

(19)



(10)

LT 4593 B

(12)

PATENTO APRAŠYMAS

(11) Patento numeris: **4593**

(51) Int. Cl.⁶: **B09C 1/10**
A01B 79/02

(21) Paraiškos numeris: **99-028**

(22) Paraiškos padavimo data: **1999 03 17**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1999 10 25**

(45) Patento paskelbimo data: **1999 12 27**

(72) Išradėjas:

Antanas Didžiapetris, LT
Karolis Jankevičius, LT
Julius Sabaliauskas, LT

(73) Patento savininkas:

Viešoji įstaiga "Grunto valymo technologijos"
A. Juozapavičiaus g. 9, 2006 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

Genė Ona Sruogienė, 12, UAB "TARPINĖ",
A.P.Kavoliuko g. 24-152, 2050 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Grunto, užteršto nafta arba naftos produktais, biologinis valymo būdas

(57) Referatas:

Išradimas priklauso ekologijos sričiai, o tiksliau - grunto, užteršto nafta arba naftos produktais, tokiais kaip likutiniu (sunkiai biodegrazuojamu) mazutu, biologiniam valymui ir gali būti panaudotas aplinkos apsaugai.

Grunto, užteršto nafta arba naftos produktais, biologinis valymo būdas paremtas tuo, kad į užterštą gruntą įterpia organinių ir mineralinių trąšų, užterštą gruntą įdirba periodiškai jį ariant ir kultivuojant, užterštą gruntą drėkina, įdirbtą užterštą gruntą mulčiuoja, į mulčio sluoksnį įsėja atsparių naftos produktams ir mažiau reiklių dirvai aukštesniųjų augalų - žemės ūkio kultūrų, kurių rizosfera imobilizuoja naftą oksiduojančius mikroorganizmus, sėklas, kultūras augina, kol grunto užterštumas sumažėja iki leistino lygio, po to augalų biomasę aparia.

Išradimas priklauso ekologijos sričiai, o tiksliau - grunto, užteršto nafta arba naftos produktais, tokiais kaip mazutu, biologiniam valymui ir gali būti panaudotas aplinkos apsaugai.

Mazutas - sudėtingas daugiakomponentinės sudėties teršalas. Mūsų duomenimis (VĮ "Grunto valymo technologijos" ataskaitos, 1996, 1997, 1998 m.), jame yra žymus aromatinių angliavandenilių, dervų kiekis. Mazuto kokybinė charakteristika yra, %: parafinų-naftenų angliavandeniliai - 15; olefinai ir ciklodiolefinai - 5; alkilmonoaromatiniai, alkildiaromatiniai, poliaromatiniai angliavandeniliai - 25, benzolo dervos - 55. Tai komponentai, kuriuos sunkiai ardo naftą oksiduojantys mikroorganizmai (NOM). Tokiu mazutu užterštas gruntas valomas specialiai įrengtoje biodegradavimo aikštelėje. Valymui naudojame gruntą, kai jo mazuto tarša neviršija 30000 - 35000 mg/kg sauso grunto, ir esant mažesnei taršai. Aikštelės danga turi būti nelaidi vandeniui. Valomas gruntas klojamas ant vandeniui laidaus drenuojančio sluoksnio, valomas gruntas paskleidžiamas 35-45 cm sluoksniu. Jame turi būti atitinkama biogeninių elementų (C, N, P, S, Ca ir kt.) bei mikroelementų (Mn, Cu, Mo, Br, Co, J ir kt.) koncentracija. Dėl to valymo eigoje gruntas periodiškai tręšiamas mineralinėmis trąšomis, aeruojamas jį kultivuojant ir pagal reikalą laistant.

Naftą oksiduojančių mikroorganizmų valomame grunte turi būti $0,9 \times 10^6$ - $3,5 \times 10^8$ (priklausomai nuo metų laiko). Tokia jų koncentracija palaikoma biotechninėmis priemonėmis. Kai grunto pradinė tarša siekia 35000 mg/kg sauso grunto, tai po 30 parų (mūsų duomenimis) NOM, esantys grunte, suardo visus parafinus ir naftenus, 30 % aromatinių grupių angliavandenilių ir tik 12 % benzolinių dervų, kurios sunkiausiai ardamos. Kai valomame grunte užterštumas mazutu dar lieka iki 6000 g/kg sauso grunto, yra toks mikroorganizmų įvairių fiziologinių grupių kiekis (kolonijos/g grunto): heterotrofų (bakterijų, augančių ant MPA) - $4,1 \times 10^7$
aerobinių azotofiksatorių - $0,5 \times 10^4$
aerobinių celiuliozę ardančių bakterijų - $2,2 \times 10^3$
naftą oksiduojančių mikroorganizmų - $0,9 \times 10^6$
bendras bakterijų skaičius - $9,1 \times 10^8$
aktinomicetų - $6,1 \times 10^3$
mikromicetų - $2,8 \times 10^1$.

Žinomais būdais tolimesnis grunto valymas baigiamąjoje valymo stadijoje iki leistinos normos arba iki galutinio teršalų degradavimo yra sudėtingas, užima daug laiko ir neleidžia efektyviai panaudoti grunto valymo aikštelių.

Rėmiantis mūsų tyrimų duomenimis, mazutu užterštose vietose auga kai kurie mazutui atsparūs laukinės floros augalai. Užregistravome 38 tokias laukinių augalų rūšis, priklausančias įvairioms sisteminėms grupėms. Šie augalai turi gerai išvystytą šaknų sistemą. Jiems priklauso taip pat šakniastiebius turintys augalai. Jie, dėka šakniastiebių, ne tik išlaiko gyvybingumą mazuto išsiliejimo metu, bet ir greitai išplinta užterštame plote iš likusių gyvų diasporų bei išskverbia į užterštą plotą iš neužterštos zonos. Ant mazutui atsparių augalų šaknų ir šakniaplaukių - augalų rizosferoje kaupiasi 50 - 100 kartų daugiau mikroorganizmų, palyginti su toliau nuo šaknų esančiu gruntu. Augalų šaknys pasižymi gerai išreikštu ekstraceliuliariniu proteolitinu aktyvumu. Jo dėka organinių junginių azotas, sunkiai mikroorganizmams prieinamas, tampa lengvai įsisavinamu. Dėl augalų šaknų fosfatazinio aktyvumo suaktyvėja tiek grunto organofosfatų, tiek ir į gruntą įnešamų superfosfato trąšų transformacija. Fosforas tampa geriau prieinamas grunto bei naftą oksiduojantiems mikroorganizmams. Augalai ne tik įsisavina grunto tirpalo laisvuosius, o taip pat koloidų sorbuotus kationus ir anijonus, bet ir išskiria į gruntą kai kuriuos organinius junginius (organines rūgštis, fermentus), kurie, būdami maisto šaltiniu mikroorganizmams, užtikrina spartų jų dauginimąsi.

Platesniu mastu panaudoti laukinius augalus mazutu užterštam grunto valyti neįmanoma, nes susiduriama su jų įveisimo ir auginimo sunkumais, komplikuotas jų sėklų surinkimas, siauras jų prisitaikymas dirvožemio sąlygoms.

Žinomas vandens, grunto ar kitų paviršių, užterštų naftos produktais, mikrobiologinio valymo būdas, aprašytas patentu RU 2007372 aprašyme, kai užterštą aplinką, esant pH 3.5 - 6, apdoroja mikromicetų *Candida guilliermondii* BKIM Y-241 ląstelių ir mineralinių priedų, azoto ir fosforo trąšų suspensija.

Šio būdo trūkumas yra tas, kad jis gali būti taikomas grunto, užteršto nafta arba naftos produktais, paviršių apdorojimui ir neefektingas, kai reikia apdoroti didesnę užteršto grunto kiekį iki pilno jo atgaivinimo, be to, šiuo būdu apdorojant gruntą po 40 apdorojimo dienų naftos produktų degradavimo intensyvumas sumažėja ir toliau beveik nebekinta, o liekamasis grunto užterštumas naftos produktais sudaro 2,2 kg/m² grunto.

Taip pat žinomas naftos produktais užteršto grunto valymo būdas, aprašytas RU 2062669 patento aprašyme, kai užterštą gruntą aeruoja, į jį įdeda azoto ir fosforo mineralinių trąšų bei mikroorganizmų asociacijos vandeninės suspensijos, valomą plotą laisto.

Šio būdo trūkumas yra tas, kad mikroorganizmų asociacijos aktyviai degraduoja naftos produktus, kol grunto temperatūra viršija 8 - 10° C. Esant žemesnei temperatūrai mikroorganizmų aktyvumas labai sulėtėja, be to, vykstant naftos produktų biodegradavimui, proceso pabaigoje liekančios frakcijos, pavyzdžiui, aromatiniai angliavandeniliai, benzolo dervos, spirito-benzolo dervos sunkiai mikroorganizmų ardamos.

Išradimo uždavinys yra padidinti likutiniu (sunkiai biodegrazuojamu) mazutu kiekiais užteršto didelio grunto kiekio valymo efektyvumą biovalymo baigiamajame etape, pagerinti grunte esančių mikroorganizmų fiziologinę-biocheminę veiklą ir biologinį aktyvumą bei sumažinti valymo proceso savikainą atstatant grunto gamtinę mikrobiocenozę, o taip pat jo autoregeneracijos mechanizmus.

Uždavinys išsprendžiamas siūlomu išradimu, kai į nedideliais mazuto kiekiais užterštą gruntą įdeda organinių ir mineralinių trąšų, užterštą gruntą aeruoja jį kelis kartus suariant, akėjant, kultivuojant, užterštą gruntą drėkina, apdorojamą plotą mulčiuoja derlingo ir struktūrinio dirvožemio sluoksniu, į mulčio sluoksnį įsėja naftos produktams atsparių aukštesniųjų augalų - žemės ūkio kultūrų sėklas, kurių rizosfera imobilizuoja naftą oksiduojančius mikroorganizmus (NOM), kultūras augina, kol grunto užterštumas sumažėja iki leistino lygio, po to augalų biomasę aparia. Kadangi augalų rizosferoje kaupiasi 50 - 100 kartų daugiau mikroorganizmų, palyginti su toliau nuo šaknų esančiu gruntu, tai augalai ne tik įsisavina grunto tirpalo laisvuosius, o taip pat koloidų sorbuotus katijonus ir anijonus, bet išskiria į gruntą kai kuriuos organinius junginius, kurie užtikrina spartų mikroorganizmų dauginimąsi ir skatina jų aktyvumą. Augalai savo biomasėje kaupia iš grunto mineralines medžiagas, todėl baigus grunto valymą naudinga augalų biomasę aparti, kas efektyviai padeda atstatyti valomo grunto gamtinės mikrobiocenozės bei autoregeneracijos mechanizmus.

Į mazutu užterštą gruntą, prieš jį apariant, kartu su mineralinėmis trąšomis įdeda maždaug 2 cm sluoksnį organinių trąšų, pavyzdžiui, ruginių šiaudų kapojų, po to įdirbtą gruntą mulčiuoja maždaug 5 cm derlingo dirvožemio ar durpių sluoksniu. Ruginiai šiaudai, įterpti į valomą gruntą, padidina jo poringumą, deguonies patekimą į gruntą, o mulčio sluoksnis padeda išlaikyti reikiamą valomo grunto drėgmę ir teigiamai veikia augalus jų dygimo fazėje.

Į paruoštą sėjai mazutu užterštą gruntą, esant grunto užterštumo mazutu koncentracijai ne didesnei kaip 6000-7000 mg/kg sauso grunto, priklausomi nuo metų laiko ir oro temperatūros, į mulčio sluoksnį įsėja minėtam užterštumui tolerantiškas aukštesniųjų augalų - žemės ūkio kultūrų sėklas.

Vidutinio klimato zonoje į mazutu užterštą gruntą rudenį, rugsėjo pirmojoje pusėje, kai grunto temperatūra ne žemesnė kaip 1 - 2° C, įsėja žieminių rugių sėklas.

Vidutinio klimato zonoje į mazutu užterštą gruntą anksti pavasarį, kai grunto temperatūra yra ne žemesnė kaip 4 - 5° C, įsėja geriau avižų-vikių mišinio arba pievinės miglės-vikių mišinio sėklas.

Avižų-vikių mišinio, vikių-pievinės miglės mišinio sėklas arba rugių sėklas į mulčio sluoksnį įsėja gyliu, prilygstančiu maždaug dešimčiai sėklos diametru.

Gegužės mėn. pabaigoje - birželio mėn. pirmojoje pusėje žemės ūkio kultūrų biomasę aparia. Augalų biomasėje sukauptos mineralinės medžiagos praturtina dirvožemį ir jis toliau gali būti panaudojamas kaip kompostinė trąša.

Likutiniais mazuto kiekiais užteršto grunto valymas ir pilnas grunto atgaivinimas pramoninių būdu vykdomas panaudojant eksperimento keliu parinktus mazuto poveikiui atsparius kultūrinius augalus: avižų-vikių mišinį, vikių-pievinės miglės mišinį arba žieminius rugius. Šie augalai įsėjami į mazutu užterštą gruntą, kai jis biologiškai valomas specialioje aikštelėje, išpiltas 35 - 45 cm sluoksniu, ir kai grunto užterštumas neviršija 6000 - 7000 mg/kg sauso grunto. Grunto užterštumo lygį, reikalui esant reguliuoja jį papildant reikiamu neužteršto grunto kiekiu, nustato grunto drėgmę, grunto poringumą, mineralinių trąšų kiekį jame. Į užterštą gruntą deda mineralinių trąšų tokiais kiekiais: amonio nitrato - 19,5 g/m², superfosfato - 6,5 g/m², kalio chlorido - 3,25 g/m². Kartu su mineralinėmis trąšomis deda iki 2 cm sluoksnį organinių trąšų, pavyzdžiui, ruginių šiaudų kapojų, užterštą gruntą periodiškai (kas 3 dienos) aria, kultivuoja (akėja), grunto normaliai drėgmei palaikyti jį laisto. Paruoštą gruntą mulčiuoja maždaug 5 cm trąšaus dirvožemio ar trupininių durpių sluoksniu. Į taip paruošto grunto mulčio sluoksnį vidutinio klimato zonoje anksti pavasarį, kai grunto temperatūra ne žemesnė kaip 4 - 5° C įsėja arba avižų-vikių mišinio, arba vikių-pievinės miglės mišinio sėklas. Sėklas įterpia gyliu, prilygstančiu maždaug dešimčiai sėklos diametru. Reikalui esant apsėtą plotą papildomai laisto, matuoja liekamojo užterštumo kiekį. Kai liekamasis užterštumas pasiekia leistiną normą, o tai pasiekama maždaug per 40 - 45 dienas, žemės ūkio kultūrų biomasę aparia.

Išradimu siūloma grunto, užteršto likutiniais naftos arba naftos produktų kiekiais, ypač sunkiai degraduojamomis mazuto dervomis, valymui panaudoti aukštesniųjų augalų - žemės ūkio kultūrų augalus. Jie atrinkti remiantis laukinių augalų, atsparių mazutui, morfologinėmis ir fiziologinėmis savybėmis. Augalų, atsparių mazutui, atranka atlikta grunto sąlygomis. Bandymams parinkta 13 augalų rūšių: varputis paprastasis (*Elytrigia repens*), nendrė paprastoji (*Phragmites australis*), lubinas geltonžiedis (*Lupinus luteus*), eraičinas tikrasis (*Festuca pratensis*), dryžutis nendrinis (*Typhoides arundinacea*), linas (*Linum sativum*), pašarinis motiejukas (*Phleum pratense*), mėlynžiedė liucerna (*Medicago sativa*), pievinė miglė (*Poa trivialis*), baltasis dobilas (*Trifolium repens*), avižos (*Avena sativa*), vikiai (*Vicia sativa*), žieminiai rugiai (*Secale cereale*).

I pavyzdys

Bandymas atliktas 120 m² plote. Jame išimtas 45 cm gylio gruntas. Į jo vietą patalpintas mazutu užterštas priesmėlio gruntas. Mazuto tarša - 18000-25000 mg/kg sauso grunto. Mazuto kokybinė charakteristika (šiam bandyme ir vėliau), %, parafinų-naftenų angliavandeniliai - 15, olefinai ir ciklodiolefinai - 5, alkilmonoaromatiniai, alkildiaromatiniai, poliaromatiniai angliavandeniliai - 25, benzolo dervos - 55. Bandymo aikštelės 60 m² (pagal išilginę ašį) patręšta ruginių šiaudų kapojais - 2 cm storio sluoksniu ir prikasta 20 cm gyliu. Bandymo aikštelė (120 m²) suskirstyta į 12 segmentų - sklypelių 10 m² ploto. Į juos įsėta 8 tiriamieji augalai arba jų grupės, 2 sklypeliai skirti varpučiui (perkasant gruntą ir jo neperkasant), 2 sklypeliai skirti kontrolei (perkasant gruntą ir jo neperkasant).

Bandymas pradėtas gegužės 20 d.

Dalis grunto, užteršto mazutu, buvo padengta 5 cm storio dirvožemio sluoksniu.

Bandymams panaudotų augalų sėklų įterpimo gylis prilygo 10-čiai sėklos diametru.

Įvertinus bandyme naudotų augalų augimą didelės mazuto taršos grunte, tolesniems bandymams paliktas avižų-vikių mišinys, varputis, geltonžiedis lubinas, eraičinas, pievinė miglė, vasarinis rapsas. Bandyme mazuto tarša sumažinama atskirais variantais iki 10g/kg; 12g/kg; 15 g/kg sauso grunto.

Buvo nustatyta, kad mazuto koncentracija, viršijanti 10 g/kg sauso grunto, stipriai slopina visų tirtų augalų bei jų šaknų sistemos formavimąsi.

Mazutu užteršto grunto padengimas švaraus dirvožemio 5 cm sluoksniu (mulčiavimas) pagerina tiriamų augalų, jų šaknų formavimąsi.

Bandymas parodė, kad atspariausi mazutui yra avižos, vikiai, pievinė miglė, minėtų augalų mišiniai, varputis, taip pat žieminiai rugiai. Varputis, kaip piktžolė tolimesniems įvertinimams nepriimtas.

2 pavyzdys

Bandymas buvo atliktas su 3-mis augalų rūšimis, tai avižomis, vikiais ir pievine migle. Gruntas - priemolis, kuris eksperimento sąlygomis užteršiamas mazutu mažesne koncentracija (4320 mg/kg - 4770 mg/kg sauso grunto) ir didesne (8020 - 9440 mg/kg sauso grunto). Panaudotos plastmasinės talpos, talpų dugnas užpildomas 3 - 5 cm storio žvyro sluoksniu (drenavimui). Į talpas supilama po 13 kg tiriamojo grunto su nurodyta mazuto tarša, bandomojo sklypelio plotas - 95 cm². Taip pat išbandytas (atskiri variantai) mulčiavimas 5 cm neužteršto dirvožemio sluoksniu.

Tiriamas gruntas normaliai drėgmei palaikyti pradžioje 1 kartą drėkintas vandentiekio vandeniu, toliau (7 kartus) tirpalu, kurio sudėtyje: amonio nitrato - 1,5 g/l, superfosfato - 0,5 g/l ir kalio chlorido - 0,25 g/l.

Bandymo trukmė - rugpjūčio mėn. 22 d. - spalio mėn. 06 d.

Patalpos ir grunto temperatūra bandymo metu svyravo 17,5 - 22,0° C ribose. Avižų ir vikių, augintų kartu (mišinys) laboratorinėmis sąlygomis, biometriniai rodikliai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Augalų biometriniai rodikliai	Esant taršai 4320 - 4770 g/kg sauso grunto įsėta:		Esant taršai 8020 - 9440 g/kg sauso grunto įsėta:	
	avižos	vikiai	avižos	vikiai
Daigų skaičius, vnt.	25	46	26	51
Stiebų ilgis, cm	17	26	17	23
Šaknų ilgis, cm	9	7, yra 12-26	9	5 - 7
Antžeminės dalies svoris, g	1,350	8,982	3,930	4,489
Šaknų svoris, g	0,600	2,396	1,050	1,950
Bendras svoris, g	1,950	11,378	4,980	6,439

Pasibaigus bandymo laikotarpiui avižų-vikių mišinio variante bei vikių-pievinės miglės variante mazuto tarša nuo 7000 mg/kg sauso grunto sumažėjo iki 832 mg/kg sauso grunto. Pievinė miglė dygo gausiai, tačiau atsižvelgiant į šio augalo specifinę sandarą

jos stiebo bei šaknų ilgis nebuvo matuojamas, o jos bendras biomasės svoris esant grunto užterštumui mazutu 4320 - 4770 g/kg sauso grunto sudarė 5,241 g, o esant grunto užterštumui mazutu 8020 - 9440 g/kg sauso grunto sudarė 1,072 g/kg sauso grunto.

3 pavyzdys

Analogiški tyrimai buvo atlikti lauko sąlygomis laikotarpiu rugpjūčio mėn. 29 d. - spalio 10 d. Talpų paviršiaus plotas - 130 cm².

Tyrimų rezultatai pateikiami 2 lentelėje.

2 lentelė

Augalų biometriniai rodikliai (auginta 130 cm ² plote)	Esant taršai 4320 - 4770 g/kg sauso grunto įsėta:		Esant taršai 8020 - 9440 g/kg sauso grunto įsėta:	
	avižos	vikiai	avižos	vikiai
Daigų skaičius, vnt.	74	47	40	21
Stiebų ilgis, cm	14	19	11	17
Šaknų ilgis, cm	18	22	16	17
Mišinio:				
antžeminės dalies svoris, g	22,54		17,03	
šaknų svoris, g	19,70		13,00	
bendras svoris, g	42,24		30,03	

Gauti rezultatai rodo, kad avižų ir vikių augalai, auginami mišinyje, gerai vystosi, jų augimui įtakos turi apšvietimas ir drėgmės kiekis, augalai gerai biodegraduoja mazutą, kurio kiekis per bandomą laikotarpį sumažėja iki leistinos normos. Per bandomąjį laikotarpį augalai davė žymų biomasės bendrą svorį, kuris didesnis esant mažesniau grunto užterštumui mazutu, bet pakankamai didelis ir esant didesnei mazuto taršai.

Išbandytas žieminių rugių atsparumas mazutui. Gamybinėmis sąlygomis rugsėjo pirmojoje dekadėje išsėti rugiai mazutu užterštame grunte - vidutiniškai 6000 - 8000 mg/kg sauso grunto - sudygo ir augo taip pat kaip ir kontroliniame variante.

Išėjimų mazutui atsparių augalų agrotechnika yra tokia.

Avižos (*Avena sativa*) - augalas nelepus, mėgsta drėgmę, gerai vystosi jų šaknų sistema, galima sėti anksti pavasarį, kai esti 4 - 5° C šilumos, tas svarbu valant mazutu užterštą gruntą, nes mazutą oksiduojantys mikroorganizmai mazutą ima ardyti, kai grunto

temperatūra esti 8 - 10° C šilumos. Iki gruntas pasiekia tokią temperatūrą jau išsivysto avižų daigų sistema. Avižų sėklos norma - 180 - 210 kg/ha. Sėklos beicuojamos.

Vikiai (*Vicia sativa*) - nelepus augalas, dygsta, kai grunto temperatūra esti 2° C šilumos, jiems reikia daug drėgmės. Vikių sėklų norma - 150 kg/ha.

Mazutu užteršto grunto valymui geriau tinka avižų-vikių mišinys. Paskaičiuota, kad optimali sėklų įsėjimo norma, kai sėjama avižų-vikių mišinys, yra 250 kg/ha, mišinys sudaromas naudojant vienodomis dalimis avižas ir vikius. Avižų sėklų švarumas turi būti ne mažesnis kaip 97 %, daigumas - 90 %. Vikių sėklų švarumas turi būti ne mažesnis kaip 93 %, o daigumas - 85 %.

Mazutuotame grunte, valomame biologiniu būdu, mineralinių trąšų (amonio nitrato, superfosfato ir kalio chlorido) turi būti pakankamai. Minėti augalai šias trąšas sukaupia savo biomasėje ir jos neišsiplauna į aplinką. Augant avižų-vikių mišiniui jau per 3 - 4 savaites susiformuoja stipri šaknų sistema. Jos šakniaplaukių išskiriamos organinės rūgštys tirpina mažai tirpius mineralus, o išskiriamų fermentų pagalba - įvairaus molekulinio dydžio organinius junginius, tame tarpe ir mazutą, kurį padaro labiau prieinamą ardymui naftą oksiduojantiems mikroorganizmams.

Pievinė miglė (*Poa pratensis*) žemaūgė šakniastiebinė žolė, tankiai suželianti, sudaro tvirtą velėną, gerai pakenčia tiek užliejimą, tiek ir sausras. Pievinės miglės sėklos norma - 14 kg/ha. Rekomenduotina ją sėti su vikiais, tuomet pievinės miglės sėklų norma - 7 - 8 kg/ha, vikių - 80 kg/ha.

Žieminiai rugiai (*Secale cereale*) sėjami į mazutu užterštą gruntą (per 6000 mg/kg sauso grunto) rudenį rugsėjo mėn. Žieminiai rugiai gali sudygti esant 1 - 2° C grunto temperatūrai, jiems sudygti nereikia daug drėgmės, pasižymi stipriomis, giliai įsiskverbiančiomis šaknimis, pakenčia didelius šalčius. Pavasarį, kai tik išeina pašalas, prasideda stiprus stiebo augimas, tolesnis šaknų formavimasis. Dėl šių savybių žieminiai rugiai labai tinka mazutu užteršto grunto valymo biologiniu būdu užbaigimui, kai mazutuotas gruntas supiltas aikštelėse 35 - 45 cm sluoksniu valomas nuo gegužės mėn. iki rudens, kol grunto temperatūra sumažėja iki 8 - 10° C, o mazuto tarša dar lieka apie 6000 - 7000 mg/kg sauso grunto, rekomenduojama apsėti žieminiais rugiais. Pavasarį (gegužės mėn. pabaigoje ar birželio pradžioje) gruntas jau būna pilnai apvalytas nuo mazuto, užterštumas neviršija 832 mg/kg sauso grunto, žiminių rugių augalai apariami ir šis trąšus dirvožemis gali būti panaudotas kaip kompostinė žemė. Žiminių rugių sėjamoji medžiaga turi būti 97 % švarumo, 90 % daigumo, sėklos vidutinis svoris - 30 g. Sėklos beicuojamos.

Į gruntą, užterštą mazutu, įsėti augalai, suardžius mazutą, gali būti panaudoti kaip žalioji - sideralinė trąša. Kadangi jo biologinio valymo eigoje gausiai naudojamos mineralinės trąšos, baigus jo valymą ir augalus aparus, šis gruntas savo maistinėmis savybėmis prilygsta kompostinei žemei. Jis gali būti sėkmingai naudotas nualintam dirvožemiui tręsti, karjerams įsisavinti. Kai pirminis nafta užteršto grunto valymas atliekamas specialiose aikštelėse jį supilant 35 - 45 cm sluoksniu ir valomas nuo gegužės mėn. iki rudens (kol grunto temperatūra sumažėja iki 8 - 10° C), liekamasis grunto užterštumas mazutu yra per 6000 - 7000 mg/kg sauso grunto, o esant žemai temperatūrai mazuto degradavimas labai sulėtėja, biologinio valymo užbaigimo sutrumpinimui labai tinka žieminiai rugiai, kurie gali sudygti esant 1 - 2° C grunto temperatūrai, jiems sudygti nereikia daug drėgmės. Rugiai pasižymi stipriomis, giliai įsiskverbiančiomis šaknimis, pakenčia didelius šalčius. Pavasarį, kai tik pašalas išeina, prasideda spartus stiebo augimas, šaknų tolesnis formavimasis. Gegužės pabaigoje ar birželio pirmojoje pusėje rekomenduojama rugius aparti, nes tuo metu gruntas jau pilnai apvalytas nuo mazuto ir gali būti naudojamas kaip trąšus dirvožemis - kompostinė žemė. Jei rudenį grunto valymui nebuvo panaudoti rugiai, tuomet galima anksti pavasarį į paruoštą valymui gruntą įsėti avižų-vikių arba pievinės miglės-vikių mišinius. Šie augalai sudygsta esant 4 - 5° C temperatūrai ir per pakankamai trumpą laiką gerai įsišaknija ir suželia, o jau gegužės pabaigoje ar birželio pirmojoje pusėje kaip ir rugius galima aparti ir taip apdorotą nuo mazuto išvalytą gruntą panaudoti kaip kompostinę žemę, o atlaisvintą užteršto grunto valymo aikštelę toliau panaudoti pagal paskirtį.

Išvalytas ir ekologiškai atgaivintas gruntas, taikant čia aprašytą mazutu užteršto grunto kompleksinį biologinio atstatymo būdą, gali būti išvežamas ir jau tą pačią vasarą racionaliai panaudojamas skverų įrengimui ir tręšimui, karjerų atstatymui, o biodegradavimo aikštelė gali būti ekonomiškai eksploatuojama trumpais intervalais užpildant ją valomuoju gruntu.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Grunto, užteršto nafta arba naftos produktais, biologinis valymo būdas, kai į užterštą gruntą įterpia mineralinių trąšų, užterštą gruntą įdirba periodiškai jį ariant ir kultivuojant, užterštą gruntą drėkina, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad prieš ariant kartu su mineralinėmis trąšomis į gruntą įdeda organinių trąšų, o įdirbtą užterštą gruntą mulčiuoja, į mulčio sluoksnį įsėja atsparių naftos produktams ir mažiau reiklių dirvai aukštesniųjų augalų - žemės ūkio kultūrų, kurių rizosfera imobilizuoja naftą oksiduojančius mikroorganizmus, sėklas, kultūras augina, kol grunto užterštumas sumažėja iki leistino lygio, po to augalų biomasę aparia.
2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad prieš apariant į gruntą kaip organines trąšas įdeda iki 2 cm ruginių šiaudų kapojų sluoksnį, o įdirbtą užterštą gruntą mulčiuoja maždaug 5 cm derlingo dirvožemio ar durpių sluoksniu.
3. Būdas pagal 1 ir 2 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad esant grunto užterštumo naftos produktais koncentracijai ne didesnei kaip 6000 - 7000 mg/kg sauso grunto, priklausomai nuo metų laiko ir aplinkos temperatūros, į mulčio sluoksnį įsėja minėtam užterštumui tolerantiškas aukštesniųjų augalų - žemės ūkio kultūrų sėklas.
4. Būdas pagal 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vidutinio klimato zonoje į mazutu užterštą gruntą rudenį, rugsėjo pirmojoje pusėje, kai grunto temperatūra ne žemesnė kaip 1 - 2° C, įsėja žieminių rugių sėklas.
5. Būdas pagal 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vidutinio klimato zonoje į mazutu užterštą gruntą anksti pavasarį, kai grunto temperatūra yra ne žemesnė kaip 4 - 5° C, įsėja avižų-vikių mišinio arba pievinės miglės-vikių mišinio sėklas.
6. Būdas pagal 1 ir 4 arba 5 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad sėklas į gruntą įsėja gyliu, prilygstančiu dešimčiai sėklos diametru.
7. Būdas pagal 1 ir 4 arba 1 ir 5 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad gegužės mėn. pabaigoje - birželio mėn. pirmojoje pusėje žemės ūkio kultūrų biomasę aparia.