

CZU 633.34:631.46:631.82

INFLUENȚA ÎNGRĂȘĂMINTELOR MINERALE ȘI A REGIMULUI HIDRIC ASUPRA ACTIVITĂȚII BIOLOGICE A SOLULUI RIZOSFERIC AL PLANTELOR DE SOIA

O. DARABAN, I. BÎZGAN, E. EMNOVA, S. TOMA

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al Academiei de Științe a Moldovei

Abstract. The aim of the current study was to assess the extent to which soil mineral fertilization, starter dose, influences the biological potential of soybean rhizosphere under suboptimal soil water content. The experiment was established with 4 replications, in plastic pots (5 kg of absolutely dry soil, carbonate chernozem). The main macro-elements $N_{50}P_{100}$ (mg/kg) were applied to the soil in the form of $Ca(NO_3)_2$ and P_2O_5 (KH_2PO_4). Two soil moisture regimes were examined: 70% and 35% of total soil water capacity. At the budding-flowering stage a reduced soil moisture during 17 days was maintained. Two soybean varieties were subjects for study: *Aura* (A) and *Clavera* (C), differing in the degree of drought tolerance ($C > A$). Control soil without plants was also considered. It was determined that soil biological activity depends on the nutritional and water conditions but not as pronouncedly as plant biomass does. The functional activity of the microbiota (BSR – basal soil respiration) recorded higher values at a lower water content. This could indicate that bacterial community expends additional energy to perform and maintain its vital processes. The biological potential of *Aura* variety rhizospheric soil was higher compared to the *Clavera* one and to the soil without plants.

Key words: *Glycine max*; Mineral fertilizers; Soil moisture; Rhizosphere soil; Soil respiration; Microbial biomass; Metabolic quotient; Hydrolysis

Rezumat: Scopul studiului a fost de a aprecia în ce măsură fertilizarea minerală a solului, în doză-starter, influențează potențialul biologic al rizosferei plantelor de soia în condiții hidrice suboptimale. Experimentul s-a montat în patru repetiții, în vase de plastic (5kg sol absolut uscat, cernoziom carbonatic). Principalele macroelemente $N_{50}P_{100}$ (mg/kg) au fost aplicate în sol sub formă de $Ca(NO_3)_2$ și P_2O_5 (KH_2PO_4), fiind examinate 2 regimuri de umiditate (70% și 35% din capacitatea totală pentru apă a solului). În etapa de butonizare – înflorire, timp de 17 zile, a fost menținută umiditatea redusă a solului. Obiectul cercetărilor l-au constituit 2 soiuri de soia: *Aura* (A) și *Clavera* (C), ce se deosebesc după gradul de toleranță față de secetă ($C > A$). De asemenea, a fost analizată și varianta – sol fără plante. S-a stabilit că activitatea biologică a solului depinde de condițiile nutritive și hidrice, dar nu într-atât de pronunțat ca biomasa plantelor. Activitatea funcțională a microbiotei (RBS – respirația de bază a solului) a prezentat valori mai mari la un conținut mai mic de apă din sol. Acest fapt ar putea indica asupra unor cheltuieli energetice suplimentare suportate de comunitatea bacteriană pentru realizarea și menținerea proceselor vitale. Potențialul biologic determinat în solul rizosferic al soiului *Aura* a avut un nivel mai înalt comparativ cu cel al soiului *Clavera* și solul fără plante.

Cuvinte cheie: *Glycine max*; Îngrășămintele minerale; Umiditatea solului; Sol rizosferic; Respirația solului; Biomasa microbiană; Coeficient metabolic; Hidroliză

INTRODUCERE

Conform cercetărilor realizate, toate soiurile de soia cultivate pe teritoriul Republicii Moldova sunt vulnerabile la secetă (Vozian, V. et. al. 2010). Asigurarea plantelor de cultură cu o nutriție optimă contribuie la realizarea potențialului de producție și de adaptare a acestora la condițiile ambientale limitative (Toma, S., Roșca, A. 1999; Rotaru, V., Gojinețchi, O., Toma, S. 2010).

S-a stabilit că proprietățile fizice, chimice și biologice specifice ale solului, deopotrivă cu fluxul de substraturi organice ce provin de la rădăcini, pot influența semnificativ activitatea și structura comunității bacteriene din rizosferă (Brimecombe, M. et al. 2001). Biomasa microbiană, ca o fracție vie și activă a materiei organice a solului, joacă un rol important în dezvoltarea și funcționarea ecosistemului edafic (Emnova, E. 2001, 2012). Aportul microorganismelor în asigurarea fertilității solului constă în deținerea controlului asupra proceselor biochimice cheie ce se desfășoară în sol (Emnova, E., Toma, S. 2010).

Scopul cercetărilor inițiate a fost de a stabili în ce măsură fertilizarea minerală a solului în doză-starter influențează potențialul biologic al solului rizosferic al diferitor soiuri de soia, în condiții hidrice suboptimale.

MATERIAL ȘI METODĂ

Experiența a fost montată în complexul de vegetație al Institutului de Genetică și Fiziologie a Plantelor al AȘM, în anul 2011, în vase de plastic a câte 5 kg de sol absolut uscat, în patru repetiții. Solul utilizat a fost cernoziom carbonatic. Principalele macroelemente $N_{50}P_{100}$ (mg/kg sol) au fost aplicate în sol sub formă de $Ca(NO_3)_2$ și KH_2PO_4 . În varianta cu sol nefertilizat conținutul elementelor nutritive era unul deficitar. Au fost examinate două regimuri de umiditate a solului: optimal (70% CTAs – capacitatea totală pentru apă a solului) și redus (35% CTAs). Conform schemei experienței umiditatea redusă a solului a fost menținută timp de 17 zile în etapa de butonizare – înflorire a plantelor. Au fost folosite 2 soiuri de soia: *Aura* (A) și *Clavera* (C), care se deosebesc prin gradul de toleranță față de secetă (C>A) (Celac, V., Budac, A. 2010). De asemenea, a fost analizată și varianta de sol fără plante. Înainte de semănat semințele au fost prelucrate cu bacterii N-fixatoare *Rhizobium japonicum* 646 (Emnova, E. et al. 2012).

Carbonul biomasei microbiene (C_{mic}) a fost estimat conform metodei elaborate de către S.A. Blagodatskiy ș.a. (1987), respirația de bază a solului (RBS) – după metoda modificată de către O. Dilly, P. Nannipieri (2001). Capacitatea de hidroliză a diacetatului de fluoresceină (H-FDA) s-a determinat prin metoda lui J. Schnurer și T. Rosswall (1982) descrisă de către K. Alef și P. Nannipieri (1995). Coeficientul metabolic (qCO_2) sau cantitatea de $C-CO_2$ produsă per unitate de carbon al biomasei microbiene într-o unitate de timp a fost calculat ca un raport $C-CO_2 : C_{mic}$ și se exprimă în $mg C-CO_2 g^{-1} C_{mic} oră^{-1}$ (Wardle, D., Ghani, A. 1995; Emnova, E. 2012). Carbonul organic total (C_{org}) a fost estimat conform metodei lui Tiurin (Arinușkina, E.V. 1980). Coeficientul microbial reprezintă raportul $C_{mic} : C_{org}$ și este exprimat în % din C organic total (Anderson, T.-H. 2003). La prelucrarea rezultatelor a fost utilizat programul aplicativ de calcul Microsoft Excel.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Carbonul biomasei microbiene (C_{mic}). Condițiile deficitare de umiditate a solului au afectat autentic ($p < 0,001$) dezvoltarea microbială din solul rizosferic (Tabelul 1). Carbonul biomasei microbiene din solul fertilizat, la 35% CTAs a fost mai redusă decât la umiditatea optimă, cu 5,1% pentru soiul *Aura*, cu 6,9% – pentru soiul *Clavera* și cu 5,2% pentru solul fără plante. În solul cu conținut redus de elemente nutritive și în care a lipsit efectul de rizosferă, carbonul biomasei microbiene a prezentat o stabilitate și nu s-a modificat semnificativ în funcție de seceta de scurtă durată. Administrarea de $N_{50}P_{100}$ a contribuit la creșterea biomasei microbiene atât în solul rizosferic, cât și în cel fără plante. În rizosfera soiului *Aura* au fost stabilite valori ale carbonului biomasei microbiene mai înalte decât la soiul *Clavera*. În general, acumularea biomasei microbiene a depins de prezența plantelor de soia. Astfel, în solul în care au fost crescute plantele s-a observat o tendință de majorare a biomasei microbiene comparativ cu solul fără plante. Acest fapt se poate datora anume efectului de rizosferă exercitat asupra microbiotei edafice.

Tabelul 1. *Influența nutriției minerale și a regimului hidric asupra activității biologice a solului rizosferic și a biomasei plantelor de soia*

Varianta	Regimul nutritiv	Regimul de umiditate, % CTAs	C_{mic}	RBS ¹	RBS ²	H-FDA	Masa verde, g per plantă
			Valorea medie ± DS				
Sol fără plante (martor)	$N_{50}P_{100}$	70	323 ± 10	7,8 ± 1,3	0,42 ± 0,02	21,2 ± 2,1	
		35	307 ± 7 ***	6,2 ± 1,6*	0,59 ± 0,03***	19,3 ± 0,5 *	
	Deficit de NP	70	295 ± 20	9,3 ± 1,2	0,51 ± 0,06	16,9 ± 1,0	
		35	291 ± 15	9,1 ± 1,5	0,39 ± 0,03***	17,2 ± 1,3	
Soiul <i>Aura</i>	$N_{50}P_{100}$	70	345 ± 11	10,0 ± 0,8	0,39 ± 0,02	22,6 ± 1,9	14,1 ± 2,5
		35	327 ± 9 ***	12,4 ± 0,9***	0,44 ± 0,04**	21,7 ± 1,2	8,9 ± 3,5 ***
	Deficit de NP	70	326 ± 4	10,6 ± 1,8	0,39 ± 0,04	20,7 ± 0,7	7,9 ± 2,0
		35	315 ± 3 ***	9,4 ± 0,8	0,37 ± 0,03	18,8 ± 0,5***	5,7 ± 1,8 **
Soiul <i>Clavera</i>	$N_{50}P_{100}$	70	331 ± 8	9,5 ± 1,4	0,36 ± 0,04	20,8 ± 2,4	13,5 ± 2,8
		35	308 ± 11 ***	10,0 ± 3,1	0,48 ± 0,03***	19,3 ± 0,9	7,8 ± 1,5 ***
	Deficit de NP	70	317 ± 4	8,8 ± 1,1	0,37 ± 0,03	19,9 ± 0,6	7,0 ± 1,9
		35	294 ± 8 ***	8,9 ± 1,5	0,37 ± 0,03	16,3 ± 2,7 **	5,6 ± 1,1 *

Notă. C_{mic} – carbonul biomasei microbiene, $\mu g C / 1 g$ s.a.u.; RBS – respirația de bază a solului, $\mu g C-CO_2 / 1 g$ s.a.u./zi, indicele 1 – incubare timp de 14 zile; 2 – incubare timp de 107 zile; H-FDA – capacitatea de hidroliză a diacetatului de fluoresceină, μg fluoresceină / $1 g$ s.a.u./1 oră; s.a.u. – sol absolut uscat; DS – devierea standard (abaterea medie pătratică); *Aprecierea veridicității diferenței parametrilor – 70% CTAs versus 35% CTAs, *($p < 0,05$); **($p < 0,01$); ***($p < 0,001$)

Respirația de bază a solului (RBS). Condițiile hidrice au influențat semnificativ asupra respirației de bază a solului, indicând un nivel mai înalt ($p < 0,001$), de 24,2% la 35% CTAs în rizosfera plantelor soiului *Aura*, varianta $N_{50}P_{100}$, comparativ cu regimul optim de umiditate de 70% CTAs (Tabelul 1). În varianta martor, solul fără plante, fertilizat, intensitatea de eliminare a CO_2 s-a micșorat semnificativ ($p < 0,05$) la umiditatea solului de 35% CTAs, acest indice fiind cu 20,4% mai mic față de regimul optim de umiditate (70% CTAs). Aplicarea îngrășămintelor în solul cultivat cu soiul *Aura*, la regimul de umiditate redusă (35% CTAs), de asemenea, a condus la intensificarea procesului de respirație față de solul nefertilizat. Însă, în solul fertilizat fără plante cantitatea de CO_2 eliminat a scăzut semnificativ în comparație cu deficitul de NP înregistrat atât la umiditatea optimală a solului, cât și la cea redusă. În rizosfera plantelor *Aura*, cu deficit de elemente nutritive, la umiditate optimală, intensitatea de eliminare a CO_2 a fost mai înaltă cu 17,5% față de cea a plantelor soiului *Clavera*.

Analiza repetată a acestor probe de sol, incubate timp de 3 luni, a evidențiat cele mai înalte valori ale respirației de bază a solului în varianta $N_{50}P_{100}$ fără plante, cu condițiile hidrice de 35% CTAs. În varianta cu deficit de N și P, cantitatea de CO_2 eliminat a fost considerabil mai joasă la 70% CTAs față de 35% CTAs. Fertilizarea a majorat semnificativ procesul de respirație de bază a solului, doar la 35% CTAs. În varianta fertilizată, fără plante la regimul de umiditate 70% CTAs eliminarea CO_2 a scăzut simțitor, cu 17,3% față de solul nefertilizat. Analiza datelor nu a evidențiat diferențe semnificative între soiul plantelor cultivate de soia, indiferent de regimul hidric și nutritiv. Rezultatele obținute au arătat că intensitatea de respirație a înregistrat valori mai înalte la 35% CTAs. Acest fapt ar putea indica asupra unor cheltuieli energetice suplimentare suportate de comunitatea bacteriană pentru realizarea și menținerea proceselor vitale.

Hidroliza diacetatului de fluoresceină (H-FDA). Deficitul de umiditate, instaurat în faza activă de dezvoltare a plantelor, a cauzat reducerea activității hidrolitice generale a solului (Tabelul 1). În solul rizosferic cu adaos de fertilizanți parametrul H-FDA a scăzut cu 4,0% și 7,1%, pentru soiul *Aura* și *Clavera*, respectiv. În solul nefertilizat, consecințele insuficienței hidrice au fost mai drastice și cu un grad mai înalt de semnificație ($p > 0,001$). Așadar, diminuarea valorilor H-FDA a constituit 8,8% și 17,9%, corespunzător. În varianta martor, sol fără plante, H-FDA a fost afectată doar în solul suplinit cu $N_{50}P_{100}$. Fertilizarea solului a favorizat acumularea unui *pool* mai mare de enzime hidrolitice contribuind la înregistrarea unei rate mai înalte a hidrolizei FDA. Efectul stabilit a fost mai pronunțat la regimul suboptimal de umiditate, 35% CTAs (cu excepție a solului fără plante). În solul rizosferic al soiului *Aura*, activitatea examinată a fost considerabil ($p < 0,05$) mai înaltă, atât în condiții optimale de umiditate, cât și în cele de 35% CTAs. Activitatea de hidroliză a diacetatului de fluoresceină din solul fără plante în comparație cu cea din solul rizosferic nu a prezentat o legitate clară.

Coeficientul microbial ($C_{mic} : C_{org}$) determină cantitatea de carbon accesibil pentru întreținerea creșterii microbiene și se consideră că în solurile de o calitate mai bună, acest coeficient este mai înalt (Emnova, E. 2012). Rezultatele experiențelor denotă o influență mai pronunțată a fertilizării solului decât a regimului hidric asupra resurselor de C accesibil pentru creșterea microbială (Figura 1). Astfel, putem afirma că regimul nutritiv aplicat a favorizat dezvoltarea microbiotei la ambele plafoane de umiditate, atât în solul rizosferic, cât și în cel fără plante. Coeficienții microbieni pentru solul carbonatic în rizosfera a două soiuri de soia au avut valori mai mari de 2% (Emnova, E. 2012), inclusiv și la insuficiența de scurtă durată a umidității în sol (17 zile de stres hidric, 35% CTAs), fapt ce ar însemna că aceste condiții modelate în experiment nu provoacă schimbări bruște în biomasa microbială.

Coeficientul metabolic (qCO_2) indică eficacitatea cu care microbiota edafică utilizează resursele accesibile de carbon din sol. Se consideră că solurile afectate de diverse stresuri vor înregistra qCO_2 cu valori mai înalte. De asemenea, acest parametru reflectă necesitățile microbiene în menținerea energiei (Emnova, E. 2012). ~~În studiul defa~~ **studiu** defa **valorile** qCO_2 se situează în diapazonul 1,00-1,36 mg C- CO_2 g⁻¹ C_{mic} oră⁻¹ la regimul hidric optimal și 0,84-1,58 mg C- CO_2 g⁻¹ C_{mic} oră⁻¹ la 35% CTAs (Figura 1). În ambele cazuri valorile sunt mai mici decât 2,0 mg C- CO_2 g⁻¹ C_{mic} oră⁻¹ (Emnova, E. 2012), fapt ce indică despre prezența resurselor suficiente de carbon ușor accesibil pentru microorganismele din rizosfera soiei, chiar și la menținerea temporară a unui nivel suboptimal de umiditate a solului.

Masa verde a plantelor. Fertilizarea minerală, în doze recomandate, a contribuit la o majorare semnificativă ($p > 0,001$) a masei verzi a ambelor soiuri (Tabelul 1). Masa verde a plantelor soiului *Aura* a fost mai mare decât a celor din soiul *Clavera*, cu 2,3%-13,1%, decalajul atestat, însă, nu a fost susținut statistic ($p > 0,05$). La stabilirea temporară a condițiilor de umiditate scăzută a avut loc o diminuare

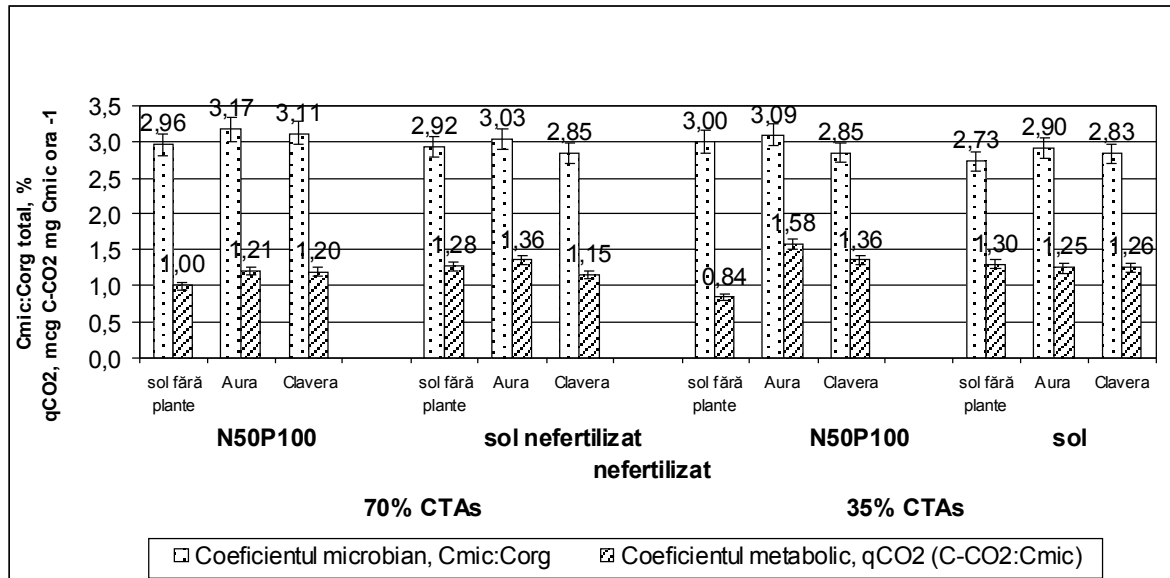


Figura 1. Influența regimului trofic și hidric asupra coeficientului microbial și a coeficientului metabolic (qCO_2) din solul rizosferic al plantelor de soia

considerabilă ($pd \leq 0,001$) a biomasei plantelor de soia. Însă, chiar dacă pierderile au fost mai pronunțate pentru plantele din varianta cu $N_{50}P_{100}$, masa lor a fost mai mare decât a celor din varianta 70% CTAs, sol nefertilizat. La instaurarea umidității suboptimale a solului, plantele reacționează mult mai prompt și mai drastic decât microbiota edafică. Condițiile ambientale nefaste afectează microorganismele din sol prin reducerea numărului și activității lor, însă, dacă pentru plante seceta de scurtă durată are un impact uneori chiar catastrofal, atunci, pentru microorganismele, nu prea. A. Smolander et al. (2005) au stabilit că condițiile de secetă, ce durează mai puțin de 2 luni, provoacă reducerea activității biologice, însă nu sunt suficiente pentru a distruge biomasa microbială și la reumezirea solului aceasta se restabilește în totalitate.

CONCLUZII

Regimul trofic aplicat în experiență a influențat pozitiv activitatea biologică a solului rizosferic al plantelor de soia, contribuind la majorarea acesteia. Condițiile deficitare de umiditate a solului au afectat statistic veridic, atât carbonul biomasei microbiene, cât și activitatea hidrolitică generală (H-FDA) din rizosfera soiei, deși valoric nu atât de pronunțat. Activitatea funcțională a microbiotei, estimată prin respirația de bază a solului, din contra, a înregistrat un nivel mai înalt la regimul suboptimal de umiditate, dar fără a fi stabilite pierderi esențiale ale carbonului organic din solul rizosferic. Fertilizarea adecvată a solului contribuie la sporirea toleranței microbiotei din solul rizosferic al soiei în condiții de deficit hidric. Parametrii examinați au avut un nivel mai mare în rizosfera plantelor soiului *Aura* în comparație cu *Clavera* și în solul fără plante.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ALEF, K., NANPIERI, P., 1995. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. London: Academic Press, 581 p. ISBN 978-0-12-513840-6.
2. ANDERSON, T.H., 2003. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. In: Agriculture, Ecosystems and Environment, vol. 98, pp. 285-293.
3. ARINUȘKINA, E.V., 1970. Rukovodstvo po himičeskomu analizu počv. Moskva: Izd. MGU. 230 s.
4. BLAGODATSKIJ, S.A. i dr., 1987. Regidratacionnyj metod opredeleniâ mikrobnjoj biomassy v počve. V: Počvovedenie, nr. 4, s. 64-71.
5. BRIMECOMBE, M. et al., 2001. The effect of root exudates on rhizosphere microbial populations. In: PINTON, R. et al. eds. The Rhizosphere. NY: Marcel Dekker, pp. 95-140.
6. CELAC, V., BUDAC, A., 2010. Importanța economică, ecologică și socială a culturilor leguminoase în aspectul elaborărilor. In: Rolul culturilor leguminoase și furajere în agricultura Republicii Moldova: materialele conf. intern., Bălți, 17-18 iun., pp. 72-78.
7. DILLY, O., NANPIERI, P., 2001. Response of ATP content, respiration rate and enzyme activities in an arable and a forest soil to nutrient additions. In: Biol. Fertil. Soils, no. 34, pp. 64-72.

8. EMNOVA, E., 2012. Biochemical processes in chernozem soil under different fertilization systems. In: Chemistry Journal of Moldova, vol. 7(1), pp. 110-114.
9. EMNOVA, E., et al., 2012. Enzyme activity in soybean root-adhering soil in dependence on nutrition and water content condition. In: Lucrări științifice, USAMV Iași, vol. 55(2): Agronomie, pp. 51-54.
10. EMNOVA, E., 2001. Principiile de control microbiologic al solului: inform. de sinteză. Chișinău. 39 p.
11. EMNOVA, E., TOMA, S., 2010. Biologičeskaâ mineralizaciâ organičeskogo azota i ego biodostupnost' kak koncepcia počvennogo plodorodiâ. In: Buletinul AȘM. Științele vieții, nr. 1, pp. 31-39.
12. ROTARU, V., GOJINEȚCHI, O., TOMA, S., 2010. Reacția creșterii sistemului radicular la fertilizarea plantelor de soia cu fosfor în condiții suboptimale de umiditate. In: Rolul culturilor leguminoase și furajere în agricultura Republicii Moldova: materialele conf. intern., Bălți, 17-18 iun., pp. 342-346. ISBN 978-9975-78-883-0.
13. SMOLANDER, A. et al., 2005. N and C transformations in long-term N-fertilized forest soils in response to seasonal drought. In: Applied Soil Ecology, no. 29(3), pp. 225-235.
14. TOMA, S., ROȘCA, A., 1999. Aspecte fiziologo-biochimice privind formarea rezistenței plantelor la secetă și diminuarea consecințelor ei prin utilizarea factorilor exogeni. In: Seceta și căile fiziologo-biochimice de atenuare a consecințelor ei asupra plantelor de cultură: materialele simpoz. al II-lea, Chișinău, 23 iun., pp. 21-28.
15. VOZIAN, V. et al., 2010. Studiul influenței secetei asupra productivității soiei în 2000-2009. In: Rolul culturilor leguminoase și furajere în agricultura Republicii Moldova: materialele conf. intern., Bălți, 17-18 iun., pp. 362-365. ISBN 978-9975-78-883-0.
16. WARDLE, D., GHANI, A., 1995. A critique of the microbial metabolic quotient (qCO_2) as a bioindicator of disturbance and ecosystem development. In: Soil Biology and Biochemistry, vol. 27, pp. 1601-1610.

Data prezentării articolului: **12.08.2013**

Data acceptării articolului: **20.10.2013**