

MIKROSUVO‘TLARNING FITOPATOGEN ZAMBURUG‘LARGA QARSHI BIOLOGIK FAOLLIGI

Abdullayev Xurshidbek Odiljon o‘g‘li

O‘zRFA Mikrobiologiya instituti

ORCID: 0000-0002-3262-9669

Yuldashev Jo‘rabek Po‘lat o‘g‘li

Toshkent kimyo-texnologiya instituti

ORCID: 0000-0002-3261-86697

Xo‘jamshukurov Nortozi Abdixalikovich

Toshkent kimyo-texnologiya instituti

ORCID: 0000-0001-7807-4737

Annotatsiya. Qishloq xo‘jaligida fitopatogen zamburug‘larning keng tarqalishi global oziq-ovqat xavfsizligi va iqtisodiyoti uchun jiddiy xatar tug‘dirmoqda. Ushbu muammoning kengligini hisobga olib, an‘anaviy sintetik fungitsidlarga ekologik toza muqobil yechimlar izlash dolzarb vazifa bo‘lib qolmoqda. Mazkur maqolada mikrosvuotlarning fitopatogen zamburug‘larga qarshi biologik nazorat agenti sifatidagi ahamiyati, ularning ta‘sir mexanizmlari, shuningdek, bu sohadagi tadqiqotlarning yutuq va kamchiliklari tahlil qilingan. Maqola mikrosvuotlar tomonidan ishlab chiqariladigan biologik faol moddalar (lipidlar, polisaxaridlar va fenolli birikmalar)ning zamburug‘lar o‘sishini ingibitsiya qilishdagi rolini ko‘rsatib beradi. Shu bilan birga, ushbu texnologiya amaliy qo‘llanilishidagi qiyinchiliklar, jumladan, mahsulotning barqarorligi va iqtisodiy samaradorligi kabi masalalar muhokama qilingan. Maqola xulosasida mikrosvuotlarga asoslangan biopreparatlarning kelajakdagi salohiyati baholanib, bu boradagi tadqiqotlar uchun istiqbolli yo‘nalishlar taklif etilgan.

Kalit so‘zlar: mikrosvuotlar, fitopatogen zamburug‘lar, biologik nazorat, oziq-ovqat xavfsizligi, barqaror qishloq xo‘jaligi.

Аннотация. Широкое распространение фитопатогенных грибов в сельском хозяйстве представляет серьёзную угрозу глобальной продовольственной безопасности и экономике. Учитывая масштабы этой проблемы, поиск экологически безопасных альтернатив традиционным синтетическим фунгицидам остаётся актуальной задачей. В данной статье анализируется значение микроводорослей как агентов биологической борьбы с фитопатогенными грибами, механизмы их действия, а также достижения и недостатки исследований в этой области. В статье показана роль биологически активных веществ (липидов, полисахаридов и фенольных соединений), продуцируемых микроводорослями, в ингибировании роста грибов. Одновременно обсуждаются трудности практического применения этой технологии, включая такие вопросы, как стабильность продукта и экономическая эффективность. В заключение статьи дается оценка будущего потенциала биопрепаратов на основе микроводорослей и предлагаются перспективные направления исследований в этой области.

Ключевые слова: микроводоросли, фитопатогенные грибы, биологический контроль, продовольственная безопасность, устойчивое сельское хозяйство.

Abstract. The widespread spread of phytopathogenic fungi in agriculture poses a serious threat to global food security and the economy. Given the magnitude of this problem, the search for environmentally friendly alternatives to traditional synthetic fungicides remains an urgent task. This article examines the significance of microalgae as biological control agents against phytopathogenic fungi, their mechanisms of action, and the achievements and limitations of research in this area. The article demonstrates the role of biologically active substances (lipids, polysaccharides, and phenolic compounds) produced by microalgae in inhibiting the growth of fungi. At the same time, the difficulties in the practical application of this technology, including issues such as product stability and cost-effectiveness, are discussed. The article concludes by assessing the future potential of microalgae-based biopreparations and proposing promising directions for research in this area.

Keywords: microalgae, phytopathogenic fungi, biological control, food security, sustainable agriculture.

Kirish. Qishloq xo‘jaligida fitopatogen zamburug‘lar tufayli yuzaga keladigan hosil yo‘qotishlari global miqyosda sezilarli iqtisodiy zarar keltirmoqda. Har yili dunyo bo‘yicha o‘rtacha hosilning 20% dan 40% gacha qismi patogenlar sababli yo‘qotiladi [1, 2]. An‘anaviy tarzda bu muammo sintetik fungitsidlar yordamida hal qilinadi, lekin ularning atrof-muhit va inson salomatligiga salbiy ta‘siri yangi, ekologik toza muqobil yechimlarni izlashni talab qilmoqda [3].

FAO tomonidan ham bu muammo jiddiy muammolar sirasiga kiritilgan, chunki sintetik fungitsidlarga qaramlik qishloq xo‘jaligining

barqarorligiga putur yetkazadi va patogenlarda chidamlilik hosil qiladi [18]. Bu borada, mikrosvuotlar fitopatogenlarga qarshi kurashda istiqbolli biologik nazorat agenti sifatida keng e‘tiborga sazovor bo‘lmoqda [4, 9].

Ushbu maqolaning maqsadi - mikrosvuotlarning fitopatogen zamburug‘lar keltirib chiqaradigan zararni kamaytirishdagi ahamiyatini, ularning asosiy ta‘sir etuvchi moddalari va mexanizmlarini ilmiy jihatdan tahlil qilishdan iborat.

Fitopatogen zamburug‘larning iqtisodiy zarari va ularning tavsifi. Dunyo miqyosidagi qishloq xo‘jaligida iqtisodiy

yo‘qotishlarning asosiy sababchilaridan biri fitopatogen zamburug‘lar hisoblanadi [5]. *Fusarium oxysporum* kabi patogenlar turli ekinlarda tomir chirish kasalligini keltirib chiqarib, katta yo‘qotishlarga olib keladi [6]. Shuningdek, *Botrytis cinerea* zamburug‘i meva va sabzavotlarning sifatini keskin pasaytirib, ularning bozor qiymatini yo‘qqa chiqaradi [7]. Tadqiqotlar fitopatogenlar tufayli qishloq xo‘jaligida yo‘qotilgan umumiy hosil hajmi va uning global iqtisodiyotga salbiy ta‘sirini aniq ko‘rsatib bergan [8]. FAOning hisobotlarida ham bu muammo xalqaro savdoga salbiy ta‘sir ko‘rsatayotgani qayd etilgan, chunki ko‘plab mamlakatlar kimyoviy qoldiqlarga nisbatan qat‘iy me‘yorlar belgilamoqda.

Mikrosuvo‘tlar asosida fitopatogenlarga qarshi kurashishning ahamiyati. Mikrosuvo‘tlar fitopatogen zamburug‘larga qarshi kurashda sintetik vositalarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Ularning biologik nazorat agenti sifatidagi asosiy ustunligi - ekologik xavfsizligidir. Mikrosuvo‘tlardan olingan preparatlar atrof-muhitda oson parchalanadi, tuproq va suv ekosistemalarini ifloslantirmaydi [9]. Ularning antifungal ta‘siri quyidagi ikki asosiy mexanizmga asoslanadi:

Biologik faol metabolitlar ishlab chiqarish: mikrosuvo‘tlar zamburug‘larning o‘shishini to‘xtatuvchi yoki ularga zarar yetkazuvchi turli xil moddalarni sintezlaydi [11].

Raqobat mexanizmi: Mikrosuvo‘tlar patogenlar bilan oziq moddalar va yashash makoni uchun raqobatlashib, ularning rivojlanishini cheklaydi [10].

FAO ham biologik nazorat vositalarini qo‘llashni kengaytirishni taklif etadi, bu esa integratsiyalashgan zararkunandalarga qarshi kurash strategiyasining muhim qismi hisoblanadi [19].

Mikrosuvo‘tlarning asosiy ta‘sir etuvchi moddalari. Mavjud ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, mikrosuvo‘tlarning antifungal xususiyatlari ularning tarkibidagi bir qator bioaktiv birikmalar bilan bog‘liq:

Lipidlar va yog‘ kislotalari: *Phaeodactylum tricornutum* va *Spirulina platensis* kabi mikrosuvo‘tlarning ekstraktlaridagi

to‘yinmagan yog‘ kislotalari, ayniqsa, eykozapentaen kislotasi zamburug‘ hujayralarining membranasi parchalash orqali ularning hayotiy faoliyatini buzadi [12]. *Chlorella vulgaris* ekstraktining *Botrytis cinerea* ga qarshi samaradorligi bunga yorqin misol bo‘la oladi [13].

Polisaxaridlar: *Porphyridium* va *Dunaliella* turlari tomonidan ishlab chiqariladigan ekzopolisaxaridlar (EPS) o‘simliklarning kasalliklarga qarshi himoya tizimini rag‘batlantiruvchi xususiyatlarga ega. Ular o‘simliklarning immun javobini kuchaytirib, ularni patogenlarning hujumiga chidamli qiladi [14].

Fenolli birikmalar: Mikrosuvo‘tlarda mavjud bo‘lgan fenolli kislotalar va flavonoidlar kuchli antioksidant va antimikrob xususiyatlarga ega [15]. Bu moddalar zamburug‘larning metabolizmiga ta‘sir qilib, ularning o‘shishini ingibitsiya qiladi [16].

Tadqiqot natijalarining yutuqlari va kamchiliklari. Ilmiy manbalar asosidagi tahlil mikrosuvo‘tlarning fitopatogen zamburug‘larga qarshi kurashdagi salohiyatini tasdiqlaydi. Ularning ekologik xavfsizligi, ko‘p funksiyaliligi va ta‘sir mexanizmlarining xilma-xilligi asosiy yutuqlari hisoblanadi [9, 14]. Biroq, bu texnologiyaning ommaviy qo‘llanilishiga to‘sqinlik qiluvchi kamchiliklar ham mavjud. Ular quyidagilar:

Mahsulotning barqarorligidagi muammolar: Mikrosuvo‘tlar ekstraktlarining antifungal faolligi ularning o‘shish sharoitiga bog‘liq bo‘lib, bu biopreparatlarning har doim bir xil samaradorlikka ega bo‘lishini ta‘minlashni qiyinlashtiradi [11].

Iqtisodiy jihatdan raqobatbardosh emasligi: Hozirgi kunda mikrosuvo‘tlarni sanoat miqyosida yetishtirish va qayta ishlash xarajatlari yuqori bo‘lib, ularni sintetik fungitsidlar bilan raqobatlashadigan darajada arzonlashtirish murakkab [10].

Tarkibning o‘zgaruvchanligi: Mahsulotning kimyoviy tarkibi va sifatidagi o‘zgarishlar har bir partiyani standartlashtirish va nazorat qilishda qo‘shimcha tadqiqotlarni talab qiladi.

1-jadvalda mikrosuvo‘tlarning turlari, ularning ishlab chiqaradigan faol moddalari, ta‘sir mexanizmlari va ta‘sir etuvchi fitopatogen zamburug‘lar ko‘rsatilgan.

1-jadval.

Mikrosuvo‘tlarning antifungal ta‘siri

Mikrosuvo‘tlarning turi	Asosiy ta‘sir etuvchi faol moddalari	Ta‘sir mexanizmi	Ta‘sir etuvchi fitopatogenlar
<i>Chlorella vulgaris</i>	Yog‘ kislotalari, polisaxaridlar	Zamburug‘ hujayra devorini parchalaydi, hujayra membranasi o‘tkazuvchanligini oshiradi	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Dunaliella salina</i>	To‘yinmagan yog‘ kislotalari (linolen kislotasi)	Zamburug‘ hujayra membranasi shikast yetkazadi, oqsil sintezini ingibitsiya qiladi	<i>Fusarium oxysporum</i>
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	Eykozapentaen kislotasi (EPK)	Zamburug‘ hujayrasidagi mitoxondriyalar faoliyatini buzadi, apoptozga (dasturlashtirilgan o‘lim) olib keladi	<i>Phytophthora infestans</i>
<i>Spirulina platensis</i>	Polisaxaridlar, fenolli birikmalar	O‘simlikning tabiiy immunitet tizimini (immun javobini) kuchaytiradi, zamburug‘larga qarshi turg‘unlikni oshiradi	<i>Alternaria alternata</i>
<i>Porphyridium sp.</i>	Ekzopolisaxaridlar (EPS)	O‘simlikning himoya mexanizmlarini rag‘batlantiradi, fizik to‘siq hosil qiladi	<i>Pythium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i>
<i>TSianobakteriyalar (umumiy)</i>	Tabiiy antibiotiklar, mikrotsistinlar	Fermentlar faoliyatini bloklaydi, toksik ta‘sir ko‘rsatadi	Ko‘plab fitopatogen zamburug‘larga qarshi keng spektrli ta‘sir

Dunyo bo‘yicha qishloq xo‘jaligidagi asosiy fitopatogen zamburug‘lar va ularning ta‘siri

Zamburug‘ turi	Zarar yetkazadigan asosiy ekinlar	Zarar yetkazadigan ekinlar	Keltirib chiqaradigan kasallik	Iqtisodiy va boshqa ta‘siri	Manba
<i>Puccinia graminis</i>	Turlari: Puccinia graminis f. sp. tritici, P. graminis f. sp. avenae	-	Donli ekinlar zangi kasalliklari (Puccinia striiformis –sariq; Puccinia recondite - jigarrang)	Kasallik epidemiyasi bug‘doy hosilining 70% gacha qismini yo‘q qilishi mumkin.	[2, 8]
<i>Botrytis cinerea</i>	Asosiy: Qovoqdoshlar (Cucurbitaceae), uzum (Vitis vinifera), pomidor (Solanum lycopersicum), mevalar	Dorivor: Crocus sativus (za‘faron), Matricaria chamomilla (dorivor moychechak)	Kulrang chirish kasalligi (Botrytis cinerea)	Ekinlar sifatini keskin pasaytiradi va saqlash muddatini qisqartiradi. Dorivor o‘simliklarning terapevtik xususiyatlariga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi.	[7]
<i>Phytophthora infestans</i>	Asosiy: Solanum tuberosum (kartoshka), Solanum lycopersicum (pomidor)	-	Kartoshkaning qora tomir va barglarini qurishi (Phytophthora infestans)	Kartoshka hosilining eng asosiy va xavfli kasalligi. Tarixiy misollar bilan tasdiqlangan katta iqtisodiy yo‘qotishlarga sabab bo‘ladi.	[2, 5]
<i>Fusarium spp.</i>	Turlari: Fusarium oxysporum, F. solani, F. graminearum Ekinlar: Makkajo‘xori (Zea mays), bug‘doy (Triticum aestivum), soya (Glycine max), paxta (Gossypium spp.)	Dorivor: Panax ginseng (jen’shen’), Salvia officinalis (shifobaxsh salviya)	Tomir chirishi, boshhoqlarning sarg‘ayishi va qurishi (Fusarium)	Tuproqda keng tarqalgan. Zaharli mikotoksinlar ishlab chiqaradi, bu esa oziq-ovqat va dorivor o‘simliklarning sifatini yomonlashtiradi, inson va hayvonlar sog‘lig‘iga tahdid soladi.	[6]
<i>Rhizoctonia solani</i>	Asosiy: Kartoshka, sholi (Oryza sativa), paxta, sabzavotlar	Dorivor: Rosa canina (na‘matak), Echinacea purpurea (exinatseya)	Qora chirish va tomir kasalliklari (Rhizoctonia solani)	O‘simliklarning ildiz tizimini buzib, ularning suv va oziq moddalarni o‘zlashtirishini kamaytiradi, bu esa dorivor o‘simliklarning samaradorligini pasaytiradi.	[2]
<i>Alternaria spp.</i>	Turlari: Alternaria alternata, A. solani Ekinlar: Mevalar (tsitrus, olma), sabzavotlar (karam, pomidor, kartoshka)	Dorivor: Amaranthus spp. (amarant)	Barglarda qora dog‘lar, mevalarda qora chirish (Xanthomonas campestris)	Mevalar va sabzavotlarning bozor qiymatini pasaytiradi. Dorivor o‘simliklarning yaproqlaridagi zarar ularning terapevtik qismlarining sifatini pasaytiradi.	[10]
<i>Ustilago maydis</i>	Asosiy: Makkajo‘xori (Zea mays)	-	Makkajo‘xori zamburug‘ kasalligi (Mycosarcoma maydis)	Makkajo‘xori donlarini ichida rivojlanib, ularni iste‘molga yaroqsiz holga keltiradi.	[2]

1-jadvalda aks ettirilgan ma‘lumotlardan ko‘rinib turibdiki, har bir mikrosvuo‘t turi o‘ziga xos ta‘sir mexanizmlari orqali fitopatogenlarga qarshi kurashadi. Bu, mikrosvuo‘tlarning faqat bitta usul bilan emas, balki bir nechta yo‘nalishda (masalan, hujayra membranasini parchalash, oqsil sintezini to‘xtatish va o‘simlik immunitetini kuchaytirish) ta‘sir ko‘rsatishini isbotlaydi.

2-jadvalda nafaqat fitopatogenlar keltirayotgan umumiy zararni, balki har bir zamburug‘ turining o‘ziga xos ta‘sirini, jumladan, dorivor o‘simliklarga ham yetkazadigan zararini aniq ko‘rsatib turibdi, bu esa fitopaogen zamburug‘larga qarshi kurashishning o‘ta dolzarb masalalardan biri ekanligini ko‘rsatadi.

Xulosa va tavsiyalar. Mikrosvuo‘tlar fitopatogen zambu-

rug‘larga qarshi kurashda muhim va ekologik toza yechim sifatida katta potentsialga ega. Ularning biologik faol moddalari zamburug‘larning o‘shini samarali nazorat qiladi va o‘simliklarning tabiiy himoyasini kuchaytiradi. Ammo, bu texnologiyani keng miqyosda amaliyotga joriy etish uchun yanada chuqurroq tadqiqotlar talab etiladi. Kelgusida mahalliy ilmiy ishlarning asosiy yo‘nalishlari samarali mikrosvuo‘t shtammlarini tanlash, ularni yetishtirishning arzon va samarali texnologiyalarini ishlab chiqish, va ular asosidagi biopreparatlarning barqarorligini oshirishga qaratilishi lozim deb hisoblaymiz. Bunday tadqiqotlar natijasi mikrosvuo‘tlarga asoslangan biofungitsidlar qishloq xo‘jaligini barqaror rivojlantirishga munosib hissa qo‘shishi mumkin.

ADABIYOTLAR:

1. Abdel-Raouf, N., Al-Homaidan, A. A., & Ibraheem, I. B. M. (2012). Microalgae and their role in sustainable agriculture. *World Journal of Agricultural Sciences*, 8(2), 195-201. [URL: [https://www.idosi.org/wjas/wjas8\(2\)/12.pdf](https://www.idosi.org/wjas/wjas8(2)/12.pdf)]
2. Abedin, T., & Neves, J. M. S. (2018). Algae as a source of biopesticides: a review. *Journal of Biopesticides*, 11(2), 101-112. [URL: <https://www.researchgate.net/publication/325785055>]
3. Bar-Shimon, M., et al. (2019). Porphyridium sp. exopolysaccharide as a potential biostimulant for plants. *Algal Research*, 40, 101495. [DOI: 10.1016/j.algal.2019.101495]
4. FAO. (2020). Biological control in crop protection. FAO Technical Paper, No. 22. [URL: <https://www.fao.org/3/cb0912en/cb0912en.pdf>]
5. FAO. (2021). Global Action on Plant Pests and Diseases. International Plant Protection Convention (IPPC) Report. [URL: <https://www.fao.org/3/cb6916en/cb6916en.pdf>]
6. Fisher, M. C., et al. (2012). Emerging fungal threats to animal, plant and human health. *Nature*, 484(7393), 186-194. [DOI: 10.1038/nature10947]
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2017). Pest and disease management for sustainable crop production. FAO publications, Rome. [URL: <https://www.fao.org/3/a-i7236e.pdf>]
8. Fradin, E. F., & Thomma, B. P. H. J. (2006). *Fusarium oxysporum* as a host-specific pathogen. *Molecular Plant Pathology*, 7(3), 143-154. [DOI: 10.1111/j.1364-3703.2006.00330.x]
9. Gao, F., et al. (2017). Antifungal compounds from marine microalgae. *Molecules*, 22(12), 2115. [DOI: 10.3390/molecules22122115]
10. Gerdan, A. (2014). Synthetic pesticides and their risks to human health. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(16), 9405-9419. [DOI: 10.1007/s11356-014-2978-x]
11. Hwang, J. S., & Kim, H. Y. (2018). Antifungal activity of phenolic compounds from microalgae against *Fusarium oxysporum*. *Journal of Applied Phycology*, 30(2), 1255-1262. [DOI: 10.1007/s10811-017-1335-5]
12. Jain, R., & Sarma, D. (2019). Cyanobacteria as a source of novel antifungal compounds. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1555. [DOI: 10.3389/fmicb.2019.01555]
13. Kim, J. S., et al. (2018). Antifungal effect of *Chlorella vulgaris* extract on *Botrytis cinerea*. *Journal of Applied Phycology*, 30(5), 2969-2975. [DOI: 10.1007/s10811-018-1443-4]
14. Maadane, A., et al. (2015). Antifungal activity of the marine microalga *Dunaliella salina* against plant pathogens. *Journal of Applied Phycology*, 27(6), 2399-2405. [DOI: 10.1007/s10811-015-0553-9]
15. Oerke, E. C. (2006). Crop losses to diseases, weeds and insects. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 113(1), 7-16. [DOI: 10.1007/BF03356156]
16. Pimentel, D. (2009). Pest management in agriculture and environmental quality. *The American Journal of Alternative Agriculture*, 1(2), 5-11. [DOI: 10.1017/S088916300000010X]
17. Plaza, M., & Cifuentes, A. (2014). Antifungal properties of microalgal extracts. *Food Chemistry*, 151, 153-160. [DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.11.042]
18. Savary, S., et al. (2019). The global burden of crop diseases. *Nature Communications*, 10(1), 1-13. [DOI: 10.1038/s41467-019-09461-x]
19. Singh, S. P., & Daroch, M. (2012). Microalgae as a sustainable source of bio-products. *Algal Research*, 1(2), 110-116. [DOI: 10.1016/j.algal.2012.06.002]
20. Williamson, B., Tudzynski, P., & van Kan, J. A. L. (2007). *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*, 8(4), 561-576. [DOI: 10.1111/j.1364-3703.2007.00412.x]