

O‘SIMLIKLAR ORQALI FITOREMEDIATSIYA QILISH TEKNOLOGIYALARI

Xudoyberdiyeva Hilola

Guliston davlat universiteti

Biotexnologiya yo‘nalishi 2 bosqich talabasi

xudoyberdiyevahilola24@gmail.com

Raimova Charos Baxrom qizi

Guliston davlat universiteti

“Oziq-ovqat texnologiyalari” kafedrası o‘qituvchisi

Annotatsiya. Fitoremediatsiya o‘simliklar yordamida tuproq va suvni og‘ir metallar, pestitsidlar va organik ifloslantiruvchi moddalar kabi toksik birikmalardan tozalash texnologiyasidir. Ushbu usul ekologik xavfsiz, tejamkor va barqaror yechim sifatida ahamiyat kasb etadi. Giperakkumulyator o‘simliklar va ularning rizosferadagi mikroblari ifloslantiruvchi moddalarni to‘plash va parchalanishini samarali amalga oshiradi. Fitoremediatsiya jarayoni fitostabilizatsiya, fitodegradatsiya, fitoekstraktsiya va fitovolatilizatsiya mexanizmlarini o‘z ichiga oladi. Ushbu texnologiya ekologik muammolarni hal qilishda va atrof-muhitni tiklashda istiqbolli yondashuv sifatida keng qo‘llaniladi.

Kalit so‘zlar: Fitoremediatsiya, hyperakkumulyator o‘simliklar, tuproq va suvni tozalash, organik ifloslantiruvchi moddalar, ekologik barqarorlik

Annotation. Phytoremediation is a technology that cleans contaminated soil and water from heavy metals, pesticides, and organic pollutants using plants. This method provides an environmentally safe, cost-effective, and sustainable solution. Hyperaccumulator plants and their associated rhizosphere microbes effectively absorb, accumulate, and degrade pollutants. Phytoremediation processes include phytostabilization, phytodegradation, phytoextraction, and phytovolatilization

mechanisms. This technology is a promising approach for solving environmental problems and restoring ecological balance.

Keywords: phytoremediation, hyperaccumulator plants, soil and water remediation, organic pollutants, environmental sustainability

Fitoremediatsiya bugungi kunda ekologik muammolarni hal etishda dolzarb va istiqbolli texnologiya sifatida qadrlanmoqda. Ushbu usulning asosiy mohiyati – og‘ir metallar va radioaktiv moddalarni o‘zida to‘plab oladigan maxsus giperakkumulyator o‘simliklar yordamida ifloslangan tuproqni tabiiy yo‘l bilan tozalashdir. Giperakkumulyator o‘simliklar mavjud muqobil usullarga nisbatan ancha arzon va xavfsiz yechim taqdim etadi. Fitoremediatsiya samaradorligi, avvalo, ifloslangan hudud sharoitiga mos, chidamli va toksik muhitga moslashgan o‘simlik turlarini aniqlash bilan belgilanadi. Ushbu texnologiya asosan in situ, ya’ni ifloslanish sodir bo‘lgan maydonning o‘zida, tuproqni qazimasdan va tashimasdan amalga oshiriladi. Bu esa ifloslantiruvchi moddalar oziq zanjiriga tushishi ehtimolini keskin kamaytiradi. Shuningdek, tuproqni ko‘chirish bilan bog‘liq xarajatlar yo‘qligi sabab fitoremediatsiya iqtisodiy jihatdan ham qulay hisoblanadi. Hozirgi texnologik taraqqiyot natijasida ko‘plab hududlarda og‘ir metall bilan ifloslangan yerlar paydo bo‘lmoqda. Bunday yerlar o‘simliklar, hayvonlar va insonlar salomatligi uchun katta xavf tug‘diradi. Amalda keng qo‘llanayotgan ko‘plab tozalash usullari ex situ tamoyiliga asoslangan bo‘lib, ular qimmat, murakkab va ba’zan ikkilamchi xavf tug‘diradi. Fitoremediatsiya esa sog‘lom ekologik muhitni tiklashda ancha yumshoq va barqaror yechimni taklif etadi. Bu texnologiya yordamida ifloslangan tuproqning tabiiy tarkibi buzilmaydi, aksincha, asta-sekin ekologik muvozanat qayta tiklanadi. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar fitoremediatsiya yo‘nalishining jadal rivojlanayotganini ko‘rsatmoqda. “Phytoremediation of Contaminated Soil and Water” kitobi aynan ushbu texnologiyaning imkoniyatlari va amaliy qo‘llanmalarini chuqur yoritib beradi. Mazkur yondoshuv kelajakda ekologik falokatlarning oldini olishda eng samarali usullardan biri bo‘lib qolishi shubhasiz¹.

¹ Norman Terri va Gari S. Banuelos - 2000 yil

Fitotexnologiyalar biosferani turli xavfli birikmalardan barqaror usulda tozalashga qaratilgan zamonaviy ekologik yondashuv sifatida tobora katta ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu yo‘nalishning asosiy mohiyati o‘simliklar va ular bilan simbiozda yashovchi mikroorganizmlarning tabiiy xususiyatlaridan foydalanib, ifloslantiruvchi moddalarni zararsizlantirish, yig‘ish yoki parchalanishini ta‘minlashdan iborat. Fitotexnologiyalar ifloslangan hududlarni tiklashda an‘anaviy fizik-kimyoviy usullarga nisbatan arzon, xavfsiz va ekologik barqaror yechim taklif etadi. So‘nggi yillarda ushbu sohada olib borilayotgan xalqaro tadqiqotlar o‘simliklarning biokimyoviy va fiziologik imkoniyatlaridan samarali foydalanish imkoniyatlarini yanada kengaytirmoqda. Mazkur kitob fitotexnologiyalarning nazariy asoslari va amaliy qo‘llanilishini uyg‘un tarzda yoritgani bilan alohida ajralib turadi. Unda ifloslantiruvchi moddalar, ularning turlari va ekologik xavflari haqida batafsil ilmiy ma‘lumotlar keltiriladi. Shuningdek, Brassica jinsiga mansub o‘simliklar hamda vetiver o‘ti turli kontaminantlarni tozalashda yuqori potensialga ega ekani ta‘kidlanadi. Kitobda o‘simliklar va ular bilan bog‘liq mikroblar orqali tozalash samaradorligini oshirishga qaratilgan ilg‘or strategiyalar chuqur o‘rganilgan. O‘simliklarning og‘ir metallar va boshqa toksik moddalarga moslashuvi bilan bog‘liq fiziologik, biokimyoviy va genetik mexanizmlar ham keng tahlil qilingan. Fitotexnologiyalar bo‘yicha mazkur asar ekologlar, mikrobiologlar, muhandislar va o‘simlik fiziologiyasi bilan shug‘ullanuvchi mutaxassislar uchun yagona ilmiy platforma vazifasini bajaradi. Unda barqaror ekologik yechimlar yaratishga qaratilgan ilmiy yondashuvlar tizimli tarzda umumlashtirilgan. Ushbu kitob ekotizim yondashuvi, Fitoremediatsiya prinsiplari va ularning amaliy ko‘rinishlarini to‘liq tushuntirib beradi. Mazkur ilmiy manba global ekologik muammolarni bartaraf etishda fitotexnologiyalarning dolzarbligini yanada yaqqolroq ochib beradi. Shu orqali u atrof-muhitni qayta tiklash sohasida yangi, samarali va iqtisodiy jihatdan tejankor yondashuvlarni ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi².

Asosiy qism

² Naser A. Anjum, Mariya E. Pereyra, Iqbol Ahmad, Armando C. Duarte, Shahid Umar, Nafis A. Xon
Fitotexnologiyalar Atrof muhitni ifloslantiruvchi moddalarni qayta ishlash

Fitoremediatsiya texnologiyalari atrof-muhitni og‘ir metallar, pestitsidlar, neft mahsulotlari va boshqa toksik birikmalardan tabiiy usulda tozalash imkonini beruvchi ekologik xavfsiz yondashuv sifatida yuqori ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu texnologiyada o‘simliklarning ifloslantiruvchi moddalarni ildiz orqali yutishi, barglarda to‘plashi yoki ularni parchalay olishi asosiy mexanizm hisoblanadi. Giperakkumulyator turdagi o‘simliklar, jumladan *Brassica juncea*, *Helianthus annuus* va *Vetiver zaxariyo* kabi turlar ayrim metallarni juda yuqori miqdorda yig‘ish qobiliyatiga ega. Fitoremediatsiya jarayonining samaradorligi o‘simlikning biologik xususiyatlari, tuproq sharoiti, ifloslanish turi va undagi mikroob populyatsiyasiga bevosita bog‘liq. Zamonaviy tadqiqotlar o‘simlik va rizosfera mikroblarining o‘zaro hamkorligi toksik moddalarning parchalanishini yanada tezlashtirishini ko‘rsatmoqda. Shu bois, bioaugmentatsiya va biostimulyatsiya usullari Fitoremediatsiya jarayonini kuchaytirishda qo‘llanilmoqda. Bu texnologiya afzalligi — uning arzonligi, tabiiyligi va tuproq manzarasini buzmasdan tiklash imkoniyatidir. Fitostabilizatsiya orqali og‘ir metallar tuproqda harakatchanligi kamaytiriladi va ularning suv qatlamiga o‘tishi oldi olinadi. Fitodegradatsiya esa organik ifloslantiruvchi moddalarni o‘simliklar fermentlari yordamida parchalanib, zararli ta‘sirini yo‘qotadi. Shu orqali Fitoremediatsiya ekologik xavfsizlikni ta‘minlashda barqaror, iqtisodiy jihatdan maqbul va istiqbolli texnologiya sifatida keng qo‘llanilmoqda.

Zamonaviy sanoatlashtirish, transport vositalarining ko‘payishi va qishloq xo‘jaligi intensivlashuvi natijasida biosferaga turli xil ifloslantiruvchi moddalar chiqarilishi keskin oshib bormoqda. Ushbu moddalar orasida og‘ir metallar, pestitsidlar, organik birikmalar, neft mahsulotlari, radionuklidlar va kimyoviy erituvchilar eng ko‘p uchraydigan xavfli kontaminantlardir. Og‘ir metallar tuproqda juda uzoq saqlanib, o‘simliklar orqali oziq zanjiriga o‘tishi va inson salomatligiga jiddiy zarar yetkazishi mumkin. Shuningdek, DDT, atrazin, dieldrin kabi pestitsidlar tuproq strukturasini buzib, mikroorganizmlar faoliyatini cheklaydi va unumdorlikning pasayishiga olib keladi. Poliklorli bifenillar, xlorli erituvchilar va polisiklik aromatik uglevodorodlar esa yuqori darajada toksik bo‘lib, tuproq va suvda biologik parchalanishga juda kech bo‘ysunadi. Suv havzalariga sanoat oqava suvlari orqali chiqayotgan og‘ir metallar baliqlar, suv o‘simliklari va boshqa gidrobiota uchun jiddiy xavf tug‘diradi. Urbanizatsiya jarayoni bilan bog‘liq kanalizatsiya

chiqindilari esa suv ekotizimlarining tabiiy balansini izdan chiqaradi. Bunday ifloslantiruvchi moddalar atmosferada ham tarqalib, kislotali yomg'ir, chang zarralari va tutun tarkibida qayta aylanadi. Ifloslanishning kuchayishi tuproq biotasining kamayishiga va foydali mikroorganizmlar faoliyatining sustlashishiga sabab bo'ladi. Natijada, ekotizimlarning o'zini-o'zi tiklash qobiliyati sekinlashadi va degradatsiya jarayonlari kuchayadi. O'simliklarning o'sishi, ildiz rivoji va oziqlanish jarayonlari ham ushbu toksik moddalar ta'sirida jiddiy zarar ko'radi. Biosfera ifloslanishi hayvonlar populyatsiyasining kamayishiga va migratsion jarayonlarning buzilishiga olib keladi. Odamlar uchun esa bunday moddalar o'pka kasalliklari, allergiya, o'sma kasalliklari va boshqa ko'plab xavfli holatlarni keltirib chiqaradi. Ayniqsa, sanoat korxonalari atrofidagi hududlarda yashovchi aholida kasallanish darajasi yuqoriligi kuzatiladi. Bu holat ifloslanish ekologik xavfsizlikning global muammosiga aylanganini ko'rsatadi. Shu sababli kontaminantlarning tabiatga ta'sirini kamaytirish va barqaror usullar yordamida ulardan xalos bo'lish bugungi ekologik siyosatning eng dolzarb yo'nalishlaridan biridir. Fitoremediatsiya esa aynan ana shu jarayonlarda tabiiy, tejamkor va ekologik xavfsiz yondashuv sifatida katta ahamiyat kasb etadi³.

Xulosa

Fitoremediatsiya texnologiyalari ekologik muammolarni hal etishda samarali va istiqbolli yechim sifatida namoyon bo'lmoqda. Ushbu usul o'simliklar orqali tuproq va suvni og'ir metallar, pestitsidlar, organik ifloslantiruvchi moddalar va radionuklidlardan tozalash imkonini beradi. Giperakkumulyator o'simliklar, masalan *Brassica juncea*, *Helianthus annuus* va *Vetiver spp.*, ifloslantiruvchi moddalarni yuqori miqdorda yig'ish qobiliyatiga ega. Fitoremediatsiya jarayonining samaradorligi tuproq xususiyatlari, ifloslanish turi va undagi mikroorganizmlarga bog'liq. O'simliklar ildiz orqali toksik moddalarni o'zlashtiradi, barglarda to'playdi yoki fermentlar yordamida parchalaydi. Fitostabilizatsiya, fitodegradatsiya, fitoekstraktsiya va fitovolatilizatsiya kabi mexanizmlar ifloslantiruvchi moddalarni inaktivatsiya qilishda asosiy rol o'ynaydi. Shu

³ Fitoremediatsiya-o'simliklar orqali ekologik muhitni tozalash Bozorboyev Samandar Baxodir o'g'li, Jo'raboyev Akbar Ilxom o'g'li, Mamatkulova Iroda Ergashevna

orqali ekologik xavfsizlikni ta'minlash va oziq zanjirga toksik moddalarning kirishi oldi olinadi. Zamonaviy tadqiqotlar o'simlik va rizosfera mikroblarining o'zaro hamkorligi natijasida jarayon samaradorligini oshirish mumkinligini ko'rsatmoqda. Fitoremediatsiya arzon, tabiiy va barqaror usul bo'lib, tuproq tarkibini buzmay ekologik muvozanatni tiklaydi. Shu bilan birga, sanoatlashtirish va urbanizatsiya natijasida biosferaga kirgan ifloslantiruvchi moddalarni kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu texnologiya kelajakda ekologik falokatlarning oldini olishda samarali vosita bo'lib qoladi. Fitoremediatsiya tabiiy, iqtisodiy va ekologik jihatdan maqbul yondashuv sifatida keng qo'llanilishi mumkin. Shu tariqa, atrof-muhitni tozalash va barqaror rivojlanish maqsadida Fitoremediatsiya zamonaviy ekologik strategiyalarning ajralmas qismi hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Abdusattarova N., Xayrullayeva Sh., Soatov B. „Bioremediatsiya: ifloslangan hududlarni tozalashda biotexnologiyaning imkoniyatlari“. International Scientific and Practical Conference Proceedings, 2025.
2. Bozorboyev S., Jo'raboyev A., Mamatkulova I. „Fitoremediatsiya-o'simliklar orqali ekologik muhitni tozalash“. Journal of International Science Networks, 2025.
3. Bozorboyev Samandar Baxodir o'g'li, Jo'raboyev Akbar Ilxom o'g'li, Mamatkulova Iroda Ergashevna Fitoremediatsiya-o'simliklar orqali ekologik muhitni tozalash
4. Naser A. Anjum , Mariya E. Pereyra , Iqbol Ahmad , Armando C. Duarte , Shahid Umar , Nafis A. Xon FitotexnologiyalarAtrof muhitni ifloslantiruvchi moddalarni qayta ishlash
5. Norman Terri va Gari S. Banuelos - 2000 yil
6. Ruzmatov E.Yu., Qo'zboyev Sh.T., Tojiboyev M.U. „Bioekologiya (O'simliklar ekologiyasi)“ — O'zbekistonlik mualliflar tomonidan 2021-yilda chop etilgan darslik/qo'llanma.
7. Olimovich, U. A., & Baxromjonovna, R. C. (2025). TA'LIM JARAYONIDA SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH. O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI, 4(45), 279-283.

8. Rajabova, S. A., & Normurodova, Q. T. (2024). OROL BO'YI XUDUDLARINING SHO'RLANGAN VA QURG'OQCHIL TUPROQLARINI QAYTA TIKLASHDA BIOPREPARATLARDAN FOYDALANISH. TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G 'OYALAR, 1(1), 114-116.