



UDK: 579.64

**Ma'rufbek ISOQULOV,**  
*O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Mikrobiologiya instituti tayanch doktoranti*  
E-mail: isaqulovmarufbek@gmail.com  
**Husniddin KARIMOV,**  
*O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Mikrobiologiya instituti katta ilmiy xodimi, PhD*  
**Zoir SHAKIROV,**  
*O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Mikrobiologiya instituti professori, b.f.d*  
**Xurshida HAMIDOVA,**  
*O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Mikrobiologiya instituti katta ilmiy xodimi, b.f.n*

*O'zMU Biologiya fakulteti kafedra mudiri (PhD) Sh. Qo'ziyev taqrizi asosida*

## BIOLOGICAL RESTORATION OF SALINE SOILS: STATUS AND PROSPECTS

Annotation

This analytical article analyzes the role of microorganisms characteristic of halophytic plants living in saline soils, in particular rhizosphere and endophytic bacteria, in plant growth and increasing soil fertility. Phytohormone production of bacteria, provision of bioavailable forms of nutrients, as well as the contribution of bacteria to induced resistance against salt stress are covered based on modern scientific sources. The article also discusses the prospects of creating environmentally friendly biofertilizers based on halophyte-compatible microbes.

**Key words:** Soil salinity, plant productivity, rhizosphere, halophilic microorganisms, plant-bacteria relations.

## БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация

В аналитической статье анализируется роль микроорганизмов, характерных для галофитных растений, обитающих на засоленных почвах, в частности ризосферных и эндофитных бактерий, в росте растений и повышении плодородия почвы. Производство фитогормонов бактериями, обеспечение биодоступными формами питательных веществ, а также вклад бактерий в индуцированную устойчивость к солевому стрессу освещены на основе современных научных источников. Также в статье рассматриваются перспективы создания экологически чистых биоудобрений на основе галофит-совместимых микробов.

**Ключевые слова:** Засоление почв, продуктивность растений, ризосфера, галофильные микроорганизмы, растительно-бактериальные отношения.

## SHO'RLANGAN TUPROQLARNING BIOLOGIK TIKLANISHI: HOLAT VA ISTIQBOLLAR

Annotatsiya

Mazkur tahliliy maqolada sho'r tuproqlarda yashovchi galofit o'simliklarga xos bo'lgan mikroorganizmlar, xususan, rizosfera va endofit bakteriyalarining o'simlik o'sishidagi va tuproq unumdorligini oshirishdagi roli tahlil qilinadi. Bakteriyalarning fitogormon ishlab chiqarishi, ozuqa moddalarining biotayyor shakllarini taqdim etishi, shuningdek, sho'r stressga qarshi induksiya qilingan chidamlilikka qo'shadigan hissasini zamonaviy ilmiy manbalar asosida yoritilgan. Maqolada galofitga mos mikroblar asosida ekologik toza bioo'g'itlar yaratish istiqbollari ham muhokama qilinadi.

**Kalit so'zlar:** Tuproq sho'rlanishi, o'simlik hosildorligi, rizosfera, galofil mikroorganizmlar, o'simlik-bakteriya munosabatlari.

**Kirish.** Bugungi kunda qishloq xo'jaligi tuproqlarining eng jiddiy muammolaridan biri bu biotik va abiotik omillar ta'sirda vujudga keluvchi sho'rlanishdir. So'nggi yillarda pestitsidlar va kimyoviy o'g'itlar kabi qishloq xo'jaligi amaliyotlarining ko'payishi tufayli tuproq keng miqyosida degradatsiyaga uchradi va biologik xilma-xillikning yo'qolishi, suvni ushlab turish va biogeokimyoviy jarayonlarning buzilishi tufayli unumdorlikning pasayishiga olib kelmoqda.

Yer yuzi aholisi soni ortib, oziq-ovqat manbalariga bo'lgan talab yuqorilagan bir vaqtda tuproqning sho'rlanishi dunyo bo'ylab qishloq xo'jaligi mahsulotlari ishlab chiqarish miqdorini kamayishiga sezilarli darajada ta'sir etib kelmoqda. Tuproqning sho'rlanishi o'simliklarning o'sib rivojlanishiga ta'sir qilib hosildorligini kamaytiradi, turli abiotik-biotik stresslarga sezgirlikni oshiradi.

Sug'oriladigan yerlarning sho'rlanishi alohida o'rin tutadi, chunki bu sug'oriladigan yerlar dunyo aholisining oziq-ovqatga bo'lgan talabini deyarli yarmini ta'minlaydi. Qolaversa o'sib borayotgan aholi uchun oziq-ovqatga bo'lgan global talabning oshishi sho'rlangan tuproqlarda ham ekinlar yetishtirishni jahon hamjamiyati oldida asosiy maqsad qilib qo'yadi.

Oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi tashkiloti (FAO) ma'lumotlariga tayanib aytish mumkinki, dunyo bo'ylab taxminan 1 milliard gektar yer sho'rlanishga uchragan, shundan qariyb 20 % sug'oriladigan maydonlarga to'g'ri keladi. Bu qishloq xo'jaligining hosildorligiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Sho'rlangan tuproq sharoiti hosildorlikni 20 dan 50 foizgacha kamayishiga sabab bo'lmoqda. Sho'rlanishning kuchli darajasini ortishi esa tuproqning butunlay foydalanishga yaroqsiz holatga olib keladi, natijada esa oziq-ovqat ta'minotining sezilarli darajada kamayishi namoyon bo'ladi <https://www.fao.org/home/en>.

**Asosiy qism:**

### 1. Galofit o'simliklarning sho'rlangan tuproqlarga moslashish mexanizmlari.

Sho'rlanish stressi o'simliklarning sog'lom o'sib rivojlanishiga, hosildorligiga, salbiy ta'sir qiladi, shuningdek don hosil qilish uchun mavjud energiyani cheklaydi. Bu assimilyatsiya jarayonini keskin sekinlashishiga olib keladi, bu esa donni to'ldirish uchun ajratilgan resurslarning kamayishiga va don hosildorligining keskin pasayishiga olib keladi. Shuningdek, sho'rlanish oksidlovchi stressni keltirib chiqaradi, bu hujayra tuzilmalariga zarar yetkazishiga sabab bo'ladi [1].

Sho'rlangan tuproqlarda o'sadigan o'simliklar sho'rlanish sharoitiga o'simlik to'qimalarining tashqi yuzasida yoki ichki qismida tuzlarni chiqarish xususiyatlari, suvli barglari yoki poyalari bo'lishi, yoki ildizlarning parenximali qismlarida tuzlarni saqlash kabi usullarda moslashgan [2, 3].

Galofitlarda tuzga chidamlilik uchun ion gomeostazini taminlab va o'z hujayralarini yuqori sho'rlanish ta'siridan himoya qilishga yordam beradigan quyidagi usullari ham mavjud:

- Galofitlar o'simliklar atrofda tuproq yoki suvdan natriy ionlarining ( $\text{Na}^+$ ) o'zlashtirilishini kamaytirish usullarini ishlab chiqishi ( $\text{Na}^+$  oqimining kamayishi). Ularning hujayralarida natriy ionlarining to'planishini oldini olish orqali ular tuz bilan bog'liq zararlardan omon qolishi mumkin [4, 5].

- Galofitlarda ortiqcha natriy ionlarini saqlash va ajratish mumkin bo'lgan vakuolalar mavjud bo'lib sitoplazmadagi natriy ionlari kontsentratsiyasini saqlab qolishga yordam beradi, bu esa yuqori sho'rlanish sharoitlari yuzaga kelganida hujayra salomatligi uchun juda muhimdir [4, 5].

- Ba'zi galofitlar o'zlarining to'qimalaridan natriy ionlarini faol ravishda chiqaradigan tuz bezlari yoki natriy ionlarini chiqarib tashlash uchun ayirish mahsulotlarini saqlaydigan maxsus pufak ishlab chiqaradilar [3].

O'simliklar fotosintez jarayonida xloroplastlarda hosil bo'ladigan hamda aerob metabolizmining asosiy jihati bo'lgan reaktiv kislorod turini gomeostaz holda bo'lishi hamda ushbu gomeostaz holatni nazorat qilishda antioksidant ta'sirni kuchaytirish sho'rlanish stressiga moslashishning muhim mexanizmlaridan biri hisoblandi. O'simliklarning antioksidant himoya tizimlariga turli xil hujayra bo'linmalarida tarqalgan birikmalar va fermentlarni o'z ichiga olgan fermentativ bo'lmagan va fermentativ tizimlar kiradi. Ikkala tizimning sinergik ta'siri ko'plab galofitlar uchun sho'rlanish stressi ostida antioksidant ta'sirni kuchaytirish uchun javobgardir [6]. Antioksidant mudofaaning fermentativ tarkibiy qismlariga superoksid dismutazalar, katalazalar, peroksidazalar va reduktazalar kiradi. Asosiy fermentativ bo'lmagan komponentlar askorbat, glutation, tokoferol, fenolik, flavonoid va karotenoid birikmalaridir [7, 3].

### 1.2. Galofit o'simliklar rivojlanishida mikroorganizmlarning o'rni.

Turli xil sho'rlangan tuproqlarda o'simlik mikroorganizmlarining tarkibi va xilma-xilligi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar o'simliklarni tiklash va ekologik rekonstruksiya qilishda katta ahamiyatga ega bo'lgan muhim mikroorganizmlar funksional guruhlari yoki funksional potentsialni aniqlashda yordam beradi [8].

Ko'pgina tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, o'simliklarning sho'rlanishga, sovuqqa va qurg'oqchilikka chidamliligi o'simlik genomining o'zidan kelib chiqmaydi, balki rizosfera mikroorganizmlari, masalan, mikorizal zamburug'lar, rizobiya va dukkakli bo'lmagan foydali mikroorganizmlar ham mezbon o'simliklarning stressni yengish qobiliyatiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi [9]. O'simliklar rizosfera tuprog'iga bioaktiv moddalarni faol ravishda ajratib, rizosferada yashash uchun foydali mikroorganizmlarni jalb qilishi mumkin, shu bilan rizosfera mikrobiomasining turlari va miqdoriga ta'sir qiladi [10]. O'simliklar mikroorganizmlar o'zaro ta'siri, agar ular o'simliklarning omon qolishini, oziqlanish holatini va hosildorlikni yaxshilasa, ijobiy bo'ladi va o'simliklar o'sishini kamaytirsalar, ular salbiy bo'ladi. Tuproq unumdorligi mikroorganizmlar va o'simliklar muvozanati bilan uzviy bog'liqdir [11].

Quyida galofit o'simliklar rivojlanishida mikroorganizmlarning bilvosita va bevosita ta'sir mexanizmlari keltirib o'tilgan [12, 13, 14, 15, 16].

1. Reaktiv kislorod turlarini yo'q qiladigan va o'simliklarni sho'rlanishdan himoya qiluvchi superoksid dismutaza, peroksidaza va katalaza kabi fermentlarning faolligini tartibga solish orqali o'simliklarning antioksidant himoya mexanizmini faollashtirish.

2. Atmosfera azotini fiksatsiya qilish, P va K kabi ozuqa moddalarini eritish yoki Fe ni qabul qilishni yaxshilaydigan sideroforlarni ishlab chiqarish orqali o'simliklarning oziqlanishini yaxshilash.

3.  $\text{Na}^+$  va  $\text{Cl}^-$  kabi zaharli ionlarning to'planishini kamaytirishi mumkin bo'lgan yuqori  $\text{K}^+ : \text{Na}^+$  nisbatini saqlab qolish uchun selektiv ionlarni qabul qilishni oshirish orqali bakteriya osmotik bosimini saqlab qoladi.

4. Bu kationni ildizlarda mustahkamlaydigan barglar va o'simlikning qolgan qismiga o'tishiga to'sqinlik qiluvchi ekzopolisaxaridlarni chiqarish orqali o'simlikda  $\text{Na}^+$  to'planishini kamaytirish; galobakteriyalar tomonidan ishlab chiqarilgan ekzopolisaxaridlar ham tuproq agregatsiyasini rag'batlantirish orqali tuproq tuzilishini yaxshilaydi.

5. Sho'rlanish tufayli o'simliklarda etelin miqdori ortganda ACC ishlab chiqaruvchi bakteriyalar bilan normallashtirish.

6. Ildizlarning tuzilishi va morfologiyasini o'zgartirish, shu bilan tuproqdan ozuqa moddalari va suv olishini osonlashtiradi.

7. Hujayra ichidagi osmotik stressni kamaytirish uchun glutamat va prolin kabi aminokislotalarni, karnitin, glitsin va betain kabi aminlarni va saxaroza va trigaloza kabi shakarlarni to'plash.

8. Stomatal o'tkazuvchanlik (transpiratsiya) va fotosintetik faollikni oshirish.

9. O'simliklarda stressga javob beruvchi genlarni faollashtirish va tartibga solish.

10. HCN va biofilm ishlab chiqarish.

### 1.3. Galofit o'simliklar va mikroorganizmlarning o'zaro munosabati.

Turli xil galofit o'simliklardan ajratib olingan bakteriyalar qishloq xo'jaligida oziq-ovqat sifatida foydalaniladigan o'simliklarni sho'rlanish sharoitida o'sib-rivojlanishi va hosildorligini oshirishda bir qancha usullar bilan ta'sir qiladi.

Xitoyning shimoli-g'arbiy qismidagi Gurbanunggut cho'lidagi galofit o'simliklaridan ajratilgan *Micrococcus yunnanensis*, *Planococcus rifietoensis*, *Variovorax paradoxus* kabi bakteriyalar qand lavlagi (*Beta vulgaris* L) o'simligi uchun ACC-deaminaza faolligi, fosfatning eruvchanligi va sideroforlar va indol-sirka kislotasi (IAA) ishlab chiqarish kabi xususiyatlarni namoyon qildi [17]. Sharqiy Tunis qirg'og'ining markaziy qismida o'sadigan galofit o'simliklardan ajratib olingan *B. velenzensis*, *B. subtilis* subsp. *Spizizenii* kabi bakteriyalar Pomidor (*Solanum lycopersicum*) o'simligi uchun tuzli stressda siderofor ishlab chiqarish, biofilm hosil qilish, ekzopolisaxaridlarni ishlab chiqarish, fosfat eruvchanligi va proteaza va lipaza faolligini namoyon qildi [18]. *Enterobacter hormaechei*, *Citrobacter braakii*, *Pseudomonas putida*, *Erwinia iniecta*, *Pantoea agglomerans* kabi mikroorganizmlar Sholi (*Olyza sativa*) o'simligi rizosfera zonasidagi  $\text{K}^+$  ionlari to'planishini oshiradi, shuning

uchun o'simlik to'qimalarida sitoplazmatik  $K^+$  /  $Na^+$  nisbatini saqlab qolish va kaliyni olishni kuchaytirish orqali sho'rlanish sharoitida o'sishni yaxshilaydi [19, 16]. Suli (*Vena sativa*) o'simligi ekilgan sho'rlangan tuproqlarga *Klebsiella sp.* bakteriyasidan tayyorlangan bioo'g'it qo'llanilganda IAA ishlab chiqarish va ACC-deaminaza faolligi, o'simlik ildizi uzunligi ildiz quruq vazni va nisbiy suv miqori ortdi. Prolin miqdori, elektrolitlar yo'qolishi, kurtaklardagi malondialdegid miqdori va antioksidant ferment faolligi sezilarli darajada kamaydi [20]. No'xat (*Cicer arietinum*) ekilgan sho'rlangan sharoitli dalalarga *Planococcus rifietoensis* bakteriya bilan ishlov berilganda EPS va biofilm ishlab chiqarishi orqali tuz stressidan (200 mM) himoya qiladi [21]. *Arthrobacter Nitroguajacolicus* bakteriyasi bilan sho'rlangan sharoitda bug'doy (*Triticum*) o'simligiga ishlov berilganda IAA, ACC, flavonoid, stilbenoid, terpenoidlar va sitoxrom P450 genlarini ko'tarish orqali tuz stressi ostida bug'doy o'sishini yaxshiladi [22]. Pohang sohilidagi (Koreya) qumtepalliklarida o'sadigan *Artemisia princeps*, *Chenochloa crusgalli*, *Oenothera biennis* kabi galofit o'simliklaridan ajratilgan *Arthrobacter woluwensis*, *Microbacterium oxydans*, *Arthrobacter aureus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus aryabhattai* bakteriyalari soya (*Glycine max* L) o'simligi uchun fosfatni eritish, IAA, gibberellinlar va sideroforlarni ishlab chiqarish, superoksid dismutaza va glutamin peroksidaza darajalari oshirdi,  $K^+$  so'rilishi yaxshilandi (25,56%) va  $Na^+$  konsentratsiyasi (31%) kamaydi. Xlorofil miqdori (63,24%) oshirdi va o'simlikning barcha organlari o'sish ko'rsatkichlari oshdi [23]. *Bacillus subtilis* bilan ishlov berilgan tuproqlarda baqlajon (*Solanum melongena*) va kungaboqar (*Helianthus annuus*) da xlorofil miqdorini oshirib o'simlikni tuz stresidan himoya qiladi [24, 25] va fosfat birikmalarini eruvchan holatga o'tkazib tuproq unumdorligini oshiradi [26]. *Agrobacterium* va *Raoultella* Ismaloq (*Tetragonia tetragonioides*) o'simligini tuzli stress ostida IAA, HCN va ACC ishlab chiqarishni va o'simlikning yaxshilangan o'sishini ko'rsatdi [27].

**Xulosa.** Yuqori bug'lanish, kam yog'ingarchilik, yer osti suvlarining yuqori darajasi, ortiqcha o'g'itlarni qo'llash va noto'g'ri sug'orish amaliyotlari yer sho'rlanishining asosiy sabablari hisoblanadi. Qishloq xo'jaligi mahsulotlari ishlab chiqarishda ekin maydonlariga talab ortib borayotganligi sababli, sho'rlangan yerlar noyob yer resursi sifatida muhim ahamiyat kasb etadi. Yuqoridagi ilmiy adabiyotlar tahlillardan kelib chiqib, galofit o'simliklarga xos rizosfera va endofit bakteriyalari sho'r tuproqlarda o'simliklarning yashovchanligi va o'sishini ta'minlashda muhim ekologik va agrobiologik ahamiyatga ega ekani aniqlanadi. Ushbu mikroorganizmlar tuproqning fizik-kimyoviy xossalari yaxshilash, ozuqa moddalarning o'zlashtirilishini kuchaytirish va o'simliklarda stressga chidamlilikni oshirish orqali sho'rlangan yerlar unumdorligini tiklashda katta salohiyatga ega. Kelgusida bu mikroorganizmlarga asoslangan bioo'g'itlar ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish barqaror qishloq xo'jaligi uchun muhim yo'nalishlardan biri bo'lib qoladi.

#### ADABIYOTLAR

1. Ehtaiwesh A., Sunoj V. J., Djanaguiraman M., Prasad P. V. (2024). Response of winter wheat genotypes to salinity stress under controlled environments. *Front. Plant Sci.* 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1396498/>
2. Kefu, Z.; Hai, F.; Ungar, I.A. Survey of halophyte species in China. *Plant Sci.* 2002, 163, 491–498. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00160-7](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00160-7)
3. Pirasteh-Anosheh, H.; Samadi, M.; Kazemeini, S.A.; Ozturk, M.; Ludwiczak, A.; Piernik, A. ROS Homeostasis and Antioxidants in the Halophytic Plants and Seeds. *Plants* 2023, 12, 3023. <https://doi.org/10.3390/plants12173023>
4. Mishra, A.; Tanna, B. Halophytes: Potential Resources for Salt Stress Tolerance Genes and Promoters. *Front. Plant Sci.* 2017, 8, 829. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00829>
5. Meng, X.; Zhou, J.; Sui, N. Mechanisms of Salt Tolerance in Halophytes: Current Understanding and Recent Advances. *Open Life Sci.* 2018, 13, 149–154. <https://doi.org/10.1515/biol-2018-0020>
6. Reginato, M.; Cenzano, A.M.; Arslan, I.; Furlan, A.; Varela, C.; Cavallin, V.; Papenbrock, J.; Luna, V.  $Na_2SO_4$  and NaCl salts differentially modulate the antioxidant systems in the highly stress tolerant halophyte *Prosopis strombulifera*. *Plant Physiol. Biochem.* 2021, 167, 748–762. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.09.003>
7. Pakar, N.; Pirasteh-Anosheh, H.; Emam, Y.; Pessarakli, M. Barley growth, yield, antioxidant enzymes, and ion accumulation affected by PGRs under salinity stress conditions. *J. Plant Nutr.* 2016, 39, 1372–1379. <https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1143498/>
8. Wang, J.; Yasen, M.; Gong, M. et al. Structural variability in the rhizosphere bacterial communities of three halophytes under different levels of salinity-alkalinity. *Plant Soil* 502, 709–723 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11104-024-06580-3/>
9. Van Zelm E, Chjan YX, Testerink C (2020) O'simliklarning tuzga chidamlilik mexanizmlari. *Annu Rev Plant Biol* 71: 403–433. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050718-100005>
10. Keswani C, Prakash O, Bharti N, Vilchez JI, Sansinenea E, Lally RD, Borriss R, Singhs P, Gupta VK, Fraceto LF, de Lima R, Singh HB (2019) Re-addressing the biosafety issues of plant growth promoting rhizobacteria. *Sci Total Environ* 690:841–852. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.046>
11. Vishwakarma K., Kumar N., Shandilya C., Mohapatra S., Bhayana S., Varma A. (2020). Revisiting plant–microbe interactions and microbial consortia application for enhancing sustainable agriculture: a review. *Front. Microbiol.* 11, 560406. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.560406/>
12. Etesami, H.; Glick, B.R. Halotolerant Plant Growth–Promoting Bacteria: Prospects for Alleviating Salinity Stress in Plants. *Environ. Exp. Bot.* 2020, 178, 104124. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104124>
13. Saghaei, D.; Delangiz, N.; Lajayer, B.A.; Ghorbanpour, M. An Overview on Improvement of Crop Productivity in Saline Soils by Halotolerant and Halophilic PGPRs. *3 Biotech* 2019, 9, 261. <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1799-0>
14. Bhat, M.A.; Kumar, V.; Bhat, M.A.; Wani, I.A.; Dar, F.L.; Farooq, I.; Bhatti, F.; Koser, R.; Rahman, S.; Jan, A.T. Mechanistic Insights of the Interaction of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) With Plant Roots Toward Enhancing Plant Productivity by Alleviating Salinity Stress. *Front. Microbiol.* 2020, 11, 1952. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01952>
15. Otlewska, A.; Migliore, M.; Dybka-Stepień, K.; Manfredini, A.; Struszczyk-Świta, K.; Napoli, R.; Białkowska, A.; Canfora, L.; Pinzari, F. When Salt Meddles Between Plant, Soil, and Microorganisms. *Front. Plant Sci.* 2020, 11, 1429. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.553087>

16. Hernández-Canseco, J.; Bautista-Cruz, A.; Sánchez-Mendoza, S.; Aquino-Bolaños, T.; Sánchez-Medina, P.S. Plant Growth-Promoting Halobacteria and Their Ability to Protect Crops from Abiotic Stress: An Eco-Friendly Alternative for Saline Soils. *Agronomy* **2022**, *12*, 804. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040804>
17. Zhou, N.; Zhao, S.; Tian, C.Y. Effect of Halotolerant Rhizobacteria Isolated from Halophytes on the Growth of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) under Salt Stress. *FEMS Microbiol. Lett.* **2017**, *364*.
18. Masmoudi, F.; Abdelmalek, N.; Tounsi, S.; Dunlap, C.A.; Trigui, M. Abiotic Stress Resistance, Plant Growth Promotion and Antifungal Potential of Halotolerant Bacteria from a Tunisian Solar Saltern. *Microbiol. Res.* **2019**, *229*, 126331 <https://doi.org/10.1016/j.micres.2019.126331>.
19. Nawaz A, Qamar ZU, Marghoob MU, Imtiaz M, Imran A and Mubeen F (2023) Contribution of potassium solubilizing bacteria in improved potassium assimilation and cytosolic K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> ratio in rice (*Oryza sativa* L.) under saline-sodic conditions. *Front. Microbiol.* *14*:1196024. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1196024>.
20. Sapre, S.; Gontia-Mishra, I.; Tiwari, S. *Klebsiella* Sp. Confers Enhanced Tolerance to Salinity and Plant Growth Promotion in Oat Seedlings (*Avena sativa*). *Microbiol. Res.* **2018**, *206*, 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2017.09.009/>
21. Qurashi A. W., Sabri A. N. (2012). Bacterial exopolysaccharide and biofilm formation stimulate chickpea growth and soil aggregation under salt stress. *Braz. J. Microbiol.* *43*, 1183–1191. [10.1590/S1517-838220120003000046](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24031943/) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24031943/>
22. Safdarian M., Askari H., Shariati J. V., Nematzadeh G. (2019). Transcriptional responses of wheat roots inoculated with *Arthrobacter nitroguajacolicus* to salt stress. *Sci. Rep.* *9*:1792. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38398-2>
23. Khan MA, Asaf S, Khan AL, Adhikari A, Jan R, Ali S, Imran M, Kim KM, Lee IJ. Halotolerant Rhizobacterial Strains Mitigate the Adverse Effects of NaCl Stress in Soybean Seedlings. *Biomed Res Int.* **2019** Oct 20. [10.1155/2019/9530963](https://doi.org/10.1155/2019/9530963)
24. Mokabel S., Olama Z., Ali S., El-Dakak R. (2022). The role of plant growth promoting rhizosphere microbiome as alternative biofertilizer in boosting *Solanum melongena* L. Adaptation to salinity stress. *Plants* *11*:659. <https://doi.org/10.3390/plants11050659/>
25. Chaudhary P, Singh S, Chaudhary A, Sharma A, Kumar G. Overview of biofertilizers in crop production and stress management for sustainable agriculture. *Front Plant Sci.* **2022** Aug 23; *13*:930340. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.930340>
26. Jahanshahi S, Moaveni P, Ghaffari M, Mozafari H and Alizadeh B (2024) Physio-biochemical responses of three sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines to phosphate solubilizing bacteria and phosphorous-enriched biochar in saline soils. *Front. Plant Physiol.* *2*:1497753. doi: <https://doi.org/10.3389/fphgy.2024.1497753>
27. Egamberdieva D., Alimov J., Shurigin V., Alaylar B., Wirth S., Bellingrath-Kimura S. D. (2022). Diversity and plant growth-promoting ability of endophytic, halotolerant bacteria associated with *Tetragonia tetragonioides* (Pall.) Kuntze. *Plants*. *11*:49. <https://doi.org/10.3390/plants11010049/>.