

Programul:	IDEI
Tipul proiectului:	Proiecte de cercetare exploratorie
Cod proiect:	ID_671

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 2008

VALOARE FAZA 360.000 lei

Director de proiect,

Prof. dr. JITAREANU GERARD

CUPRINS

1. Introducere

2. Rezumatul fazei

3. Rezultate etapei și gradul de realizare a obiectivelor

3.1. Obiectivele cercetării și metoda de lucru

3.1.1 Scopul și importanța cercetărilor întreprinse

3.1.2 Obiectivele fazei

3.1.3 Metoda de cercetare și determinări efectuate

3.2. Rezultate parțiale obținute

3.2.1 Influența sistemelor de lucrare asupra însușirilor hidrofizice și fizice ale solului și a producției la culturile analizate.

3.2.2 Influența sistemelor de lucrare asupra microbiotei solului

3.2.3 Influența sistemelor de lucrare asupra însușirilor biochimice ale solului

4. Concluzii

Bibliografie selectivă

1. INTRODUCERE

Preocuparile actuale pentru adoptarea sistemelor de agricultură susteinabila, se justifica prin extinderea in proportii ingrijoratoare a fenomenelor de degradare si deteriorare a resurselor de sol. Aceste aspecte au condus la necesitatea sporirii cercetarilor pentru perfectionarea si extensia sistemelor de lucrare pentru conservarea solului in diferite conditii pedoclimatice. Mentinerea sau introducerea a noi sisteme tehnologice trebuie sa fie in concordanta cu principiile dezvoltarii durabile, echitatii si spatiului ambietal, sa asigure posibilitatea de dezvoltare si progres si sa corespunda cu realitatile existente.

Data fiind aceasta stare de fapt, am considerat absolut necesara si oportuna elaborarea si adoptarea unor sisteme de ameliorare, conservare si valorificare superioara a solurilor din zonele colinare ale Podisului Moldovei, prin stabilirea unor tehnologiilor de cultura durabile și prin adoptarea de sisteme conservative de lucrare a solului.

2. REZUMATUL FAZEI

În vederea realizării obiectivelor stabilite, s-a inițiat în centrele experimentale ale institutiei gazda o serie de experiențe complexe în care se urmărește eficacitatea a trei sisteme tehnologice: sistemul conventional, sistemul cu lucrari minime si sistemul no-till intr-o rotatie de doi ani (rapita de toamna-grau de toamna) utilizând sisteme diferențiate de fertilizare organică și chimică, din perspectiva implicatiilor tehnologice, ecologice, economice si sociale.

In acest raport de cercetare sunt prezentate rezultate parțiale cu privire la elaborarea unor tehnologii pentru cultura plantelor, respectiv:

- Rezultate parțiale privind influenta elementelor tehnologice asupra cresterii productiei si asupra conservarii si ameliorarii resurselor de apa si sol.
- Rezultate parțiale privind insusirile fizice si hidrofizice ale solului la diferite nivele de alocare a factorilor tehnologici.
- Rezultate privind influenta elementelor tehnologice asupra imbunatatirii caracteristicilor microbiologice si enzimologice ale solului.

3. REZULTATE ETAPEI ȘI GRADUL DE REALIZARE A OBIECTIVELOR

3.1 OBIECTIVELE CERCETĂRII ȘI METODA DE LUCRU

3.1.1 Scopul și importanța cercetărilor întreprinse

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.

3.1.2 Obiectivele fazei

1. Materializarea experientelor in camp
2. Rezultate parțiale privind influenta sistemelor neconventionale asupra dezvoltarii plantelor si a evolutiei calitatii solului in perioada de vegetatie a culturilor
3. Aprecierea dinamicii productiei culturilor din cadrul rotatiei.
4. Studii si analize in teren si laborator pentru stabilirea influentei factorilor tehnologici asupra indicilor fertilitatii solului
5. Derularea continua si fluenta a tuturor activitatilor anuale ale proiectului
6. Urmarirea progresului desfasurat in cadrul proiectului

3.1.3 Metoda de cercetare și determinări efectuate

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 parcelor subdivizate” în 3 repetiții.

FACTORI EXPERIMENTALI

A. Sistemul de lucrare a solului:

- a1 - Sistem conventional (A₂₀₋₂₂ + 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

În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele obținute la cultura grâului de toamnă și rapiței de toamnă cu privire asupra influenței metodei de lucrare a solului asupra unor însușiri fizice, hidrofizice și biologice ale solului. În acest scop s-au prelevat probe la semănat, răsărit și pe fenofazele specifice fiecărei culturi pentru determinarea umidității momentane a solului, distribuției agregatelor de structură, stabilității hidrice a structurii solului, densității aparente, capacității capilare și capacității totale pentru apă a solului, porozității totale, de aerație, utile și inactive. De asemenea, s-a calculat coeficientul de ofilire, capacitatea de câmp, capacitatea de apă utilă și gradului de tasare.. Determinările s-au efectuat la semănat, pe vegetație și la recoltarea culturilor, pentru trei adâncimi și anume 0-10, 10-20 și 20-30 cm. Prelucrarea statistică a datelor s-a realizat cu ajutorul analizei varianței.

Pentru determinarea numărului de microorganisme și a caracterelor macro- și micro morfologice ale tulpinilor bacteriene izolate s-a utilizat metoda culturilor în plăci (*Akkermans și colab., 1995*). De asemenea s-a determinat activitatea enzimatică a solului în variantele analizate.

3.2. REZULTATE PARTIALE OBȚINUTE

3.2.1 INFLUENȚA SISTEMELOR DE LUCRARE ASUPRA ÎNSUȘIRILOR HIDROFIZICE ȘI FIZICE ALE SOLULUI ȘI A PRODUCȚIEI LA CULTURILE ANALIZATE.

a. Influența sistemelor de lucrare asupra indicilor hidrofizici ai solului.

Coeficientului de ofilire a oscilat în funcție de sistemul de lucrare în limite restrânse, pe adâncimi și faze de vegetație, la ambele culturi analizate. Conform scării I.C.P.A. (1987) coeficientului de ofilire, pentru solul pe care s-au desfășurat experiențele, este „mare”. După numai un an de experimentare valorile indicatorului nu au suferit modificări însemnate (*tab. 1 și 2*).

Tabelul 1

Influența sistemului de lucrare asupra principalilor indici hidrofizici determinați la cultura grâului de toamnă

Varianta	Adâncimea (cm)	Capacitatea de câmp (% g/g)			Capacitatea de apă utilă (% g/g)		
		Semănat	Vegetație	Recoltare	Semănat	Vegetație	Recoltare
Sistem convențional	0-10	25,56	25,08	24,40	17,35	16,87	16,19
	10-20	25,18	24,70	23,92	16,91	16,42	15,65
	20-30	24,63	24,01	23,44	16,21	15,58	15,02
	media	25,13	24,60	23,92	16,82	16,29	15,62
Sistem minim	0-10	25,08	24,95	24,28	16,87	16,74	16,07
	10-20	25,00	24,08	23,22	16,72	15,80	14,94
	20-30	24,75	23,61	22,86	16,32	15,19	14,44
	media	24,94	24,22	23,45	16,64	15,91	15,15
Sistem no-till	0-10	25,76	25,00	24,57	17,55	16,79	16,36
	10-20	24,81	24,44	23,46	16,54	16,17	15,18
	20-30	24,69	23,82	23,27	16,26	15,39	14,84
	media	25,09	24,42	23,77	16,78	16,12	15,46

Intervalul de variație a valorilor *capacității de câmp* a fost redus. Valori mari ale *capacității de câmp* (> de 25 % g/g, conform scării ICPA, 1987) s-au înregistrat doar în perioada de semănat a ambelor culturi, în toate sistemele de lucrare, în stratul superficial. *Capacitatea de câmp* a scăzut în cursul perioadei de vegetație și pe adâncime, indiferent de lucrare, valorile fiind cu atât mai mari cu cât mobilizarea solului a fost mai intensă.

Rezerva potențială de apă accesibilă plantelor a fost influențată într-o mică măsură de sistemul de lucrare a solului, intervalul de variație al indicatorului fiind redus atât de la sistem la sistem, cât și pe vegetație sau adâncime.

Capacitatea de apă utilă s-a micșorat în cursul perioadei de vegetație și pe adâncime cu o intensitate diferită funcție de lucrarea de bază.

Tabelul 2

Influența sistemului de lucrare asupra principalilor indici hidrofizici determinați la cultura rapiței de toamnă

Varianta	Adâncime a (cm)	Capacitatea de câmp (% g/g)			Capacitatea de apă utilă (% g/g)		
		Semănat	Vegetație	Recoltare	Semănat	Vegetație	Recoltare
Sistem convențional	0-10	25,51	24,78	23,51	17,30	16,57	15,30
	10-20	25,05	23,96	22,99	16,78	15,68	14,71
	20-30	23,46	23,14	22,90	15,03	14,72	14,48
	media	24,67	23,96	23,13	16,37	15,66	14,83
Sistem minim	0-10	25,61	24,94	23,72	17,40	16,73	15,50
	10-20	25,13	24,31	23,50	16,85	16,03	15,23
	20-30	24,95	23,68	23,20	16,52	15,25	14,78
	media	25,23	24,31	23,47	16,93	16,01	15,17
Sistem no-till	0-10	25,30	24,44	23,25	17,09	16,23	15,04
	10-20	24,54	23,42	22,85	16,27	15,15	14,57
	20-30	23,93	23,10	22,39	15,50	14,68	13,97
	media	24,59	23,66	22,83	16,29	15,35	14,53

Tasarea progresivă a solului în perioada de vegetație a determinat o modificare a raporturilor dintre categoriile de pori din sol în sensul că porii de dimensiuni mari din stratul 0-20 cm au trecut în pori capilari, ceea ce a determinat o creștere a valorii rezervei de apă potențială pe profil.

Întrucât valorile *capacității de apă utilă* peste 16 % înregistrate îndeosebi la semănat în straturile superioare sunt considerate „foarte mari” (ICPA, 1987) iar cele peste 13 % g/g „mari”, rezultă că, pe solul pe care s-au efectuat cercetările, sistemul de lucrare nu duce la înrăutățirea acestui parametru în timp scurt (tab. 1 și 2).

b. Influența sistemelor de lucrare asupra indicilor compactării solului

Urmărend valorile *densității aparente* la culturile de grâu și rapiță de toamnă (tab. 3 și 4) s-a constatat că la semănat, în stratul 0-10 cm acestea au fost cuprinse între 1,11-1,140 g/cm³ la cultura grâului și 1,13-1,17 g/cm³ la cultura de rapiță. Valorile au crescut în stratul 10-20 cm cu valoarea cea mai ridicată în sistemul semnat direct, iar la adâncimea de 20-30 cm valorile au fost maxime în variantele conventionala și semantă direct. Până la recoltare, densitatea aparentă a crescut în toate variantele. Valorile cele mai scăzute s-au înregistrat în varianta clasică, în toate fazele de vegetație și pe toate adâncimile, iar cele maxime în varianta semănată direct în miriște pentru ambele culturi; variantele lucrute cu întoarcerea brazdei s-au tasat mai puțin.

Până la recoltare, *densitatea aparentă* a crescut la ambele culturi în toate variantele și pe adâncime, iar cel mai puternic s-au tasat în toate variantele straturile superioare, fenomenul diminuându-se pe adâncime.

Gradul de tasare este indicatorul cu ajutorul căruia s-au evidențiat cel mai bine diferențele dintre variante în ceea ce privește compactarea produsă de fiecare sistem de lucrare în parte. Gradul de tasare a avut valori reduse la semănat și în stratul lucrat, pentru fiecare variantă crescând pe adâncime și o dată cu înaintarea în vegetație.

La culturile analizate, acest indice a arătat faptul că, în decursul perioadei de vegetație, cel mai puternic s-a compactat varianta arată cu întoarcerea brazdei unde, diferențele dintre valorile *gradului de tasare* de la semănat, în vegetație și până la recoltare sunt cele mai mari, îndeosebi pe adâncimea 10-20 cm. La cealaltă extremă s-a situat varianta semănată direct, unde, deși gradul de tasare are valorile cele mai mari, totuși, diferențele dintre momentele de recoltare a probelor au fost minime (tab. 3 și 4).

Tabelul 3

Influența lucrării de bază a solului asupra densității aparente și a gradului de tasare la cultura grâului

V	Ad. (cm)	Densitatea aparentă (g/cm ³)			Gradul de tasare (% v/v)		
		Semănat	Vegetație	Recoltare	Semănat	Vegetație	Recoltare
Sistem convențional	0-10	1,14	1,20	1,29	-13,35	-8,36	-2,12
	10-20	1,20	1,26	1,34	-8,75	-4,26	2,22
	20-30	1,28	1,34	1,40	-2,54	2,44	6,67
	media	1,20	1,27	1,34	-8,22	-3,39	2,26
Sistem minim	0-10	1,20	1,22	1,30	-8,36	-7,11	-1,12
	10-20	1,22	1,33	1,41	-7,01	0,97	7,46
	20-30	1,26	1,38	1,45	-3,53	5,43	10,65
	media	1,23	1,31	1,39	-6,30	-0,24	5,66
Sistem no-till	0-10	1,11	1,21	1,27	-15,60	-7,61	-3,62
	10-20	1,24	1,29	1,39	-5,26	-2,02	5,71
	20-30	1,27	1,36	1,42	-3,03	3,93	7,92
	media	1,21	1,29	1,36	-7,97	-1,90	3,34

Tabelul 4

Influența lucrării de bază a solului asupra densității aparente și a gradului de tasare la cultura rapiței

V	Ad. (cm)	Densitatea aparentă (g/cm ³)			Gradul de tasare (% v/v)		
		Sem.	Veg.	Rec.	Sem.	Veg.	Rec.
Sistem convențional	0-10	1,14	1,24	1,38	-12,78	-5,54	4,90
	10-20	1,21	1,34	1,43	-7,56	1,95	9,02
	20-30	1,40	1,43	1,45	6,55	8,74	10,39
	media	1,25	1,34	1,42	-4,60	1,71	8,10
Sistem minim	0-10	1,13	1,22	1,36	-13,98	-7,04	3,40
	10-20	1,20	1,30	1,38	-8,23	-0,95	5,32
	20-30	1,24	1,38	1,42	-5,37	4,91	8,36
	media	1,19	1,30	1,39	-9,19	-1,03	5,69
Sistem no-till	0-10	1,17	1,28	1,41	-10,63	-2,99	6,80
	10-20	1,28	1,39	1,45	-2,87	5,49	9,99
	20-30	1,35	1,43	1,49	3,11	9,01	13,70
	media	1,27	1,36	1,45	-3,46	3,84	10,16

c. Influența sistemelor de lucrare asupra categoriilor de porozitate a solului

Porozitatea totală a oscilat în sens invers față de valorile densității aparente, scăzând pe adâncime și în cursul perioadei de vegetație, în toate variantele analizate (tab. 5 și 6).

În perioada de semănat, valorile medii ale indicatorului au fost ridicate și relativ uniforme la toate variantele de lucrare a solului în stratul superficial dar, au scăzut mult pe adâncimea 10-20 cm, efectul resimțindu-se mai puternic la variantele arate cu întoarcerea brazdei.

În cursul perioadei de vegetație *porozitatea totală* a scăzut în toate variantele, dar cu intensități diferite pe profil în funcție de lucrarea de bază. În stratul superficial nu s-au evidențiat diferențe importante între variante. Pe intervalul 10-20 cm la cultura grâului s-a constatat că cel mai puternic au scăzut valorile *porozității totale* în variantele arate cu întoarcerea brazdei și mai puțin în variantele neconvenționale. Valorile *porozității totale* determinate pe ultimul interval de adâncime analizat, indică faptul că, efectul compactării s-a diminuat odată cu adâncimea, indiferent de sistemul de lucrare sau cultură.

Valorile *porozității de aerație* s-au diminuat odată cu adâncimea în toate fazele de vegetație, indiferent de sistemul de lucrare.

Porozitatea utilă nu a suferit modificări importante pe adâncime, în cursul perioadei de vegetație sau diferențiat pe sisteme de lucrare.

Cu cât au crescut valorile densității aparente, cu atât porozitatea de aerație a scăzut iar o parte din porii care rețineau apa utilizabilă de către plante și-au redus dimensiunile, crescând astfel *porozitatea inactivă*.

Tabelul 5

Influența sistemului de lucrare asupra categoriilor de porozitate la grâu

Varianta	Ad. (cm)	Porozitatea totală (% v/v)			Porozitatea de aerație (% v/v)			Porozitatea utilă (% v/v)			Porozitatea inactivă (% v/v)		
		Semănat	Vegetație	Recoltare	Semănat	Vegetație	Recoltare	Semănat	Vegetație	Recoltare	Semănat	Vegetație	Recoltare
Sistem convențional	0-10	57,11	54,59	51,45	28,05	24,42	20,06	13,96	14,20	14,31	15,09	15,97	17,08
	10-20	54,84	52,58	49,31	24,71	21,54	17,17	14,12	14,23	14,16	16,01	16,81	17,97
	20-30	51,82	49,31	47,17	20,38	17,06	14,35	14,06	13,95	13,75	17,39	18,30	19,07
	media	54,59	52,16	49,31	24,38	21,01	17,20	14,05	14,13	14,07	16,16	17,03	18,04
Sistem minim	0-10	54,59	53,96	50,94	24,41	23,52	19,38	14,21	14,25	14,31	15,97	16,20	17,26
	10-20	53,96	49,94	46,67	23,46	17,99	13,86	14,18	14,20	13,90	16,32	17,75	18,91
	20-30	52,33	47,80	45,16	21,07	15,14	11,93	14,05	13,82	13,43	17,21	18,84	19,79
	media	53,63	50,57	47,59	22,98	18,88	15,06	14,15	14,09	13,88	16,50	17,59	18,65
Sistem no-till	0-10	58,24	54,21	52,20	29,74	23,88	21,08	13,81	14,23	14,31	14,69	16,11	16,81
	10-20	53,08	51,45	47,55	22,23	20,00	14,94	14,22	14,24	14,01	16,63	17,21	18,60
	20-30	52,08	48,55	46,54	20,72	16,08	13,58	14,06	13,91	13,66	17,30	18,57	19,29
	media	54,47	51,40	48,76	24,23	19,98	16,53	14,03	14,12	14,00	16,21	17,30	18,23

Tabelul 6

Influența sistemului de lucrare asupra categoriilor de porozitate la rapiță

Varianta	Ad. (cm)	Porozitatea totală (% v/v)			Porozitatea de aerație (% v/v)			Porozitatea utilă (% v/v)			Porozitatea inactivă (% v/v)		
		Semănat	Vegetație	Recoltare	Semănat	Vegetație	Recoltare	Semănat	Vegetație	Recoltare	Semănat	Vegetație	Recoltare
Sistem convențional	0-10	56,82	53,17	47,91	27,63	22,43	15,48	14,00	14,26	14,11	15,19	16,47	18,32
	10-20	54,24	49,45	45,88	23,86	17,35	12,92	14,15	14,17	13,78	16,22	17,92	19,19
	20-30	47,23	46,13	45,29	14,43	13,09	12,09	13,76	13,59	13,46	19,04	19,44	19,74
	media	52,76	49,58	46,36	21,97	17,62	13,50	13,97	14,01	13,78	16,82	17,95	19,08
Sistem minim	0-10	57,42	53,92	48,67	28,52	23,47	16,41	13,92	14,25	14,20	14,98	16,21	18,06
	10-20	54,58	50,91	47,75	24,33	19,29	15,22	14,14	14,21	14,00	16,10	17,40	18,52
	20-30	53,26	48,06	46,31	22,36	15,48	13,31	14,02	13,83	13,63	16,87	18,75	19,38
	media	55,09	50,96	47,58	25,07	19,41	14,98	14,03	14,10	13,94	15,98	17,45	18,65
Sistem no-till	0-10	55,74	51,89	46,95	26,06	20,80	14,27	14,10	14,16	14,02	15,57	16,93	18,66
	10-20	51,87	47,66	45,39	20,57	15,27	12,34	14,24	13,83	13,69	17,06	18,56	19,36
	20-30	48,97	45,99	43,62	16,61	12,93	10,17	13,94	13,57	13,10	18,42	19,49	20,35
	media	52,19	48,51	45,32	21,08	16,33	12,26	14,09	13,85	13,60	17,02	18,32	19,46

c. Influența sistemelor de lucrare asupra producției

La cultura grâului de toamnă producția cea mai ridicată (8034 kg/ha) s-a înregistrat în varianta clasică de lucrare. Producții mai reduse cu diferențe semnificative față de martor s-au înregistrat pentru ambele sisteme neconvenționale de lucrare a solului (tab....). La cultura rapiței s-a semnalat aceeași tendință. Totuși, deși diferențele sunt asigurate statistic, ele nu sunt foarte mari iar o analiza ulterioară a rentabilității energetice și economice pot recomanda un sistem sau altul funcție de diferite criterii analizate.

Tabelul 7

Influența sistemului de lucrare asupra producțiilor obținute

Cultura	Grâu		Rapița	
	Producția (kg/ha)	Diferența (kg/ha)	Producția (kg/ha)	Diferența (kg/ha)
Sistem convențional	8034	-	2553	-
Sistem minim	7105	-929 ⁰⁰⁰	2321	-231,6 ⁰⁰⁰
Sistem no-till	6628	-1406,4 ⁰⁰⁰	2118	-434,6 ⁰⁰⁰

DL_{5%} = 239,7 kg/ha
DL_{1%} = 397,5 kg/ha
DL_{0,1%} = 742,4 kg/ha

DL_{5%} = 33,6 kg/ha
DL_{1%} = 55,7 kg/ha
DL_{0,1%} = 104,0 kg/ha

3.2.2 INFLUENȚA SISTEMELOR DE LUCRARE ASUPRA MICROBIOTEI SOLULUI

a. Determinarea cantitativă a microbiotei solului

În scopul analizei cantitative a microbiotei unor soluri nefertilizate, au fost recoltate 6 probe de sol, pe parcursul lunii mai 2008, utilizându-se două adâncimi diferite de recoltare: 7-15 cm, respectiv 15-20 cm. Au fost selectate mai multe variante de lucrare ale solului (arat la 20 cm, Cizel și semănat direct) în scopul efectuării comparațiilor cantitative privind microbiota și a selectării locațiilor pentru investigațiile ulterioare.

Pentru notarea convențională a probelor de sol s-au utilizat simbolurile:

A1 - Arat la 20 cm, 1 – adâncimea de 7-10 cm;

A2 - Arat la 20 cm, 1 – adâncimea de 15-25 cm;

B1 - Cizel, 1 – adâncimea de 7-10 cm;

B2 - Cizel, 2 – adâncimea de 15-25 cm;

C1 - semănat direct, 1 – adâncimea de 7-10 cm;

C2 - semănat direct, 2 – adâncimea de 15-25 cm.

Pentru *aprecierea cantitativă a microbiotei solului* a fost necesară numărarea coloniilor din plăcile Petri însămânțate cu diluțiile efectuate (10^{-1} - 10^{-5}) din probele de sol. Rezultatele au fost exprimate în unități formatoare de colonii/g de sol (UFC).

În urma cercetărilor efectuate în luna mai 2008 se constată că microbiota solului înregistrează variații cantitative de la un punct de recoltare la altul dar și între adâncimile luate în studiu (*Tabelul 8*).

S-a constatat că în cazul probelor de sol analizate numărul de microorganisme evidențiat prezintă valori minime în cazul variantei de lucrare cu Cizel (26×10^5 UFC/g sol) – la adâncimea de 7-10 cm (proba B1) și 78×10^5 UFC/g sol la adâncimea de 15-25 cm (proba B2). Și în cazul variantei de semănat direct numărul de microorganisme a fost mai mare în profunzimea solului, dar superior celui evidențiat la varianta Cizel (203×10^5 UFC/g sol – proba C2). Se constată prezența unui număr mare de microorganisme la adâncimea de 7-10 cm (153×10^5 UFC/g sol) în cazul solului arat la 20 cm (proba A1), comparativ cu situația întâlnită la 15-25 cm (24×10^5 UFC/g sol) – *Fig. 1*.

În cazul solurilor nefertilizate remarcăm eficacitatea variantelor de lucrare cu Cizel (la adâncimea de 7-10 cm), în timp ce la adâncimea de 15-25 cm este eficient aratul la 20 cm. Acest lucru ar putea fi explicat prin faptul că prin răsturnarea straturilor, cu aducerea la suprafață a celor din profunzime, care au o structură mai bună, se menține în sol un regim de umiditate mai bun din punct de vedere microbiologic, favorizându-se intensificarea proceselor biologice în toata masa solului arabil.

Rezultatele au fost corelate cu analizele enzimaticе, evidențiindu-se o serie de concordanțe între activitatea microbiană din sol și echipamentul enzimatic al microorganismelor.

Comparând rezultatele noastre cu cele ale analizelor chimice constatăm existența unor corelații între numărul maxim de microorganisme investigat și pH, optimul dezvoltării pentru bacterii fiind aproape de neutralitate (6,92-7,28), evidențiat în probele recoltate, precum și corelații ale acestui număr cu conținutul crescut în Nt, P-Al, K-Al, C org., Zn și Cu, elemente esențiale în creșterea și multiplicarea microorganismelor.

Diferențele constatate demonstrează faptul că există o reală diversitate microbiană. Abundența microorganismelor într-un loc depinde în primul rând de disponibilitatea surselor de carbon și energie și de prezența altor nutrienți esențiali.

Tabelul 8

Valorile UFC/g sol pentru probele de sol recoltate în luna mai, 2008

Nr. probă	Ingr.	Varianta de lucrare	Adâncimea de recoltare (cm)	Notare convențională	UFC / g sol
1	nefertilizat	A - arat la 20 cm	7-10	A1	153×10^5
2		A - arat la 20 cm	15-25	A2	24×10^5
3		B - cizel	7-10	B1	26×10^5
4		B - cizel	15-25	B2	78×10^5
5		C - semănat direct	7-10	C1	108×10^5
6		C - semănat direct	15-25	C2	203×10^5

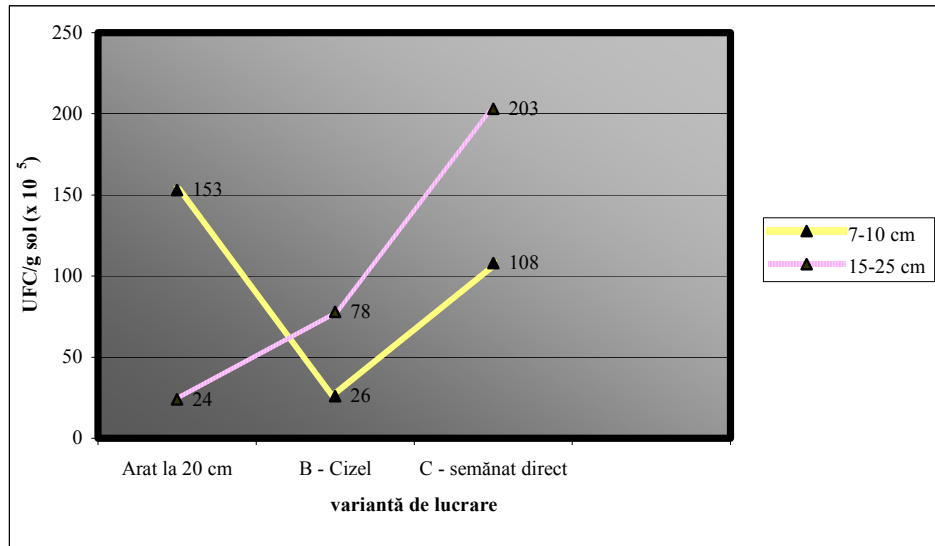


Fig. 1 - Dinamica microbiotei (UFC/g sol) în soluri analizate

Rezultatele confirmă datele din literatura de specialitate, conform cărora în soluri microorganismele sunt răspândite mai ales în straturile superficiale. Numărul și compoziția specifică a microbiotei poate însă varia după tipul și particularitățile solurilor.

În ceea ce privește răspândirea pe verticală a microorganismelor se constată că în general, numărul de microorganisme scade cu adâncimea, altelei se pot întâlni straturi sterile între straturile populate cu microorganisme. Astfel, se poate presupune că scăderea continuă a activității microbiologice, în orizonturile inferioare ale solului, s-ar datora fie lipsei de aer, fie alcalinizării soluției solului, fie insuficienței de substanțe nutritive sau, mai curând, a acțiunii complexe și concomitente a tuturor acestor factori.

b. Determinarea calitativă a microbiotei solului

Descrierea macromorfologică și micromorfologică a tulpinilor bacteriene izolate din probele de sol

În urma cercetărilor efectuate **au fost izolate în culturi pure 17 tulpini de microorganisme**, care au fost încadrate în două mari grupe taxonomice: bacterii (16 tulpini) și actinomicete (o tulpină). Pentru caracterizarea morfologică a tulpinilor izolate s-au luat în studiu două aspecte, și anume: descrierea macro- și micromorfologică.

Rezultatele cercetărilor privind aspectul macromorfologic al tulpinilor bacteriene izolate din probele de sol sunt consemnate în tabelul 9.

Tabelul 9

Aspectul macromorfologic al tulpinilor bacteriene izolate din probele de sol
(luna mai, 2008)

Proba	Tulpina izolată	Tipul coloniei	Forma	Aspectul marginilor	Profilul coloniei	Consistența	Transparentă/ Opacitate	Culoarea
A1	21 ₂	S	rotundă	întregi	emisferic	mucoasă	opacă	bej
	21 ₃	S	rotundă	întregi	umbonat	uscată	opacă	bej
A2	22 ₁	S	rotundă	întregi	plat	uscată	opacă	albă
	22 ₂	R	neregulată	dințate	plat	uscată	opacă	bej
	22 ₃	S	rotundă	întregi	emisferic	mucoasă	opacă	bej
B1	23 ₁	S	rotundă	întregi	emisferic	mucoasă	opacă	galbenă
	23 ₂	R	neregulată	dințate	plat	uscată	opacă	bej
	23 ₃	S	rotundă	întregi	plat	uscată	opacă	albă
	23 ₄	S	rotundă	întregi	emisferic	mucilaginoasă	opacă	albă
B2	24 ₁	R	neregulată	rizoidale	plat	uscată	opacă	bej
	24 ₂	R	neregulată	ondulate	umbonat	uscată	opacă	bej
	24 ₃	S	rotundă	întregi	plat	uscată	opacă	albă

Proba	Tulpina izolată	Tipul coloniei	Forma	Aspectul marginilor	Profilul coloniei	Consistența	Transparență/ Opacitate	Culoarea
C1	25 ₁	R	neregulată	lobate	plat cu excavații	uscată	opacă	albă
	25 ₂	S	rotundă	întregi	umbonat	mucilaginoasă	opacă	bej
	25 ₃	S	rotundă	întregi	plat	uscată	opacă	albă
C2	26 ₁	S	rotundă	întregi	emisferic	mucoasă	opacă	galbenă-portocalie
	26 ₂	S	rotundă	întregi	emisferic	mucilaginoasă	opacă	albă

În ceea ce privește *aspectul micromorfologic* al tulpinilor bacteriene izolate în luna mai 2008 din probele de sol analizate, rezultatele cercetărilor (*tab. 10*) arată că predominant este tipul bacilar Gram +. Bacilii se deosebesc între ei prin modul de grupare (izolați, în diplo, în lanțuri sau în grămezi) și prin tipul de spori pe care îi formează (în cazul speciilor sporogene): nedeformanți sau deformanți și prin poziția acestora în interiorul celulei (centrală, subterminală sau terminală). Mai puțin reprezentat este tipul cocobacilar, precum și cel micelian (doar o tulpină de actinomicete izolate în această perioadă).

Deși se constată o relativă diversitate micromorfologică, putem afirma că tipul de lucrare utilizat nu influențează semnificativ componenta calitativă a microbiotei solurilor investigate.

Se poate aprecia că dintre microorganisme, bacteriile reprezintă grupul cel mai numeros și mai activ din sol.

Norrell (1997) consideră drept cele mai frecvente genurile *Bacillus* (7-67%), *Arthrobacter* (5-60%) și *Agrobacterium* (1-20%). Dintre bacteriile Gram negative se întâlnesc specii de *Pseudomonas*, *Flavobacterium* și *Alcaligenes*, iar dintre bacteriile anaerobe (5%) domină clostridiile.

De obicei, în solurile cu temperatură și umiditate necorespunzătoare predomină bacilii, datorită capacității lor de sporulare. De asemenea, un număr mare de bacterii există în orizontul humic al solului.

Tabelul 10

Aspectul micromorfologic al tulpinilor bacteriene izolate din probele de sol (luna mai, 2008)

Proba analizată	Tulpina izolată	Grup taxonomic	Tip morfologic	Afinitatea tinctorială	Mod de grupare	Capacitatea de sporulare
A1	21 ₁	bacterie	bacil	Gram pozitiv	grămezi	nesporulat
	21 ₂	bacterie	cocobacil	Gram pozitiv	izolat	nesporulat
	21 ₃	bacterie	bacil	Gram pozitiv	lanțuri lungi	nesporulat
A2	22 ₁	bacterie	bacil	Gram pozitiv	lanțuri încolăcite	nesporulat
	22 ₂	bacterie	bacil	Gram pozitiv	diplo	nesporulat
	22 ₃	bacterie	bacil	Gram pozitiv	lanțuri lungi	nesporulat
B1	23 ₁	bacterie	bacil	Gram negativ	izolat	nesporulat
	23 ₂	bacterie	bacil	Gram pozitiv	izolat	nesporulat
	23 ₃	bacterie	bacil	Gram pozitiv	lanțuri	spor de tip nedeformant, poziție subterminală
B2	24 ₁	bacterie	bacil	Gram pozitiv	lanțuri încolăcite	spor de tip nedeformant, poziții centrală subterminală și terminală
	24 ₂	bacterie	bacil	Gram pozitiv	izolat	spor de tip nedeformant, poziție subterminală
	24 ₃	bacterie	bacil	Gram pozitiv	izolat și în diplo	nesporulat
C1	25 ₁	actinomicet	filamente miceliene	Gram pozitiv	-	nesporulat
	25 ₂	bacterie	bacil	Gram pozitiv	diplo	nesporulat
	25 ₃	bacterie	bacil	Gram pozitiv	grămezi	nesporulat
C2	26 ₁	bacterie	cocobacil	Gram pozitiv	grămezi	nesporulat
	26 ₂	bacterie	bacil	Gram pozitiv	diplo	nesporulat

Un loc important în microbiota solului îl ocupă și actinomicetele, a căror răspândire, uneori destul de mare, este legată și de faptul că suferă cu ușurință insuficiența de apă, mai cu seamă în perioada de sporulare. În perioadele secetoase se observă o predominare a actinomicetelor spre deosebire de perioadele umede, când predomină bacteriile. Actinomicetele abundă în special toamna, când solul se acoperă cu resturi vegetale lignificate, care constituie cel mai potrivit material nutritiv pentru aceste microorganisme. Se consideră că au un rol important în sinteza și descompunerea humusului datorită prezenței unor enzime specifice (fenolaze) și capacității lor de a utiliza în nutriție compuși heterociclici cu azot. Speciile cel mai frecvent întâlnite aparțin genurilor *Actinomyces*, *Actinoplanes*, *Micromonospora*, *Nocardia*, *Streptomyces*, *Thermoactinomyces*.

3.2.3 INFLUENȚA SISTEMELOR DE LUCRARE ASUPRA ÎNSUȘIRILOR BIOCHIMICE ALE SOLULUI

a. Activitatea dehidrogenazică a solurilor investigate

Dehidrogenazele sunt oxidoreductaze care participă în fluxul principal al transportului de electroni transferând reversibil hidrogen și electroni de la substrat organic spre acceptori.

Analiza rezultatelor referitoare la activitatea dehidrogenazei aparente evaluată în solurile recoltate de la două adâncimi diferite, constatăm, în general, amplitudini ale activității enzimei mai mici la probele recoltate de la adâncimea de 15-25 cm comparativ cu cele recoltate de la 7-10 cm (Fig. 2).

Rezultatele noastre, referitoare la probele recoltate de la cele două adâncimi, sugerează faptul că prin lucrările agrotehnice de bază efectuate în toamna premergătoare cultivării solul a fost aerat. Condițiile fizice ale solului au o influență indirectă puternică asupra activității dehidrogenazice prin modificările pe care le aduc asupra stării de aerare a solului. Facem aceste afirmații deoarece este cunoscut în literatura de specialitate că activitatea dehidrogenazică se află în relație inversă cu pătrunderea aerului în pori, rata de difuzie a oxigenului și potențialul redox. Drept urmare activitatea enzimei crește odată cu creșterea aerobiozei ceea ce se poate traduce prin aceea că membri anaerobi sau facultativ anaerobi ai asociației microbiene devin mai importanți în procesul respirator total al solului. Un aspect important de care trebuie să se țină seama este acela că activitatea dehidrogenazică este într-o relație pozitivă cu umiditatea solului.

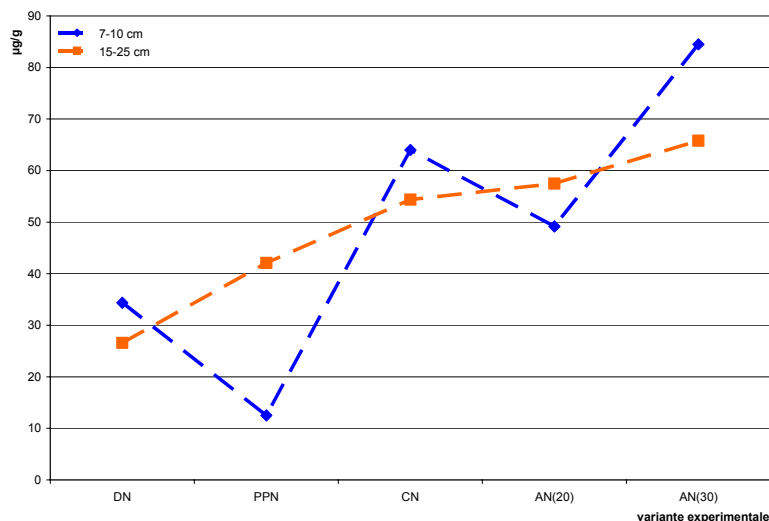


Fig. 2. Variația activității dehidrogenazei actuale la variante de sol nefertilizat supuse la diferite tipuri de lucrări agrotehnice, recoltate de la adâncimi diferite

Amplitudinile maxime ale activității dehidrogenazei potențiale se mențin la aceleași variante experimentale dar se modifică activitățile minime ale enzimei (Fig. 3). Constatăm comportari particulare pentru probele de sol recoltate de la ambele adâncimi, comportari dependente de lucrarea agrotehnică aplicată pe o parcelă sau alta.

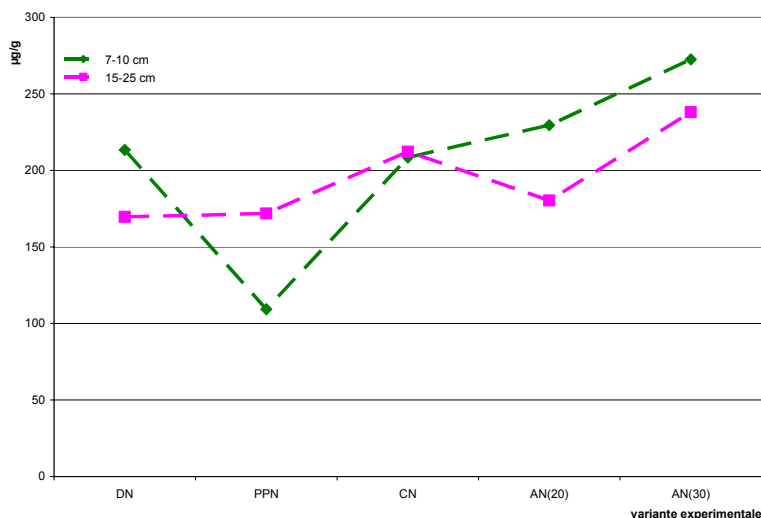


Fig. 3 - Variația activității dehidrogenazei potențiale la variante de sol nefertilizat supuse la diferite tipuri de lucrări agrotehnice, recoltate de la adâncimi diferite

Analiza rezultatelor înregistrate prin investigarea activității dehidrogenazei aparente la variantele experimentale notate convențional A1, A2, B1, B2, C1, C2 evidențiază că enzima prezintă amplitudini superioare la probele prelevate de la adâncimea de 7-10 cm comparativ cu cele recoltate de la 15-25 cm (Fig. 4). Diferențele sunt mai evidente în cazul variantelor A și B. Acest experiment confirmă rezultatele din experimentele discutate anterior, diferențele mai mari de amplitudine înregistrate putând fi explicate prin aceea că în timp ce solul din variantele anterioare a fost supus, timp de trei ani, unor lucrări agricole, în variantele experimentale A, B, C, solul a fost arat la 20 cm, s-a aplicat o variantă de lucrare agricolă numită cizel și respectiv a fost semănat fără nici o prelucrare a solului prin lucrări agrotehnice.

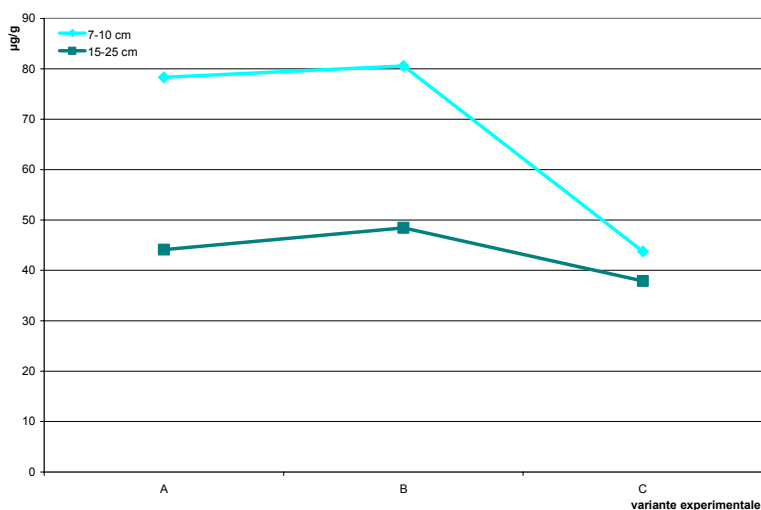


Fig. 4 - Variația activității dehidrogenazei actuale la variante de sol supuse la diferite tipuri de lucrări agrotehnice, recoltate de la adâncimi diferite

Activitatea dehidrogenazei potențiale înregistrează maximum de activitate în variantele experimentale notate convențional B1 și B2, amplitudinile de manifestare fiind diferite, în favoarea variantei în care solul utilizat ca material biologic a fost prelevat de la adâncimea de 7-10 cm. În variantele A 1, A2, C1, C2 rezultatele sunt comparabile ceea ce ne îndreptățește să presupunem că lucrările agrotehnice aplicate nu influențează asociațiile de microorganisme prezente în sol.

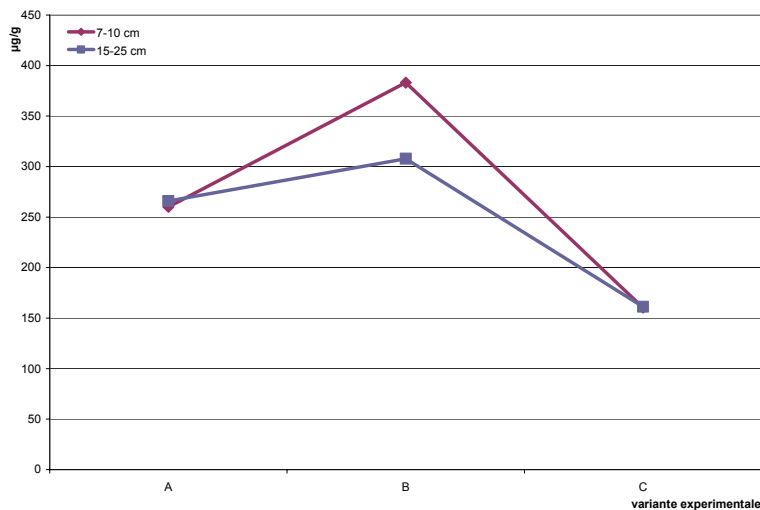


Fig. 5 - Variația activității dehidrogenazei potențiale la variante de sol supuse la diferite tipuri de lucrări agrotehnice, recoltate de la adâncimi diferite

Privind în ansamblu rezultatele obținute apreciem că activitățile dehidrogenazelor actuală și potențială reprezintă buni indicatori ai activității biologice a solului. Enzimele sunt active la toate variantele experimentale investigate manifestările particulare fiind dependente de tratamentele efectuate asupra solului, variantele de lucrări agrotehnice aplicate și adâncimile de la care a fost prelevat materialul biologic de analizat.

b. Activitatea fosfatazei din solurile investigate

Fosfatazele solului joacă un rol important în procesele de mineralizare a substratelor fosforului organic. Deoarece enzimele din sol provin din surse animale, plante și microorganisme și activitatea biologică ce se desfășoară aici include deci procesele metabolice a tuturor acestor organisme. Activitatea fosfatazelor din sol poate fi influențată de numeroși factori printre care proprietățile solului (numărul bacteriilor aerobe, gradul de amonificare, numărul de bacterii active în amonificare, gradul de nitrificare, numărul de micromicete) dar și sistemele agricole de pregătire a solului care au un rol cheie printre aceștia.

De textura și structura solului, adică componența sa granulometrică nu sunt legate numai proprietățile sale fizice și chimice ci și cele biologice. Variantele de pregătire a solului investigate au determinat o activitate a fosfatazei alcaline mai pronunțată în profilul de sol de 7-10 cm, spre deosebire de profilul de sol prelevat de la o adâncime mai mare 15-25 cm (Fig. 5).

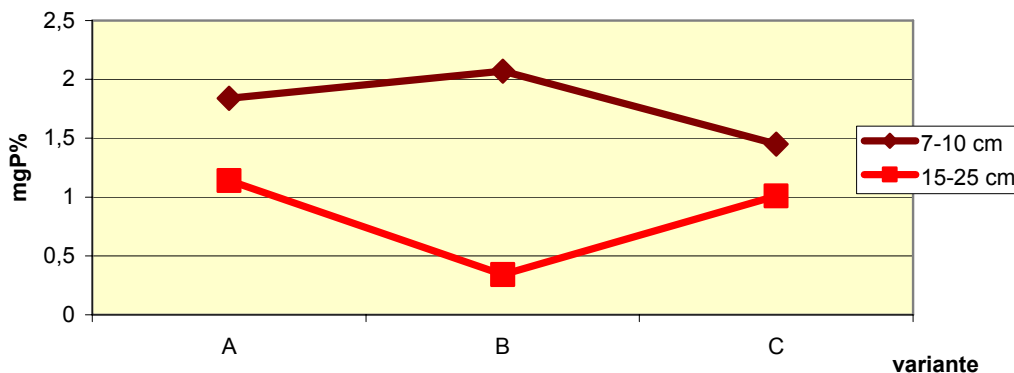


Fig. 5 - Activitatea fosfatazei alcaline din soluri, variante suplimentare (ambele adâncimi)

Rezultatele obținute demonstrează o activitate a fosfatazei acide mai pronunțată în profilul de sol de 7-10 cm, spre deosebire de profilul de sol prelevat de la o adâncime mai mare 15-25 cm (Fig. 6), aceeași manifestare remarcându-se și în cazul fosfatazei alcaline.

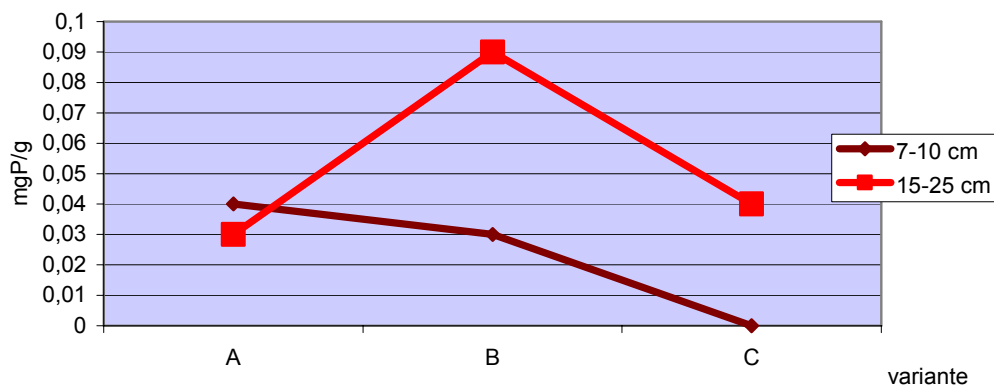


Fig. 6 - Activitatea fosfatazei acidă din soluri, variante suplimentare (ambele adâncimi)

Rezultatele arată o corelație între activitatea fosfatazei alcaline și acidă a microorganismelor din sol cu adâncimea solului și lucrările de pregătire.

4. CONCLUZII

Cercetările efectuate pe cernoziomul cambic din cadrul Stațiunii Didactice, ferma Ezăreni, privind influența sistemelor de lucrare asupra însușirilor fizice și hidrofizice biochimice și microbiologice ale solului au scos în evidență aspectele prezentate în continuare.

Coeficientului de ofilire a oscilat în funcție de sistemul de lucrare în limite restrânse, pe adâncimi și faze de vegetație, la ambele culturi analizate. Conform scării I.C.P.A. (1987) coeficientului de ofilire, pentru solul pe care s-au desfășurat experiențele, este „mare”. După numai un an de experimentare valorile indicatorului nu au suferit modificări însemnate.

Intervalul de variație a valorilor capacității de câmp a fost redus. Valori mari ale capacității de câmp (> de 25 % g/g, conform scării ICPA, 1987) s-au înregistrat doar în perioada de semănat a ambelor culturi, în toate sistemele de lucrare, în stratul superficial. Capacitatea de câmp a scăzut în cursul perioadei de vegetație și pe adâncime, indiferent de lucrare, valorile fiind cu atât mai mari cu cât mobilizarea solului a fost mai intensă.

Rezerva potențială de apă accesibilă plantelor a fost influențată într-o mică măsură de sistemul de lucrare a solului, intervalul de variație al indicatorului fiind redus atât de la sistem la sistem, cât și pe vegetație sau adâncime.

Capacitatea de apă utilă s-a micșorat în cursul perioadei de vegetație și pe adâncime cu o intensitate diferită funcție de lucrarea de bază.

Urmărind valorile densității aparente s-a observat ca până la recoltare, aceasta a crescut la ambele culturi în toate variantele și pe adâncime, iar cel mai puternic s-au tasat în toate variantele straturile superioare, fenomenul diminuându-se pe adâncime.

Gradul de tasare a avut valori reduse la semănat și în stratul lucrat, pentru fiecare variantă crescând pe adâncime și o dată cu înaintarea în vegetație.

La culturile analizate, acest indice a arătat faptul că, în decursul perioadei de vegetație, cel mai puternic s-a compactat varianta arată cu întoarcerea brazdei unde, diferențele dintre valorile gradului de tasare de la semănat, în vegetație și până la recoltare sunt cele mai mari, îndeosebi pe adâncimea 10-20 cm. La cealaltă extremă s-a situat varianta semănată direct, unde, deși gradul de tasare are valorile cele mai mari, totuși, diferențele dintre momentele de recoltare a probelor au fost minime.

Porozitatea totală a oscilat în sens invers față de valorile densității aparente, scăzând pe adâncime și în cursul perioadei de vegetație, în toate variantele analizate

În cursul perioadei de vegetație porozitatea totală a scăzut în toate variantele, dar cu intensități diferite pe profil în funcție de lucrarea de bază. În stratul superficial nu s-au evidențiat diferențe importante între variante. Pe intervalul 10-20 cm la cultura grâului s-a constatat că cel mai puternic au scăzut valorile porozității totale în variantele arate cu întoarcerea brazdei și mai puțin în variantele neconvenționale. Valorile porozității totale determinate pe ultimul interval de adâncime analizat, indică

faptul că, efectul compactării s-a diminuat odată cu adâncimea, indiferent de sistemul de lucrare sau cultură.

Valorile porozității de aerație s-au diminuat odată cu adâncimea în toate fazele de vegetație, indiferent de sistemul de lucrare.

Porozitatea utilă nu a suferit modificări importante pe adâncime, în cursul perioadei de vegetație sau diferențiat pe sisteme de lucrare.

Cu cât au crescut valorile densității aparente, cu atât porozitatea de aerație a scăzut iar o parte din porii care rețineau apa utilizabilă de către plante și-au redus dimensiunile, crescând astfel porozitatea inactivă.

La cultura grâului de toamnă producția cea mai ridicată (8034 kg/ha) s-a înregistrat în varianta clasică de lucrare. Producții mai reduse cu diferențe semnificative față de martor s-au înregistrat pentru ambele sisteme neconvenționale de lucrare a solului. La cultura rapiței s-a semnalat aceeași tendință. Totuși, deși diferențele sunt asigurate statistic, ele nu sunt foarte mari iar o analiza ulterioară a rentabilității energetice și economice pot recomanda un sistem sau altul funcție de diferite criterii analizate.

Microbiota solului înregistrează variații cantitative de la un punct de recoltare la altul dar și între adâncimile luate în studiu.

În cazul solurilor analizate s-a evidențiat o microbiotă bine reprezentată numeric la adâncimea de 15-25 cm

În urma cercetărilor efectuate au fost izolate în culturi pure 17 tulpini de microorganisme, care au fost încadrate în două mari grupe taxonomice: bacterii (16 tulpini) și actinomicete (o tulpină)

Din punctul de vedere al analizei micromorfologice, tulpinilor bacteriene izolate sunt reprezentate predominant prin tipul bacilar Gram +.

Deși se constată o relativă diversitate micromorfologică, tipul de lucrare utilizat nu influențează semnificativ componenta calitativă a microbiotei solurilor investigate.

Privind în ansamblu rezultatele obținute apreciem că activitățile dehidrogenazelor actuală și potențială reprezintă buni indicatori ai activității biologice a solului. Enzimele sunt active la toate variantele experimentale investigate manifestările particulare fiind dependente de tratamentele efectuate asupra solului, variantele de lucrări agrotehnice aplicate și adâncimile de la care a fost prelevat materialul biologic de analizat.

Rezultatele arată o corelație între activitatea fosfatazei alcaline și acidă a microorganismelor din sol cu adâncimea solului și lucrările de pregătire.

Bibliografie selectiva

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, Iasi.

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., Schjønning 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.