CZU:581.43:631.84:635.655

<https://doi.org/10.53040/gppb7.2021.24>

IFLUENȚA FOSFORULUI SI TULPINILOR RIZOBACTERIENE ASUPRA DEZVOLTĂRII SISTEMULUI RADICULAR LA PLANTE DE SOIA (*Glycine max* L. MERR.) ÎN CONDIȚII DEFICITULUI DE FOSFOR SI UMIDITATE

Rotaru Vladimir

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Chișinău, Republica Moldova

e-mail:rotaruvlad@yahoo.com

Abstract

Drought and nutrient deficiency are major abiotic factors that limits crop production. This study determined the effect of phosphorus (P) and rhizobacteria application on root system development of soybean plants subjected to P deficiency and drought. The P application alone or in combination with bacteria strains (*Pseudomonas fluorescence* and *Azotobacter chroococcum*) increased total roots length irrespective of soil moisture. Root growth of cultivar Horboveanca responded more evidently to treatment with rhizobacteria than cultivar Zodiac under P deficiency. Thus, the experimental results demonstrated that the effectiveness of integrated use of P and rhizobacteria (*Pseudomonas fluorescence* and *Azotobacter chroococcum*) promotes roots development of soybean plants under normal soil moisture as well as under temporary drought.

Key words: Phosphorus, rhizobacteria, drought, root growth, soybean

Introducere

Rădăcinile plantelor au rolul principal în absorbția elementelor nutritive și a apei din sol. Modificările morfologice a rădăcinii este marcat de mulți factori, inclusiv de cei abiotici. Seceta și deficitul de nutrienți din sol sunt impedimente esențiale ale creșterii și dezvoltării plantelor agricole. Acești doi factori ecologici sunt pe larg răspândiți în ecosistemul agricol atât la nivel global [14], cât și în republica Moldova [1]. Plantele au dezvoltat diferite mecanisme fiziologice și morfologice de adaptare și de supraviețuire în condiții nefavorabile de mediu. Un rol important în inducerea acestor mecanisme de adaptare îl au microorganismele rizosferice. Un număr considerabil de studii au demonstrat că aplicarea rizobacteriilor rizosferice contribuie la inducerea rezistenței plantelor la secetă [9], la disbalans nutritiv și salinitate [7]. Solurile din republica Moldova, în particular cernoziomul carbonatic, se caracterizează prin conținut scăzut de fosfați mobili [1]. Insuficiența de fosfor are repercusiuni negative asupra dezvoltării plantelor, inclusiv a sistemului radicular. Trebuie de subliniat faptul că rizobacteriile au un spectru larg de acțiuni biologice care duc la modificări în sistemul radicular, acestea la rândul lor generează efecte asupra absorbției nutrienților și apei din sol [2]. Un rol important în absorbția fosforului și a apei din mediu de creștere îl are lungimea totală a rădăcinii și lungimea specifică a rădăcinii [13]. Aceste caractere morfologice sunt determinate pe de o parte de genomul plantei, iar pe de altă parte - de factorii abiotici ai mediului ambiant. Actualmente nu este elucidat pe deplin efectul interactiv al fosforului și microorganismelor rizosferice asupra modificărilor morfologice ale sistemului radicular. În deosebi, lipsesc date experimentale concludente în acest aspect la plantele leguminoase care sunt mai susceptibile la secetă comparativ cu cerealele. Scopul cercetării a constat în determinarea influenței fosforului și a suspensiei de microorganisme rizosferice (*Pseudomonas fluorescence* și *Azotobacter chroococcum*) asupra formării lungimii totale a rădăcinii la două cultivare de soia, crescute în condiții deficitare de fosfor și de umiditate a solului.

Materiale și metode

Pentru realizarea scopului acestui studiu s-a montat o experiență cu cultura de sol în vase de vegetație. Obiectele de studiu au servit plantele de soia a două cultivare Zodiac și Horboveanca, ce diferă după reacția la aplicarea suplimentară cu fosfor. Semințele de soia au fost tratate cu material bacterian *Bradyrhizobium japonicum* înainte de semănat. Schema experienței a cuprins următoarele variante: 1. P0 (deficit de fosfor), 2. P20 (20 mg P/kg sol) 3. P100 (100 mg P/kg sol), 4. P0+MO (suspensia de microorganisme *Pseudomonas fluorescence* și *Azotobacter chroococcum*), 5. P100+MO. Aceste variante au fost cercetate pe două nivele de umiditate: a) umiditatea optimă a solului - 70% CTA (capacitatea totală de apă a solului) și b) deficit de

umiditate a solului - 35% CTA. Toate variantele s-au montat în 4 repetări. În experiențe s-a folosit solul de cernoziom carbonatat amestecat cu nisip în proporție de 2:1 (după volum) pentru obținerea deficitului de fosfor în sol. În toate vasele s-au aplicat macro- și microelemente necesare pentru lichidarea deficitului lor din mediul nutritiv, cu excepția fosforului. Fosforul s-a administrat în sol în doze moderate de 20 și 100 mg P per kg sol. Suspensia de microorganisme (MO) *Pseudomonas fluorescence* și *Azotobacter chroococcum* (cu concentrație 10^7 UFC/ml) s-a administrat în sol înainte de semănat (50 mL la 10 kg sol). În faza începerii înfloritului o parte de vase au fost transferate la deficitul de umiditate - 35% CTA pe o perioadă de 12 zile. Recoltarea probelor de plante și rădăcini s-a efectuat după stresul hidric. În experiență s-au făcut următoarele estimări morfologice: masa rădăcini, lungimea totală a sistemului radicular, lungimea specifică a rădăcinii, raportul masei rădăcini totale/plantă. Lungimea rădăcinii s-a estimat după metoda descrisă în literatură [12]. Datele experimentale au fost prelucrate statistic cu ajutorul programului Statistica 7.

Rezultate și discuții

Modificările morfologice ale sistemului radicular în funcție de condițiile mediului extern are o importanță majoră în absorbția apei și a nutrienților, mai ales pe solurile carbonatice cu aprovizionare suboptimă cu fosfați accesibili pentru plante. Se cunoaște faptul că caracterele morfologice ale sistemului radicular, în special lungimea rădăcinii, are influență directă asupra ratei de achiziționare a resurselor finite din sol. Datele experimentale referitor la efectele aplicării fosforului și rizobacteriilor asupra formării lungimii totale a rădăcinii la plantele de soia sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Efectele aplicării fosforului și tulpinilor rizobacteriene *Pseudomonas fluorescence* și *Azotobacter chroococcum* asupra lungimii totale a rădăcinii la soia.
Valorile reprezintă media a trei plante $\pm$ eroarea standard

Varianta	Zodiac		Horboveanca	
	70% CTA	35% CTA	70% CTA	35% CTA
P0	150,6 $\pm$ 13,8	95,3 $\pm$ 13,6	174,7 $\pm$ 3,9	112,5 $\pm$ 4,9
P20	198,4 $\pm$ 18,2	137,8 $\pm$ 26,1	183,9 $\pm$ 17,9	118,2 $\pm$ 20,4
P100	230,4 $\pm$ 17,5	150,6 $\pm$ 36,9	200,9 $\pm$ 27,3	152,2 $\pm$ 9,9
P0+MO	171,8 $\pm$ 16,9	136,8 $\pm$ 30,1	180,7 $\pm$ 20,7	115,7 $\pm$ 10,3
P100+MO	252,4 $\pm$ 16,2	184,7 $\pm$ 18,7	182,7 $\pm$ 17,4	161,1 $\pm$ 4,2

Cercetările au relevat diferențe între cultivarele Zodiac și Horboveanca la nivel de lungime totală a sistemului radicular în urma aplicării fosforului separat sau în combinație cu tulpinile bacteriene. Cea mai mare lungime a rădăcinii s-a înregistrat la plantele Horboveanca crescute pe solul cu insuficientă de fosfor. În condiții optime de umiditate, sistemul radicular al soiului Zodiac a reacționat mai pronunțat la fertilizarea suplimentară cu fosfor. Însă în condiții de secetă temporară s-a stabilit că la aplicarea unei doze suficiente de fosfor (P100) diferența la nivel de lungime a rădăcinii dintre cultivare este nesemnificativă. Rezultatele studiului nostru au scos în evidență faptul că în urma administrării tulpinilor bacteriene (*Pseudomonas fluorescence* și *Azotobacter chroococcum*) în condiții insuficiente de fosfor au fost observate diferențe semnificative la nivel de lungime a rădăcinii, comparativ cu cele depistate la plantele fără aplicarea rizobacteriilor. Stresul hidric (35% CTA) a contribuit la micșorarea lungimii totale a rădăcinilor comparativ cu plantele crescute la condiții optime de umiditate a solului (70% CTA). În cazul deficitului de fosfor (varianta P0) cultivarul Horboveanca a avut un sistem radicular mai lung, probabil din cauza formării sistemului radicular mai fasciculat, mai ramificat. De asemenea, în condiții de secetă și deficit de fosfați din sol lungimea specifică a rădăcinii a înregistrat valori mai mari la cultivarul Horboveanca (tabelul 2). Este necesar de menționat faptul că în condiții optime de umiditate nu s-a depistat un decalaj semnificativ între cultivare la nivel de raport rădăcini/plantă (tabelul 2). Însă trebuie de remarcat faptul că s-au observat valori mai mari ale acestui indice la Zodiac comparativ cu Horboveanca în varianta cu deficit de umiditate. Datele experimentale au stabilit că aplicarea fosforului a condus la micșorarea raportului rădăcini/plantă. O stimulare mai bună a creșterii lungimii rădăcinii a fost observată în varianta cu aplicarea suspensiei de rizobacterii pe fondal de insuficiență de fosfor la plantele Zodiac supuse secetei temporare. Acest rezultat poate fi explicat prin capacitatea tulpinilor bacteriene de a produce auxine, IAA, fitohormoni cu repercusiuni benefice în diviziunea, extensia și diferențierea celulelor vegetale [3, 4]. Este important de remarcat faptul că lungimea rădăcinii a fost

de obicei mai mare la plantele tratate cu fosfor aparte sau în combinație cu microorganisme rizosferice comparativ cu martorul (P0).

Tabelul 2. Influența fosforului și a microorganismelor rizosferice asupra lungimii specifice a rădăcinii (LSR) și a raportului rădăcinii/plantă (R/P) la plantele de soia, media±ES

Varianta	Zodiac				Horboveanca			
	70% CTA		35% CTA		70% CTA		35% CTA	
	LSR, m/g	R/P	LSR, m/g	R/P	LSR, m/g	R/P	LSR, m/g	R/P
P0	79,4±6,51	0,30	67,2±3,06	0,41	81,9±6,91	0,24	78,2±8,69	0,26
P20	87,4±4,71	0,23	84,5±0,50	0,41	75,4±5,70	0,21	74,2±1,32	0,21
P100	76,5±1,07	0,23	67,7±3,01	0,38	88,8±0,72	0,30	78,9±2,17	0,31
P0+MO	80,6±7,82	0,32	84,7±1,53	0,33	67,6±7,83	0,24	71,0±4,303,29	0,24
P100+MO	73,3±3,43	0,24	65,7±1,73	0,27	81,9±4,30	0,33	85,0±2,34	0,32

Rezultatele acestui experiment sunt în concordanță cu rezultatele investigațiilor unde s-au folosit alte specii de microorganisme [13]. Modificările morfologice ale sistemului radicular au dus la schimbări și în rata de acumulare a substanțelor uscate în organele plantelor de soia. Analiza și compararea rezultatelor obținute confirmă faptul că cultivarul Horboveanca a avut o reacție mai puternică la aplicarea nutriției suplimentare cu fosfor decât Zodiac în condiții deficitare de umiditate (datele nu sunt arătate). Trebuie de subliniat faptul că intensitatea creșterii frunzelor și tulpinilor la deficitul de fosfor a fost mai pronunțată comparativ cu creșterea rădăcinilor (datele nu sunt prezentate). Așadar, s-a stabilit că aplicarea microorganismelor a sporit mai evident masa frunzelor și rădăcinilor la Horboveanca, iar la Zodiac - acumularea substanțelor uscate în tulpini. Cu certitudine se poate afirma că plantele de soia au beneficiat în urma aplicării microorganismelor în condiții suboptimale de umiditate a solului datorită creării condițiilor mai bune pentru dezvoltarea sistemului radicular. Prin urmare, la aplicarea microorganismelor trebuie luat în considerare nu numai nivelul de fertilizare cu fosfor și specia de microorganisme, dar și genotipul plantei. Deci, s-a constatat că influența benefică a tulpinilor bacteriene s-a observat mai pronunțat la aplicarea lor la plantele supuse condițiilor limitate de umiditate a solului și insuficientă de fosfor din sol. De asemenea, s-au evidențiat diferențe între cultivare la nivel de lungime totală a rădăcinii și la nivel de lungime specifică a rădăcinii, astfel Horboveanca a înregistrat valori mai mari decât Zodiac în condiții de secetă temporară și insuficientă de fosfați mobili din sol.

Concluzii

1. Utilizarea integrată a fosforului și suspensiei a tulpinilor bacteriene *Pseudomonas fluorescense* și *Azotobacter chroococcum* fortifică dezvoltarea sistemului radicular la plantele de soia în condiții optime de umiditate și în condiții de secetă temporară.
2. Lungimea totală a rădăcinilor plantelor de soia cu aplicarea suspensiei de rizobacterii a fost semnificativ mai mare decât cea înregistrată la plantele fără aplicarea rizobacteriilor.
3. În condiții de insuficiență de fosfor valorile lungimii totale a rădăcinii și lungimii specifice a rădăcinii a cultivarului Horboveanca au fost mai mari comparativ cu cultivarul Zodiac.

Bibliografie

1. ANDRIEȘ, S. 2007. Optimizarea regimurilor nutritive ale solului și productivitatea plantelor de cultură. Chișinău, 384p.
2. BASHAN, Y., HOLGUIN, G. 1997. Azospirillum-plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). Can J. Microbiol. 43:103-121.
3. GALLAVOTTI, A. 2013. The role of auxin in shaping shoot architecture. J Expt Bot 64:2593-08.
4. GLICK, B.R. 2014. Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the world. Microbiol Res. 169:30-39.
5. KANO, M., INUKAI, Y., KITANO, H., YAMAUCHI, A. 2011. Root plasticity as the key root trait for adaptation to various intensities of drought stress in rice. Plant Soil 342:117-128.
6. KANO-NAKATA, M., INUKAI, Y., WADE, L.J., SIOPONGCO, J.D.L.C., YAMAUCHI, A. 2011. Root development and water uptake, and shoot dry matter production under water deficit conditions in two CSSLs of rice: Functional roles of root plasticity. Plant Prod Sci 14:329-339.

7. MANOJ, K., WANI, S.P. 2016. Rhizobacterial-plant interactions: Strategies ensuring plant growth promotion under drought and salinity stress. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 231:68–78.
8. MAYAK, S., TIROSH, T., GLICK, B.R. 2004. Plant growth promoting bacteria that confer resistance to water stress in tomatoes and peppers. *Plant Sci* 166:525-530.
9. PATTEN, C.L., GLICK, B.R. 2002. Role of *Pseudomonas putida* indoleacetic acid in development of the host plant root system. *Appl Environ Microbiol* 68:3795-3801.
10. PURWANTO, I., AGUSTONO, T., MUJIONO, T., WIDIATMOKO, T., WIDJONARKO, B.R. The Effect of plant growth promotion rhizobacteria inoculation to agronomic traits of aromatic rice (*Oryza sativa*). *Earth and Environmental Science* 255 (2019) 012023 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/255/1/012023.
11. SCHACHTMAN, D.P., REID, R.J., AYLING, S.M. 1998. Phosphorus uptake by plants: From soil to cell. *Plant Physiology* 116:447–453.
12. TENNANT, D. 1975. A Test of a Modified Line Intersect Method of Estimating Root Length. *Journal of Ecology* 63, 3:995-1001.
13. TRAN, T.T., KANO-NAKATA, M., SURALTA, R.R., MENGE, D., MITSUYA, S., INUKAI, Y., YAMAUCHI, A. 2015. Root plasticity and its functional roles were triggered by water deficit but not by the resulting changes in the forms of soil N in rice. *Plant Soil* 386:65-76.
14. VANCE, C.P., UHDE-STONE, C., ALLAN, D.L. 2003. Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist* 157:423–447.