

INFLUENȚA FACTORILOR ABIOTICI ASUPRA DISTRIBUȚIEI AZOTULUI ÎN ORGANELE PLANTELOR DE SOIA ȘI PRODUCTIVITĂȚII LOR

Vladimir ROTARU

Institutul de Genetică și Fiziologie a Plantelor al AȘM

The effects of phosphorus (P) and iron (Fe) supply on nitrogen concentration in vegetative organs of soybean plants grown in well-watered and stressed conditions have been studied. Experimental results have been established that adequate P and Fe nutrition increased significantly the concentration of nitrogen in leaves and nodules indifferent of moisture level of soil. Fe supplemental application induced the production of nitrogen compounds in well-watered as well as in plants subjected to water stress conditions. The combined supply of P and Fe increased plant productivity in both normal and water stress conditions. Hence, the adequate mineral nutrition of soybean contributes to maintain physiological activity and to reduce the negative impact of drought on the plant production.

Introducere

Plantele de soia sunt considerate surse esențiale de proteine și ulei vegetal. În Republica Moldova, precum și în alte țări, se atestă un deficit de proteină vegetală. Este bine cunoscut că plantele leguminoase, preponderent soia și arahidele, asigură mai bine de 35% din uleiul produs în lume. Pe lângă faptul că boabele de soia sunt pe larg folosite în nutriția animalelor, industria alimentară, plantele leguminoase au un rol semnificativ în ameliorarea fertilității solului. Datorită procesului de simbioză dintre plantă și bacteriile *rhizobium*(Rh), are loc achiziționarea azotului din atmosferă, o sursă sigură de energie regenerabilă. Trebuie de menționat că, conform rezultatelor numeroaselor cercetări științifice, soia este o cultură strategică și poate să acumuleze, în dependență de specificul soiului și condițiile pedoclimatice, până la 300-350 kg de azot la un hectar [1]. Spre regret, genotipurile de soia din Moldova au o capacitate mai joasă de asimilare a azotului biologic [2].

Deși această cultură are multe avantaje tehnologice și biologice față de alte culturi tehnice, suprafețele cultivate cu soia în Moldova nu sunt semnificative. Una dintre cauzele principale ce frânează extinderea ariilor ocupate de această cultură prețioasă, atât din punct de vedere economic, cât și ecologic, este productivitatea joasă. Un impact destul de major asupra realizării potențialului fiziologic al plantelor de cultură revine factorilor abiotici, în particular umidității solului și gradului de aprovizionare cu nutriție minerală.

Un șir de investigații au constatat că plantele leguminoase au o cerință sporită în nutriția cu fosfor [3-5] și fier [6]. Cauza este că aceste elemente nutritive participă direct în multe procese biochimice și, mai cu seamă, în asimilarea azotului biologic. În Moldova, solurile de cernoziom carbonatic sunt asigurate insuficient cu fosfați mobili [7]; prin urmare, administrarea fertilizatorilor cu fosfor este un procedeu esențial în tehnologia cultivării plantelor de soia. De notat, totodată, că insuficiența nutriției deseori este însoțită de calamități naturale, cum sunt secetele. Deficitul de umiditate combinată cu insuficiența de nutrienți din sol este considerat factor abiotic esențial ce limitează desfășurarea normală a proceselor biologice. Fluctuația acestor factori nefavorabili afectează în primul rând achiziționarea azotului de către plante [8]. Un management eficient al nutrienților presupune o cunoaștere a legităților și schimbărilor metabolice din plante în dependență de fluctuația factorilor abiotici ai mediului ambiant.

Scopul prezentei cercetări rezidă în studierea influenței aplicării fosforului și fierului asupra distribuției azotului în organele vegetale și asupra formării productivității plantelor de soia în condiții de stres hidric.

Material și metode

În scopul realizării studiului preconizat s-au montat experiențe în condiții controlate în căsuța de vegetație a Institutului de Genetică și Fiziologie a Plantelor al Academiei de Științe. În experiențe s-au folosit vase de vegetație cu capacitatea de 5l. Plantele de soia (*Glycine max* L. Merr., soiul Zodiac) s-au cultivat pe solul de cernoziom carbonatic care a avut un conținut scăzut de fosfați mobili (0,8-1,1 mg P₂O₅/100g sol). În fiecare vas s-au semănat câte 6 boabe, iar la o săptămână după răsărirea plantulelor ele au fost rărite, lăsându-se câte 4 plante în fiecare vas.

În cercetare s-a examinat influența a două niveluri de nutriție cu fosfor: insuficient (fără aplicarea fosforului) și suficient, unde s-a administrat o doză moderată de fosfor (200 mg P₂O₅/kg sol). În toate variantele azotul s-a aplicat în doză de 50 mg N/kg sol. Fierul s-a aplicat în formă de Fe-EDTA în doză de 5 mg/kg sol. Interacțiunea nutriției minerale cu fosfor și fier a fost studiată pe două niveluri de umiditate a solului: umiditate optimă, ce a constituit 70% din capacitatea pentru apă a solului (CAS), și deficit de umiditate – 35% CAS. Umiditatea solului a fost menținută conform schemei experienței prezentate în Tabelul 1 – prin metoda cântării vaselor, ajustându-se la nivelul corespunzător cu cantitatea de apă necesară. Stresul hidric a fost declanșat în faza critică de dezvoltare a plantelor (începutul înfloritului) și perioada lui a constituit 14 zile. Fiecare vari-

antă s-a montat în patru repetări. Probele de plante s-au colectat după 14 zile de stres hidric în faza sfârșitului înfloritului. Plantele au fost separate pe organe: rădăcini, frunze, tulpini și uscate la temperatura de 70°C timp de 48 ore. Rădăcinile plantelor au fost spălate de sol și apoi s-au separat nodurile.

Azotul total și neproteic s-a determinat în digestia plantei arse cu acidul sulfuric concentrat și apoi analizat după metoda lui Kjeldahl, descrisă în Manualul de agrochimie, sub redacția lui Mineev V.G. [9].

Rezultate și discuții

Rezultatele cercetărilor au demonstrat că aplicarea elementelor nutritive au influențat paternul distribuției azotului în organele plantelor de soia. S-a observat că aplicarea atât a fosforului, cât și a fierului a sporit cantitatea de azot acumulată în organele plantelor de soia în faza de înflorire (Fig.1). Concentrația maximă de azot în frunze și rădăcini s-a observat în varianta cu aplicarea fosforului și fierului, unde ea a echivalat între 4,27 și 5,22% m.u. (masă uscată), pe când martorul a valorat 3,56 și 1,63% m.u. în frunze și rădăcini, respectiv.

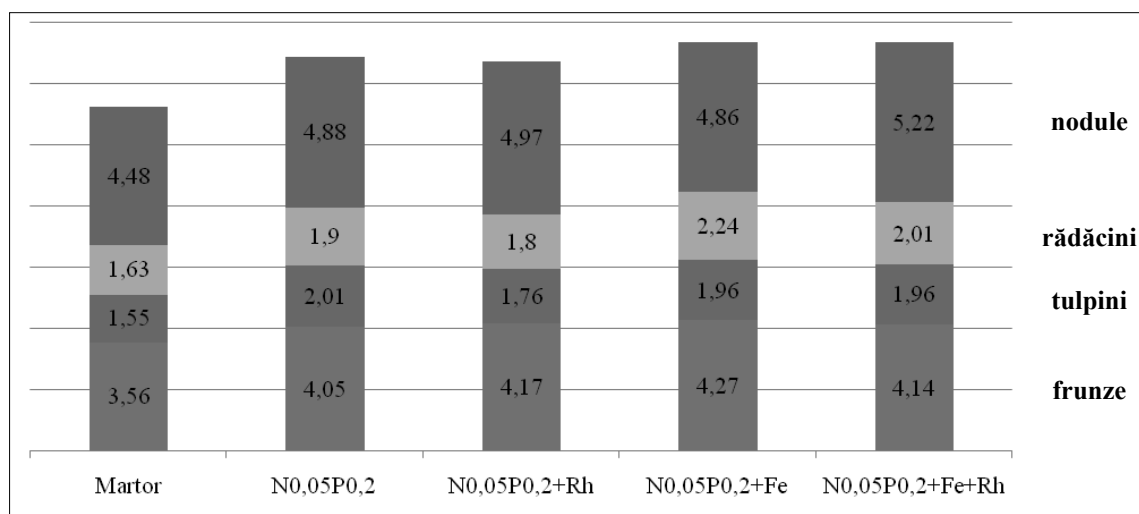


Fig.1. Influența fosforului și fierului asupra distribuției azotului în organele soi în condiții optime de umiditate, %N, m.u.

Conținutul azotului în tulpini și rădăcini a fost mai inferior comparativ cu conținutul lui în frunze. De notat că concentrația azotului din acest organ vegetal s-a modificat mai puțin sub influența aplicării fertilizatorilor, însă valoarea acestui indice s-a aflat la un nivel mai superior față de martor (fără aplicarea îngrășămintelor). Examinarea datelor din Figurile 1 și 2 a demonstrat că această particularitate a paternului de azot s-a manifestat mai pronunțat în condiții optimale de umiditate a solului.

Conform unor investigații, plantele leguminoase acumulează cantități semnificative de azot în nodule [10-12]. Rezultatele acestui studiu au demonstrat că aplicarea fosforului, atât aparte, cât și în combinație cu fierul, a avut un impact benefic asupra funcționării sistemului simbiotic *Glycine max-Bradzrhizobium japonicum*. Impactul benefic al aplicării substanțelor nutritive asupra conținutului de azot în nodule s-a observat pe ambele niveluri de umiditate a solului. Rezultatele cercetărilor au evidențiat o concentrație mai mare a azotului în nodurile plantelor supuse secetei temporare. Obținerea acestui efect este determinată de mai mulți factori. Acumularea azotului în nodule a fost generată de efectul diluției biologice, deoarece atât masa, cât și numărul lor a fost mai inferior decât la plantele ce au crescut în condiții optimale de umiditate. Alt motiv constă în faptul că deficitul de umiditate a contribuit la micșorarea fluxului compușilor de azot în partea aeriană a plantei. Date experimentale similare au fost obținute și la alte specii de plante de cultură [13,14]. De remarcat că concentrația și acumularea maximă a azotului în nodule s-a observat în varianta cu aplicarea nutriției adecvate cu fosfor și fier (Fig. 1,2). Influența pozitivă a acestor nutrienți s-a constatat pe ambele niveluri de umiditate. Aplicarea fosforului și fierului contribuie la acumularea azotului în rădăcini, dar mai ales în nodule. Azotul depozitat în aceste organe ale soiei este considerat sursă alternativă de sporire a rezervelor de substanțe nutritive în sol. Această abilitate a plantelor leguminoase de a achiziționa azotul biologic are o importanță ecologică deosebită, deoarece compușii de azot din organele vegetale se află de obicei în formă organică, practic nefiind supuși procesului de levigare.

Unele investigații au dovedit că insuficiența de umiditate contribuie la micșorarea cantității de azot în organele plantelor leguminoase [15]. În aceste investigații s-a observat că seceta temporară în faza de înflorire a plantelor reduce conținutul de azot în organele vegetale. Fertilizarea plantelor a contribuit la intensificarea procesului de acumulare a azotului, însă efectul aplicării nutrienților a fost evident și în condiții de secetă temporară. Determinarea azotului din nodurile plantelor supuse secetei a demonstrat că administrarea fosforului și

fierului a sporit conținutul de azot în nodozități. Cercetările unor savanți au identificat existența unei corelații pozitive între valoarea conținutului de azot din organele vegetale și rata de creștere a plantelor [16,17].

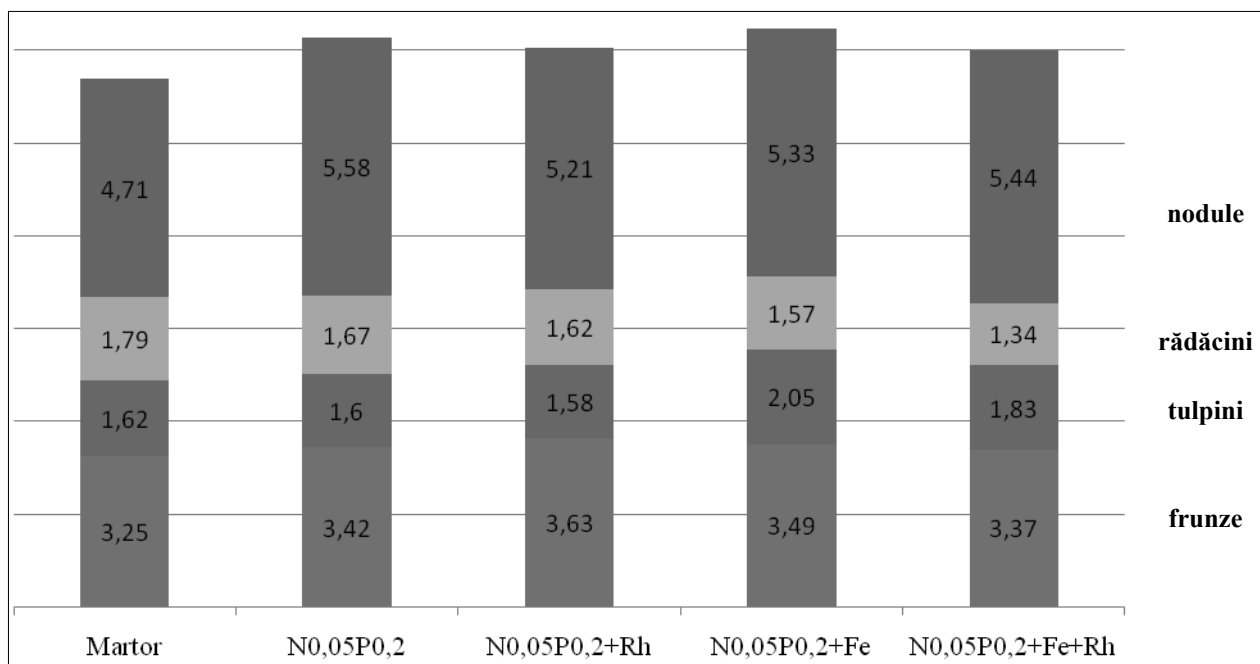


Fig.2. Influența aplicării fosforului și fierului asupra distribuției azotului în organele plantelor de soia în condiții de secetă, %N, m.u.

Rezultatele cercetărilor noastre au demonstrat că factorii abiotici, umiditatea solului și nivelul de nutriție au marcat considerabil procesul de creștere și dezvoltare a plantelor de soia.

Asigurarea adecvată cu elemente nutritive în raporturi optime s-a manifestat benefic asupra acumulării biomasei verzi și uscate. S-a constatat o corelație pozitivă între nivelul de nutriție și cantitatea de biomasă acumulată în timpul vegetației.

Rezultatele prezentate în Tabel demonstrează efectul pozitiv al nutriției cu fosfor asupra formării masei verzi în condiții optime de umiditate, sporind cantitatea ei cu 40% față de martor (fără administrarea elementului), însă acumularea maximă a masei verzi s-a produs la plantele fertilizate cu fosfor în combinație cu fierul, deci s-a relevat o acțiune stimuloare a acestor elemente nutritive.

Tabel

Influența nutriției cu fosfor și fier supra productivității plantelor de soia în dependență de stresul hidric

Variante	Masa verde, g/plantă		Masa uscată, g/plantă		70% CAS		35% CAS	
	70% CAS	35% CAS	70% CAS	35% CAS	Numărul de boabe	Masa boabelor (g)	Numărul de boabe	Masa boabelor (g)
Martor	13,9	8,5	3,9	2,7	11	3,6	8	2,4
N _{0,05} P _{0,2} g/kg sol	20,6	12,5	5,8	4,4	15	4,8	12	3,9
N _{0,05} P _{0,2} +Fe	23,7	17,8	7,1	4,7	18	5,5	14	4,3
N _{0,05} P _{0,2} +Rh	20,3	15,7	6,1	4,4	15	5,1	12	3,9
N _{0,05} P _{0,2} +Fe+Rh	25,4	17,9	8,4	5,9	17	5,8	15	4,4

Rh – rhizobium

Analiza datelor experimentale a stabilit că bacterizarea suplimentară a semințelor cu *Rhizobium japonicum* nu a asigurat diferențe semnificative în acumularea biomasei verzi comparativ cu plantele fertilizate cu fosfor,

iar efectuarea nutriției complexe cu fosfor și fier pe acest fundal a contribuit la creșterea masei verzi la un nivel mai superior față de varianta de referință. Efectuarea nutriției suplimentare cu fier a confirmat rolul pozitiv al microelementului în procesele de creștere și sporire a productivității plantelor, fapt menționat și de A.Kabata-Pendias și X.Pendias [6], N.N. Kuzmina și V.L. Eršov [8]. De remarcat că nivelul de umiditate a solului a afectat substanțial rata de acumulare a biomasei. Plantele-martor (fără fertilizare) în condiții de stres hidric au produs mai puțină masă verde decât plantele crescute în condiții optime de umiditate, însă influența pozitivă a elementelor nutritive asupra productivității plantelor nu s-a redus, iar nivelul de biomasă la plantele fertilizate cu fosfor a crescut cu 40% față de martor. Asigurarea adecvată a plantelor cu fosfor și fier în combinație cu bacterizarea semințelor a dus la obținerea unei recolte maxime. Aceleași legități sunt caracteristice și pentru acumularea masei uscate, deci masa uscată a plantelor supuse stresului hidric a fost mai joasă decât la plantele asigurate normal cu umiditate. Reieșind din datele experimentale obținute se poate concluziona că nutriția cu fosfor și fier a plantelor inoculate atât în condiții optime, cât și în cele de secetă temporară, menține acumularea substanțelor uscate la un nivel mai superior.

Referitor la unele elemente de producție, numărul mediu de boabe și greutatea lor la o plantă au înregistrat valori maxime în variantele hidratate optimal, acompaniată de administrarea fosforului și fierului, precum și în combinație cu bacterizarea semințelor. Stresul hidric a redus din influența pozitivă a elementelor nutritive asupra productivității.

Rezultatele investigațiilor au stabilit o influență mai pronunțată a nutriției suplimentare cu fosfor și fier asupra dezvoltării nodozităților la plantele crescute în condiții optime comparativ cu cele supuse secetei. Deficitul de nutrienți din sol, precum și seceta temporară au micșorat evident creșterea și dezvoltarea nodozităților per plantă; astfel, masa lor s-a redus aproximativ de 2 ori.

În baza datelor obținute s-a stabilit că acumularea maximă atât a masei verzi, cât și a celei uscate, s-a produs în variantele fertilizate cu fosfor și fier în combinație cu bacterizarea semințelor. Folosirea nutriției adecvate cu fosfor și fier menține procesul de formare a productivității plantelor la un nivel mai ridicat. Aplicarea acestui element tehnologic contribuie într-o oarecare măsură la atenuarea consecințelor negative ale secetei asupra creșterii și dezvoltării plantelor leguminoase.

Referințe:

1. Graham P.H. and Carroll P.Vance. Legumes: importance and constraints // *Plant Physiology*. -2003. -Vol.131.- P.872-877.
2. Онофраш Л.Ф., Якимова М.Ф., Ковальжиу F.B., Волосковая М.М. Симбиотическая азотфиксация и пути ее повышения. -Кишинев: Штиинца, 1992. -146 с.
3. Jemo M., Robert C. Abaidoo, Christian Nolte, Walter J. Horst. Genotypic variation for phosphorus uptake dinitrogen in cowpea on low-phosphorus soils of southern Cameroon // *J. Plant Nutr. Soil Sci.* -2006. -Vol.169.-No6. -P.816-825.
4. Bailey J.S and A.S Laidaw. Growth and development of white clover (*Trifolium repens* L.) as influenced by P and K nutrition // *Annals of Botany*. -1997. -Vol.81.-P.783-786.
5. Tongmin Sa., Israel D. Phosphorus deficiency effects on response of symbiotic N fixation and carbohydrate status in soybean to atmospheric CO₂ enrichment // *J. Plant Nutr.* -1998. -Vol.21. - P.2207-2218.
6. Кабата-Пенгиас А., Пенгиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – Москва: Мир, 1989. -439 с.
7. Andrieș S.V. Regimul de fosfor în solurile Moldovei și eficacitatea îngrășămintelor cu fosfor.- Chișinău, 2006. -48 p.
8. Кузмина Н.А., Ершов В.Л. Влияние факторов среды на содержание железа в растениях твердой пшеницы // *Агрохимия*. -1999.-№ 10. -С.47-51.
9. Практикум по агрохимии / Под ред. Минеева В.Г. – Москва, 1989. – 320 с.
10. Shubert S. Nitrogen assimilation by legumes – processes and ecological limitations // *Fertilizer Research*. -1995. - Vol.42. -P.99-107.
11. Henning H-J., Jan K. Schoerring and Gen Francois Soussana. The influence of phosphorus deficiency on growth and nitrogen fixation of white clover plants // *Annals of Botany*. -2002. -Vol.90. -P.745-753.
12. Tang C., Hinsinger P., Jaillard B., Rengel Z., Drevon J.J. Effect of phosphorus deficiency on the growth, symbiotic nitrogen fixation and proton release by two bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes // *Agronomie*. -2001. -Vol.21. -P.683-689.
13. Christiansen I. and P.H. Grahman. Variation in di-nitrogen fixation among Andean bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes grown at low and high levels of phosphorus supply // *Field Crop Research*. -2002. -Vol.73.-No2-3. -P.133-142.
14. Mausumi R., Kailash K., and S. Razchaudhuri. Effect of *Rhizobium japonicum* and phosphorus on nutrient uptake and yield of soybean (*Glycine max*) in an Ultisol of Manipur hills // *Indian J. Agr. Sci.* -1997. -Vol. 67.- No10. -P.459-462.
15. Sinclair T.R. and Vadez V. Physiological traits for crop yield improvement in low N and P environments // *Plant and Soil*. -2002. -Vol 245. -P.1-15.
16. Burns I.G. A mechanistic theory for the relationship between growth rate and the concentration of nitrate-N or organic-N in young plants derived from nutrient interruption experiments // *Annals of Botany*. -1994. - Vol.74. -P.159-172.
17. Israel W.D. Symbiotic dinitrogen fixation and host-plant growth during development of and recovery from phosphorus deficiency // *Physiologia Plantarum*. -1993. -Vol.88. -P. 294-300.