

## **EFFECTUL ROTAȚIEI ȘI AL FERTILIZĂRII ASUPRA ÎNSUȘIRILOR CHIMICE ALE CERNOZIOMULUI CAMBIC NEIRIGAT DE LA FUNDULEA**

### **EFFECT OF CROP ROTATION AND FERTILIZATION ON THE CHEMICAL PROPERTIES OF UNIRRIGATED CAMBIC CHERNOZEM FROM FUNDULEA**

GEORGETA OPREA<sup>1</sup>, GHEORGHE SIN<sup>1</sup>,  
GHEORGHE ȘTEFANIC<sup>1</sup>

#### **Abstract**

The researches pursued the effect produced by crop rotation type and mineral fertilization, in a long term experiment, on the soil chemical features.

The study was performed with soil samples, for a long-term experiment (1990-2008), at cambic chernozem from Fundulea, Călărași County. Experimental variants were: winter wheat monoculture, 2 years crop rotation (wheat – maize), 3 years crop rotation (wheat – maize – peas) and 4 years crop rotation (wheat – maize – peas – sunflower). Soil sample were gathered on 4 levels of fertilization: N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>, N<sub>90</sub>P<sub>0</sub>, N<sub>0</sub>P<sub>75</sub>, N<sub>90</sub>P<sub>75</sub> and stable manure.

The results show an increase of the organic matter (C<sub>t</sub>% and N<sub>t</sub>%) in wheat monoculture, owing to vegetable remain, more abundant than in row crops. A diminution of humified matter quality in the rotation of 3 and 4 years was observed, fact that could be explain by the intensification of mineralization. In the 2 years crop rotation, one can observe the wheat influence, as source of vegetable remains. Under the mineral and organic manure, both humus content and total nitrogen in soil increase.

The study of chemical reaction dynamics of the soil emphasizes small acidification of soil, under the fertilizers and of nitrification process.

**Key words:** long-term fertilization, crop rotation, mineralization coefficient, humic coefficient.

#### **INTRODUCERE**

Rotația culturilor are impact major asupra sănătății culturilor, a stării de afânare a solului, a economiei apei în sol și, în general, a managementului rațional al culturilor agricole.

Influența rotației culturilor asupra substanței organice a solului se realizează, în mare măsură, prin resturile vegetale pe care le lasă diferitele culturi din rotație și prin calitatea acestora (L i u, 2006; H e r b e r t, 2006).

Resturile organice ce se acumulează la partea superioară a solului sunt supuse mineralizării, rezultatul fiind generarea de compuși anorganici simpli

---

<sup>1</sup> I.N.C.D.A. Fundulea, 915200 Fundulea, județul Călărași, e-mail: getaoprea56@yahoo.com

(CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> etc.), ca urmare a proceselor de descompunere și polimerizare (humificare), formând humusul. Proporția rezidului organic care se humifică este exprimată de coeficientul izohumic (K<sub>1</sub>), a cărui valoare depinde, în principal, de compoziția chimică a rezidului. De exemplu, reziduurile bogate în celuloză și lignină se vor humifica într-o proporție mai mare decât reziduurile organice bogate în aminoacizi și proteine, în substanțe ușor de descompus.

Materia organică suferă o mineralizare parțială, exprimată de coeficientul de mineralizare (K<sub>2</sub>), rezultatul fiind, de asemenea, producerea unor compuși simpli, anorganici (E l i a d e, 1983; Ș t e f a n i c, 1985; P e t r a c h e, 2006).

Importanța rotației culturilor crește în cazul unei agriculturi moderne, care implică o exploatare intensivă a solului, prin folosirea îngrășămintelor și o accentuare a mineralizării humusului.

## MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

Cercetările s-au efectuat într-o experiență de lungă durată, înființată în anul 1967, din câmpul experimental al Laboratorului de agrofitotehnie de la Fundulea, în condiții de neirigare.

Probele de sol au fost recoltate în trei repetiții de câmp, pe adâncimea 0-20 cm, în anii 1990 și 2008. Variantele experimentale au fost :

➤ factorul A : a<sub>1</sub> – monocultura de grâu ; a<sub>2</sub> – asolament de 2 ani (grâu – porumb) ; a<sub>3</sub> – asolament de 3 ani (mazăre – grâu – porumb) ; a<sub>4</sub> – asolament de 4 ani (mazăre – grâu – porumb – floarea-soarelui).

➤ factorul B : b<sub>1</sub> – nefertilizat (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>) ; b<sub>2</sub> – N<sub>90</sub>P<sub>0</sub> ; b<sub>3</sub> – N<sub>0</sub>P<sub>75</sub>; b<sub>4</sub> – N<sub>90</sub>P<sub>75</sub>; b<sub>5</sub> – gunoi de grajd, proaspăt (20 t/ha/an).

Prelevarea probelor de sol, pentru analiză, s-a efectuat după recoltarea grâului și au fost analizate pentru carbon total, azot total și pH-ul solului. De asemenea, s-au calculat coeficienții de humificare (K<sub>1</sub>) și mineralizare (K<sub>2</sub>) pe perioada 1990-2008.

Cercetările efectuate în anii 1990 și 2008 au urmărit să evidențieze efectele modului de fertilizare în rotații de 2, 3 și 4 ani la cultura grâului asupra producției, precum și asupra însușirilor chimice principale ale cernoziomului cambic, neirigat, de la Fundulea.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

### Reacția solului (pH)

Analiza chimică a probelor de sol a arătat că reacția chimică a scăzut semnificativ în perioada 1990-2008, atât în monocultura de grâu, cât și în rotații. Se constată că acidifierea solului s-a accentuat în rotațiile de 3 și 4 ani, ca urmare a stimulării mineralizării humusului. Influența modului de fertilizare s-a manifestat prin creșterea pH-ului, ca urmare a fertilizării cu gunoi de grajd, în timp ce fertilizarea minerală cu N<sub>90</sub>P<sub>75</sub> a scăzut cel mai mult valoarea pH-ului.

Comparând nivelul pH-ului în perioada studiată se constată, pe total experiență, o scădere a pH-ului de la 6,05 la 5,96, în toate rotațiile și în monocultura de grâu (tabelul 1).

Tabelul 1

**Influența rotației și fertilizării asupra indicatorilor chimici ai cernoziomului cambic neirigat de la Fundulea**

(Rotation and fertilization influence on the chemical indicators of unirrigated cambic chernozem from Fundulea)

Varianta	Fertilizare	Producția (q/ha)		Carbon total (%)		Azot total (%)		pH	
		1990	2008	1990	2008	1990	2008	1990	2008
Monocultură	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	19,2	10,5	1,932	1,950	0,190	0,180	6,04	5,90
	N <sub>90</sub> P <sub>0</sub>			2,054	1,780	0,185	0,201	5,80	5,62
	N <sub>0</sub> P <sub>75</sub>			1,974	1,850	0,174	0,185	5,88	5,69
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub>	25,3	17,0	1,903	1,870	0,183	0,182	5,90	5,70
	Gunoii de grajd	31,7	17,3	2,038	1,900	0,193	0,170	6,30	6,18
<i>Media</i>		25,4	14,9	1,980	1,870	0,185	0,184	5,98	5,82
Rotația: grâu – porumb	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	9,9	12,4	1,938	1,850	0,180	0,171	6,15	6,12
	N <sub>90</sub> P <sub>0</sub>			1,994	1,870	0,174	0,185	5,92	5,79
	N <sub>0</sub> P <sub>75</sub>			2,001	1,820	0,177	0,168	6,07	5,96
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub>	29,1	27,6	2,085	1,870	0,181	0,177	5,98	5,86
	Gunoii de grajd	31,9	22,8	2,185	1,950	0,197	0,196	6,28	6,36
<i>Media</i>		23,6	17,2	2,041	1,87	0,182	0,179	6,08	6,02
Rotația: grâu – porumb – mazăre	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	37,9	26,7	2,019	1,780	0,190	0,182	6,21	6,13
	N <sub>90</sub> P <sub>0</sub>			1,948	1,840	0,182	0,182	6,09	5,84
	N <sub>0</sub> P <sub>75</sub>			1,998	1,800	0,184	0,173	5,15	5,84
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub>	57,9	42,3	2,012	1,700	0,180	0,179	6,10	5,85
	Gunoii de grajd	56,6	40,2	2,280	1,990	0,201	0,184	6,25	6,19
<i>Media</i>		50,8	36,4	2,051	1,820	0,187	0,180	6,16	5,97
Rotația: grâu – porumb – floarea-soarelui	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	26,4	23,3	2,001	1,880	0,211	0,173	6,18	6,11
	N <sub>90</sub> P <sub>0</sub>			2,048	1,860	0,198	0,170	6,12	5,95
	N <sub>0</sub> P <sub>75</sub>			2,034	1,730	0,184	0,170	6,03	5,65
	N <sub>90</sub> P <sub>75</sub>	44,2	41,3	2,139	1,860	0,194	0,180	6,18	6,04
	Gunoii de grajd	41,0	41,8	2,187	1,950	0,212	0,190	6,45	6,38
<i>Media</i>		37,5	35,5	2,082	1,86	0,200	0,177	6,19	6,03
<i>Media experienței</i>		34,3	43,1	2,038	1,865	0,188	0,180	6,10	5,96
DL 5% (rotații)		9,1	7,6		0,24		0,01		0,02
DL 5% (fertilizare)		3,7	3,6		0,09		0,01		0,01
DL 5% (interacțiune)		7,4	9,6		0,4		0,02		0,3

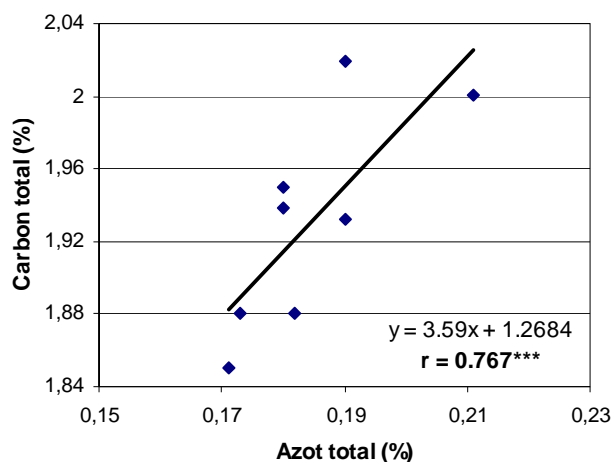
### Carbonul total

Substanța organică a solului (Ct %), calculată pe întreaga experiență a scăzut de la 2,038% (1990) la 1,865% (2008). În ceea ce privește rotația culturilor, se constată, de asemenea, o scădere a conținutului în humus de la nivelul anului 1990 la cel din 2008 în cea mai mică măsură în monocultură, iar scăderile cele mai pronunțate de humus au fost observate în rotații (datorită contribuției masei de buruieni). Cu toate acestea, valorile conținutului de humus la sfârșitul perioadei analizate au fost similare cu cele din monocultură, datorită mineralizării mai accentuate provocate de aportul de azot din îngrășămintul mineral și din gunoii proaspăt (tabelul 1).

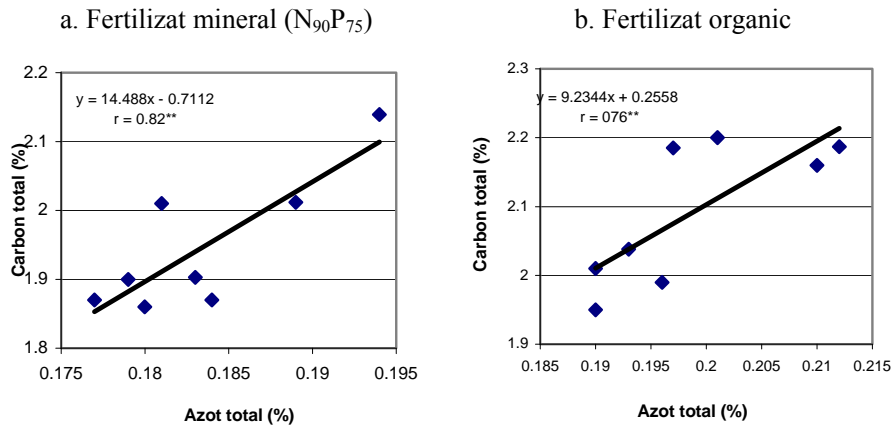
### Azotul total

Conținutul solului în azot total a avut aceeași evoluție cu conținutul de carbon total (tabelul 1). Astfel, azotul total, ca medie pe întreaga experiență, arată o scădere de la 0,188 la 0,180%, atât în monocultură, cât și în rotații. În acest caz apare preluarea azotului în recolte, care au fost evident mai mari față de varianta nefertilizată.

În ceea ce privește calitatea materiei organice a solului, se constată, atât în varianta nefertilizată și varianta fertilizată optim, cât și în varianta fertilizată cu gunoi de grajd, o corelație pozitivă între azotul total și carbonul total din sol. Este interesant de constatat că valorile carbonului total și ale azotului total din 2008 se află pe un plan inferior celor din 1990, fapt regăsit și în recoltele de grâu (figurile 1-2).



**Fig. 1** – Relația dintre azotul total și carbonul total din sol sub influența rotației, fără fertilizare ( $N_0P_0$ ). (Relation between total nitrogen and total carbon in soil under rotation influence, without fertilization)



**Fig. 2** – Relația dintre azotul total și carbonul total din sol sub influența rotației și a fertilizării minerale (a) și a fertilizării organice (b)  
 [Relation between total nitrogen and total carbon in the soil, under rotation and mineral (a) and organical (b) fertilization influence]

### Coefficienții de humificare și mineralizare

Evoluția pe termen lung a rezervei de humus din sol este condiționată de două categorii fundamentale de procese: procese de humificare – mineralizare. Acestea acționează conjugat în partea superioară a solului, determinând o evoluție progresivă, regresivă sau complexă a rezervei de humus.

În tabelul 2 se prezintă rezultatele cu privire la cantitățile de carbon organic din sol și rezultatele calculelor de bilanț, valorile coeficienților  $K_1$  și  $K_2$  care exprimă procesul progresiv de mineralizare provocat de creșterea ponderii prășitoarelor în cadrul rotațiilor, chiar și în cazul rotației de trei ani cu mazăre, în care aceasta prin aportul de azot biologic contribuie la intensificarea mineralizării. De asemenea, gunoiul de grajd proaspăt a intensificat mineralizarea, ca și azotul din îngrășământul mineral.

Coeficientul de humificare ( $K_1$ ) are valoarea zero în toate variantele, cu excepția variantei martor de la monocultură, unde în perioada 1990-2008 s-a obținut o creștere anuală de 30 kg de carbon humic pe hectar. În celelalte variante (rotații și fertilizare) rata medie anuală arată o scădere, menționată în tabelul 2 cu valori negative și, ca urmare, valorile lui  $K_1$  sunt zero. Pe de altă parte, aprecierea efectului exercitat de rotația culturilor și fertilizare exprimat prin coeficientul  $K_2$  (mineralizarea materiei organice) arată valori mai ridicate față de martorul de la monocultura de grâu (figura 3).

Introducerea mazării în rotațiile de trei ani și patru ani a intensificat procesul de mineralizare și a determinat o creștere a producției de grâu, cu precădere la rotația de trei ani, pentru că în rotația de patru ani a crescut ponderea plantelor prășitoare care a avut ca efect o scădere a carbonului provenit de la buruieni.

Tabelul 2

**Dinamica transformării materiei organice în sol, în experiențe de lungă durată, în condiții de neirigare, la Fundulea**  
(Dynamics of organic matter transformation in unirrigated soil, under long term experiment from Fundulea)

Varianta	Conținut în humus (Ct %)				Diferența		Rata medie anuală de creștere sauscadere (Ct) t/an	Aport organic anual (A) Ct (t/ha)	Ct inițial + Ct în 18 ani (t/ha)	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
	Inițial (Hf)		Final (Hf)		Hf - Hi					(humificare)	(mineralizare)
	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha				t/ha	
Monocultură											
Martor	1,93	57,9	1,95	58,5	0,02	0,6	0,03	2,530*	103,4	0,001	0
N <sub>90</sub> P <sub>75</sub>	1,90	57,0	1,87	56,1	- 0,03	- 0,9	-0,05	2,700*	105,6	0	0,001
Gunoi de grajd	2,04	61,2	1,90	57,0	- 0,14	- 4,2	-0,23	3,450**	123,2	0	0,004
Rotația de 2 ani : grâu – porumb											
Martor	1,94	58,2	1,85	55,5	- 0,09	- 2,7	-0,15	2,530*	103,7	0	0,003
N <sub>90</sub> P <sub>75</sub>	2,09	62,7	1,87	56,1	- 0,22	- 6,6	-0,37	2,700*	111,3	0	0,006
Gunoi de grajd	2,19	65,7	1,95	58,5	- 0,24	- 7,2	-0,40	3,450**	127,8	0	0,006
Rotația de 3 ani: grâu – porumb – mazăre											
Martor	2,02	60,6	1,78	53,4	- 0,24	- 7,2	-0,45	2,530*	106,1	0	0,007
N <sub>90</sub> P <sub>75</sub>	2,01	60,3	1,70	51,0	- 0,31	- 9,3	-0,51	2,700*	108,9	0	0,009
Gunoi de grajd	2,28	68,4	1,99	59,7	- 0,29	- 8,7	-0,45	3,450**	130,5	0	0,007
Rotația de 4 ani: grâu – porumb – mazăre – floarea-soarelui											
Martor	2,00	60,0	1,88	56,4	-0,12	-3,6	-0,20	2,530*	105,5	0	0,003
N <sub>90</sub> P <sub>75</sub>	2,03	60,9	1,86	55,8	-0,17	-5,1	-0,28	2,700*	109,5	0	0,005
Gunoi de grajd	2,19	65,7	1,95	58,5	-0,24	-7,2	-0,40	3,450**	127,8	0	0,006

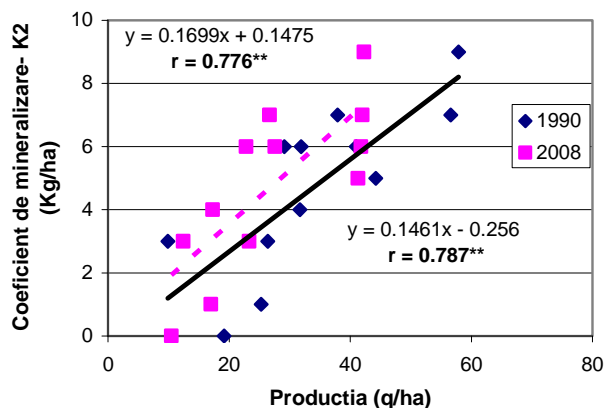


Fig. 3 – Relația dintre producția de grâu și coeficientul de mineralizare sub influența rotației și a fertilizării  
(Relation between wheat yield and mineralization coefficient under the rotation and fertilization influence)

## CONCLUZII

□ Cercetările efectate în anii 1990 și 2008, cu privire la influența asolamentului și a fertilizării, în condiții de neirigare, asupra însușirilor chimice ale solului au scos în evidență următoarele aspecte:

◆ *reacția solului* s-a modificat semnificativ, în monocultură, dar mai ales în rotațiile de trei și patru ani, ca urmare a stimulării mineralizării humusului. Fertilizarea minerală a scăzut cel mai mult pH-ul solului, în timp ce gunoiul de grajd a dus la o creștere a pH-ului;

◆ *conținutul în humus (Ct%) și conținutul în azot total (Nt%)* au fost mai ridicate în monocultură, în timp ce în rotații scăderile au fost mai pronunțate;

◆ *coeficienții K1 și K2*. Aprecierea efectului rotației culturilor și a fertilizării s-a făcut și prin coeficienții K1 (humificare) și K2 (mineralizare). K1 are valoarea zero în toate rotațiile (cu excepția monoculturii) pentru că rata medie anuală de creștere sau scădere a carbonului organic are valori negative (viteza de mineralizare este mai mare decât cea de humificare). K2 arată că în rotațiile de trei și patru ani s-au înregistrat valorile cele mai mari, ca urmare a introducerii în rotație a mazării și a creșterii ponderii prășitoarelor.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- ELIADE, GH., GHINEA, L., STEFANIC, GH., 1983 – *Bazele biologice ale fertilității solului*. Edit. Ceres, București.  
 IONESCU, A., JINGA, I., STEFANIC, GH., 1985 – *Utilizarea deșeurilor organice ca îngrășământ*. Edit. Ceres, București.

- LIU, X., HERBERT, S.J., 2006 – *Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation – a review*. Plant Soil Environ., 52: 531-543.
- PETRACHE, V.C., 2006 – *Aspecte privind modelarea dinamicii spațio-temporale a rezervei de humus din sol*. Analele Universității „Ștefan cel Mare” Suceava, Secțiunea Geografie.

*Prezentată Comitetului de redacție la 25 iunie 2009*