

**UNIVERSITATEA DE STIINTE AGRICOLE  
SI MEDICINA VETERINARA  
"ION IONESCU DE LA BRAD" IASI**

Programul:	<b>IDEI</b>
Tipul proiectului:	<b>Proiecte de cercetare exploratorie</b>
Cod proiect:	<b>ID_671</b>

## **RAPORT DE CERCETARE**

Denumirea proiectului

### **INFLUENTA SISTEMELOR NECONVENTIONALE DE LUCRARE A SOLULUI ASUPRA DURABILITATII SI BIODIVERSITATII ECOSISTEMELOR AGRICOLE**

VALOARE TOTALĂ CONTRACT 990.000 lei

ETAPA UNICĂ 30 XI 2007

VALOARE FAZA 20.000 lei

Director de proiect,

**Prof. dr. JITAREANU GERARD**

2007

## CUPRINS

### 1. Introducere

### 2. Considerații teoretice privind tematica luată în studiu.

2.1 Evaluarea calitatii resurselor de sol pentru diferite folosinte si a starii de degradarea a terenurilor prin eroziune si factori de influenta, in zona de Nord Est

2.2 Analiza, reactualizarea si sinteza cercetarilor in vederea fundamentarii tematicii proiectului.

### 3. Obiectivele cercetării și metoda de lucru

3.1 Scopul și importanța cercetărilor întreprinse

3.2 Obiectivele cercetărilor

3.3 Factorii experimentați

3.4 Metoda de cercetare și determinări efectuate

3.4.1 Metoda de cercetare în teren

3.4.2 Metoda de cercetare în laborator

### 4. Rezultate parțiale obținute

### 5. Concluzii

Bibliografie selectivă

## 1. Introducere

Preocupările actuale pentru adoptarea sistemelor de agricultură sustenabilă, se justifică prin extinderea în proporții îngrijorătoare a fenomenelor de degradare și deteriorare a resurselor de sol. Aceste aspecte au condus la necesitatea sporirii cercetărilor pentru perfecționarea și extensia sistemelor de lucrare pentru conservarea solului în diferite condiții pedoclimatice. Menținerea sau introducerea a noi sisteme tehnologice trebuie să fie în concordanță cu principiile dezvoltării durabile, echității și spațiului ambiant, să asigure posibilitatea de dezvoltare și progres și să corespundă cu realitățile existente.

Data fiind această stare de fapt, am considerat absolut necesară și oportuna elaborarea și adoptarea unor sisteme de ameliorare, conservare și valorificare superioară a solurilor din zonele colinare ale Podisului Moldovei, prin stabilirea unor tehnologiilor de cultură durabile și prin adoptarea de sisteme conservative de lucrare a solului.

Plecând de la aceste premise, în prezentul proiect, investigațiile au fost direcționate în vederea realizării a două obiective principale și anume:

**I. Stabilirea influenței sistemelor neconventionale de lucrare a solului asupra durabilității și biodiversității sistemelor agricole.**

**II. Urmărirea evoluției fertilității solului exprimată prin principalele însușiri ale acestuia, în diverse locații din Regiunea de Nord Est, în care s-au introdus în practică curentă, variante ale sistemului neconvențional de lucrare a solului.**

În vederea realizării primului obiectiv s-au inițiat în centrele experimentale ale institutiei gazda o serie de experiențe complexe în care se urmărește eficacitatea a trei sisteme tehnologice: sistemul convențional, sistemul cu lucrări minime și sistemul no-till într-o rotație de doi ani (rapita de toamnă-grâu de toamnă) utilizând sisteme diferențiate de fertilizare organică și chimică, din perspectiva implicațiilor tehnologice, ecologice, economice și sociale. În acest sens se urmăresc evoluția principalelor însușiri fizice, chimice și biologice ale solului care definesc starea de calitate și productivitatea agroecosistemelor, dezvoltarea vegetației segetale, dinamica agenților fitopatogeni și a daunătorilor și aspecte de control al gradului de poluare.

Cel de-al doilea obiectiv se înscrie pe linia fundamentării sistemelor de agricultură sustenabilă, fiind de mare actualitate, răspunzând cerințelor autohtone de constituire a bazei de date științifice necesare fundamentării tehnologiilor și elaborării măsurilor de management integrat a agroecosistemelor, în contextul în care noua tehnologie agricolă se afla în curs de promovare și transfer în producție, iar referirile la aceste probleme sunt relativ puține sau parțiale. Suprafețe din ce în ce mai mari din Regiunea de Nord Est sunt lucrate în sisteme neconventionale, în principal prin importul de tehnologie și utilaje dar care, nu întotdeauna și-au dovedit eficacitatea. Astfel, s-au inițiat o serie de studii și analize a principalelor însușiri fizice, chimice și biologice ale solului, în vederea evaluării influenței factorilor tehnologici și climatici asupra productivității și fertilității solului, în locațiile stabilite, în diferite condiții pedoclimatice și în condiții concrete de producție. Ca finalitate a acestui demers, se are în vedere, restabilirea rolului transferului de informație tehnică în ridicarea nivelului de instruire a producătorilor agricoli, întrucât adoptarea unui sistem alternativ de lucrare a solului necesită o fundamentare coerentă și nu adoptarea de verigi dispartate, o tratare economică și energetică în raport cu cerințele plantelor, condițiile pedoclimatice date, racordate la criteriile de conservare a solului și la cadrul social și educațional dat. De asemenea, se urmărește realizarea unui studiu de favorabilitate a condițiilor pedoclimatice în raport cu cele mai bune sisteme de cultură și metode pedoameliorative pretabile în zona de studiu, în concordanță cu sistemele de zonare agro-ecologică propus de FAO în ultimii ani.

O exploatare agricolă durabilă trebuie să fie viabilă din punct de vedere economic, acceptabilă din punct de vedere social și ecologic, reproductibilă în timp și transmisibilă în perfectă stare de funcționare către generațiile viitoare.

## 2. Considerații teoretice privind tematica luată în studiu.

**2.1 Evaluarea calității resurselor de sol pentru diferite folosințe și a stării de degradare a terenurilor prin eroziune și factori de influență, în zona de Nord Est**

La Conferința Mondială pentru Dezvoltare Durabilă, desfășurată în septembrie 2002 la Johannesburg, în Africa de Sud, se arată că 15 % din suprafața arabilă de pe glob era degradată. Terenurile cultivate s-au redus de la 0,23 ha/locuitor în anul 1950 la 0,12 ha/locuitor în anul 1995. Obiectivul Politicii Agricole Comune (PAC 2003) prevede realizarea unei agriculturi în strânsă legătură cu politica de dezvoltare rurală și în condițiile menținerii pământului într-o condiție agricolă bună.

Agenția Europeană de Mediu, 2006, arată că procesele de degradare a solului constituie o problemă pentru toată UE. Procesele de degradare a solului variază considerabil de la un stat membru la altul, cu diferite amenințări, având diferite grade de severitate. Din suprafața totală a Europei, 115 mil. ha sau 12% este afectată de eroziunea aluvionară, 42 mil. ha de eroziunea eoliană și 45% din solurile Europei au un conținut scăzut de materie organică, în principal în partea sudică a Europei, dar și în Franța, Anglia și Germania. În situația când, la nivel global, doar 12 % din suprafață nu prezintă constrângeri pentru producție, iar 9 % are o slabă capacitate de păstrare a nutrienților, 23 % sunt afectate de toxicitatea de aluminiu, 15 % este cu fosfor fixat și 26 % cu rezerve

mici de potasiu, creșterea producției este posibilă prin creșterea potențialului de producție al solurilor și folosirea unor sisteme tehnologice durabile, irigație etc.

Din cercetările Institutului de Pedologie și Agrochimie rezultă că și în România se înregistrează o serie de factori naturali restrictivi: seceta excesivă se manifestă pe 7.100.000 ha, exces periodic de umiditate, în condițiile anului 2005, pe 3.781.000 ha, soluri salin 700.776 ha, rezervă mică și extrem de mică de substanță organică pe 4.800.000 ha, aciditate puternică pe cca. 2.000.000 ha etc. Din datele privind calitatea factorilor de mediu, obținute în anul 2003, din rețeaua de monitorizare a Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor, rezultă o ușoară îmbunătățire a calității mediului, datorată activităților de re tehnologizare a unor unități economice (Ailincăi C., 2007). Cu toate acestea, principalele probleme care necesită intervenții prin măsuri agro-ambientale (agro-mediu) în România sunt gradul de degradare a terenurilor agricole prin eroziune (6,3 mil. ha), alunecări (702 mii ha), deteriorarea structurii și compactarea solului, care, se manifesta pe circa 44% din total suprafața agricolă, compactarea primară, care este prezentă pe circa 2 mil. ha terenuri arabile (13,59 %), tendința de formare a crustei la suprafața solului pe circa 2,3 mil. ha (15,63 %) și poluarea chimică a solului pe 0,9 mil. ha (GUVERNUL ROMÂNIEI - 2005 - Planul Național de Dezvoltare (PND) 2007-2013). Regiunea Nord Est deține 15,45% (2 131 421 ha) din suprafața agricolă a țării (14 836 585 ha) și cuprinde suprafețe foarte mari cu soluri afectate de eroziune (peste 60 %), acidifiere, compactare, alunecări și de alte forme de degradare (Planul de Dezvoltare Regionala Nord Est 2007-2013, Anuarul Statistic al României 2003).

Degradarea capacității productive a solurilor în urma supraexploatărilor agricole din ultimii 50 ani de ani s-a manifestat prin intensificarea proceselor de eroziune, prin alunecări de teren, deficit de humus, insuficiența de fosfor mobil, salinizare și solonețizare, porțiuni cu exces periodic de umiditate, colmatare a depresiunilor, decopertări de straturi fertile s.a. Rezerva mică și foarte mică de humus în soluri este problema esențială în dezvoltarea unei agriculturii durabile. Solurile cu deficit de humus reprezintă 40,5% din terenurile arabile. Există riscul ca și în următorii ani conținutul de humus în terenurile arabile să scadă ceea ce va afecta substanțial calitățile fizice, chimice și biodiversitatea solurilor. Epuizarea rezervelor de fosfor mobil în sol poate fi acoperită, în principal, din îngrășămintele fosfatice. Solurile cu deficit de fosfor ocupă aproximativ 28,8% din terenurile arabile. Lipsa îngrășămintelor face ca ponderea acestor categorii de terenuri și pierderile de recoltă să crească.

În România, zonele cele mai afectate de eroziunea prin apă se găsesc în podișurile Moldovenesc, Getic, Transilvănean și Someșan. Suprafața agricolă din România supusă proceselor de eroziune este de aproximativ 6,4 milioane hectare, din care 3,6 milioane hectare arabil. Cele mai mari suprafețe de teren arabil afectate de eroziune în Zona de Nord Est se găsesc în județele Botoșani (214.000 ha), Vaslui (205.000 ha) și Iași (136.000 ha). Limita pierderilor admisibile, stabilită de M. Motoc (1975), în funcție de tipul de sol, panta și fertilitatea terenului (3-6 t/ha/an), este la culturile prășitoare mult mai mare în toate aceste zone (7.2 – 11.8 t/ha/an). Cantitățile tolerabile de sol erodat oscilează în funcție de tipul de sol și capacitatea de humificare, fiind de 1,5 t/ha/an la solonețuri, 2,5 t/ha/an la luvisoluri și de 3- 6 t/ha/an la cernoziomuri (Mike Kirkby, 2001). Cantitatea medie de sol erodat poate ajunge la 11 t/ha/an în Podișul Moldovei, valori care depășesc rata eroziunii naturale pentru zonele deluroase la nivelul planetei, considerată de Kadomura și Yamamoto (1978), de 0.1-7 t/ha/an. Estimată după cantitatea anuală totală de aluviuni transportate de rețeaua hidrografică a României, rata medie de 1.89 t/ha/an, nu reflectă amploarea acestui fenomen, care are o mare variabilitate spațială și temporală, în funcție de factorii naturali și condițiile tehnologice de exploatare a terenurilor înclinate. Controlul eroziunii în diferite zone reprezentative, cu condiții de sol, structuri de culturi și tehnologii specifice, în experiențe riguroase pe termen lung, așa cum se procedează în Suedia (93 de câmpuri), Belgia (86), Austria (9), Italia (49), Grecia (18), Portugalia (16), oferă echipelor științifice multidisciplinare rezultate statistice foarte utile privind durabilitatea fertilității solului, a producției și a problemelor privind protecția mediului. După estimările efectuate de GLASOD (Global Assessment of Human-Induced Soil Degradation), pe baza chestionarelor primite de la echipele științifice din diferite țări, privind severitatea riscului erozional în Europa, zonele deluroase din România sunt încadrate în categoria zonelor cu un risc erozional puternic iar zonele montane în categoria zonelor cu risc erozional de o severitate extremă (Van Lynden, 1995, EEA, 1995, citați de Ailincăi C., 2007).

În România, după estimările efectuate de Florea N., 1995, eroziunea solului afectează aproape o treime din suprafața agricolă a țării, adică 5044 mii ha. Eroziunea de suprafață și de adâncime afectează circa 7 milioane ha de teren agricol, iar în ultimul timp, alunecările de teren au devenit un factor major de risc pentru proprietățile și viața locuitorilor din multe zone, mai ales în Moldova. Pe circa 3,5 milioane hectare eroziunea este puternică, ajungând în unele regiuni din Buzău, Vaslui, Vrancea, Iași și Botoșani la 20-25 tone/ha/an.

Pentru realizarea unor producții eficiente și stabile sunt necesare măsuri pentru ameliorarea caracteristicilor fizice, chimice și biologice ale solurilor și reducerea riscului erozional. În județul Iași, din totalul de 376513 ha agricol, 108 mii ha sunt afectate de eroziune, 63.6 mii ha cu alunecări, 55.2 mii ha afectate de salinitate, 62.9 mii ha cu exces de umiditate, 15.8 mii ha de inundații și aproape 200 mii ha sunt cu compactare primară și secundară (Ailincăi C., 2007). În aceste condiții, optimizarea și zonarea agroecologică a sistemelor de agricultură durabilă se poate realiza numai dacă se cunoaște starea terenului (fertilitatea apreciată prin indicatorii fizici, chimici și biologici, gradul de infestare cu buruieni și paraziți), condițiile climatice (pretabilitatea culturilor

și agresivitatea factorilor de mediu), resursele biologice și nebiologice (capitalul tehnic, biologic, gradul de uzură, durata de funcționare etc.), perspectivele economice (cerințele pieței, cursul valutar) etc.

Tabelul 1

Distribuția pe județe a terenurilor afectate de eroziune în Regiunea de Nord Est (după, Nițu I. și colab., 2000)

Județul	Agricol (mii ha)	Arabil (mii ha)
Botoșani	285	214
Vaslui	279	205
Iași	222	136
Bacău	213	95
Suceava	198	65
Neamț	150	68
Galați	100	62
Vrancea	87	23

Din studiile efectuate în partea sudică a Câmpiei Moldovei, cunoscută sub denumirea de „Câmpia Jijiei inferioare și a Bahluiului”, pe o suprafață de 2480 ha s-a constatat că 72% din suprafață este afectată de eroziune în diferite grade și alunecări, după cum urmează: soluri moderat erodate 942 ha (38%), soluri puternic erodate 136 ha (5.5%), soluri foarte puternic erodate 124 ha (5%), soluri cu degradări complexe fără alunecări 49 ha (2%), soluri cu degradări complexe în zone cu alunecări 521 ha (21%) și suprafețe afectate de eroziunea în adâncime 12 ha (0.5%).

Experiențele efectuate cu ajutorul parcelelor de scurgere și cu ploi simulate au permis stabilirea unei ecuații de corelație multiplă, cu privire la procesele de eroziune, scurgere și sedimentare. Din analiza ecuațiilor de corelație multiplă, stabilite pentru condițiile naturale ale Podișului Moldovenesc, de ISCIF București, s-a constatat că un efect major la declanșarea procesului de eroziune o au cantitatea de humus din stratul superior, intensitatea ploilor și panta versantului.

Eroziunea provocată de apă este prezentă pe toate suprafețele înclinate, iar intensitatea procesului este influențată de numeroși factori, dintre care gradul de înclinare a pantelor, lungimea versantului, alcătuirea petrografică și modul de utilizare a terenului au o influență mare în denudarea reliefului Câmpiei Moldovei. Pe pantele argiloase cu înclinării, ce depășesc 4-5°, solul este puternic erodat, iar argilele și marnelile sarmatice apar la zi. Apariția la zi a argilelor și marnelor atrage după sine formarea sărăturilor care se pun în evidență în perioadele secetoase, sub forma unor pete albicioase. Materialele erodate sunt depuse în sectoarele cu pante atenuate, șesuri și în albiile râurilor, a căror turbiditate atinge valori foarte ridicate, până la 2,5-5 g/l. De multe ori, eroziunea superficială este asociată cu eroziunea de adâncime sau chiar cu alunecările de teren. Deși rezistența la eroziune a solurilor cernoziomice, care predomină în zonă, este mai mare față de alte soluri, totuși eroziunea superficială reprezintă procesul cel mai răspândit în Câmpia Moldovei, iar în zonele, unde orizontul de acumulare a humusului a fost îndepărtat, ritmul eroziunii se accentuează foarte mult. În Câmpia Moldovei condițiile diferite de relief, climă și vegetație au determinat formarea unei game variate de soluri de la cernoziomuri tipice la soluri brun luvice (podzolite). Fragmentarea și diversitatea formelor de relief care se întâlnesc în Câmpia Moldovei, reprezentate prin platouri, versanți și văi, afectate de procese de pantă sau de microclimatul iazurilor, au determinat formarea unei game variate de soluri. Rocile de solificare, reprezentate de depozitele loessoide, se întâlnesc pe platouri, versanți și terase, pe care s-au format cernoziomurile tipice și cambice. O răspândire mare pe unele platouri, interfluvii și versanți o au luturile pe care s-au format cernoziomurile tipice, cambice și solurile cenușii. Pe versanții afectați de eroziune și alunecări predomină argilele, pe care s-au format cernoziomuri cambice erodate, lăcoviști și regosoluri. Marnelile salifere apar sub formă de lentile pe versanți; pe aceste roci s-au format solurile salinizate, precum solonețurile, solonceacurile și lăcoviștile salinizate, care în sudul Câmpiei Moldovei, ocupă aproximativ 11 % din suprafață. În Depresiunea Jijia-Bahlui predomină: cernoziomurile tipice și cambice, regosolurile, erodisolurile și lăcoviștile. Înșușirile morfologice, fizice și chimice ale principalelor tipuri de sol sunt prezentate în fișele unităților de sol care urmează.

### 1. Cernoziom tipic moderat erodat luto-argilos, format pe depozite loessoide.

Tabelul 2

Înșușirile fizice și chimice ale unui cernoziom tipic, moderat erodat

Oriz. cm	pH	Carbo nați	Humus %	Azot Total %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	K <sub>2</sub> O ppm	Nisip %	Praf %	Argilă %
Ap-0-15 cm	8.2	1.65	2.4	0.115	18	156	39.15	23.6	37.75
Am-15-30 cm	8.1	1.65	2.36	0.112	22	265	35.4	25.6	39
A/C-30-45 cm	8.2	4.95	1.92	0.098	11	256	34.53	26.9	38.6
C'-45-66 cm	8.6	20.4	0.85	0.065	3	112	32	31	36.9
C''-80-100 cm	8.4	17.2	-	-	-	-	33.1	28.2	38.7

S-a format în condiții fitoclimatice de silvostepă, pe interfluvii și versanți slab-mijlociu înclinați, având ca rocă de solificare depozitele loessoide (tab. 2). Solul are o reacție (0-20 cm) slab alcalină, un conținut mijlociu în humus și azot și o asigurare mijlocie în fosfor mobil și foarte bună în potasiu mobil.

**2. Cernoziom cambic tipic, moderat erodat**, luto-argilos, format pe depozite loessoide. S-a format în condiții fitoclimatice de silvostepă, pe versanți slab și mijlociu înclinați, unde eroziunea a îndepărtat aproximativ 25 % din orizontul cu humus (tab. 3). Solul are o textură luto-argiloasă, o reacție (0-20 cm) slab acidă, un conținut mijlociu în humus și azot și o asigurare mijlocie în fosfor mobil și foarte bună în potasiu mobil.

Tabelul 3

Înșușirile fizice și chimice ale cernoziomului cambic tipic moderat erodat

Orizontul cm	pH	Carbonați	Humus %	Azot Total, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	K <sub>2</sub> O ppm	Nisip %	Praf %	Argilă %
Ap-0-20 cm	6.8	abs	3.56	0.16	12	169	32.25	23.75	44
Am-20-36 cm	7	''	2.44	0.12	10	243	28.8	27.65	43.5
A/B-36-49 cm	7.4	''	1.55	0.08	9	149	30.4	26.5	43.1
Bv-49-70 cm	7.5	urme	0.91	0.05	3	136	33.9	27.35	38.75
C''-70-85 cm	8.4	15	0.79				31.5	33.4	35.1

**3. Erodisol cambic tipic, moderat erodat**, luto-argilos, format pe depozite loessoide. S-a format în condiții fitoclimatice de silvostepă, pe versanți slab și mijlociu înclinați, unde eroziunea a îndepărtat aproximativ 40 % din orizontul cu humus (tab. 4). Solul are o reacție slab acidă, un conținut mijlociu în humus și azot, o asigurare slabă în fosfor mobil și o capacitate de schimb cationic mijlocie.

Tabelul 4

Înșușirile fizice și chimice ale erodisolului cambic tipic, moderat erodat

Oriz. cm	pH	Carbonați	Humus %	Azot total %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	K <sub>2</sub> O ppm	Baze de schimb me/100 g	Cap. de schimb cationic T/me	Grad de sat. baze V %
Ap-0-21 cm	6.6	abs	3.0	0.126	9	157	23.96	26.16	89.5
Am-21-36 cm	6.7	''	2.26	0.102	5	143	24.36	21.01	90.2
A/B-36-49 cm	7.1	''	1.25	0.08	3	129	24.78	27.07	91.5
Bv-50-80 cm	7.3	urme	0.61	0.05	3	116	22.74	23.81	95.5
C''-80-100 cm		15	0.49				-	-	-

Deoarece majoritatea solurilor în Câmpia Moldovei sunt afectate de eroziune și au un grad redus de aprovizionare cu elemente nutritive, se recomandă aplicarea unei agrotehnici antierozionale diferențiate, funcție de condițiile pedoclimatice și folosirea unor doze de îngrășăminte chimice și organice, conform planurilor de fertilizare. Totodată, acolo unde sunt necesare, trebuie aplicate lucrările pedoameliorative ca: drenajul, captarea izvoarelor de coastă, modelarea și nivelarea formațiunilor torențiale, amendarea solurilor acide sau alcaline, afânarea solurilor tasate etc. Organizarea teritoriului funcție de panta terenului, cu benzi înierbate, culturi în fșii sau agroterase, aplicarea unor tehnologii de cultură moderne împreună cu lucrările agropedoameliorative determină reducerea pierderilor de sol prin eroziune sub limitele considerate "tolerabile", funcție de capacitatea anuală de refacere naturală a solului și o valorificare în condiții economice a acestor terenuri.

Pierderile medii anuale de sol prin eroziune în zona Moldovei oscilează, funcție de cultură, de la 0,261 t/ha la ierburile perene, în anul doi de vegetație, la 10-11 t/ha la culturile de porumb și floarea soarelui. Acceptând faptul că procesul de eroziune este inevitabil și considerând nivelul toleranței pierderilor de sol de 2-5 t/ha/an, corespunzător ratei anuale de refacere naturală a solului, tehnologiile aplicate trebuie să țină sub control aceste limite (Ionescu V., 1977, Moțoc M., 1982, Dumitrescu N., 1979, 1982, 1999, Savu P., 2002, Bucur D., 2006, 2007, Ailincăi C., 1990, 1998, 1999, 2007). Cercetările privind procesele de eroziune a solului s-au efectuat în foarte puține zone, comparativ cu diversitatea factorilor geomorfologici și pedoclimatici din țara noastră. Cercetările efectuate privind eroziunea potențială, care este condiționată de factorii geomorfologici și pedoclimatici, au arătat că la nivelul regiunii NE pierderile medii de sol prin eroziune sunt de 18,3 t/ha/an, valori care corespund unui risc erozional moderat (Ioniță, I., 2000, Bucur D., Ailincăi C., 2006). Cercetările efectuate privind eroziunea efectivă, care s-au bazat pe determinări directe și analize complexe, care au integrat și efectul vegetației și al lucrărilor antierozionale, au arătat că pe ansamblul regiunii NE eroziunea efectivă are o valoare medie de 4,6 t/ha/an. Cu toate acestea, cercetările efectuate până în prezent oferă puține informații privind efectul antierozional al diferitelor asolamente cu plante amelioratoare și al lucrărilor hidroameliorative asupra ratei actuale de eroziune în suprafață.

Din cercetările efectuate până în prezent s-a constatat că solurile afectate de eroziune au o adâncime a profilului mai mică, textura mai grosieră, reacția mai alcalină, un conținut mai mare de carbonați și mai mic de

humus și elemente minerale. Pierderile medii anuale de sol prin eroziune, înregistrate în Câmpia Moldovei, în perioada 1986-2006, au fost de 0.237 t/ha la ierburile perene în anul doi de vegetație, 4.58 t/ha la fasole, 7.96 t/ha la porumb și 8.38 t/ha la floarea soarelui.

În ultima perioadă, și în țara noastră se înregistrează o serie de factori naturali restrictivi, ca urmare a schimbărilor climatice pe plan global, cum sunt seceta excesivă, care se manifestă pe 7,1 milioane ha, și excesul periodic de umiditate care, în condițiile anului 2005, se manifestă pe 3.78 milioane ha (ICPA). În același timp, sunt o serie de procese antropice, care afectează fertilitatea solurilor. Compactarea naturală, produsă pe solurile brune luvice și luvisoluri, are loc datorită procesului de argiloiluviere a orizonturilor inferioare ( $B_t$ ). Compactarea artificială (antropică) se datorează traficului exagerat, efectuat pentru lucrările agricole, transport etc. Oldeman R., în anul 1991 a estimat că, în Europa, 4% din suprafața agricolă era afectată de compactare.

Degradarea capacității agroproductive a solurilor datorită compactării produse de mașinile agricole, se resimte pe o suprafață de circa 33 mil. ha în Europa (Van den Akker J.J.H., Canarache A., 2001). În România, se apreciază că procesul de compactare antropică afecta, în 1991, circa 66 % din suprafața arabilă (Onisie T., Jităreanu G., 1999).

În România, utilizarea în agricultură a diverselor categorii de tractoare și mașini agricole pentru pregătirea solului, înființarea și întreținerea culturilor agricole, recoltarea și transportul recoltei a determinat, în multe zone, compactarea solului. Canarache A. a estimat că, în România 38 % din solurile arabile sunt slab - moderat compactate, 22 % puternic compactate, iar 6 %, excesiv compactate (tab. 6.30). Solurile moderat tasate ocupă în țara noastră circa 3.761.000 ha, cele puternic tasate, 2.174.000 ha iar cele excesiv tasate 556.000 ha. Terenurile arabile lucrute la umiditate nepotrivită și circulat în mod repetat cu tractoare și utilaje agricole au fost compactate în stratul arat, pe mari suprafețe, în toate zonele țării. Ponderea terenurilor compactate în stratul arat pentru Zona de Nord Est este prezentată în tabelul 5.

Tabelul 5

Ponderea terenurilor compactate în stratul arat în diferite zone din România (Canarache A., 1984)

Zona	Soluri compactate (% din arabil)		
	slab-moderat	puternic	excesiv
Moldova - Bucovina	17 - 56	4 - 66	2 - 4
Transilvania	29 - 51	3 - 46	3 - 6
Banat, Crișana, Maramureș	13 - 57	5 - 65	4 - 22
Oltenia, Muntenia, Dobrogea	6 - 50	2 - 49	1 - 22
Zona montană	6	-	-

În zonele de deal, precipitațiile atmosferice sunt insuficiente și neuniform repartizate în timp și spațiu. Aceasta duce la secete destul de frecvente, care durează 20 - 30 de zile sau, în unii ani, chiar 3 - 4 luni. Ploile reduse cantitativ (5 mm), care nu pot întrerupe perioada de secetă, însumează 25 - 30 % din totalul precipitațiilor căzute (Blidaru V. și colab., 1997).

În general, regimul hidric al solului depinde de factorii climatici, relief, proprietățile solului, vegetație și lucrările solului. Pe terenurile în pantă compactate, precipitațiile sunt slab valorificate căci o parte se scurg pe versante. Lucrările minime ale solului îmbunătățesc umiditatea din straturile superficiale ale solului și asigură buna pregătire a terenului, germinarea semințelor și pornirea în vegetație a plantelor. Aplicate în mod corect, sistemele minime de lucrare a solului pot contribui, într-o oarecare măsură, la stăvilirea eroziunii solului și sporirea producției.

În România, solurile acide ocupă o suprafață de circa 6.120.000 ha teren agricol, din care 473.500 ha arabil. Din cauza acidității accentuate, în aceste soluri nu găsesc condiții bune de activitate bacteriile nitrificatoare și cele fixatoare de azot și de aceea, conținutul solului în azot este scăzut. Suprafața terenurilor cu reacție puternic, moderat sau slab acidă depășește 6 mil. ha. Suprafețe mai mari cu soluri acide se găsesc în județele Satu Mare, Bihor, Timiș, Argeș, Suceava ș. a.

Tabelul 6

Suprafața agricolă (mii ha) ocupată cu soluri acide pe județe din Zona de Nord Est (după Nișu I. și colab., 2000)

Județul	Folosințe	
	Arabil	Pășuni
Bacău	26	41
Botoșani	6	2
Galați	2	-
Giurgiu	11	-
Iași	13	2
Neamț	51	19
Suceava	51	97
Vaslui	1	-

La elaborarea si aplicarea tehnologiilor minime de lucrare a solului trebuie interactionate cat mai armonios conditiile ecologice care potenteaza o favorabilitate cat mai buna pentru planta de cultura cu cele care pot conferi pretabilitate ridicata la sistemul de cultura considerat, dat fiind unele limitari pe care le pot determina anumiti factori ai ecosistemului agricol, indeosebi factorii edafici si climatici, in cazul pretabilitatii la sistem. Implementarea unui sistem sau altul se bazeaza atat pe considerente imediate, cat si pe cele pe termen lung, iar recomandari pentru extindere in productie se fac numai pe baza rezultatelor unor cercetari riguroase si complexe.

## **2.2 Analiza, reactualizarea si sinteza cercetarilor in vederea fundamentarii tematicii proiectului.**

Pe plan mondial s-a urmarit si se urmareste si in prezent, optimizarea insusirilor solului si a altor factori care favorizeaza recolta, atat in tara cat si in strainatate cercetarile cu privire la lucrarile solului orientandu-se in directia gasirii unor masuri care sa conduca la ameliorarea structurii acestuia, reducerea compactarii, ameliorarea regimului de apa si aer, refacerea continutului de materie organica, ameliorarea activitatii micro si mezoorganismelor din sol, cunoasterea transformarilor la care sunt expuse substantele chimice aplicate, a limitelor critice ale poluarii (During R. A. si colab., 2002), riscurile pentru sanatatea oamenilor si animalelor domestice si salbatice, avantaje energetice si economice (Diaz-Zorita, M., 2002, Zentner R.P., 2004).

La abordarea unui anumit tip de sistem de lucrare a solului trebuie avute in vedere conditiile de sol, planta si clima ce pot influenta sau pot fi influentate de respectivul sistem (Franzluelbers A.J., 2002, Hamza M.A. si colab., 2005, Garcia-Orens F. si colab., 2005). Actiunea benefica a sistemului de lucrare a solului asupra unui factor de cultura trebuie sa mentina ceilalti factori la un nivel acceptabil, astfel incat cresterea productiei agricole, scaderea consumului de combustibil sau ridicarea capacitatii de productie a solului sa poata fi posibile prin solutii de optimizare economica (Zentner R.P., 2004, Czy Ewa, 2004).

Lucrarile solului, pe langa efectele inedite si directe, benefice in cadrul tehnologiilor de cultivare a plantelor, induc in sol si efecte remanente de durata, care actioneaza asupra proprietatilor fizice si fizico-mecanice ale solului, modificandu-le (Dexter A.R., 2004, Munkholm L.J. si colab., 2005, s.a.).

*Proprietatile fizice ale solului* au influenta majora asupra modului in care solul functioneaza in cadrul unui ecosistem (Hamza M.A. si colab., 2005, Dexter A.R., 2004, Pagliai M., 2004, Horn R., 1999). Prin diferite mijloace tehnice aceste insusiri pot fi ameliorate, incat ele sa concure la dezvoltarea capacitatii solului de a asigura conditii optime de vegetatie pentru plante (Wu L. si colab., 2005).

Caracteristicile fizice ale solului ca structura, porozitatea, densitatea aparenta, regimul hidric, regimul de aer si regimul de caldura, se modifica in functie de sistemele de lucrare a solului. Numeroase cercetari arata ca modificarea insusirilor fizice intr-o anumita directie are loc lent, dupa o perioada mai scurta cand valorile incep sa se stabilizeze (Fabrizzi K.P. si colab., 2005, Ferreras L.A. si colab., 2000, Reynolds W.D. si colab., 2002, Gus P. si colab., 1998, Osunbitan J.A. si colab., 2005, Logston S. si colab., 2005).

Sistemele de lucrare solului au o influenta profunda si extrem de complexa asupra structurii (Canarache A., 1990, Dexter A.R., 2004, Connolly R.D., 1998, Scot D.I. si colab., 2005, Chen Y., 2005, Horn R., 1999). Foarte multe date sunt publicate in lucrarile de specialitate din intreaga lume pe aceasta tema, rezultatele obtinute pe diferite tipuri de sol, in diferite conditii climatice sau in diferite sisteme de agricultura nefiind uniforme, ele diferentiindu-se in functie de conditiile concrete ale locatiilor unde s-au realizat studiile respective.

De regula, cercetarile arata ca sistemele conventionale determina o crestere semnificativa a numarului de agregate cu diametrul redus in comparatie cu sistemele minime de lucrare a solului (Castro Filho C. si colab., 2002, Raus L. si colab., 2007). Agregatele de dimensiuni mai mari de 2 mm predomina in sistemele conservative datorita acumularii unei cantitati mai mari de reziduuri organice in stratul superior in aceste sisteme. Interactiunea dintre factorii climatici si resturile organice au ca rezultat o crestere a activitatii microbiene si implicit o crestere a stabilitatii agregatelor si a marimii acestora (Pinheiro E., 2004, Hajabbasi M.A. si Hemmat A., 2000).

Rolul foarte important al materiei organice in gradul de structurare a unui sol a fost confirmat de numerosi alti autori. Carter M.R. (1992, 1996) si Munkholm L.J. si colab. (2001), ajung la concluzii asemanatoare in urma compararii gradului de structurare a unui sol ca urmare a sistemului de lucrare. In variantele arate fara intoarcerea brazdei (cizel) comparativ cu variantele arate cu intoarcerea brazdei, resturile organice ramase la suprafata solului determina o mai buna activitate a microorganismelor si deci un grad diferit de structurare a solului si o stabilitate mai buna a agregatelor. Cercetatori ca Bonciarelli U. Archetti R. (1997), Cascio B. Lo, Casa R. Rossini F. (1997), M. Diaz-Zorita (2000, 2002), Ferreras, L.A. si colab., (2000), Buschiazzo D,E. si colab. (1998, 1999), Arshad M.A. si colab. (1997, 1999), s. a. in experiente de lunga durata executate in diferite conditii de clima si sol au scos in evidenta corelatiile in general cunoscute si prezentate anterior.

Eynard A. si colab. (2005) arata ca stabilitatea hidrica a structurii solului este in relatie directa cu cantitatea de C organic si localizarea acestuia in arhitectura solului. Descresterea continutului in acest element ca urmare a lucrarilor intense ale solului, determina o micorare a marimii agregatelor si implicit a stabilitatii hidrice (Puget P. si Lal R., 2000, Mc Conkey B.G. si colab., 2003, Kushwaha C.P. si colab., 2001, Lupwayi N.Z. si colab., 2001).

Rezultate oarecum contradictorii afirmatiilor din paragrafele anterioare au fost obtinute in cadrul unor experiente interdisciplinare de lunga durata efectuate in Germania de F. Tebrugge si R.A. During pe diferite tipuri



de sol, care, au aratat ca procentul de agregate hidrostabile a avut valori mai mari in sistemul conventional de lucrari. Autorii evidentiaza ca, totusi, unele proprietati ale solului se pot imbunatati prin reducerea gradului de mobilizare a solului si acoperirea acestuia cu un covor de resturi vegetale, in cazul sistemului cu numar redus de lucrari si no-tillage. In aceste cazuri, pe termen lung, solul se caracterizeaza printr-o rezistenta mai mare la stresul determinat de circulatia agregatelor, iar stabilitatea hidrica a structurii poate creste.

Hernanz L. si colab. (2002) publica rezultate asemanatoare in care arata ca, intr-o experienta de lunga durata realizata pe un sol cu textura lutoasa in conditiile unui climat semiarid din sudul Spaniei, stabilitatea hidrica a agregatelor de 1-2 mm Ø a fost mai mare in variantele arat si lucrat cu cizelul decat no-tillage, iar Hamblin (1980) afirma acelasi lucru si anume ca stabilitatea hidrica in variantele semanate direct a fost mai redusa decat in celelalte sisteme, pentru diferite soluri din Australia cu un continut scazut in materie organica.

Numerosi alti autori au ajuns la concluzii asemanatoare in diferite locatii din intreaga lume, aratand ca sistemele de lucrare a solului cu impact redus asupra structurii acestuia au efecte benefice, dar, acestea se manifesta pe termen lung (Singh, 1994; Beisecker, 1994; Richter, 1995, Lupwayi, N.Z. si colab., 2001, Sharratt B.S., 1996, Hernanz L. si colab., 2002).

Cunoasterea *porozitatii solului* este de o insemnatate deosebita intrucat de ea depinde in cea mai mare masura intreaga dinamica a solului (Hamza M.A. si Anderson W.K., 2005). In cazul unui sol nelucrat, porii apar mai omogeni, atat in timp (variatii sezoniere), cat si in spatiu (variatii de profil). Deosebit de importanta este si continuitatea – proprietate conexa omogenizarii porilor. Fapt binecunoscut de mai mult timp, porii constituiti de galeriile sapate de rame sunt mai numerosi in solul nearat (Fragoso C. si colab., 2003) si reprezinta un excelent indice al gradului de constituire a porilor, reprezentand cavitati neinterupte tipice, intercomunitare si, plauzibil, in regim de schimb continuu cu atmosfera (Mielke L.N. si Wilhelm W.W., 1998). In multe comparatii, solul nelucrat si sistemul no-till au caracteristici similare in ceea ce priveste porozitatea de aeratie si porozitatea capilara, cu diferente importante fata de sistemele conventionale.

Porozitatea solului este in relatie directa si cu materia organica, cele doua componente ale solului neputand fi considerate entitati separate (Kay D. si colab., 2002). Modificarile materiei organice in sol si efectul ulterior asupra caracteristicilor porozitatii are loc intr-un interval de timp foarte indelungat (ani, decade) (Kay D. si colab., 2002, Barral M.T., Arias M. si Guerif J., 1998).

Variatiile porozitatii, induse la lucrarile conventionale de pregatire a terenului, nu sunt uniforme pe profil si cu atat mai mult, nu afecteaza toate categoriile de pori. Cresterea porozitatii este limitata la stratul arat, in timp ce in stratul imediat urmator este inregistrata o scadere a porozitatii datorita tasarii (Ishaq M. si colab., 2001). De aceea, logic, pentru evaluarea impacturilor si modificarilor determinate de lucrarile solului asupra porilor trebuie identificate si clarificate adancimile la care modificarile au fost observate si durata lor in timp, in functie de intensitatea factorului de stres (Kay D. si colab., 2002).

La determinarea si aprecierea modului de influentare a lucrarilor solului sau a altor masuri agrotehnice, asupra densitatii aparente sau asupra rezistentei la penetrare, trebuie avuti in vedere o multitudine de factori. Cercetarile in aceasta directie sunt foarte numeroase atat in tara cat si in strainatate iar rezultatele sunt de multe ori contradictorii.

Numeroase cercetari au inregistrat o crestere importanta a valorilor acestor parametrii sub adancimea de lucrare a utilajelor agricole, dar diferentele nu au fost intotdeauna semnificative (Steyn J., 1997, Etana A. si colab., 2005).

Descresterea intensitatii de lucrare a solului de la sistemul conventional la semanat direct are de cele mai multe ori ca rezultat, o crestere a densitatii aparente in partea superioara a solului. Totodata, in sistemul no-till s-au remarcat valori foarte scazute ale densitatii aparente pe adancimea de 0-3 cm datorita stratului de materie organica de la suprafata solului. Compactarea in sistemul no-till, in toate locatiile, a fost semnalata in special pe adancimea 0-10 cm iar pe adancimi mai mari de 25-30 cm compactarea este mai puternica in sistemul conventional (Scot, D.I. si colab., 2005, Motavalli, P.P. si colab., 2003, Chen, Y., 2005). In primii ani dupa introducerea sistemelor no till, de regula, *Da* creste semnificativ atat in stratul superficial cat si pe adancime dar in timp valorile tind sa se echilibreze inregistrandu-se constant rezultate similare care permit dezvoltarea normala a radacinilor (Fabrizzi K.P. si colab., 2005, Ferreras L.A. si colab., 2000, Rasmussen K.J., 1997).

In alte conditii inasa, Ishaq M. si colab. (2002) a constatat ca pe un sol nisipo-argilos, indiferent de sistem (no-till, conventional, aratura foarte adanca), *Da* nu se modifica semnificativ. Aceste rezultate, care intra in contradictie cu multe altele prezentate in paragrafele anterioare, au fost atribuite de catre autori naturii solului pe care s-au efectuat experientele, care avea o tendinta naturala de a se compacta usor, continutului redus de materie organica, a cantitatii reduse de resturi vegetale care ajungeau in sol (sub culturi de grau si bumbac) si duratei scurte de experimentare. Aratura adanca a redus *Rp* comparativ cu celelalte sisteme pe adancimea 0-15 cm dar numai in cazul unei rate ridicate de fertilizare, pe cand in variantele fertilizate cu cantitati moderate sau reduse de ingrasaminte, *Rp* nu s-a diferentiat functie de lucrarea de baza.

*Proprietatile chimice ale solului.* In general, autorii consultati arata ca proprietatile chimice in stratul de la suprafata solului sunt mai favorabile, deci au o evolutie mai buna, in sistemele reduse de

lucrari decat in cele conventionale (Jaiyeoba I.A., 2003, De Maria I.C. si colab.,1999, Jitareanu G. si colab., 2007, Raus L. si colab. 2006, Gus P. si colab., 2007, Ailincai C. si colab., 2007). Totodata, intensitatea de lucrare a solului induce evolutii diferite ale proprietatilor chimice ale acestuia functie de tipul de sol, clima, culturile din cadrul rotatiei.

Productia culturilor este in stransa dependenta cu nivelul C organic in diferite medii (Bauer si colab., 1994, Diaz-Zorita M., 1999). Cunoasterea efectelor pe termen lung a lucrarilor solului asupra C organic din sol este importanta pentru a intelege ciclul global al carbonului si ce presupune o agricultura sustenabila (Moorman T.B. si colab., 2004). Sistemele de lucrare influenteaza acumularea C organic pentru ca ele influenteaza direct productivitatea culturilor, mineralizarea C organic si eroziunea (Diaz-Zorita M., 2002, Moorman, T.B. si colab., 2004). Lucrarile solului accentueaza oxidarea C prin cresterea aeratiei solului, contactul acestuia cu reziduurile organice si prin accelerarea eroziunii solului prin cresterea gradului de expunere a solului la ploaie si vant (Grant, 1997, Jitareanu G., 2007).

Prin reducerea intensitatii si adancimii de mobilizare a solului se poate imbunatati starea de agregare a solului si prin aceasta se reduc pierderile de C organic care rezulta din reziduurile plantelor cultivate mai ales in straturile superioare (0-5-10 cm) ca rezultat al reducerii descompunerii C organic datorita mediului mai putin aerat si a protectiei mai bune a acestuia in agregatele de sol (Carter M.R., 2004, Mc Conkey B.G. si colab., 2003 Lal R., 1997, Anken T., 2004, Sisti Claudia P. si colab., 2004, Jackson L.E. si colab. 2004, etc.).

Microorganismele solului sunt agenti biologici importanti pentru structura solului si constituie cel mai activ compartiment al materiei organice din sol (Six J., 1999, Oades J.M., 1993). Compozitia si activitatea masei microbiene influenteaza cantitatea si calitatea materiei organice in interiorul agregatelor de sol (Guygenberger G. si colab., 1999). Cateva studii au aratat ca microorganismele sunt distribuite diferit in agregatele de sol in functie de dimensiunile acestora. Rata de formare a agregatelor de sol va controla cat de repede materia organica este stabilizata, conservata, distrugerea agregatelor controland gradul de protectie exercitat de acestea (Six si colab., 2004, Kushwaha C.P. si colab., 2001).

Modificarile induse de sistemele de lucrare sunt adeseaacompaniate de schimbarile culturilor in rotatie, clima sau de alti factori care pot afecta, de asemenea proprietatile solului (Carpenter-Boggs L. si colab, 2003). Dick R.P. (1992) sugereaza ca prin diversificarea culturilor din cadrul rotatiei se poate influenta intr-o masura mai mare activitatea microbiologica a solului decat prin lucrarea de baza, mai ales atunci cand diversitatea de specii cultivate este redua. Pentru ca in sistemele reale regimul solului si al lucrarilor este asociat cu vegetatia prezenta si istoricul solelor, aceste efecte pot fi net si pe deplin separate.

### 3. Obiectivele cercetării și metoda de lucru

#### 3.1 Scopul și importanța cercetărilor întreprinse

**Scopul principal al proiectului** este realizarea unor obiective din cadrul Planului National Strategic al Romaniei pentru perioada 2007 – 2013, elaborat in iunie 2006, stabilite in baza Regulamentului Consiliului Europei nr. 1698/2005, care prevad: Conservarea si protejarea biodiversitatii, solului si apei în conformitate cu obiectivele de mediu ale UE si obligatiile legate de agricultura si silvicultura – în principal conservarea biodiversitatii, managementul sit-urilor Natura 2000, protectia solului si apei (incluzand Directiva Cadru pentru Apa si Nitrati) si reducerea emisiilor; Imbunatatirea managementului solului, incluzand zonele puternic afectate de eroziunea solului si prezentand risc de pierderi mari de nutrienti; Dezvoltarea unui management durabil al terenului agricol si forestier prin incurajarea fermierilor de a aplica metode compatibile cu necesitatile de conservare a peisajului natural, de pastrare a biodiversitatii, a solului si apei; si încurajarea fermierilor de a introduce sau continua folosirea de metode de productie agricola compatibile cu protectia si îmbunatatirea mediului, a peisajului, a resurselor naturale, a solului si a diversitatii genetice dincolo de standardele obligatorii relevante.

**Obiectivele principale ale proiectului.** Investigatiile vor fi directionate in vederea realizarii a doua **obiective principale**, iar in cadrul fiecarui obiectiv major se vor realize mai multe **obiective specifice**.

I. Stabilirea influentei sistemelor neconventionale de lucrare a solului asupra durabilitatii si biodiversitatii sistemelor agricole.

II. Urmarirea evolutiei fertilitatii solului exprimata prin principalele insusiri ale acestuia, in diverse locatii din Regiunea de Nord Est, in care s-au introdus in practica curenta, variante ale sistemului neconventional de lucrare a solului.

#### Obiectivele fazei

1. Studii si analize privind cercetarile referitoare la sistemele neconventionale de lucrare a solului.
2. Evaluarea calitatii resurselor de sol pentru diferite folosinte si a starii de degradarea a terenurilor prin eroziune si factori de influenta, in zona de Nord Est.
3. Studiul conditiilor naturale si evaluarea pretabilitatii la sistemele de cultura neconventionale.
4. Materializarea experientelor in camp.
5. Rezultate pariale privind influenta sistemelor neconventionale asupra dezvoltarii plantelor si a evolutiei calitatii solului in perioada de vegetatie a culturilor.

### 3.3 Factorii experimentați

#### 1. Dispozitive experimentale

Experiența inițiată în cadrul acestui contract de cercetare a fost demarată în cadrul Stațiunii Didactice a Universității de Științe Agricole și Medicina Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” Iași - Ferma Ezăreni, în anul vara anului 2007, pe un cernoziom cambic cu textură luto-argiloasă și fertilitate mijlocie spre bună, cu un conținut moderat în humus și relativ ridicat în azot total, mediu aprovizionat în fosfor mobil, bine aprovizionat în potasiu și cu reacție slab acidă spre neutră. Experiența este polifactorială, de tipul AxBxC. Amplasarea experiențelor s-a realizat după “metoda parcelelor subdivizate” în 3 repetiții.

#### FACTORI EXPERIMENTALI

##### A. Sistemul de lucrare a solului:

- a1 - Sistem conventional ( $A_{20-22} + GD + Combinator$ )
- a2 - Sistem neconventional (Cizel + Agregat complex)
- a3 - Sistem no-till (Semanat direct)

##### B. Fertilizare:

- b1 - Nefertilizat
- b2 - Fertilizare chimica
- b3 - Fertilizare organica (Namol orașănesc)
- b4 - Fertilizare organica + chimica

##### C. Rotația culturilor:

- c1 – Grau de toamnă
- c2 – Rapita da toamnă

---

#### Variante de fertilizare

##### Pentru graul de toamnă

##### FERTILIZARE CHIMICA

- V1 – nefertilizat
- V2 – N32P32
- V3 – N64P64

##### FERTILIZARE ORGANICA (Namol orașănesc)

- V1 – nefertilizat
- V2 – 20 t/ha
- V3 – 30 t/ha

##### FERTILIZARE ORGANO-CHIMICA

- V1 – nefertilizat
- V2 – 20t/ha + N96P96
- V3 – 30 t/ha + N64P64

##### Pentru rapita de toamnă

##### FERTILIZARE CHIMICA

- V1 – nefertilizat
- V2 – N64P50K40
- V3 - N96P80K60

##### FERTILIZARE ORGANICA

- V1 – nefertilizat
- V2 – 20 t/ha
- V3 - 30 t/ha

##### FERTILIZARE ORGANO-CHIMICA

- V1 – nefertilizat
- V2 – 20 t/ha + N64P50K40
- V3 – 30 t/ha + N96P80K60

#### 2. Dispozitive de producție

În cadrul proiectului de cercetare s-au identificat 6 locații în Zona de Nord Est a țării în care se va urmări pe perioada derulării cercetărilor, influența factorilor de mediu și a tehnologiilor de cultură neconvenționale asupra productivității durabile a solului, care să permită dirijarea fertilității acestuia și evaluarea impactului economic pe termen lung a activităților agricole.

Locațiile care vor fi monitorizate sunt răspândite în zone pedoclimatice diferite și acoperă întreaga Regiune de Nord Est. Aceste sunt localizate pe raza localităților: Trifești – Iași, Trestiana - Botoșani, Girov – Bacău, Vaslui, Suceava, Galați.

#### FACTORI EXPERIMENTALI

##### A. Sistemul de lucrare a solului:

- a1 - Sistem conventional (variante ale sistemului clasic de lucrare a solului cu întoarcerea brazdei)
- a2 - Sistem neconventional (variante de lucrare a solului fără întoarcerea brazdei utilizate în mod curent în unitatea de producție monitorizată)

##### B Fertilizare

- b1. – Nefertilizat
- b2 – Fertilizare optimă (funcție de cultură)

##### C. Rotația culturilor – funcție de structura culturilor din ferma monitorizată

### 3.4 Metoda de cercetare și determinări efectuate

#### 3.4.1 Metoda de cercetare în teren

În vederea realizării obiectivelor prezentate anterior, în toamna anului 2007 s-au transpus în teren variantele elaborate.

În scopul determinării principalelor însușiri **fizice**, din profilele executate pe fiecare variantă în parte SE vor recolta probe de sol în așezare naturală cu cilindrii metalici de 100 cm<sup>3</sup>, pe următoarele trepte de adâncime: 0-10, 10-20 și 20-30 cm.

Pentru determinarea **structurii solului** se realizează probe medii din probe recoltate în așezare modificată din 10 în 10 cm până la adâncimea de 30 cm.

Pentru determinarea **rezistenței la penetrare** se utilizează Penetrologerul standard Eijkelkamp.

Pentru determinarea însușirilor **hidrofizice** ale solului în situ se utilizează:

- umiditatea momentană a solului în câmp - dispozitivul electronic TRIME-FM2 și tensiometre standard cu măsurare vacuometrică.

- forța de sucțiune a solului - tensiometre standard cu măsurare vacuometrică Eijkelkamp și tensiometre portabile Eijkelkamp.

- coeficient de infiltrare și conductivitatea hidraulică – tensio infiltrometru cu placă de sucțiune Eijkelkamp.

Probele de sol pentru **analizele agrochimice** au fost recoltate la începutul experimentărilor, din toate variantele, până la adâncimea de 30 cm (din 10 în 10 cm) și pe profil până la 170 cm. Periodic, se va repeta operațiunea de prelevare a probelor până la adâncimea de 30 cm, pentru a determina influența lucrărilor de bază și a celor executate în cursul perioadei de vegetație asupra repartiției pe profil a macroelementelor fertilizante. Pentru constituirea unei probe medii de sol au fost recoltate cel puțin 25 de probe individuale, distribuite sistematic pe suprafața de recoltare.

Recoltarea probelor de sol pentru **analize microbiologice** s-a făcut în condiții aseptice. Pentru recoltare s-a realizat o delimitare inițială a zonei de prelevare, iar din această zonă, la întâmplare, s-au recoltat volume egale de sol. Probele au fost recoltate de la o adâncime cuprinsă între 0 și 30 cm, după o prealabilă îndepărtare a stratului superficial al solului reprezentat, în principal, de resturi vegetale. Ele sunt transferate în pungi de hârtie sterile și transportate în laborator.

### **3.4.2 Metoda de cercetare în laborator**

#### **Analize de fizică a solului.**

Probele de sol recoltate în așezare naturală în cilindrii metalici de 100 cm<sup>3</sup> se determină densitatea aparentă a solului atât la umiditatea momentană cât și în stare uscată, conform metodologiei ICPA. Pe aceleași tip de probe se va determina și capacitatea capilară și totală pentru apă a solului.

O serie de însușiri fizice și hidrofizice se estimează pe cale indirectă pe baza unor formule de calcul și a datelor primare corespunzătoare (coeficientului de ofilire, capacitatea de câmp, capacitatea de apă utilă, etc.).

Calculul porozității totale și a celor trei componente ale porozității totale (porozitatea activă, inactivă, utilă), se va efectua folosind valorile primare ale densității, densității aparente a solului și indicii hidrofizici (după Canarache A., 1990).

Analiza distribuției și stabilității hidrice a macroagregatelor structurale se va efectua conform metodei Tiulin-Ericson, iar o serie de indicatori se vor determina prin calcul (diametrul mediu ponderat, indicele de agregare și curba cumulativă a alcătuirii structurale). De asemenea, se va determina hidrostabilitatea macrostructurală prin metoda Kemper & Rosenau utilizând Aparatul pentru determinarea stabilității hidrice a structurii solului Eijkelkamp.

#### **Analize chimice**

Din probele de sol, în așezare modificată recoltate din profilele principale de sol s-au executat următoarele analize chimice: pH – ul, continutul în humus, C organic, principalele elemente fertilizante (N, K, P, Fe, Mn, etc), precum și suma bazelor schimbabile, aciditatea hidrolitică, gradul de saturatie în baze, raportul C/N, indicele de N, etc.

Pe parcursul fenofazelor specifice fiecărei culturi se vor recolta atât probe de sol pentru analizele mai sus menționate cât și probe de plante pentru determinarea exportului de elemente esențiale, continutul în metale grele a plantelor, substanța uscată și continutul în microelemente, etc.

#### **Analize de microbiologie a solului**

Determinarea microbiotei din sol - determinarea numărului de microorganisme este metoda culturilor în plăci (*Akkermans și colab., 1995*).

- determinarea caracterelor macro- și micro morfologice ale tulpinilor bacteriene izolate

- determinarea activității enzimatice a solului.

## **4. Rezultate parțiale obținute**

### **Caracterizare solului din câmpul experimental**

Pentru caracterizarea solului din câmpul experimental, s-a executat un profil de sol la începutul experimentărilor, în anul 2007. Datele obținute, arată că este vorba de un cernoziom cambic mezoalcaric, slab degradat, luto argilos, care prezintă o morfologie de tipul Ap, Atp, Am, AB, Bv1, Bv2, Bv3k Cca1, Cca2, II Ck. Prin analizele și observațiile care s-au efectuat s-au pus în evidență caracteristicile morfologice ale solului pe care s-au efectuat experiențele (*foto. 1*).

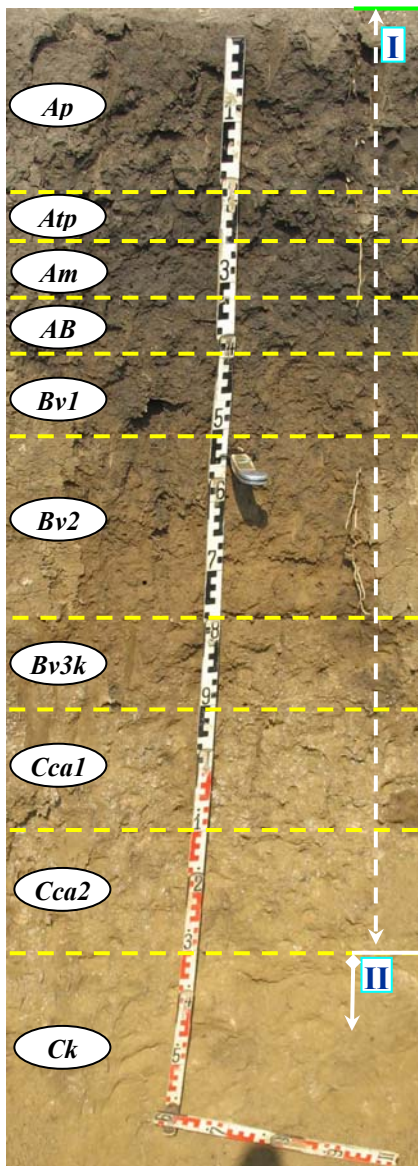


Foto 1. Profilul de sol

**I Ap** 0-19 cm; lut argilos; brun cenușiu foarte închis (10YR 3/2); glomerulară medie; frecvent macropori fini și medii; cervotocine rare; rădăcini frecvente, nu face efervescența cu acid clorhidric; trecere clară.

**Atp** 19-25 cm; lut argilos; brun foarte închis (10YR 2/2); structura poliedrică angulară mare; moderat compact; distribuția rădăcinilor neuniformă, preferențial pe fețele elementelor structurale; cervotocine rare; nu face efervescența cu acid clorhidric; trecere clară, ondulată.

**Am** 25-32 cm; lut argilos; brun foarte închis (10YR 2/2); structura glomerulară mare; rădăcini frecvente distribuite relativ uniform atât pe fețele elementelor structurale cât și în interiorul agregatelor structurale; nu face efervescența cu acid clorhidric; cervotocine rare; trecere treptată.

**AB** 32-40 cm; lut argilos; brun gălbui închis (10YR 3/4); structura columnoid prismatică; rădăcini frecvente în interiorul și preferențial pe suprafața elementelor structurale; cervotocine rare; nu face efervescența cu acid clorhidric; distribuția humusului uniform descrescândă; trecere treptată.

**Bv1** 40-51 cm; lut argilos; brun gălbui închis (10YR 4/4) structura columnoid prismatică medie; slab-moderat compact; distribuția rădăcinilor preferențial pe fețele elementelor structurale; melanocornevine rare; nu face efervescența cu acid clorhidric; trecere difuză.

**Bv2** 51- 78 cm; lut argilos; brun gălbui închis (10YR 4/4) structura columnoid prismatică medie; slab-moderat compact; distribuția rădăcinilor preferențial pe fețele elementelor structurale; melanocornevine rare; nu face efervescența cu acid clorhidric; trecere difuză.

**Bv3k** 78-90 cm; lut argilos; brun gălbui (10YR 5/4); structura columnoid prismatică medie; slab-moderat compact; rădăcini rare distribuite preferențial pe fețele elementelor structurale; melanocornevine rare; efervescența moderată spre puternică; eflorescențe și pseudomicelii de CaCO<sub>3</sub>; trecere treptată.

**Cca1** 92-108 cm; lut mediu; galben bruniu (10YR 6/6); structura masivă; efervescența foarte puternică cu acid clorhidric; rădăcini foarte rare; trecere difuză.

**Cca2** 108-138 cm; lut mediu; galben bruniu (10YR 6/6); structura masivă; efervescența foarte puternică cu acid clorhidric; eflorescențe, pete și vinișoare frecvente de carbonat de calciu; rădăcini foarte rare; trecere difuză.

**II Ck** 138-160 cm; lut mediu; galben bruniu (10YR 6/6); structura masivă; efervescența foarte puternică cu acid clorhidric; concrețiuni și păpuși de loess frecvente de carbonat de calciu.

În urma efectuării analizelor fizico-chimice de laborator s-au obținut valorile prezentate în tabelul 7.

Analizând datele din tabel s-a constatat că solul pe care se efectuează experiența se caracterizează prin:

- conținutul în argilă este mare îndeosebi în straturile superioare de sol (39-43,8 %).
- pH-ul este neutru sau slab alcalin, valorile extreme fiind cuprinse între 6,8 și 8,0 în adâncime;
- conținutul în humus respectiv în carbon organic este bun în orizonturile superioare (1,30 %) și scade în profunzime;
- conținutul în azot total variază între 0,43 și 0,178 %, iar raportul C/N are valori cuprinse între 9,51 și 10,8%.
- conținutul în fosfor mobil variază între 14 și 86 ppm, iar de potasiu mobil între 114 și 242 ppm, conținutul solului în aceste elemente scăzând normal pe adâncime.
- carbonații apar din orizontul Btc (80-90 cm) sub formă de eflorescențe și pseudomicelii.

**PROFIL DE SOL – CERNOZIOM CAMBIC EZARENI**

Orizontul	Argila <0,002	P 0,002-0,2	NFam 0,2-0,05	NFsi 0,002-0,02	NG 0,2-2	pH	CaCO <sub>3</sub> %	C <sub>org</sub> %	Nt %	P-AL ppm	K mobil	K sch me	Na sch me	Ca Sch me	Mg Sch me	T me
Ap 0-20 cm	43.8	30.3	3.0	22.9	0.0	6.68	0.0	1.30	0.178	26	242	0.44	0.17	15.21	1.65	21.22
Atp 20-28 m	41.8	31.6	3.3	23.3	0.0	6.78	0.0	1.39	0.149	10.43	178	0.34	0.23	15.38	1.59	20.36
Am 28-40 m	42.6	30.0	3.4	24.0	0.0	7.01	0.0	0.55	0.104	3.58	178	0.32	0.26	14.54	1.41	18.43
Bv1 40-56 m	41.2	31.9	3.6	23.3	0.0	7.12	0.0	0.61	0.165	2.70	158	0.26	0.15	11.85	1.07	15.42
Bv2 56-80 m	40.6	31.2	3.6	24.6	0.0	7.32	0.0	0.26	0.110	7.89	158	0.28	0.17	19.05		19.50
Btc 80-90 cm	35.9	29.4	3.0	31.7	0.0	7.95	8.9	0.16	0.109	10.30	136	0.30	0.87	17.35		18.53
CCA1 90-108 cm	38.1	31.8	3.7	26.4	0.0	8.08	17.3	0.14	0.080	7.56	114	0.32	1.05	15.20		16.58
CCA2 109-120 m	35.0	28.5	5.0	31.5	0.0	8.14	10.8	0.04	0.072	4.15	114	0.29	1.02	15.27		16.58
CCA3 120-150 m	40.2	25.5	4.9	29.4	0.0	8.16	13.4	0.18	0.068	5.07	114	0.44	0.96	15.18		16.58
CCa 150-170 cm	39.0	27.5	6.1	27.4	0.0	8.19	16.5	0.07	0.043	6.36	114	0.29	0.94	12.43		13.65

**PROFIL DE SOL – CERNOZIOM CAMBIC EZARENI – Metale grele**

Orizontul	Forme totale ppm									Forme mobile ppm								
	Zn	Cu	Fe	Mn	Pb	Cd	Co	Cr	Ni	Zn	Cu	Fe	Mn	Pb	Cd	Co	Cr	Ni
Ap 0-20 cm	76	27.5	1.80	587	10.5	sld	11.8	-	34	0.81	1.72	26.7	32	1.04	sld	0.10	-	2.20
Atp 20-28 cm	103	28.8	1.82	602	10.7	0.589	13.2	-	34	0.57	1.76	25.5	33	1.01	0.08	0.11	-	2.17
Am 28-40 cm	65	25.2	2.06	682	4.1	sld	13.8	-	38	0.19	1.49	15.8	24	1.42	sld	0.09	-	1.09
Bv1 40-56 m	62	25.1	1.83	565	9.1	0.151	13.4	-	34	0.18	1.45	13.3	15	0.88	0.04	sld	-	0.81
Bv2 56-80 cm	62	25.1	1.88	506	13.2	0.198	13.9	-	34	0.20	1.41	11.9	13	0.95	0.04	sld	-	0.45
Btc 80-90 cm	54	21.9	1.99	515	7.4	1.117	12.1	-	31	0.36	1.14	9.9	6.4	0.58	0.09	sld	-	1.69
CCA1 90-108 cm	54	20.8	1.87	484	4.6	sld	12.3	-	30	0.25	1.00	7.9	5.3	0.49	sld	sld	-	0.12
CCA2 109-120 cm	74	20.6	1.84	483	7.1	sld	9.7	-	29	0.15	0.87	7.3	4.5	0.48	sld	sld	-	0.06
CCA3 120-150 cm	57	22.8	2.03	587	7.8	0.195	11.7	-	31	0.18	0.96	6.9	4.1	0.60	0.01	sld	-	Sld
CCa 150-170 cm	58	22.6	1.84	527	6.1	0.167	11.6	-	29	0.14	0.95	6.6	3.6	0.59	0.02	sld	-	Sld

Concentrațiile de metale grele în solul pe care s-a aplicat namoluri în cadrul experienței nou înființate, nu depășesc limitele admise prin directivele UE.

### Valori inițiale ale indicatorilor agrochimici și agrofizici din câmpul experimental – 2007

Cercetările efectuate privind sistemele de lucrare ale solului au arătat că acestea, determină în timp modificarea pH-ului, conținutul în humus și elemente nutritive, potențialului de oxido-reducere, densitatea aparentă, porozitatea și a altor indicatori de bază ai proprietăților fizice și chimice ale solului. Modificarea rapoartelor între diferite elemente și dinamica acestora sub influența tehnologiilor agricole se produc ca urmare a proceselor complexe ce au loc în sol, iar cuantificarea modificărilor produse asupra fertilității solului, permit stabilirea cu mai multă precizie a eficienței și durabilității acestora.

Comparând valorile înregistrate periodic cu valorile inițiale (tab. 8), se vor constata în ce măsură tehnologiile utilizate vor contribui la modificarea fertilității solului. La sfârșitul ciclului experimental se vor preleva probe medii de pe aceleași straturi de sol din fiecare variantă de lucrare a solului analizată, după recoltarea culturilor.

Tabelul 8

Adâncimea (cm)	Analize chimice pentru:								
	pH	SB ± (me)	N <sub>t</sub>	P-Al	K-Al	C <sub>organic</sub>	Zn	Cu	Mo
0-10	6.89	14.07	0.218	22	158	1.65	135	28.4	583
10-20	6.89	13.77	0.196	18	158	1.71	77	30.7	595
20-30	6.95	13.97	0.193	27	178	1.71	81	26.8	602

### Rezultate parțiale privind influența sistemelor de lucrare a solului asupra însușirilor hidrofizice și fizice ale solului

După semanatul culturilor de grâu de toamnă și rapiță de toamnă s-au recoltat probe de sol din zona câmpului de experiență pentru determinarea principalelor însușiri fizice ale solului.

Coefficientul de ofilire a variat în limite restrânse indiferent de sistemul de lucrare utilizat având valori cuprinse între 13,68 și 13,62 % v/v. Capacitatea de câmp și capacitatea de apă utilă a avut valorile cele mai mari în sistemul convențional și minime în varianta semănată direct. De asemenea, valorile coeficienților au fost mai mari în stratul superficial 0-10 cm, au scăzut pe stratul următor 10-20 cm datorită tasării produse de utilajele folosite la pregătirea patului germinativ, și au crescut ușor pe 20-30 cm adâncime, în toate sistemele de lucrare (tab. 9).

Tabelul 9

Varianta	Adâncimea (cm)	Capacitatea de câmp (% g/g)	Capacitatea de apă utilă (% g/g)	Coefficientul de ofilire (% g/g)
Sistem convențional	0-10	23,50	15,29	13,27
	10-20	21,11	12,84	13,38
	20-30	23,68	15,25	13,62
Sistem minim	0-10	24,12	15,91	13,27
	10-20	20,95	12,67	13,38
	20-30	22,88	14,46	13,62
Sistem no-till	0-10	20,30	12,09	13,27
	10-20	18,75	10,47	13,38
	20-30	20,70	12,27	13,62

Tabelul 9

Varianta	Adâncimea (cm)	Densitatea aparentă (g/cm <sup>3</sup> )	Gradul de tasare (% v/v)	Porozitate totală (% v/v)	Porozitate de aeratie (% v/v)
Sistem convențional	0-10	1,37	4,36	48,18	16,06
	10-20	1,49	20,84	39,92	6,32
	20-30	1,38	4,98	48,02	15,41
Sistem minim	0-10	1,31	-0,50	50,63	19,20
	10-20	1,60	21,78	39,44	5,84
	20-30	1,45	10,23	45,37	12,33
Sistem no-till	0-10	1,65	25,05	37,76	4,35
	10-20	1,76	33,45	33,56	0,56
	20-30	1,63	23,50	38,67	5,10

În ceea ce privește indicatorii stării de tasare a solului, s-a constatat ca densitatea aparentă și gradul de tasare au avut valorile cele mai mici în varianta lucrată cu întoarcerea brazdei, valori intermediare în varianta lucrată fără întoarcerea brazdei și minime în cea semănată direct. Diferențele dintre variante pe adâncimile studiate sunt mari și foarte bine evidențiate (tab. 10). Porozitatea totală și de aerație a avut valori minime în sistemul no-till și maxime în varianta lucrată clasic cu întoarcerea brazdei.

## 5. Concluzii

În urma sintezei cercetărilor efectuate în vederea fundamentării proiectului s-au desprins următoarele concluzii generale:

Preocupările actuale pentru adoptarea sistemelor de agricultură sustenabilă, se justifică prin extinderea în proporții îngrijorătoare a fenomenelor de degradare și deteriorare a resurselor de sol. Aceste aspecte au condus la necesitatea sporirii cercetărilor pentru perfecționarea și extensia sistemelor de lucrare pentru conservarea solului în diferite condiții pedoclimatice.

Suprafețe întinse de teren în Zona de Nord Est a țării sunt afectate de diferite procese de degradare (eroziune, compactare, acidifiere, etc) ceea ce impune găsirea de noi soluții pentru ameliorarea acestor soluri degradate.

Cercetările efectuate privind eroziunea potențială, care este condiționată de factorii geomorfologici și pedoclimatici, au arătat că la nivelul regiunii NE pierderile medii de sol prin eroziune sunt de 18,3 t/ha/an, valori care corespund unui risc erozional moderat. Cercetările efectuate privind eroziunea efectivă, care s-au bazat pe determinări directe și analize complexe, care au integrat și efectul vegetației și al lucrărilor antierozionale, au arătat că pe ansamblul regiunii NE eroziunea efectivă are o valoare medie de 4,6 t/ha/an. Terenurile puternic și excesiv compactate ocupă în regiunea de NE între 4-66 % respectiv 2-4 % din terenul arabil.

La abordarea unui anumit tip de sistem de lucrare a solului trebuie avute în vedere condițiile de sol, planta și clima ce pot influența sau pot fi influențate de respectivul sistem. Acțiunea benefică a sistemului de lucrare a solului asupra unui factor de cultură trebuie să mențină ceilalți factori la un nivel acceptabil, astfel încât creșterea producției agricole, scăderea consumului de combustibil sau ridicarea capacității de producție a solului să poată fi posibile prin soluții de optimizare economică.

Mentineră sau introducerea a noi sisteme tehnologice trebuie să fie în concordanță cu principiile dezvoltării durabile, echității și spațiului ambiant, să asigure posibilitatea de dezvoltare și progres și să corespundă cu realitățile existente.

Pentru realizarea unor producții eficiente și stabile sunt necesare măsuri pentru ameliorarea caracteristicilor fizice, chimice și biologice ale solurilor și reducerea riscului erozional care, se poate realiza prin adoptarea de sisteme conservative de lucrare a solului, adaptate condițiilor locale de climă și sol.

Lucrările solului, pe lângă efectele inedite și directe, benefice în cadrul tehnologiilor de cultivare a plantelor, induc în sol și efecte remanente de durată, care acționează asupra proprietăților fizice și fizico-mecanice ale solului, modificându-le.

Cercetările efectuate în decursul anului 2007 la culturile de grâu de toamnă și rapă de toamnă, pe cernoziomul cambic din cadrul Stațiunii Didactice Iași, demonstrează că sistemele convenționale și neconvenționale de lucrare a solului au influențat indicatorii analizați astfel:

*Indicatorii hidrofizici* ai solului oscilează în limite restrânse atât pe profil, înregistrându-se totuși o ușoară scădere a valorilor pe adâncime. Indicatorii se încadrează în clase de valori mijlocii s-au mari conform clasificărilor I.C.P.A (1987), indicând faptul că sistemul de lucrare utilizat nu influențiază semnificativ pe termen scurt acești indicatori.

*Indicatorii stării de compactare* a solului au avut valorile cele mai mici în varianta lucrată cu întoarcerea brazdei, valori intermediare în varianta lucrată fără întoarcerea brazdei și minime în cea semănată direct.

Valorile *porozității totale și de aerație* s-au diminuat odată cu adâncimea în toate sistemele de lucrare. Metoda de mobilizare a solului prin lucrarea de arat, a dus la obținerea unor valori mai mari ale indicatorilor analizați pe profilul studiat, față de variantele neconvenționale.

Solul pe care s-a demarat experiența este un cernoziom cambic, luto-argilos, format pe depozite loessoide, având un pH slab acid, conținut în humus de circa 3,6-3,4 %, mijlociu aprovizionat în N și P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> și bine în K<sub>2</sub>O.

## Bibliografie selectivă

- Ailincăi C., Jitareanu G., Despina Ailincăi, Maria Zban, 2004 - *Evoluția principalelor însușiri fizice și chimice ale solului sub influența sistemului de lucrare și a fertilizării*. Lucrări științifice – vol. 47, seria Agronomie, Iași.
- Caravaca F., Lax A., Albaladejo J., 2004 - *Aggregate stability and carbon characteristics of particle-size fractions in cultivated and forested soils of semiarid Spain*. Soil and Tillage Research, vol. 78, issue 1, pag. 83-90.
- Carter M.R., 2005 - *Long-term tillage effects on cool-season soybean in rotation with barley, soil properties and carbon and nitrogen storage for fine sandy loams in the humid climate of Atlantic Canada*. Soil and Tillage Research, vol. 81, issue 1, pag. 109-120.
- Castro Filho C., Lourenco A., Guimaraes M.F., Fonseca I.C.B., 2002 - *Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the state of Parana, Brazil*. Soil and Tillage Research, vol. 65, pag. 45-51.



- Chen Y., Cavers C., Tessier S., Monero F. and Lobb D., 2005 - *Short-term tillage effects on soil cone index and plant development in a poorly drained, heavy clay soil*. Soil and Tillage Research, vol. 82, issue 2, pag. 161-171.
- Dexter A. R., 2004 - *Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter and effects on root growth*. Geoderma, vol. 120, issue 3-4, pag. 201-214.
- Diaz-Zorita M., 2000 - *Effect of deep-tillage and nitrogen fertilization interactions on dryland corn (Zea mays L.) productivity*. Soil and Tillage Research, vol. 54, pag. 11-19.
- Eynard A., Schumacher T.E, Lindstrom M.J. and Malo D.D., 2005 - *Effects of agricultural management systems on soil organic carbon in aggregates of Ustolls and Usterts*. Soil and Tillage Research, Vol. 82, Issue 2, Pag. 253-263.
- Fabrizzi K. P., García F. O., Costa J. L. and Picone L. I., 2005 - *Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina*. Soil and Tillage Research, vol. 82, issue 1, pag. 57-69.
- Franzluebbers A. J., 2002 - *Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth*. Soil and Tillage Research, vol. 66, issue 2, pag. 197-205.
- Hamza M.A. and Anderson W.K., 2005 - *Soil compaction in cropag.ing systems: A review of the nature, causes and possible solutions*. Soil and Tillage Research, vol. 82, issue 2, pag. 121-145.
- Ishaq M., Ibrahim M. and Lal R., 2002 - *Tillage effects on soil properties at different levels of fertilizer apag.lication in Punjab, Pakistan*. Soil and Tillage Research, vol. 68, issue 2, pag. 93-99.
- Jaiyeoba I. A., 2003 - *Changes in soil properties due to continuous cultivation in Nigerian semiarid Savannah*. Soil and Tillage Research, vol. 70, issue 1, pag. 91-98.
- Jitareanu G., Ailincai C., Daniel B., 2006 - *Influence of tillage systems on physical and chemical characteristics and yield in soybean and maize grown in the Moldavian Plain*. 17th Triennial ISTRO Conference Soil management for sustainability, Kiel – German.
- Munkholm Lars J., Schjøning Per and Ruegg Kaspar, 2005 - *Mitigation of subsoil recompaction by light traffic and on-land ploughing: I. Soil response*. Soil and Tillage Research, vol. 80, issue 1-2, pag. 149-158.
- Osunbitan J.A., Oyedele D.J. and Adekalu K.O., 2005 - *Tillage effects on bulk density, hydraulic conductivity and strength of a loamy sand soil in southwestern Nigeria*. Soil and Tillage Research, vol. 82, issue 1, pag. 57-64.
- Pagliai M., Vignozzi N. and Pellegrini S., 2005 - *Soil structure and the effect of management practices*. Soil and Tillage Research, Vol. 79, Issue 2, Pag. 131-143.
- Scott D.I., Tams A.R., Berry P.M. and Mooney S.J., 2005 - *The effects of wheel-induced soil compaction on anchorage strength and resistance to root lodging of winter barley (Hordeum vulgare L.)*. Soil and Tillage Research, vol. 82, issue 2, pag. 147-160.
- Tebrugge F. and R.A. During, 1999 - *Reducing tillage intensity - a review of results from a long-term study in Germany*. Soil and Tillage Research, vol. 53, pag. 15-28.