

III/4c feladat. Remediációs technológiák fejlesztése III.

Technológia kidolgozása. Technológia monitoring. A technológia továbbfejlesztése, pontosítása. A technológia verifikálása.

I. REMEDIÁCIÓS TECHNOLÓGIÁK TOVÁBBFEJLESZTÉSE – GYÖNGYÖSOROSZI

A többlépcsős revitalizációval kombinált fitostabilizáció kidolgozása

A nagy nehézfém tartalmú gyöngyösoroszi meddő felszínének stabilizálása érdekében kidolgoztuk a többlépcsős revitalizációval kombinált fitostabilizáció technológiáját.

A technológia

A meddőanyaghoz különböző adalékanyagokat kevertünk be (Gruiz Katalin szerinti kémiai stabilizáció). A keverékek biológiai aktivitását többlépcsős revitalizációval alapoztuk meg. Mind a keverékeket, mind a vetőmagokat mikrobiológiailag beoltottuk valamint a talajélet kialakulását műtrágya és szerves anyag hozzáadásával is elősegítettük. A fitostabilizációhoz háromféle tesztnövényt alkalmaztunk (fűkeverék; szudáni fű; seprűcirok). Összesen 12 technológia variánst dolgoztunk ki.

A kémiai kockázatok

A kémiai kockázatokat elsősorban a nehézfém szennyezettség mértéke, másodsorban az oldható nehézfém tartalom alapján értékeltük. A kémiai stabilizáló anyagok alkalmazása a nehézfém tartalmat a kadmium és a cink esetében megnövelte; a molibdén esetében érdemben nem befolyásolta; az arzén, higany és ólom esetében lecsökkentette. Levontuk azt a következtetést, hogy a kémiai stabilizáló anyagok kiválasztásakor fokozott figyelmet kell fordítani azok kémiai összetételére is.

A kémiai kockázatok mértéke alapján a parcellák igen nagymértékben szennyezettek nehézfémekkel. A szennyezettség határértékénél az arzén tartalom 22-45 -szer, a kadmium tartalom 2-4 -szer, a higany tartalom 17-23 -szor, a molibdén tartalom 2-3 -szor, az ólom tartalom 28-43 -szor, a cink tartalom 2-4 -szer nagyobb.

A tesztnövények biomassa produkciója

A biomassa produkció a legfontosabb jellemzője a fitostabilizáció hatékonyságának. Minél nagyobb a biomassa tömege, annál nagyobb a megtelepedett növények általi borítottság a meddőhányó felületén. A többlépcsős revitalizációval kombinált fitostabilizáció hozama mindig meghaladta a 2 tonna/hektár biomassa produkciót. A biomassa produkció alapján rangsoroltuk a technológia variánsokat.

Javasolható technológia variánsok:

1. Meddő + pernye + mész + szudáni fű + revitalizáció (8,62 t/ha). 2. Meddő + pernye + mész + cirok + revitalizáció (7,49 t/ha). 3. Meddő + pernye + szudáni fű + revitalizáció (6,23 t/ha). 4. Meddő + pernye + cirok + revitalizáció (4,93 t/ha). 5. Meddő + pernye + mész + fűkeverék + revitalizáció (2,96 t/ha). 6. Meddő + pernye + mész + szudáni fű (2,73 t/ha). 7. Meddő + pernye + fűkeverék + revitalizáció (2,59 t/ha). 8. Meddő + pernye + mész + cirok (2,19 t/ha).

Nem javasolható technológia variánsok:

9. Meddő + pernye + cirok (0,64 t/ha). 10. Meddő + pernye + mész + fűkeverék (0,56 t/ha).
11. Meddő + pernye + szudáni fű (0,33 t/ha). 12. Meddő + pernye + fűkeverék (0,33 t/ha).

Technológia monitoring

Talajökológiai szempontból értékeltük a különböző technológia variánsoknak a rizoszféra mikroorganizmusok abundanciájára és a biomassza produkciójára gyakorolt hatását.

Meghatároztuk a parcellák főbb fizikai és kémiai tulajdonságait, a rizoszféra mikroorganizmusok fő csoportjainak csíraszámát és azok szezonális változásait, illetve a növények biomassza produkcióját.

A meddő pernyével való keverése szignifikánsan növelte a rizoszféra mikroorganizmusok számát és a növények száraztömegét. A többlépcsős revitalizáció tovább erősítette ezt a pozitív hatást. A meddő + pernye keverék meszezése csökkentette a mikrogombák számát, de a heterotróf mikrobiótára és a növényi száraztömegre nem volt jelentős hatása. A rizoszféra mikroorganizmusok csíraszámának szezonális dinamikája összefüggést mutatott a növények fiziológiai állapotával.

A technológia monitoring mikrobiológiai eredményei is igazolták a többlépcsős revitalizáció működőképességét.

A biomassza nehézfém koncentrációja

A revitalizáció alkalmazása megnövelte mindhárom növény biomassza produkcióját és a legtöbbször csökkentette a növények nehézfém tartalmát is. A jelen projekt keretében kidolgozott fitostabilizációs technológiáinknál a nehézfém felvétel mértéke fontos, de nem meghatározó tényező.

A revitalizáció alkalmazása az arzénkoncentrációt csökkentette mind a 6 technológia variáns; a kadmium koncentrációt csökkentette 3, növelte 3 technológia variáns; a higany koncentrációt csökkentette 2, növelte 1 technológia variáns; a molibdén koncentrációt csökkentette mind a 6 technológia variáns; az ólom koncentrációt csökkentette 4, növelte 1 technológia variáns; a cink koncentrációt csökkentette 3, növelte 3 technológia variáns esetében.

A növényben mért kadmium és ólomkoncentrációk nagysága miatt a növények élelmiszerként és takarmányként nem hasznosíthatók.

A technológia variánsok verifikálása

A kivont nehézfémek mennyisége alapján értékeltük a 12 technológia variánst. A növények által kivont nehézfémek mennyisége elhanyagolható volt. A fitostabilizációs technológia továbbfejlesztése sikeresnek bizonyult.

II. REMEDIÁCIÓS TECHNOLÓGIÁK TOVÁBBFEJLESZTÉSE – ALMÁSFÜZÍTŐ

A többlépcsős vitalizációval kombinált fitostabilizáció kidolgozása

A kutatási téma keretében eltérő elveken alapuló talaj kompozitumokat állítottunk össze, amelyeken kísérleti parcellákat alakítottunk ki. A kiporzás megakadályozása céljából

fitostabilizációs technológiát alkalmaztunk. Különböző növényfajokat telepítettünk és megtelepedésüket többlépcsős vitalizációval segítettük elő.

A technológia

Három kísérleti parcellát alakítottunk ki: jelenleg alkalmazott technológia (I. parcella); szennyvíziszap humifikálás (II. parcella); takarásos technológia talajjal illetve talajjal + lignittel (III. parcella).

A talajok biológiai aktivitását többlépcsős vitalizációval támogattuk. A kezelt parcellákat beoltottuk folyékony oltóanyaggal. A fitostabilizációhoz háromféle tesztnövényt alkalmaztunk (fűkeverék; fehér herével dúsított fűkeverék; tritikále). A vetőmagvak vitalizációját mikrobiológiai oltással is segítettük. A vitalizáció támogatásához műtrágyát is alkalmaztunk. Fotoszintézist támogató lombtrágyával is kezeltük a kikelt növényeket.

A kémiai kockázatok

A kémiai kockázatok értékelése a nehézfém szennyezettség mértéke alapján becsülhető.

A talajok összes nehézfém-tartalma alapján a parcellák talajai szennyezettek kadmiummal, rézzel, molibdénnel, cinkkel, báriummal, nikkellel, krómmal, higannyal, ónnal, szelénnel, ólommal, arzénnel és kobalttal. A talajok reaktív nehézfém-tartalma alapján a parcellák talajai szennyezettek kadmiummal, rézzel, ólommal és cinkkel.

Kémiai kockázatot elsősorban a kadmium, réz, ólom és cink tartalom jelent.

A tesztnövények biomassza produkciója

Fűkeverék.

Fűkeverék alkalmazásakor a 12 technológia variáns közül hat technológia esetében kaptunk 1 t/ha -nál nagyobb biomassza produkciót. A fűkeverék alkalmazásakor a kidolgozott vitalizációs technológia hatékonynak bizonyult.

Fehér herével dúsított fűkeverék.

A fehér herével dúsított fűkeverék alkalmazásakor a 12 technológia variáns közül kiemelkedett a szennyvíziszap humifikálás plusz vitalizáció eredményessége.

Tritikále.

A tritikále alkalmazásával jó talajfelszín borítottságot kaptunk. A 12 technológia variáns közül nyolc esetben kaptunk 1 t/ha -nál nagyobb biomassza produkciót.

A technológia variánsok értékelése

A három kísérleti parcella esetében eltérő növények bizonyultak hatékonynak.

A jelenleg alkalmazott technológiánál (I. parcella) a biomassza produkció alapján a leghatékonyabb növény a tritikále volt (oltással 2,64 t/ha; oltással + lombtrágyával 2,79 t/ha). A fűkeverék alkalmazása oltással együtt adott elfogadható biomassza produkciót (1,18 t/ha). A herével dúsított fűkeverék oltás + lombtrágya együttes alkalmazása esetében adott megfelelő terméshozamot (1,10 t/ha).

A szennyvíziszap humifikálásánál (II. parcella) mind a három növény igen jó biomassza produkciót adott. A legnagyobb hozamot a tritikále adta (2,91 - 4,85 t/ha). A fűkeverék és a herével dúsított fűkeverék alkalmazásakor a vitalizáció igen jó hatással volt a biomassza produkcióra. A vitalizáció a fűkeverék esetében 1,27 t/ha -ról 2,49 - 2,88 t/ha -ra, herével dúsított fűkeverék esetében 1,89 t/ha -ról 2,93 - 2,99 t/ha -ra növelte a biomassza produkciót.

A takarásos technológiánál (III. parcella) a fűkeverék adta a legjobb termés hozamot a talaj + lignit takarás esetében, amikor vitalizációt is végeztünk (2,12 - 2,97 t/ha). A herével dúsított fűkeverék alkalmazása nem javasolható. A tritikále oltás + lombtrágya alkalmazása esetében még elfogadható termés hozamokat adott (talajtakarás esetében 1,07 t/ha; talaj + lignit takarás esetében 1,22 t/ha).

A biomassza nehézfém koncentrációja

A növényekben mért kadmium és ólomkoncentráció az élelmiszerekre vonatkozó határértékekhez viszonyítva magas. A növények élelmiszerként és takarmányként nem hasznosíthatók.

A vitalizációs technológia fejlesztése

A vitalizációs technológia fejlesztésének érdekében egy mikrobiális oltóanyag kidolgozását kezdtük el, ami a szimbiota nitrogénkötő baktériumok révén megfelelő háttérrel biztosítja a növényeknek a célterületen való tartós megtelepedéséhez.

Különböző oltóanyagoknak a növények biomasszájára gyakorolt hatását elemezve megállapítottuk, hogy az egyszerű oltóanyaggal kezelt területen a teszt növény (szója) magassága és száraztömege szignifikánsan kisebb volt, mint a kontroll.

Az összetett oltóanyaggal kezelt területen a teszt növényeknek mind a magassága, mind a száraztömege szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontroll. Az összetett oltóanyag mikroszimbiota mikroorganizmusai hatékony szimbiózist alakítottak ki a gazdanövényvel. Gümőképződés csak a növények főgyökerén volt megfigyelhető, ami a csírázást követő elsődleges infekció eredményességét tükrözte. A szabadföldi kísérlet eredményeit klímakamrás tenyészedény kísérletben is igazoltuk.

Mikorrhizációval kombinált fitostabilizáció kidolgozása

Mikorrhizációval kombinált fitostabilizációs technológiát dolgoztunk ki, amit a I., II., III. parcellában, fűkeverékkel, herével dúsított fűkeverékkel és tritikáléval teszteltünk.

A kísérleti parcellák többségében a mikorrhizás növények föld feletti részeiben, hajtásában vagy levelében a humán egészségügyi kockázat szempontjából leginkább veszélyes fémek koncentrációja kisebb volt, mint a kontroll - nem oltott - növényekben.

Az AM-gomba oltóanyaggal történt oltás kedvező hatása elsősorban azokban a parcellákban jelentkezett, ahol a parcella felvehető nehézfém koncentrációja magas volt. Jellemzően az I. és a II. parcellában találtunk a kontrollhoz viszonyítva alacsonyabb nehézfém koncentrációkat az AM-gombákkal oltott tritikálé gazdanövények hajtásában.

Alacsonyabb felvehető fémkoncentrációk mellett (III. parcella) az általunk használt AM-gomba oltóanyagok gombái gombafajtól, annak származási helyétől, fémtől, növényfajtól és az alkalmazott technológia variánstól függően növekedtek, illetve csökkentették a gazdanövény fémfelvételét.

Megállapítottuk, hogy a fitostabilizációs technológia hatékonysága irányított mikorrhizációval növelhető.