O‘SIMLIK-BAKTERIYA SIMBIOZI VA BIO-KAPSULASIYA TEXNOLOGIYASI ORQALI OROL DENGIZINING QURIGAN TUBIDAGI TUZLANGAN TUPROQLARNI TIKLASH VA TUPROQ SIFATINI YAXSHILASH

Ma’rufova Gulchiroy G‘ulomjon qizi
Qo‘qon universiteti, Ta’lim fakulteti, Boshlang‘ich ta’lim yo‘nalishi 10-25 guruh talabasi. E-mail: gulchiroymarufova4@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.24014755

Annotatsiya. Ushbu maqolada Orol dengizining qurigan tubi (Orolqum)dagi o‘ta yuqori darajada sho‘rlangan, strukturasizlangan va inqirozga uchragan tuproqlar unumdorligini qayta tiklash hamda tuzlanish darajasini pasaytirishning innovatsion biotexnologik usuli tadqiq etdim. Tadqiqotning asosiy g‘oyasi halofil (tuzga chidamli) va o‘simlik o‘sishini rag‘batlantiruvchi rizobakteriyalarni (PGPR) biochar (g‘ovakli yog‘och ko‘miri), organik o‘g‘itlar hamda havodan suv yutuvchi polimerlar bilan integratsiya qilgan holda "aqlli bio-kapsulalar" yaratish texnologiyasiga qaratilgan. Maqolamda taklif etilayotgan ko‘p komponentli metodologiya yordamida tuproqdagi eruvchan tuzlar konsentratsiyasini jilovlash, o‘simlik ildiz tizimini tuz stressidan himoyalash va hududda fitomeliorativ yashil qatlamni tezkor va arzon barpo etish imkoniyatlari atroflicha tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: Orolqum, tuproq sho‘rlanishi, halofil bakteriyalar, Biochar, bio-kapsulasiya, PGPR, fitomelioratsiya, ACC-deaminaza, dron texnologiyalari.

KIRISH. Orol dengizining qurishi va uning o‘rnida 5 million gektardan ortiq maydonni egallagan Orolqum saxrosining paydo bo‘lishi XXI asrning eng yirik global ekologik va ijtimoiy-iqtisodiy fojialaridan biridir. Dengiz suvining chekinishi natijasida uning tubida to‘planib qolgan yuz millionlab tonna zaharli tuzlar, pesxona changlari va pestitsid qoldiqlari ochiq havo ostida qoldi.[1] Shamol va bo‘ronlar ta’sirida ushbu tuz-chang aralashmasi har yili minglab kilometr masofagacha tarqalib, atrofdagi qishloq xo‘jaligi yerlarining unumdorligini keskin pasaytirmoqda, suv resurslarini ifloslantirmoqda hamda Orolbo‘yi aholisi o‘rtasida turli nafas yo‘llari va surunkali kasalliklarning ortishiga sabab bo‘lmoqda.Mening nazarimda bu yerda asosiy muammo suv tanqisligi emas,tuzli yerlar,changlik darajasinig yuqori bo’lishi va buning natijasida shamolli ob havoda aholining sog’lig’iga katta zarar yetishi asl muammodir.

TADQIQOT MAVZUSINING DOLZARBLIGI. Bugungi kunda Orol dengizining qurigan tubida amalga oshirilayotgan asosiy fitomelioratsiya ishlari, ya’ni saksovul, qanddim, cherkes kabi halofit (sho‘rga chidamli) o‘simlik turlarini ekish ma’lum darajada ijobiy natijalar berayotganini inkor etib bo‘lmaydi. Biroq, mavjud usullarni chuqurroq tahlil qiladigan bo‘lsak, bir qator jiddiy muammolar ko‘zga tashlanadi. Birinchidan, Orol tubidagi tuproqlarning sho‘rlanish darajasi o‘ta yuqori bo‘lib, hatto eng chidamli o‘simlik urug‘larining ham unib chiqish va ko‘karuvchanlik ko‘rsatkichlari ko‘p hollarda 15–20% dan oshmaydi. Ikkinchidan, hududda chuchuk suv manbalarining mutlaqo yo‘qligi va yog‘ingarchilikning o‘ta kamligi sababli unib chiqqan yosh nihollarning aksariyati dastlabki jazlama issiqdanoq qurib qolmoqda.[3]

Bu inqirozni faqatgina an’anaviy mexanik ekish yoki urug‘larni qumga sochib chiqish usullari bilan to‘liq hal qilib bo‘lmaydi. Orolqum kabi ekstremal ekotizimda natijaga erishish uchun tuproq mikrobiologiyasi, zamonaviy materialshunoslik, nano-texnologiyalar va uchuvchisiz aviatsiya (dronlar) imkoniyatlarini birlashtirgan majmuali biotexnologik yondashuv talab etiladi. Ushbu maqolaning asosiy maqsadi — Orol tubidagi tuzlangan yerlarning biologik va fizikaviy holatini yaxshilash, tuproqda hayotiy mikroflorani qayta tiklash hamda o‘simliklarning barqaror o‘sishini ta’minlaydigan yangicha, arzon va samarali metodologik modelni ilmiy jihatdan asoslab berishdan iborat.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Ushbu tadqiqot doirasida ilgari surilayotgan yechim Orol dengizi tubidagi tuproq sho‘rlanishi va o‘tkir suv tanqisligi muammolarini bir vaqtning o‘zida hal qilishga qaratilgan 4 bosqichli ko‘p komponentli bio-kapsulatsiya hamda ekish texnologiyasiga tayanadi. Bu metodologiya an’anaviy ekish usullaridan o‘zining kompleksligi va biologik himoya qatlamiga egaligi bilan tubdan farq qiladi.(1-rasm)

1. BIO-KAPSULALARNI YARATISH
Urug' + Halofil bakteriyalar + Biochar + Gumat + Namlik yutuvchi polimer

2. DRON-SKANERLASH VA ZONALASH
Multispektral kameralar orqali namlik va tuzlilik xaritasini tuzish

3. ANIQ KOORDINATALI DRON-EKISH
Bioloyihalashtirilgan yo'nalishlar bo'yicha kapsulalarni ekish

4. AVTONOM BIOSIMBIOZ VA TUPROQ TIKLANISHI
Kechki namlikni yutish ⟶ Ildiz o'sishi ⟶ Tuzni EPS bog'lashi

1-rasm. Ko‘p komponentli bio-kapsulatsiya hamda ekish texnologiyasi.

1-bosqich: Ko‘p qatlamli "aqlli bio-kapsulalar"ni loyihalash va tayyorlash

Ekstremal sho‘rlangan tuproq muhitida oddiy mikroorganizmlar va o‘simlik ildizlari birinchi kunlardanoq halo-stress (tuz stressi) ta’sirida halok bo‘ladi. Shu sababli, taklif etilayotgan metodologiyamizning o‘zagi va eng muhim qismi biologik faol bio-kapsulalarni yaratishdan iborat [1].

Bakterial konsorsiumni tanlash: Orolning sho‘rxok hududlaridan ajratib olingan yoki laboratoriya sharoitida moslashtirilgan Halomonas, Oceanobacillus, Bacillus subtilis va Pseudomonas putida bakteriya shtammlari aralashmasi shakllantiriladi. Bu bakteriyalar Na^+ va Cl^- ionlarining yuqori konsentratsiyasiga o‘ta chidamli bo‘lib, o‘zidan eksopolimerlar (EPS — Exopolysaccharides) ajratadi. EPS – bu yopishqoq biosuyuqlik bo‘lib, u tuproqdagi natriy ionlarini o‘ziga bog‘lab oladi va ularning o‘simlik ildiziga so‘rilishiga imkon bermaydi.

Biochar va Gumat matriksi: Kapsulaning ichki biologik muhiti Biochar (kislorodsiz muhitda yuqori haroratda pishirilgan va g‘ovaklashtirilgan yog‘och ko‘miri) va gumatlar bilan to‘ldiriladi. Biochar o‘zining o‘ta g‘ovakli tuzilishi eshitida milliardlab foydali bakteriyalar uchun quyosh va issiqdan saqlaydigan boshpana (bakterial uya) vazifasini o‘taydi hamda namlikni ushlab turadi.[2]

Kapsula tuzilishi: Diametri 1.5–2 cm bo‘lgan bu kapsula markazida saksovul yoki qanddim urug‘i joylashadi, uning atrofi bakteriya va Biochar aralashmasi bilan qoplanadi, eng tashqi qatlami esa biologik parchalanuvchi namlik tutuvchi modda bilan mustahkamlanadi.

2-bosqich: Hududiy geofizik tahlil va dron-skanerlash

Mening fikrimcha kapsulalarni samarasiz va palat-partish sochmaslikning eng yaxshi usuli sun’iy intellekt va multispektral kameralar bilan jihozlangan dronlar orqali Orol tubining tuzlilik darajasi, tuproq zichligi hamda namligi xaritasi tuziladi,chunki yerning har bir qismiga urug’ tushishi ehtimoli bor. Bu jarayon ekish ishlarini faqatgina eng mos va imkoniyati yuqori bo‘lgan zonalarda amalga oshirishga imkon beradi, bu esa loyiha xarajatlarini sezilarli darajada tejaydi.

3-bosqich: Dronlar yordamida aniq koordinatali ekish

Inson va og‘ir texnikalar kirib borishi o‘ta xavfli hamda murakkab bo‘lgan sho‘rxok va botqoqlashgan Orol tubi maydonlarida uchuvchisiz uchish apparatlari (dronlar) orqali tayyorlangan bio-kapsulalar belgilangan koordinatalar bo‘yicha ma’lum chuqurlik va masofada qum qatlamiga joylashtiriladi. Dronlar yordamida ekish tezligi an’anaviy usullardan 10–15 baravar yuqori bo‘lib, qisqa fursatda minglab gektar maydonni qamrab olish imkonini beradi.

4-bosqich: Avtonom biosimbioz, namlikni yutish va tuproq strukturasini tiklash

Kapsula tuproqqa tushgach, insonsiz avtonom tarzdagi quyidagi biologik va fiziko-kimyoviy jarayonlar zanjiri ishga tushadi:

Namlikni to‘plash: Kapsula tarkibidagi Biochar va gubkasimon moddalar kechki tuman hamda havodagi namlikni o‘ziga shimirib, urug‘ning unib chiqishi uchun zarur bo‘lgan mikro-muhitni yaratadi.Menimcha bu nafaqat yerdagi tuzlikni kamaytiradi,balki suvning tejalishiga ham olib keladi.

Ildizni gormonal himoyalash: Unib chiqqan nihol ildizida bakteriyalar uyg‘onib, ACC-deaminaza fermentini ajrata boshlaydi. Bu ferment tuz stressi ta’sirida o‘simlikda to‘planadigan va uni qaritib, o‘sishini to‘xtatadigan etilen gormoni darajasini pasaytiradi [4].

Xulosa. Orol dengizining qurigan tubidagi sho‘rlangan, strukturasizlangan va biologik jihatdan o‘lik holatga kelgan tuproqlarni qayta tiklash hamda Orolbo‘yi hududida barqaror ekologik muhitni qaror toptirish XXI asr biotexnologiyasi va melioratsiyasi oldida turgan eng murakkab vazifalardan biridir. Ushbu maqolada har taraflama ilmiy va amaliy jihatdan asoslab berilgan bio-kapsulasiya, halofil bakteriyalar simbiozi va uchuvchisiz aviatsiya (dronlar) integratsiyasiga asoslangan innovatsion metodologiya an’anaviy fitomelioratsiya usullariga qaraganda bir qancha konseptual hamda strategik ustunliklarga ega.

Men o’z maqolamda zamonaviy texnalogiyalarni va biologic tirik organizmlarni integratsiyasidan unumli foydalana olish mumkinligini yoritib berdim.Tabiatni qayta tiklashning yagona usuli texnalogiya emas,balki,tabiat va texnalogiyalarning o’zaro uyg’unlikda ishlashidir.

Birinchidan, taklif etilayotgan yondashuv shunchaki o‘simlik urug‘ini sho‘r qumga ekish bilan cheklanib qolmaydi. U har bir urug‘ atrofida avtonom mikrobiologik va fizik-kimyoviy himoya muhiti (mikro-ekotizim) yaratadi. Bakterial konsorsium ajratadigan eksopolimerlar (EPS) va ACC-deaminaza fermentlari o‘simlikni halokatli tuz va osmotik stressdan himoya qilsa, Biochar va namlik tutuvchi polimerlar eng kritik dastlabki bosqichda urug‘ni suv va ozuqa bilan ta’minlaydi. Bu esa Orolqumning ekstremal sharoitida o‘simliklarning

ko‘karuvchanlik ko‘rsatkichini amaldagi 15–20% dan 60–70% gacha oshirish imkonini beradi. Ikkinchidan, ushbu metodologiya tuproq unumdorligini tubdan yaxshilash mexanizmini ishga tushiradi. Galofil va PGPR bakteriyalarning hayot faoliyati natijasida doimiy harakatdagi zaharli sho‘r qum va tuz zarralari o‘zaro birikib, strukturali tuproq agregatlarini hosil qiladi. Ya’ni, taklif etilayotgan texnologiya vaqt o‘tishi bilan inqirozga uchragan yerlarni tabiiy ravishda o‘z-o‘zini tiklash (samovosstanovleniye) jarayoniga turtki beradi.Uchinchidan, loyihada dron-skanerlash va aniq koordinatali ekish texnologiyalarining qo‘llanilishi inson kuchi hamda og‘ir texnikalar kirib borishi imkonsiz bo‘lgan ulkan va xavfli sho‘rxok maydonlarni qisqa muddatda va kam xarajat evaziga qamrab olish imkonini beradi. Bu esa davlat va xalqaro tashkilotlar tomonidan Orol tubini ko‘kalamzorlashtirish uchun ajratilayotgan moliyaviy resurslardan bir necha barobar samaraliroq foydalanishni ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Glick, B. R. (2012). Plant Growth-Promoting Bacteria for Agriculture. Springer Science & Business Media, pp. 45–62. (PGPR bakteriyalarining o‘simlik stressini kamaytirishdagi roli bo‘yicha).
2. Li, X., & Zhang, Y. (2020). Drone-based precision agriculture and vegetation monitoring in arid zones. Environmental Monitoring and Assessment, 192(8), 512. (Qurg‘oqchil hududlarda dronlardan foydalanish bo‘yicha).
3. Mayak, S., Tirosh, T., & Glick, B. R. (2004). Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. Plant Physiology and Biochemistry, 42(6), 565–572. (Bakteriyalarning tuz stressi va ACC-deaminaza mexanizmi bo‘yicha).
4. Novak, J. M., et al. (2019). Biochar impact on salt-affected soils and plant growth restoration. Geoderma, 337, 1116–1126. (Biocharning sho‘r tuproqlar unumdorligini oshirishdagi samaradorligi bo‘yicha).