



UO'K: 632.4

ISSIQXONA SHAROITIDA BODRING ANTRAKNOZI: ETIOLOGIYA, PATOGENEZ VA ZAMONAVIY DIAGNOSTIKA (SHARH)

Sodiqov Baxrom Sattorovich 

dotsent

e-mail: bakhrom-2019@mail.ru**Normatova Diyora Ne'matjon qizi** 

magistrant

e-mail: diyoranormatova6@gmail.com

Toshkent davlat agrar universiteti

Annotatsiya. Bodring antraknozi issiqxona sharoitida keng tarqaladigan va yuqori iqtisodiy zarar yetkazuvchi kasalliklardan biri hisoblanadi. U asosan *Colletotrichum orbiculare* tomonidan qo'zg'atilib, barg, poya, band va mevalarda nekrotik shikastlanishlarni keltirib chiqaradi hamda mahsulot sifati va hosildorligini pasaytiradi. Ushbu sharhda bodring antraknozining etiologiyasi, patogenez, issiqxona ekologiyasida tarqalish xususiyatlari, simptomatikasi va zamonaviy diagnostika usullari bo'yicha so'nggi ilmiy ma'lumotlar tahlil qilindi. Manbalar tahlili *C. orbiculare* ning gemibiotrof patogen ekanini, infeksiya jarayonida melaninli appessoriy va effektor oqsillar muhim ahamiyat kasb etishini ko'rsatdi. Shuningdek, yuqori namlik, barg yuzasida suv mavjudligi, kondensat hosil bo'lishi va havo almashinuvining yetarli emasligi issiqxonada kasallik rivojlanishi uchun asosiy ekologik omillar ekani aniqlandi. Morfologik belgilar bilan bir qatorda, ko'p- lokusli filogenetik tahlil, qPCR testlar, CAPS-markerlar hamda sun'iy intellektga asoslangan diagnostika usullarining ahamiyati yoritildi. Tahlil natijalari bodring antraknozini erta aniqlash, fitosanitar monitoringni takomillashtirish va integral himoya choralarini ishlab chiqishda zamonaviy diagnostika texnologiyalari muhim o'rin tutishini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: bodring, antraknoz, *Colletotrichum orbiculare*, issiqxona, patogenez, diagnostika, qPCR.

Аннотация. Антракноз огурца является одним из широко распространённых и экономически значимых заболеваний в условиях защищённого грунта. Возбудителем заболевания преимущественно выступает *Colletotrichum orbiculare*, который вызывает некротические поражения листьев, стеблей, черешков и плодов, приводя к снижению качества продукции и урожайности. В данном обзоре проанализированы современные



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

научные сведения об этиологии, патогенезе, особенностях распространения антракноза огурца в экологии тепличных условий, его симптоматике и современных методах диагностики. Анализ литературных источников показал, что *C. orbiculare* относится к гембиотрофным патогенам, а в инфекционном процессе важную роль играют меланизированные аппрессории и эффекторные белки. Кроме того, установлено, что высокая влажность воздуха, наличие воды на поверхности листьев, образование конденсата и недостаточная вентиляция являются основными экологическими факторами, способствующими развитию заболевания в теплицах. Наряду с морфологическими признаками освещено значение многолокусного филогенетического анализа, qPCR-тестов, CAPS-маркеров, а также диагностических методов, основанных на искусственном интеллекте. Результаты анализа показали, что современные диагностические технологии занимают важное место в раннем выявлении антракноза огурца, совершенствовании фитосанитарного мониторинга и разработке интегрированных мер защиты растений.

Ключевые слова: огурец, антракноз, *Colletotrichum orbiculare*, теплица, патогенез, диагностика, qPCR.

Abstract. Cucumber anthracnose is one of the most widespread and economically harmful diseases under greenhouse conditions. The disease is mainly caused by *Colletotrichum orbiculare*, which induces necrotic lesions on leaves, stems, petioles, and fruits, thereby reducing product quality and yield. This review analyzes recent scientific data on the etiology, pathogenesis, distribution features of cucumber anthracnose in greenhouse ecology, symptomatology, and modern diagnostic methods. The analysis of literature sources showed that *C. orbiculare* is a hemibiotrophic pathogen, and that melanized appressoria and effector proteins play an important role in the infection process. It was also established that high humidity, the presence of water on the leaf surface, condensate formation, and insufficient air circulation are the main ecological factors promoting disease development in greenhouse conditions. Along with morphological characteristics, the significance of multilocus phylogenetic analysis, qPCR assays, CAPS markers, and artificial intelligence-based diagnostic methods was highlighted. The results of the analysis demonstrated that modern diagnostic technologies play an important role in the early detection of cucumber anthracnose, the improvement of phytosanitary monitoring, and the development of integrated plant protection measures.

Key words: cucumber, anthracnose, *Colletotrichum orbiculare*, greenhouse, pathogenesis, diagnostics, qPCR.

KIRISH

Bodring (*Cucumis sativus* L.) dunyo miqyosida keng yetishtiriladigan muhim sabzavot ekinlaridan biri bo'lib, ayniqsa issiqxona sharoitida yuqori hosildorligi va





AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

yil davomida mahsulot berishi bilan ahamiyat kasb etadi. Biroq yopiq agrotsenozda havo namligining yuqori bo'lishi, haroratning barqaror saqlanishi va o'simliklar zich joylashishi turli kasalliklarning tez tarqalishi uchun qulay muhit yaratadi. Shunday xavfli kasalliklardan biri antraknoz bo'lib, u asosan *Colletotrichum orbiculare* tomonidan qo'zg'atilib, barg, poya, band va mevalarni zararlaydi hamda mahsulot sifati va hosildorligining keskin pasayishiga olib keladi. Ayrim holatlarda kasallik epifitotiya tusini olib, issiqxona xo'jaliklarida katta iqtisodiy yo'qotishlarga sabab bo'lishi mumkin.

So'nggi yillarda *Colletotrichum* turlarining taksonomiyasi, irqiy tarkibi va molekulyar patogenezi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar antraknoz patosistemasining ancha murakkab ekanini ko'rsatmoqda. Zamonaviy molekulyar-genetik usullar patogenning virulentlik omillari, effektor oqsillari va xo'jayin-patogen o'zaro munosabatlarini chuqurroq tushunish imkonini berdi. Shu bilan birga, issiqxona sharoitida kasallikni erta diagnostika qilish, uning tarqalish omillarini baholash va aniq monitoring tizimlarini ishlab chiqish dolzarb masalalardan biri bo'lib qolmoqda. Ushbu sharhda bodring antraknozining etiologiyasi, patogenezi, issiqxona ekologiyasida tarqalish xususiyatlari, simptomatikasi hamda zamonaviy diagnostika usullari haqidagi so'nggi ilmiy ma'lumotlar tahlil qilingan.

Etiologiya va patogenez. Antraknozning etiologiyasi nuqtai nazaridan, bodring uchun asosiy patogen sifatida *C. orbiculare* qabul qilinadi; tarixan *C. lagenarium* nomi ham keng ishlatilgan, lekin ko'p-lokusli filogeniya asosida bu guruhning taksonomik chegaralari ancha aniqlashtirilgan. Keyingi yillarda irqilar xilma-xilligiga qiziqish kuchaydi: Yaponiyada o'rganilgan izolyatlar orasida kamida uch irq ajratilgan, ayrim yuqori virulent shtammlar esa avval qo'llanilgan rezistentlik manbalariga bosim o'tkazayotgani ko'rsatilgan. Demak, "antraknoz" yagona bir patogenik profilga ega kasallik emas; aksincha, u populyatsiya tarkibi, xo'jayin genotipi va lokal agroekologiyaga bog'liq dinamik patosistema hisoblanadi (Damm et al., 2013; Matsuo et al., 2022; Fitriyah et al., 2024).

Patogenez jihatidan *C. orbiculare* gemibiotrof zamburug' bo'lib, infeksiya konidiyaning barg yuzasiga yopishishi, unib chiqishi, melaninli appessoriy hosil qilishi va epidermisga kirishi bilan boshlanadi. Keyin u qisqa biotrof faza orqali birlamchi gifalarni rivojlantiradi, so'ng nekrotrof fazaga o'tib to'qima parchalanishi va tipik nekrotik dog'larni vujudga keltiradi. Zamonaviy tadqiqotlar EPC1-EPC4 kabi effektorlar xo'jayin maxsusligiga, CoPEX8 esa to'liq virulentlikka zarur ekanini ko'rsatdi; bu patogenezni faqat "mexanik kirish" emas, balki molekulyar immuniteta qarshi bosim jarayoni sifatida talqin qilish kerakligini anglatadi (Irieda & Takano, 2016; Inoue et al., 2023; Wang et al., 2026).

Issiqxona ekologiyasi va tarqalish. Issiqxona sharoitida ekologik ziddiyat shundaki, bodring yuqori namlikni yoqtiradi, ammo xuddi shu muhit antraknoz uchun ham qulay. Manbalarda bodring uchun havo namligi yuqori bo'lishi ko'rsatilgan, kasallik rivojlanishi uchun esa taxminan 21-24°C atrofidagi harorat, bir



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

necha soatlik barg namligi, yuqori pH darajasi va barg yuzasidagi suv hal qiluvchi omil ekani qayd etilgan. Issiqxonada kunduz va tundagi harorat farqi ortishi, ventilyatsiya yetarli bo'lmashligi va to'sinlar orasida havo turib qolishi natijasida kechasi kondensat hosil bo'ladi; shu holat yomg'irsiz ham "epidemik namlik" muhitini yaratadi (Monroe et al., 1997; Li, 2014; University of Kentucky Extension, 2025).

Tarqalish nuqtai nazaridan, ochiq maydonda yomg'ir va shamol muhim bo'lsa, issiqxonada asosiy drayverlar - ekish materiallari, tomchilovchi yoki yuqoridan sug'orishdagi sachrash, ishchilar harakati, asbob-uskunalar hisoblanadi. Patogen o'simlik qoldig'ida, urug'da va begona o'tlarda saqlanishi mumkin; kontaminatsiyalangan mevalardan olingan urug' ko'chat davrida boshlang'ich inokulyum manbasiga aylanadi. Shu bilan birga, ayrim yangi ishlar urug'da patogenni PCR orqali aniqlash mumkinligini ko'rsatsa-da, tijorat issiqxonalarida "urug'dan-ko'chatga" o'tishning aniq chastotasi hali ham to'liq aniqlanmagan, demak sanitariyada ehtiyotkorlik maksimal bo'lishi kerak (Li, 2014; FAO, 2024; ISF, 2026).

Simptomatika va diagnostika. Simptomatikada birinchi belgi, odatda, bargda namlangan mayda sarg'ish dog'lardir; keyin ular qo'ng'ir tus oladi, kattalashadi va bodringda markazi yorilib yara ko'rinishini berishi mumkin. Poya va bandlarda yorug'-qo'ng'ir cho'zinchoq yoki rombsimon dog'lar hosil bo'ladi, yuqori namlikda ular ustida pushtisimon spora massasi ko'rinadi. Mevada esa aylana, namlangan, keyinchalik botiq qo'ng'ir nekrozlar va nam sharoitda salmon rangidagi sporalar kuzatiladi; urug'palla ham nekrotik shikastlanishi mumkin. Shuning uchun simptomlar faqat bargdagina emas, butun yuqori yer qismi bo'ylab baholanishi shart (Li, 2014; Damm et al., 2013; Patel et al., 2023).

Morfologik diagnostikada zamburug' koloniyasi odatda avval oq, keyin kulrang tusga o'tadi; markaz atrofida qora aservula, qo'ng'ir setalar va gialin, septasiz, silindrik konidiyalar kuzatiladi. Tur darajasida aniqlash uchun esa faqat ITS yetarli bo'lmaydi: GAPDH, CHS-1, HIS3, ACT, TUB2 va GS kabi lokuslar bilan ko'p-lokusli filogeniya eng ishonchli yondashuv hisoblanadi. Seleksiya ishlarida CAPS-markerlar va CsSGR bo'yicha genotiplash qimmatli, fitosanitar skriningda esa tezkor qPCR testlar ahamiyatli; ammo manbalardan kelib chiqib, barcha irqlarni qamraydigan yagona, umumqabul qilingan *C. orbiculare*-spesifik tezkor standart protokol hali aniqlanmagan (Damm et al., 2013; Matsuo et al., 2022; Phurbu et al., 2026).

Zamonaviy diagnostikada vizual baholashning o'zi ham standartlashmoqda: 2024 yilda taklif qilingan SAD (standard area diagram) bodring bargida antraknoz og'irligini aniqroq hisoblash imkonini berdi, bu esa seleksiya va fungitsid sinovlarida katta ahamiyatga ega. Shu bilan birga, 2025 yildagi sun'iy intellekt modeli antraknozni o'z ichiga olgan bodring kasalliklarini 97,66% muvozanatlashgan aniqlik bilan ajratgani xabar qilindi. Biroq bu usullarni lokal issiqxona rasmlari, mahalliy yorug'lik sharoiti va aralash infeksiyalar bilan albatta



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

qayta validatsiya qilish kerak (Conforto et al., 2024; Phurbu et al., 2026; Raufer et al., 2025).

XULOSA

Bodring antraknozi issiqxona sharoitida keng tarqaladigan va yuqori iqtisodiy ahamiyatga ega bo'lgan kasalliklardan biri hisoblanadi. *C. orbiculare* ning yuqori adaptivligi, irqiy xilma-xilligi va molekulyar virulentlik mexanizmlari patosistemaning murakkabligini ko'rsatadi. Patogenning gemibiotrof hayot tarzi, melaninli appessoriy hosil qilishi va effektor oqsillar orqali xo'jayin immun javobini susaytirishi infeksiya jarayonining yuqori samaradorligini ta'minlaydi. Issiqxona muhitida yuqori namlik, kondensat hosil bo'lishi, havo almashinuvining yetarli emasligi va sanitariya talablariga rioya qilinmasligi kasallik tarqalishini kuchaytiruvchi asosiy omillar sifatida namoyon bo'ladi.

Zamonaviy diagnostika usullari, jumladan ko'p-lokusli filogenetik tahlil, qPCR texnologiyalari, standartlashtirilgan vizual baholash tizimlari va sun'iy intellektga asoslangan modellar antraknozni aniqlash va monitoring qilish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirmoqda. Biroq mahalliy issiqxona sharoiti, lokal patogen populyatsiyalari va aralash infeksiyalar xususiyatlarini hisobga olgan holda ushbu usullarni qayta validatsiya qilish muhim ahamiyatga ega. Kelgusida bodring antraknoziga qarshi samarali kurash choralarini ishlab chiqishda patogenning molekulyar biologiyasi, irqiy tarkibi va ekologik moslanuvchanligini chuqur o'rganish asosiy ilmiy yo'nalishlardan biri bo'lib qoladi.

ADABIYOTLAR

1. Conforto, C., Martins, R.B., Nicoli, A., Capucho, A.S., et al. 2024. Development and validation of a standard area diagram set for assessment of anthracnose severity on cucumber leaves. *Journal of Phytopathology*, 172(4).
2. Damm, U., Cannon, P.F., Liu, F., Barreto, R.W., Guatimosim, E., & Crous, P.W. 2013. The *Colletotrichum orbiculare* species complex: Important pathogens of field crops and weeds. *Fungal Diversity*, 61.
3. FAO. 2024. *Phytosanitary Procedures for Seed Certification*. Bangkok, Thailand.
4. FAO/IPPC. 2021. *ISPM 38: International Movement of Seeds*.
5. Fitriyah, F., Matsuo, H., Isobe, S., Shirasawa, K., Naito, K., & Yoshioka, Y. 2024. Different control of resistance to two *Colletotrichum orbiculare* pathogenic races 0 and 1 in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 137, 127.
6. Haqyar, A.W., Ino, M., Kimura, N., Okido, T., Kihara, J., & Ueno, M. 2026. Biological activity of *Paenibacillus polymyxa* GT2 isolate from soil in Japan against anthracnose caused by *Colletotrichum orbiculare* in cucumber. *Plant Protection Science*, 62, 47-57.
7. Irieda, H., & Takano, Y. 2016. Identification and characterization of virulence-related effectors in the cucumber anthracnose fungus *Colletotrichum orbiculare*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 95, 87-92.





AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

8. Inoue, Y., Phuong Vy, T.T., Singkaravanit-Ogawa, S., Zhang, R., Yamada, K., Ogawa, T., Ishizuka, J., Narusaka, Y., & Takano, Y. 2023. Selective deployment of virulence effectors correlates with host specificity in a fungal plant pathogen. *New Phytologist*, 238, 1578–1592.
9. ISF. 2026. Regulated Pest List: *Gloeosporium orbiculare* / *Colletotrichum orbiculare*. International Seed Federation.
10. Kim, S.J., Ko, E.J., Hong, J.K., & Jeun, Y.C. 2018. Ultrastructures of *Colletotrichum orbiculare* in cucumber leaves expressing systemic acquired resistance mediated by *Chlorella fusca*. *The Plant Pathology Journal*, 34(2), 113–120.
11. Ko, E.J., Shin, Y.H., Hyun, H.N., Song, H.S., Hong, J.K., & Jeun, Y.C. 2019. Bio-Sulfur Pre-Treatment Suppresses Anthracnose on Cucumber Leaves Inoculated with *Colletotrichum orbiculare*. *Mycobiology*, 47, 308–318.
12. Kumari, M., Dutta, B., Kaur, N., & McAvoy, T. 2025. Performance Metrics of Cucumber Cultivars: Yield, Marketability, and Disease Susceptibility, Georgia, 2024. *Plant Health Progress*, 26(2).
13. Li, Y.H. 2014. Anthracnose of Cucumber. Connecticut Agricultural Experiment Station Fact Sheet.
14. Matsuo, H., Ishiga, Y., Kubo, H., & Yoshioka, Y. 2022. *Colletotrichum orbiculare* strains distributed in Japan: race identification and evaluation of virulence to cucurbits. *Breeding Science*, 72(4).
15. Matsuo, H., Sugiyama, M., & Yoshioka, Y. 2022. Identification of a New Source of Resistance to Anthracnose in Cucumber in Japan. *The Horticulture Journal*, 91(1), 49–57.
16. Monroe, J.S., Santini, J.B., & Latin, R. 1997. A model defining the relationship between temperature and leaf wetness duration, and infection of watermelon by *Colletotrichum orbiculare*. *Plant Disease*, 81, 739–742.
17. Patel, T., Bhatta, B.P., Correa, E., Wehner, T.C., Quesada-Ocampo, L.M., & Malla, S. 2023. Recent Advances and Challenges in Management of *Colletotrichum orbiculare*, the Causal Agent of Watermelon Anthracnose. *Horticulturae*, 9(10), 1132.
18. Phurbu, D., Duan, W., Crous, P.W., Cai, L., & Liu, F. 2026. A Sensitive Real-Time PCR-Based Assay for the Identification of *Colletotrichum* in Phytosanitary and Clinical Applications. *Journal of Fungi*, 12(3), 171.
19. Raufer, L., Wiedey, J., Mueller, M., Penava, P., & Buettner, R. 2025. A deep learning-based approach for the detection of cucumber diseases. *PLoS ONE*, 20(4), e0320764.
20. Wang, X., Yu, S., et al. 2026. Pex8, a Fungal Specific Peroxin, Regulates Peroxisome Biogenesis and Pathogenicity in the Cucumber Anthracnose Fungus *Colletotrichum orbiculare*. *Journal of Fungi*, 12(4), 248.