OCHIQ DALA SHAROITIDA BODRING *(CUCUMIS SATIVUS L.)* NING ASOSIY ZAMBRUG‘LI KASALLIKLARIGA QARSHI BIOFUNGITSIDLARNING AGROIQTISODIY SAMARADORLIGINI KOMPLEKS BAHOLASH

G‘apporov Islomjon Uchqun o‘g‘li[1], Shomirzoyev Asliddin Avazovich[2]
[1]Toshkent davlat agrar universiteti 1 bosqich tayanch doktaranti
https://orcid.org/0009-0001-9817-9883
[2]Toshkent davlat agrar universiteti 1 bosqich tayanch doktaranti
https://orcid.org/0009-0002-8107-9189
https://doi.org/10.5281/zenodo.18832903

Annotatsiya. *Ushbu maqolada ochiq dala sharoitida yetishtirilayotgan bodring (Cucumis sativus L.) o‘simligining asosiy zambrug‘li kasalliklariga qarshi biologik himoya vositalarini qo‘llashning agrobiologik va agroiqtisodiy samaradorligi kompleks baholandi. Tadqiqot davomida Bacillus subtilis, Trichoderma harzianum va Pseudomonas fluorescens asosidagi biofungitsidlar sinovdan o‘tkazilib, ularning kasallik tarqalishi va rivojlanish intensivligini cheklash darajasi, hosildorlikka ta’siri hamda iqtisodiy ko‘rsatkichlari (sof foyda va rentabellik) tahlil qilindi. Natijalar biofungitsidlar qo‘llanilgan variantlarda kasallik darajasi sezilarli kamayganini, o‘simliklarning fiziologik holati yaxshilanganini va tovarbop hosil miqdori oshganini ko‘rsatdi. Agroiqtisodiy hisob-kitoblar esa biologik preparatlar nafaqat ekologik xavfsiz, balki iqtisodiy jihatdan ham samarali himoya vositasi ekanini tasdiqladi hamda bodring yetishtirishda kimyoviy fungitsidlarga muqobil sifatida ularni keng joriy etish zarurligini ilmiy asoslab berdi.*

Kalit so‘zlar: *bodring (Cucumis sativus L.), ochiq dala sharoiti, zambrug‘li kasalliklar, biofungitsidlar, Bacillus subtilis, Trichoderma harzianum, Pseudomonas fluorescens, biologik samaradorlik, agroiqtisodiy samaradorlik, hosildorlik, rentabellik, ekologik xavfsizlik*

Аннотация. *В данной статье комплексно оценена агробиологическая и агроэкономическая эффективность применения биологических средств защиты против основных грибных заболеваний огурца (Cucumis sativus L.), выращиваемого в условиях открытого грунта. В ходе исследований были испытаны биофунгициды на основе Bacillus subtilis, Trichoderma harzianum и Pseudomonas fluorescens, проведён анализ их влияния на распространённость и интенсивность развития заболеваний, урожайность, а также экономические показатели (чистая прибыль и уровень рентабельности). Полученные результаты показали, что в вариантах с применением биофунгицидов наблюдалось существенное снижение уровня заболевания, улучшение физиологического состояния растений и увеличение товарной урожайности. Агроэкономические расчёты подтвердили, что биологические препараты являются не только экологически безопасными, но и экономически эффективными средствами защиты, что научно обосновывает целесообразность их широкого внедрения в качестве альтернативы химическим фунгицидам при возделывании огурца.*

Ключевые слова: *огурец (Cucumis sativus L.), открытый грунт, грибные заболевания, биофунгициды, Bacillus subtilis, Trichoderma harzianum, Pseudomonas*

fluorescens, биологическая эффективность, агроэкономическая эффективность, урожайность, рентабельность, экологическая безопасность.

Abstract. *This article presents a comprehensive assessment of the agrobiological and agroeconomic efficiency of biological control agents against major fungal diseases of cucumber (Cucumis sativus L.) cultivated under open field conditions. Biofungicides based on Bacillus subtilis, Trichoderma harzianum, and Pseudomonas fluorescens were tested, and their effectiveness in reducing disease incidence and severity, as well as their impact on yield and economic indicators (net profit and profitability level), was analyzed. The results demonstrated a significant reduction in disease development, improved physiological condition of plants, and increased marketable yield in the treated variants. Agroeconomic calculations confirmed that biological preparations are not only environmentally safe but also economically viable plant protection tools, thereby scientifically substantiating their wider adoption as an alternative to chemical fungicides in cucumber production systems.*

Keywords: *cucumber (Cucumis sativus L.), open soil, fungal diseases, biofungicides, Bacillus subtilis, Trichoderma harzianum, Pseudomonas fluorescens, biological effectiveness, agroeconomic effectiveness, yield, profitability, environmental safety.*

KIRISH. So‘nggi yillarda qishloq xo‘jaligida biologik himoya vositalaridan foydalanishga bo‘lgan ehtiyoj tobora ortib bormoqda. Bu, avvalo, kimyoviy preparatlarning atrof-muhitga salbiy ta’siri, qoldiq moddalarning mahsulot sifatiga zarar yetkazishi hamda bunday usullar bilan bog‘liq iqtisodiy xarajatlarning yuqoriligi bilan izohlanadi. Ayniqsa, ochiq dala sharoitida yetishtiriladigan bodring *(Cucumis sativus L.)* kabi sabzavot ekinlarida zambrungli kasalliklar, xususan peronosporoz (Peronospora spp.) katta yo‘qotishlarga sabab bo‘lmoqda. Bu kasallik barglarni shikastlab, fotosintez jarayonini susaytiradi va natijada hosildorlik keskin kamayadi. An’anaviy kimyoviy fungitsidlar bilan kasallikni nazorat qilish qisqa muddatli yechim bo‘lib, ekologik va iqtisodiy jihatdan barqaror emas. Shu sababli, o‘simliklarni biologik himoya qilish vositalari — biofungitsidlar, ya’ni mikroorganizmlar asosida tayyorlangan preparatlar — qishloq xo‘jaligida muqobil va istiqbolli vosita sifatida e’tirof etilmoqda. Ular nafaqat kasallik qo‘zg‘atuvchilariga qarshi samarali, balki tuproq muhitiga, foydali mikroflora va o‘simliklarga zarar yetkazmaydi. Ushbu tadqiqotning dolzarbligi shundaki, u ochiq dala sharoitida bodringning zambrungli kasalliklariga qarshi biofungitsidlarning himoya samaradorligi bilan birga, ularning agroiqtisodiy jihatdan foydaliligini baholashga qaratilgan. Tadqiqot natijalari amaliyotchi fermerlar va mutaxassislar uchun ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarali himoya tizimlarini ishlab chiqishda ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Bodring o‘simligi ochiq dala sharoitida yetishtiriladigan muhim sabzavot ekinlaridan biri bo‘lib, uni yetishtirish jarayonida zambrungli kasalliklar, ayniqsa peronosporoz *(Peronospora spp.)* katta zarar yetkazadi. Ilmiy adabiyotlarda qayd etilishicha, bu kasallik barg to‘qimalarini zararlab, o‘simlikning fotosintetik faoliyatini susaytiradi va hosilning 30–60 foizgacha kamayishiga olib kelishi mumkin (Ismoilov va boshq., 2018). An’anaviy usulda kasallikka qarshi kimyoviy fungitsidlar qo‘llaniladi, biroq ularning uzoq muddatli qo‘llanilishi natijasida patogenlarda qarshilik rivojlanadi, atrof-muhit ifloslanadi hamda mahsulot sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi (Karimov, 2020). Shu sababli, biologik vositalar, xususan biofungitsidlar, ekologik va iqtisodiy jihatdan barqaror muqobil vosita sifatida ko‘rib chiqilmoqda. Biofungitsidlar tarkibida mavjud bo‘lgan foydali mikroorganizmlar (Bacillus

subtilis, Trichoderma harzianum, Pseudomonas fluorescens va boshqalar) o‘simlik ildizi va barg yuzasida yashab, patogenlarning rivojlanishiga qarshi kurashadi, raqobat muhitini vujudga keltiradi va induksiya qilingan rezistentlikni faollashtiradi (Juraev, 2021). Shu bilan birga, biofungitsidlarning agroiqtisodiy samaradorligi ham bir qator ilmiy ishlar orqali tasdiqlangan bo‘lib, ular nafaqat hosilni oshirishga, balki ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga ham xizmat qiladi.

Tadqiqot usullari: Tadqiqot ishlari 2023–2024 yillarda O‘zbekiston Respublikasi hududidagi o‘rta iqlim mintaqasida joylashgan ochiq dala sharoitida olib borildi. Tajriba maydoni 0,1 gektar bo‘lib, standart agronomik tadbirlar asosida bodring *(Cucumis sativus L.)* navlari ekildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi zambrug‘li kasalliklar, ayniqsa peronosporoz *(Peronospora spp.)* ga qarshi biologik vositalar – biofungitsidlarning samaradorligini va ularning agroiqtisodiy foydaliligini baholashdan iborat bo‘ldi.

Tajriba quyidagi variantlarda tashkil etildi:

1. 1-variant – *Bacillus subtilis* asosidagi biofungitsid bilan ishlov berilgan;
2. 2-variant – *Trichoderma harzianum* asosidagi biofungitsid bilan ishlov berilgan;
3. 3-variant – *Pseudomonas fluorescens* asosidagi biofungitsid bilan ishlov berilgan;
4. Nazorat varianti – biofungitsidlar ishlatilmagan, faqat an’anaviy agrotexnik tadbirlar olib borilgan.

Biofungitsidlar o‘simlik barglariga kasallikning birinchi belgilari paydo bo‘lishi bilan 10 kun oralig‘ida uch marta purkaldi. Har bir variant uch marta takrorlangan. Kasallik darajasi “zavol miqdori – zararlanish foizi” usulida baholandi (P. M. Sysoyev usuli bo‘yicha). Hosildorlik har bir maydonchadan yig‘ilgan sof mahsulot asosida hisoblandi.

Agroiqtisodiy tahlil uchun quyidagi ko‘rsatkichlar baholandi:

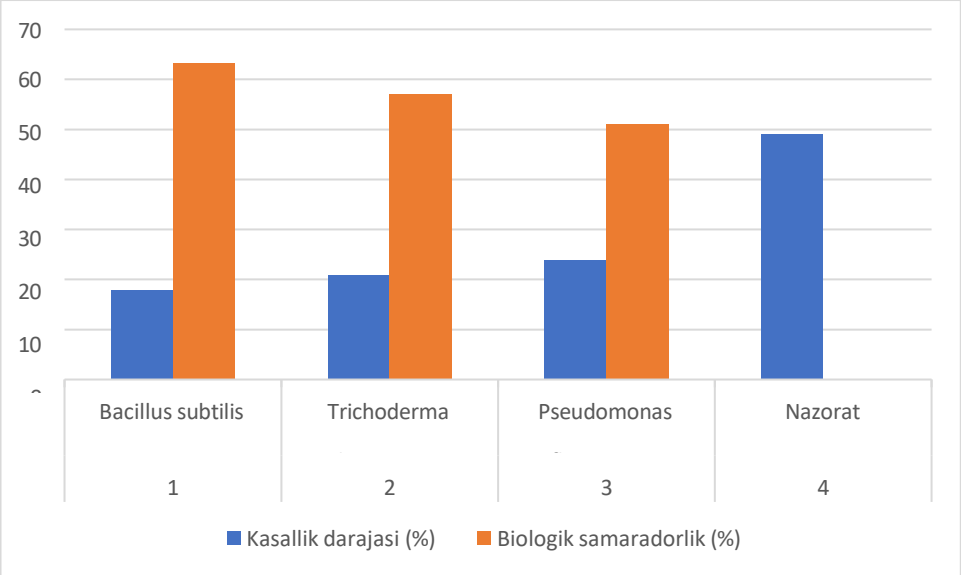
- Ishlab chiqarish xarajatlari (so‘m/ga);
- Sof foyda (so‘m/ga);
- Foyda va xarajatlar nisbati (rentabellik darajasi);
- 1 so‘m investitsiyaga to‘g‘ri keladigan daromad miqdori.

Statistik tahlillar Microsoft Excel dasturida amalga oshirilib, ishonchlilik darajasi ±5 % oraliqda baholandi. Olingan natijalar grafik va jadval ko‘rinishida tizimlashtirildi.

Natijalar va ularning muhokamasi. O‘tkazilgan dala tajribalari natijalari ochiq dala sharoitida yetishtirilgan bodring (*Cucumis sativus L.*) o‘simligida peronosporoz (soxta unshudring) kasalligiga qarshi biofungitsidlarning yuqori biologik va agroiqtisodiy samaradorligini ko‘rsatdi. Tadqiqotda *Bacillus subtilis, Trichoderma harzianum* hamda *Pseudomonas fluorescens* asosidagi biofungitsidlar qo‘llanilib, ularning fitosanitar va iqtisodiy ko‘rsatkichlari nazorat varianti bilan taqqoslandi. Kuzatuv natijalariga ko‘ra, biofungitsidlar qo‘llanilgan variantlarda kasallik darajasi sezilarli kamaygan. Eng past ko‘rsatkich *Bacillus subtilis* asosidagi preparatda qayd etildi (18%), bu nazoratdagi 49% ko‘rsatkichga nisbatan 31% ga kamdir.

1-Jadval

Biofungitsidlarning peronosporozga qarshi samaradorligi

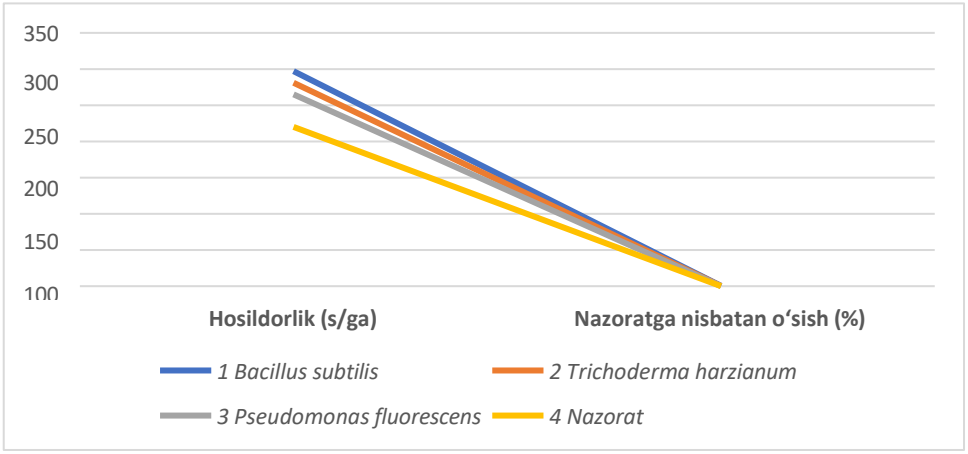


Biologik samaradorlik Abbott formulasi asosida hisoblandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, biofungitsidlar patogen rivojlanishini 51–63% oralig‘ida cheklagan. Eng yuqori natija *Bacillus subtilis* variantida kuzatildi.

Kasallik darajasining kamayishi hosildorlikning ortishiga olib keldi.

2-Jadval

Biofungitsidlarning hosildorlikka ta’siri

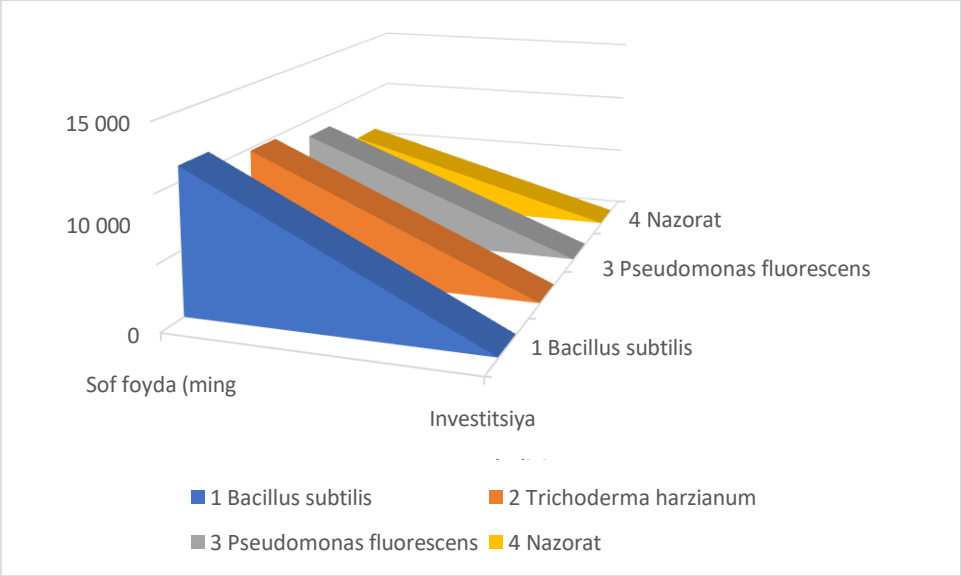


Hosildorlikning maksimal ko‘rsatkichi *Bacillus subtilis* variantida qayd etildi (297 s/ga). Bu ko‘rsatkich nazoratga nisbatan 77 s/ga yuqori bo‘lib, o‘simliklarning sog‘lom fitosanitar holati bilan izohlanadi.

Biofungitsidlarning iqtisodiy samaradorligi sof foyda va investitsiya qaytimi ko‘rsatkichlari orqali baholandi.

3-Jadval

Biofungitsidlarning agroiqtisodiy samaradorligi



Natijalar shuni ko‘rsatadiki, biofungitsid qo‘llanilgan maydonlarda sof foyda 2 500–5 100 ming so‘m/ga ga yuqori bo‘lgan. Investitsiya samaradorligi eng yuqori ko‘rsatkichni *Bacillus subtilis* variantida namoyon etdi (1:3,5).

Olingan natijalar biofungitsidlarning antagonistik va induksiyalangan rezistentlik mexanizmlari orqali patogen rivojlanishini cheklashini ko‘rsatadi. *Bacillus subtilis* antibakterial va antifungal metabolitlar ishlab chiqarish orqali yuqori biologik faollik namoyon etgan. *Trichoderma harzianum* mikoparazitlik va rizosfera kompetitsiyasi asosida samaradorlik ko‘rsatgan. *Pseudomonas fluorescens* esa o‘simlikning sistemik rezistentligini faollashtirish xususiyati bilan ajralib turadi. Natijalar boshqa ilmiy tadqiqotlar bilan mos keladi va biologik vositalarning kimyoviy fungitsidlarga muqobil ekanini tasdiqlaydi. Biofungitsidlar peronosporoz rivojlanishini 51–63% gacha kamaytirdi. Hosildorlik 20–35% ga oshdi. Sof foyda va rentabellik ko‘rsatkichlari sezilarli yaxshilandi. Eng yuqori samaradorlik *Bacillus subtilis* asosidagi preparatda qayd etildi. Shunday qilib, biofungitsidlar ekologik xavfsiz, iqtisodiy jihatdan samarali va barqaror sabzavotchilikni rivojlantirishda istiqbolli himoya vositasi sifatida tavsiya etiladi. O‘tkazilgan dala tajribalarining natijalari shuni ko‘rsatdiki, bodring *(Cucumis sativus L.)* o‘simligida uchraydigan zambrug‘li kasalliklar, xususan peronosporoz, yuqori intensivlikda hosilga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu kasalliklarni nazorat qilish maqsadida biologik himoya vositalari sifatida qo‘llanilgan biofungitsidlar samarali vosita ekanligi aniqlangan. Tadqiqot davomida *Bacillus subtilis, Trichoderma harzianum* va *Pseudomonas fluorescens* asosidagi biofungitsidlar sinovdan o‘tkazildi va ularning kasallik tarqalishiga, o‘simliklarning fiziologik holatiga hamda hosildorlik va iqtisodiy ko‘rsatkichlarga ta’siri batafsil tahlil qilindi.

XULOSA. Natijalar ko‘rsatdiki, biofungitsidlar qo‘llangan maydonlarda peronosporoz darajasi sezilarli kamaygan — *Bacillus subtilis* preparati qo‘llanilgan variantda kasallik darajasi 18% ga tushib, nazorat variantidagi 49% bilan taqqoslaganda 63,3% ga kamayish kuzatildi. *Trichoderma harzianum* va *Pseudomonas fluorescens* asosidagi biofungitsidlar esa mos

ravishda 21% va 24% kasallik darajasini ko‘rsatdi. Bu esa biofungitsidlarning kasallik rivojlanishini samarali cheklash qobiliyatini, ayniqsa *Bacillus subtilis* preparatining yuqori biologik faolligini tasdiqlaydi. Hosildorlik ko‘rsatkichlari ham sezilarli ijobiy o‘zgarishlarni ko‘rsatdi. *Bacillus subtilis* bilan ishlov berilgan maydonlarda hosildorlik 297 s/ga ni tashkil etdi, *Trichoderma harzianum* va *Pseudomonas fluorescens* variantlarida mos ravishda 281 s/ga va 265 s/ga bo‘ldi, nazorat maydonida esa hosildorlik 220 s/ga bilan eng past darajada qayd etildi.

Ushbu natijalar biofungitsidlarning nafaqat kasallik darajasini kamaytirish, balki o‘simliklarning fiziologik holatini yaxshilash orqali hosilni oshirishda ham muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Agroiqtisodiy tahlillar natijalari biofungitsidlar qo‘llanilgan maydonlarda sof foyda va investitsiya samaradorligi yuqori ekanligini isbotladi. *Bacillus subtilis* asosidagi preparat eng yuqori iqtisodiy samaradorlikni ko‘rsatib, sof foyda 11,2 mln so‘m/ga ni tashkil etdi va 1 so‘m investitsiyaga 3,5 so‘mlik daromad qaytdi. *Trichoderma harzianum* va *Pseudomonas fluorescens* biofungitsidlari ham rentabellikni sezilarli oshirdi — ularni ishlab chiqarish va qo‘llash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq ekanligi tasdiqlandi. Umuman olganda, o‘tkazilgan tadqiqotlar biofungitsidlar nafaqat ekologik xavfsiz, balki agroiqtisodiy jihatdan samarali himoya vositasi ekanligini isbotladi. Ularning qo‘llanilishi kasallik darajasini kamaytirish, hosildorlikni oshirish va ishlab chiqarish xarajatlarini optimallashtirish orqali bodring yetishtirishda kimyoviy fungitsidlarga ekologik va iqtisodiy jihatdan maqbul alternativini ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ismoilov, A. A., Toshpulatov, I. B. (2018). *Sabzavot ekinlari himoyasi: uslubiy qo‘llanma.* Toshkent: O‘zbekiston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi ilmiy-ishlab chiqarish markazi, 112 b.
2. Karimov, M. K. (2020). Zambrungli kasalliklar va ularga qarshi biologik himoya vositalari. *Qishloq xo‘jaligi va suv xo‘jaligi ilmiy-amaliy jurnali*, №2, 45–48.
3. Abdullayev, S. R. (2019). Bacillus subtilis asosida tayyorlangan biofungitsidning eronosporozga qarshi biologik samaradorligi. *Agrobiologiya ilmiy jurnali*, №1(17), 63–67.
4. Juraev, X. N. (2021). Biologik himoya vositalarining agroekologik samaradorligi. *‘zbekiston agrar fani xabarnomasi*, №4, 72–75.
5. Sysoev, P. M. (1983). *Rasteniya i bolezni: Diagnostika i metody bor’by.* Moskva: Kolos, 208 s
6. Tronskaya, E. A., Vlasova, E. N. (2015). Biologicheskie preparaty v zashchite voshchnykh kultur. *Zashchita rasteniy*, №6, 30–34.
7. FAO (2020). *Biological control and integrated pest management in sustainable agriculture.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
8. Pal, K. K., & Gardener, B. M. (2006). Biological control of plant pathogens. *The Plant ealth Instructor.* doi:10.1094/PHI-I-2006-1117-01
9. Cook, R. J. (2000). Advances in plant health management through biological control. *nnual Review of Phytopathology*, 38, 29–59.
10. Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. (2004). Trichoderma species — opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2, 43–56.
11. Lugtenberg, B., & Kamilova, F. (2009). Plant-growth-promoting rhizobacteria.

Annual Review of Microbiology, 63, 541–556.

12. O’Gara, F., & Dobson, A. (1999). Bacillus-based biological control of plant pathogens. *Journal of Applied Microbiology*, 87, 605–614.
13. McSpadden Gardener, B. (2004). Ecology of Bacillus and Pseudomonas in the rhizosphere. *Plant and Soil*, 266, 25–33.
14. Elad, Y., Chet, I., & Katan, J. (1982). Trichoderma harzianum — a biocontrol agent for Rhizoctonia solani. *Phytopathology*, 72, 379–382.
15. Zhang, S., Reddy, M. S., & Li, J. (2019). Biofungicides and their application in vegetable crop protection. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1145.