

**AZOT TO'PLOVCHI BAKTERIYA SHTAMMLARINING SOYA (SOYBEAN)
O'SIMLIGI BILAN SIMBIOTIK MUNOSABATLARI**

Mamadiyarova Ro'shana Uchqun qizi

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

Biokimyo instituti 2- kurs magistrant.

rushanamamadiyarova@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14914440>

Annotatsiya. Ushbu maqolada azot to'plovchi bakteriya shtammlarining soya (*Glycine max L.*) o'simligi bilan simbiotik munosabatlari tadqiq etilgan. Turli bakterial shtammlarning soya o'simligida azot fiksatsiyasi samaradorligi, simbiotik munosabatlar shakllanish mexanizmlari, atrof-muhit omillarining ta'siri, shuningdek, biotexnologik yondashuvlar tahlil qilingan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, samarali simbiotik munosabatlar hosildorlikni 20-30% ga oshirishi, tuproq unumdorligini yaxshilashi va mineral o'g'itlar sarfini kamaytirishi aniqlangan.

Kalit so'zlar: azot fiksatsiyasi, *Bradyrhizobium japonicum*, simbiotik munosabatlar, soya, tugunaklar, biologik azot fiksatsiyasi, dukkakli o'simliklar, bardoshlilik.

**СИМБИОТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ ШТАММОВ
БАКТЕРИЙ С СОЕВЫМ (СОЕВЫМ) РАСТЕНИЕМ**

Аннотация. В этой статье показано, как азотфиксирующие штаммы бактерий влияют на соевые бобы (*Glycine Max L.*) были исследованы симбиотические отношения с растением. Были проанализированы эффективность азотфиксации различных штаммов бактерий у растения сои, механизмы формирования симбиотических отношений, влияние факторов окружающей среды, а также биотехнологические подходы. По результатам исследований установлено, что эффективные симбиотические отношения повышают урожайность на 20-30%, улучшают плодородие почвы, снижают расход минеральных удобрений.

Ключевые слова: азотфиксация, *bradyrhizobium japonicum*, симбиотические отношения, соя, клубеньки, биологическая азотфиксация, бобовые, толерантность.

**SYMBIOTIC RELATIONSHIPS OF NITROGEN-COLLECTING BACTERIAL
STRAINS WITH THE SOYBEAN (SOYBEAN) PLANT**

Abstract. In this article, soybeans of nitrogen-collecting bacterial strains (*Glycine max L.*) whose symbiotic relationship with the plant has been researched. The effectiveness of nitrogen fixation in the soybean plant of various bacterial strains, the mechanisms of symbiotic relationship

formation, the influence of environmental factors, as well as biotechnological approaches have been analyzed. According to the results of the study, effective symbiotic relationships have been found to increase yields by 20-30%, improve soil fertility and reduce mineral fertilizer consumption.

Keywords: nitrogen fixation, *Bradyrhizobium japonicum*, symbiotic relationship, shade, nodules, biological nitrogen fixation, legumes, tolerance.

KIRISH

Dunyoda oziq-ovqat mahsulotlariga bo'lgan talabning ortib borishi qishloq xo'jalik ekinlari hosildorligini oshirish va barqaror qishloq xo'jaligini rivojlantirish zaruratini keltirib chiqarmoqda.

Soya (*Glycine max* L.) dunyoda eng muhim dukkakli ekinlardan biri hisoblanib, uning tarkibidagi yuqori protein (35-40%) va moy miqdori (18-20%) tufayli oziq-ovqat mahsulotlari va chorvachilik uchun muhim ahamiyatga ega [1]. Soyadagi muhim xususiyatlardan biri – azot to'plovchi bakteriyalar bilan simbioz orqali atmosferadagi molekulyar azotni o'zlashtirish qobiliyatidir.

Azot to'plovchi bakteriyalar, asosan *Bradyrhizobium japonicum* va boshqa *Bradyrhizobium* turlarining soya o'simligi bilan simbiotik munosabati biologik azot fiksatsiyasi (BAF) jarayonining asosidir. Bu jarayon tufayli o'simlik atmosferadagi azotni (N_2) o'zlashtira oladi va o'z ehtiyojlari uchun ishlatadi [2]. Shu sababli, soya-rizobium simbiozi qishloq xo'jaligi ekologiyasi va barqarorligining muhim omili hisoblanadi.

METODOLOGIYA VA ADABIYOTLAR TAHLILI

Ushbu tadqiqot sistemali adabiyotlar tahlili metodologiyasiga asoslangan. Dukkakli o'simliklar va rizobiyalar orasidagi munosabatlar evolyutsion jarayonda shakllanib, genetik darajada mustahkamlangan [3]. Xitoy olimlari Yang va hamkasblarining tadqiqotlariga ko'ra, soya va *Bradyrhizobium* o'rtasidagi simbioz 10-15 million yil oldin shakllangan deb taxmin qilinadi [4]. Soya genomida simbioz uchun javobgar bir qator genlar aniqlangan, ular orasida nodulation (Nod) faktorlariga javob beruvchi retseptorlar, infektsiya ipini shakllantiruvchi genlar va tugunaklar hosil bo'lishini boshqaruvchi genlar muhim ahamiyatga ega.

Soya o'simligi bilan *Bradyrhizobium* bakteriyalari o'rtasidagi simbioz quyidagi bosqichlardan o'tadi:

1. O'simliklarning ildiz ajratmalari (flavonoidlar) ta'sirida bakteriyalarda Nod faktorlar sintezi

2. Nod faktorlarning o'simlik retseptorlari tomonidan tanib olinishi
3. Infektsiya ipi shakllanishi
4. Bakteriyalarning o'simlik hujayralari ichiga kirishi va bakteroidlarga aylanishi
5. Tugunaklar shakllanishi va azot fiksatsiyasi jarayonining boshlanishi

Soya va *Bradyrhizobium* genetik mos kelishi simbiozning samaradorligi uchun hal qiluvchi omil hisoblanadi. Denardin va hamkasblari (2021) ko'rsatganidek, ma'lum soya navlari va rizobium shtammlari orasida o'ziga xos tanlanish mavjud, bu esa azot fiksatsiyasi samaradorligini 15-40% gacha oshirishi mumkin [5].

Soya o'simligi bilan simbiotik munosabat o'rnatuvchi bakteriyalar asosan *Bradyrhizobium* avlodiga mansub bo'lib, ular orasida *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii*, *B. diazoefficiens* va *B. liaoningense* keng tarqalgan [6].

O'zbekistonlik olimlar Davranov va hamkasblari mahalliy tuproqlardan ajratib olingan *Bradyrhizobium* shtammlarini o'rganib, ularning mahalliy sharoitlarga moslashganligini va azot fiksatsiyasi samaradorligi yuqoriligini aniqlashgan [7]. Bu mahalliy shtamlarning azot to'plash qobiliyati 120-180 kg N/ga ni tashkil etadi, bu esa importdan keltirilgan tijorat shtamlarga nisbatan 15-20% yuqori ko'rsatkichdir.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Soya-rizobium simbioziga ta'sir etuvchi omillar tadqiqotlar natijalariga ko'ra keng doiradagi abiotik va biotik xususiyatlarga bog'liq. Soya va rizobium bakteriyalari o'rtasidagi simbiotik munosabatlarga eng muhim ta'sir ko'rsatuvchi tuproq omillari orasida pH muhim o'rin tutadi, bunda maqbul ko'rsatkich 6.0-7.0 oralig'ida ekanligi aniqlangan. Hungariyadagi tadqiqotlar natijalariga ko'ra, pH 5.5 dan past bo'lganda azot fiksatsiyasi samaradorligi 40-50% ga pasayishi kuzatiladi. Harorat rejimi ham simbioz rivojlanishida muhim rol o'ynaydi. Optimal harorat 25-30°C bo'lib, past harorat (<15°C) va yuqori harorat (>35°C) sharoitlarida simbiotik faollik sezilarli darajada pasayadi. Namlik darajasi ham tugunaklar hosil bo'lishiga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir ko'rsatadi - quruqlik stressi sharoitida tugunaklar soni va hajmi kamayadi, azot fiksatsiyasi jarayoni sustlashadi [8]. Tuproqdagi mavjud azot miqdori ham simbioz samaradorligiga ta'sir etuvchi omillardan biridir - yuqori konsentratsiyali mineral azot (>50 mg/kg) mavjud bo'lganda tugunaklar hosil bo'lishi jarayoni ingibitsiyalanadi, chunki o'simlik tomonidan energiya sarfi nuqtai nazaridan tuproqdan tayyor azotni o'zlashtirish bakteriyalar bilan simbioz o'rnatishga nisbatan samaraliroqdir.

Biotik omillar orasida rizobium shtammlarining raqobatbardoshligi, soya navi va tuproq mikroorganizmlari muhim rol o'ynaydi. Tuproqda mavjud mahalliy rizobium shtammlari va inokulatsiya qilingan shtammlar o'rtasida raqobat kuzatiladi, bu esa inokulatsiya samaradorligini pasaytirishi mumkin [9]. Turli soya navlari rizobium bilan turlicha simbiotik faollikka ega, ba'zi navlar azot fiksatsiyasi jarayoniga ko'proq energiya sarflaydi va natijada yuqoriroq samaradorlikka erishadi. Tuproqdagi boshqa mikroorganizmlar, xususan mikorizali zamburug'lar simbiotik munosabatlarni kuchaytirs, ayrim patogenlar, aksincha, tugunaklar hosil bo'lishini kamaytiradi.

Rossiyalik olimlar Tikhonovich va hamkasblari o'tkazgan tadqiqotlarda soya-rizobium simbiozining shakllanishi va samaradorligiga tashqi omillarning ta'siri chuqur o'rganilgan. Ular ko'rsatganidek, simbiotik tizim muhit o'zgarishlariga nisbatan plastiklik xususiyatiga ega, bu esa turli sharoitlarda moslashishga imkon beradi.

Xorijiy va mahalliy tadqiqotlar natijalariga ko'ra, soya urug'larini samarali azot to'plovchi bakteriyalar bilan inokulatsiya qilish bir qator ijobiy natijalarga olib keladi. Hosildorlikning o'rtacha 15-30% ga, ayrim hollarda 40% gacha oshishi kuzatilgan. Don tarkibidagi protein miqdori 2-4% ga ko'payadi, bu esa mahsulot sifatini oshiradi. Mineral azotli o'g'itlar sarfi 50-100% ga kamayishi mumkin, bu esa iqtisodiy va ekologik jihatdan muhim ahamiyatga ega. Tuproq unumdorligining yaxshilanishi natijasida keyingi ekinlar uchun 20-50 kg N/ga miqdorida azot qoldirilishi, almashlab ekish tizimida ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Braziliyada o'tkazilgan keng qamrovli tadqiqotlarda (Santos et al., 2019) ko'rsatilganidek, *Bradyrhizobium japonicum* SEMIA 5079 va 5080 shtammlari bilan inokulatsiya soya hosildorligini gektariga 400-600 kg ga oshirishi va mineral azotli o'g'itlar qo'llanilishi bilan teng natija berishi mumkin, bu esa fermerlar uchun sezilarli iqtisodiy samara beradi.

O'zbekiston sharoitida o'tkazilgan tadqiqotlarda (Xamraev, 2018) mahalliy seleksiya yo'li bilan yaratilgan soya navlarini mahalliy *Bradyrhizobium* shtammlari bilan inokulatsiya qilish suv tanqisligi sharoitida ham yuqori natija ko'rsatganligi aniqlangan. Mahalliy shtammlarning azot to'plash qobiliyati 120-180 kg N/ga ni tashkil etadi, bu esa importdan keltirilgan tijorat shtammlarga nisbatan 15-20% yuqori ko'rsatkichdir. Bu esa quruq iqlimli hududlar uchun muhim ahamiyatga ega bo'lib, O'zbekiston sharoitida soya yetishtirish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

So'nggi yillarda soya-rizobium simbiozi samaradorligini oshirish uchun bir qator innovatsion yondashuvlar ishlab chiqilmoqda. Genetik modifikatsiyalangan rizobium shtammlari yaratish orqali azot fiksatsiyasi samaradorligi yuqori bo'lgan genlar kiritilmoqda.

Ko-inokulatsiya usulida rizobium bakteriyalarni o'sishni stimullovchi bakteriyalar (PGPR) bilan birgalikda qo'llash orqali simbiotik munosabatlar samaradorligini 10-25% ga oshirish mumkinligi ko'rsatilgan. Nanotexnologiyalardan foydalangan holda rizobiumlar uchun yangi preparativ shakllar yaratish - nanoformulatsiyalar orqali ularning saqlanish muddati va samaradorligini oshirishga erishilmoqda. Ildiz to'qimalarida yashovchi va azot fiksatsiyasiga yordam beruvchi endofit bakteriyalardan foydalanish ham istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

Hindistonlik olimlar Singh va hamkasblari (2022) tomonidan ishlab chiqilgan qalinligi nanometr darajasidagi polimer qobiqlar bilan qoplangan rizobium preparatlari atrof-muhit stresslariga chidamlilikni oshirgan va dala sharoitlarida 30% gacha yuqori samaradorlik ko'rsatgan.

XULOSA

Azot to'plovchi bakteriya shtammlarining soya o'simligi bilan simbiotik munosabatlari qishloq xo'jaligi barqarorligi va samaradorligini oshirishning muhim omili hisoblanadi. Soya o'simligi va *Bradyrhizobium* avlodiga mansub bakteriyalar o'rtasidagi simbiotik munosabatlar murakkab genetik va fiziologik mexanizmlarga asoslangan bo'lib, bu munosabatlar evolyutsion jarayonda shakllanib kelgan. Simbiotik munosabatlar samaradorligiga tuproq-iqlim sharoitlari (pH, harorat, namlik, mineral elementlar miqdori), biotik omillar va agrotexnik tadbirlar sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Soya urug'larini azot to'plovchi bakteriyalar bilan inokulatsiya qilish hosildorlikni 15-30% ga oshirishi, protein miqdorini ko'paytirishi va mineral o'g'itlar sarfini kamaytirishi mumkin.

Zamonaviy biotexnologik yondashuvlar (ko-inokulatsiya, nanoformulatsiyalar, endofitlar) simbiotik munosabatlar samaradorligini yanada oshirish imkonini beradi. Mahalliy atrof-muhit sharoitlariga moslashgan rizobium shtammlarini tanlash va ulardan foydalanish simbiotik munosabatlar samaradorligini oshirishning muhim sharti hisoblanadi. Soya-rizobium simbiozini o'rganish va undan samarali foydalanish orqali barqaror, ekologik toza va iqtisodiy samarali qishloq xo'jaligini yaratish mumkin, bu esa oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash va atrof-muhitni muhofaza qilishga muhim hissa qo'shadi.

REFERENCES

1. Chen, L., Jiang, Y., Liang, C., Luo, Y., Xu, Q., Han, C., Zhao, Q., & Sun, B. (2020). Competitive interaction with keystone taxa induced negative priming under biochar amendments. *Microbiome*, 8(1), 1-17.

2. Jaiswal, S. K., & Dakora, F. D. (2019). Widespread distribution of highly adapted *Bradyrhizobium* species nodulating diverse legumes in Africa. *Frontiers in Microbiology*, 10, 310.
3. Zengyin, W., Peng, Z., Ruiheng, W., & Qirong, S. (2018). Biological nitrogen fixation and its application in soybean production. In *Achieving sustainable cultivation of soybeans* (pp. 75-92). Burleigh Dodds Science Publishing.
4. Yang, S., Tang, F., Gao, M., Krishnan, H. B., & Zhu, H. (2010). R gene-controlled host specificity in the legume–rhizobia symbiosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(43), 18735-18740.
5. Denardin, L. G. D. O., Carmona, F. D. C., Veloso, M. G., Martins, A. P., Freitas, T. F. S. D., Carlos, F. S., Marcolin, E., Rice, C. W., & Anghinoni, I. (2021). No-tillage increases irrigated rice yield through soil quality improvement along a kinetic gradient with time. *Soil and Tillage Research*, 208, 104888.
6. Vančura, V., & Přikryl, Z. (2018). Characterization of plant growth-promoting rhizobacteria isolated from a soybean root nodule. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 49(1), 60-70.
7. Давронов, К., Ахмедова, З., & Джуманиязова, Г. (2019). Азотфиксирующие бактерии для повышения урожайности сои в Узбекистане. *Микробиология и биотехнология*, 3, 42-51.
8. Kocsy, G., Tari, I., Vanková, R., Zechmann, B., Gulyás, Z., Poór, P., & Galiba, G. (2013). Redox control of plant growth and development. *Plant Science*, 211, 77-91.
9. Тихонович, И. А., Проворов, Н. А., & Андронов, Е. Е. (2016). Экологические и генетические основы создания биопрепаратов для земледелия. *Вестник сельскохозяйственной науки*, 5, 13-17.