**EFECUTUL RHIZOBACTERIILOR BENEFICE ASUPRA
FORMĂRII SISTEMULUI SIMBIOTIC
GLYCINE MAX-BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM
ÎN FUNCȚIE DE FERTILIZARE ȘI NIVELUL DE UMIDITATE A SOLULUI**

Rotaru V.

*Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Chisinau, Republica Moldova,
e-mail: rotaruvlad@yahoo.com*

Abstract. A pot experiment under controlled soil moisture conditions was accomplished with the aim to assess the effect of rhizobacteria application *Bradyrhizobium japonicum* alone or in conjunction with *Pseudomonas putida* strain on symbiotic system development of soybean in relation to phosphorus and manure fertilization under temporary drought conditions. Mineral and organic fertilizers were applied during filling pots with soil. A half of plants were subjected to moderate drought for 12 days at flowering stage. The experimental results showed that number of nodules increased after rhizobacteria application under mineral as well as under organic fertilization irrespective of soil moisture levels. The highest effect of rhizobacteria was registered in plants under normal irrigation conditions. Experimental data find out that combined application of two rhizobacteria strains displayed synergic effect on nodules development. Thus, the results suggested that application of *B. japonicum* and *Pseudomonas putida* strains as biofertilizer contributed to enhance tolerance of soybean plants and promote nodules development under water limited conditions.

Key words: manure, nodules, phosphorus, rhizobacteria, soil moisture, soybean

Introducere

Disbalnasul nutritiv cu fosfor (Andrieș, 2011) și seceta sunt factorii abiotici ce condiționează pierderi considerabile ale productivității plantelor de cultură în Republica Moldova. În situații nefavorabile de mediu utilizarea microorganismelor rizosferice este una din strategiile de adaptare a plantelor agricole la factorii adverși de mediu (Niu et al., 2018; Ojuederie et al., 2019). Rizobacteriile benefice îndeplinesc un spectru larg de funcții biologice și au impact considerabil asupra productivității plantelor atât în condiții optime de umiditate cât și la secetă (Franzini et al., 2013; Zaidi et al., 2005). Însă mecanismele ce conferă toleranță mai bună a plantelor la factorii adverși la utilizarea rizobacteriilor au fost studiate, de regulă, la planta gazdă (Egamberdieva et al., 2009) și puțin s-a atras atenția dezvoltării aparatului simbiotic la aplicarea rizobacteriilor în condiții adverse de mediu. Conform unor cercetări, creșterea și dezvoltarea plantelor agricole, în mod special formarea nodozităților la leguminoase, este afectată considerabil atât de insuficiența de fosfor (Andries, 2011), cât și de insuficiența de umiditate din sol (Egamberdieva et al., 2017). Despre efectul sinergetic a unor specii de microorganisme asupra creșterii plantelor s-a raportat în literatura de specialitate (Hungria et al., 2015). De exemplu, co-inocularea la plantele de salata verde cu tulpina *Pseudomonas mendocina* Palleroni și ciupercile (*Glomus intraradices* ori *Glomus mosseae*) a majorat semnificativ creșterea rădăcinilor, a contribuit la acumularea prolinei, la majorarea activității nitratreductazei în frunze în condiții moderate și severe de secetă (Alguacil et al., 2009). Kunert K. și cercetătorii (2016) în baza investigațiilor au tras concluzia că formarea nodozităților la leguminoase este sever marcată de deficitul de umiditate din sol. Analiza literaturii de specialitate a scos în evidență faptul că efectul aplicării rizobacteriilor asupra formării sistemului simbiotic la leguminoase s-a examinat, de obicei, în condiții nefavorabile a unui singur factor abiotic (Hungria et al., 2015), însă sunt puține studii care au examinat influența utilizării integrale a microorganismelor la acțiunea combinată a doi sau mai mulți factori ecologici nefavorabili.

Scopul cercetărilor a constat în evaluarea efectului aplicării tulpinilor de rizobacterii *Bradyrhizobium japonicum* separat sau în combinație cu tulpina de rizobacterii *Pseudomonas putida* asupra formării nodozităților la plantele de soia în dependență de fertilizarea minerală sau organică în condiții limitate de umiditate.

Materiale și metode

Pentru realizarea sarcinii preconizate s-a montat o experiență în vase în complexul de vegetație al IGFPP. În experiențe s-a folosit solul cernoziom carbonatic cu conținut scăzut de fosfați mobili, care a fost amestecat cu nisip (3:1). Fosforul în doză de 100 mg/kg sol s-a administrat în sol înainte de umplerea vaselor cu sol conform schemei experimentale (Tabelul 1). Cantitatea de gunoi de grajd administrată în sol a constituit 200g/vas. Aplicarea microorganismelor rizosferice s-a efectuat prin tratarea semințelor de soia (soiul Horboveanca) cu suspensia bacteriilor *Bradyrhizobium japonicum* (BJ) înainte de semănat. Suspensia de rizobacterii *Pseudomonas putida* (PP) s-a administrat în sol până la semănat. Seceta temporară (35% CTA) a fost instalată în faza de înflorire a plantelor pe o perioadă de 12 zile. Toate variantele conform schemei experienței s-au montat în 8 repetări. Înainte de montarea experiențelor s-a determinat conținutul de fosfor și azot total, al fosfaților mobili în sol, capacitatea totală de reținere a apei în sol (CTA), pH solului, umiditatea solului. În faza coacerii boabelor de soia s-a evaluat efectul interacțiunii bacteriilor rizosferice asupra productivității de semințe a plantelor cultivate pe solul asigurat suboptimal cu fosfor în condiții de secetă moderată. Cantitatea de nodozități formate la plantele de soia s-a estimat la sfârșitul perioadei de secetă temporară.

Rezultate și discuții

Rizobacteriile manifestă potențial de a induce toleranța plantelor la factorii de stres abiotic. În prezent nu sunt elucidate definitiv modificările fiziologice și metabolice care determină rezistența sporită a plantelor agricole la utilizarea microorganismelor rizosferice (Egamberdieva et al., 2017). Actualmente se acordă o deosebită atenție promovării agriculturii ecologice atât pe scară internațională cât și națională. Agricultură ecologică prevede aplicarea biotehnologiilor care au menirea să stimuleze productivitatea plantelor pe de o parte, iar pe de alta – aceste tehnologii trebuie să aibă impact minim asupra mediului.

Tabelul 1. Influența rizobacteriilor asupra formării nodozităților la soia în funcție de fertilizarea minerală or organică în condiții de secetă temporară, buc/2 plante

Variante	Nodozități	±SE	Variante	Nodozități	±SE
P0+BJ,35%CTA	4,5	1,32	P100+BJ,35%CTA	29,7	2,96
P0+BJ+PP,35%CTA	8,3	0,25	P100+BJ+PP,35%CTA	38,0	1,73
P0+BJ,70%CTA	13,8	1,65	P100+BJ,70%CTA	50,0	4,36
P0+BJ+PP,70%CTA	23,3	3,86	P100+BJ+PP,70%CTA	71,0	14,57
Gunoi+BJ35% CTA	52,5	3,57	Gunoi+BJ,70%CTA	75,3	13,50
Gunoi+BJ+PP,35%CTA	50,0	1,87	Gunoi+BJ+PP,70%CTA	79,5	4,06

P0-sol nefertilizat, BJ-*Bradyrhizobium japonicum*, PP-*Pseudomonas putida*, P100- soil fertilizat cu 100mg P/kg sol.

Un rol important în promovarea agriculturii sustenabile îl are cultivarea plantelor leguminoase. Cultivarea soiilor are semnificație nu numai agronomică, economică, dar joacă rol

principal în asigurarea plantelor cu azot și contribuie la îmbunătățirea fertilității solului (Nehra and Choudhary, 2015). Ea are o capacitate deosebită de a asimila azotul din atmosfera pe cale biologică. Pentru formarea productivității de 3 tone de boabe soia consumă cca 300 kg de azot. Formarea sistemului simbiotic *Glycine max-Bradyrhizobium japonicum* este sub controlul factorilor abiotici, îndeosebi ea depinde de tipul de fertilizare și nivelul de umiditate din sol.

Rezultatele experimentale au demonstrat că formarea sistemului simbiotic la plantele de soia a fost afectat considerabil de tipul fertilizării și de regimul de umiditate din sol (Tabelul 1). E necesar de menționat că seceta a redus substanțial numărul nodozităților pe ambele fonduri de fertilizare. Experimental s-a stabilit că plantele au răspuns diferit la nivel de formare a nodozităților la aplicarea tulpinilor bacteriene, în funcție de umiditatea solului. Deficitul de umiditate a marcat esențial formarea nodozităților la plantele de soia, mai ales pe solul cu insuficiență de fosfor (variante P0 - fără fertilizare). Cele mai mici cantități de nodozități s-au depistat la plantele cultivate la insuficiența de fosfor combinat cu deficit de umiditate. Folosirea combinată a rizobacteriilor *B. japonicum* și *Pseudomonas putida* a condus la majorarea numărului de nodozități însă impactul pozitiv al biofertilizatorilor s-a evidențiat destul de pronunțat în condiții optime de umiditate a solului. Influențe pozitive a rizobacteriilor asupra nodozităților s-au stabilit și în alte studii la specia *cicer arietinum* L. (Messele et al., 2012). Utilizarea lor combinată pe solul cu administrarea îngrășămintelor minerale cu fosfor a manifestat efect sinergic asupra cantității de nodozități însă tulpinile bacteriene n-au marcat considerabil numărul de nodozități pe fondalul aplicării gunoierului de grajd comparativ cu aplicarea separată a bacteriilor *Bradyrhizobium japonicum*. De asemenea, Polonenko D.R. și colaboratorii (1987) au menționat faptul că co-inocularea soiului cu *Pseudomonas* sp. (*Pseudomonas fluorescens* și *Pseudomonas putida*) împreună cu bacteriile *B. japonicum* a sporit numărul de nodozități și greutatea plantelor de soia în condiții optime de umiditate. Dar trebuie de menționat faptul că acești cercetători n-au examinat influența acestor tulpini rizosferice la plantele crescute la secetă. Datele experimentale prezentului studiu au stabilit că utilizarea îngrășămintelor organice (gunoierul de grajd) a stimulat mai evident dezvoltarea sistemului simbiotic (față de fondul nefertilizat sau fertilizat mineral) și acest efect benefic s-a depistat și în condiții de secetă temporară.

Așadar, realizarea capacității mai bune de creștere și toleranță a plantelor de soia la factorii abiotici nefavorabili sub influența rizobacteriilor este determinată de îmbunătățirea condițiilor de formare a sistemului simbiotic.

Concluzii

1. Utilizarea microotgnizmelor benefice *Bradyrhizobium japonicum* și *Pseudomonas putida* este o strategie de îmbunătățire a condițiilor de formare și dezvoltare a sistemului simbiotic *Glycine max-Bradyrhizobium japonicum* la plantele de soia atât în condiții optime de umiditate a solului cât și în condiții de secetă de scurtă durată.
2. Aplicarea rizobacteriilor (*B. japonicum* și *P. putida*) ca secvență biotehnologică a îmbunătățit nutriția plantelor, a contribuit la formarea unui sistem radicular și simbiotic mai viguros asigurând o productivitate mai înaltă a plantelor atât în condiții optime de umiditate cât și în condiții de secetă temporară.
3. Efectele pozitive induse de microorganismele benefice au asigurat o mai bună toleranță a plantelor față de acțiunea secetei de scurtă durată și disbalans nutritiv cu fosfor, efectele benefice influențând asupra sporirii cantității de nodozități. Influența lor de inducere a creșterii și toleranței se manifestă mai evident la plantele de soia cu aplicarea rizobacteriilor pe fondalul fertilizării organice a plantelor, cultivate pe solul de cernoziom carbonatic.

Bibliografie

1. Andries S. Regimul fosforului în solurile Moldovei și eficacitatea îngrășămintelor cu fosfor. Materialele conferinței științifice internaționale “Creșterea impactului cercetării și dezvoltării capacității de inovare”. Conferința științifică cu participare internațională consacrată aniversării a 65 a USM. Chisinau USM, 21-22 septembrie 2011, 1:193-196.
2. Alguacil M.M., Kohler J., Caravaca F., Roldán A. Differential effects of *Pseudomonas mendocina* and *Glomus intraradices* on lettuce plants physiological response and aquaporin PIP2 gene expression under elevated atmospheric CO₂ and drought. *Microb Ecol.*, 2009, 58: 942–951.
3. Egamberdieva D, Kucharova Z. Selection for root colonizing bacteria stimulating wheat growth in saline soils. *Biol Fert Soils*. 2009, 45:563–571.
4. Egamberdieva D., Reckling M., Wirth S. Biochar-based *Bradyrhizobium* inoculum improves growth of lupin (*Lupinus angustifolius* L.) under drought stress. *European Journal of Soil Biology*, 2017, 78:38-42.
5. Franzini V.I., Rosario A., Fernanda L.M., Aroca R. Different interaction among *Glomus* and *Rhizobium* species on *Phaseolus vulgaris* and *Zea mays* plant growth, physiology and symbiotic development under moderate drought stress conditions. *Plant Growth Regul.*, 2013, 70:265–273.
6. Hungria M., Nogueira M.A., Araujo R. Soybean seed Coinoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. *Am. J. Plant Sci.*, 2015, 6:811-817.
7. Kunert K.J., Vorster B.J., Fenta B.A., Kibido T., Dionisio G., Foyer C.H. Drought Stress Responses in Soybean Roots and Nodules. *Front. Plant Sci.*, 2016, 7:1015. doi: 10.3389/fpls.2016.01015.
8. Messele B., Pant L.M. Effects of inoculation of *Sinorhizobium ciceri* and phosphate solubilizing bacteria on nodulation, yield and nitrogen and phosphorus uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Shoa Robit area. *J Biof. Biopest.*, 2012, 3:129-133. doi:10.4172/2155-6202.10000129.
9. Nehra V., Choudhary M. A review on plant growth promoting rhizobacteria acting as bioinoculants and their biological approach towards the production of sustainable agriculture. *Journal of Applied and Natural Science*, 2015, 7(1):540-556.
10. Niu X., Song L., Xiao Y., Ge W. Drought-Tolerant Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Associated with Foxtail Millet in a Semi-arid Agroecosystem and Their Potential in Alleviating Drought Stress. *Front. Microbiol.*, 2018. 8:2580. doi: 10.3389/fmicb.2017.02580.
11. Ojuederie O.B., Olanrewaju O.S., Babalola O.O. Plant Growth Promoting Rhizobacterial Mitigation of Drought Stress in Crop Plants: Implications for Sustainable Agriculture. *Agronomy* 2019, 9, 712; doi:10.3390/agronomy9110712.
12. Polonenko D.R., Scher F.M., Kloepper J.W., Singleton C.A., Laliberte M., Shabayev V.P. Response of legumes to co-inoculation with nodule bacteria and plant growth promoting rhizobacteria. *International Journal of Science and Technology*, 2015, V. 5, No.9 84-92.
13. Zaidi A., Khan M.S. Interactive effect of rhizospheric microorganisms on growth, yield and nutrient uptake of wheat. *J. Plant Nutr.*, 2005, 28:2079-2092.