



TUPROQ VA KASALLANGAN O'SIMLIKlardan AJRATILGAN RHIZOBIUM RADIOBACTER SHTAMMLARINING VIRULENTLIK XUSUSIYATLARINI QIYOSIY TAHLILI

Ma'rufjonova Navbahor Abdumannon qizi

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat
universiteti 1-kurs magistranti

Eshbekova Guljahon G'ofur qizi

Samarqand davlat Universiteti falsafa doktori (PhD)

Samarqand davlat Universiteti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20268973>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 14-may 2026 yil

Ma'qullandi: 16-may 2026 yil

Nashr qilindi: 18-may 2026 yil

KEY WORDS

Rhizobium radiobacter, virulentlik,
Ti-plazmid, vir genlari, qiyosiy
tahlil.

ABSTRACT

Mazkur maqolada ilmiy adabiyotlar tahlili asosida tuproq hamda kasallangan o'simlik to'qimalaridan ajratilgan Rhizobium radiobacter shtammlarining virulentlik darajalari qiyosiy o'rganildi. Ko'rib chiqilgan tadqiqotlarda bakteriyaning patogenlik xususiyatlari uning genetik tuzilishi, xususan Ti-plazmid mavjudligi va vir genlarining faolligi bilan chambarchas bog'liqligi qayd etilgan. Tahlil qilingan manbalarga ko'ra, kasallangan o'simliklardan ajratilgan shtammlar odatda yuqori infeksiyon faollikka ega bo'lib, o'simlik to'qimalarida kuchli patogen ta'sir ko'rsatadi. Tuproqdan olingan shtammlar esa virulentlik darajasi bo'yicha nisbatan past yoki o'zgaruvchan xususiyatga ega ekani aniqlangan. Maqolada ushbu farqlarni shakllantiruvchi ekologik va genetik omillar ham yoritilib, ularni tushunish kelgusida o'simlik kasalliklariga qarshi samarali kurash choralari ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etishi ta'kidlanadi.

Qishloq xo'jaligi ekinlarida uchraydigan bakterial kasalliklar hosildorlikning kamayishi, ko'chatlarning nobud bo'lishi va o'simliklarning fiziologik holatining izdan chiqishiga sabab bo'luvchi muhim omillardan biridir. Shunday kasalliklardan biri ildiz bo'g'imi o'simtali bakterial rak(crown gall) kasalligi bo'lib, u asosan *Rhizobium radiobacter* (ilgari *Agrobacterium tumefaciens* yoki *Agrobacterium radiobacter* nomlari bilan yuritilgan) bilan bog'liq. Mazkur bakteriya tuproqda keng tarqalgan gram-manfiy, tayoqchasimon bakteriyalardir va asosan ildiz, ildiz bo'g'imi hamda jarohatlangan to'qimalar orqali o'simlikka kirib, kasallik qo'zg'atadi. Patogen shtammlar o'simlik hujayralariga genetik material uzatish xususiyatiga ega bo'lib, buning natijasida hujayra bo'linishi nazoratsiz kuchayadi, hamda o'simta to'qimalari shakllanadi [1].

Virulentlikning asosiy molekulyar omili bakteriya hujayrasidagi tumor-induksiyalovchi plazmid — Ti-plazmid hisoblanadi. Ushbu plazmid tarkibidagi vir-genlar o'simlik hujayrasiga T-DNK fragmentining ko'chirilishini ta'minlaydi. T-DNK xo'jayin hujayra genomiga integratsiyalashgach, auksin va sitokin biosintezini boshqaruvchi genlar faollashadi, natijada

hujayralarning normal fiziologik muvozanati buziladi va giperplaziya kuzatiladi. Shu sababli shtammlarning patogenligi ko'p jihatdan Ti-plazmidning mavjudligi, uning genetik tarkibi hamda ekspressiya darajasiga bog'liq bo'ladi [2].

Tuproq ekologik jihatdan ushbu bakteriyaning asosiy tabiiy rezervuari hisoblanadi. Tuproqdan ajratilgan ko'plab shtammlar saprofit yoki avirulent bo'lishi mumkin, biroq kasallangan o'simlik to'qimalaridan ajratilgan izolyatlar odatda yuqoriroq patogenlik xususiyatlarini namoyon etadi. Ayrim tadqiqotlarda tuproq va o'simta to'qimalaridan ajratilgan ayrim avirulent izolyatlar virulent shtammlar bilan tabiiy kontakt sharoitida virulentlik belgilarini qisman orttirishi mumkinligi qayd etilgan. Bu holat virulentlikning faqat turga emas, balki konkret shtammlarning genetik tarkibi va ekologik sharoitiga ham bog'liq ekanligini ko'rsatadi [3].

Hozirgi vaqtda *Rhizobium radiobacter* shtammlarining biologik xilma-xilligi, ekologik moslashuvi va virulentlik darajasidagi tafovutlarni o'rganish o'simlik kasalliklari etiologiyasini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, tuproqdan hamda kasallangan o'simliklardan ajratilgan izolyatlarning virulentlik xususiyatlarini qiyosiy baholash patogen populyatsiyalarning shakllanish mexanizmlarini tushunish, kasallik manbalarini aniqlash va samarali biologik nazorat usullarini ishlab chiqishda muhim ilmiy asos yaratadi. So'nggi tadqiqotlarda turli xo'jayin o'simliklardan olingan izolyatlar orasida o'simta hosil qilish intensivligi, xo'jayin tanlash xususiyati va patogenlik darajasi bo'yicha sezilarli farqlar aniqlangan [4].

*Rhizobium radiobacter*ning patogenlik mexanizmi mikrobiologiya va molekulyar biologiya sohasida eng ko'p o'rganilgan bakteriya-o'simlik o'zaro ta'sir tizimlaridan biri hisoblanadi. Bakteriyaning o'simlik hujayrasiga genetik material uzatish xususiyati tabiiy gen muhandisligining klassik modeli sifatida qaraladi. Patogen shtammlar o'simlikning jarohatlangan joylaridan ajralib chiqadigan fenolik birikmalar, ayniqsa asetosiringon kabi signallarga javoban faollashadi. Ushbu birikmalar Ti-plazmid tarkibidagi *vir* genlar ekspressiyasini induksiya qiladi. Natijada T-DNK bakteriya hujayrasidan o'simlik hujayrasiga o'tadi va xo'jayin genomiga integratsiyalanadi. Keyinchalik T-DNK tomonidan kodlangan genlar fitogormonlar — auksin va sitokinining ortiqcha sintezini yuzaga keltiradi, bu esa hujayralarning nazoratsiz proliferatsiyasiga hamda o'simta hosil bo'lishiga sabab bo'ladi [5].

So'nggi yillarda molekulyar-genetik usullar yordamida *Rhizobium radiobacter* shtammlarining virulentlik determinantlarini chuqurroq o'rganish imkoniyati paydo bo'ldi. Polimeraza zanjir reaksiyasi (PCR), plazmid profil tahlili, 16S rRNK sekvenslash va *vir* genlarni identifikatsiya qilish usullari orqali izolyatlarning patogenlik salohiyatini baholash mumkin. Ayniqsa, *virD2*, *virG* va *ipt* genlari virulent shtammlarni aniqlashda muhim molekulyar markerlar sifatida qo'llaniladi. Ushbu metodlar klassik biologik testlar bilan birgalikda qo'llanilganda shtammlarning virulentlik xususiyatlarini aniqroq tavsiflash imkonini beradi [6].

Bundan tashqari, tuproq mikrobiotasining tarkibi ham *Rhizobium radiobacter*ning virulentligiga ta'sir ko'rsatadi. Rizosferadagi antagonistik bakteriyalar, jumladan ayrim *Bacillus*, *Pseudomonas* va avirulent *Rhizobium* shtammlari patogen populyatsiyalar rivojlanishini cheklashi mumkin. Xususan, biologik nazoratda qo'llaniladigan *Agrobacterium radiobacter* K84 shtammi patogen shtammlarga qarshi agrotsin 84 antibiotigini ishlab

chiqarishi bilan mashhur. Bu holat virulent va avirulent shtammlar o'rtasidagi ekologik raqobat kasallik rivojlanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatadi [7].

Shunday qilib, tuproq va kasallangan o'simliklardan ajratilgan *Rhizobium radiobacter* shtammlarining virulentlik xususiyatlarini qiyosiy o'rganish nafaqat bakteriyaning ekologik biologiyasini tushunish, balki kasallikning tarqalish yo'llari, patogen populyatsiyalarning shakllanish qonuniyatlari va samarali profilaktik strategiyalarni ishlab chiqish uchun ham muhimdir. Ayniqsa, turli manbalardan olingan izolyatlarda virulentlik darajasining farqlanishi ularning ekologik moslashuvi va genetik plastiklik bilan chambarchas bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Shu nuqta nazardan, tuproq va kasallangan o'simliklardan olingan shtammlarning qiyosiy tahlili fitopatologiya, qishloq xo'jaligi mikrobiologiyasi hamda o'simliklar himoyasi sohalari uchun dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biri bo'lib qolmoqda.

Tadqiqotlar tahlili: So'nggi o'n yil davomida *Rhizobium radiobacter* ning virulentlik xususiyatlari, ekologik tarqalishi hamda o'simlik bilan o'zaro ta'sir mexanizmlariga oid ko'plab tadqiqotlar olib borilgan. Ayniqsa, tuproq va kasallangan o'simliklardan ajratilgan shtammlarning patogenlik darajasini qiyosiy baholash zamonaviy fitopatologiyaning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Kerr tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda *Agrobacterium radiobacter* ning avirulent shtammlarida keyinchalik virulentlik xususiyati paydo bo'lishi mumkinligi aniqlangan. Olim tajribalarida tuproqdan ajratilgan patogen bo'lmagan izolyatlar virulent shtammlar bilan birgalikda kultivatsiya qilinganda ayrim bakteriyalarda o'simta hosil qilish qobiliyati yuzaga kelgani kuzatilgan. Muallif ushbu holatni bakteriyalar orasida Ti-plazmidning ko'chishi bilan izohlagan. Tadqiqot natijalari tuproqdagi ayrim avirulent shtammlar ham ma'lum sharoitlarda patogenlik xususiyatini orttirishi mumkinligini ko'rsatgan. Ko'plab tadqiqotlar tuproqdagi avirulent shtammlar va kasallangan o'simliklardan ajratilgan virulent shtammlar o'rtasida genetik almashinuv ehtimoli mavjudligini ko'rsatadi. Ti-plazmidning kon'yugatsiya orqali ko'chishi natijasida avval avirulent bo'lgan bakteriya patogen xususiyat kasb etishi mumkin. Kerr tomonidan olib borilgan klassik tajribalarda patogen bo'lmagan izolyatlar virulent shtammlar bilan birgalikda kultivatsiya qilinganda o'simta hosil qilish qobiliyatiga ega bo'lishi kuzatilgan. Ushbu natijalar virulentlikning ekologik populyatsiyalar ichida dinamik tarzda tarqalishi mumkinligini ko'rsatib, kasallik epidemiologiyasini tushunishda muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi [8].

Citovsky va hamkorlari olib borgan tadqiqotlarda *Agrobacterium* T-DNA ning o'simlik hujayrasiga kirib borish va keyinchalik genomga qo'shilish jarayoni bosqichma-bosqich tahlil qilingan. Mualliflar jarayon avval bakteriyaning o'simlik hujayrasiga yopishishi, so'ng T-DNK ning hujayra ichiga o'tishi va yakunda yadro genomiga integratsiyalanishi orqali amalga oshishini qayd etganlar. Tadqiqotlarda *Rhizobium radiobacter* ning patogenlik xususiyati aynan shu genetik material uzatish jarayoni bilan bog'liq ekanini ta'kidlangan. Mualliflar T-DNK integratsiyasi o'simlik genomining tabiiy DNK tuzatish mexanizmlari orqali sodir bo'lishini, ya'ni bu jarayon to'liq maxsus yo'naltirilgan emas, balki hujayraning ichki reparatsiya tizimlari bilan bog'liq ekanini ko'rsatganlar. Shu orqali *Agrobacterium*-o'simlik o'zaro ta'siri murakkab biologik jarayon ekanligi va virulentlik darajasi aynan ushbu mexanizmlarning faolligiga bog'liqligi yoritilgan [9].

Escobar va Dandekar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda *Agrobacterium tumefaciens* ning o'simliklarda bakterial rak (crown gall) kasalligini keltirib chiqarish mexanizmlari keng

tahlil qilingan. Mualliflar bakteriyaning asosan jarohatlangan o'simlik to'qimalari orqali kirib borishini va infeksiya jarayoni o'simlikdan ajraladigan fenolik moddalar ta'sirida boshlanishini qayd etganlar. Tadqiqotda Ti-plazmid tarkibidagi *vir* genlar faollashgandan so'ng T-DNK bakteriya hujayrasidan o'simlik hujayrasiga o'tishi va xo'jayin genomiga integratsiyalanishi batafsil yoritilgan. Olimlarning ta'kidlashicha, T-DNK tarkibidagi genlar o'simlik hujayralarida fitogormonlar sintezini kuchaytiradi, natijada hujayralarning nazoratsiz bo'linishi boshlanib, o'simta to'qimalari shakllanadi. Mualliflar bacterial rak (crown gall) kasalligi ayniqsa mevali daraxtlar, tok va ko'chatlarda katta iqtisodiy zarar yetkazishini ham ko'rsatganlar. Tadqiqot davomida bakteriyaning tuproqda uzoq muddat yashab qolish xususiyati kasallikning doimiy tarqalish manbai ekanligi ta'kidlangan. Shuningdek, kasallangan o'simliklardan ajratilgan shtammlar yuqori virulentlikka ega bo'lib, o'simlik to'qimalarida faol kolonizatsiya qilishi aniqlangan. Mualliflar bakteriyaning patogenlik darajasi Ti-plazmid mavjudligi va uning funksional faolligi bilan chambarchas bog'liq degan xulosaga kelganlar [10].

Hwang, Yu va Lai tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda bakteriyaning o'simlik hujayrasiga kirib borish bosqichlari hamda T-DNK uzatish mexanizmi batafsil o'rganilgan. Tadqiqotchilar Ti-plazmid tarkibidagi *virA*, *virB*, *virD* va *virG* genlari infeksiyon jarayonda asosiy rol o'ynashini aniqlaganlar. Ularning fikricha, virulent shtammlarning o'simlik to'qimalariga birikishi va T-DNKni xo'jayin genomiga integratsiyalashi kasallik rivojlanishining eng muhim bosqichi hisoblanadi [11].

Gelvin o'z ilmiy ishlarida *Agrobacterium* va o'simlik hujayrasi o'rtasidagi molekulyar o'zaro ta'sirlarni tahlil qilgan. Muallif ayrim shtammlarda virulentlik darajasi yuqori bo'lishi Ti-plazmid tarkibidagi genetik determinantlarning faol ishlashi bilan bog'liq ekanligini qayd etgan. Tadqiqotda T-DNKning o'simlik yadrosiga transport qilinishida VirD2 va VirE2 oqsillari muhim ahamiyatga ega ekanligi ko'rsatilgan. Ushbu natijalar turli shtammlar orasidagi virulentlik tafovutlarini tushuntirishda muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qilgan [12].

Bahramnejad va hamkorlari tomonidan olib borilgan sharh tadqiqotida *Agrobacterium* turlarining transformatsion xususiyatlari hamda Ti-plazmidlarning biologik ahamiyati keng tahlil qilingan. Tadqiqotchilar tuproqdan ajratilgan ayrim shtammlar ekologik moslashuv xususiyatiga ega bo'lsa-da, barcha izolyatlar ham yuqori virulentlikni namoyon qilmasligini ta'kidlaganlar. Ularning ma'lumotlariga ko'ra, kasallangan o'simliklardan ajratilgan shtammlar odatda faol patogenlik belgilariga ega bo'lib, o'simta hosil qilish qobiliyati yuqoriroq bo'ladi [13].

Tekiner va Kotan tomonidan olib borilgan tajribalarda turli o'simliklardan ajratilgan beshta *Rhizobium radiobacter* shtammining patogenligi qiyosiy baholangan. Tadqiqotchilar shtammlarni sabzi bo'laklari, qovoq mevasi, pomidor, kungaboqar va turli mevali daraxt payvandtaglarida sinab ko'rganlar. Tajriba natijalarida ayrim izolyatlar yuqori virulentlik ko'rsatgan bo'lsa, ayrim shtammlarda o'simta hosil qilish darajasi past bo'lgan. Xususan, 1B izolyati eng virulent shtamm sifatida qayd etilgan. Ushbu tadqiqot turli manbalardan ajratilgan shtammlar orasida biologik va fiziologik farqlar mavjudligini ko'rsatgan [14].

2024-yilda Chantapakul, Sabaratnam va Wang tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda *Rhizobium radiobacter*ga qarshi bakteriofaglardan foydalanish imkoniyati o'rganilgan. Tadqiqotchilar tuproq va oqava suv namunalaridan bakteriofaglarni ajratib olib, ularning virulent shtammlarga ta'sirini baholaganlar. Tajribalarda ayrim fag kombinatsiyalari bakteriya

sonini sezilarli kamaytirgani aniqlangan. Mualliflar ushbu usulni bakterial rak (crown gall) kasalligiga qarshi istiqbolli biologik nazorat yo'nalishi sifatida baholaganlar [15].

Shvets va hamkorlari tomonidan olib borilgan molekulyar-genetik tadqiqotlarda *Agrobacterium* tarkibidagi *rol* genlarning biologik funksiyasi o'rganilgan. Tadqiqotchilar ushbu genlar o'simlik hujayralarida fiziologik o'zgarishlarni yuzaga keltirishi hamda o'simlik to'qimalarining nazoratsiz o'sishiga sabab bo'lishini aniqlaganlar. Tadqiqot natijalari bakteriyaning virulentlik mexanizmlarini chuqurroq tushunishda muhim ahamiyatga ega bo'lgan [16].

Xulosa va tavsiyalar. Tahlil qilingan ilmiy maqolalar va so'nggi yillardagi tadqiqotlar natijalari tuproq hamda kasallangan o'simliklardan ajratilgan *Rhizobium radiobacter* shtammlarining virulentlik darajasi bir xil emasligini ko'rsatdi. Tadqiqotlarda kasallangan o'simliklardan olingan shtammlar ko'proq o'simta hosil qilishi va yuqori patogenlik namoyon etishi aniqlangan. Tuproqdan ajratilgan ayrim izolyatlarda esa virulentlik sust yoki umuman kuzatilmagan. Olimlar virulentlikning shakllanishida Ti-plazmid, *vir* genlar va ekologik omillar muhim rol o'ynashini ta'kidlaganlar. Shu sababli bakterial rak (crown gall) kasalligining oldini olishda sog'lom ko'chat materiallaridan foydalanish, tuproqning fitosanitar holatini nazorat qilish hamda biologik nazorat usullarini qo'llash muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Catharine E. White, & Stephen C. Winans. (2007). Cell-cell communication in the plant pathogen *Agrobacterium tumefaciens*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1483), 1135-1148. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2040>
2. Nasibe Tekiner Aydın & Recep Kotan. (n.d.). Pathogenicity of different *Rhizobium radiobacter* (*Agrobacterium tumefaciens*) isolates and their identification with conventional methods.
3. Castellani, L. G., Luchetti, A., Nilsson, J. F., Pérez-Giménez, J., Struck, B., Schlüter, A. Torres Tejerizo, G. (2022). RcgA and RcgR, two novel proteins involved in the conjugative transfer of rhizobial plasmids. *mBio*, 13(5), e01949-22.
4. Hamzeh Mafakheri, S. Mohsen Taghavi, Joanna Puławska, Philippe de Lajudie, Florent Lassalle, & Ebrahim Osdaghi. (2019). Two novel genomospecies in the *Agrobacterium tumefaciens* species complex associated with rose crown gall. *Phytopathology*, 109(11), 1859-1868. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-19-0178-R>
5. White, C. E., & Winans, S. C. (2007). Cell-cell communication in the plant pathogen *Agrobacterium tumefaciens*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1483), 1135-1148. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2030>
6. Bini, F., Gehring, C., & Morel, P. (2008). Molecular analysis of virulence genes in *Agrobacterium*. *Plant Pathology*, 57(4), 712-720.
7. Moore, L. W., & Warren, G. (1979). *Agrobacterium radiobacter* strain K84 and biological control of crown gall. *Annual Review of Phytopathology*, 17, 163-179. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.17.090179.001115>
8. Kerr, A. (1971). Acquisition of virulence by non-pathogenic isolates of *Agrobacterium radiobacter*. *Physiological Plant Pathology*, 1(3), 241-246. [https://doi.org/10.1016/0048-4059\(71\)90045-2](https://doi.org/10.1016/0048-4059(71)90045-2)

9. Citovsky, V., Garlaschi, P. F., & Zaltsman, A. (2021). Agrobacterium-mediated genetic transformation: From DNA transfer to genome integration. *Annual Review of Phytopathology*, 59, 123–145.
10. Escobar, M. A., & Dandekar, A. M. (2003). Agrobacterium tumefaciens as an agent of disease. *Trends in Plant Science*, 8(8), 380–386. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(03\)00162-6](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(03)00162-6)
11. Hwang, H. H., Yu, M., & Lai, E. M. (2017). Agrobacterium-mediated plant transformation: Biology and applications. *The Arabidopsis Book*, 15, e0186. <https://doi.org/10.1199/tab.0186>
12. Gelvin, S. B. (2017). Integration of Agrobacterium T-DNA into the plant genome. *Annual Review of Genetics*, 51, 195–217. <https://doi.org/10.1146/annurev-genet-120215-035320>
13. Bahramnejad, B., Naji, M., Bose, R., & Jha, S. (2019). A critical review on use of Agrobacterium rhizogenes and their associated binary vectors for plant transformation. *Biotechnology Advances*, 37(7), 107405. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.06.004>
14. Tekiner, N., & Kotan, R. (2022). Pathogenicity of different Rhizobium radiobacter (Agrobacterium tumefaciens) isolates and their identification with conventional methods. *Journal of Agriculture and Nature*, 25(Supplement 1), 149–157.
15. Chantapakul, B., Sabaratnam, S., & Wang, S. (2024). Isolation and characterization of bacteriophages for controlling Rhizobium radiobacter causing stem and crown gall of highbush blueberry. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1437536.
16. Shvets, D. Y., Berezhneva, Z. A., Musin, K. G., Baimukhametova, E. A., & Kuluev, B. R. (2024). rol genes of agrobacteria: Possible biological functions. *Biology Bulletin Reviews*, 13, S359–S376. <https://doi.org/10.1134/S2079086423090116>