

## EFACTUL TRATĂRII SEMINTELOR DE SOIA CU SUBSTANȚE DE NATURĂ HUMICĂ ȘI FENOLICĂ ASUPRA CREȘTERII ȘI DEZVOLTĂRII SISTEMULUI RADICULAR

Ana BÎRSAN, Vladimir ROTARU\*, Iurii SCUTARU\*\*, Ana CUCER, Dăgălina BÎRSAN\*\*\*\*

Catedra Biologie Vegetală

\*Institutul de Genetică și Fiziologie a Plantelor al AȘM

\*\*Universitatea Tehnică de Stat a Moldovei

\*\*\*Liceul Teoretic „Spiru Haret”

The radicular system has the ability to react to unfavorable environmental changes via morphological, structural and physiological modifications, feature defined as root plasticity. Changes in root plasticity, in response to environmental conditions were demonstrated in various agricultural crops. In order to highlight the effect of the humic and phenolic compounds on plants the reaction of different soybean genotypes has been studied. The radicular system parameters: the length of main root, the root volume, the root biomass, the number and biomass of the nodules formed by nitric fixing bacteria have been investigated. The analyses have been done at the stage of soybean blossoming. The plans have been grown in optimal condition of cultivation.

The chemical seed treatment has caused the reduction of fresh roots biomass of genotypes sensitive to drought (Licurici and Horboveanca), favouring the accumulation of biomass of bacterial nodules in the Licurici genotype and raising the number of nitric fixing formations in the Horboveanca genotype. Small concentrations of substances have increased the volume of radicular system and the root biomass, while higher concentrations did not affect the radicular system development in drought tolerant genotypes (Zodiac and S4-04). Administrating a combination of LG 1.0% and 0.05%OC substances favored the development of the soybean symbiotic system.

Sistemul radicular are capacitatea de a reacționa prin răspunsuri morfologice, structurale și fiziologice la schimbările nefavorabile de mediu, particularitate definită *plasticitate radiculară* [1,7]. Răspunsurile specifice de plasticitate ale sistemului radicular includ modificări de alungire și distribuție a rădăcinii principale, a rădăcinilor laterale, a perișorilor absorbantți, precum și în capacitatea de absorbție a apei și nutrienților [16]. Modificarea plasticității radiculare, ca răspuns la un anumit mediu, a fost demonstrată la diverse culturi agricole [1,9]. La soia, studii asupra plasticității morfologice radiculare sub influența deficitului de apă s-au realizat în condiții de câmp [1,12,16]. S-a demonstrat că, în timp ce potențialul apei din sol descrește, numărul de rădăcini laterale per unitate din lungimea rădăcinii este semnificativ crescut. În condiții de umiditate suficientă, rădăcinile laterale la soia sunt distribuite, în general, la suprafața solului. Însă, sub influența deficitului de apă multe rădăcini laterale proliferază la adâncimi mai mari.

Numeroase surse bibliografice atestă rolul decisiv al influenței unor substanțe bioreglatoare asupra proceselor de dezvoltare a rădăcinii plantelor, argumentând că o mai bună și mai rapidă creștere a sistemului radicular contribuie la o mai bună adaptare la condițiile nefavorabile de mediu [8,10,13,17,18]. Datele din literatura de specialitate relatează despre posibilitatea utilizării compușilor de natură humică și fenolică în procesul de creștere a plantelor [8]. Sunt binecunoscute proprietățile antioxidante, antivirale, antibacteriene, antifungice, alelochimice ale compușilor fenolici, ceea ce sugerează oportunitatea explorării acestora în sectorul agricol în calitate de biopesticide și reglatori de creștere a plantelor [8,11], mecanismul de acțiune și rolul acestor compuși în plante fiind divers și incomplet elucidat.

Reieșind din cele menționate, în scopul evidențierii efectului compușilor de natură humică și fenolică asupra plantelor, am studiat reacția de răspuns a diferitelor genotipuri de soia în cazul tratării semințelor cu diverse concentrații ale acestor substanțe. S-a analizat influența compușilor sus-numiți asupra parametrilor sistemului radicular: lungimea rădăcinii principale, volumul rădăcinii, biomasa rădăcinii, numărul de nodozități formate de bacteriile azotfixatoare și biomasa acestora, la etapa de butonizare a plantelor crescute în condiții de câmp. În studiu au fost utilizate șase genotipuri de soia: Licurici, Horboveanca, Zodiac, S4-04, Enigma și Colina. Semințele de soia au fost tratate cu substanța de natură humică (LG) în concentrații de 0,5 și 1,0%; de natură fenolică (OC) în concentrație de 0,0125 și 0,05%, precum și cu combinațiile acestor compuși: LG 0,5% + OC 0,0125% și LG 1,0% + OC 0,05%.

Genotipurile studiate au reacționat diferit la tratarea exogenă cu compuși de natură humică și fenolică. Dintre parametrii analizați, lungimea rădăcinii a fost afectată negativ de tratamentul chimic la majoritatea genotipurilor, în special la tratarea cu combinația de LG+OC, cu excepția genotipului Horboveanca. La el s-au

atestat valori majorate comparativ cu martorul a lungimii și volumului rădăcinii la tratarea singulară cu LG și OC, lungimea rădăcinii nefiind afectată de combinația LG+OC. Totodată, biomasa rădăcinilor genotipului Horboveanca s-a redus considerabil (cu 15-18%) în variantele în care semințele au fost supuse tratării exogene cu LG și cu circa 30% în variantele tratate cu combinația dintre substanțe, în timp ce compusul de natură fenolică OC nu a influențat acest parametru la genotipul menționat. Administrarea singulară a compusului LG (0,5%) a favorizat dezvoltarea sistemului radicular la genotipurile rezistente la secetă, majorând volumul sistemului radicular cu 56% la soiul Zodiac și cu 12% – la S4-04. De asemenea, valorile parametrului cercetat au crescut cu circa 20% la ambele genotipuri rezistente (Zodiac și S4-04) în cazul tratării semințelor cu OC (0,0125%). Totuși, cele mai pronunțate majorări au fost atestate la soiul Colina – cu aproximativ 46% mai mult comparativ cu martorul. Combinația dintre substanțe a sporit cu circa 60% volumul rădăcinii doar la genotipul Colina. Aceeași legitate s-a observat și referitor la acumularea de biomasă a rădăcinilor. Substanțele studiate au majorat cu circa 10-40% biomasa proaspătă la genotipul Colina, cu 5-25% la genotipul Zodiac și cu 17-32% la genotipul S4-04. Concentrațiile mari de substanțe administrate, de regulă, au menținut parametrii studiați la nivelul martorilor. De menționat că în majoritatea cazurilor tratarea cu substanța de natură fenolică (OC) a majorat semnificativ volumul sistemului radicular: cu 6% (Zodiac), cu 32% (Colina), cu 70% (S4-04), menținând la nivelul martorului biomasa sistemului radicular al acestor genotipuri. Genotipul Licurici a manifestat o reacție negativă clară la tratarea semințelor cu compuși de natură humică, fenolică, precum și la tratarea lor cu combinația dintre aceste substanțe. Astfel, substanțele utilizate au redus considerabil lungimea și volumul rădăcinii (cu  $\approx 10-54\%$ ), precum și biomasa proaspătă (cu  $\approx 30-57\%$ ) a rădăcinii plantelor genotipului Licurici, sensibil la secetă. O reacție opusă genotipului Licurici a avut genotipul Enigma, la care tratamentul cu substanțele sus-numite a favorizat acumularea de biomasă proaspătă în toate cazurile analizate.

Astfel, în condiții optime de cultivare, tratarea cu substanțe chimice de natură humică și fenolică a condiționat reducerea biomasei proaspete a rădăcinilor de soia la genotipurile sensibile la secetă (Licurici și Horboveanca). Administrarea compușilor în concentrații mici duce la majorarea volumului și a biomasei rădăcinii, iar concentrațiile mari nu afectează dezvoltarea sistemului radicular, în cazul genotipurilor rezistente la secetă (Zodiac și S4-04).

Un alt parametru studiat a fost formarea de nodozități pe rădăcinile plantelor, dat fiind faptul că între rădăcinile leguminoaselor și bacteriile azotfixatoare (la soia, în special, cu *Bradyrhizobium japonicum*) se stabilește o relație de simbioză, cu rol semnificativ în fixarea azotului [15].

Numeroase studii au demonstrat că unele bacterii asociate suprafețelor radiculare pot stimula creșterea și dezvoltarea plantelor de soia, fiind numite din acest motiv „plant growth-promoting rhizobacteria” [2,6,18,21]. Mecanismele prin care rizobacteriile pot stimula creșterea și dezvoltarea plantelor nu sunt încă pe deplin elucidate, cunoscându-se însă faptul că ele implică: fixarea azotului atmosferic [5,15]; solubilizarea fosforului anorganic și a altor nutrienți [3]; sinteza unor fitohormoni (acid indolilacetic, acid giberelic, citokinine) [19]; sinteza unor enzime ( $\beta$ -1,3-glucozază, chitinază) implicate în reacția defensivă împotriva fitopatogenilor [4,8,14]. În același timp, unele date experimentale denotă că compușii humici și fenolici joacă un rol important în interacțiunile dintre plante și mediul înconjurător [13,20].

Studiul comparativ asupra numărului de nodozități la plantele martor ale celor șase soiuri luate în cercetare a demonstrat prezența unui număr sporit de formațiuni la genotipurile S4-04 și Licurici (Fig.1). Numărul mai mare de formațiuni per plantă a corelat cu biomasa proaspătă mai mare a nodozităților la genotipul S4-04 (Fig.2). La genotipul Licurici, însă, biomasa proaspătă a nodulilor a fost redusă, fiind la nivelul biomasei nodozităților genotipurilor ce au format un număr mai mic de formațiuni (Fig.1 și 2).

Dimensiunile nodozităților au variat, de asemenea, în funcție de genotip (Foto 1), de concentrația și tipul substanței administrate, demonstrând astfel că genotipurile cercetate au reacționat diferit la tratamentul chimic. S-a observat că administrarea combinației de substanțe în concentrație mare (LG 1,0% + OC 0,05%) a majorat substanțial dimensiunile și biomasa nodozităților formate, comparativ cu martorul, la toate genotipurile de soia cercetate.



**Enigma**                      **Colina**                      **S4-04**

**Foto 1.** Variația dimensiunilor nodozităților la unele genotipuri de soia:

A - Martor; B - LG 1%+OC 0,05%.

**Influența substanțelor de natură humică și fenolică asupra parametrilor morfologici ai sistemului radicular la diverse genotipuri de soia**

Geno- tipul	Concentrația, %	Lungimea rădăcinii, cm	Volumul rădăcinii, ml	Biomasa rădăcinii, g
Licurici	Martor	22,0±1,27	5,6±0,33	6,73±0,42
	LG 0,5	19,1±1,30	3,3±0,33	3,7±0,57
	LG 1,0	14,3±1,06	2,6±0,33	2,9±0,72
Horboveanca	Martor	11,3±0,90	3,56±0,87	5,0±1,26
	LG 0,5	13,7±0,95	4,1±1,21	4,1±1,35
	LG 1,0	15,1±1,06	4,56±0,73	4,76±0,65
Colina	Martor	20,0±0,41	5,0±1,00	5,26±1,24
	LG 0,5	17,0±1,11	5,0±0,81	5,82±0,77
	LG 1,0	17,3±1,28	4,6±1,33	4,65±0,76
Zodiac	Martor	23,0±0,94	3,6±0,42	4,16±0,50
	LG 0,5	22,3±0,81	5,6±0,88	5,18±1,10
	LG 1,0	21,3±1,34	3,6±0,33	4,06±0,15
S-4-04	Martor	22,0±0,89	5,0±0,84	5,15±0,76
	LG 0,5	27,0±1,22	5,6±0,88	6,42±1,31
	LG 1,0	19,3±1,34	5,0±1,15	4,96±1,15
Enigma	Martor	14,3±1,40	5,0±0,57	3,8±0,97
	LG 0,5	20,0±1,33	4,6±0,67	4,61±1,03
	LG 1,0	19,1±1,26	6,6±1,20	6,84±1,08

Geno- tipul	Concentrația, %	Lungimea rădăcinii, cm	Volumul rădăcinii, ml	Biomasa rădăcinii, g
Licurici	Martor	22,0±1,27	5,6±1,36	6,73±0,42
	OC 0,0125	18,6±0,51	5,0±0,5	4,4±1,04
	OC 0,05	17,6±0,97	4,6±0,78	4,1±1,38
Horboveanca	Martor	11,3±0,90	3,56±0,8	5,0±1,38
	OC 0,0125	12,0±1,03	5,6±1,33	4,95±1,28
	OC 0,05	12,8±1,22	4,0±1,00	4,86±1,12
Colina	Martor	20,0±0,41	5,0±1,00	5,26±1,37
	OC 0,0125	24,6±1,03	7,3±0,33	6,2±0,08
	OC 0,05	20,3±0,98	6,6±0,88	5,7±1,00
Zodiac	Martor	23,0±0,94	3,6±0,42	4,16±0,51
	OC 0,0125	19,6±1,25	4,5±0,28	4,36±0,12
	OC 0,05	16,0±1,16	3,8±0,52	4,11±0,36
S-4-04	Martor	22,0±0,89	5,0±0,84	5,15±1,11
	OC 0,0125	19,31,23	6,0±0,57	6,82±1,00
	OC 0,05	23,0±1,23	8,5±0,40	8,38±0,22
Enigma	Martor	14,3±1,40	5,0±0,57	3,8±0,97
	OC 0,0125	7,3±1,39	4,3±0,76	4,38±0,79
	OC 0,05	14,3±1,37	6,6±1,16	6,43±1,25

Geno- tipul	Concen- trația %	Lungime a rădăcinii , cm	Volumul rădăcinii, ml	Biomasa rădăcinii, g
Licurici	Martor	22,0±1,27	5,6±0,33	6,73±0,42
	LG 0,5+OC 0,0125	18,3±1,13	3,6±0,33	4,1±0,70
	LG 1,0+OC 0,05	17,6±0,85	4,6±0,67	4,0±0,40
Horboveanca	Martor	11,3±0,90	3,56±0,87	5,0±1,26
	LG 0,5+OC 0,0125	16,8±1,02	2,6±0,62	3,24±0,48
	LG 1,0+OC 0,05	14,3±1,31	2,3±0,88	3,56±0,60
Colina	Martor	20,0±0,52	5,0±1,00	5,26±1,24
	LG 0,5+OC 0,0125	17,6±1,12	8,0±1,15	7,38±1,39
	LG 1,0+OC 0,05	19,0±1,38	4,6±0,74	4,5±0,65
Zodiac	Martor	23,0±0,94	3,6±0,42	4,16±0,51
	LG 0,5+OC 0,0125	18,3±0,88	3,6±0,50	4,6±0,63
	LG 1,0+OC 0,05	17,6±1,25	3,3±0,66	4,09±0,45
S-4-04	Martor	22,0±0,89	5,0±0,63	5,15±0,76
	LG 0,5+OC 0,0125	19,6±1,32	5,3±0,58	6,03±1,09
	LG 1,0+OC 0,05	20,3±1,06	5,3±0,33	5,03±0,51
Enigma	Martor	14,3±1,40	5,0±0,57	3,8±0,97
	LG 0,5+OC 0,0125	10,0±1,15	6,0±0,57	5,34±0,29
	LG 1,0+OC 0,05	14,6±1,13	3,0±0,57	4,64±0,82



După numărul de nodozități, răspuns pozitiv la tratamentul cu substanțe chimice, în majoritatea cazurilor, au manifestat genotipurile Horboveanca și Colina, răspuns negativ – Zodiac și Enigma, iar genotipurile Licurici și S4-04 au avut o reacție diferențiată. De menționat că nu în toate cazurile numărul mare de nodozități a corelat cu biomasa acumulată mai mare. Numărul majorat de nodozități a corespuns cu acumularea sporită de biomasă a acestora la administrarea combinației de substanțe în concentrație mare (LG 1,0% + OC 0,05%), ceea ce indică asupra efectului sinergetic al substanțelor cercetate și, propabil, asupra efectului alelopativ al substanțelor studiate.

În același timp, doar în cazul genotipului Zodiac numărul mai mic de nodozități a corelat cu biomasa mai mică a nodozităților, în timp ce în alte cazuri un număr mai mare de nodozități formate au avut o masă mică, și invers: un număr mai mic de nodozități au acumulat o biomasă mai mare, nodozitățile fiind de dimensiuni mai mari. Cele mai mari valori ale biomasei acumulate a nodozităților s-au atestat la genotipurile S4-04 și Colina. La acesta din urmă, majorarea numărului de nodozități în variantele tratate a corespuns cu biomasa sporită a nodozităților.

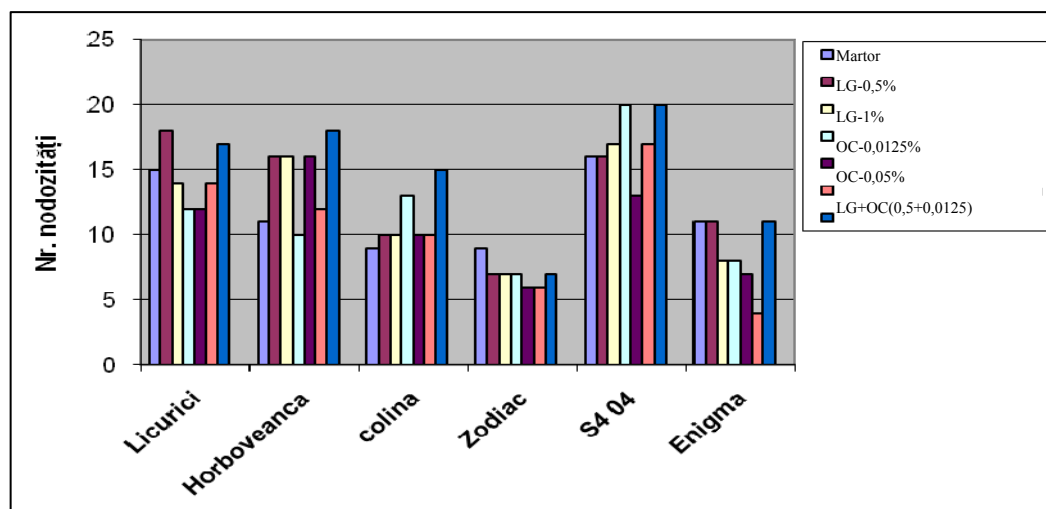


Fig.1. Influența substanțelor de natură humică și fenolică asupra numărului de nodozități per plantă la diverse genotipuri de soia.

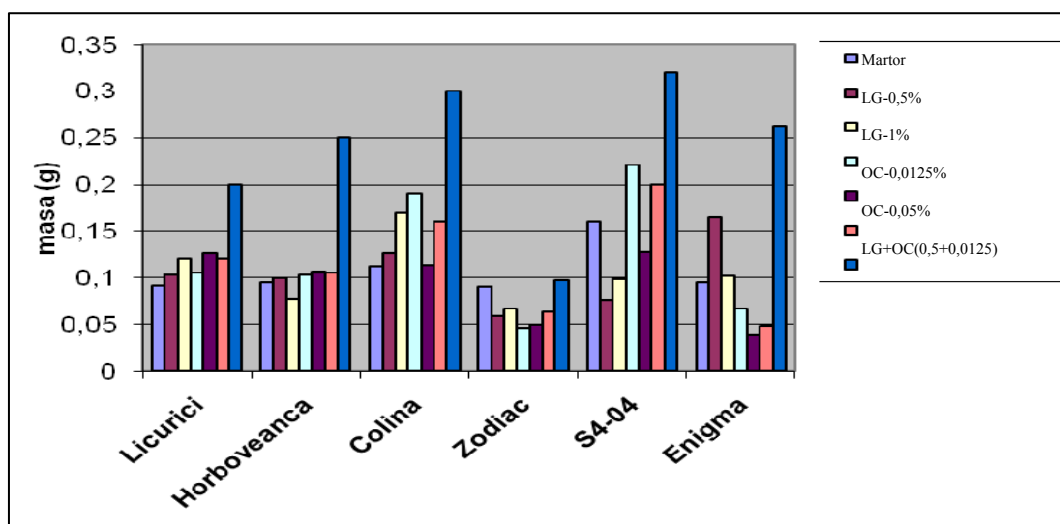


Fig.2. Influența substanțelor de natură humică și fenolică asupra biomasei nodozităților per plantă la diverse genotipuri de soia.

În ceea ce privește fenotipul boabelor și al nodozităților, s-a observat că culoarea boabelor neagră la genotipul S4-04 a corelat cu culoarea mai întunecată a nodozităților, iar culoarea nodulilor deschisă la celelalte genotipuri a corespuns cu culoarea galben-deschis a boabelor.

**Concluzii**

Tratarea cu compuși chimici de natură humică și fenolică a condiționat reducerea biomasei proaspete a rădăcinilor genotipurilor sensibile la secetă (Licurici și Horboveanca) crescute în condiții optime de cultivare, favorizând acumularea de biomasă a nodozităților bacteriene la genotipul Licurici și majorarea numărului de formațiuni azotfixatoare la genotipul Horboveanca.

Concentrațiile mici de substanțe au determinat creșterea volumului și biomasei rădăcinii, în timp ce concentrațiile mari nu au afectat dezvoltarea sistemului radicular în cazul genotipurilor rezistente la secetă (Zodiac și S4-04).

Administrarea combinată a substanțelor LG 1,0% + OC 0,05% favorizează dezvoltarea aparatului simbiotic la soia.

În majoritatea cazurilor între parametrii morfologici ai sistemului radicular, concentrația substanței, numărul de nodozități și masa acestora nu au fost depistate dependențe stricte.

**Referințe:**

1. Allmars R.R., Nelson W.W., Voorkees W.B. Soybean and corn rooting in south western Minnesota In: Root distribution and related water inflow // Soil Sc. Soc. America proceedings, 1975, vol.39, p.771-779.
2. Dashti N., Zhang F., Hynes R., Smith D.L. Application of plant growth-promoting rhizobacteria to soybean (*Glycine max* [L] Merr) increases protein and dry matter yield under short-season condition // Plant and Soil, 1997, vol.188, p.33-41.
3. De Freitas J.R., Banerjee M.R., Germida J.J. Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.) // Biol. Fertil. Soils., 1997, vol.24, p.358-364.
4. Fridlender M., Inbar J., Chet I. Biological control of soilborne plant pathogens by a  $\beta$ -1,3-glucanase-producing *Pseudomonas cepacia* // Soil Biol. Biochem., 1993, vol.25, p.1211-1221.
5. Jacobson C.B., Pasternak J.J., Glick B.R. Partial purification and characterization of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase from the plant growth promoting rhizobacterium *Pseudomonas putida* GR 12-2 // Can. J. Microbiology, 1994, vol.40, p.1019-1025.
6. Khalid A., Arshad M., Zahir Z.A. Screening plant growth-promoting rhizobacteria for improving growth and yield of wheat // Appl. Microbiol., 2004, vol.96, p.473-480.
7. Lynch J.P., Ho M.D. Rhisoeconomics: carbon costs of phosphorus acquisition // Plant and Soil, 2005, vol.269, p.45-56.
8. Macias F.A. et al. Allelopathy: chemistry and mode of action of allelochemicals. - CRC Press. LLC, 2004.
9. Malamy J.E., Benfey Ph.N. Organization and cell differentiation in lateral roots of *Arabidopsis thaliana* // Development, 1997, vol.124, p.33-44.
10. Melenciuc M. Autoreglarea statusului hidric al plantelor isohidrice (*Zea mays* L.) și anisohidrice (*Sorghum bicolor* L. Moench) în condiții de insuficiență de umiditate // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții, 2009, nr.3, p.59-67.
11. Motaleb G., Nanachi P., Kua S.H., Fauziah O., Asmah R. Evaluation of phenolic content and total antioxidant activity in *Berberis vulgaris* fruit extract // J.Biol.Sci., 2005, vol.5, p.648-653.
12. Reicosky D.C., Deaton D.E. Soybean water extraction, leaf water potential, and Evapotranspiration during drought // Agronomy journal, 1979, vol.71, p.45-50.
13. Ren Sen Zeng, Azim U. Mallik, Shi Ming Luo. Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry. - Springer Science+Business Media, 2008.
14. Renwick A., Campbell R., Coe S. Assessment of in vivo screening systems for potential biocontrol agents of *Gaeumannomyces graminis* // Plant Pathol., 1991, vol.40, p.524-532.
15. Rotaru V., Bîrsan A., Tverdohle A., Taran M. Formarea aparatului simbiotic la genotipurile plantelor de soia în condiții stresogene de umiditate // Congresul IX Internațional al Geneticienilor și Amelioratorilor. - Chișinău, 2010, p.136.
16. Rotaru V., Bîrsan A., Tverdohle A. Variabilitatea morfologică a sistemului radicular la genotipurile de soia (*Glycine max*. L.) în condiții deficitare de fosfor // Conferința științifică „Genetica și Fiziologia Rezistenței Plantelor”. - Chișinău, 2011. p.50.
17. Ștefăruță A., Brânză L., Melenciuc M., Zubarev V., Bulhac I. Efectul unor galați și salicilați asupra relațiilor statusului apei plantelor de *Zea mays* L. // Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții, 2007, nr.1, p.46-53.
18. Zahir Z.A., Arshad M., Frankenberger W.T.J. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture // Advances in Agronomy, 2003, vol.81, p.97-168.
19. Wnag T.L. Wood E.A. Brewin N.J. Growth regulators. Rhizobium and nodulation in peas Indole 3-acetic acid from the culture medium of nodulating and non-nodulating strain of *R. leguminosarum* // Planta, 1982, vol.155, p.345-349.
20. Блажей А., Шутый Л. Фенольные соединения растительного происхождения. - Москва, 1977.

Prezentat la 07.03.2012