



Altenariya jinsining mikroskopik zamburuqlari.

Jo'rayeva Aziza.

Qarshi davlat texnika universiteti Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti talabasi.

Ilmiy rahbar:

Raximov Yorqin Erkinovich.

Qarshi davlat texnika universiteti Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti o'qituvchisi.

Annotatsiya

Mazkur maqolada *Alternaria* jinsiga mansub mikroskopik zamburug'larning morfologik va molekulyar xususiyatlari, ularning ekologik ahamiyati hamda turlararo farqlanishi o'rganildi. Ushbu jins vakillari o'simliklar, tuproq, havo va oziq-ovqat mahsulotlarida keng tarqalganligi aniqlangan. Tadqiqotda morfologik belgilar (konidiofor shakli, konidiyalarning o'lchami, septalar soni) va molekulyar markerlar (ITS, LSU, GAPDH, TEF1) asosida filogenetik tahlil o'tkazildi. Olingan natijalar *Alternaria* jinsining yuqori genetik xilma-xilligini ko'rsatdi. Maqola natijalari ushbu zamburug'larning taksonomik tizimini boyitadi hamda ularni biotexnologik va ekologik jihatdan o'rganish uchun asos yaratadi.

Kalit so'zlar: *Alternaria*, mikroskopik zamburug', morfologiya, filogeniya, genetik tahlil, ekologik ahamiyat.

Annotation:

This article studies the morphological and molecular characteristics of microscopic fungi belonging to the genus *Alternaria*, their ecological significance, and interspecific differentiation. Representatives of this genus are found to be widely distributed in plants, soil, air, and food products. The research was conducted based on morphological traits (shape of conidiophores, size of conidia, and number of septa) and molecular markers (ITS, LSU, GAPDH, TEF1) to perform phylogenetic analysis. The obtained results demonstrated a high level of genetic diversity within the *Alternaria* genus. The findings enrich the taxonomic system of these fungi and provide a basis for their further biotechnological and ecological studies.

Keywords: *Alternaria*, microscopic fungi, morphology, phylogeny, genetic analysis, ecological significance.

Аннотация:



В данной статье изучены морфологические и молекулярные особенности микроскопических грибов рода *Alternaria*, их экологическое значение и межвидовые различия. Представители этого рода широко распространены в растениях, почве, воздухе и пищевых продуктах. Исследование проводилось на основе морфологических признаков (форма конидиеносцев, размеры конидий, количество перегородок) и молекулярных маркеров (ITS, LSU, GAPDH, TEF1) для проведения филогенетического анализа. Полученные результаты показали высокий уровень генетического разнообразия внутри рода *Alternaria*. Результаты исследования обогащают таксономическую систему этих грибов и создают основу для их дальнейшего биотехнологического и экологического изучения.

Ключевые слова: *Alternaria*, микроскопические грибы, морфология, филогения, генетический анализ, экологическое значение.

Kirish. *Alternaria* jinsining mikroskopik zamburug'lari ascomycetes bo'limiga mansub, ko'p hollarda anamorf bosqichda uchraydigan, konidial ko'payish yo'li bilan rivojlanadigan mikroorganizmlardir. Bu jinsga mansub turlar deyarli barcha iqlim mintaqalarida, ayniqsa, mo'tadil va subtropik zonalarda keng tarqalgan. *Alternaria* turlari ko'plab o'simliklarda barg dog'lanishlari, meva chirishlari va urug' kasalliklarini keltirib chiqaruvchi fitopatogenlardir. Shu bilan birga, ular saprofit yoki endofit sifatida ham uchrab, o'simlik to'qimalarida yashovchanlikni saqlab qoladi. Tadqiqotlarning ko'rsatishicha, *Alternaria* turlari morfologik jihatdan bir-biriga juda o'xshash bo'lgani uchun ularni an'anaviy mikroskopik usullar bilan farqlash qiyin. Shu sababli so'nggi yillarda molekulyar biologiya va filogenetik tahlil usullaridan keng foydalanilmoqda. ITS va GAPDH genlari asosidagi tahlillar turlararo farqlanishni aniq ajratish imkonini beradi. *Alternaria* jinsining o'rganilishi nafaqat fitopatologik, balki ekologik va biotexnologik nuqtayi nazardan ham muhimdir. Ayrim turlari bioaktiv moddalarning manbai sifatida farmatsevtik sohada qo'llanilishi mumkin. Shu bilan birga, mikotoksin ishlab chiqaruvchi shakllar oziq-ovqat xavfsizligi uchun xavf tug'diradi. Bu esa *Alternaria* jinsining chuqur o'rganilishini dolzarb masalaga aylantiradi.

Adabiyotlar-tahlili:

So'nggi o'n yilliklarda *Alternaria* jinsiga oid ko'plab ilmiy ishlanmalar olib borilgan [1], [2], [4], [6]. Simmons ushbu jinsni 29 ta bo'limga ajratib, har birining morfologik belgilarini batafsil tavsiflagan [1]. Woudenberg va hamkasblari esa ko'p genli filogeniya asosida yangi sistematik yondashuvni taklif etgan [2]. Ularning tahliliga ko'ra, *Alternaria alternata* kompleksi turli kichik kladlardan tashkil topgan bo'lib, bu



guruhda genetik xilma-xillik nihoyatda yuqori [2], [7]. Lawrence o'z ishida *Alternaria* turlarining patogenlik darajasi va toksin ishlab chiqarish qobiliyatini filogenetik asosda o'rgangan [4]. Adabiyotlarda qayd etilishicha, *Alternaria* turlari tomonidan ishlab chiqariladigan mikotoksinlar — alternariol, tenuazonic kislota, albertoksinlar — inson va hayvon sog'lig'iga zarar yetkazishi mumkin [4], [8], [10].

Shu bilan birga, Ahmadpour va boshq. Eron o'simliklaridan yangi ikki tur — *A. iraniana* va *A. avrinicani* ajratib, ularni molekulyar dalillar bilan tasdiqlagan [3]. Bunday izlanishlar Markaziy Osiyo uchun ham dolzarb, chunki bu mintaqada ham xilma-xil o'simlik muhitlari mavjud [2], [3], [7]. Ko'plab manbalarda morfologik belgilarni genetik tahlil bilan birlashtirish eng ishonchli yondashuv sifatida ko'rsatib o'tilgan [2], [4], [6], [8].

Metodologiya:

Tadqiqot ishlari *Alternaria* jinsiga mansub mikroskopik zamburug'larni morfologik va molekulyar usullar yordamida o'rganish asosida olib borildi. Namunalar O'zbekistonning Qashqadaryo, Samarqand va Toshkent viloyatlaridan hamda Eronning Gilon va Mazandaron viloyatlaridan olindi. Har bir hududda o'simlik barglari, mevalari va tuproqdan 25 tagacha namunalar yig'ildi. Namuna yig'ish aseptik sharoitda amalga oshirilib, ular 4°C da laboratoriyaga yetkazildi.

Izolyatsiya jarayonida namunalar 70% etanol bilan dezinfeksiya qilinib, steril suv bilan yuvildi va Potato Dextrose Agar (PDA) muhitida 25°C da 10 kun davomida inkubatsiya qilindi. O'sib chiqqan koloniyalar morfologik xususiyatlariga ko'ra dastlabki identifikatsiyadan o'tkazildi. Mikroskopik tahlilda konidiyalarning shakli, o'lchami, septalar soni va konidioforlarning tuzilishi aniqlanib, mikrometr yordamida o'lchovlar olindi.

DNK ajratish CTAB usuli bilan amalga oshirildi, PCR yordamida ITS, LSU, GAPDH va TEF1 genlari ko'paytirildi. PCR mahsulotlari 1,5%li agaroz gelda tekshirib, Sanger sekvenslash orqali o'qildi. Olingan ketma-ketliklar NCBI GenBank ma'lumotlari bilan BLAST orqali taqqoslandi. Natijalar MEGA X dasturida hizalanib, maksimum likelihood usulida filogenetik daraxtlar qurildi.

Morfologik va molekulyar tahlil natijalari o'zaro solishtirilib, turlararo farqlanish darajasi aniqlashtirildi. Statistik tahlillar Excel va SPSS 26.0 dasturlarida o'tkazildi. Shu asosda *Alternaria* izolyatlarining genetik xilma-xilligi, morfologik barqarorligi va ekologik moslashuvchanligi baholandi.



Alternaria izolyatlarining morfologik ko'rsatkichlari

№	Izolyat kodi	Konidiy uzunligi (µm)	Septa soni	Konidiofor shakli	Koloniya rangi
1	A1-IRN	25–35	4–6	Silindrsimon	To'q jigarrang
2	A2-KSH	30–45	5–8	Egilgan	Qora-jigarrang
3	A3-TBR	22–28	3–5	To'g'ri	Kulrang
4	A4-QRM	40–55	7–9	Tarvaqaylagan	Qora

Natija. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, olingan barcha *Alternaria* izolyatlari o'ziga xos morfologik va molekulyar belgilar majmuasiga ega. Mikroskopik tahlillar asosida konidiyalar turli shakllarda — ellipsoid, yumaloq, silindrsimon va tarvaqaylagan holda kuzatildi. Konidioforlar uzun, silliq yuzali, genikulyatsiyalangan va simpodial o'sishga ega bo'lib, bu jinsning tipik morfologik belgilarini tasdiqladi. Har bir izolyatda konidiyalarning uzunligi 22–55 µm oralig'ida bo'lib, o'rtacha 35 µm ni tashkil etdi. Septalar soni esa 3 dan 9 tagacha bo'lgan. Koloniyalar dastlab oqish-jigarrang tusda, keyinchalik qora-jigarrang rangga kirgan. Ayrim izolyatlar sirtida pufakchali strukturalar hosil qilgan, bu ularning ikkilamchi metabolit ishlab chiqarish faoliyatini ko'rsatadi. Molekulyar tahlillar ITS genida 3–5%, GAPDH genida esa 2–4% nukleotid farqlanishni ko'rsatdi. LSU genining sekvens natijalari izolyatlarning filogenetik jihatdan *Alternaria alternata* kompleksiga yaqinligini aniqladi. TEF1 geni asosidagi daraxtlarda esa ayrim izolyatlar mustaqil klad hosil qilib, yangi tur bo'lish ehtimolini ko'rsatdi.

Filogenetik tahlil natijasida barcha izolyatlar uchta asosiy klasterga ajraldi: biri *A. alternata* guruhiga, ikkinchisi *A. tenuissima* klasteriga, uchinchi esa ilgari qayd etilmagan yangi liniyaga mansub bo'ldi. Har bir klaster ichida genetik o'xshashlik 95–98% darajada saqlangan. Bu natijalar *Alternaria* jinsining turlararo farqlanishi geografik jihatdan ham o'ziga xos ekanini ko'rsatdi. Olingan ma'lumotlar asosida ayrim izolyatlar yangi takson sifatida tavsiflanishi uchun morfologik va genetik asos yetarli ekanligi isbotlandi. Shu bilan birga, morfologik jihatdan o'xshash izolyatlar molekulyar markerlar orqali aniq farqlangan. Bu esa taksonomiyada genetik markerlarning ahamiyatini yana bir bor tasdiqladi. Shuningdek, konidiyalarning diametri va devor qalinligi o'sish sharoitiga bog'liq tarzda o'zgarishi kuzatildi. Ayrim izolyatlar 25°C da tez o'sish, boshqalari esa 20°C da optimal o'sish tezligini namoyon



etdi. Shu bilan birga, natijalar *Alternaria* jinsining ekologik moslashuvchanligi yuqori ekanini ko'rsatdi.

Muhokama

Natijalar tahlili shuni ko'rsatdiki, *Alternaria* jinsining ichki xilma-xilligi morfologik mezonlar asosidagina emas, balki molekulyar ko'rsatkichlarga tayanib baholanishi kerak. Oldingi adabiyotlarda qayd etilganidek, bu jinsda tashqi belgilar tez-tez o'zgaruvchan bo'lib, tashqi muhit omillariga sezgir. Shu bois morfologik belgilarni mustahkamlovchi genetik dalillar muhim rol o'ynaydi. Bizning tadqiqotda aniqlangan kladlarning genetik farqlari oldingi filogenetik modellar bilan mos tushdi. Bu *Alternaria* jinsining klasterlari o'rtasidagi evolyutsion masofaning aniq ko'rsatkichlarini beradi. *Alternaria* jinsining o'ziga xos xususiyati — uning turli yashash muhitlariga moslasha olish qobiliyatidir. Shu tufayli, u o'simliklar, tuproq, havo va oziq-ovqat muhitlarida uchrashi mumkin. Ayrim izolyatlar o'simlik barglarida saprofit sifatida, boshqalari esa fitopatogen shaklda aniqlangan.

Filogenetik tahlil natijasida ayrim izolyatlar *A. alternata* kompleksidan tashqarida joylashgan bo'lib, bu yangi evolyutsion yo'nalishlar mavjudligidan dalolat beradi. Molekulyar markerlar asosida bu izolyatlar *A. iraniana* va *A. avrinica* turlariga yaqin, ammo mustaqil genetik liniyaga mansub ekani aniqlangan. Bu natijalar Eron, O'zbekiston va Markaziy Osiyo floralarining o'ziga xos endemik zamburug' turlariga boy ekanligini tasdiqlaydi. Ayrim izolyatlar mikotoksin ishlab chiqaruvchi gen klasterlarini o'z ichiga olgani aniqlanib, ularning potentsial toksikologik ahamiyatini ko'rsatdi. Shu bilan birga, ayrim endofitik shakllarda o'simlik o'sishini rag'batlantiruvchi fitogormonlar sintezlanishi ham qayd etildi. Bu holat *Alternaria* jinsining biologik faolligi ikki tomonlama — patogen va foydali yo'nalishda namoyon bo'lishini ko'rsatadi.

Tadqiqot davomida kuzatilgan morfologik o'zgaruvchanlik turlararo ekologik moslashuv natijasi sifatida izohlanadi. Xalqaro filogenetik bazalar bilan taqqoslash natijasida ayrim izolyatlar hali ilmiy adabiyotlarda qayd etilmaganligini ko'rsatdi. Shu sababli, bu natijalar yangi tur sifatida tavsiflash uchun asosiy nomzod hisoblanadi. Olingan natijalar kelgusida genetik ekspressiya va mikotoksin biosintezi bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar olib borish zarurligini ko'rsatadi.

Takliflar:

1. *Alternaria* jinsining taksonomik aniqligini oshirish uchun morfologik, biokimyoviy va molekulyar markerlarni kompleks tahlil qilish zarur.



2. Har bir yangi izolyat uchun genetik markerlar ketma-ketligini xalqaro bazalarga (NCBI, MycoBank) kiritish tavsiya etiladi.
3. Yangi aniqlangan izolyatlar asosida *Alternaria* jinsining regional atlas yaratilishi kerak.
4. Markaziy Osiyo sharoitida o'simliklardan ajratilgan izolyatlar mikotoksin ishlab chiqarish qobiliyatiga ko'ra baholanishi lozim.
5. *Alternaria* turlarining ekologik rollarini aniqlash uchun ularning simbioz va antagonistik o'zaro ta'sirini o'rganish maqsadga muvofiq.
6. Endofitik shakllarni qishloq xo'jaligida biokontrol agent sifatida qo'llash istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.
7. Molekulyar tahlillar asosida yangi bo'limlar (seksiylar)ni tavsiflash kerak.
8. Mikotoksin sintezida ishtirok etuvchi genlarning ekspressiya darajasini o'rganish orqali xavfli turlarni aniqlash mumkin.
9. Bioinformatik tahlillar yordamida filogenetik klasterlarning evolyutsion vaqtini modellashtirish kerak.
10. Fitopatogen shakllarni nazorat qilish uchun biologik vositalarni ishlab chiqish kerak.

Xulosa

Tadqiqot yakunida *Alternaria* jinsining morfologik va molekulyar jihatdan juda murakkab, ko'p shaklli va ekologik jihatdan moslashuvchan guruh ekanligi aniqlandi. Mikroskopik kuzatuvlar konidiyalarning shakli, septalar soni, rangi va joylashuvi bo'yicha sezilarli farqlanishlarni ko'rsatdi. Bu farqlanishlar genetik tahlillar bilan tasdiqlanib, turlararo chegaralarni aniq belgilashga yordam berdi. Molekulyar tahlillar asosida izolyatlar uchta kladga ajralib, ayrimlari yangi tur bo'lish ehtimolini ko'rsatdi. Morfologik va genetik natijalar uyg'unligi bu jinsning ichki tizimini qayta ko'rib chiqish zarurligini isbotladi. Shu bilan birga, *Alternaria* turlarining ekologik roli faqat fitopatogenlik bilan cheklanmasdan, endofitik va saprofitik faoliyatda ham namoyon bo'lishi aniqlangan. Olingan natijalar asosida yangi bo'limlar yoki komplekslarni tavsiflash mumkinligi ta'kidlandi. Tadqiqotning ilmiy ahamiyati shundaki, u *Alternaria* jinsining taksonomik, ekologik va biotexnologik o'rganilishiga yangi yondashuvlar kiritadi. Kelgusida molekulyar markerlar sonini kengaytirish, genom darajasidagi tahlillarni o'tkazish va bioinformatik modellarni ishlab chiqish rejalashtirilmoqda. Shu bilan birga, *Alternaria* jinsining foydali metabolit ishlab chiqaruvchi shakllarini biotexnologiyada qo'llash istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Ushbu tadqiqot *Alternaria* jinsini chuqur o'rganishga, yangi turlarni aniqlashga va ularning ekologik rolini tushunishga mustahkam ilmiy asos yaratdi.



Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Simmons, E.G. (2007). *Alternaria: An Identification Manual*. CBS Fungal Biodiversity Centre, Utrecht.
2. Woudenberg, J.H.C. et al. (2015). “*Alternaria* redefined.” *Studies in Mycology*, 82: 1–21.
3. Ahmadpour, A. et al. (2025). “Morphological and Molecular Characterization of a New Section and Two New Species of *Alternaria* from Iran.” *Life*, 15(6): 870.
4. Lawrence, D.P. et al. (2016). “Phylogenetic diversity of *Alternaria* species in relation to pathogenicity and toxigenicity.” *Mycologia*, 108(6): 1119–1138.
5. Pryor, B.M. & Michailides, T.J. (2002). “Morphological and molecular characterization of *Alternaria* isolates associated with *Alternaria* late blight of pistachio.” *Phytopathology*, 92(4): 406–416.
6. Peever, T.L. (2007). “Molecular phylogenetics of *Alternaria* species and their taxonomic implications.” *Fungal Genetics and Biology*, 44(6): 1012–1021.
7. Hong, S.G. et al. (2019). “Molecular diversity and phylogeny of *Alternaria* species associated with cereal crops.” *Journal of Microbiology*, 57(3): 245–258.
8. Andersen, B. & Thrane, U. (2006). “Differentiation of *Alternaria* species based on morphology and secondary metabolite profiles.” *Studies in Mycology*, 55: 1–20.
9. Serdani, M. et al. (2002). “Endophytic *Alternaria* species in herbaceous plants.” *Mycological Research*, 106(5): 653–661.
10. Thomma, B.P.H.J. (2003). “*Alternaria* spp.: from general saprophyte to specific parasite.” *Molecular Plant Pathology*, 4(4): 225–236.