limitelor de variație a parametrilor selecționați ca determinanți pentru dinamica proceselor de speciație și de distribuție interfazică a microelementelor.

3. Corelațiile statistice dintre microelemente și macroelemente, dintre microelemente și componentele minerale și organice ale solurilor, dintre microelemente și caracteristicile fizico-chimice ale solurilor etc (*Warrick et al., 1986*).

4.9. CONCLUZII

1. Scopul și obiectivele acestei activități au fost integral realizate, fiind stabilite fișe de cercetare, metodologii, metode și tehnici de lucru.

2. Documentarea și protocolul de cercetare au dus la elaborarea fișelor de cercetare pentru activitățile din planul de realizare:

- Documentare științifică și în teren
- Stabilirea amplasării experiențelor
- Observații și determinări privind factorii de risc
- Stabilirea surselor generatoare de risc
- Studiul stării de sănătate și analiza activității microbiologice
- Analiza factorilor de risc la sol, apă, plantă și produs proaspăt
- Studiu de trasabilitate a contaminanților
- Studiul diagnozei ecopedologice
- Evoluarea stării de sănătate a solului, a activității biologice și enzimatică a acestuia
- Studiul comparativ al trasabilității unor contaminanți
- Evoluția factorilor de risc major
- Determinarea corelațiilor dintre factorii de risc
- Elaborarea sistemului de trasabilitate
- Descrierea principiilor, etapelor și metodelor folosite în monitorizarea siguranței alimentare a legumelor

3. Fișele de cercetare pentru experiențe suport (la SCDL Bacău și UȘAMV Iași)

- Studiul comparativ cu soiuri și hibrizi de plante legumicole ecologice în solarii
- Studiul comparativ cu soiuri și hibrizi de plante legumicole ecologice în câmp
- Studiul comparativ cu soiuri și hibrizi de plante legumicole

4. Pentru unele studii, metode și tehnici au fost stabilite metodologii de lucru noi

- Metodologia pentru studiul proceselor pedogeologice în regim static – instalații experimentale
- Metodologia pentru studiul proceselor pedogeochemice în regim dinamic – instalații experimentale
- Metodologia de determinare a metalelor grele din soluri și estimări ale formelor de specialitate și a modului de asociere a acestora.

CAPITOLUL 5
RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC PENTRU ACTIVITATEA 1.4. – STABILIREA
AMPLASĂRII EXPERIMENTELOR PENTRU CELE TREI TIPURI DE TEREN
(ÎNAINTEA, ÎN TIMPUL ȘI DUPĂ CONVERSIE) ȘI CARACTERIZAREA
ACESTORA/DIAGNOZA ECOPEDOLOGICĂ

5.1. MOTIVAȚIA CERCETĂRIILOR

Amplasarea experimentelor, în contextul scopului, obiectivelor și rezultatelor așteptate, este o problemă de strategie a proiectului.

Locațiile de unde vor fi organizate experiențe și/sau de unde vor fi culese datele experimentale sunt astfel alese încât să ofere posibilitatea structurii factorilor experimentali.

În același timp această activitate permite completarea și definitivarea fișelor de cercetare.

Având în vedere că datele experimentale trebuie să pună în evidență prezența, evoluția și relevanța factorilor de risc chimic, biochimic și biologic la culturile de legume pentru produse proaspete, în condițiile de exploatare ecologică, amplasarea experiențelor se va face în terenuri legumicole care au suferit procesul de conversie.

În același timp, un studiu comparativ cu situația terenurilor exploatate în sistem convențional sau a celor în curs de conversie are menirea de a pune sau nu în evidență diferențe care pot releva importanța sistemului ecologic în asigurarea securității alimentare.

Cercetările vor fi efectuate în locuri diferite permițând studii comparative în funcție de condițiile pedo-climatiche și tehnologice specifice acelor locuri. Mai mult cercetările vor fi efectuate în câmp deschis și în solarii, la câteva culturi importante în producția legumicolă, cu preabilitate pentru sistemul de agricultură ecologică.

5.2. CATEGORIA DE ACTIVITĂȚI

Stabilirea amplasării experimentelor se încadrează în activitatea de cercetare A respectiv A.2.4. – Proiectare model experimental/funcțional, tehnologie de laborator.

În aceste circumstanțe prin fișele de cercetare care vor fi elaborate se vor proiecta elemente ale modelului experimental referitor la factorii de risc, monitorizarea și controlul acestora.

5.3. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE ACTIVITĂȚII

Scopul definit al acestei activități ne-am propus atingerea următoarelor obiective concrete (efective):

- stabilirea criteriilor de alegere a terenurilor pe care vor fi efectuate cercetările preconizate pentru întreg proiectul pe toată derularea acestuia;
- stabilirea locațiilor;
- caracterizarea ecopedologică a cel puțin trei locații alese;
- fundamentarea fișelor de cercetare

5.4. PARTICIPANȚII LA ACTIVITATEA RAPORTATĂ

La realizarea acestei activități au participat partenerii cu expertiza specifică în tehnologia cultivării terenurilor cu legume în sistem convențional și în sistem neconvențional și în studiul ecopedologic și agrochimic a solurilor. Ca urmare de această activitate au răspuns următorii partenerii: UȘAMV Iași, SCDL Bacău și ICB Iași.

5.5. LOCUL DE DESFĂȘURARE A ACTIVITĂȚII

Activitatea a cuprins faza de birou (de studiere a zonei) și faza de teren. Faza de teren a fost combinată cu documentarea în teren care a fost realizat în bazine tradiționale de dezvoltare a legumiculturii din Regiunea de Nord-Est a României.

5.6. VALOAREA ACTIVITĂȚII

Pentru realizarea acestei activități a fost alocată suma de 21.000 lei.

5.7. METODOLOGIA DE LUCRU ȘI MATERIALELE FOLOSITE.

Amplasarea experimentelor este una dintre cele mai importante acțiuni din strategia de cercetare, conform Protocolului experimental. Amplasarea experiențelor a fost făcută pe terenuri care satisfac cerințele Protocolului experimental.

Întrucât prin programul de cercetare se are în vedere studiul factorilor de risc dintr-un sistem ecologic de producere a legumelor ecologice, terenul pe care vor fi amplasate experiențele trebuie să fie trecut la acest sistem de exploatare. Ca urmare experiențele au fost amplasate pe trei variante de terenuri care sunt cultivate cu legume în sistem ecologic.

În același timp, întrucât compararea este un mijloc eficient de a pune în valoare relevanță variantelor au mai fost luate în studiu două categorii de terenuri: terenuri în curs de conversie, de la sistemul obișnuit, normal sau convențional la sistemul ecologic sau neconvențional și terenuri exploatare în sistem convențional.

Aceste terenuri au fost stabilite pe baza de analize bazate pe observații și chiar studii anterioare (exemplu, proiectul "Prodleco", din Programul CEEX).

Stabilirea acestor locații nu este complet realizată mai ales pentru culturile în curs de conversie sau culturi convenționale, dar în principiu aceste terenuri sunt definite prin caracteristici proprii terenurilor cultivate cu legume în mod tradițional în bazine consacrate.

Locațiile stabilite au fost analizate din punct de vedere ecopedologic printr-o caracterizare care va fi completă cu studii deosebit de amănunțite referitoare la factorii de risc.

În principiu metoda de lucru a constat în:

- observații în teren, recoltări de probe de sol, analize pedoecologice și pedobiologice, după tehnice specifice de lucru;
- observații și determinări, privind factorii de risc potențial.

În continuare este prezentată secțiunea "**Material și metodă**" pentru diagnoza ecopedologică a potențialului trofic al solului.

Pentru caracterizarea potențialului trofic al resurselor de sol din stațiile de cercetare luate în studiu, în ecosisteme legumicole aflate înainte, în timpul și după conversia spre legumicultura ecologică am considerat cei mai importanți 10 factori și determinanți pedo-ecologici, la care, pe baza valorilor absolute determinate prin analizele corespunzătoare, am cuantificat potențialul acestora, întocmind indicatorul sintetic al diagnozei eco-pedologice a potențialului trofic. Cei 10 factori și determinanți eco-pedologici luați în studiu sunt:

- 3 determinanți fizico-mecanici: textura solului (Tx), volumul edafic (fiziologic util) (Ve) și consistența solului uscat (Con);
- un determinant pedo-biologic: Indicatorul Potențialului Activităților Enzimice (IPAE%);
- 3 factori ecologici de creștere: conținutul de N total (Nt), conținutul de P mobil (P_{AL}) și conținutul de K asimilabil (K_{AL});
- 3 determinanți eco-pedo-chimici: reacția solului (pH_{H_2O}), conținutul de humus (Hum%) și gradul de saturare cu baze (V%).

Principalele caracteristici mecanice, fizice, chimice și biologice analizate au fost încadrate în 6 clase de marime ecologică, fiind notate cu note de la 0...10 puncte.

Diagnoza pedo-ecologică a potențialului trofic al solului (DEPT-puncte), ca indicator ecologic general și sintetic al fondului de calitate a solului se obține prin însumarea notelor acordate pentru fiecare din cei 10 indicatori de calitate analizați:

$$DEPT = \sum_1^{10} (Tx + Ve + Con + Biol + pH + Hum + V + Nt + P + K)$$

Pentru compararea valorilor rezultate s-a întocmit o scară de bonitate cu 5 trepte:

- sub 20 puncte-troficitate potențială slabă, sol oligotrof;
- 21-40 puncte – troficitate potențială submediocră, sol oligo-mezotrof;
- 41-60 puncte – troficitate potențială mediocră, sol mezotrof;
- 61-80 puncte – troficitate potențială superioară, sol eutrof;
- 81-100 puncte – troficitate potențială foarte bună, sol megatrof;

Analiza eco-pedologică a fost efectuată în următoarele staționare:

- Tg. Frumos, înainte de conversie, sol cernoziom cambic
- Probota, în curs de conversie, aluviosol eutric
- Spătărești-Falticeni, după conversie, luvosol mezostagnic
- SCDL Bacău, după conversie, cernoziom cambic mediu, lutos.

5.8. REZULTATE OBTINUTE

Urmând respectarea protocolului experimental și metodologia de lucru au fost alese trei categorii de terenuri:

- a) terenuri cultivate cu legume și exploatare în sistem de agricultură ecologică (ae);
- b) terenuri cultivate cu legume și exploatare în perioada de conversie la sistemul de agricultură ecologică;
- c) terenuri cultivate cu legume și exploatare în sistem de agricultură convențională.

În cadrul primei categorii de terenuri au fost stabilite trei unități cu profil legumicol sau horticol:

- Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Legumicolă Bacău care are un Poligon Bio în cadrul câmpului experimental;
- Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași, care are în exploatare un teren legumicol amenajat, în cadrul fermei Adamachi a Stațiunii Didactice, cu statutul de câmp experimental și didactic care a fost convertit la sistem de exploatare ecologică.
- OAT – Spătărești – ferma exploatăată în sistem de agricultură organică în cadrul Fundației româno-engleze Organic Agriculture Training

Din a doua categorie (terenuri în conversie) au fost depistate două asociații familiale AF care au început conversia terenurilor legumicole, aflate în proprietate, în anul 2008; aceste asociații familiale sunt amplasate în localitățile Probota și Botoșani (zona preorășenească); există acordul celor două AF pentru a colabora pentru realizarea cercetărilor necesare în cadrul proiectului.

Din categoria terenuri aflate în exploatare în sistem convențional au fost stabilite mai multe asociații familiale. S-a avut în vedere ca aceste exploatare să aibă tradiție în cultura legumelor, iar terenurile să fie cultivate cu legume de cel puțin cinci ani. Aceste asociații familiale sunt localizate în localitățile Tg. Frumos, Belcești și Bălțați (din județul Iași), Tamași și Letea Veche (din județul Bacău) și Matca (județul Galați).

Caracterizarea generală din punct de vedere climatic, pedologic și economico social a fost prezentată în cadrul activității „Documentare științifică și în teren” – rezultate obținute pentru **documentarea în teren**.

În cele ce urmează este prezentată o diagnoză ecopedologică a potențialului trofic al solului pe baza analizei complexe a solului din patru locații: SCDL Bacău, Spătărești-Fălticeni, Probota – Iași, Tg.Frumos – Iași

În tabelul 5.1. prezentăm principalele însușiri fizico-mecanice, chimice și biologice ale solurilor luate în studiu.

Tabelul 5.1.

Principalele însușiri fizico-mecanice, chimice și biologice ale solurilor

Indicatori	Adancime (cm)	Stationare ecopedologice			
		SCDL Bacau	Spataresti-Falticeni	Probota-Iasi	Tg. Frumos-Iasi
Textura (%argila coloidala)	0-20	35,1	41,1	20,3	42,1
	20-40	33,7	40,5	22,5	38,3
	40-60	34,2	38,6	27,1	40,5
Consistenta sol uscat	0-20	Dur	F. dur	Moderat coeziv	Dur
	20-40	Dur	F. dur	Dur	Dur
	40-60	F. dur	F. dur	dur	F. dur
Reactia solului (pH _{H2O})	0-20	6,4	5,5	5,3	5,9
	20-40	6,5	5,8	5,6	6,1
	40-60	6,8	5,7	6,1	6,4
Humus (%)	0-20	3,81	2,01	1,85	2,91
	20-40	2,05	1,11	0,52	1,21
	40-60	-	-	-	-
Gradul de saturatie cu baze (V%)	0-20	88	71	70	90
	20-40	90	73	75	95
	40-60	93	75	80	100
Azot total (Nt)	0-20	0,180	0,170	0,121	0,160
	20-40	0,105	0,035	0,053	0,101
	40-60	-	-	-	-
Fosfor mobil (P _{AL})-ppm	0-20	48	26	11	61
	20-40	53	18	18	72
	40-60	64	22	23	75
Potasiu asimilabil (K _{AL})-ppm	0-20	281	200	70	155
	20-40	243	131	88	160
	40-60	261	142	95	184
Indicatorul Potentialului Activitatilor Enzimatic IPAE (%)	0-20	48,4	25,5	35,5	50,7
	20-40	25,1	12,1	15,3	22,1
	40-60	-	-	-	-

Pe baza valorilor indicatorilor eco-pedologici analizati, a claselor de marime și a notelor acordate s-a calculat valoarea punctajului pentru diagnoza ecologica (tabelul 5.2).

Tabelul 5.2

Matricea diagnozei ecopedologice a potentialului trofic a resurselor de sol

Indicatori	Calificative	Stationare ecopedologice			
		SCDL Bacau	Spataresti-Falticeni	Probotaiasi	Tg. Frumos-Iasi
Textura	Valoare	35,1	41,1	20,3	42,1
	Clasa	IV-lut argilos	II-argilo-lutos	V-luto-nisipos	IV-lut argilos
	Nota	6	2	8	6
Volum edafic	Valoare	Peste 1,5 m	Peste 1,0 m	Peste 1,0 m	Peste 1,5 m
	Clasa	VI-f. profund	V- profund	V-profund	VI-f. profund
	Nota	10	8	8	10
Consistenta sol uscat	Valoare	dur	f. dur	Moderat coeziv	f. dur
	Clasa	IV	III	V	III
	Nota	6	4	8	4
Reactia solului (pH _{H2O})	Valoare	6,4	5,5	5,3	5,9
	Clasa	V-slab acid	IV-moderat acid	IV-moderat acid	V-slab acid
	Nota	8	6	6	8
Gradul de saturatie cu baze (V%)	Valoare	88	71	71	90
	Clasa	V-mezobazic	IV-moderat mezobazic	IV-moderat mezobazic	V-mezobazic
	Nota	8	6	6	8
Humus (%)	Valoare	3,81	2,01	1,85	2,91
	Clasa	IV-mijlociu	III-mic	III-mic	III-mic
	Nota	6	4	4	4
Azot total (Nt)	Valoare	0,180	0,170	0,121	0,160
	Clasa	IV-mijlociu	IV-mijlociu	III-mic	IV-mijlociu
	Nota	6	6	4	6
Fosfor mobil (P _{AL})- ppm	Valoare	48	26	11	61
	Clasa	V-mare	V-mare	III-mic	V-mare
	Nota	8	6	4	8
Potasiu asimilabil (K _{AL})-ppm	Valoare	281	200	70	155
	Clasa	V-mare	IV-mijlociu	III-mic	IV-mijlociu
	Nota	8	6	4	6
Indicatorul Potentialului Activitatilor Enzimatic IPAE (%)	Valoare	48,4	25,5	35,5	50,7
	Clasa	V-mare	III-submijlociu	IV-mijlociu	V-mare
	Nota	8	4	6	8
DIAGNOZA ECOPEDOLOGICA A POTENTIALULUI TROFIC (DEPT)	Puncte	74	52	58	68
	apreciere	Troficitate superioara-sol eutrofic	Troficitate mediocra-sol mezotrofic	Troficitate mediocra-sol mezotrofic	Troficitate superioara-sol eutrofic
Tipul de sol	apreciere	Cernoziom cambic lutos mediu	Luvosol mezostagnic	Aluviosol eutric	Cernoziom cambic
T ⁰ C medie anuala	apreciere	8,9	8	9	9
Precipitatii medii anuale (mm)	apreciere	520	635	510	530

Analiza valorilor diagnozei ecopedologice evidentiaza faptul ca, in stationarele SCDL Bacau si Tg. Frumos, solurile au troficitate superioara, putand asigura o buna aprovizionare cu nutrienti. In stationarele Spataresti-Falticeni si Probota, solurile au o troficitate mediocra. In solurile de la Bacau si Tg. Frumos activitatea biologica este intensa, la Probota este mijlocie iar la Spataresti este submijlocie. In toate stationarele, reactia solului are valori in domeniul moderat-slab acid, convenabile pentru majoritatea legumelor. Continutul de humus este mijlociu la Bacau si mic in celelalte stationare. La Probota, consistenta solului uscat este moderat coeziva, corelata cu textura mijlocie, la Bacau este dura, corelata cu textura luto-argiloasa, iar in celelalte doua stationare consistenta este foarte dura, corelata cu procentul ridicat de argila coloidala.

Rezultatele obtinute au fost folosite pentru fundamentarea fișei de cercetare pentru analiza ecopedologică și realizarea diagnozei de potențial ecopedologic (vezi 5.8).

5.9. CONCLUZII

1. Scopul și obiectivele activității au fost integral realizate.
2. Stabilirea amplasamentelor experiențelor a fost efectuată pe baza cunoașterii directe în teren și a studiilor ecopedochimice efectuate.
3. Au fost alese locații cu terenuri legumicole aflate în sistem de legumicultură ecologică: UȘAMV Iași, SCDL Bacău și OAT Farm Spătărești – Fălticeni.
4. Au fost stabilite locații pentru culturi legumicole aflate în curs de conversie: AF Botoșani, AF Probota Iași.
5. Au fost stabilite mai multe locații pentru culturi legumicole convenționale la Tg. Frumos, Bîlțați – Iași, Letea Veche și Tamași – Bacău, Matca și Tecuci – Galați ș.a
6. Din diagnoza ecopedologică rezultă că terenurile luate în studiu rezultă ca locațiile studiate prezintă potențiale tropice diferite de la slab trofice (Spătărești) până la foarte trofice (Tg. Frumos, SCDL Bacău).

CAPITOLUL 6

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC PENTRU ACTIVITATEA A.1.5 – OBSERVAȚII ȘI DETERMINĂRI PRIVIND FACTORII DE RISC POTENTIAL ÎN SOL, APĂ DE IRIGAT ȘI PLANTĂ (CHIMICI; BIOCHIMICI ȘI BIOLOGICI)

6.1. MOTIVAȚIA ACTIVITĂȚII

Cercetările preconizate în cadrul acestei activități constau, în fapt, în câteva analize și studii preliminare privind principalii factori de risc pentru a vedea în ce măsură acestea pot constitui subiect de studiu pentru amplasamentele alese, conform celor raportate la activitatea precedentă.

De asemenea, rezultatele obținute vor oferi informații cu valoare de documentare în teren necesare în definitivarea fișelor de cercetare care detaliază metodele și tehnicile de lucru în studiul factorilor de risc.

Aceste cercetări vor avea rolul de „antrenament” și studiu preliminar pentru etapa 2 – Stabilirea tabloului general al principalilor factori de risc în culturile legumicole, funcție de pretabilitatea lor la sistemele ecologice de cultivare.

În același timp, date fiind condițiile specifice de lucru, activitatea aceasta va permite verificare (probarea și validarea) celor mai adecvate metode și tehnici de lucru.

6.2. CATEGORIA DE ACTIVITĂȚI

Activitatea pe care o raportăm se încadrează în Activitatea de cercetare-dezvoltare (A) – respectiv A2 – cercetare industrială și A21 – studii, analize.

6.3. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE ACTIVITĂȚII

Scopul acestei activități este de a face studii preliminare (de tatonare, încercare) asupra existenței factorilor de risc preconizați pentru studiul în locațiile în care sunt amplasate experimentele prevăzute prin protocolul experimental.

Rezultatele cercetărilor vor permite realizarea coerentă a unora din obiectivele proiectului cum ar fi cele referitoare la identificare, evaluarea și dinamica factorilor de risc. De asemenea vor asigura o mai corectă întocmire a fișelor de cercetare.

Pentru realizarea scopului propus au fost stabilite următoarele obiective concrete:

- identificarea principalelor categorii de factori de risc
- evaluarea preliminară a acestora pe baza de studii și analize.

6.4. PARTICIPANȚII LA ACTIVITATEA RAPORTATĂ

În această activitate sunt implicați toți partenerii consorțiului de cercetare, având în vedere necesitatea folosirii expertizei specialiștilor în domeniile multidisciplinare ale proiectului.

6.5. LOCUL DE DESFĂȘURARE A ACTIVITĂȚII

Activitatea raportată a fost realizată în cadrul câmpurilor experimentale din locațiile stabilite și în laboratoarele de analize chimice, biochimice și biologice ale partenerilor.

6.6. VALOAREA ACTIVITĂȚII

Pentru această activitate a fost alocată suma de 33.500 lei.

6.7. METODOLOGIA DE LUCRU ȘI MATERIALELE FOLOSITE

Pentru realizarea scopului și obiectivelor propuse a fost folosită o metodologie specială în funcție de categoria factori de risc studiați: chimici, biochimici și biologici.

Factorii chimici de risc au fost evaluați pe baza de determinări (analize) la nivelul solului din locațiile stabilite pentru experimentare. Probele de sol au fost prelevate de ICB Iași și UȘAMV Iași.

Cercetările au fost efectuate la probe de sol din câmpul experimental de legumicultură de la UȘAMV Iași și ferma OAT-Spătărești-Fălticeni.

Analizele chimice au fost realizate în Laboratorul de Chimia Mediului din cadrul ISP Iași. Determinările chimice au fost dirijate pe trei direcții:

- determinarea reziduurilor de pesticide prin metoda gaz-cromatografică folosind gaz cromatograf ul (GC) – Schimadzu 2010, dotat cu detectorul ECD și NPD, dotat cu autosamples;
- determinarea de metale grele (plumb, cadmiu) în diferite matrici – a fost folosită metoda spectrofotometriei de absorbție atomică Schimadzu 6300 cu cuptor de grafit;
- determinarea conținutului de nitrați/nitriți, în diferite matrici – a fost folosită metoda colorimetrică conform standardelor în vigoare.

Pentru evoluarea dinamicii metodelor grele, în cadrul Laboratorului de geometrie de la Universitatea Cuza a fost efectuate cercetări pentru a stabili eficiența *metodei de extracție secvențială solid-lichid* pentru determinarea metalelor grele.

Pentru realizarea studiilor s-au utilizat patru probe de sol cu caracteristici chimico-mineralogice diferite (*tabelele 6.1 și 6.2*), și anume: două probe de andosol și două probe de antrosol. Probele de sol au fost uscate la aer (14 zile) și la etuvă (3 ore la 95°C), apoi au fost mărunțite până la trecerea aproape integrală prin sita de 0.100 mm. Pentru lucru s-a reținut numai fracțiunile < 0,100 mm, din care au fost preparate probele medii pentru analize. Ponderea acestor fracțiuni la masa totală a probelor de sol a fost de 93.39-96.05 %. Strategia de lucru aplicată este prezentată în *figura 6.1*.

Tabelul 6.1.

Caracteristicile generale ale probelor de sol utilizate la realizarea studiilor.

Nr. probă	MG.16-2101	MG.16-2108	IS.6	IS.10
Adâncimea ⁽¹⁾ , cm	0 - 5	70 - 90	0 - 20	0 - 20
Tip de orizont ⁽²⁾	Aou	BC+R	Superior, puternic antropizat	
Tip de sol ⁽¹⁾	Andosol cambic-histic		Antrosol	
Localizare ⁽³⁾	Munții Gurghiu (profilul MG.16)		Municipiul Iași, zona Copou	
Material parental / rocă subacentă	eluviu andezitic / andezit cu piroxeni și amfiboli		-	

⁽²⁾Adâncimea de prelevare a probelor; prelevare după procedeul standard cu sondă tip carotieră. ⁽¹⁾Clasificare și notații în acord cu SRTS-2003, compatibilizat cu WRB-SR (1998).

Pentru probele de sol s-a determinat pH-ul, potențialul redox (E_h), capacitatea de tamponare acido-bazică ($pH_{(BC)}$), capacitatea de schimb ionic (CSC și T), conținuturile de minerale argiloase, carbonați, oxihidroxizi de fier și compuși organici (*tabelul 6.1.*), conținuturile totale de cadmiu, plumb și crom, respectiv fracțiunile mobile și fixe ale acestor metale (*tabelul 6.2.*).

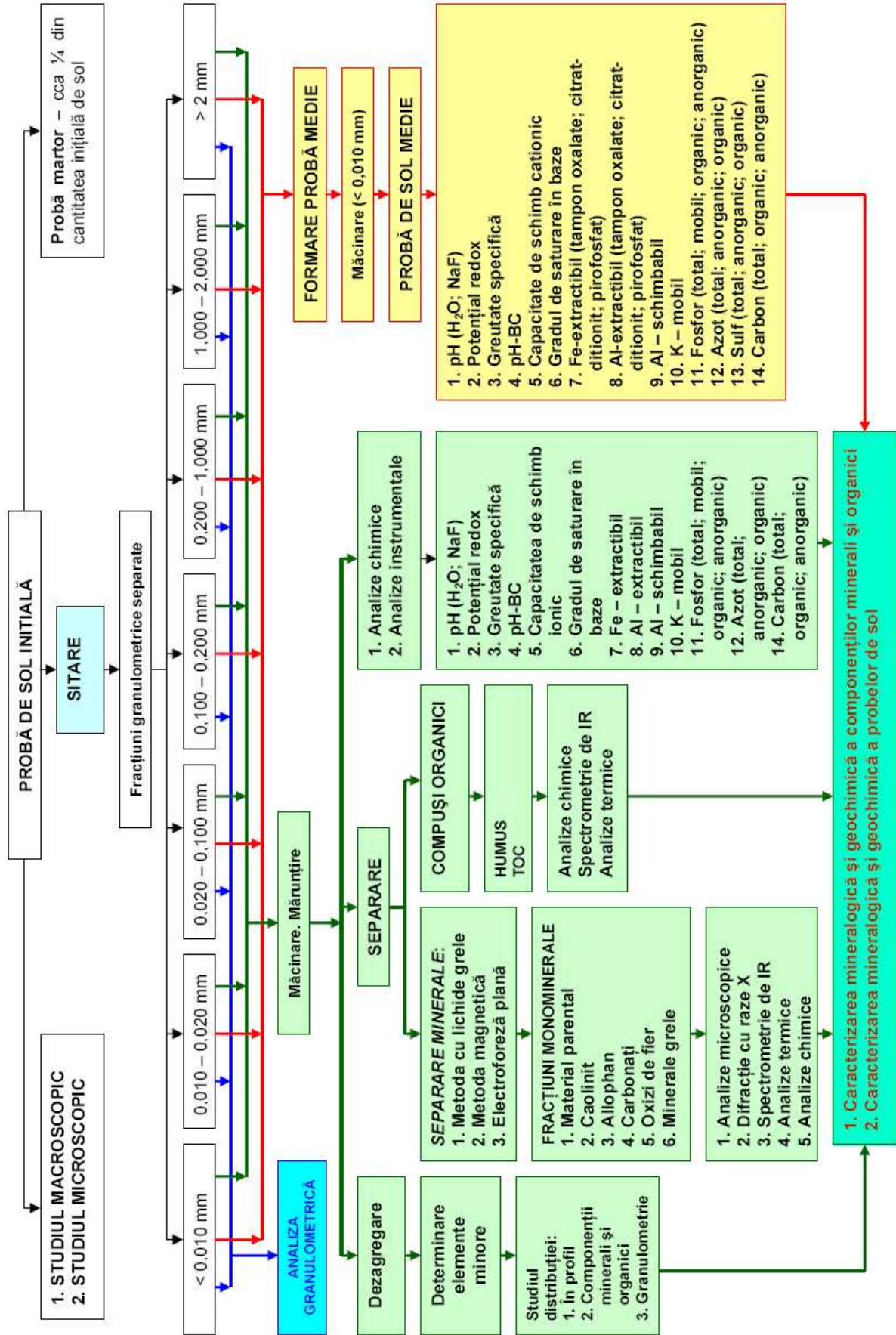


Fig. 6.1. Strategia generală de lucru utilizată la studiul probelor de sol.

Tabelul 6.2.

Caracteristicile chimico-mineralogice a probelor de sol*

Specificații	MG.16-2101	MG.16-2108	IS.6	IS.10	
pH(H ₂ O) ⁽¹⁾	6.19	6.03	7.93	7,65	
pH(BC) ⁽²⁾	3.75	4.15	5.94	4.47	
E _h ⁽³⁾ , mV	0.096	0.018	0.470	0.185	
CSC ⁽⁴⁾ ; mEchiv. / 100 g sol	Na ⁺	0,18	0,98	2.17	0.90
	K ⁺	0,87	1,47	0.43	3.09
	Ca ²⁺	2,91	2,63	4.20	0.81
	Mg ²⁺	1,18	2,09	2.14	0.55
	H ⁺	86,19	81,08	8.01	1.42
	T ⁽⁵⁾	91,33	88,25	16.95	6.77
Minerale argiloase, %	Total	25,33	27,11	16,05	7,94
	Amorfe ⁽⁶⁾	13,03	9,15	1.80	0.74
	Caolinit	7,64	12,24	11.06	4.55
	Smectite ⁽⁷⁾	2,31	2,12	2.65	0.90
	Illite ⁽⁸⁾	1,88	3,22	0.54	1.75
	Alte componente ⁽⁹⁾	0,47	0,36	-	-
Silice	Σ cristaline	12,30	17,94	14.25	7.20
	Total	3,86	3,36	9,71	7,33
	Cuarț	0,83	1,38	8.37	6.78
Amorf		2,96	1,92	1.34	0.55
	Carbonați ⁽¹⁰⁾	2,57	5,54	0.65	6.18
Oxizi de fier ⁽¹¹⁾	2,24	2,19	2.48	1.06	
Compuși organici	Total	28,50	12,45	4.80	8.20
	Humus	25,82	12,45	4.68	7.94
	Alți compuși	2,33 ⁽¹²⁾	urme	0.12 ⁽¹³⁾	0.26 ⁽¹³⁾

⁽¹⁾Determinat în suspensie apoasă. ⁽²⁾Capacitatea de tamponare acido-bazică. ⁽³⁾Potențialul redox. ⁽⁴⁾Capacitatea de schimb cationic. ⁽⁵⁾Capacitatea totală de schimb cationic. ⁽⁶⁾Allofan și imogolit. ⁽⁷⁾Montmorillonit și subordonat vermiculit (linii incerte în spectrele de RX). ⁽⁸⁾Illit și subordonat hidromuscovit. ⁽⁹⁾Halloysit, metahalloysit. ⁽¹⁰⁾Calcit (CaCO₃) și subordonat: calcit magnezian (Ca, Mg)CO₃; carbonați bazici amorfi conținând Fe(II), Fe(III) și o serie de elemente minore (Ba, Sr, Pb, Cd, Co, Cr etc.). ⁽¹¹⁾Ferihidrit, goethit, hematit. ⁽¹²⁾În cazul probelor MG.16-2101 și MG.16-2108: mono- și polizaharide (manoză, galactoză, xyloză, arabioză); hidroxiacizi alifatici superiori și hidroxiacizi aromatici; alcooli și polioli alifatici superiori și aromatici; steroli; aminoacizi și polipeptide. ⁽¹³⁾Compuși organoclorurați, hidrocarburi alifaticе și aromatice policondensate, polialcooli și polifenoli. *Materialul vegetal în stadii incipiente de descompunere nu a fost luat la formarea probelor medii.

Determinarea pH-lui s-a realizat prin metoda potențiomtrică, procedeul dispersiei (5 g sol / 50 mL H₂O), cu un pH/Ionometru CORNING Pinnacle model 555, echipat cu electrod de sticlă combinat. Etalonarea aparatului s-a realizat prin metoda standard folosind soluții tampon de la firma CORNING. Determinarea potențialului redox s-a realizat prin metoda directă, cu un cuplu de electrozi Pt – calomel. Capacitatea de schimb cationic (CSC) a fost determinată prin metoda Mehlich (1948), modificată după Sumner și Miller (1996). Probele de sol au fost saturate cu soluție de BaCl₂ tamponată cu trietanolamină la pH = 8.10. În filtrat s-au determinat, atât bazele (cationii metalelor alcaline și alcalino-pământoase), cât și hidrogenul schimbabil. Capacitatea totală de schimb cationic (T) s-a determinat prin deplasarea și dozarea bariului fixat în sol. Capacitatea de tamponare acido-bazică a fost estimată utilizând funcția de regresie liniară a curbelor de titrare pH-metrică a suspensiilor de sol (5 g probă / 50 mL apă bidistilată) cu HCl 0,1 N și Ca(OH)₂ 2,5.10⁻² N.

Pentru determinarea componentelor minerali ai probelor de sol s-a procedat la o separare prealabilă a fracțiunilor minerale prin metoda cu lichide grele și metoda magnetică. Ca lichid greu s-a utilizat bromoform, iar separarea magnetică s-a realizat cu un separator magnetic

izodinamic Frantz model L.1. Concentratele minerale obținute (89,61- 99,05 % monomineral) au fost analizate prin difracție cu raze X (metoda pulberilor; difractometru Phillips automatic, radiația $\text{CuK}\alpha$), spectrometrie de IR (tehnica pastilării în KBr – metoda adaosului de matrice în blanc; spectrometru de IR model Bio-Rad), spectrometrie Raman și microscopie optică (în secțiuni subțiri; microscop optic model MEYJ, în lumină naturală și lumină polarizată).

Pentru determinarea humusului, din probele de lucru (cca 1,5 g) s-au eliminat mai întâi ceilalți compuși organici (ceride, rezine, compuși organici solubili etc.) prin extracții succesive cu toluen, alcool etilic (95 %) și amestec de toluen și alcool etilic 1:1 (10 mL solvent pentru fiecare extracție). Acizii humici au fost separați prin procedeul extracției secvențiale și determinați prin titrare potențiometrică după metodologia standard.

2. Extracția metalelor grele din probele de sol. Practic, separarea metalelor grele s-a realizat pe probe paralele în sisteme de extracție secvențială solid-lichid (SPE) și în sisteme de extracție combinate SPE –ABS. Procedeul de lucru aplicat în cazul sistemelor SPE este cel prezentat în literatura de specialitate (figura 30), la care s-a modificat doar parțial condițiile de lucru (timpul de contact dintre faze, temperatura de lucru, concentrațiile soluțiilor) pentru a se asigura o intercomparare rezonabilă a rezultatelor. Pentru prepararea soluțiilor utilizate ca extractanți s-au utilizat reactivi și solvenți de puritate analitică, respectiv apă bidistilată și decationizată.

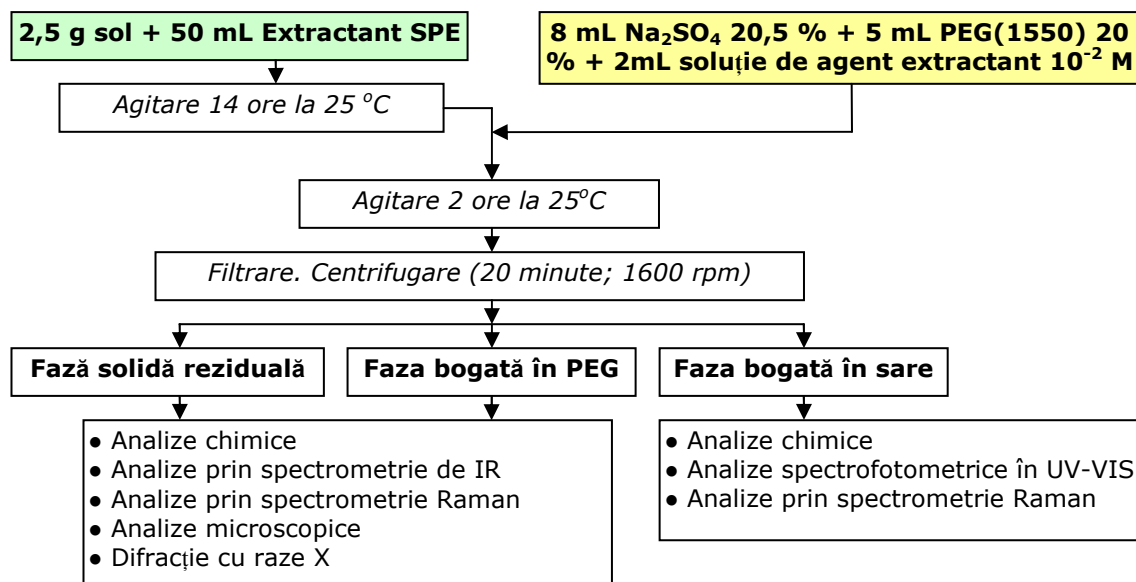


Fig. 6.2. Procedeul de lucru combinat SPE-ABS utilizat la separarea și determinarea metalelor grele din soluri

La aplicarea sistemelor combinate SPE-ABS s-a procedat la o contactare prealabilă a probelor de sol cu soluțiile extractante în condiții similare procedurii SPE. La extractele obținute s-au adăgat câte 10 mL amestec obținut din 2 mL soluție 10^{-2} M agent de extracție, 8 mL soluție Na_2SO_4 20,5 % și 5 mL soluție de PEG(1550) 20 %. După o agitare energetică timp de 1 oră, s-au determinat concentrațiile metalelor grele, atât în faza bogată în PEG, cât și în faza bogată în sare. Pentru prepararea sistemelor bifazice s-a utilizat polietilenglicool cu masa moleculară 1550 (produs Fluka), soluție apoasă 20 %, iar ca sare formatoare de faze s-a utilizat Na_2SO_4 , soluție apoasă 20,5 % (figura 6.2.). Tipul agentului de extracție și concentrația acestuia au fost stabilite în funcție de tipul metalului extras, concentrația totală a acestuia și natura metalelor coprezente în probele de sol.

3. Determinarea conținutului de metale grele. Conținuturile totale de Cd, Pb și Cr din probele de sol și din fracțiunile reziduale s-au determinat în soluțiile obținute după dezagregarea completă a probelor cu HNO₃, HF și H₂O₂. Determinarea Cd, Pb și Cr s-a realizat prin spectrometrie de absorbție atomică, cu un spectrometru de absorbție atomică Perkin-Elmer 2380 cu lampă monoelement (*tabelul 6.3.*). Diferențierea Cr(III) și Cr(VI) în extractele obținute s-a realizat printr-un procedeu propriu descris în câteva studii anterioare - practic, în condițiile aplicării procedurii combinat SPE – ABS, Cr(III) se extrage predominant în soluțiile de PEG (fazele bogate în PEG), iar Cr(VI) în soluțiile apoase (fazele bogate în sare). Din aceste soluții cromul a fost determinat prin absorbție atomică. Conținuturile totale de metale grele date în tabele au fost raportate la cantitatea de sol luată în lucru și calculate ținând cont de concentrațiile acestora determinate în fiecare etapă de extracție.

Tabelul 6.3.

Specificații privind metodele de determinare a Cd, Pb și Cr din soluri prin spectrometrie de absorbție atomică.

Specificație	Cd	Pb	Cr
Lungimea de undă, nm	228.00	283.30	357.90
Intensitatea curentului din lampă, mA	6	6	8
Tip de flacără	Aer – C ₂ H ₂	Aer – C ₂ H ₂	N ₂ O – C ₂ H ₂

4. Estimarea mobilității, distribuției și formelor de speciație a metalelor grele. S-a realizat în baza considerațiilor teoretice și semiempirice existente în literatura de specialitate, referitoare la: afinitățile reciproce dintre componenții minerali și organici ai solurilor și metalele grele, extractibilitatea diferențiată a metalelor grele, respectiv a formelor de speciație ale acestora, în diferiți extractanți utilizați, formele specifice de interacțiune a metalelor grele de componentele minerale și organice ale solurilor și dinamica echilibrului de distribuțieinterfazică a metalelor grele.

Pentru evaluarea factorilor de risc biologic a fost alcătuit un tablou general (inventar) al agenților patogeni și dăunătorilor, cu impact ridicat pentru culturile legumicole din câmpurile experimentale. Agenții patogeni și dăunătorii au fost stabiliți prin metode specifice de determinare iar gravitatea a fost stabilită pe baza experienței anterioare a echipei de cercetare. Determinările au fost efectuate în laboratoarele de specialitate (fitopatologie, entomologie, protecția plantelor și legumicultură) de la UȘAMV Iași și SCDL Bacău.

Factorii biochimici presupuși prin proiectul SIECOLEG nu au putut fi depistați, deoarece starea de vegetație a culturilor nu a mai permis acest lucru după data 1 Octombrie. Unele determinări au fost efectuate la probele de sol pentru relevarea activității biologice generale a acestuia (vezi rezultate în subcapitolul 5.8).

6.8. REZULTATE OBȚINUTE

a) Rezultate privind conținutul în nitrați/nitriți, metale grele și pesticide

Rezultatele privind aceste produse din apa, solul și produsele sunt prezentate în continuare.

1. Apa are un conținut nesemnificativ în azotiți, dar conținutul în azotați depășește cu peste 50% limitele admise de legea 458/2002

Tabelul 6.4.

Conținutul de nitrați/ nitriți din probe de apa (zona Adamache)

Indicator	UM	Valori obtinute	Legea 458/2002	
			CMA	Metoda utilizata
Azotiti	mg/l	Sld	0.5	SR 3048/2 - 96
Azotati	mg/l	78.61	50	SR ISO 7890-1/98

2. Solul are conținuturi diferite în funcție de lucrările aplicate solului.

Acumularea metalelor grele și a reziduurilor de pesticide organoclorurate în organismele animale și vegetale, ca și în cel al omului, fac necesară cunoașterea gradului de contaminare cu acești compuși toxici, atât a solurilor agricole cât și a straturilor de apă freatică.

Tabelul 6.5.

Continutul de plumb și cadmiu din probe de sol

Proba	Denumire produs	Metale	
		Plumb (μg/kg)	Cadmiu (μg/kg)
1	V1 – nefertilizat (0 – 20 cm)	48.9	1.93
2	V2 – nefertilizat (20 – 40 cm)	52.6	2.04
3	V3 – fertilizat gunoi-fără mulci	58.7	1.9
4	V4 – fertilizat gunoi + Facelia	57.5	1.97
5	V5 – fertilizat gunoi +mulci	65.9	1.69
6	V6 – îngrășământ verde (Facelia)	75.7	1.83
7	V1 – gunoi de pasăre	62.9	2.45

În sol, concentrațiile obținute au fost de 48,9 μg/kg sol V1 nefertilizat (0 -20 cm) și 52.6 μg/kg sol V2 nefertilizat (20 -40 cm) pentru Pb, iar pentru Cd acestea au fost de 1.93 μg/kg sol V1 la suprafață și 2.04 μg/kg sol V2 la adâncime.

Continutul de plumb și cadmiu cel mai ridicat s-a obținut la solul V1 – gunoi de pasare, cu un conținut de plumb de 62.9 μg/kg respectiv conținutul de cadmiu de 2.45 μg/kg. Concentrațiile obținute pentru reziduurile de *pesticide organoclorurate* din sol, au fost nedetectabile în majoritatea probelor analizate cu excepția probei V1 (nefertilizat, 0 -20 cm), V2 (nefertilizat 20 – 40 cm) și probei V1 Gunoi de pasare, Tabelul 6.6.

Tabelul 6.6.

Continutul de reziduuri de pesticide organoclorurate din probe de sol

Denumire produs	PESTICIDE (mg/kg)ppm													
	alfa	gamma	beta	delta	HCH Total	(op+pp')	(op+pp')	(op+pp')	DDT Total	endrin	heptaclor	aldrin/ dieltrin	endosulfan total	POC Total
						DDE	DDD	DDT						
V1 – nefertilizat (0 – 20 cm)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.0004	0.0001	0.0006	0.002	0.003
V2 – nefertilizat (20 – 40 cm)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.0001	nd	nd	0.0001
V3 – fertilizat gunoi-fără melci	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
V4 – fertilizat gunoi + facelia	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
V5 – fertilizat gunoi +melci	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
V6 – îngrășământ verde - Facelia	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
V1 – gunoi de pasăre	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	nd	0.0003	0.0008

nd - nedetectabil

3. Produse vegetale au conținuturi în nitrați/nitriți deosebit de variabile și în metale grele variabile

- **Nitrați/nitriți** sunt prezentați în tabelul 6.7.

Tabelul 6.7.

Continutul de nitrati/nitri din probe de produse vegetale

Proba	Denumire produs	Nitriti (mg/kg)	Nitrati (mg/kg)
1	rosie	0.7	nd
2	ardei lung	0.3	nd
3	vinete	0.91	nd
4	varză V1	0.56	65.64
5	varză V2	0.65	108.26
6	varză V3	0.85	51.7
7	ceapă roșie	0.42	0.44
8	ceapă albă	0.42	nd
9	Varz alba Buzău	0.24	64
10	Varz alba Licurișcă	0.6	81.6

Nitriții variază între 0,91 mg/kg la ardei și 0,24 la varza albă (Buzău). În schimb nitrații sunt nedetectabili în legumele fructe (tomate, ardei și vinete) și ceapă și prezintă valori ce variază între 51,7 mg/kg/la varza V3 și 108,26 mg/kg la varza V2. Așadar fertilizarea cu gunoi de pasăre sporește semnificativ conținutul produselor în nitrați.

- **Metale grele (plumb și cadmiu)**

Metalele cu potențial toxic ajung în produse vegetale pe diferite căi: în urma tratamentelor aplicate în agricultură, a ploilor acide, ș.a. În studiul nostru au fost evaluate concentrațiile de Pb și Cd în diferite produse vegetale, recoltate din zona fermei experimentale Adamache.

Tabelul 6.8

Continutul de plumb și cadmiu din probe de produse vegetale

Proba	Denumire produs	Pumb (μg/kg)	Cadmiu (μg/kg)
1	rosie	0.372	0.6333
2	ardei lung	0.496	0.5182
3	vinete	0.713	0.7484
4	varză V1	0.899	0.8924
5	varză V2	0.992	0.806
6	varză V3	1.209	1.2666
7	ceapă roșie	1.395	0.8924
8	ceapă albă	0.992	1.1514

În urma analizelor efectuate, Tabel 6.8, s-a constatat prezența plumbului și cadmiului în aproape toate probele analizate variind în limitele maxime admise. Conținutul de plumb a variat între 0,372 μg /kg (rosii) și 1,395 μg /kg (ceapa roșie), respectiv conținutul de cadmiu a variat între 0,6333 μg /kg (roșii) și 1, 2666 μg /kg (varza V3).

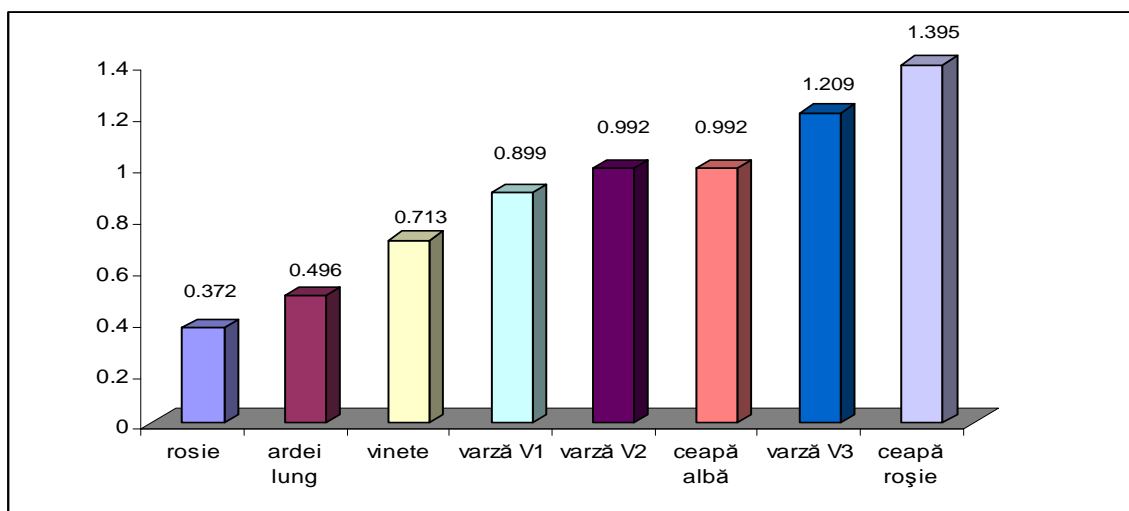


Fig. 6.3. Conținutul de plumb în probe de produse vegetale (µg/kg)

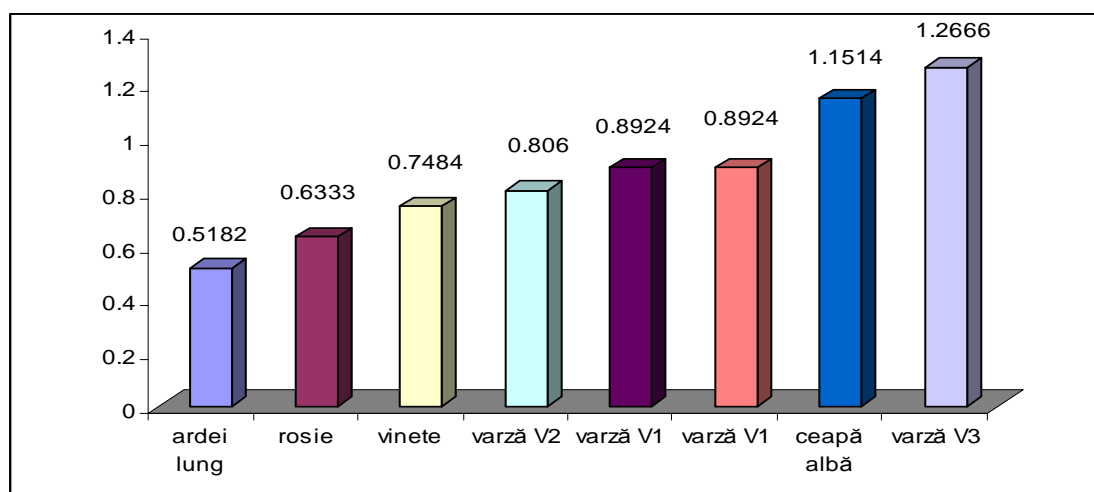


Fig. 6.4. Conținutul de cadmiu în probe de produse vegetale (µg/kg)

- Reziduuri de pesticide organoclorurate

În majoritatea probelor analizate conținutul de reziduuri de pesticide organoclorurate: HCH-total, DDT-total, alte pesticide (aldrin, dieldrin, endosulfan, etc) a fost nedetectabil sau în cantități mici care se încadrează în limitele maxime admise.

În concluzie, față de rezultatele prezentate, subliniem următoarele:

- Prezența metalelor grele (plumb și cadmiu) în probele analizate de sol și vegetale necesită monitorizarea lor, în scopul prevenirii poluării mediului.
- Prezența contaminanților chimici (nitrați/nitriți, metale grele, pesticide, aflatoxine) în toate probele analizate, impune menținerea acestor investigații ca suport a unor recomandări pentru limitarea acestora în vederea protejării sănătății publice precum și în vederea evaluării riscului de expunere la contaminanți chimici.

b) Rezultatele privind evaluarea dinamicii metalelor grele folosind metoda secvențială au scos în evidență necesitatea și utilitatea studiilor întreprinse.

Raportat la conținuturile totale de metale grele din probele de sol (*tabelul 36*), ponderea fracțiunilor extractibile (*tabelul 37*) variază semnificativ în funcție de:

- natura și concentrația agentului extractant,
- tipul sistemului de extracție utilizat și condițiile de lucru,
- caracteristicile chimico-mineralogice ale probelor de sol
- caracteristicile fizico-chimice ale metalelor grele.

În literatura de specialitate există însă puține studii care abordează problema influenței caracteristicilor chimico-mineralogice a probelor de sol, respectiv a particularităților geochemice ale metalelor grele în soluri, asupra aplicabilității și limitelor extracției secvențiale solid-lichid. În opinia noastră, aceste două grupe factori sunt determinante, atât la stabilirea condițiilor de extracție, cât și a semnificațiilor atribuite rezultatelor experimentale (*tabelul 6.9.*).

Tabelul 6.9.

Conținuturile totale ($\mu\text{g/g}$) de Cd, Pb și Cr în probele de sol studiate.

Specificații	Andosol			Antrosol			Valorile în soluri la scară globală*	
	2101	2108	Media	IS.6	IS.10	Media		
Cd	0.19	0.08	0.135	0.12	1.15	0.63	0.01 – 2.70 (0.532)	
Pb	17.63	11.35	14.49	33.91	55.72	44.81	1.50 – 126 (28.60)	
Cr	Total	14.07	8.86	11.46	32.55	11.73	22.14	1.00 – 1,100 (54.00)
	Cr(III)	13.74	7.57	10.65	30.44	11.25	20.84	n.e.
	Cr(VI)	0.28	1.23	0.75	2.10	4.06	3.08	n.e.

*în $\mu\text{g/g}$; în paranteză – valorile medii (după A. Kabata-Pendias and H. Pendias, 2001). n.e. – neestimate.

Atât datele experimentale proprii, cât și cele existente în literatură, indică pentru Cd, Pb și Cr grade de extracție, respectiv mobilități foarte diferite, indiferent dacă se aplică procedeul SPE sau SPE-ABS și de numărul etapelor de extracție incluse în metodologia de lucru. O interpretare a acestor rezultate bazată numai pe asocierea relativă a metalelor grele cu componentele organice și minerale a probelor de sol, respectiv pe valorile indicilor de extractibilitate a metalelor grele (*tabelul 6.9.*), în raport cu un anumit procedeu de extracție dat, este prea simplist și inexactă.

Influența procedurii de lucru. Extracția metalelor grele din soluri prin procedeele SPE, indiferent de numărul etapelor incluse în metodologia de lucru și în mare parte de condițiile experimentale, determină o perturbare majoră a echilibrilor de distribuție interfazică a metalelor grele în proba de sol. Astfel, după fiecare etapă de extracție se modifică, mai mult sau mai puțin, atât raportul dintre formele de speciație ale metalelor grele, cât formele de asociere cu componentele probei de sol. În consecință, fracțiunile din conținutul total al fiecărui metal greu, separate și determinate după fiecare etapă de extracție, nu reflectă cu precizie extractibilitatea metalelor grele, mobilitatea și modul de distribuție a acestora în soluri.

În soluri, metalele grele fac parte din asociații geochemice specifice, împreună cu anumite elemente majore (Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K) și minore (alte metale grele sau / și microelemente din sol) și se asociază în mod specific cu componentele minerale și organice ale solurilor. Această asociere este condiționată de:

- afinitatea fiecărei specii metalice în parte pentru componenții solului,
- competiția dintre speciile metalice pentru un anumit substrat mineral sau organic din sol,

Tabelul 6.10.

Fracțiunile (%)* din conținutul total de Cd, Pb și Cr extractibile în diferiți agenți extractanți.

Fracțiunea separată	Metal separat	Procedeeul	Nr. probă			
			2101	2108	IS.6	IS.10
F.1	Cd, %		< LD	0.14	7.42	2.89
	Pb, %		0.29	< LD	3.27	1.35
	Cr – total, %		< LD	< LD	< LD	< LD
F.2	Cd, %	SPE	< LD	0.46	29.51	15.08
		SPE-ABS	1.07	2.56	36.17	18.86
	Pb, %	SPE	2.85	0.86	20,19	15.46
		SPE-ABS	5.29	2.05	23.54	17.61
	Cr – total, %	SPE	< LD	0.17	0.23	4.23
		SPE-ABS	0.36	0.81	1.17	5.95
F.3	Cd, %	SPE	4.27	5.66	< LD	9.72
		SPE-ABS	12.93	10.05	1.07	13.75
	Pb, %	SPE	6.08	3.21	8.83	26.35
		SPE-ABS	11.33	7.60	14.01	30,05
	Cr – total, %	SPE	0.21	0.58	18.61	11.18
		SPE-ABS	1.15	2.07	16.78	13.07
F.4	Cd, %	SPE	7.61	11.19	21.13	25.48
		SPE-ABS	6.39	17.53	3.35	19.04
	Pb, %	SPE	11.47	9.75	13.56	11.07
		SPE-ABS	6.50	5.86	6.38	7,48
	Cr – total, %	SPE	1.85	3.80	22.32	27.55
		SPE-ABS	4.68	6.19	21.04	31.49
F.5.	Cd, %	SPE	12.49	4.25	10.65	7.07
		SPE-ABS	9.67	10.38	14.90	11.43
	Pb, %	SPE	10.40	6.04	7.65	3.15
		SPE-ABS	12.63	9.81	8.47	5,39
	Cr – total, %	SPE	7.40	12.72	11.94	9.05
		SPE-ABS	9.25	8.35	8.65	3.69
F.6	Cd, %	SPE	42.50	26.07	30.94	33.57
		SPE-ABS	51.33	30.65	36.63	26.81
	Pb, %	SPE	46.07	48.36	46.17	39.26
		SPE-ABS	51.65	56.18	43.93	35,75
	Cr – total, %	SPE	51.07	23,33	43.77	38.76
		SPE-ABS	48.34	26.57	49.57	40.83
F.7	Cd, %	SPE	31.83	52.15	< LD	5.61
		SPE-ABS	17.58	28.40	< LD	6.59
	Pb, %	SPE	22.16	31.19	< LD	2.50
		SPE-ABS	11.83	18.04	< LD	1,92
	Cr – total, %	SPE	38.83	58.94	2.58	8.59
		SPE-ABS	35.71	55.46	2.36	4.31

*% din conținutul total (tabelul 36). F.1. Frațiunea ușor extractibilă în apă. F.2. Frațiunea sensibilă la procese de acidifiere (legată de carbonați) - extractibilă în NaNO₃ 0,1 M. F.3. Frațiunea sensibilă la procese de complexare (legată de faze minerale nesilicaticice)- extractibilă în CH₃-COONa 1 M (pH=5). F.4. Frațiunea ușor sau moderat reductibilă-extractibile în EDTA 0,05 M. F.5. Frațiunea legată de sulfuri și materie organică-extractibile în H₂N-OH.HCl 0,5 M (pH=1,5; HNO₃). F.6.-extractibile în H₂O₂ 8,5 M+ CH₃COONH₄ 1 M (pH=2, HNO₃). F.7-frațiunea reziduală (dezagregare cu HNO₃ + HF + H₂O₂). LD – limita de detecție.

- caracteristicile chimico-mineralogice ale solurilor.

La realizarea separării metalelor grele, perturbarea asociațiilor geochimice naturale ale acestora este cu atât mai intensă cu cât caracteristicile fizico-chimice ale extractanților sunt mai diferite de cele ale probelor de sol (pH, potențial redox, forță ionică etc.). În cazul aplicării procedeeului SPE, contrastul dintre caracteristicile fizico-chimice ale agenților de

extracție și cele ale probelor de sol este mai mare decât în cazul aplicării procedurii combinat SPE-ABS. Ca urmare, perturbările produse asupra asociațiilor geochimice și asupra asociațiilor metale grele – substrat mineral / organic prin aplicarea procedurii SPE sunt mai accentuate. Datele experimentale prezentate în *tabelele 6.8 – 6.9.*, ca și studiile microscopice și prin spectrometrie de IR realizate, atât pe fazele solide, cât și pe fazele polimerice solidificate după fiecare etapă de extracție, confirmă în bună măsură cele subliniate anterior.

În opinia noastră, sistemele SPE-ABS dau randamente de extracție mai bune decât sistemele SPE (*tabelul 6.10*), pot realiza o discriminare mai sigură între formele de speciație și a modului de distribuție a metalelor grele în soluri. Însă, la aprecierea procedurilor de extracție trebuie să se aibă în vedere, nu numai randamentele de extracție ci și precizia de determinare a metalelor grele din extractele obținute prin procedee uzuale (spectrofotometrice, potențiometrice), respectiv semnificația reală a conținuturilor de metale grele extrase și determinate. Prin aplicarea procedurilor SPE, alături de metalele grele sunt extrase și cantități relativ mari din elementele majore (Fe, Si, Al, Na, K, Ca, Mg etc.) care limitează capacitatea de extracție a sistemelor SPE și imprimă acestora o selectivitate redusă, respectiv pot provoca interferențe majore la determinarea metalelor grele din extracte. Practic, în aceste cazuri se realizează mai mult o extracție de grup a elementelor chimice din aceeași asociație geochimică și / sau fixate prin mecanisme similare pe diferite componente minerale și / sau organice ale solului. În cazul aplicării sistemelor SPE-ABS, care au o selectivitate mai mare, extracția simultană a elementelor chimice din aceleași asociații geochimice ca și metalele grele este mult mai redusă. În plus, în cazul sistemelor SPE-ABS există mai multe posibilități de control a condițiilor de extracție (tipul și concentrația fazei polimerice, natura și concentrația sării formatoare de faze, tipul și concentrația agentului de extracție, pH, potențialul redox etc.) astfel încât o bună parte dintre inconvenientele extracției de grup pot fi eliminate sau reduse.

Influența caracteristicilor chimico-mineralogice a probelor de sol. Datele experimentale proprii (*tabelele 36-38*) indică pentru același metal greu grade de extracție și mobilități diferite, atât pentru solurile din clase diferite, cât și pentru solurile din aceeași clasă și din același perimetru. Aceste diferențe se datorează, atât caracteristicilor chimico-mineralogice diferite a probelor de sol (care determină în bună măsură modul de asociere geochimică a metalelor grele), cât și originii (pedogenetice sau / și antropice) a metalelor grele din sol – *figura 31*.

Studiile noastre au evidențiat un fenomen interesant care apare la aplicarea sistemelor SPE-ABS. În cazul metalelor grele fixate prin includerea în structurile complexelor argilo-humice și organo-metalice sau a unor complecși de asociație cu oxihidroxizii de Fe, Si și Al (complecși foarte stabili și cu flexibilitate structurală deosebită), în sistemele SPE-ABS mai energice (fracțiunile F.4 – F.6) se realizează de multe ori o extracție a metalelor grele împreună cu complecșii naturali în care sunt incluși. Acest lucru generează mai multe inconveniente de ordin practic (scăderea selectivității și randamentelor de extracție, interferențe serioase la determinarea metalelor grele din extracte etc.), însă are și un avantaj deosebit – permite studiarea detaliată a modului de legare a fracțiunilor greu extractibile (cu mobilitate redusă - fracțiunile F.5 și F.6) a metalelor grele. Fenomenul apare mai ales în cazul solurilor cu conținuturi ridicate de materie organică și minerale argiloase amorfe (allofan, geluri aluminosilicatic slab diferențiate geochimic etc.) și poate fi minimalizat printr-un control riguros al condițiilor de extracție.

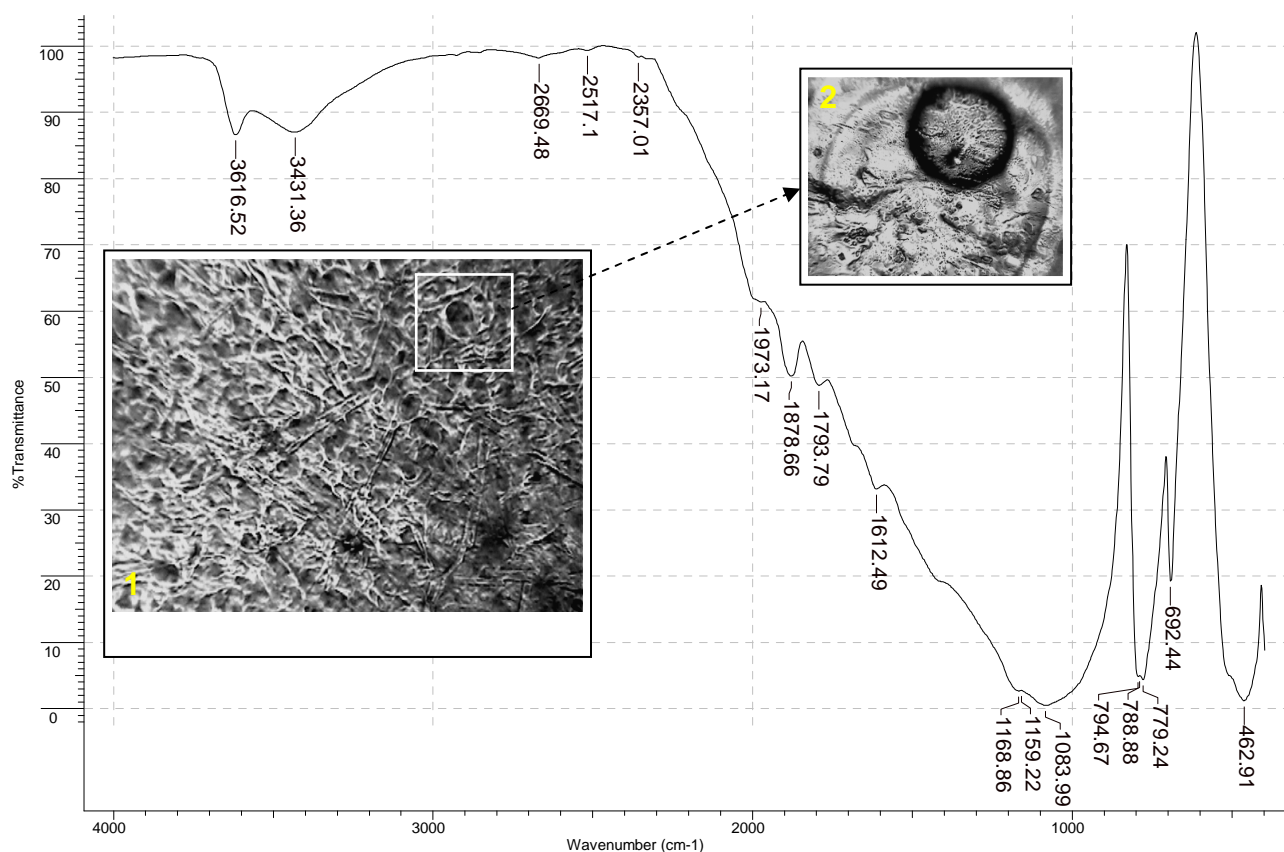


Fig. 6.5. Spectrul de absorbție în IR și imaginea microscopică – 1 (mărire de 450x) a complexului allofano-humic separat din proba MG.16-2101. În imaginea 2 (mărire de 600x) este prezentat modul de legare a metalelor grele în cadrul complexului allofano-humic. Perturbarea benzilor normale de absorbție $\nu(\text{Si-O-Si})$ și $\nu(\text{Si-O-Al})$ de la 462.91, 692.44, 794.67, 788.88 și 794.67 cm^{-1} este datorată legării allofanului (mineral argilos amorf) de acizii humici și fulvici, respectiv de oxizihidroxizii de fier și siliciu, și nu legării metalelor grele. Despicarea benzii de absorbție a legăturii Si-O-Al de la 1159.22 și 1168.86 cm^{-1} indică o legare relativ puternică a metalelor grele de grupele funcționale terminale Si-OH și Al-OH concomitent cu legarea de grupările funcționale C=O, COOH (benzile de la 1612.40 – 1973.17 cm^{-1}), S-H (banda de la 2517.10 cm^{-1}), NH₂ (banda de la 3437.14 cm^{-1}). Numărul de coordinare a complexșilor formați și natura grupărilor funcționale coordonate depind de forma de speciație a fiecărui metal greu în parte. De exemplu, în cazul cadmiului se formează în special complexi tetraedrici cu liganzi O-donori, iar în cazul cromului se formează în special complexi octaedrici micști în care, cel puțin doi liganzi sunt N-donori.

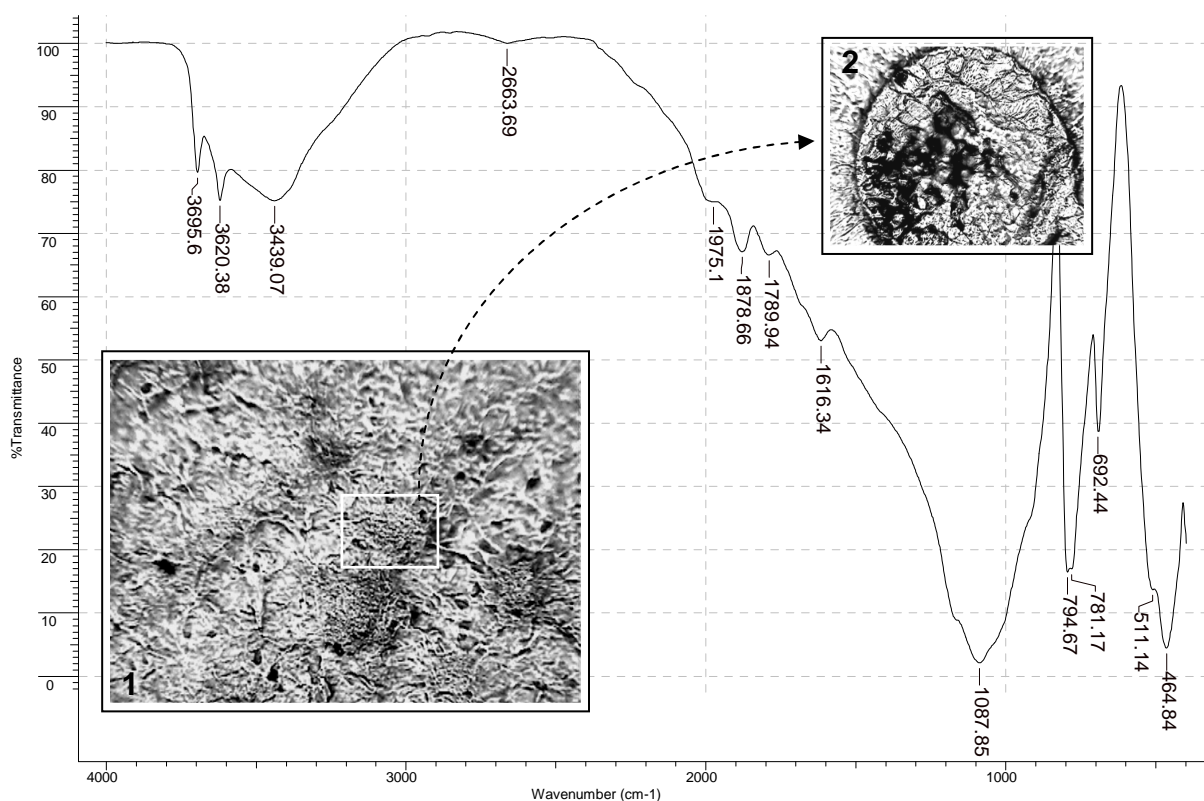


Fig. 6.6. Spectrul de absorbție în IR și imaginea microscopică – 1 (mărire de 450x) a complexului allofano-humic separat din proba MG.16-2108. În imaginea 2 (mărire de 600x) este prezentat modul de legare a metalele grele în cadrul complexului allofano-humic

În cazul probelor de andosol (2101 și 2108), metalele grele sunt exclusiv de origine pedogenetică (provenite din materialul parental în procesele de pedogeneză), iar asociațiile geochemice naturale ale acestora sunt neperturbate. În cazul probelor de antroposol (soluri urbane; probele IS.6 și IS.10) metalele grele sunt în cea mai mare parte de origine antropică, iar gradul de stabilizare a asociațiilor geochemice este relativ redus, fiind determinat de forma de intrare a metalelor grele în sol și de timpul de rezidență a acestora. În consecință, extractibilitatea relativă a metalelor grele din antroposoluri (probele IS.6 și IS.10) este mai mare decât din andosoluri (probele 2101 și 2108). Această observație nu poate da însă o explicație satisfăcătoare diferențelor mari dintre valorilor factorilor de mobilitate relativă (tabelul 38), respectiv diferențelor dintre ponderile Cd, Pb și Cr în fracțiunilor extrase din cele două tipuri de soluri (tabelul 6.11).

Ponderile mai mari ale fracțiunilor F.4 (speciile metalelor grele legate de fazele nesilicice; s.s. oxizi și oxihidroxizi de Al și Si), F.5 (speciile metalelor grele ușor și moderat reductibil, respectiv fracțiunile legate de oxizii și oxihidroxizii de fier și / sau mangan) și F.6 (speciile metalelor grele oxidabile, legate de materia organică și de sulfuri) observate în cazul andosolurilor se datorează, atât conținutului mult mai ridicat de humus, allofan, oxizi și oxihidroxizi de Fe, Al și Si al acestora, cât și formelor specifice de asociere ale metalelor grele cu aceste componente (figurile 6.5. și 6.6.). După estimările noastre, complexiile allofano-humice din andosoluri includ peste 80 % din conținutul total de Cd, Pb și Cr, în structuri stabile din care aceste metale sunt greu de extras. Cantitatea de metale grele reținute sub forme greu extractibile depinde de formele de speciație dominante ale metalelor grele (determinate de condițiile fizico-chimice din sol, proveniența metalelor grele și timpul de rezidență a acestora în sol), respectiv de conținutul substratului mineral sau organic în raport cu care metalele grele au afinități de asociere geochemică. De exemplu, judecând după

caracteristicile chimico-mineralogice ale probelor de sol studiate, în antrosoluri formele de speciație ale Cd, Pb și Cr, cu probabilitatea cea mai ridicată, sunt Cd^{2+} , Pb^{2+} , $[\text{Cd}(\text{OH})]^+$, $[\text{Pb}(\text{OH})]^+$, $\text{Pb}(\text{OH})_{2(s)}$, $[\text{Cr}(\text{OH})]^{2+}$, $[\text{Cr}(\text{OH})_2]^+$, $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (posibil și CrO_4^{2-} , HCrO_4^-) și complecși cu compușii organici. Speciile hidroxocomplexe se fixează pe illite și caolinit preferențial prin adsorbție, iar pe montmorillonit preferențial prin schimb ionic. Ca tendință generală, Pb are o afinitate mai ridicată pentru illite, în timp ce Cd și Cr au afinitate mai ridicată pentru caolinit și montmorillonit (numai dacă conținutul de humus < 1,5-2,0 %). Din aceste asociații geochemice cele trei metale grele sunt extrase relativ ușor, ceea ce explică satisfăcător rezultatele obținute de noi în cazul probelor de antrosol.

Tabelul 6.11.

Factorii de mobilitate relativă (MR, %) a Cd, Pb și Cr în probele de sol studiate.

Proba de sol	Cd	Pb	Cr
Procedeul SPE			
IS.6	37.05	32.39	20.19
IS.10	27.85	43.54	40.58
MG.16-2101	4.32	9.66	0.20
MG.16-2108	6.26	3.19	0.76
Procedeul SPE-ABS			
IS.6	44.86	40.98	17.19
IS.10	35.72	49.23	19.14
MG.16-2101	14.14	14.18	1.65
MG.16-2108	12.72	12.54	2.89

MR [%] = $[(F.1 + F.2 + F.3) / \Sigma F_i] \times 100$ (i= 1; 7) (după R.P. Norwall et al., 1999). Valorile au fost calculate pe baza datelor din *tabelele 6.10 și 6.11*

În cazul probelor de andosol, formele de speciație predominante, cu probabilitatea cea mai ridicată, sunt complecșii cu materia organică și mineralele argiloase amorfe (asociațiile allofano-humice). Fixarea metalelor grele pe mineralele argiloase cristaline este favorizată cinetic, în timp ce legarea pe materia organică și mineralele argiloase amorfe este favorizată termodinamic. În consecință, din astfel de asociații metalele grele pot fi extrase numai în sisteme de extracție mai energice. Aceasta explică ponderile relativ mari ale fracțiunilor F.6 determinate experimental.

La interpretarea influenței caracteristicilor chimico-mineralogice a probelor de sol asupra aplicabilității procedeele de extracție secvențială a metalelor grele trebuie să se aibă în vedere încă un aspect important. Legarea în concentrații relativ mari a metalelor grele de carbonați, mineralele argiloase și compușii organici, prin chemosorbții și complexare la interfață, determină de cele mai multe ori destabilizarea relativ puternică a acestor componenți esențiali ai solurilor (cazul antrosolurilor). În funcție de caracteristicile chimico-mineralogice ale solurilor, aceasta poate determina o creștere anormală a ponderii fracțiunilor mobile, fie a ponderii fracțiunilor legate de materia organică.

În concluzie la acest studiu pot fi scoase în evidență următoarele:

- Cea mai mare parte a datelor referitoare la procesele de distribuție interfazică și de speciație a factorilor chimici de risc în sisteme integrate sol – apă – plante, existente în acest moment în literatura de specialitate, sunt obținute prin aplicarea a diferite metode de modelare teoretică.

- Metodele electrochimice au un potențial mai ridicat în ceea ce privește capacitatea de decelare a speciilor chimice dintr-o soluție, însă și în acest caz există mai multe impedimente de ordin experimental.

- O procedură de lucru care va fi dezvoltată de noi în cadrul acestui proiect va urmări cuplarea metodelor electrochimice cu metodele de extracție secvențială solid / lichid.

- Ca metode analitice ne-am propus să dezvoltăm proceduri experimentale și metodologii de lucru proprii bazate pe:

- *metode potențimetrice* – prin utilizarea senzorilor electrochimici ion-selectivi comercializați și posibil de concepție proprie, în special pentru determinări „in situ” și monitorizări;

- *metode amperometrice* – se va avea în vedere testarea posibilităților de utilizare a electrozilor cu membrană lichidă ion-selectivi și a electrozilor metalici modificați chimic de concepție proprie la studiul distribuției și speciației factorilor chimici de risc mai ales pentru determinări „in situ”;

- *extracția secvențială în sisteme solid / lichid și în sisteme cu două faze apoase pe bază de polimeri* cuplate cu metode analitice de mare eficacitate pentru determinarea speciilor chimice.

c) Rezultatele privind identificarea factorilor de risc biologic, pe baza observațiilor efectuate de UȘAMV Iași, SCDL Bacău și ICB Iași sunt prezentate în continuare.

Datele sintetice cu privire la observațiile realizate se regăsesc în cele ce urmează.

Dinamica agenților patogeni și a dăunătorilor la principalele specii legumicole din județul Suceava pe comunele alese este prezentată în tabelul 6.12. În general, la aceleași culturi, chiar în localități diferite au fost înregistrați aceiași agenți patogeni sau dăunători, în schimb gradul de atac este diferit. Din determinările efectuate, gradul de atac a fost slab sau mijlociu, un atac puternic fiind sesizat în urma atacului păduchelui cenușiu (*Brevicoryne brassicae*) la varză.

O situație asemănătoare se prezintă în județul Botoșani. Speciile cele mai atacate au fost ceapa și varza. La varză, cel mai mare atac (puternic) a fost evoluat tot la păduchele cenușiu. La cultura tomatelor a fost înregistrat un atac puternic determinat de gândacul de Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*) (tabelul 6.13).

În județul Neamț, de asemenea, ceapa și varza sunt culturile cu mari riscuri din partea dăunătorilor și bolilor (tabelul 6.14)

O cultură care se află sub incidența multor factori de risc biologic este cultura de tomate, la care au fost depistați 11 agenți patogeni și doi dăunători. Gradul de atac al acestora este slab sau mijlociu și numai în cazul manei tomatelor.

În județul Iași numărul agenților patogeni, ca și al dăunătorilor pe fiecare cultură este relativ redus, probabil datorită profesionalismului personalului implicat, dar, cu siguranță, și datorită condițiilor de mediu nefavorabile. Gradul de atac este slab sau mijlociu (tabelul 6.15.)

În județul Bacău (tabelul 6.16.) se pare că factorii biologici de dăunare sunt aceiași pentru culturile cele mai răspândite, dar gradul de atac este mai ridicat. În ceea ce privește atacul bolilor, acest fapt este pus pe seama creșterii umidității relative a aerului, determinată de prezența locurilor artificiale de pe Bistrița, dar și a unor cursuri mari de apă, Siret, Bistrița și Trotuș. În aceste condiții, sunt necesare măsuri mai energice de asigurare a unei stări de sănătate mai bună, cum ar fi respectarea asolamentelor, evitarea terenurilor infestate sau infectate, reglarea factorilor de mediu, alegerea epocilor și, bineînțeles, folosirea speciilor și cultivarelor tolerante, rezistente și cu mare plasticitate ecologică.

Județul Vaslui nu ridică probleme deosebite din punct de vedere al factorilor de risc biologic pentru culturile legumicole. Ca o observație generală, numărul agenților patogeni și al dăunătorilor este totuși mai mare decât în întreaga regiune (tabelul 6.17.). se impun măsuri de luptă integrată și de alegere mai bună a amplasamentelor.

Tabelul 6.12.

Dinamica agenților patogeni și a dăunătorilor la legume în principalele centre legumicole din județul Suceava

Localitatea	Cultura	Boala sau dăunătorul	Suprafața (ha)								
			Existent	Controlat	Fără atac	Cu atac	Evaluarea atacului				
							Slab	Mijlociu	Puternic	F. puternic	E. puternic
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Liteni	Ceapa	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	20	4	0	4	4	0	0	0	0
	Usturoi	<i>Suillia lurida</i>	5	1	0	1	1	0	0	0	0
Dolhasca	Ceapă	<i>Peronospora destructor</i>	15	2	0	2	2	0	0	0	0
		<i>Ditylenchus dipsaci</i>	15	2	0	2	2	0	0	0	0
	Usturoi	-	4	3	0	0	0	0	0	0	0
	Varză	<i>Alternaria brassicae</i>	8	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Brevicoryne brassicae</i>	8	1	0	1	0	0,5	0,5	0	0
Milisauti	Varză	<i>Peronospora brassicae</i>		1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Alternaria brassicae</i>	30	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Brevicoryne brassicae</i>	30	1	0	1	0	0,5	0,5	0	0
Radaseni	Ceapă	<i>Botrytis allii</i>	5	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Peronospora destructor</i>	5	1	0	1	0	1	0	0	0
		<i>Hylemia antiqua</i>	5	1	0	1	1	0	0	0	0
	Usturoi	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	3	1	0	1	0	1	0	0	0
Dumbraveni	Rădăcinoase	<i>Erwinia carotovora</i>	3	1	0	1	0,5	0,5	0	0	0
		<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	3	1	0	1	0	1	0	0	0
		<i>Botrytis cinerea</i>	3	1	0	1	0	1	0	0	0
	Varză	<i>Peronospora brassicae</i>	6	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Alternaria brassicae</i>	6	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Brevicoryne brassicae</i>	6	1	0	1	0,5	0,5	0	0	0
	Ceapă	<i>Peronospora destructor</i>	10	1	0	1	0	1	0	0	0
		<i>Ditylenchus dipsaci</i>	10	1	0	1	1	0	0	0	0

Dinamica agenților patogeni și a dăunătorilor la legume în principalele centre legumicole din județul BOTOȘANI

Localitatea	Cultura	Boala sau dăunătorul	Suprafața (ha)								
			Existent	Controlat	Fără atac	Cu atac	Evaluarea atacului				
							Slab	Mijlociu	Puternic	F. puternic	E. puternic
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Copălău	Ceapa	<i>Botrytis allii</i>	20	4	2	2	2	0	0	0	0
		<i>Peronospora destructor</i>	20	4	0	4	2	2	0	0	0
		<i>Hylemia antiqua</i>	20	4	0	4	4	0	0	0	0
		<i>Ditylenchus dipsaci</i>	20	4	0	4	4	0	0	0	0
	Usturoi	<i>Suillia lurida</i>	10	2	0	1	1	0	0	0	0
Flămânzi	Ceapă	<i>Botrytis allii</i>	15	2	0	2	2	0	0	0	0
		<i>Peronospora destructor</i>	15	2	0	2	1	1	0	0	0
		<i>Hylemia antiqua</i>	15	2	0	2	2	0	0	0	0
		<i>Ditylenchus dipsaci</i>	15	2	0	2	1	1	0	0	0
	Usturoi	<i>Suillia lurida</i>	10	1	0	1	1	0	0	0	0
	Varză	<i>Perenospora brassicae</i>	8	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Alternaria brassicae</i>	8	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Brevicoryne brassicae</i>	8	1	0	1	0	0,5	0,5	0	0
Coțușca + Darabani	Varză	<i>Perenospora brassicae</i>		1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Alternaria brassicae</i>	10	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Brevicoryne brassicae</i>	10	1	0	1	0	0,5	0,5	0	0
	Ceapă	<i>Botrytis allii</i>	10	2	0	2	2	0	0	0	0
		<i>Peronospora destructor</i>	10	2	0	2	0	2	0	0	0
		<i>Hylemia antiqua</i>	10	2	0	2	2	0	0	0	0
		<i>Ditylenchus dipsaci</i>	10	2	0	2	0	2	0	0	0
	Rădăcinoase	<i>Erwinia carotovora</i>	3	1	0	1	0,5	0,5	0	0	0
		<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	3	1	0	1	0	1	0	0	0
		<i>Botrytis cinerea</i>	3	1	0	1	0	1	0	0	0

Tabelul 6.14

Dinamica agenților patogeni și a dăunătorilor la legume în principalele centre legumicole din județul NEAMȚ

Localitatea	Cultura	Boala sau dăunătorul	Suprafața (ha)								
			Existent	Controlat	Fără atac	Cu atac	Evaluarea atacului				
							Slab	Mijlociu	Puternic	F. puternic	E. puternic
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Săbăoani	Ceapa	<i>Erwinia carotovora pv. carotovora</i>	10	2	0	2	2	0	0	0	0
		<i>Botrytis allii</i>	10	2	1	1	1	0	0	0	0
		<i>Peronospora destructor</i>	10	2	0	2	1	1	0	0	0
		<i>Hylemia antiqua</i>	10	2	0	2	1	1	0	0	0
		<i>Ditylenchus dipsaci</i>	10	2	0	2	2	0	0	0	0
	Usturoi	<i>Suillia lurida</i>	2	0,5	0	0,5	0,5	0	0	0	0
Gherăiești	Ceapa	<i>Erwinia carotovora pv. carotovora</i>	10	2	0	2	2	0	0	0	0
		<i>Botrytis allii</i>	10	2	0	2	2	0	0	0	0
		<i>Peronospora destructor</i>	10	2	0	2	0	2	0	0	0
		<i>Hylemia antiqua</i>	10	2	0	2	1	1	0	0	0
		<i>Ditylenchus dipsaci</i>	10	2	0	2	2	0	0	0	0
	Usturoi	<i>Suillia lurida</i>	5	2	0	2	2	0	0	0	0
Bârgăoani	Tomate	<i>Xanthomonas campestris pv. vesicatoria</i>	2	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0	0
		<i>Pseudomonas syringae pv. tomato</i>	2	1	0	1	0,5	0,5	0	0	0
		<i>Botrytis cinerea</i>	2	0,5	0	0,5	0,5	0	0	0	0
		<i>Cladosporium fulvum</i>	2	0,5	0	0,5	0,5	0	0	0	0
		<i>Didymella lycopersici</i>	2	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0
		<i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i>	2	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0
		<i>Leveillula taurica</i>	2	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0
		<i>Phytophthora infestans</i>	2	1	0	1	0	0,5	0,5	0	0

Dinamica agenților patogeni și a dăunătorilor la legume în principalele centre legumicole
din județul IAȘI

Localitatea	Cultura	Boala sau daunatorul	Suprafata (ha)								
			Existent	Controlat	Fara atac	Cu atac	Evaluarea atacului				
							Slab	Mijlociu	Puternic	F.puternic	E.puternic
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Bosia	Varza	<i>Xanthomonas campestris</i>	10	2	0	2	0	0	2	0	0
		<i>Nematozi</i>	10	2	0	2	2	0	0	0	0
	Conopida	<i>Xanthomonas campestris</i>	2	1	0	1	0	0	1	0	0
		<i>Nematozi</i>	2	1	0	1	1	0	0	0	0
	Ardei	<i>Xanthomonas campestris</i>	10	1	0	1	0	1	0	0	0
		<i>Phylostica capsici</i>	10	1	0	1	1	0	0	0	0
Raducăneni	Varza	<i>Afide</i>	16	3	0	3	0	3	0	0	0
		<i>Erwinia carotovora</i>	16	3	0	3	0	3	0	0	0
		<i>Limax</i>	16	3	0	3	0	3	0	0	0
	Tomate	<i>Phytophthora infestans</i>	30	20	0	20	20	0	0	0	0
	Ardei	<i>Fusarium sp.</i>	10	1	0	1	0	1	0	0	0
	Castraveti	<i>Acarieni</i>	10	1	0	1	0	1	0	0	0
Tg.Frumos	Telina	<i>Septoria a.</i>	16	1	0	1	0	1	0	0	0
		<i>Nematozi</i>	16	1	0	1	0	1	0	0	0
	Patrunjel	<i>Erysiphe u.</i>	16	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Septoria p.</i>	16	1	0	1	0	1	0	0	0
	Conopida	<i>Xanthomonas campestris</i>	8	1	0	1	0	1	0	0	0
	Varza	<i>Erwinia carotovora</i>	8	8	0	8	8	0	0	0	0
		<i>Limax</i>	8	8	0	8	8	0	0	0	0
	Ardei	<i>Pseudomonas syringae</i>	5	5	0	5	5	0	0	0	0
		<i>Phylostica ccapsici</i>	5	5	0	5	5	0	0	0	0
<i>Alternaria ccapsici-annui</i>		5	5	0	5	5	0	0	0	0	

Tabelul 6.16

Dinamica agenților patogeni și a dăunătorilor la legume în principalele centre legumicole din județul Bacău

Localitatea	Cultura	Boala sau dăunătorul	Suprafața (ha)								
			Existent	Controlat	Fără atac	Cu atac	Evaluarea atacului				
							Slab	Mijlociu	Puternic	F. puternic	E. puternic
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Tamasi	Ceapa	<i>Peronospora destructor</i>	12	3	0	2	1	1	0	0	0
		<i>Hylemia antiqua</i>	12	2	0	2	0	2	0	0	0
		<i>Ditylenchus dipsaci</i>	12	2	0	2	0	1	1	0	0
	Tomate	<i>Phytophthora infestans</i>	21	4	0	2	0	2	0	0	0
		<i>Alternaria porri f. sp. solani</i>	21	4	0	2	1	1	0	0	0
		<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	21	4	0	2	0	2	0	0	0
		<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	21	4	0	2	0	2	0	0	0
	Fasole	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	10	5	0	5	5	0	0	0	0
<i>Acanthoscelides obsoletus</i>		10	5	0	5	5	0	0	0	0	
Pincesti	Ceapă	<i>Peronospora destructor</i>	25	2	0	2	1	1	0	0	0
		<i>Ditylenchus dipsaci</i>	25	2	0	2	0	1	1	0	0
	Varză	<i>Alternaria brassicae</i>	30	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Brevicoryne brassicae</i>	30	1	0	1	0,5	0,5	0	0	0
		<i>Plutella maculipennis</i>	30	1	0	1	1	0	0	0	0

Tabelul 6.17.

Dinamica agenților patogeni și a dăunătorilor la legume în principalele centre legumicole din județul VASLUI

Localitatea	Cultura	Boala sau dăunătorul	Suprafața (ha)								
			Existent	Controlat	Fără atac	Cu atac	Evaluarea atacului				
							Slab	Mijlociu	Puternic	F. puternic	E. puternic
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Duda-Epureni	Ceapa	<i>Erwinia carotovora pv. carotovora</i>	20	2	0	2	1	1	0	0	0
		<i>Botrytis allii</i>	20	2	2	2	2	0	0	0	0
		<i>Peronospora destructor</i>	20	2	0	2	1	1	0	0	0
		<i>Hylemia antiqua</i>	20	2	0	2	0	2	0	0	0
		<i>Ditylenchus dipsaci</i>	20	2	0	2	0	1	1	0	0
	Varză	<i>Erwinia carotovora</i>	10	1	0	1	0,5	0,5	0	0	0
		<i>Peronospora brassicae</i>	10	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Alternaria brassicae</i>	10	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Brevicoryne brassicae</i>	10	1	0	1	0,5	0,5	0	0	0
		<i>Plutella maculipennis</i>	10	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Phyllotreta spp</i>	10	1	0	1	0	1	0	0	0

6.9. CONCLUZII

1. Scopul și obiectivele acestei activități au fost realizate în mod integral.
2. Au fost identificați principalii factori de risc care ar putea afecta culturile legumicole ecologice.
3. Factorii de risc sunt categorizați: factori chimici și biochimici și factori biologici
4. În apă nitrații au concentrații de până la 78,61 mg/l, depășind cu 28,61 mg norme maxime admise (50 mg/l).
5. Conținutul de nitriți este nesemnificativ în apa de udat din terenurile legumicole
6. Conținutul solului în plumb a variat între 48,9 și 75,7 μ /kg, valori sub nivelul normelor admisibile, conform STAS
7. Cadmiul se găsește în sol în cantități mult mai mici, având valori cuprinse 1,69 și 2,45 μ g/kg, de asemenea, sub limitele admisibile, conform STAS
8. Pesticidele organoclorurate nu au fost detectate în sol sau se găsesc cu mult sub limitele admisibile
9. În produsele legumicole analizate conținutul de nitriți este sub limitele admisibile, dar valori detectate sunt semnificative din punct de vedere al poluării (0,30-0,91 mg/kg).
10. Conținutul de nitrați au valori foarte variabile, de la 0(zero) până la peste 108,26 mg/kg, în funcție de regimul de fertilizare organică aplicat culturii.
11. Referitor la metodele de determinare a metalelor grele rezultatele noastre au demonstrat că acestea determină valori variabile, ceea ce face necesară o echivalare/ajustare a datelor obținute, de aceea metoda de determinare folosită este necesar a fi menționată.
12. Factorii de risc biologic sunt determinați de agenții patogeni și de dăunători (insecte și acarieni)
13. Gravitatea pericolelor biologice depind în mare măsură de plantă cultivată și de condițiile de mediu.
14. Cele mai vulnerabile la atacul bolilor și dăunătorilor sunt culturile: ceapa, varza și tomatele.

CAPITOLUL 7 CONCLUZII GENERALE

I. Cu referire la activitatea 1.1. *Discutarea proiectului în cadrul parteneriatului. Training*

1. Scopul și obiectivele acestei activități au fost realizate integral
2. Echipele de cercetare ale partenerilor au lucrat împreună la studierea proiectului și punerea la punct a unui plan operativ de lucru pentru etapa curentă, dar și stabilirea unui cadru general de funcționare a consorțiului.
3. A fost reconfirmată componenta și expertiza echipelor de cercetare, ca și resursele tehnice și profesionale de care dispun aceste echipe.
4. A fost lămurit înțelesul și modul de utilizare la o serie de terenuri, entități, categorii și ipoteze de lucru specifice proiectului.
5. A fost stabilit grupul de metodologii unitare pentru rezolvarea problematicii proiectului: realizarea culturilor experimentale, analizele de sol, apă, plantă, produse legumicole proaspete, studiul microbiologic, studiul diagnozei ecopedologice, analiza riscului, implementarea HACCP și studiul trasabilității.
6. A fost stabilit cadrul organizatoric pentru derularea proiectului: responsabilități, sarcini, termene, mod de raportare științifică și economică.
7. Au fost elaborate 12 modele conceptuale (MC) pentru principalele probleme legate de managementul proiectului, filozofia proiectului, problematica proiectului, modalitățile de metodică și tehnica cercetării: MC al proiectului, MC – parteneriatului consorțiului, MC pentru realizarea etapei, MC – HACCP, MC – arborele de decizie., MC – calitatea solului, MC – circuitul biogeochimic, MC – sistem integrat sol-apă-plante, MC – structura interactivă a implicațiilor în sisteme pedogeochimice, MC - relațiile interactive în scoarța terestră, MC – modelarea proceselor și sistemelor biogeochimice, MC – metoda de analiză feedback a riscurilor.

II. Cu referire la activitatea 1.2. *Documentarea științifică și în teren*

1. Scopul și obiectivele activității au fost realizate integral, în termenii de referință ai planului de realizare.
2. Au fost realizate documentări științifice în teren, corespunzător obiectivelor generale ale proiectului, ca și obiectivelor specifice ale activității raportate.
3. A fost prezentată o documentare referitoare la circumstanțele și caracteristicile producției legumicole ecologice.
4. Managementul factorilor de risc prezintă în mod documentat referințe la conceptul, istoria, principiile și definițiile riscului, modul, analiza și de monitorizare a riscului.
5. A fost realizată o documentare specifică referitoare la analiza factorilor de risc în sistemul ecologic.
6. Factorii chimici de risc în sistemele sol-apă-plantă sunt analizați din punct de vedere științific cu referire specială la poluarea cu pesticide și îngrășăminte chimice și poluarea biologică la nivel de sol, apă și plantă.
7. Estimarea factorilor de risc în sistemele sol-apă-plantă au pus în evidență metodologii moderne pentru studiul plantațiilor, folosind modele matematico-fizice de evoluție și dinamică.
8. Poluarea cu metale grele și mecanismele acestora de acțiune în sol, apă și plante este analizată făcându-se referire la importanța fenomenului, sursele de poluare, modul de evoluție

în sol și plantă, cu privire specială la principalele metale grele ce pot fi întâlnite în sistemele ecologice.

9. O documentare de ultimă oră este realizată privind modul de determinare a metalelor grele din soluri și procesele de specificație și de distribuție interfazică, punctându-se asupra importanței problemei, obiectivelor de urmărit, proceselor de specificație și semnificației acestora în fenomenul de poluare; de asemenea sunt aprofundate problemele legate de procesele pedogeochimice și a parametrilor fizico-chimici ce îi caracterizează.

10. Documentarea privind starea de sănătate a solurilor face referire la: vitalitatea sistemului ecologic edafic, fertilitatea resurselor de sol, calitatea biologică a solului, metodologia de studiu (pedo-biologic).

11. Importanța HACCP și posibilitățile sale de aplicare în legumicultură pentru monitorizarea și controlul factorilor de risc sunt prezentate în detaliu făcându-se sublinieri privind: conținutul sistemului, funcțiile și principiile, schema generală de implementare ș.a.

12. Documentarea în teren a scos în evidență următoarele elemente de caracterizare a Regiunii de NE în care vor fi efectuate cercetările: relieful, clima, solurile și profilul economico-social privind producția legumicolă.

13. Regiunea de NE a României asigură condiții adecvate pentru realizarea obiectivelor proiectului.

14. Protocolul experimental stabilit a precizat următoarele: obiectul, strategia, resursele și metodologiile de cercetare (generale și specifice).

III. Cu referire la activitatea 1.3. *Elaborarea fișelor de cercetare pe etape și activități conform obiectivelor*

1. Scopul și obiectivele acestei activități au fost integral realizate, fiind stabilite fișe de cercetare, metodologii, metode și tehnici de lucru.

2. Documentarea și protocolul de cercetare au dus la elaborarea fișelor de cercetare pentru activitățile din planul de realizare:

- Documentare științifică și în teren
- Stabilirea amplasării experiențelor
- Observații și determinări privind factorii de risc
- Stabilirea surselor generatoare de risc
- Studiul stării de sănătate și analiza activității microbiologice
- Analiza factorilor de risc la sol, apă, plantă și produs proaspăt
- Studiu de trasabilitate a contaminanților
- Studiul diagnozei ecopedologice
- Evoluarea stării de sănătate a solului, a activității biologice și enzimatică a acestuia
- Studiul comparativ al trasabilității unor contaminanți
- Evoluția factorilor de risc major
- Determinarea corelațiilor dintre factorii de risc
- Elaborarea sistemului de trasabilitate
- Descrierea principiilor, etapelor și metodelor folosite în monitorizarea siguranței alimentare a legumelor

3. Fișele de cercetare pentru experiențe suport (la SCDL Bacău și UȘAMV Iași)

- Studiul comparativ cu soiuri și hibridi de plante legumicole ecologice în solarii
- Studiul comparativ cu soiuri și hibridi de plante legumicole ecologice în câmp
- Studiul comparativ cu soiuri și hibridi de plante legumicole

4. Pentru unele studii, metode și tehnici au fost stabilite metodologii de lucru noi

- Metodologia pentru studiul proceselor pedogeologice în regim static – instalații experimentale

- Metodologia pentru studiul proceselor pedogeochimice în regim dinamic – instalații experimentale
- Metodologia de determinare a metalelor grele din soluri și estimări ale formelor de specialitate și a modului de asociere a acestora.

IV. Cu referire la activitatea 1.4. Stabilirea amplasării experiențelor pentru cele trei tipuri de teren (înaintea, în timpul și după conversie) și caracterizarea acestora/diagrama ecopedologică

1. Scopul și obiectivele activității au fost integral realizate.
2. Stabilirea amplasamentelor experiențelor a fost efectuată pe baza cunoașterii directe în teren și a studiilor ecopedochimice efectuate.
3. Au fost alese locații cu terenuri legumicole aflate în sistem de legumicultură ecologică: UȘAMV Iași, SCDL Bacău și OAT Farm Spătărești – Fălticeni.
4. Au fost stabilite locații pentru culturi legumicole aflate în curs de conversie: AF Botoșani, AF Probota Iași.
5. Au fost stabilite mai multe locații pentru culturi legumicole convenționale la Tg. Frumos, Bălțați – Iași, Letea Veche și Tamași – Bacău, Matca și Tecuci – Galați ș.a
6. Din diagnoza ecopedologică rezultă că terenurile luate în studiu ca locații studiate prezintă potențiale tropice diferite de la slab trofice (Spătărești) până la foarte trofice (Tg. Frumos, SCDL Bacău).

V. Cu referire la activitatea 1.5. Observații și determinări privind factorii de risc potențial în sol, apă de irigat și planta (chimici, biochimici și biologici)

1. Scopul și obiectivele acestei activități au fost realizate în mod integral.
2. Au fost identificați principalii factori de risc care ar putea afecta culturile legumicole ecologice.
3. Factorii de risc sunt categorizați: factori chimici și biochimici și factori biologici
4. În apă nitrații au concentrații de până la 78,61 mg/l, depășind cu 28,61 mg normele maxime admise (50 mg/l).
5. Conținutul de nitriți este nesemnificativ în apa de udat din terenurile legumicole
6. Conținutul solului în plumb a variat între 48,9 și 75,7 μ /kg, valori sub nivelul normelor admisibile, conform STAS
7. Cadmiul se găsește în sol în cantități mult mai mici, având valori cuprinse 1,69 și 2,45 μ g/kg, de asemenea, sub limitele admisibile, conform STAS
8. Pesticidele organoclorurate nu au fost detectate în sol sau se găsesc cu mult sub limitele admisibile
9. În produsele legumicole analizate conținutul de nitriți este sub limitele admisibile, dar valorile detectate sunt semnificative din punct de vedere al poluării (0,30-0,91 mg/kg).
10. Conținutul de nitrați au valori foarte variabile, de la 0(zero) până la peste 108,26 mg/kg, în funcție de regimul de fertilizare organică aplicat culturii.
11. Referitor la metodele de determinare a metalelor grele rezultatele noastre au demonstrat că acestea determină valori variabile, ceea ce face necesară o echivalare/ajustare a datelor obținute, de aceea metoda de determinare folosită este necesar a fi menționată.
12. Factorii de risc biologic sunt determinați de agenții patogeni și de dăunători (insecte și acarieni)
13. Gravitatea pericolelor biologice depind în mare măsură de plantă cultivată și de condițiile de mediu.
14. Cele mai vulnerabile la atacul bolilor și dăunătorilor sunt culturile: ceapa, varza și tomatele.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- Adriano D.C. (2001). Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of Metals, 2nd edn.. New York, Springer.
- Anastasiu, B., Managementul Riscului, suport curs. Facultatea de Economie și administrarea Afacerilor , Iași
- Andersen M.K., Refsgaard A., Raulund-Rasmussen K., Strobel B.W., Hansen H.C.B. (2002). Content, Distribution, and Solubility of Cadmium in Arable and Forest Soils, Soil Sci. Soc. Am. J., 66, 1829–1835.
- Andrews S.S., Karlen D.L., Cambardella C.A. (2004). The Soil Management Assessment Framework: A Quantitative Soil Quality Evaluation Method. Soil Sci. Soc. Am. J., 68, 1945–1962.
- Ardelean, A., Maior, C. (2000) – Management ecologic, Editura SERVO-SAT, Arad.
- Arias M., Barral M.T., Da Silva-Carvalho J., Mejuto J.C., Rubinos D. (2004). Interaction of Hg(II) with kaolin-humic acid complexes, Clay Minerals, 39,35– 45.
- Atanasiu N., (1965) -Eine Betrachtungen zur Definition des Begriffs Bodenfruchtbarkeit-Zeitschrift fur Pflanzenern. Dung. Bodenkunde, 109, pag.183-189.
- Avarvarei I., Davidescu V., Mocanu V. (1994). Agrochimie. Ed. SITEH, Craiova.
- Axinte, Stela, Agafiței, Alina, Chiriac, C. (2004) – Ecosisteme agricole convenționale și sustenabile, Editura Politehnicum, Iași.
- Bailey V.L., Smith J.L., Bolton H. Jr., (2002) – Fungal-to-bacterial ratios in soils investigated for enhanced C sequestration – Soil Biol. Biochem., 34: 997-1007.
- Barea J.M., Pozo M.J., Azcón R., Azcón-Aguilar C., (2005) – Microbial co-operation in the rizosphere – Journal of Experimental Botany, vol. 56, No. 417: 1761-1778.
- Bălan, Viorica, Dejeu, L., Chira, A., Ciofu, Ruxandra (2003) – Horticultura alternativă și calitatea vieții, Editura G.N.P. Minischool, București.
- Bălășcuță N. (2000) - Conversia de la agricultura convențională la agricultura biologică, Hortinform 5-93.
- Bălășcuță N. (2000) - Situația actuală a dezvoltării agriculturii biologice în Europa, cu deosebire în Germania și Elveția, Hortinform 4-92.
- Bălțeanu D., Șerban M. (2005). Modificări globale ale mediului. O evaluare interdisciplinară a incertitudinilor. Ed. C.N.I. „Coresi” București.
- Beedell, J; Rehman, T. (2000) – Using socio - psychology models to understand farmer’s conservation behaviour. Journal of Rural Studies 16(1);
- Berca, M. (2000) – Ecologie generală și protecția mediului, Editura Ceres, București.
- Berca, M. (2003) – Ingineria și managementul resurselor pentru dezvoltare rurală, Editura Ceres, București.
- Bermond A. (2001). Limits of sequential extraction procedures re-examined with emphasis on the role of H⁺ ion reactivity, Analitica Chimica Acta; 445, pp 79-88.
- Berner E.K., Berner R.A., Moulton K.L. (2003). Plants and Mineral Weathering: Present and Past. In: Treatise on Geochemistry, vol.5, p.169-188, Elsevier Ltd.
- Bienvenida Gilbert-López, Juan F. García-Reyes, Pilar Ortega-Barrales, Antonio Molina-Díaz , Amadeo R. Fernández-Alba (2007) - Analyses of pesticide residues in fruit-based baby food by liquid chromatography/electrospray ionization time-of-flight mass spectrometry – Rapid Commun. Mass Spectrom. 2007,21, 2059 – 2071
- Birescu G., (2001) - Cercetări privind procesele vitale și enzimatică în soluri forestiere și agricole din Moldova-Teză de doctorat,USAMV București.
- Birescu L., Birescu G., Lupașcu G, Secu C., (2005) - Interpretarea ecologică a solului și evaluarea impactului ecologic global în ecosisteme practice situate pe terenuri

- degradate din Podișul Bârladului, *Lucr. Conf. XVII-a Naț. Șt. Sol.*, Timișoara/2003, vol. 2, nr. 34B, pag. 473-481.
- Blake Francis (1999) - *Organic farming and growing*. The Crowood Press, Ramsbury.
- Bloom P. R. (2000). Soil pH and the pH buffering. In Sumner, M. (ed.): *Handbook of soil science*, p. B333-B352. CRC Press, Boca Raton.
- Bohateret, V.M. (2008) – „Principii și norme pentru proiectarea modelelor de conversie a fermelor legumicole la sistemul de exploatare ecologic și pentru elaborarea unui ghid de bune practici” în *Studii și Cercetări de Economie Rurală, Tomul VII, „Relația cercetare științifică – extensie – consultanță”*, Academia Română, ICES „Gh. Zane”, CER, Editura „TERRA NOSTRA”, Iași.
- Bohateret, V.M., Dobay, Krisztina Melinda (2001) – „Asociațiile de marketing în agricultură”, Editura „Terra Nostra”, Iași.
- Böhme L., Langer U., Böhme F., (2005) – Microbial biomass, enzyme activities and microbial community structure in two European long-term field experiments – *Agric. Ecosyst. Environ.*, 109: 141-152.
- Bolan N.S., Adriano D.C., Curtin D. (2003). Soil acidification and liming interactions with nutrient and heavy metal transformation and bioavailability. *Advances in Agronomy*, 72, 215–272.
- Bossuyt H., Denef K., Six J., Frey S.D., Merckx R., Paustian K., (2001) – Influence on microbial populations and residue quality on aggregate stability – *Appl. Soil Ecol.*, 16: 195-208.
- Bourceanu G. (1998). *Fundamentele termodinamicii chimice*. Ed. Univ. „Al.I.Cuza” Iași.
- Bourg A.C.M. (1995). Speciation of Heavy Metals in Soils and Groundwater and Implications for Their Natural and Provoked Mobility. In: W.Salomons, U.Föstner, and P.Mader (Eds.), *Heavy Metals. Problems and Solutions*, Springer, Berlin, pp 19-32.
- Brantley S.L. (2003). Reaction Kinetics of Primary Rock-forming Minerals under Ambient Conditions. In: *Treatise on Geochemistry*, vol.5, p.73-118, Elsevier Ltd.
- Brezuleanu, Ș. (2004) – *Management agricol*, Editura Performantica, Iași.
- Brumă, I. S. (2004) – *Tehnologii ecologice pentru producția vegetală și creșterea animalelor*, Editura Terra Nostra, Iași.
- Brumă, I. S. (2007) - „What are the prospects of ecological agriculture in Romania” în „Rural Space and Local Development”, Universitatea „Babeș-Bolyai”, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca.
- Brumă, I. S.(2008) – „Posibilități de dezvoltare a legumiculturii ecologice în județul Vaslui” în *Studii și Cercetări de Economie Rurală, Tomul VII, „Relația cercetare științifică – extensie – consultanță”*, Academia Română, ICES „Gh. Zane”, CER, Editura „TERRA NOSTRA”, Iași.
- Bulgariu D., Breabăn I.G., Bulgariu L. (2004). Contribuții la studiul distribuției metalelor grele (Cd; Pb) dintr-un cernoziom cambic din perimetrul Hudești, județul Botoșani, *Factori și Procese Pedogenetice din Zona Temperată*, 3 S.Nouă (2004), Iași, pp 199-217.
- Bulgariu D., Bulgariu L. (2005). Procesul de zeolitizare a tufurilor vulcanice din România. Vol. II: Modelarea teoretică și experimentală a procesului de zeolitizare. Ed. Universității „Al.I.Cuza” Iași.
- Bulgariu D., Bulgariu L. (2008). Selective separation of microelements from soils by combination of sequential solid-liquid extraction (SPE) with the extraction in aqueous two-phase systems (ABS). *ExTech 2008-the 10th International Symposium on Advances in Extraction Techniques*, January 28-30, 2008. Bruges, Belgium, Book of Abstracts, EET-18.

- Bulgariu D., Bulgariu L. (2008). The distribution and migration of cadmium and lead in horticultural soils conditioned with polymeric materials. Eurosoil Congress 2008, 25-29 August 2008, Vienna, Austria, Book of Abstracts, p. 304.
- Bulgariu D., Bulgariu L., Breabăn I.G. (2005). Considerations regarding the influence of metallic ions on the stability of carbonates from soils. *Factori și Procese Pedogenetice din Zona Temperată*, 4S, nouă (2005), pp 289-304.
- Bulgariu D., Bulgariu L., Pui A. (2004). The extraction and the determination of cadmium from geological samples (I), *Anal. Univ. „Al.I.Cuza” Iași*, s. Geologie, Vol. XLIX-L, pp 31-44.
- Bulgariu D., Bulgariu L., Rusu C. (2008). Separation and determination of Si, Al and Fe speciation forms from soils by solid-liquid extraction and extraction in aqueous PEG-based two-phase systems. *Geophysical Research Abstracts*, vol. 10, EGU2008-A-10915, EGU General Assembly 2008, Vienna, Austria.
- Bulgariu D., Dragomir L., Breabăn, I.G. (2004). Study on geochemical mobility of trace metals in supergene conditions, by means of experimental modelling of mineral / solution interactions. *Factori și Procese Pedogenetice din Zona Temperată*, 2 S nouă: 200-208, Iași.
- Bulgariu D., Rusu C., Bulgariu L. (2006). The impact of heavy metals pollution on the buffering and ionic exchange capacity of soils. *Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași, Lucrări Științifice*, Vol. 49, seria Agronomie, pp 47–62.
- Bulgariu D., Rusu C., Bulgariu L. (2007). Applicability and limits of sequential liquid-solid extraction for determination of heavy metals from soils. *Anal. Șt. Univ. Oradea, fascicula Chimie*, Vol. XIV, 12-25, Oradea.
- Bulgariu D., Rusu C., Bulgariu L., Breabăn I.G., Aștefanei D. (2005). Contribuții la studiul distribuției unor elemente minore (Zn, Pb, Cd, Bi, Cu) în soluri din Munții Giurgeu (Partea I). *Factori și Procese Pedogenetice din Zona Temperată 4 S, Nouă*, pp 207.
- Bulgariu D., Rusu C.V. (coord.) (2005). *Metode instrumentale de analiză în geștiințe*. Vol. 1: Prelevarea probelor. Sampling. Casa Editorială Demiurg, Iași.
- Bulgariu L. (2006). *Extracția cu solvenți a unor ioni metalici toxici (teză de doctorat)*. Univ. Tehnică „Gh. Asachi” Iași, Facultatea de Chimie Industrială
- Bulgariu L., Bulgariu D. (2007). Selective separation of Cd(II) from cobalt, nickel, iron (III) and lead by extraction in PEG-based aqueous two-phase system. *Anal. Șt. Univ. Oradea, fascicula Chimie*, Vol. XIV, p. 6-12, Oradea.
- Bulgariu L., Bulgariu D. (2007). Distribution and mobility of cadmium and lead in urban soils – case study: Iași City – Industrial zone. *USAMV Iași, Lucrări Științifice – vol. 50, seria Agronomie*, Iași.
- Carmen Hura, (2002) - *Contaminarea chimică a alimentelor în România, în 2001*, vol. 1, Editura: CERMI, Iași, 2002 - ISBN: 973-8188 -19 -9.
- Carmen Hura, (2003) - *Contaminarea chimică a alimentelor în România, în 2002*, vol. 2 Editura: CERMI, Iași, 2003 - ISBN: 973-8188 -90-3/ 973-8188-91-1
- Carmen Hura, (2004) - *Contaminarea chimică a alimentelor în România, în 2003*, vol. 3, Editura CERMI, Iași, 2004 - ISBN: 973-667-079-1
- Carmen Hura, (2005) - *Contaminarea chimică a alimentelor în România, în 2004*, vol. 4, Editura CERMI, Iași, 2005 - ISBN: 973 – 667-142-9
- Carmen Hura, (2007) - *Contaminarea chimică a alimentelor în România, în 2005*, vol. 5, Editura CERMI, Iași, 2007 - ISBN: 10-973-667-194-1; ISBN: 13-978-973-667-194-4
- Carmen Hura, (2007) - *Contaminarea chimică a alimentelor în România, în 2006*, vol. 6, Editura CERMI, Iași, 2007 - ISBN: ISBN: 978-973-248-4

- Carmen Hura, B.A. Hura (2007) - Assessment of the heavy metals in the food from Romania, 2005 – 2006. - International Congress of Toxicology (ICT XI), 15 – 19. 07.2007, Montreal, Canada
- Carmen Hura, B.A. Hura (2007) - Monitoring of pesticide residues in total diets on the Romania, 2001- 2006. - euroanalysis XIV, Antwerp, Belgium, 9 -14 September 2007.
- Cârstea S., (2001) - Calitatea solului-expresie a multiplelor lui funcții, protecția și ameliorarea ei - cerință imperativă-Lucr.cele de –a XVI-a Conf. Naț. Șt. Sol., Suceava, vol. III/2001.
- Cârstea S. (2001). Calitatea solului – expresie a multiplelor lui funcții: Protecția și ameliorarea ei – cerință imperativă. A XVI-a Conferință Națională Pentru Știința Solului, Suceava, vol. III, 18-44.
- Carter M.R., 2002- Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation, interactions that maintain soil functions-Agron J. (94), pag. 38-47.
- Catlow C.R.A. (2003). Modelling and simulation. Current Opinion in Solid State and Materials Science, 7, 1-2.
- Călin Maria (2005) – Ghidul recunoașterii și controlului dăunătorilor plantelor legumicole cultivate în agricultură biologică. Editura Tipoactiv, Bacău.
- Chelcea, S., Mărgineanu, I. (1998) – Cercetarea sociologică. Metode și tehnici, Editura Destin, Deva.
- Chiran, A., Gîndu, Elena (1997) – Marketing agrar, Editura Periscop, Iași.
- Ciofu Ruxandra (coordonator), Stan N., Popescu V., Chilom Pelaghia, Apahidean S., Arsenie H., Berar V., Lauer K.F., Atanasiu N. (autori), (2004) –Tratat de Legumicultură– Ed. Ceres, București.
- Cîndea E. (1986) - Combaterea nechimică a dăunătorilor la legume. Editura
- Clapp C.E., Hayes M.H.B., Senesi N., Bloom P.R., Jardine P.M. (eds) (2001). Humic Substances and Chemical Contaminants. Madison, WI, SSSA Publications.
- Collin M., McBratney A., Voltz M., Walter C. (eds) (2000). Developments in quantitative soil resource assessment (Pedometrics 1998). Geoderma, 97(3–4), 147–424.
- Contoman M., Filipov F. (2007). Ecopedologie. Ed. „Ion Ionescu de la Brad”, Iași.
- Cornelis R., Crews H., Caruso J., Heuman K. (2003). Handbook of Elemental Speciation: Techniques and Methodology. John Wiley & Sons, Ltd., New York.
- Covaci, A., Hura, C, Schepens, P (2001), Selected persistent organochlorine pollutants in Romania, The Science of the Total Environment, Vol. 280 (1-3), p. 143-152
- Cristea, V., Denaeyer, Simone (2004) – De la biodiversitate la OGM-uri?, Editura Eikon, Cluj-Napoca.
- Cruz-Guzman M., Celis R., Hermosin M.C., Leone P., Negre M., Cornejo J. (2003). Sorption-Desorption of Lead (II) and Mercury (II) by Model Associations of Soil Colloids. Soil Sci. Soc. Am. J., 67, 1378–1387.
- Dalby J., Michaud M., Redman M. (1998) - Organic certification and the importance of organically, produced foods.
- Dangič A. (1996). Geochemistry and the environment: a general complex approach to environment studies. Abstract 30 Int. Geol. Congress, Beijing, 4-14 August 1996, 3, 56.
- Darnhofer, Ika (2005) – Organic farming and rural development. Some evidence from Austria. sociologia ruralis, No.4/Octomber;
- Darnhofer, Ika; Schneeberger, W.; Freyer, B. (2005) – Converting or not converting to organic farming in Austria. Farmer types and their rationale. AHUM-A 367, Austriaa. Agriculture an Human Values 22;
- Davidescu D., Davidescu Velicia (1994) - Agricultura biologică - o variantă pentru exploatațiile mici și mijlocii, Editura Ceres, București.
- Dean J.R. (2002). Extraction Methods for environmental analysis. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, U.K.

- Dejeu L., Petrescu C., Chira A. (1997) - Horticultura și protecția mediului, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- Dick R.P., (1997) - Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health – In: Pankhurst C.E., Doube B.M., Gupta VVSR, editors. Biological Indicators of Soil Health. Wallingford, USA: CAB International, pag. 121-156.
- Dillon, M., și colab. (1998) – Chemical and Physical Hazards – Selected Case Study.
- Dilly O., Bach H.J., Buscot F., Eschenbach C., Kutsch W.L., Middelhoff U., Pritsch K., Munch J.C., (2000) – Characteristics and energetic strategies of the rizosphere in ecosystems of the Bornhöved Lake district – Applied Soil Ecology, 15: 201-210.
- Dobay Krisztina Melinda (2003) – Managementul ecofermelor și marketingul produselor ecologice, Editura „Terra Nostra”, Iași.
- Doran J.W., Zeiss M.R., 2000 – Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality – Appl. Soil Ecol., 15: 3-11.
- Dumanski J. (ed.) (2000). Indicators of land quality and sustainable land management. Agriculture. Ecosystems and Environment, 81 (Special Issue).
- Dumitrescu M., Scurtu I., Stoian L., Glăman Gh., Costache M., Dițu D., Roman Tr., Lăcătuș V., Rădoi V., Vlad C., Zăgran V. (1998) - Producerea legumelor, Editura București.
- Dumitru M., Ciobanu C., Cârstea C., Cârstea S., Manea Al. (2001). - Resursele de soluri ale României și aspecte privind strategia în domeniul utilizării solurilor. A XVI-a Conferință Națională Pentru Știința Solului, Suceava, vol. III, 5-17.
- Duncan, W.R., A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Project Risk Management, 1996.
- Dunga J.L., Perry J.N., Dale M.R.T., Legendre P., Citron-Pousty S., Fortin M.-J., Jakomulska A., Miriti M., Rosenberg M.S. (2002). A balanced view of scale in spatial statistical analysis. Ecography, 25, 626-640.
- Duram, L. (2000) – Agent's perceptions of structure. How Illinois organic farmers view political, economic, social and ecological factors. Agriculture and Human Values 17 (1);
- Echim Th. (2001) - Îmbunătățirea subvenționării culturii ecologice în Germania. Hortinform 10-110.
- Eyhorn, F., Heeb, Marlene, Weidmann, G. (2002) – IFOAM Training Manual for Organic Agriculture in the Tropics. Theory, Transparencies, Didactic Approach, Compiled by FIBL.
- Falconer, K. (2000) – Farm-level constraints on agri-environmental scheme participation: a transactional perspective. Journal of Rural Studies 16;
- Fendorf S., Wielinga B.W., Hansel C.M. (2000). Chromium transformations in natural environments: the role of biological and abiological processes in chromium (VI) reduction. International Geology Review, 42, 691–701.
- Filipov F. (2005). Pedologie. Ed. „Ion Ionescu de la Brad”, Iași.
- Finzi A.C., Sinsabaugh R.L., Long T.M., Osgood M.P., (2006) – Microbial community responses to atmospheric carbon dioxide enrichment in a warm-temperate forest – Ecosystems, 9: 215-226.
- Fitzpatrick L.J., Dean J.R. (2002). Extraction Solvent Selection in Environmental Analysis, Analytical Chemistry; Vol. 74 (1), pp 74-79.
- Fițiu, A. (2003) – Ecologie și protecția mediului, Editura AcademicPress, Cluj-Napoca.
- Florea N., Munteanu I. (2003). Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS). Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, București.
- Fuchshofen, Winfried H., Fuchshofen, Silke (2000) – Organic Trade Association’s Export Study for US Organic Products to Asia and Europe, December.
- Gabor S., Rusu T., Nagy M., Albert I. (2006) - Utilizarea rumegușului și a deșeurilor lemnoase pentru compostare. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.

- Gareth D., Lennartsson M. (2005) – Organic vegetable production, The Crowood Press, Ramsbury, UK.
- Geyer B. Reents H. (2005) – Organic Vegetable Production in Germany – Status quo, ISOFAR, South Australia, pg. 164-168.
- Gheorghiu Niculina, (2006) - Fertilitatea solului - o noțiune perimată?- Rev. Știința Solului, vol..XL, nr.1, pag. 75-91.
- Gianfreda L., Rao M.A., Piotrowska A., Palumbo G., Colombo C., 2005 – Soil enzyme activities as affected by anthropogenic alterations: intensive agricultural practices and organic pollution – Science of the Total Environment, 341: 265-279.
- Glasauer S.M., Beveridge T.J, Burford E.P., Harper F.A., Gadd G.M. (2005). Metals and metalloids, transformation by microorganisms. In: Encyclopedia of Soils in The Environment, vol III, p. 438-447., Academic Press, London.
- Glăman Gh. (2000) - Producția horticola integrată sau biologică. Hortinform 3-91.
- Goodman, D. (2004) – Rural Europe reduce? Reflections on alternative agro-food networks and paradigm change. Sociologia Ruralis 44 (1);
- Grayston S.J., Vaughn D., Jones D., (1996) – Rhizosphere carbon flow in trees, in comparison with annual plants: the importance of root exudation and its impact on microbial activity and nutrient availability – Appl. Soil Ecol., 5: 29-56.
- Grădinaru I. (2000). Protecția mediului. Ed. Economică, București.
- Greco F. (1997). Fenomene naturale de risc – geologie și geomorfologie. Ed. Univ. București.
- Gruia, R. (1998) – Managementul eco-fermelor, Editura Ceres, București.
- Haitzer M., Aiken G.R., Ryan J.N. (2002). Binding of Mercury(II) to dissolved organic matter: The role of the Mercury-to-DOM Concentration ratio. Environmental Science and Technology, 36, 3564-3570.
- Hansen, B., Alroe, H.F., Kristensen, E. (2001) – Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. Agriculture, Ecosystems and Environment (55);
- Harribey, J-M. (1998) – Le développement durable, Editura Economică, Paris.
- Hart C.S., De Luca H.T., Newman S.G., MacKenzie D.M., Boyle I.S., (2005) – Post-fire vegetative dynamics as drivers of microbial community structure and function in forest soils – Forest Ecology and Management, 220: 166-184.
- Harwood R.R. (1985) – The integration efficiencies of cropping systems. Sustainable agriculture and integrated cropping systems. Michigan State University Press.
- Hatzinger P.B., Kelsey J.W. (2005). Pollutants – Biodegradation. In: Encyclopedia of Soils in The Environment, vol III, p. 250-258, Academic Press, London.
- Heinz Erven (1999) - Paradisul meu. Casa de editură Angeli, Brașov. Hortinform 5-93.
- Hesterberg D., Chou J.W., Hutchinson K.J., Sayers D.E. (2001). Bonding of Hg(II) to reduced organic sulphur in humic acid as affected by S/Hg ratio. Environmental Science and Technology, 35, 2741-2745.
- Huang P.M., Bollag J.-M., Senesi N. (eds) (2002). Interactions between Soil Particles and Microorganisms. Impact on the Terrestrial Ecosystem. IUPAC Series on Analytical and Physical Chemistry of Environmental Systems, vol. 8. Chichester, UK: John Wiley.
- Huang P.M., Wang M.C., Wang M.K. (2005). Mineral – Organic – Microbial Interactions. In: Encyclopedia of Soils in The Environment, vol II, p.486-499, Academic Press, London.
- Huber S., Freudenschuss A., Stark U. (eds) (2001). European Soil Monitoring and Assessment Framework. Technical Report No. 67. Copenhagen, Denmark: European Environment Agency.
- Iancu, A. ș.a. (2003) – Dezvoltarea economică a României, Vol I, Editura Academiei, București, 2003.

- Iordache V., Bodescu F. (2005). Emergent properties of the Lower Danube River System: consequences for the integrated monitoring system. *Arch. Fur Hydrobiologie. Suppl.* 158, (Large Rivers 16), 95-128.
- ISDR (2004). *Livind wit risk. A global review of disaster reduction initiatives.* United Nations.
- Ivașcu Antonia (2000) - Agricultura organică pe Glob - o realitate în creștere, *Hortinform* 7-95.
- James B.R. (2004). Buffering capacity. In: *Encyclopedia of Soils in The Environment*, vol I, p.142-147, Academic Press, London.
- Jansen, K. (2000) – Labour, livelihoods and quality of life in organic agriculture in Europe. *Biological Agriculture and Horticulture* 17(3);
- Jastrzebska E., Kucharski J., (2007) – Dehydrogenases, urease and phosphatases activities of soil contaminated with fungicides – *Plant Soil environ.*, 53 (2): 51-57.
- Jităreanu G., Samuil C. (2003) – Tehnologii de agricultură organică, Editura Pim, Iași.
- Jităreanu G., Samuil C. (2003). *Tehnologii de agricultură organică.* Ed. Pim, Iași.
- Jorgensen S.E., Svirezhev Y.M. (2004). *Towards a thermodynamic theory of ecological systems.* Elsevier, Netherlands.
- Kabata-Pendias A., Mukherjee A.B. (2007). *Trace Elements from Soil to Human.* Springer, Berlin.
- Kirkby E.A. (2005). Essential Elements. In: *Encyclopedia of Soils in The Environment*, vol I, p.478-485, Academic Press, London.
- Lampkin N. (1999) - *The principles of organic farming*, Farming Press, Miller Freeman UK Ltd.
- Lampkin N. (2001) - *Organic farm management - Handbook.* Farming Press, Miller Freeman UK Ltd.
- Langer U., Klimanek E.M, 2006 – Soil microbial diversity of four German long-term field experiments – *Archives of Agronomy and Soil Science*, 52 (5): 507-523.
- Lăcătușu R. (2000). *Mineralogia și chimia solului.* Ed. Universității „Al.I.Cuza” Iași.
- Lăcătușu R. (2006). *Agrochimie (ed. a II-a).* Ed. Terra Nostra, Iași.
- Liu A., Gonzales R.D. (1999). Adsorption / desorption in a system consisting of humic acid, heavy metals and clay minerals, *J. Colloid. Interface Sci.*; 218, 225-232.
- Lobatskaya R.M. (1997). Kinetic method of approach to assessment of geological environment stability under anthropogenesis loads. *Engineering Geology and the Environment*, Marinou, KoukisTsiambaos and Stournaras (eds.), Balkema, Rotterdam, 1341.
- Lorincz, Pirooska, Răchită, Amelia (2005) – Procedura de inspecție și certificare în nr. 1/2005, Bioterra.
- Loveland P.J., Bellamy P.H. (2005). Environmental Monitoring. In: *Encyclopedia of Soils in The Environment*, vol I, p. 441-448, Academic Press, London.
- Lovley D.R. (ed.) (2000) - *Environmental Microbe–Metal Interactions.* Washington, DC, ASM Press.
- Luțac, Ghe. (2004) – *Microeconomie*, Editura Universității Al.I.Cuza, Iași, 2004.
- Maier R.M. (2000). Microorganisms and organic pollutants. In: Maier R.M., Pepper I.L., Gerba C.P. (eds) *Environmental Microbiology*, p. 363–400. New York, Academic Press.
- Man C., Imre, A. (2005) – Dezvoltarea și situația agriculturii ecologice (biologice). Bioterra (1) pe plan mondial și național;
- Manole, V. și colab. (2002) – *Diagnosticul de marketing pe filiera de produs în agricultură*, București.
- Manole, V., Stoian, Mirela (2000) – *Agromarketing*, ASE, București.

- Markus J., McBratney A. B. (2001). A review of the contamination of soil with lead II. Spatial distribution and risk assessment of soil lead. *Environ. Int.*, 27, 399–411.
- Marsden, T., Banks, J., Bristow, G. (2000) – Food supply chain approaches: Exploring their role in rural development. *Sociologia Ruralis* 40 (4);
- Matei Daniela (2008) – “Cadrul legislativ privind agricultura ecologică și siguranța alimentară în România” în *Studii și Cercetări de Economie Rurală*, Tomul VII, „Relația cercetare științifică – extensie – consultanță”, Academia Română, ICES „Gh. Zane”, CER, Editura „TERRA NOSTRA”, Iași.
- Matei Daniela (2008) – „Evoluții în piața românească de produse ecologice” în *Studii și Cercetări de Economie Rurală*, Tomul VII, „Relația cercetare științifică – extensie – consultanță”, Academia Română, ICES „Gh. Zane”, CER, Editura „TERRA NOSTRA”, Iași.
- Matei, Daniela (2004) – Cadrul legal al agriculturii ecologice, rev. *Agricultura ecologică. Pași spre viitor*, nr. 3, Editura Terra Nostra, Iași.
- Mănescu B. (2000) – Sisteme horticole comparate, Centrul de învățământ economic deschis la distanță, București.
- Mărginean, I. (2000) – Proiectarea cercetării sociologice, Editura Polirom, Iași.
- McBratney A.B., Odeh I.O.A., Bishop T.F.A., Dunbar M.S., Shatar T.M. (2000). An overview of pedometric techniques for use in soil survey. *Geoderma*, 97, 293–327.
- McDonald L.M., Evangelou V.P., Chappell M.A. (2004). Cation exchange. In: *Encyclopedia of Soils in The Environment*, vol I, p.180-188, Academic Press, London.
- McLean J.S., Lee J.-U., Beveridge T.J. (2002). Interactions of bacteria and environmental metals, fine-grained mineral development, and bioremediation strategies. In: Huang P.M., Bollag J.-M., Senesi N. (eds) *Interactions between Soil Particles and Microorganisms*, p. 228–261, New York, John Wiley.
- Measnicov M. (1998) - Când produsele agroalimentare sunt ecologice. *Hortinform* 11-87.
- Mester Z., Sturgeon R., Pawliszyn J. (2001). Solid phase microextraction as a tool for trace element speciation, *Spectrochimica Acta*, B 56, pp 233-260.
- Miftode, V., Lupu, A., Asiminei, R. (2005) – Piața produselor ecologice (Anchetă sociologică), în „*Agricultura ecologică – pași spre viitor*”, nr. 6.
- Millero F. (2001). Speciation of metals in natural waters. *Geochemical Transactions*, 8.
- Mircea, N.V., Popescu, Adelina (2001) – *Agricultura țărănească eco-biologică*, Editura Universul, București.
- Mocanu R., Mocanu A.M. (2004). *Agrochimie*. Ed. Sintech, Craiova.
- Montanarella L., (2008) – Towards protecting soil biodiversity in Europe: The EU thematic strategy for soil protection – Biodiversity: *Journal of Life on Earth*, vol. 9, No. 1-2: 75-77.
- Morar Maria Virginia, Rusu T., Imre A., (2005) – Ghid de combatere a buruienilor în agricultura ecologică, Editura Risoprint. Cluj-Napoca.
- Muntean L., Știrban M. (2000). *Ecologie, agrosisteme și protecția mediului*. Ed. Dacia, Cluj Napoca.
- Munteanu, N., și colab. (1998) – INCO COPERNICUS Project No.: IC 15 CT 96-1009. Annual Scientific Report for University of Agronomy Iasi, Romania
- Munteanu N. și Stan N. (1999) – Alternative la agricultura de tip industrial între necesitate și posibilități, *Hortinform* 1-77;
- Munteanu, N (2000) – Changing consumer expectation as an agent of change in the agri-food industries of selected countries of central and eastern Europe. Final Synaptic Report. Inco-Copernicus Programme, Bruxelles;

- Munteanu, N., Birescu, L., Dorneanu E., Gavriluță, I., Budui, Gh., Birescu, G., Stan, T. (2000) – Cercetări privind eficiența economică a aplicării unor produse biologice în legumicultură. *Lucrări științifice USAMV Iași*, vol. 43, Seria Horticultură;
- Munteanu, N., Rominger, O., Ungureanu, Gina, Stan, T. (2000) – The evaluation of six tomatoes types produce dat the VITALEF processing plant. Attitudinal aspects. *Lucrări științifice USAMV Iași*, vol. 43, Seria Horticultură.
- Munteanu N. și Rominger O. (2001) – Organic farming an increasing opportunity for Romanian farmers. *Lucrări științifice U.A.M.V. Iași*, seria Horticultură, volumul 44;
- Munteanu N., Popa Niculina, Lupu Iuliana (2006) - Non-woven textiles used in horticulture and environment protection. XXXVI Annual Meeting Iași, România, ESNA.
- Munteanu N., Stoleru V., Stan T., Stoleru Carmen Maria, Aldescu Teodora (2007) - Perspectivele agriculturii organice în România. *Lucrări științifice*, Seria Horticultură, vol. 50.
- Munteanu N., Stoian L., Stoleru V., Fălticeanu M. (2008). Bazele tehnologice ale legumiculturii ecologice. Ed. „Ion Ionescu de la Brad” Iași.
- Munteanu N., Stoian L., Stoleru V., Fălticeanu Marcela (2008) – Baze tehnologice ale legumiculturii ecologice. Editura “Ion Ionescu de la Brad” Iași, ISBN 978-973-147-019-1.
- Munteanu N., Stoleru V., Filipov F., Teliban G., Popa Lorena Diana (2008) – Assessment of the pedoclimatic potential for ecological vegetable growing in Iassy county. *Lucrări științifice*, Seria Horticultură, vol. 51.
- Munteanu N., Stoleru V., Stoian L., Bohatereț V., Fălticeanu Marcela (2008) – Ghid de bune practici – Modele de conversie la producția legumicolă ecologică. Editura “Ion Ionescu de la Brad” Iași, ISBN 978-973-147-020-7
- Munteanu, N. (1999) – HACCP – Metodă modernă pentru studiul factorilor de risc la culturile legumicole. *Lucrări științifice USAMV Iași*, vol. 42(5). Seria Horticultură;
- Murgulescu I.G., Oncescu T., Segal E. (1981). *Introducere în chimica fizică*, vol. II,2: CINETICĂ CHIMICĂ ȘI CATALIZĂ. Ed. Academiei R.S.România, București.
- Mustață, Mariana, Mustață, Ghe. (2003) – Probleme de ecologie generală și umană, Editura Universității Al. I. Cuza, Iași.
- Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M.T., Landi L., Pietramellara G., Renella G., (2003) – Microbial diversity and soil functions – *European Journal of Soil Science*, 54: 655-670.
- Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M.T., Landi L., Pietramellara G., Renella G., Valori F., (2007) – Microbial diversity and microbial activity in the rizosphere - *Ciencia del Suelo*, Buenos Aires, v. 25, n. 1.
- Neag Gh., Culic A., Verraes G. (2001). *Soluri și ape poluate. Tehnici de depoluare*. Ed. Dacia, Cluj Napoca.
- Odeh I.O.A., McBratney A.B. (2005). Pedometrics. In: *Encyclopedia of Soils in The Environment*, vol III, p. 166-175, Academic Press, London.
- Odeh I.O.A., McBratney A.B. (eds) (2001). Estimating uncertainty in soil models (Pedometrics 1999). *Geoderma*, 103(1–2), 1–229.
- Oostindie, G., Parrot (2002) – Farmer’s attitudes to rural development: Results from a transnational survey in six European Union countries. Report from the FAIR - project „The socio-economic impact of rural development policies: Realities and potential” (IMPACT);
- Oste L.A., Temminghoff E.J.M., Lexmond T.M., Van Riemsdijk W.H. (2002). Measuring and Modeling Zinc and Cadmium Binding by Humic Acid, *Analytical Chemistry*; 74, pp 856-862.
- Oțiman, P.I. (2000) – *Economie Rurală*, Editura Agroprint, Timișoara.

- Papacostea P. (1994) – Ferma biodinamică, Editura Ceres, București.
- Păduraru E., Stan C., Stan N., Munteanu N.(2007) - Aspecte practice privind utilizarea textilelor neșesute ca materiale de mulcire la o cultură comparativă de ardei gras (*Capsicum annum* L.). *Lucrări științifice, Seria Horticultură*, vol. 50.
- Perju, T. (2002) – Dăunătorii organelor de fructificare și măsurile de combatere integrată, Editura AcademicPress, Cluj-Napoca.
- Pierzinsky G.M., Sims J.T., Vance G.F. (2000). *Soils and Environmental Quality*, 2nd edn. Boca Raton, FL, CRC Press.
- Pietola, K.; Lansink, A. (2001) - Former response to policies promoting organic farming technologies in Finland. *European Review of Agricultural Economics* 28 (1); Română a Horticulturilor.
- Pinay G., Gumiero B., Tabacchi E., Gimenez O., Planty-Tabacchi A.M., Hefting M., Burt T., Black V., Nilsson C., Iordache V., Bureau F. Vought L., Petts G., Décamps H. (2007). Patterns of denitrification rates in European alluvial soils under various hydrological regimes. *Freshw. Biol.*, 52, 252-266.
- Pinheiro J.P., Mota A.-M., Benedetti M.F. (2000). Effect of aluminum competition on lead and cadmium binding to humic acids at variable ionic strength. *Environ. Sci. Technol.*, 34, 5137–5143.
- Pîrvu, C. (2005) – Dicționar enciclopedic de mediu, Regia Autonomă Monitorul Oficial, București.
- Podar, C. (2004) – Posibile produse alimentare ecologice în România, în *Bioterra* nr. 3/2004.
- Popescu, V., Chira, L., Dejeu, L. (2001) – Producerea materialului săditor pentru legume, pomi și viță de vie, Editura M.A.S.T. București.
- Qadir M., Schubert S. Steffens D. (2005). Phytotoxic substances in soils. In: *Encyclopedia of Soils in The Environment*, vol III, p.216-222, Academic Press, London.
- Richardson S.M., McSween Jr., H.Y. (2001). *Geochemistry. Pathways and Processes*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Rotariu, T., ș.a. (2001) – Ancheta sociologică și sondajul de opinie. *Teorie și practică*, Editura Polirom, Iași.
- Sahuquillo A., Rigol A., Rauret G. (2003). Overview of the use of leaching / extraction tests for risk assessment of trace metal in contaminated soils and sediments, *Trends in Analytical Chemistry*; Vol. 22 (3), pp 152-159.
- Sarkar D., Essington M.E., Misra K.C. (2000). Adsorption of mercury(II) by kaolinite. *Soil Science Society of America Journal*, 64,1968-1975.
- Sattler F., Wistinghausen E. (2001) – Ferma biodinamică, Editura Enciclopedică, București.
- Sauvé S., Hendershot W., Allen H.E. (2000). Solid-solution partitioning of metals in contaminated soils: Dependence on pH, total metal burden, and organic matter, *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.*; 34, 1125-1131.
- Sauvé S., Martínez C.E., McBride M., Hendershot W. (2000). Adsorption of free lead (Pb²⁺) by pedogenic oxides, ferrihydrite, and leaf compost. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64, 595– 599.
- Schneeberger, W., Darnhofer, I., Eder M. (2002) – Barriers to the adoption farming by cashcrop producers in Austria. *American Journal of Alternative Agriculture* 17(1);
- Scorei, R., și colab (1998) – HACCP – Ghid practic pentru industria agro-alimentară. Ed. Aius, Craiova
- Selim H.M., Sparks D.L. (2001). *Heavy Metal Release in Soils*. Boca Raton, FL, CRC Press.
- Shuman L.M. (2005). Micronutrients. In: *Encyclopedia of Soils in The Environment*, vol II, p.479-486, Academic Press, London.
- Six J., Frey S.D., Thiet R.K., Batten K.M., (2006) – Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems – *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 70: 555-569.

- Smeda A., Zyrnicki W. (2002). Application of sequential extraction and the ICP-AES method for study of the partitioning of metals in fly ashes, *Microchemical Journal*; 72, pp 9-16.
- Sparks D.L. (2003). *Environmental Soil Chemistry*, 2nd edn. San Diego, CA, Academic Press.
- Stagl, S.(2002) – Local organic food markets: potentials and limitations for contributing to sustainable development. *Empirica* 29;
- Stan N., Stan T. (1999) - Legumicultură vol I, Editura „Ion Ionescu de la Brad”, Iași.
- Stan N., Munteanu, N., (coordonator)- (2001) – Legumicultură, vol.II, Editura „Ion Ionescu de la Brad” Iași.
- Stan N., Munteanu N., Stan T. (2003) - Legumicultură vol. III, Editura „Ion Ionescu de la Brad”, Iași.
- Stan C., Munteanu N., Stoleru V. (2008) – Preliminary studies regarding the improvement of ecological vegetable growing technology in covered structures by using mulch and superabsorbents. *Lucrări științifice, Seria Horticultură*, vol. 51.
- Stan, D. (2001) – Sociologia ruralului tradițional românesc, Editura Universității Al. I. Cuza, Iași.
- Stanciu Gh. (2000) – Argumente și precizări referitoare la agricultura biologică.
- Stoian L. (1999) - Caietul de sarcini IFOAM Hortinform 11-87.
- Stoian L. (2001) - Inspecția și certificarea producției biologice. *Hortinform* 3-103.
- Stoian L. (2004) - Legumicultura biologică - o alternativă pentru România. *Hortinform* 12-148.
- Stoian L. (2005) – Ghid practic pentru cultura biologică a legumelor, Editura Tipoactiv Bacău.
- Stoian L., Fălticeanu Marcela, Cristea Tina Oana, Popa Camelia Mihaela (2008) – Studies concerning the introduction in ecologic culture of some vegetable species from world assortment, less known in our country. *Lucrări științifice, Seria Horticultură*, vol. 51.
- Stoleru V., Imre A. (2007) – Cultivarea legumelor cu metode ecologice, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
- Stoleru V., Munteanu N., Stan N., Stan C., Stoleru Carmen Maria (2007) - The influence of organic fertilization on tomato yield produced in polytunnels in ecological system. *Lucrări științifice, Seria Horticultură*, vol. 50.
- Stoleru V., Munteanu N., Stan N., Soleru Carmen, Stan C. (2008) –The influence of organic fertilization on ecological tomatoes from polytunels in a three years stationary experimental plot. *Lucrări științifice, Seria Horticultură*, vol. 51
- Stoleru V., Filipov F., Munteanu N, Stoleru Carmen (2008) - Morphological and physical characteristics of soil from polytunels, after five year of organic fertilization at Spătărești (Suceava county). XXXVI Annual Meeting ESNA.
- Strawn D.G., Sparks D.L. (2000). Effects of soil organic matter on the kinetics and mechanisms of Pb (II) sorption and desorption in soil. *Soil Science Society of America Journal*, 64, 144–156.
- Stugren, B. (1994) – Ecologie teoretică, Casa de Editură Sarmis, Cluj-Napoca.
- Ștefanic G., (1994) -Cuantificarea fertilității solului prin indicatori biologici-Lucr. Conf. Naț. Șt. Sol., Tulcea, vol. 28A, pag. 45-55.
- Ștefanic G., (1994) -Biological definition, quantifying method and agricultural interpretation of soil fertility-Rev.Romanian Agricultural Research, nr. 2, pag. 107-116.
- Ștefanic G., 1998-Cercetarea pedo-biologică pentru o agricultură durabilă–Simpozionul Agricultura durabilă –performanță, București, pag. 261-264.
- Ștefanic G., Oprea G., Irimescu M. E., (1998) –Research for developing indicators of biological, chemical and soil fertility potential–Soil Science, XXXII, nr.1-2, 37-47.
- Ștefanic G., Orzan M.E.,Gheorghică N., (2001) -The possibility to estimate the level of soil fertility by modular and synthetic indices-Rev.Romanian Agricultural Research, nr.15, pag. 59-64.

- Ștefanic G., Săndoiu D., Gheorghiu N., 2006-Biologia solurilor agricole - Ed. Elisavaras, București.
- Tălmăciu M., Tălmăciu Nela, Diaconu A. (2008) – Researches regarding the coleopters fauna from the vegetable crops. *Lucrări științifice, Seria Horticultură*, vol. 51.
- Terry N., Zayed A.M., de Souza M.P., Tarun A.S. (2000). Selenium in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51, 401–432.
- Toncea I. (2002) - Ghid practic de agricultură ecologică. Editura Academic Press, Cluj-Napoca.
- Toncea I. (2005) – Compostul pur și simplu, ediția a II-a, Editura Total Publishing, București
- Toncea I., Stoianov R. (2002) - Metode ecologice de protecție a plantelor. Editura Științelor Agricole, București.
- Trasar-Cepeda C., Lieros M.C., Seoane S., Gil-Sotres F., 2000 – Limitations of soil enzymes as indicators of soil pollution – *Soil Biol. Biochem.*, 32: 1867-1875.
- Vâlcu R. (1994). *Termodinamica chimică*. Ed. Tehnică, București.
- Vallero D.A. (2004). *Environmental Contaminants: Assessment and Control*. Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- Van den Akker J.J., Soane B. (2004). Compaction. In: *Encyclopedia of Soils in The Environment*, vol I, p.285-293, Academic Press, London.
- Vander Pleog, Renting, H. (2000) – Impact and potential: A comparative review of European rural development practices *Sociologia Ruralis* 40(4);
- Vișan S., Angelescu A., Alpopi C. (2000). *Mediul înconjurător - poluare și protecție*. Ed Economică, București.
- Vîntu, V. (2000) – *Ecologie și protecția mediului*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
- Wander M.M., Walter G.I., Nissen T.M., Bollero G.A., Andrews S.S., Cavanaugh-Grant D.A., 2002-Soil quality, science and process-*Agron. J.*, nr. 94, pag. 23-32.
- Wang Y., Xu H. (2001). Prediction of trace metal partitioning between minerals and aqueous solutions: A linear free energy correlation approach, *Geochim. Cosmochim. Acta*; 65, 10, 1529-1543.
- Weber Jr. W.J., (2001). *Environmental Systems and Processes*. Wiley & Sons, Inc., Publication, New York.
- Winding A., Hund-Rinke K., Rutgers M., (2005) – The use of microorganisms in ecological soil classification and assessment concept – *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 62: 230-248.
- Wistinghausen, S. (1994) – *Ferma biodinamică*, Editura Enciclopedică, București.
- Wiszkowska J., Kucharski J., (2004) – Biochemical and physicochemical properties of soil contaminated with herbicide Triflurotox 250 EC – *Polish. J. Environ. Stud.*, 3: 223-231.
- Woods End Research. (1997) - *Guide to Solvita testing and managing your soil*. Woods End Research Laboratory, Inc., Mt. Vernon, ME.
- Young S.D., Tye A., Carstensen A., Resende L., Crout N. (2000). Methods for determining labile cadmium and zinc in soil, *European Journal of Soil Science*; 51, pp 129-136.
- Zahiu, Letiția (2006) – *Agricultura UE sub impactul politicii agricole comune*, Editura Ceres, București.

Director proiect
Prof. univ. dr. Neculai MUNTEANU