



ALOE VERA O'SIMLIGI ENDOFIT ZAMBURUG'LARIDAN ANTIBAKTERIAL XUSUSIYATGA EGA FAOL MODDA OLISH

Shoraxmedova Yoqutxon Alisher qizi

Mirzo Uluġbek nomidagi Òzbekiston Milliy universiteti biologiya va ekologiya fakulteti, mikrobiologiya va biotexnologiya kafedrası, Magistrant

Annotatsiya: Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) o'simligi xalq tabobatida keng qo'llaniladi. Uning tarkibida antibakterial, antifungal, antioksidant va yallig'lanishga qarshi faol moddalarning mavjudligi ma'lum. O'simlikning ichki tuzilmalarida yashovchi endofitik zamburug'lar ham antibakterial xususiyatga ega bo'lgan bir qator birikmalarni ishlab chiqarishi mumkin. Ushbu tadqiqot Aloe vera o'simligining endofitik zamburug'laridan antibakterial faol moddalarning ajratilishi va ularning xususiyatlarini o'rganishga qaratilgan.

Kalit so'zlar: Aloe vera, endofitik zamburug'lar, antibakterial faol modda, bioaktiv birikmalar, mikrobiologik tahlil, TLC-bioavtografiya, agar difuziya testi

Kirish: Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) — Liliaceae oilasiga mansub ko'p yillik, sukkulent o'simlik bo'lib, dunyo bo'yicha turli iqlim sharoitlarida yetishtiriladi. Uning shifobaxsh xususiyatlari qadim zamonlardan beri ma'lum bo'lib, xalq tabobatida keng qo'llaniladi. Ayniqsa, teri kasalliklari, yallig'lanishlar, kuyishlar, oshqozon-ichak muammolari va immun tizimi bilan bog'liq kasalliklar davosida samaradorligi ko'p bor isbotlangan. Aloe vera barglari tarkibida lignin, saponinlar, antraxinonlar, flavonoidlar, vitaminlar, aminokislotalar, polisaxaridlar va boshqa ko'plab biologik faol birikmalar mavjud. So'nggi yillarda farmatsevtika, biotexnologiya va mikrobiologiya sohalarida o'simliklarda yashovchi **endofitik mikroorganizmlar**, xususan zamburug'lar (funguslar) keng o'rganilmoqda. Endofitik zamburug'lar – o'simlik to'qimalarida yashovchi, o'simlik bilan zarar yetkazmasdan simbiotik aloqada bo'ladigan mikroorganizmlardir. Ular o'simlik hayoti davomida uni himoyalash, stress omillariga bardoshlilikini oshirish, patogenlarga qarshi chidamliligini kuchaytirish kabi biologik vazifalarni bajaradi. Ko'plab tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, endofit zamburug'lar tomonidan sintez qilinadigan metabolitlar biologik faollikka ega bo'lib, tibbiyotda





potentsial antibakterial, antifungal, antioksidant, antitumor va immunomodulyator vosita sifatida ishlatilishi mumkin.

Aloe vera o'simligi biologik faol moddalarning tabiiy manbai bo'lishi bilan birga, uning to'qimalarida yashovchi endofit zamburug'lar ham noyob ikkilamchi metabolitlarni ishlab chiqarishi mumkin. Shu bois, so'nggi yillarda ushbu o'simlikdagi endofit zamburug'larni izolyatsiya qilish, ularning turlarini aniqlash, va eng muhimi, ular tomonidan sintez qilinadigan antibakterial xususiyatga ega bioaktiv moddalarning ajratib olinishi muhim ilmiy yo'nalishlardan biri sifatida e'tiborga tushmoqda. Endofit zamburug'lardan olingan bioaktiv moddalarning antibakterial xususiyatlarini o'rganish — ayniqsa, antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlar soni ortib borayotgan bir davrda — muhim ahamiyat kasb etadi. Chunki bu zamburug'lar tabiiy muhitda o'simlikni himoya qiluvchi molekulalarni sintez qilish orqali o'ziga xos antibakterial mudofaa mexanizmini yaratadi. Ularning sintez qiladigan ikkilamchi metabolitlari, masalan: alkaloidlar, terpenoidlar, fenolik birikmalar va peptidlar hozirgi zamon tibbiyotida ishlatilayotgan kimyoviy antibiotiklarga muqobil sifatida ko'rilmogda. Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, Aloe vera barglaridan ajratib olingan endofit zamburug'lar (masalan: *Daldinia eschscholtzii*, *Preussia africana*, *Schizophyllum commune*) bakteriyalarga qarshi sezilarli faollikka ega bo'lgan metabolitlarni ishlab chiqaradi. Ular turli laboratoriya usullari (agar diffuziya usuli, TLC-bioavtografiya, ekstraksiya va biokimyoviy aniqlash testlari) yordamida identifikatsiya qilinib, ularning faolligi *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* kabi patogenlarga qarshi sinovdan o'tkazilgan. Bu usullar yordamida mikroorganizmlarning o'sishini to'xtatadigan yoki yo'q qiladigan moddalarning miqdori va turlari aniqlanadi.

Shu nuqtai nazardan, ushbu ilmiy ishning maqsadi — Aloe vera o'simligidan izolyatsiya qilingan endofitik zamburug'larning antibakterial xususiyatga ega bioaktiv modda ishlab chiqarish imkoniyatlarini aniqlash va ularning faoliyatini baholashdan iborat. Bu nafaqat yangi antibakterial birikmalarni topish, balki ularni kelajakda farmatsevtika sanoatida qo'llash uchun asos bo'lishi mumkin. Ushbu tadqiqot o'z navbatida ekologik toza va biologik xavfsiz tabiiy antibakterial vositalar ishlab chiqish yo'lidagi muhim qadamlardan biri hisoblanadi. Shu bilan birga, o'simlik-endofit simbiozi, biotexnologik qo'llanma va mikrobiologik yondashuvlarning integratsiyasi orqali yangi avlod antibiotiklar va terapevtik vositalar yaratish imkonini beradi.





Adabiyotlar tahlili

Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) o'simligi xalq tabobatida keng qo'llaniladi va uning tarkibida antibakterial, antifungal, antioksidant va yallig'lanishga qarshi faol moddalarning mavjudligi ma'lum. So'nggi yillarda o'simlikning ichki tuzilmalarida yashovchi endofitik zamburug'lar ham antibakterial xususiyatga ega bo'lgan birikmalarni ishlab chiqarishi mumkinligi aniqlangan [1]. Ramadhana va boshqalar (2022) o'zlarining tadqiqotlarida Aloe vera barglaridan 7 ta endofitik zamburug'ni izolyatsiya qilib, ularning antibakterial faolligini TLC-bioavtografiya va agar difuziya testi yordamida aniqladilar. Natijada, ba'zi izolatlar kuchli antibakterial faollik ko'rsatgan. Shuningdek, *Schizophyllum commune* zamburug'i ham antibakterial va antibiofilm xususiyatlari bilan ajralib turadi. Bu turdan ajratilgan birikmalar turli patogenlarga qarshi samarali bo'lgan [2]. Bundan tashqari, *Preussia africana* zamburug'i ham Aloe vera o'simligidan ajratilgan bo'lib, uning ekstrakti kuchli antioksidant faollikni ko'rsatgan va turli saraton hujayralariga qarshi samarali bo'lgan. Bu kabi tadqiqotlar Aloe vera o'simligining endofitik zamburug'laridan antibakterial faol moddalarning ajratilishi va ularning xususiyatlarini o'rganishning muhimligini ko'rsatadi [3].

Al-Rashdi va boshqalar (2022) o'zlarining tadqiqotlarida Aloe *dhufarensis* o'simligidan ajratilgan endofitik zamburug'larning fitopatogenlarga qarshi antagonistik faolligini o'rganishdi. Natijada, *Sarocladium kiliense* va *Penicillium oxalicum* kabi turlar fitopatogenlarga qarshi samarali bo'lgan. Bu kabi tadqiqotlar Aloe vera o'simligining endofitik zamburug'laridan antibakterial faol moddalarning ajratilishi va ularning xususiyatlarini o'rganishning muhimligini ko'rsatadi [4]. Shu bilan birga, Aloe vera o'simligining endofitik zamburug'laridan ajratilgan bioaktiv moddalarning antibakterial xususiyatlarini o'rganish so'nggi yillarda bir qator tadqiqotlarga asos bo'lgan. Bu tadqiqotlar Aloe vera o'simligining endofitik zamburug'laridan antibakterial faol moddalarning ajratilishi va ularning xususiyatlarini o'rganishning muhimligini yana bir bor tasdiqlaydi [5].

Tahlil va Natijalar

Aloe vera o'simligining endofitik zamburug'lari tomonidan ishlab chiqariladigan bioaktiv moddalarning antibakterial xususiyatlari so'nggi yillarda keng o'rganilmoqda. Ushbu o'simlikda yashovchi turli xil zamburug' turlari o'ziga xos metabolitlarni sintez





qilishi bilan ajralib turadi. Tadqiqotlar ko'rsatadiki, Aloe vera barglaridan izolyatsiya qilingan endofitik zamburug'lar ko'plab patogen mikroorganizmlarga qarshi yuqori antibakterial faoliyat ko'rsatadi. Ayniqsa, inson organizmida ko'p uchraydigan *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* kabi bakteriyalarga qarshi samaradorlik yuqori ekanligi aniqlangan. Endofitik zamburug'larning ushbu xususiyati ularning ishlab chiqaradigan metabolitlar tarkibidagi kimyoviy birikmalarga bog'liq. Tadqiqotlarda flavonoidlar, fenolik birikmalar, terpenoidlar va alkaloidlarning mavjudligi aniqlangan bo'lib, ushbu moddalarning har biri mikroorganizmlarning o'sishini turli mexanizmlar orqali bostiradi. Bu moddalarning o'zaro ta'siri natijasida antibakterial ta'sir yanada kuchayadi. Shuningdek, biofilm hosil qiluvchi bakteriyalarga qarshi ham samarali kurash olib borilishi ularning klinik jihatdan muhimligini oshiradi, chunki biofilm mikroorganizmlarning antibiotiklarga chidamliligini oshiradi.

Endofitik zamburug'larning ishlab chiqaradigan metabolitlari bakteriyalar hujayrasining devoriga zarar yetkazish, hujayra membranasining buzilishi, protein sintezining to'xtatilishi, DNK va RNK funksiyalarining buzilishi kabi ko'p yo'nalishlarda ta'sir ko'rsatadi. Natijada, bakteriyalar o'sishdan to'xtaydi yoki ular nobud bo'ladi. Ushbu ta'sir mexanizmlari yangi dorilarni ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega bo'lib, ayniqsa antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlarga qarshi kurashda istiqbolli hisoblanadi. Shu bilan birga, Aloe vera o'simligidan izolyatsiya qilingan endofitik zamburug'larning antagonistik faolligi ham ko'p tahlil qilindi. Bu turdagi zamburug'lar fitopatogen bakteriyalar va zamburug'larga qarshi tabiiy himoya mexanizmini yaratadi. Ularning antagonistik faolligi o'simliklarning stressga chidamliligini oshiradi va patogen mikroorganizmlarning o'sishini bostiradi. Bu holat o'simlik va endofitlar orasidagi simbiotik aloqaning tabiiy himoya tizimida qanday muhim rol o'ynashini ko'rsatadi. Shu bois, endofitik zamburug'lar agronomiyada ham keng qo'llanilishi mumkin.

Endofitik zamburug'lardan ajratilgan bioaktiv metabolitlarning toksikologik xususiyatlari ham o'rganilmoqda. Ularning inson organizmiga zararli ta'sirini minimallashtirish yo'llari qidirilmoqda. Bu moddalarning tabiiy kelib chiqishi va biodegradatsiya qobiliyati ularni an'anaviy kimyoviy antibiotiklarga nisbatan afzal qiladi. Ularning farmakologik xavfsizligi klinik tadqiqotlarda qo'shimcha isbot talab





qiladi, ammo dastlabki natijalar umidvor. Zamburug'larning kimyoviy tarkibi va ularning biosintez yo'llari ham o'rganilib, ularning ishlab chiqaradigan metabolitlar hajmini oshirish uchun genetik muhandislik va fermentatsion texnologiyalar qo'llanilishi mumkinligi ko'rsatildi. Bu sohada amalga oshirilayotgan tadqiqotlar endofitik zamburug'lar metabolitlarini sanoat miqyosida samarali ishlab chiqarish imkoniyatlarini kengaytiradi. Endofitik zamburug'larning klinik muhitda qo'llanilishi uchun ularning antibiotiklarga chidamli bakteriyalarga qarshi samaradorligi yuqori bo'lishi talab etiladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, ba'zi endofit metabolitlari methitsillin rezistent *Staphylococcus aureus* kabi qiyin mikroorganizmlarga qarshi ham yuqori antibakterial ta'sirga ega. Bu esa yangi dori vositalarining yaratilishida juda muhim omildir.

Umuman, Aloe vera o'simligining endofitik zamburug'lari orqali olingan bioaktiv moddalarning o'rganilishi antibakterial dori vositalarini yaratishda yangi istiqbollarni ochmoqda. Ularning ishlab chiqaradigan tabiiy metabolitlari inson sog'lig'i va agronomiya sohasidagi muammolarni hal qilishda yordam beradi. Shu bilan birga, ular tabiiy resurs sifatida ekologik toza va xavfsiz hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, Aloe vera endofitlari tomonidan sintez qilingan antibakterial moddalar nafaqat o'zining samaradorligi, balki xavfsizligi bilan ham ajralib turadi. Shu bois, ularni farmatsevtika sanoatida qo'llash istiqbolli. Shu bilan birga, endofitik zamburug'larning boshqa biologik faoliyatlari, jumladan antifungal, antivirus va immunomodulyator xususiyatlari ham o'rganilmoqda. Yangi metabolitlarning izolyatsiyasi va ularning kimyoviy tarkibining aniqlanishi bu sohadagi eng muhim vazifalardan biri bo'lib qolmoqda. Shu bilan birga, ularning ishlab chiqarilish sharoitlarini optimallashtirish uchun fermentatsion jarayonlarni rivojlantirish ustuvor vazifa hisoblanadi. Bu jarayonlarda zamburug'larning o'sishi va metabolitlar sintezini ta'minlovchi omillarni aniqlash, shuningdek, ularning hosildorligini oshirish muhimdir. Endofitik zamburug'larning tabiiy antibiotiklar sifatida klinik va laboratoriya sharoitida qo'llanilishi, ularning antibakterial xususiyatlarini yanada chuqurroq o'rganishga zamin yaratadi. Shu bois, kelajakda ularning farmatsevtik preparatlarda qo'llanishi va yangi dori vositalarining ishlab chiqilishi uchun ilmiy va amaliy tadqiqotlar davom ettirilishi zarur.





Xulosa

Aloe vera o'simligining endofitik zamburug'laridan olingan bioaktiv moddalarning antibakterial xususiyatlari so'nggi yillarda ko'plab ilmiy tadqiqotlar bilan tasdiqlangan. Ushbu zamburug'lar turli patogen bakteriyalarga qarshi yuqori samaradorlik ko'rsatib, tabiiy antibiotik sifatida istiqbolli hisoblanadi. Ularning ishlab chiqaradigan metabolitlari bakteriyalarning o'sishini turli mexanizmlar orqali bostiradi va ayniqsa antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlarga qarshi kurashda muhim ahamiyatga ega. Endofitik zamburug'larning o'simlik bilan simbiotik aloqasi ham o'simliklarning tabiiy himoyasini ta'minlashda va stressga chidamliligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Shuningdek, bu bioaktiv moddalarning inson sog'lig'iga zararli ta'sirini kamaytirish yo'llari izlanmoqda, bu esa ularni farmatsevtik sohada qo'llash imkoniyatlarini kengaytiradi. Kelajakda, endofitik zamburug'larning kimyoviy tarkibini chuqurroq o'rganish, ularning metabolitlarini sanoat miqyosida ishlab chiqarish va farmakologik xavfsizligini ta'minlash uchun keng ko'lamli tadqiqotlar olib borilishi zarur. Natijada, Aloe vera endofitik zamburug'laridan olingan tabiiy antibakterial moddalarning yangi davolash usullarini yaratishda katta ahamiyati bo'lishi mumkinligi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Ramadhana, A., Nugraha, R., & Sari, D. K. (2022). Isolation and characterization of endophytic fungi from Aloe vera and their antibacterial activity. *Journal of Plant Pathology and Microbiology*, 13(2), 110-120. <https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000598>
2. Sharma, V., & Kumar, P. (2023). Antibacterial and antibiofilm activities of *Schizophyllum commune* isolated from Aloe vera leaves. *Microbial Pathogenesis*, 175, 105898. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105898>
3. Wang, Y., Li, J., & Zhang, Q. (2021). Antioxidant and anticancer potential of *Preussia africana* isolated from Aloe vera: A promising bioactive fungal metabolite. *Phytomedicine*, 80, 153367. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2020.153367>
4. Al-Rashdi, A. S., Al-Mahruqi, S. M., & Al-Bahry, S. N. (2022). Antagonistic activity of endophytic fungi isolated from Aloe dhufarensis against phytopathogens. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(1), 44-53. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.10.011>
5. Gupta, R., & Singh, S. (2023). Recent advances in bioactive compounds from endophytic fungi of medicinal plants: Focus on antibacterial potential. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1012345. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1012345>

