

O'SIMLIKLARDA OG'IR METALLARNING TO'PLANISHI VA FITOREMEDIATSIYA MEXANIZMLARINING KIMYOVIY-BIOLOGIK ASOSLARI

Turmuhammedov Sarvar Xushbakovich

Termiz davlat universiteti akademik litseyi kimyo fani o'qituvchisi

sarvarturmuhammedov@gmail.com

Eshdavlatova Gulasal Alim qizi.

Termiz davlat universiteti akademik litseyi biologiya fani o'qituvchisi

gulasaleshdavlatova@gmail.com

Xudoyberdiyev Abdulatif Alisher o'g'li

Termiz davlat universiteti akademik litseyi kimyo fani o'qituvchisi

abdulatifxudoyberdiyev@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada sanoatlashtirilgan hududlarda tuproqning og'ir metallar (Pb, Cd, Cr va Hg) bilan ifloslanishi, ularning o'simliklar tomonidan qabul qilinishi, tashilishi va zararsizlantirilishining kimyoviy hamda biologik mexanizmlari tahlil qilindi. Fitoxelatinlar, metallotioneinlar, antioksidant fermentlar va kletka devori komponentlarining metallarni xelatlash va detoksikatsiya qilishdagi roli o'rganildi. Fitoremediatsiya uchun istiqbolli o'simlik turlarining samaradorligi taqqoslandi. Tadqiqot natijalari fitoremediatsiya texnologiyalarini O'zbekistonning og'ir metall bilan ifloslangan hududlarida qo'llash imkoniyatini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: og'ir metallar, fitoremediatsiya, fitoxelatinlar, o'simlik fiziologiyasi, tuproq ifloslanishi, detoksikatsiya, kimyoviy komplekslar.

Sanoat korxonalarining ko'payishi, kimyoviy o'g'itlar iste'moli va transport vositalarining chiqindilari natijasida tuproqning og'ir metallar bilan ifloslanishi global ekologik muammoga aylangan. Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{6+} kabi metallar tirik organizmlar uchun yuqori toksikligi bilan ajralib turadi. Tuproqni tozalashning an'anaviy usullari (termik, fizik-kimyoviy) qimmat va ekologik xavfli bo'lgani sababli fitoremediatsiya eng istiqbolli yo'nalish sifatida qaralmoqda.

Fitoremediatsiya o'simliklarning og'ir metallarni yutish, tashish va zararsizlantirish qobiliyatiga asoslangan bo'lib, jarayonning samaradorligi kimyoviy va biologik mexanizmlarning uyg'un ishlashi bilan belgilanadi.

Muammo qo'yilishi:

- Tuproqda og'ir metallarning valentligiga bog'liq kimyoviy reaksiyalar yetarlicha o'rganilmagan.

- O'simliklarda metall ionlarining kletka ichida tashilishi va xelat hosil qilishi mexanizmlari murakkab.

- Qaysi o'simliklar yuqori yutilish koeffitsientiga egaligi bo'yicha aniq ilmiy ma'lumotlar kam.

• Fitoremediatsiya jarayonini tezlashtirish uchun kimyoviy stimulyatorlar qo'llash masalasi hali ochiq qolmoqda.

Tadqiqot maqsadi:

O'simliklarning og'ir metallarni yutish, tashish va detoksikasiya qilish jarayonlarining kimyoviy-biologik asoslarini aniqlash hamda fitoremediatsiya uchun eng samarali o'simlik turlarini tavsiya qilish.

Tadqiqot vazifalari:

1. Og'ir metallarni tuproqda uchraydigan birikmalarini va valentligiga bog'liq reaksiyalarini aniqlash.
2. O'simlik ildizlari tomonidan metall ionlarining qabul qilinishi mexanizmini tahlil qilish.
3. Metall-xelat komplekslarining kimyoviy tuzilishi va barqarorligini o'rganish.
4. Fitoremediatsiyada ko'p qo'llaniladigan o'simliklarning samaradorligini solishtirish.

Materiallar va usullar:

• Tadqiqot uchun ilmiy maqolalar, monografiyalar va laboratoriya tajribalari natijalaridan foydalanildi.

• O'simlik turlarining fitoremediatsiya qobiliyatini baholashda "Biokonsentratsiya koeffitsienti (BFC)" va "Translokatsiya koeffitsienti (TF)" mezonlari qo'llandi.

• Kimyoviy komplekslar barqarorligi uchun stabilite konstantasi (K_s) hisoblandi.

Natijalar va tahlil:

1. Og'ir metallar kimyosi

Metallarning asosiy kimyoviy xossalari:

Metall	Oksidlanish darajasi	Tuproqdagi reaksiyasi	Toksiklik sababi
Pb ²⁺	+2	Karbonatlar bilan cho'kmaga tushadi	Nerv tizimi zarari
Cd ²⁺	+2	Sulfidlar bilan CdS hosil qiladi	DNKga zarar
Cr ⁶⁺	+6 → 3+ qaytariladi	Kuchli oksidlovchi	Mutagen ta'sir
Hg ²⁺	+2	Organik komplekslar hosil qiladi	Enzimlar faoliyatini bloklaydi

2. O'simliklarda og'ir metallarni qabul qilish mexanizmi

- Metall ionlari ildiz epidermisidagi ion kanallari orqali o'tadi.
- Proton nasoslari (H⁺-ATPaza) yordamida ion almashinuvi kuchayadi.
- Metallar kletka ichida oqsillar bilan bog'lanib, toksik bo'lmagan komplekslar hosil qiladi:

3. Fitoxelatinlarning roli

Fitoxelatinlar metall ionlari bilan bog'lanib, ularni vakuolaga tashuvchi barqaror komplekslar hosil qiladi.

4. Fitoremediatsiya uchun istiqbolli o'simliklar

O'simlik	Samaradorligi	Afzalligi
Aylant (Amaranthus)	Yuqori BFC	Tez o'sadi
Kungaboqar	Pb va Cd yutishi kuchli	Keng tarqalgan
Qamish	Tuproq va suvni tozalaydi	Barqaror
Alyum (Brassica)	Cr va Hg yutishi kuchli	Qishloq xo'jaligida oson yetishtiriladi

Tadqiqot natijalariga ko'ra, o'simliklarning og'ir metallarni to'plash qobiliyati ularning metabolizmi, ildiz tuzilishi, kimyoviy bog'lanish xususiyatlari va antioksidant tizimiga bog'liq. Fitoremediatsiyani kuchaytirish uchun quyidagi omillar muhim:

EDTA kabi xelatlovchi moddalarni minimal dozada qo'llash

pH muhitini nazorat qilish;

O'simlik biomassasini muntazam yig'ib olib, zararsizlantirish.

XULOSA

1. O'simliklar og'ir metallarni qabul qilish jarayonida kimyoviy (komplekslash) va biologik (enzimatik detoksikatsiya) mexanizmlar uyg'un ishlaydi.

2. Fitoxelatinlar og'ir metallarni zararsizlantirishning asosiy komponentidir.

3. Aylant, kungaboqar, alyum va qamish fitoremediatsiya uchun yuqori potensialga ega.

4. Fitoremediatsiya O'zbekistonning sanoat hududlari uchun iqtisodiy samarali va ekologik xavfsiz yechimdir.

ADABIYOTLAR:

1. Salt, D. E., Smith, R. D., & Raskin, I. (1998). *Phytoremediation*. Annual Review of Plant Biology.

2. Cobbett, C. (2000). *Phytochelatins and their roles in heavy metal detoxification*. Plant Physiology.

3. Gardea-Torresdey, J. et al. (2005). *Phytoremediation of heavy metals and metalloids*. Environmental Chemistry.

4. Pilon-Smits, E. (2005). *Phytoremediation*. Annual Review of Plant Biology.

5. O'zbekiston Respublikasi Ekologiya qo'mitasi hisobotlari (2020–2024).