

CERCETĂRI PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA MEDIULUI DE CULTURĂ A PLANTELOR PRIN FOLOSIREA NĂMOLULUI DE LA STAȚIA DE EPURARE

**RESEARCHES REGARDING THE IMPROVEMENT OF FIELD CROPS
MEDIUM BY SEWAGE SLUDGE USING**

NICOLAE E. IONESCU¹, FLORIAN TRĂȘCĂ¹

Abstract

The residual organic sludge obtained in the current phase is subject to anaerobic digesting and dewatering. Its experimentation in the field led to new positive tendencies which recommend it as being needed for a sustainable agriculture and for a sustainable development of the urban systems for wastewater treatment. Thus, crops had direct benefits of using this sludge, which amended its features due to the following qualities: increases and maintains the soil's pH, has an important contribution of valuable organic matter with fast opportunity for mineralization, has an increased level of macro-elements (N, P, K, Ca) and a relatively very low content of heavy metals: Pb, Cd, Zn, Cu, Ni.

For observing the macro- and microelements evolution in both soil and plants there were used ever increasing doses of sludge: 0, 5, 10, 25 and 50 t.ha⁻¹ together with chemical fertilizers doses on intervals 0, ½ and 1/1 of the specific need for the 3 crops: maize, winter wheat and soybeans. By using different doses of sludge there was obtained an improvement of the soil's content in organic carbon from 1.45% to 2.30%.

Luvosoil benefited of an improvement of its content in terms of organic carbon creating the required conditions for obtaining higher vegetal productions- like total biomass and grains. Heavy metals from soil, both total forms and mobile ones, had lower levels. Leaves and grains were prevalent regarding the absorption and translocation of heavy metals from the soil fertilized with sewage sludge.

Key words: sewage sludge, plant total biomass and grains biomass, nutrients.

Cuvinte cheie: nămolul menajer, biomasa totală și de boabe, caracteristici de productivitate, nutrienți.

INTRODUCERE

Una dintre resursele organice valoroase și disponibile pentru completarea necesarului plantelor de câmp în elementele nutritive o reprezintă nămolul. Procesarea presupune, în linii mari, fermentarea sau digestia anaerobă, stabilizarea, tratarea și deshidratarea. Rezultatul final îl reprezintă nămolul rezidual care, în mod obișnuit, are reacție neutră (pH = 6,95-7,20), conține

¹ S.C.D.A. Pitești, județul Argeș. E-mail: nicolae_ionescu@yahoo.com

cantități apreciabile de carbon organic (CO) 25-35%, macro- și microelemente. Conținuturile specifice relativ ridicate în elementele fertilizante îl recomandă pentru utilizarea în cultura plantelor de câmp (Nicholson, 1996; Pang, 2000; Douglas, 2003). Luvosolul, ca de altfel majoritatea solurilor de la noi, poate fi fertilizat cu nămolul menajer, acest produs fiind asimilat îngrășămintelor organice. Cercetări recente compară nămolul menajer cu gunoiul de grajd (Mihalache, 2006), iar un avantaj deosebit al acestuia îl constituie faptul că mineralizarea are loc într-o perioadă foarte scurtă de timp, plantele beneficiind rapid de nutrienții disponibili: azotul total, fosforul, potasiul, calciul, magneziul etc.

Totodată, nămolul menajer conține și o serie de metale grele, unele dintre acestea constituind microelemente în concentrații reduse (Haertl, 1963; Juste, 1970). Așa după cum se cunoaște, folosirea în cultura plantelor de câmp a nămolului menajer presupune încadrarea acestor metale grele sub limitele legale europene (Directiva 86/278/12.06.1986) și naționale (Ordinul 344/708/2004).

Dintre metalele grele plumbul (Pb) și cadmiul (Cd) sunt toxice și se răspândesc relativ ușor în întreg lanțul trofic: sol – plante – animale – om. De aceea, pentru evitarea acestor posibile intoxicații, nămolul menajer trebuie să corespundă acestor cerințe. Din teoria și practica agricolă s-a constatat că unele dintre metalele grele constituie, în fapt, microelemente, ca de exemplu: zincul, cuprul, manganul (Băjescu, 1971; Tisdale, 1975).

Din ceea ce se cunoaște până în prezent, privind folosirea nămolului menajer, în practica agricolă s-au avut în vedere două direcții principale, și anume: aportul materialului organic la asigurarea hranei necesare plantelor alături de observarea evoluției conținutului în metalele grele, ambele ca o garanție în obținerea unor plante dezvoltate normal și curate. Dacă nămolul menajer corespunde calitativ și se înscrie în normele de protecție a mediului agricol - de cultură, acesta poate fi folosit fără restricții.

În lucrarea de față se prezintă rezultate obținute prin administrarea nămolului menajer în diferite doze cu scopul îmbunătățirii regimului de nutriție al luvosolului, alături de evoluția specifică a metalelor grele în întreg mediul de cultură. Dacă se realizează îmbunătățirea conținutului luvosolului în materia organică, se asigură în linii mari și starea de aprovizionare cu elementele fertilizante pe întreg parcursul perioadei de vegetație a plantelor.

În același timp se poate observa și nivelul la care au ajuns metalele grele din întregul eco-sistem agricol, specific reprezentat aici prin: solul - organele verzi (frunzele la înflorit) - și organele mature (boabele). Rezultatele obținute recomandă folosirea nămolului menajer în tehnologia culturii plantelor de câmp - porumb și grâu de toamnă - ca două cereale reprezentative, precum și al soiei - ca o leguminoasă deosebită ca valoare.

MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

Studiul efectelor nămolului menajer asupra mediului agricol a cuprins cercetări complexe. Pe de o parte, s-a inițiat un asolament de 4 ani în perioada 2004-2007, cu următoarea configurație: anul I – porumb pentru boabe, anul II – grâu de toamnă, anul III – soia pentru boabe și anul IV – grâu de toamnă, iar pe de altă parte, s-au folosit doze diferite de namol: 0 t.ha⁻¹, 5 t.ha⁻¹, 10 t.ha⁻¹, 25 t.ha⁻¹ și 50 t.ha⁻¹, cu și fără îngrășăminte chimice. Datele prezintă influența nămolului menajer asupra mediului agricol ca medie dintr-un experiment cu doi factori de tipul cu parcelă subdivizată. Dozele de nămol s-au aplicat în aceleași cantități în primii doi ani – la porumb în primul an și la grâu, din anul doi, urmând ca soia și grâul din ultimul an să beneficieze de efectul remanent al dozelor de nămol aplicate. Variantele experimentale au avut suprafața de câte 100 m², în trei repetiții. Tehnologia de cultură a celor trei plante de câmp a fost cea recomandată de stațiune.

Analizele chimice s-au efectuat în conformitate cu ultimele norme și metodologii europene: carbonul organic CO-SR ISO 10694-98, metalele grele din frunze și sol, formele totale – SR ISO 11047-99, iar formele mobile din sol – SR ISO 14870-99, apoi, azotul – STAS 7184/2-85, fosforul- STAS 7184/14-79, potasiul și calciul – SR EN ISO 14911-06. Probele de sol s-au recoltat cu sonda agrochimică din orizontul arabil 0-20 cm, în momentul când plantele au ajuns la maturitate. Probele de plantă s-au recoltat în faza de înflorit, precum și în faza finală, aceea a maturării boabelor celor trei plante de cultură.

Pentru a avea o imagine cât mai clară privind starea celor două medii, respectiv solul de cultură și nămolul menajer, în tabelul I se prezintă principalele caracteristici.

Tabel 1

Conținutul în elemente fertilizante ale solului (starea naturală) și al nămolului menajer
[Content of fertilizing elements of cultivation soil and sewage sludge]

Mediul	pH	C org. %	Nt, %	Pt, %	Kt, %	CaO, %
Solul	5,05	2,14	0,192	0,06	0,55	0
Nămolul	7,07	30,11	2,24	1,25	0,35	1,90

Analizând aceste date, se observă că, în comparație cu nămolul, solul de cultură are unele deficiențe, exprimate prin valorile medii prezentate (excepție face doar conținutul în potasiu, care-l depășește pe cel din nămolul menajer). În comparație cu solul, nămolul conține într-adevăr elemente fertilizante la niveluri superioare, deosebit de favorabile asigurării unui mediu adecvat de hrană plantelor de câmp (Nicholson, 1996).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

1. Îmbunătățirea conținutului solului în carbonul organic

Solul de cultură conține materia organică provenită fie din acumularea de resturi vegetale și animale, fie sub forma îngrășămintelor, ambele surse suferind descompunerea sau dispersia coloidală (Davidescu și Davidescu, 1981). Componentul de bază al materiei organice îl reprezintă humusul. Aflat într-o dinamică continuă, mai stabil sau nu, humusul este o rezultată a mai multor procese biologice, chimice și biochimice (Tisdale și Nelson, 1975). Humusul conține un element chimic deosebit de valoros – carbonul, prezent într-o proporție importantă (peste 55%).

Desigur că prin aportul îngrășămintelor organice are loc o acumulare a materiei organice în sol, o intensificare a proceselor de „humificare” și o sporire a conținutului în carbonul organic. Nămolul menajer conține carbon organic într-o proporție de peste 30%, în condițiile în care și macro-elementele se află la niveluri ridicate, ca, de exemplu: 2,25% azot total, 1,25% fosfor, 0,35% potasiu și 1,90% calciu (Mujea și colab., 2008).

Constituind o sursă bogată în materie organică și elemente fertilizante importante, nămolul poate contribui la îmbunătățirea fertilității solului. După ce s-au aplicat 4 doze de nămol: 5 t.ha⁻¹, 10 t.ha⁻¹, 25 t.ha⁻¹ și 50 t.ha⁻¹, alături de martorul fără nămol, s-a analizat o serie de probe privind conținutul solului în carbon organic, atât pentru efectul direct asupra porumbului și grâului, cât și pentru soia și grâu. Modul cum a avut loc îmbunătățirea luvosolului în carbon organic prin aplicarea nămolului menajer este redat în figura 1.

Din cele patru situații, conținuturile solului în carbon organic s-au grupat în două: pe de o parte, atât la porumbul din primul an, cât și la grâul din anul următor, carbonul organic a avut valori mai ridicate, ca urmare a efectului direct al nămolului menajer. La porumb, față de martorul fără nămol și la primele trei doze, carbonul organic a oscilat în jurul a 2%, în timp ce la varianta cu 50 t.ha⁻¹ nămol carbonul organic a sporit la 2,30%. În cazul grâului, nămolul a influențat conținutul solului în carbon organic începând cu 1,74% la martor și a oscilat puțin la primele două doze de nămol. La doza de nămol de 25 t.ha⁻¹, carbonul organic s-a situat la 2%, iar la 50 t.ha⁻¹, la 2,25%. În cazul soiei și al grâului s-a manifestat remanența nămolului prin rezultate sensibil mai scăzute. La soia, carbonul organic s-a situat între 1,50% la dozele mici și 1,79% la doza maximă. La cultura grâului, conținutul carbonului organic în sol s-a situat în jurul valorii de 1,50% la primele 4 variante și ușor crescător - 1,93%, la doza mare de nămol. Fiind separate, cele două situații ale efectului nămolului: cea directă și cea remanentă, ar putea scoate în evidență caracteristica de mineralizare rapidă, pe care nămolul menajer o are.

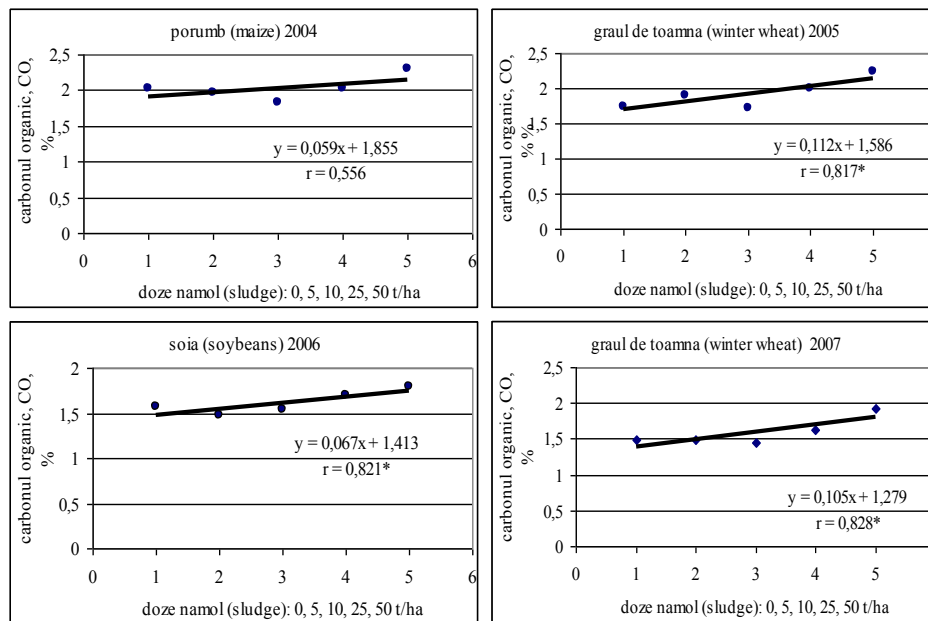


Fig. 1 - Corelații între dozele de nămol menajer aplicate și conținutul solului cultivat în carbon organic
(Correlations between sludge doses and organic carbon content from cropping soil)

2. Conținutul în macronutrienți la plantele de porumb aflate în faza de înflorit, în funcție de doza de nămol menajer

Nămolul menajer, folosit în cadrul experimentului, a conținut un sortiment larg de elemente fertilizante. Datorită acestei valori nutritive ridicate a nămolului, având în completare și îngrășămintele chimice, îmbinarea acestora a condus la o absorbție, translocare și folosire a macrofertilizanților de către plantele de porumb.

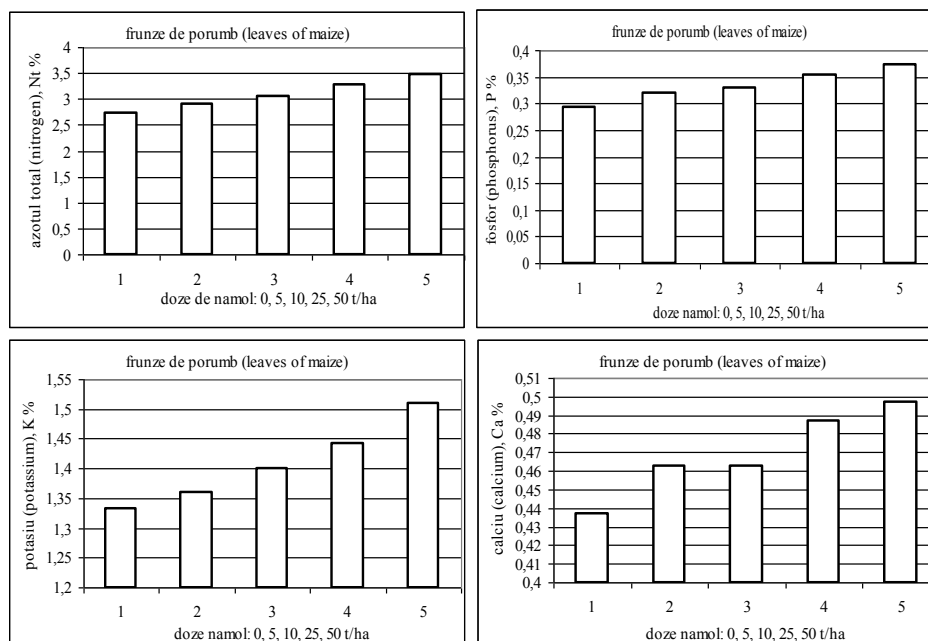


Fig. 2 - Evoluția conținuturilor macroelementelor din frunzele de porumb, în fenofaza de înflorit, în funcție de dozele de nămol aplicate
(Evolution of fertilizing elements content in maize leaves at flowering time, according to used sludge doses)

Rezultatele din experiment fac referire la macroelementele azot, fosfor, potasiu și calciu (figura 2). În funcție de dozele de nămol administrate, conținuturile tuturor celor patru elemente fertilizante au avut creșteri progresive și importante. În cazul azotului, mărtoșul a conținut în frunze 2,5% azot. Dozele de nămol au contribuit la creșterea azotului total de la cca 2,9% la 3,5%. Această creștere a azotului total în frunzele de porumb a fost foarte importantă și demonstrează efectul benefic al nămolului menajer la nivelul cerințelor plantelor (Hadas și Portnoy, 1997; Pang și Letey, 2000).

Fosforul a cunoscut o evoluție crescătoare moderată, având valori între 0,29% la mărtoș și 0,37% în cazul dozei de 50 t.ha⁻¹ nămol menajer.

Potasiul, în schimb, a cunoscut o creștere foarte importantă, începând de la 1,33%, la mărtoșul fără fertilizant și 1,51% la dozele mari de nămol.

Conținutul de calciu a fost foarte favorabil îmbunătățit, de la circa 0,44% la aproximativ 0,50%. Datele din figura 2 demonstrează efectul deosebit de favorabil al utilizării nămolului menajer asupra sporirii conținuturilor de macroelemente în frunzele de porumb aflate în perioada de înflorit. Având în vedere aceste adevărate câștiguri de calitate, este de așteptat ca, în continuare, formarea producției plantelor de porumb să urmeze aproximativ aceleași caracteristici.

3. Influența dozelor de nămol asupra sporirii biomasei și a altor caracteristici agronomice ale plantelor

În funcție de aportul pe care nămolul menajer l-a avut asupra sporirii carbonului organic în solul de cultură, era de așteptat ca plantele să reacționeze prin formarea masei vegetale mult îmbunătățite.

Modul concret în care a avut loc corelarea dintre dozele de nămol menajer și diferitele caractere morfologice ale plantelor de câmp este redat în figurile 3, 4 și 5.

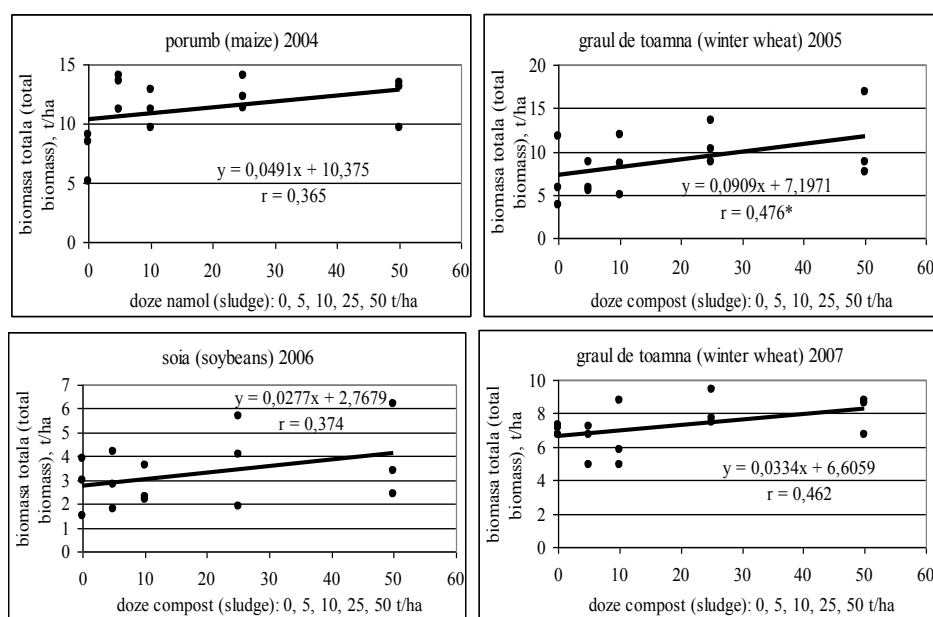


Fig. 3 - Corelații între dozele de nămol menajer și producția totală de biomasă la porumb, grâu și soia

(Correlations between sludge doses and total biomass from maize, wheat and soybeans)

Ratele de creștere ale biomasei au fost următoarele : 491 kg total s.u. porumb/ 10 t.ha⁻¹ nămol, 909 kg total s.u. grâu/10 t.ha⁻¹ nămol, 277 kg total s.u. soia/10 t.ha⁻¹ nămol și 334 kg total s.u. grâu/10 t.ha⁻¹ nămol (figura 3).

Ratele de creștere ale producției de boabe au fost următoarele: 461 kg porumb/10 t.ha⁻¹ nămol, 463 kg grâu/10 t.ha⁻¹ nămol, 114 kg soia/10 t.ha⁻¹ nămol și 175 kg grâu/ 10 t.ha⁻¹ nămol (figura 4).

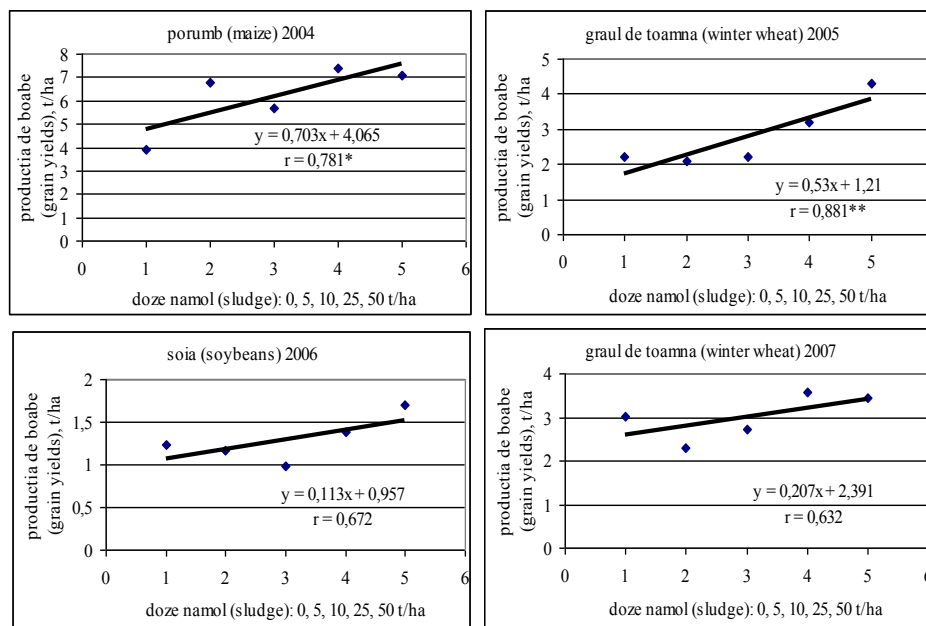


Fig. 4 - Corelații între dozele de nămol menajer și producția de boabe la porumb, grâu și soia (Correlations between sludge doses and grain yields from maize, wheat and soybeans)

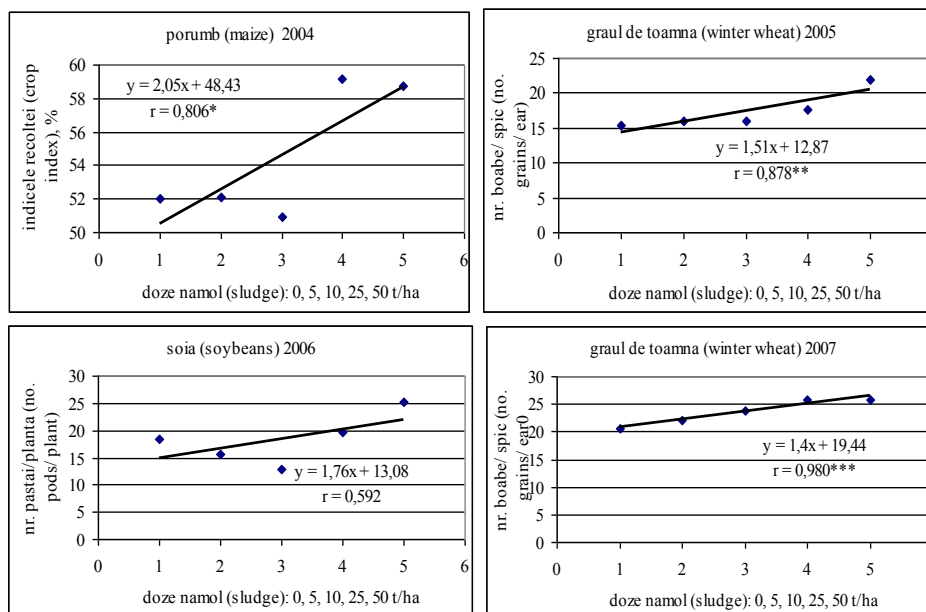


Fig. 5 - Corelații între diferitele caractere de producție cu dozele de nămol menajer: indicele de recoltă la porumb, numărul de boabe/spic la grâu și numărul de păstăi/plantă la soia (Correlations between another yield traits and sludge doses: crop index at maize, no. grains.ears⁻¹ at wheat and no. pods.plants⁻¹ at soybeans)

Indicele de recoltă al porumbului a fost îmbunătățit cu 8,4%, numărul de boabe per spicul de grâu a sporit cu 6,6 în anul 2005 și cu 4,9 în anul 2007 (figura 5). Numărul de păstăi de pe planta de soia a crescut cu 9,5 bucăți. Datele obținute fiind relevante dau o încredere sporită în valorificarea acestui material valoros - nămolul menajer.

4. Conținutul solului și plantelor în metalele grele

Metalele grele fac parte integrantă din natură (Stevenson și Ardağ, 1972), inclusiv din mediul agricol. Pe de o parte, solul de cultură are concentrațiile specifice în diferitele elemente chimice, alături de cele organice, iar pe de altă parte, nămolul are conținuturile sale separat. Prin îmbinarea celor două sisteme: solul și nămolul, pot avea loc anumite acumulări - creșteri în metalele grele și elemente nutritive. Important însă este faptul că atât concentrațiile native, cât și cele adăugate, să nu depășească limitele periculoase. În acest sens s-au efectuat analize pentru a stabili concentrațiile în metale grele. Modul cum au evoluat concentrațiile acestor metale grele, atât în sol, cât și după aplicarea nămolului este redat în tabelul 2. Valorile medii obținute pe întregul experiment arată concentrații scăzute și sub limitele admise. Formele totale de mangan din sol, înainte și după aplicarea nămolului, sunt puțin mai ridicate, având la bază un fenomen specific luvosolului (Tembhare și Ray, 1967).

Cu privire la conținutul de metale grele din plantele de cultură (tabelul 3) s-au constatat niveluri foarte scăzute, cu ușoare fluctuații în frunze față de boabe. Plumbul s-a găsit numai în grâul de toamnă; cadmiul a fost prezent mai mult în boabele de porumb și mai puțin în boabele de grâu și soia; zincul a fost acumulat mai mult în boabele de porumb și grâu și mai puțin la soia; cuprul s-a găsit mai mult în boabele de soia, la fel ca și nichelul; manganul s-a depozitat mai mult în frunzele celor trei plante de cultură.

Tabelul 2

Valorile medii ale conținutului în metale grele din solul cultivat,
cu și fără doze de nămol menajer

(The mean values of heavy metals content in the luvosoil, without and with sewage sludge doses)

Metalele grele	Formele totale		Formele mobile	
	Fără nămol mg.kg ⁻¹ sol	Cu nămol mg.kg ⁻¹ sol	Fără nămol mg.kg ⁻¹ sol	Cu nămol mg.kg ⁻¹ sol
Plumb (Pb)	17	20 (50)*	6	7
Cadmiu (Cd)	0,130	0,210 (3)	0,100	0,115
Zinc (Zn)	112	83 (300)	2,5	7
Cupru (Cu)	19	20 (100)	4,2	5
Nichel (Ni)	23	22 (50)	4,7	5
Mangan (Mn)	820	840 (500)	440	500

* Ord. 344/2004

Tabelul 3

Conținutul în metalele grele din frunzele și boabele plantelor după aplicarea dozelor de nămol menajer
(The leaves and grains heavy metals content after sludge doses application)

Metalele grele	Porumb		Grâu		Soia		Grâu	
	Frunze	Boabe	Frunze	Boabe	Frunze	Boabe	Frunze	Boabe
Plumb (Pb)	ned*	ned	2,1	2,5	ned	ned	6,0	ned
Cadmium (Cd)	0,098	0,155	0,192	0,167	0,203	0,109	0,218	0,209
Zinc (Zn)	9,4	23,9	31,9	71,5	71,7	49,0	18,7	36,6
Cupru (Cu)	2,8	1,9	6,0	6,7	9,2	16,7	6,7	4,3
Nickel (Ni)	1,5	0,8	2,3	4,2	8,5	37,3	3,8	3,5
Mangan (Mn)	6,0	6,7	127,9	95,2	183,1	40,1	117,7	69,5

* nedetectabil, după metoda folosită.

CONCLUZII

- Experimentarea nămolului menajer, fermentat anaerob și deshidratat, ca fertilizant la cultura plantelor de câmp, pe solurile podzolice, demonstrează utilitatea fertilizării organo-minerale. Solul podzolic, fiind insuficient aprovizionat în mod natural cu elemente nutritive, poate fi îmbunătățit prin administrarea de nămolul menajer.

- Conținutul frunzelor de porumb în macroelemente (azot, fosfor, potasiu și calciu) a cunoscut creșteri deosebit de importante pe fondul sporirii dozelor de nămol menajer.

- Nămolul menajer, bogat în carbon organic, în macro- și micronutrienți și cu valori ale metalelor grele sub limitele periculoase constituie un foarte bun îngrășământ organic. Cu o doză maximă de 50 t.ha⁻¹, acesta constituie un foarte bun îngrășământ organic pentru agricultură.

- Prin aplicarea diferitelor doze de nămol s-a obținut o îmbunătățire a conținutului solului în carbon organic, de la 1,84 la 2,30% la porumb și între 1,72 și 2,25% la grâu, ambele ca efect direct al nămolului; între 1,47 și 1,79% la soia și între 1,45 și 1,93% la grâul din ultimul an, ca efect remanent în ultimele două situații.

- Luvosolul, beneficiind de o îmbunătățire a conținutului în carbon organic, a creat condiții pentru obținerea unor producții vegetale mult mai mari, ca urmare a asigurării unor condiții superioare de creștere și dezvoltare a plantelor de cultură.

• Metalele grele, atât formele totale, cât și cele mobile, au avut niveluri reduse. Absorbția și translocarea metalelor grele din mediul fertilizat cu nămolul menajer s-au manifestat în mod deosebit în frunze și boabe.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- DAVIDESCU, D., DAVIDESCU, V., 1981 – *Agrochimia modernă*. Edit. Acad.R.S.R., București: 34-205.
- DOUGLAS, C.E., 2003. *The long-term effects of manures and fertilizers on soil productivity and quality: a review*. Nutrient Cycling Agroecosys, 66: 165-180.
- HADAS, A. and PORTNOY, R., 1997 – *Rates of decomposition in soil and release of available nitrogen from cattle manure and municipal solid waste composts*. Compost Science and Utilization, 5(3): 97-99.
- HAERTL, E.J., 1963 – *Chelation in nutrition, metal chelates in plant nutrition*. Journal of Agronomy and Food Chemistry, 11: 108-112.
- JUSTE, C., 1970 – *Action toxiques des oligo-elements*. Annales Agronomiques, 21(5): 549-553.
- MIHALACHE, M., DUMITRU, M., RADUCU, D., GAMENT, T.E., 2006 – *Valorificarea în agricultură a nămolurilor orășenești*. Edit. Solness, Timisoara.
- MUJEA, G., DIACONU, M., IORDANESCU, A., IONESCU, N., 2008 - *Researches regarding sewage sludge doses influence over maize plants in the flowering stage*. Annales of University of Craiova, 13(49): 491-496.
- NICHOLSON, F.A., CHAMBERS, B.J. and SMITH, K.A., 1996 – *Nutrient composition of poultry manure in England and Wales*. Bioresources and Technology, 58: 279-284.
- PANG, X.P., LETEY, Y.J., 2000 – *Organic farming: challenge of timing nitrogen availability to crop nitrogen requirements*. Soil Science Society of America Journal, 64: 247-253.
- STEVENSON, F.J., ARDAKANI, M.S., 1972 – *Organic matter reactions involving micronutrients in soils*. Micronutrients in agriculture. Soil Science Society of America (SSSA): 79-91.
- TEMBHARE, B.R., RAY, M.M., 1967 – *Effect of pH, calcium carbonate, texture and organic matter on the availability of manganese*. Journal of Indian Society of Soil Science, 15(4): 127-134.
- TISDALE, S.L. and NELSON, W.L., 1975 – *Soil fertility and fertilizers*. Mc Millan Pub. Co. Inc. New York, SUA : 66-104.
- ***Directive 86/278/12.06.1986 – *Protection de l'environnement et notamment des sols, lors de l'utilisation des boues d'epuration en agriculture*. JO L 181: 6-12.
- *** Ordin nr. 344/708/2004. *Normele tehnice privind protecția mediului, în special a solurilor când se utilizează nămoluri de epurare în agricultură*. Monitorul Oficial, 959.

Prezentată Comitetului de redacție la 20 iunie 2011