INFLUENȚA NUTRIȚIEI CU FOSFOR ŞI FIER ASUPRA DEZVOLTĂRII NODOZITĂȚILOR LA PLANTELE DE SOIA ÎN CONDIȚII DE SECETĂ TEMPORARĂ

[1]Rotaru V., [2]Birsan Ana

[1]Institutul de Genetică şi Fiziologie a Plantelor AŞM, [2]Universitatea de Stat din Moldova

Abstract. *Low-phosphorus availability and water stress are main environmental constraints of soybean growth and nodulation. A pot experiment was carried out to investigate the effect of phosphorus (P) and iron (Fe) application on nodulation in water-stressed soybean plants. Phosphorus (KH2PO4) and Fe (FE-EDTA) were applied in soil in dose 100 mg per kg of soil and 5 mg respectively. One set of plants was subjected to suboptimal water regime (35% WHC) at flowering stage for 12 days. Another set served as control was grown at normal moisture of soil (70 % WHC). Nodulation and plant growth were significantly decreased by low nutrient supply and drought. Combined effect of drought and P deficiency decreased most the growth of nodules and plants of both cultivars Zodiac and Licurici. Supplemental P nutrition alone or in combination with Fe significantly increased nodules biomass irrespective of soil water regime. However, its effect was more pronounced on cultivar of Licurici. It is concluded that harmful effects of water deficits can be attenuated by adequate nutrition with P and Fe of soybean plants.*

Keywords: *phosphorus, iron, sect, knobs, soy*

Introducere. În Republica Moldova un rol important în dezvoltarea agriculturii organice îl are cultivarea plantelor leguminoase. Aceste plante agricole sunt considerate surse esențiale de proteine şi grăsimi vegetale. De asemenea, ele au un rol important agronomic şi ecologic în sistemele agricole având capacitatea de a utiliza azotul din atmosferă pe cale simbiotică sporind fertilitatea solului. Soia comparativ cu alte specii consumă cantități mari de azot pentru formarea productivității înalte şi calitative. Nutriția leguminoaselor cu azot poate fi asigurată din contul asimilării azotului mineral din sol precum şi a azotului molecular din atmosferă. Costurile înalte ale fertilizanților nu permit producătorilor agricoli de a procura şi utiliza îngrăşămintele cu azot conform necesității plantelor, astfel utilizarea azotului din atmosferă este crucială, reprezentând o sursă nelimitată.

Asimilarea azotului din atmosferă este realizată de către bacteriile fixatoare de azot, localizate în nodozități, care se formează pe sistemul radicular (Peoples et al., 1995). Creşterea şi activitatea lor fiziologică este marcată de un şir de factori abiotici. S-a demonstrat că formarea nodozităților este sensibilă atât la secetă (Sinclair et al., 2008), cât şi la deficitul de fosfor (Chaudhrz et al., 1998, Drevon and Ribert, 1995; Olivera et al., 2004, Shulze et al., 2006). Este necesar de remarcat că deficitul de fosfor constituie cca 40% din suprafața arabilă mondială (Vance et al., 2003). Aceiaşi situație s-a constatat şi la nivel național (Andrieş, 2007). În multe regiuni agricole fertilitatea joasă cu fosfor a solului deseori este însoțită de asigurarea insuficientă a plantelor cu umiditate. Deficitul de umiditate micşorează accesibilitatea fosfaților pentru plante. Afectarea sistemului simbiotic, de către factorii abiotici nefavorabili, conduce la nutriția slabă cu azot şi din acest motiv are loc pierderi esențiale de recolte. Soia, comparativ cu cerealele, este mai susceptibilă la factorii stresogeni de mediu, în deosebi la secetă. Savanții Kirova şi colaboratorii (2008) au demonstrat că stresul hidric afectează mai pronunțat plantele bazate pe nutriția cu azotul din atmosferă decât pe cele ce utilizează azotul nitric din sol. Rata de asimilare a azotului pe cale simbiotică este determinată de masa şi numărul nodozităților. Vadez şi colaboratorii (1999) au stabilit diferențe semnificative la nivel de acumulare a substanțelor uscate în nodozități, precum şi a cantității de azot fixat biologic la diferite genotipuri de fasole cultivate pe diferite regimuri de nutriție cu fosfor.

Un procedeu fezabil de ameliorare a fertilității solului şi nutriției minerale a plantelor este aplicarea fertilizanților cu fosfor. Este cunoscut că activitatea fiziologică a nodozităților depinde de condițiile de nutriție cu fosfor şi fier, manifestând o reacție pozitivă la administrarea compuților acestor elemente (Rotaru and Sinclair, 2009). Fosforul (Israel, 1987,193) şi fierul (Tang et al., 1992) sunt elemente de structură ale enzimei nitrogenaza. Deci condițiile de nutriție a plantelor cu fosfor şi fier au repercusiuni directe asupra asimilării azotului din atmosferă. Prin urmare, cu certitudine s-a tras concluzia că ambii nutrienți (P,Fe) sunt indispensabili pentru asigurarea unei creşteri normale a plantelor, precum şi dezvoltarea viguroasă a sistemului simbiotic *Glycine max-Bradyrhizobium*.

Scopul acestui studiu a fost de a determina influența fosforului şi fierului asupra creşterii plantelor şi formarea nodozităților la două cultivare de soia, crescute în condiții de stres hidric de scurtă durată.

Material şi metodă. Experienţele s-au efectuat în vase de vegetaţie în condiţii dirijate de umiditate a solului. În studiu s-au luat două cultivare de soia (*Glycine max., L.*) Zodiac şi Licurici ce diferă după potenţialul de productivitate. Plantele s-au cultivat pe solul de cernoziom carbonatic cu conţinut scăzut de fosfaţi accesibili, cu pH bazic (7,8) şi cu un conţinut de humus de 2,6%. Inocularea seminţelor s-a realizat cu preparat bacterian, prezentat de specia *rhizobium japonicum*. Fosforul în doză de 100 mg kg^{-1} sol s-a administrat în sol, variantă (P100) considerată aprovizionată suficient cu fosfor a plantelor. Varianta nefertilizată (P0) s-a considerat ca un deficit de fosfor. Fosforul s-a aplicat în sol în formă de fosfat de potasiu, iar fierul (5 mg/kg sol) s-a administrat în formă de helat (Fe-EDTA). Regimul de umiditate a solului a fost instalat prin udare la 70% din capacitatea totală pentru apă a solului (CTA) la varianta martor, valoare considerată optimă şi la 35% din capacitatea totală pentru apă a solului la varianta de tratament, fiind considerată drept in stres hidric pentru plantele de soia. Regimul de secetă s-a instalat în faza înfloritului pe o perioadă de 12 zile. Creşterea plantelor a fost apreciată după acumularea biomasei. Plantele s-au recoltat la sfârşitul perioadei de stres hidric şi au fost separate pe organe. Rădăcinile au fost spălate şi separate de nodozităţi. În tabele şi figuri sunt prezentate media a determinări parametrilor biologici a patru repetiţii. Rezultatele experimentale au fost analizate statistic, determinându-se diferenţele semnificative la nivelul de probabilitate P=0,05.

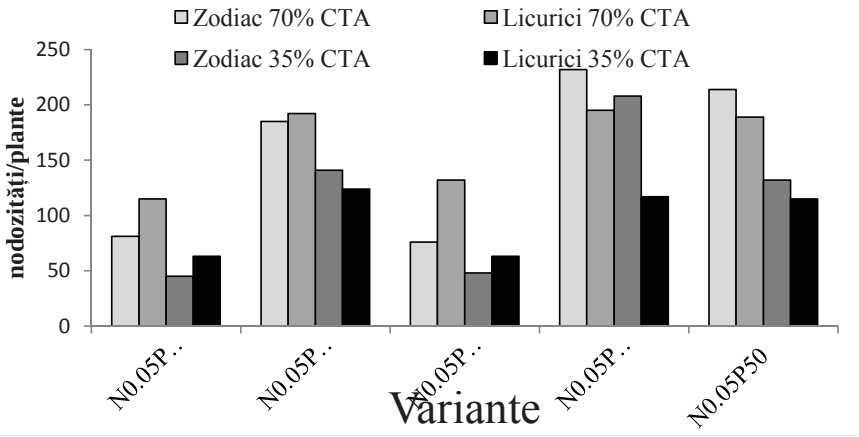


Fig.1. **Influenţa fosforului şi a fierului asupra numărului de nodozităţi la plantele de soia în dependenţă de regimul de umiditate a solului**

Rezultate şi discuţii. Condiţiile de nutriţie minerală şi regimului hidric al solului au marcat evident acumularea de substanţe uscate în plante, dar impactul lor a fost mai pronunţat asupra dezvoltării nodozităţilor. Rezultatele experimentale au demonstrat că în condiţii optimale de umiditate cultivarul Licurici a depăşit Zodiac după cantitatea de substanţe acumulate în plante. Producerea maximă de asimilate s-a constatat la nutriţia suficientă cu fosfor (P100) indiferent de nivelul de umiditate a solului. Astfel, la această variantă creşterea biomasei plantelor a fost de 36,7% la umiditatea optimă şi de 30,7% la plantele supuse secetei în raport cu martorul (fără aplicarea nutrienţilor). Rezultatele determinărilor privind numărul şi masa de nodozităţi (medie pe patru repetări) la sfârşitul perioade de stres hidric sunt prezentate în figurile 1 şi 2.

Analiza datelor experimentale a relevat că atât masa, cât şi numărul de nodozităţi a fost marcate evident de nivelul de asigurare a plantelor cu fosfor şi fier. Acţiunea benefică a nutriţiei suplimentare cu elemente minerale s-a observat pe ambele fonduri de umiditate atât la Zodiac, cât şi Licurici. Cea mai mare greutate a lor s-a observat la plantele hidratate normal. În astfel de condiţii de umiditate efectul fosforului s-a evidenţiat mai accentuat la soiul Licurici. În varianta martor, fără aplicarea fertilizanţilor cu P şi Fe, s-a obţinut cea mai mică cantitate de nodozităţi (*fig. 2*).

În astfel de condiţii de umiditate efectul fosforului s-a evidenţiat mai accentuat la soiul Licurici. În varianta martor, fără aplicarea fertilizanţilor cu P şi Fe, s-a obţinut cea mai mică cantitate de nodozităţi (*fig. 2*). Deci rezultatele experimentale au con-

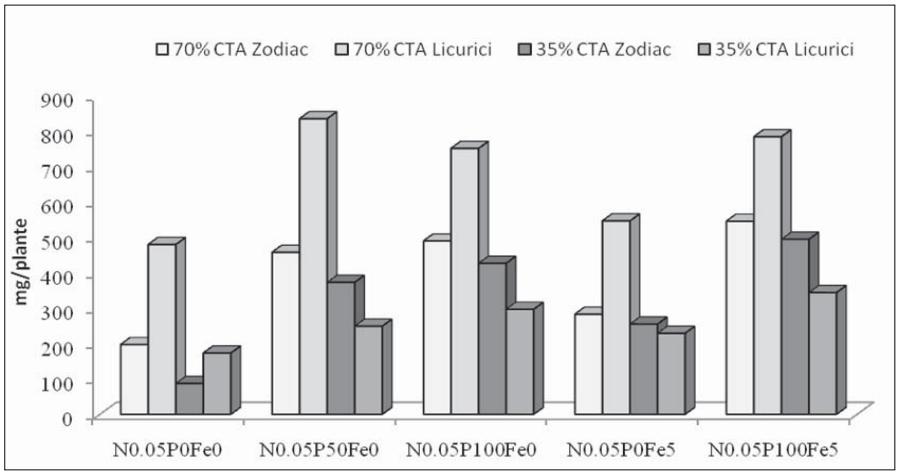


Fig.2. **Influenţa fosforului şi a fierului asupra greutăţii nodozităţilor uscate în dependenţă de regimul de umiditate a solului**

firmat faptul că inițierea şi dezvoltarea aparatului simbiotic corelează semnificativ cu nivelul de aprovizionare a plantelor cu fosfor. În medie pe toate variantele numărul de nodozități per plantă la soiul Licurici depăşeşte pe cel înregistrat la soiul Zodiac. Aplicarea fierului (Fe 5 mg/kg sol) pe fondalul deficitului de fosfor (P0) a condus la un spor atât al numărului cât şi a masei de nodozități. În condiții normale de umiditate efectul pozitiv al microelementului s-a demonstrat la ambele cultivare, dar mai pregnant la Zodiac. Probabil, acest soi are o exigență mai mare față de nutriția cu fier. La faza de colectare (începutul formării păstăilor) a plantelor numărul nodozităților a înregistrat cele mai mari valori la variantele fertilizate cu fosfor şi fier indiferent de cultivar şi regimul de umiditate a solului. Rezultatele investigațiilor au evidențiat diferențe semnificative între martorul nefertilizat şi varianta cu nutriție suplimentară cu fosfor. Aceiaşi reacție la nivel de cultivar s-a constatat şi la aplicarea fosforului în combinație cu fierul. În baza datelor obținute se poate de făcut concluzia că la nivel de dezvoltare a nodozităților nu s-a observat antagonism între acestea două elemnte de nutriție minerală. Deci, s-a stabilit că numărul şi masa cea mai mare de nodozități s-a înregistrat la cultivarul Licurici. Acest fapt conduce la presupunerea că creşterea aparatul simbiotic la Licurici reacționează mai evident la nutriția suplimentară cu fosfor. Aceiaşi reacție s-a observat şi în cazul aplicării acestui nutrient împreună cu fierul. Unii savanți au menționat că susceptibilitatea leguminoaselor la secetă corelează cu toleranța aparatului simbiotic la factorul de stres. În general, numărul de nodozități la plantele supuse stresului hidric (35% CTA) a fost mai mic în raport cu cel înregistrat la plantele crescute la regim optim de umiditate (70% CTA). Rezultatele experimentale au relevat că fertilizarea atât cu fosfor, cât şi cu fier a atenuat efectul secetei asupra creşterii şi dezvoltării nodozităților. Nutriția balansată cu fosfor şi fier (P100Fe5) a asigurat dezvoltarea unui sistem simbiotic viguros. Efectul nutrienților asupra dezvoltării aparatului simbiotic a fost mai pronunțat la cultivarul Licurici. Formarea unei cantități de nodozități mai mari, în urma nutriției suplimentare inevitabil conduce la o utilizare mai bună a azotului din atmosferă.

Datele noastre sunt în concordanță cu celea obținute de alți cercetători (Schulze et al., 2006, Vadez et al., 1999). Datorită formări unui sistem simbiotic mai dezvoltat, plantele sunt asigurate mai bine cu azot ceea ce a şi condus la o performanță mai înaltă a plantelor atât în condiții optime de umiditate, cât şi de secetă temporară.

Greutatea nodozităților uscate, ca şi numărul lor, au înregistrat valori mai mari în variantele cu aplicarea fosforului separat sau în combinare cu fierul. Astfel, la aplicarea fosforului în doză de 100mg/kg sol la Licurici masa lor a crescut cu 45% față de varianta nefertilizată. Cea mai mare cantitate de substanțe uscate s-a înregistrat la soiul Licurici în condiții normale de umiditate a solului. Folosirea fierului la fel a stimulat creşterea nodozităților, dar nu aşa de pronunțat ca şi în varianta cu fosfor de unul singur. Greutatea nodozităților uscate a variat între 187mg şi 875mg la soiul Licurici şi între 78mg s.u./plante şi 767mg s.u./plante în funcție de asigurarea plantelor cu elemente de nutriție. Ca şi la nivel de număr de nodozități diferența între greutatea uscată a lor la aceste două cultivare este mai mare la secetă comparativ cu fondul de umiditate optim - 70% CTA. Acesta confirmă faptul că formarea aparatului simbiotic este controlată nu numai de factorii abiotici externi (deficit de fosfor şi umiditate în cazul experiențelor noastre), dar şi de genomul plantei. Prin urmare, la elaborarea sistemului de fertilizare trebuie să se țină cont atât de condițiile pedoclimatice, cât şi de cultivar, genotip al plantelor de cultură. În baza rezultatelor acestui studiu s-a evidențiat faptul că la soiul Licurici formarea şi creşterea nodozităților au o cerință mai mare față de nutriția cu fosfor. Iar în urma aplicării fierului efectul lui mai bine s-a observat la Zodiac.

Formarea numărului şi creşterea nodozităților a avut repercusiuni marcante asupra creşteri plantei gazde. Acumularea biomasei, ce caracterizează creşterea în condiții de hidratare normală şi în condiții de secetă temporară după expunerea plantelor la regimul de 35% CTA, relevă convingător despre influența negativă a factorilor abiotici deficitul de fosfor şi insuficiența de umiditate. Datele experimentale indică modificări la nivel de producere a substanțelor uscate în funcție de regimul de nutriție şi umiditate a solului. Comparativ cu martorul nefertilizat, la soiul Licurici s-au înregistrat creşteri evidente a biomasei acumulate în condiții optimale de umiditate a solului (datele nu sunt prezentate). Aşadar, dezvoltarea aparatului simbiotic a corelat pozitiv cu cantitatea de substanțe uscate acumulate. Față de varianta cu deficit de fosfor greutatea uscată a nodozităților pe varianta cu fertilizare a crescut de la 10,2g s.u. la 15,6g s.u. obținerea acestui efect poate fi explicat prin faptul că un număr mai mare de nodozități şi mai grele au contribuit la aprovizionarea mai bună cu azot a plantelor. Nutriția adecvată a plantelor cu azot a asigurat şi o rezistență mai bună la factorii stresogeni de mediu.

Concluzii

1. Seceta şi deficitul de fosfor afectează mai considerabil creşterea şi dezvoltarea nodozităților decât creşterea plantelor. Dezvoltarea nodozităților la Zodiac a fost mai puțin afectată de condițiile nefavorabile de mediu comparativ cu Licurici.

2. Nutriția suplimentară cu fosfor pe ambele fonduri de umiditate a solului sporește greutatea substanțelor uscate în nodozități.

3. Cel mai mare număr de nodozități s-a înregistrat la cultivarul Licurici la toate variantele cu aplicarea fosforului separat sau în combinare cu fierul.

4. Acumularea de substanțe uscate la la ambele cultivare a înregistrat creşteri la variantele fertilizate, dar mai preganat la Licurici. Deci, asigurarea suficientă cu fosfor şi fier poate contribuie la sporirea toleranței plantelor de soia la seceta temporară, manifestată prin formarea unui sistem simbiotic mai viguros şi o creştere mai bună.

Referințe

1. **Andrieş S.V**. *Optimizarea regimurilor nutritive ale solurilor si productivitatea plantelor de cultură.* Chişinău 2007 p.366.
2. **Chaudhary M I., K. Fujita**. *Comparison of phosphorus deficiency effects on the growth parameterrs of mashbean, mungbean and soybean*. Soil Sci Plant Nutr. 1998, 44, 19-30.
3. **Israel D.W.** *Investigation of the role of phosphorus in symbiotic dinitrogen fixation. Plant Physiol.* 1987, 84, 835-840.
4. **Israel D.W**. *Symbiotic dinitrogen fixation and host-plant growth during development of and recovery from phosphorus deficiency*. Physiol. Plantarum 1993, 88, 294-300.
5. **Olivera M, Tejera N, Iribarne C, Ocana A, Lluch C**. *Growth, nitrogen fixation and ammonium assimilation in common bean (Phaseolus vulgaris): effect of phosphorus*. Physiologia Plantarum 2004, 121: 498–505.
6. **Peoples M.B, Herridge D.F, Ladha J.K.** *Biological nitrogen fixation: an efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production*. Plant Soil 1995, 174: 3–28
7. **Ribet J., J.J. Drevon**. *Phosphorus deficiency increases the acetylene-induced decline in nitrosenase activity in soybean (Glycine max (L.) Merr)*. J Exp. Bot., 1995, 46, 1479–1486.
8. **Rotaru V., Sinclair R.T.** *Interactive influence of phosphorus and iron on nitrogen fixation by soybean.* Environ. Exp. Bot. 2009, 66, 94-99.
9. **Kirova E., Tzvetkova N., Vaseva I., Ignatov G**. *Photosynthetic responses of nitrate-fed and nitrogen-fixing soybeans to progressive water stress*. J.Plant Nutr. 31, 445-458, 2008.
10. **Schulze J., Temple G., Temple S.J., Beschow H., Vance C.P**. *Nitrogen fixation by white lupin under phosphorus deficiency.* Ann. Bot. 2006, 98: 731-740.
11. **Sinclair T.R., Zwieniecki M.A., Holbrook N.M.** *Low leaf hydraulic conductance associated with drought tolerance in soybean.* Physiol Plant. 2008 ;132 (4):446-51
12. **Tang C, A.D. Robson, M.J. Dilworth** *The role of iron in the legume-(Brady)rhizobium symbiosis. Journal of Plant Nutrition* 1992, 15, 2235-2252.
13. **Vadez V., Lasso J.H., Becck D.P., Drevon J.J**. *Variability of N2-fixation in common bean (Phaseolus vulgaris) under P deficiency is related to P use efficiency*. Euphytica 1999, 109, 231–242.
14. **Vance C. P, Uhde-Stone C, Allan D. L.** *Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource*. New Phytologist 2003, 157, 432–449.