

(19)



(10) **LT 5201 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5201**

(51) Int. Cl.⁷: **C02F 3/32**

(21) Paraiškos numeris: **2004 057**

(22) Paraiškos padavimo data: **2004 06 15**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2004 12 27**

(45) Patent paskelbimo data: **2005 03 25**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(72) Išradėjas:

**Rapolas LIUŽINAS, LT
Povilas KINDURYS, LT
Algirdas DOMARKAS, LT
Vytautas BERNADIŠIUS, LT
Karolis JANKEVIČIUS, LT
Augusta KAMINSKIENĖ, LT
Juozas KRIŠČIŪNAS, LT**

(73) Patent savininkas:

**Viešoji įstaiga „Grunto valymo technologijos“, Antakalnio g. 42, LT-10304
Vilnius, LT**

(74) Patentinis patikėtinis:

Genė Ona SRUOGIENĖ, A.P.Kavoliuko g. 24-152, LT-04328 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

**Biogenų kiekiui ir „vandens žydėjimui“ gėlavandeniuose telkiniuose sumažinti
būdas ir įrenginys**

(57) Referatas:

Išradimas priklauso biotechnologijos ir aplinkos apsaugos sritims. Jis skirtas biogeninių elementų kiekiui vandens telkinyje mažinti ir gali būti pritaikytas mikrodumblių dauginimuisi - „vandens žydėjimui“ slopinti. Būdas apima biologinio sorbento įveisimą ir auginimą pasirinktoje telkinio vietoje, o kaip atraminį substratą biologiniam sorbentui įveisti ir auginti pasirinktoje vietoje į telkinio vandenį paviršiniame jo sluoksnyje panardina ir fiksuoja

mineralinį sorbentą taip, kad tiktų ant jo įveisti ir auginti biologinį sorbentą bent vienam vegetacijos laikotarpiui, mineralinį sorbentą telkinyje fiksuoja su galimybe jį perkelti ir fiksuoti bet kurioje kitoje telkinio vietoje, o pasibaigus biologinio sorbento, įveisto ant minėto mineralinio sorbento, vegetacijai, viršutinę jo dalį pašalina. Būdui realizuoti įrenginį sudaro plaustas įtaisas, turintis priemonės, skirtas mineraliniam sorbentui patalpinti ir biologiniam sorbentui pasirinktoje telkinio vietoje įveisti ir auginti.

Išradimas priklauso biotechnologijos ir aplinkos apsaugos sritims. Jis skirtas biogeninių elementų kiekiui vandens telkinyje mažinti ir gali būti pritaikytas mikrodumblių dauginimuisi – “vandens žydėjimui” slopinti.

Žinoma, kai vandens telkinyje (tvenkinyje, ežere, upėje, mariose) pagausėja azoto, fosforo, kalio ir kt. junginių, sparčiai pradeda daugintis vienaląsčiai dumbliai – melsvadumbliai, titnagdumbliai, žalieji dumbliai (arba kitaip fitoplanktonas). Vienaląsčių dumblių gyvenimo trukmė trumpa – kelios paros. Vandens telkinys tampa daugiamaisčiu – eutrofiniu ar net supereutrofiniu, nes dumbliams žuvus, prasideda jų ląstelių ardymas – mineralizacija. Ją vykdo aerobinės bakterijos, kurioms reikia daug deguonies. Šios bakterijos sunaudoja didelę dalį ar beveik visą vandenyje ištirpusį deguonį. Deguonies ima trūkti žuvims, zooplanktonui, bentosui (žuvų maistas). Šie organizmai didesniu ar mažesniu mastu žūva. Žuvų ūkis patiria didelius nuostolius. Šio “žydėjimo” priežasčių šalinimas yra svarbus klausimas, kuris iki šiol nėra įveiktas.

Žinomi būdai, kuriuose “vandens žydėjimo” intensyvumui mažinti naudojami cheminiai preparatai – algicidai, vario preparatai – vario sulfatas ir įvairūs jo dariniai (paraiška US 2003/0022793 A1, tarptautinės paraiškos publikacija WO 02/098231 A1), 3-(3-indolil)sviesto ar butano rūgštis (EP 1166631 A1, patentas US 6524999 B2), pirimidinokarboksoamido junginiai (tarptautinės paraiškos publikacija WO 03/061387 A1), peroksidhidratas bei peroksijunginiai (EP 1256278 A1, paraiška US 2003/0110689).

Žinomų sprendimų trūkumas yra tas, kad mikrodumbliai adaptuojasi prie šių junginių, tampa jiems atsparūs, o vandens telkinių gyvūnai – zooplanktonas, bentosas ir žuvys šiems junginiams yra kur kas jautresni nei mikrodumbliai. Didesnės šių cheminių preparatų koncentracijos gyvūnams yra nuodingos ir jie žūva. Telkinių gruntas šiuos preparatus sorbuoja, jame šių cheminių preparatų koncentracija didėja ir veikia žudančiai bentosinius organizmus. Be to, šie cheminiai preparatai yra brangūs. Jų naudojimas, kaip minėta, nepasiteisina ne tik ekologiniu, bet ir ekonominiu požiūriu.

Žinomas būdas mikrodumblių augimui mažinti, slopinant jų fotosintezės procesą (EP 0320084 A1) vykdomas į vandenį beriant dažiklį fluoresceiną ($C_{20}H_{10}O_5$). Fluoresceinas absorbuoja šviesą, būtiną fotosintezės eigai ir tariamai sumažina mikrodumblių dauginimosi intensyvumą.

Šio būdo trūkumas, kad jis neefektyvus dėl kelių priežasčių. Mikrodumbliai, sukeliantys "vandens žydėjimą", priklauso melsvadumbliams (*Cyanophyta*). Šie dumbliai pagrindiniu mitybos komponentu – anglimi C apsirūpina ne tik fotosintezės eigoje, ją surišdami CO_2 pavidalu. Jie yra miksotrofai – mišrios mitybos atstovai. Anglį šie dumbliai, kaip ir bakterijos, ima iš tirpių organinių junginių, esančių telkinio vandenyje. Fluoresceinas – trifenilmetaninis organinis dažiklis pasižymi fluorescencijos savybėmis. Jis ne tik absorbuoja mikrodumblių fotosintezei reikalingą tą elektromagnetinio spektro – saulės radiacijos dalį, kurią vadiname regimąja šviesa, bet ir švyti, spinduliuodamas 380 – 750 nanometrų ilgio bangas. Į šį elektromagnetinį spektrą patenka violetinė, mėlynoji ir raudonoji šviesos. Mikrodumblių ląstelių pigmentai – chlorofilas a ir chlorofilas b, o taip pat oranžinės spalvos karotinoidai sugeria šių bangų ilgio šviesą ir vykdo fotosintezės reakcijas. Fluoresceinas blogai tirpsta vandenyje. Jo dalelės nusėda ir užkemša vandens gyventojų – filtratorių filtravimo aparatus, dėl ko jie žūva. Dėl minėtų trūkumų fluoresceinas nurodytiems reikalams nenaudojamas.

Taip pat žinoma, kai, siekiant sumažinti mikrodumblių vystymąsi, bandoma į vandens telkinį įnešti dirbtinu būdu išaugintas selekcionuotas *Pseudomonas aeruginosa*, *Ps. stutzeri*, *Ps. putida* bakterijas bei jų metabolizmo produktus (patentas US 4872986) arba *Saccharomyces genties* mikromicetus (patentas US 6391619 B1).

Šių sprendimų trūkumas yra tas, kad nors ir visi šie nurodyti mikroorganizmai gyvena visuose vandens telkiniuose, tačiau panaudoti juos mikrodumblių augimui slopinti neįmanoma dėl vandens ekosistemos komponentinės sudėties. Šią sistemą sudaro producentai – mikrodumbliai ir makrofitai, konsumentai – zooplanktonas, bentos, žuvis ir reducentai – mikroorganizmai (bakterijos, mikromicetai). Vandens masėje taip pat yra įvairių organinių medžiagų tirpioje ir suspenduotoje būklėje. Tai lipidai, pigmentai, baltymai ir jų irimo produktai, angliavandeniai, angliavandeniliai ir kiti junginiai. Normaliu atveju tarp vandens organizmų ir jame esančių organinių medžiagų (ištirpusių ir suspenduotų) kiekybinis

masės santykis siekia nuo 1:5 iki 1:11. Telkinio vandens terpėje vyrauja mikrodumbliai. Normaliu atveju jų biomasė siekia 1,0 – 5,0 mg/l, eutrofiniuose vandens telkiniuose – apie 50 – 60 mg/l, hipertrofiniuose – mikrodumblių biomasė siekia 70 – 80 mg/l ir daugiau, kai kada viršija net 200 mg/l. Pagrindinių komponentų – zooplanktono biomasė, palyginti su mikrodumbliais, yra 10 kartų mažesnė, reducentų – bakterioplanktono biomasė sudaro tik 50% zooplanktono biomasės. Tik bakterioplanktonas - mikroorganizmai nepaprastai sparčiai dauginasi. Jų generacijos laikas (tai tas laikas, per kurį bakterioplanktono biomasė padvigubėja), esant palankioms sąlygoms, siekia kelias ar net keliolika minučių.

Vykstant “vandens žydėjimui”, vyrauja melsvadumbliai (dabar vadinamos melsvabakterės), kurie sudaro kolonijas. Kai kurie, pavyzdžiui, *Aphanizomenon flos aquae*, sudaro adatėlių pavidalo darinį. Zooplanktonas šių mikrodumblių nepajėgia įsisavinti. Jis maitinasi bakterijomis ir mikromicetais, jų tarpe *Pseudomonas* bei *Saccharomyces* mikroorganizmais. Taigi dirbtinas šių mikroorganizmų panaudojimas mažinant “vandens žydėjimą” yra neperspektyvus. Tuo labiau, kad ši priemonė būtų nepaprastai brangi.

Artimiausias siūlomam techniniu požiūriu ir gaunamais rezultatais yra autorių Thomas A. DeBusk ir David L. Haselow sprendimas pateikiamas paraiškoje US 2002/0023876 A1 ir tolimesnis šio sprendimo vystymas paraiškoje US 2003/0116502 A1. Pagal šį sprendimą vandens biogeninius elementus, ypač azoto ir fosforo junginius, reikalingus mikrodumblių mitybai, sorbuoja makrofitai, plūduriuojantys vandens paviršiuje. Kaip makrofitai naudojami vandens hiacintas (*Eichhornia crassipes*) ir plūdenos (*Lemna spp.*). Jie talpinami ant specialaus plūduro. Aplink jį įrengta danga sulaiko šviesą, kuri reikalinga mikrodumblių fotosintzei. Įrenginys kolonos pavidalo, siekia vandens telkinio dugną. Apvalytam vandeniui iš kolonos šalinti ir naujai jo porcijai užpildyti naudojami siurbiai.

Šio sprendimo trūkumas yra tas, kad minėti būdas ir įrenginys pagal savo konstrukciją ir eksploataciją yra sudėtingi, o naudojami augalai turi menkai išvystytą šaknų sistemą. Plūdenos – smulkūs, kelių milimetrų skersmens augalai, kurie laikosi negiliai pasinėrę po vandeniu arba plūduriuoja vandens paviršiuje. Šie augalai dažniausiai vienašakniai. Jų šaknelė kelių milimetrų ilgio, o vandens paviršiuje jų užimamas plotas mažas ir gebėjimas sugerti vandens biogeninius elementus nedidelis. Vandens hiacintas, palyginti su plūdenomis, kiek stambesnis, iki 50 mm aukščio, daugiametis šiltamėgis augalas. Jis žūna, kai vandens

temperatūra nukrinta iki 1 °C. Dėl dydžio ir fiziologinių savybių jis mažai tinka vandens telkinių maistingumui mažinti.

Išradimu siekiama padidinti vandens telkinių biogeninių medžiagų surinkimą (absorbciją ir adsorbciją), sumažinti šių telkinių eutrofikavimo procesus, pašalinti mikrodumblių sukeltus „vandens žydėjimo“ reiškinius.

Uždavinio sprendimo esmė yra ta, kad biogenų kiekiui ir „vandens žydėjimui“ gėlavandeniuose telkiniuose sumažinti būde, apimančiame biologinio sorbento įveisimą ir auginimą pasirinktoje telkinio vietoje, nauja yra tai, kad biologiniam sorbentui įveisti ir auginti pasirinktoje telkinio vietoje į vandenį paviršiniame jo sluoksnyje panardina ir fiksuoja kaip atraminį substratą mineralinį sorbentą taip, kad tikėtų ant jo įveisti ir auginti biologinį sorbentą bent vienam vegetacijos laikotarpiui, mineralinį sorbentą telkinyje fiksuoja su galimybe jį perkelti ir fiksuoti bet kurioje kitoje telkinio vietoje, o pasibaigus biologinio sorbento, įveisto ant minėto mineralinio sorbento, vegetacijai, viršutinę jo dalį pašalina.

Pasiūlytas biogenų kiekiui ir „vandens žydėjimui“ gėlavandeniuose telkiniuose sumažinti būdas yra geras tuo, kad tuo būdu biologinio sorbento įveisimui ir auginimui kaip atraminis substratas naudojamas mineralinis sorbentas fiksuojamas bet kurioje gėlavandens telkinio pasirinktoje vietoje paviršiniame vandens sluoksnyje su galimybe jį perkelti ir fiksuoti bet kurioje kitoje telkinio vietoje ir jį galima pritaikyti įvairaus dydžio eutrofikuotiems vandens telkiniams (žuvininkystės tvenkiniams, vandens saugykloms, ežerams) valyti.

Biologiniu sorbentu naudoja balinio ajero (*Acorus calamus*) šakniastiebius ir jų šaknis.

Ajerai, patalpinti vandens telkinyje, pagerina jo vandens kokybę, atlieka vandens apsaugos funkcijas antropogeninės eutrofikacijos atvejais. Balinis ajeras yra nepaprastai vertingas daugiametis augalas. Jis stambus, iki 1 m aukščio. Šakniastiebis storas, iki 30 mm diametro. Iš jo išauga ilgos pridėtinės šaknys. Šakniastiebis su šaknimis pasižymi gerai išreikštomis biogeninių elementų sorbcinėmis savybėmis. Jo biomasėje (ypač šakniastiebiuose) gausu eterinių aliejų (daugiau 5 %). Jis naudojamas muilo, parfumerijos pramonėje, gaivinančių gėrimų gamyboje. Juo aromatizuojami įvairūs maisto gaminiai. Be to balinis ajeras – vaistinis augalas. Naudojamas įvairioms žmogaus ir gyvulių ligoms gydyti.

Mineraliniu sorbentu naudoja aliumosilikato ceolito ir penoplasto mišinį, kuriame aliumosilikato ceolito ir penoplasto komponentų tūrių santykis yra maždaug 3:1, kur ceolito frakcijos dydis ne mažiau 10 mm.

Ceolitas - kristalinės struktūros aliumosilikatas. Jo pagrindiniai aktyvūs komponentai – klinoptilolitas ir montmorilonitas. Ekologiškai švari, inertinė, netoksinė medžiaga. Gerai sorbuoja makro- ir mikroelementus.

Biogenų kiekiui ir “vandens žydėjimui” gėlavandeniuose telkiniuose sumažinti įrenginys apima plausto įtaisą, turintį priemonės, skirtas biologiniam sorbentui pasirinktoje telkinio vietoje įveisti ir auginti, nauja yra tai, kad įrenginys turi bent vieną talpą, skirtą mineraliniam sorbentui patalpinti ir fiksuoti telkinio vandens paviršiniame sluoksnyje taip, kad tikėtų ant jo įveisti ir auginti biologinį sorbentą, minėta talpa turi priemonės mineralinio ir biologinio sorbento tvirtinimui, o plausto įtaisas yra pritaikytas jį fiksuoti norimoje telkinio vietoje.

Pasiūlytas įrenginys yra geras tuo, kad plausto įtaiso priemonės gali talpinti mineralinį sorbentą ir biologinį sorbentą, o įrenginį, paruoštą aukščiau minėto būdo realizavimui, galima fiksuoti ne tik bet kurioje gėlavandens telkinio pasirinktoje vietoje, bet ir paviršiniame vandens sluoksnyje reikiamame gylyje su galimybe jį perkelti ir fiksuoti bet kurioje kitoje telkinio vietoje, todėl jį galima pritaikyti įvairaus dydžio eutrofikuotiems vandens telkiniams valyti.

Mineralinis sorbentas, naudojamas biogenų kiekiui ir “vandens žydėjimui” gėlavandeniuose telkiniuose sumažinti, yra patalpintas į akytą sintetinį audinį, suteikiant minėtam dariniui erdvinę geometrinę formą, tinkamą ant jo įveisti ir auginti biologinį sorbentą.

Taip suformuotas rąsto pavidalo mineralinio sorbento darinys yra patogus jį patalpinti ir fiksuoti plausto įrenginyje, o ant jo tvirtinti ir auginti balinio ajero šakniastiebius, išdėstant juos nustatytu atstumu vienas nuo kito.

Talpa, skirta mineraliniam sorbentui patalpinti yra pagaminta iš standaus plonasiūlio tinklelio, o jo forma yra analogiška suformuoto mineralinio sorbento darinio formai bei tinkama jį patalpinti ir fiksuoti minėtus mineralinį ir biologinį sorbentus.

Tokių standžių plonasiūlių tinklelio kanalų atvira viršutinė dalis leidžia patogiai juose patalpinti sorbentą ceolitą, sumaišytą su penoplasto gabalais ir sintetiniu akytu audiniu suformuotą į rąsto pavidalo darinį, ir ant jo pritvirtintus balinio ajero šakniastiebius. Tinklelis netrukdo ajero šakniastiebiams ir šaknims kontaktuoti su vandeniu bei ceolito sorbuojančiu paviršiumi, palaiko juos vandens paviršiniame sluoksnyje ir leidžia nekludomai intensyviai naudoti vandenyje ištirpusius mineralinius junginius – biogeninius elementus (N, P, K, Ca, Na, Si, Mo, Cu, Zn ir kt.) ir sparčiai augti minėto augalo šakniastiebiams, šaknims ir lapams. Minėto įrenginio plausto įtaisas turi bent du lygiagrečiai su tarpu išdėstytus ir tarpusavyje sutvirtintus išilginius plausto elementus, minėtame tarpe tarp gretimų plausto elementų išdėstyta bent vieną talpą sintetiniam sorbentui patalpinti, kuri pritvirtinta prie plausto elementų taip, kad joje patalpintas mineralinis sorbentas būtų panardintas į telkinio vandens paviršinį sluoksnį tiek, kad tiktų ant jo įveisti ir auginti biologinį sorbentą.

Biogenų kiekiui ir “vandens žydėjimui” gelavandenyuose telkiniuose sumažinti būdai įgyvendinti naudojamas įrenginys schemiškai pavaizduotas brėžinyje, kuriame išilginiai lygiagretūs plausto elementai 1 yra sutvirtinti jiems statmenai išdėstytais elementais 2, o tarpuose tarp išilginių elementų įtvirtinti kanalo formos standūs plonasiūlės vielos tinkleliai 3, kurių išilgine kryptimi įklojami ir pritvirtinami mineralinio sorbento dariniai 4, ant kurių išdėstomi ir fiksuojami biologinio sorbento ruošiniai 5. Plūduro įrenginio buvimo vietą vandens telkinio atviro ploto nustatytoje vietoje (akvatorijoje) fiksuoja sintetinės virvės 6 laikomas inkaras 7, kuris nuleidžiamas į telkinio gruntą.

Vandens augalams auginti ir sorbentui ceolitui patalpinti įrengiamas paprastos konstrukcijos plūduras – plaustas. Jį sudaro išilginiai lygiagrečiai išdėstyti elementai 1, kurie gali būti 13 – 15 cm pločio, 2 – 3 cm storio, 2,0 – 2,5 m ilgio lentos. Nuotolis tarp lentų – ne mažiau 35 cm. Lentos sujungiamos per 3 vietas (galai ir vidurinė dalis) skersiniais tvirtinimo elementais 2, kurie taip pat gali būti lentos, ir kurie yra išdėstyti statmenai išilginiams plausto elementams. Į tarpus išilgai tarp lentų tvirtinamas plonasiūlės vielos tinklelis 3 taip, kad sudaro kanalą, kurio viršutinė dalis yra atvira, o šonų aukštis ir dugno plotis siekia 35 cm. Tinklelio akučių dydis ne mažiau 2 x 2 cm. Į kanalą klojamas sorbentas ceolitas, sumaišytas su penoplasto gabalais pagal tūrį 3 : 1. Ceolito frakcijos dydis – ne mažiau 10 mm. Ceolito ir penoplasto mišinys talpinamas į sintetinį akytą audinį, kurio akutės ne daugiau 10 mm ir suformuojamas plausto ilgį atitinkantis rąsto pavidalo darinys 4, kurio skersmuo 20 cm. Ant jo tvirtinamas

sintetine juostele balinio ajero šakniastiebiai 5, kurių ilgis apie 30 cm, atstumas tarp šakniastiebių 15 – 20 cm. Plausto nejudriai būsenai palaikyti naudojamas prie plausto kampų sintetinėmis virvėmis 6 tvirtinamas inkaras 7, kuris ekspozijos metu nuleidžiamas į gruntą.

Tokia įrenginio konstrukcija, kur išilginiai plausto elementai ir juos sutvirtinantys skersiniai elementai yra medinės lentos arba uždarais galais plastmasinės žarnos arba uždarais galais polietileniniai vamzdžiai, leidžia biogenus sorbuojančius biologinius ir mineralinius sorbentus išlaikyti vandens paviršiniame sluoksnyje, 5 – 35 cm gylyje, tai yra tame gylyje, kur intensyviausiai vyksta mikrodumblių fotosintezė bei “vandens žydėjimas”. Vandens telkinyje plaustai patalpinami vegetacinio periodo pradžioje tose vietose, kurios labiausiai užterštos biogeniniais elementais ir kur tikimasi “vandens žydėjimo”. Vegetacijos periodo metu, esant reikalui, plausto buvimo vieta gali būti pakeista, o vegetacijos periodui pasibaigus balinio ajero viršutinė dalis, esanti virš vandens, yra pašalinama ir utilizuojama. Ji gali būti nuimama nuo ledo vandens telkiniui užšalus.

Plausto išilginių elementų tarpuose naudojami griovelio formos elementai yra suformuoti plonasiulės vielos tinkleliai, kur tinklelio akučių dydis ne mažesnis kaip 2 x 2 cm, šoninių sienelių aukštis yra didesnis nei plausto elementų storis, dugno plotis neviršija atstumo tarp dviejų gretimų išilginių plausto elementų, tarp kurių įtvirtinti tinkleliai, geriau kai tinklelių sienelės aukštis ir dugno plotis yra ne didesnis kaip 35 cm, o jų ilgis neviršija plausto išilginių elementų ilgio.

Plausto gamybos variantų gali būti keletas. Jų konstrukcija priklauso nuo vandens telkinio tipo, jo dydžio, nuo naudojamos medžiagos, tinkamos plaustui gaminti, plausto gamybos technologijos, darbo mechanizacijos ir panašių galimybių. Plaustui gaminti tinka polietileniniai įvairaus diametro tuščiaviduriai vamzdžiai, kurie, užtaisius jų galus, sudaro įvairios galios plūdurus.

Balinis ajeras (*Acorus calamus*)

Morfologiniai požymiai. Augalas 60 – 100 cm aukščio. Stiebas iš vienos pusės su briauna, iš priešingos – įlinkęs. Žiedyno prisegimo vietoje išaugęs papėdlapis sudaro tarsi stiebo tęsinį. Lapai bekočiai, ilgi, kardiški, pagrinde apatinėmis dalimis vienas kitą apkabinantieji. Jų pakraštys dažnai banguotas. Žiedai smulkūs, dvilyčiai, susitelkę žaliuose burbuolėse. Jų žiedynlapis irgi žalias, panašus į lapus. Burbuolė cilindriška, 4,5 – 9,5 cm ilgio pakrypusi į

šoną. Žydi birželio ir liepos mėnesiais. Šakniastiebiai žaliai rausvi, stori, 15 – 30 mm diametro, šliaužiantys, nariuoti, šakoti, su ryškiomis nukritusių lapų žymėmis, su ilgomis pridėtinėmis šaknimis, skerspjūvyje baltai pilki, nežymiai akyti.

Fiziologinės – biocheminės savybės. Svarbiausias produktas, kurį gamina augalas – eteriniai aliejai. Jų kiekis augalo biomasėje – 4,3 – 4,5 % ir daugiau. Eterinių aliejų sudėtyje yra terpenoidai: α – pinenas, kamfenas, kalameonas, kamfora, α – kalamenas, β -kalamenas, kalamonas, akoroksidai, akoronas, izoakaronas, kalamenolas, kalamenenolas, kalamenenas, kalakorenas, kalarenas, selinenas, kariofilenas, humulenai, β -mircenas. Eterinių aliejų sudėtyje yra aromatinių junginių: azarono, eugenolo, parazarono. Taip pat rūgščių: acto, palmitino, n – heptano. Rasta seskviterpenoidų: akolamono, akoragermakrono, izoakolamono, šiobunono, epišiobunono, izošiobunono. Šakniastiebiuose yra 0,2 % maltozės, 20,7 % gliukozės, fruktozės.

Taikomoji reikšmė. Šakniastiebiai naudojami mokslinėje medicinoje, sutrikus virškinimui, skatinant tulžies išsiskyrimą, siekiant pagerinti apetitą, nuo nervinių susirgimų, nuo plaukų slinkimo, aromatingoms – organizmą stiprinančioms vonioms. Šakniastiebiuose daug eterinių aliejų, dėl to jie naudojami parfumerijoje, likerų gamyboje ir kaip prieskonis. Oficiali ajero žaliava įtraukta į daugelio pasaulio šalių farmakopėjas – standartų ir nuostatų, normuojančių vaistų gamybą, laikymą, tikrinimą ir dozavimą, rinkinius.

Ajero dirbtinis auginimas. Mūsų šalyje nėra retas. Paplitęs savaime. Nemuno deltoje, Ignalinos, Zarasų rajonų užpelkėjusiuose, uždumblėjusiuose upelių slėniuose auga tankiais sąžalynais ir užima nemažus plotus. Nedidelius sąžalynus randame tvenkinių, ežerų, nesraunių upių pakraščiuose, pelkėtose vietovėse. Balinis ajeras – gajus augalas. Plačiai paplitęs. Sutinkamas Vidurio Europoje, Skandinavijoje, Balkanų pusiasalyje, Rusijos europinėje dalyje, Sibire, Kaukaze, Tolimuosiuose Rytuose, Mažajoje Azijoje, Kinijoje, Japonijoje, Indijoje, Šiaurės Amerikoje. Laikomas azijiniu floros elementu.

Bandymais nustatėme, kad ajeras pasižymi dideliu mineralinių elementų, kurie svarbūs visų vandens organizmų gyvybinei veiklai, kaupiamąja sorbcija. Ajerui yra būdingas didelis šių biogeninių elementų kaupimo koeficientas (KK). Šiuo koeficientu yra suprantamas augalo gebėjimas kaupti mineralinius junginius. Jis išreiškiamas mineralinių arba kitaip peleninių elementų kiekio augalo sausoje masėje santykiu su tų elementų kiekiu vandenyje. Ajeras savo fitomasėje sukaupia apie 6,45 – 11,30 %, o šakniastiebiuose apie 10 % peleninių elementų. Ši ajero stipriai išreikšta sorbcinė savybė, o taip pat jo gebėjimas gaminti labai vertingas chemines medžiagas, atveria galimybes panaudoti ajerą daugiamaisčių – eutrofinių

ir hipereutrofinių vandens telkinių maistingumo lygiui reguliuoti. Daugiamaisčiuose vandens telkiniuose gausu biogeninių elementų. Juose liepos – rugpjūčio bei rugsėjo – spalio mėnesiais sparčiai vystosi mikrodumbliai. Jie sukelia “vandens žydėjimą”. Dėl to sutrinka vandens dujinis režimas (vykstant energingai organinės medžiagos destrukcijai žemiau kritinės ribos sumažėja tirpaus deguonies kiekis vandenyje), pablogėja vandens kokybė, žuva žuvys ir jų maisto šaltinis – zooplanktonas bei zoobentosas.

Vandens telkinius, siekiant apsaugoti nuo eksploatuojamų naudmenų (dirbamos ir tręšiamos žemės) paviršinio nuotėkio dera kaip biologinį filtrą panaudoti ajerų sodmenis, dirbtinai įkurdinant juos telkinių priekrančių zonoje.

Ajerai naudotini žuvų auginimo tvenkinių išleidžiamo vandens į atvirus telkinius kokybei reguliuoti, o ir kitiems panašiams reikalams.

Bandymai parodė, kad balinis ajeras tinka naudoti ne tik vandens telkinių priekrantinėje zonoje, bet ir pačiame telkinyje. Ajeras dėl jo fitomaseje esančios aerenchimos pasižymi plūdrumu. Plaustų pagalba suformuoti ajerų sąžalynai intensyviai sorbuodami telkinio maisto medžiagas nustelbia mikrodumblių dauginimąsi – “vandens žydėjimą”.

Ajeras dauginamas išimtinai vegetatyviniu būdu, šakniastiebiais. Sėklos mūsų klimato sąlygomis nesubręsta. Ajero šakniastiebiai auga monopodiniu būdu – iš jo viršūninio pumpuro išauga žiedyną nešantis stiebas. Jis prie pagrindo yra lapų apsuptas. Sekančiais metais, pavasarį, šakniastiebis vėl ima augti, tačiau iš šoninių pumpurų – simpodiniu būdu.

Ajero sodinimas paprastas. Sodinimo medžiaga – šakniastiebiai. Jų ilgis 30 – 35 cm, storis – 20 – 30 mm. Šakniastiebių šaltinis – esami ajerų sąžalynai. Geriausiai ajerai auga vandens telkinių pakrantėse, kai vanduo siekia 0,3 – 0,5 m. Bandymais akvariumuose įsitikinome, kad ši gelmė yra optimali ajero šakniastiebiui sudygti. Kadangi ajerų šakniastiebiai yra lengvi, jie iškyla į vandens paviršių. Šakniastiebiai prie grunto turi būti tvirtinami. Šakniastiebius geriausiai sodinti gegužės mėn. viduryje ar paskutinėje dekaadoje, kai išyla vanduo. Jie išleidžia ilgas tankias šaknis, kuriomis įsitvirtina grunte ir intensyviai sugeria mitybinius junginius. Šakniastiebiai sodinami – tvirtinami prie grunto 25 – 35 cm atstumu. Atstumas tarp eilių – 35 – 45 cm. Šakniastiebių metinė prieauga – iki 25 cm ir daugiau. Lapų ilgis – apie 100 cm. Jų plotis – 10 – 20 mm.

Ajerai atvirame vandens telkinyje auginami naudojant įvairios konstrukcijos ir įvairios konfigūracijos plaustus. Plaustai gaminami ant kranto. Nuleidžiami į vandenį. Inkaru tvirtinami prie grunto. Ajero šakniastiebiai, patalpinti į plausto metalinį tinklinį kanalą be ceolito, o dar geriau ant ceolito ir penoplasto (santykiu 3 : 1) mišinio, talpinamo į sintetinį akytą audinį, kontaktuodami su daugiamaisčiu (eutrofiniu) vandeniu, išleidžia šaknis ir ūglius. Ajerai, kurie vystosi ant vandenyje patalpinto plūdūro, savo šaknimis intensyviai sugeria tirpias maisto medžiagas. Iš vandens yra sorbuojamas azotas (N), fosforas (P), kalcis (Ca), natris (Na), magnis (Mg), silicis (Si), molibdenas (Mo), varis (Cu). Ajerai savo šaknų funkcinę veiklą slopina mikrodumblių dauginimąsi ir normalizuoja gėlavandenės ekosistemos būklę. Ajerai, patalpinti vandens telkinyje, pagerina to telkinio vandens kokybę, atlieka vandens apsaugos funkcijas antropogeninės eutrofikacijos atvejais.

Lietuvoje ajero šakniastiebis per metus priauga, priklausomai nuo substrato, keliolika centimetrų. Šakniastiebiuose mūsų sąlygomis esti 1,5 – 5,4 % eterinio aliejaus. Jame būna 1 % d – pineno, 7 % d – kamfeno, 8,7 % d – kamparo, 3 % borneolio, eugenolio, azarono, kalamolo, kalameno, kalakoreno, kariofileno, gvajeno, akorono, 29 mg % askorbino rūgšties, rauginių medžiagų.

Ceolitas

Ceolito cheminė sudėtis. Mineralas. Aliumosilikatas. Atsparus aukštai temperatūrai. Ekologiškai švari, inertinė, netoksiška medžiaga. Jame (%): SiO_2 – 71,5; Al_2O_3 – 13,1; Fe_2O_3 – 0,9; CaO – 2,1; MgO – 1,07; $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ – 5,03; kitų elementų (TiO_2 , P_2O_5 , F, As, Pb, Cu) nedideli kiekiai. Mikroelementų jame (mg/kg): Mn – 242; Zn – 45; Y – 22; Nb – 22; Ba – 232; Th – 12.

Fizinės savybės. Akytumas 34 % (ceolitų gardelėje yra atvirais kanalais susijungusių ertmių, kanalų skersmuo 2,8 – 8,0 angstromų). Tankis – 270 kg/dcm³. Sąlyginis paviršius – 0,4130 m²/g. Jonų kaitos imlumas – 1,5 mgekv/g. Adsorbentas ir absorbentas. Sugeria mineralinius ir kai kuriuos (turinčius atitinkamo dydžio molekules) organinius junginius. Ceolitas tinka kaip pagalbinė priemonė – sorbentas ir atraminis substratas ajerui auginti plaustuose atvirame vandens telkinyje.

Biogenų kiekiui ir “vandens žydėjimui” gėlavandeniuose telkiniuose sumažinti naudojamo plausto įrenginio, biologinio sorbento - balinio ajero ir mineralinio sorbento efektyvumą patvirtina toliau aprašytų bandymų pavyzdžiai.

1 pavyzdys – balinio ajero auginimas oligotrofinio tipo – mažamaisčiame tvenkinyje. Ant specialiai parengto plausto (pavaizduota brėžinyje) buvo patalpinti ajerų kerai. Jų povandeninės dalies (šakniastiebių su šaknimis) tūris buvo įvertintas tokiu būdu. Į pirmąją talpą iki pat jos kraštų, sklidinai buvo pilamas vanduo. Ši talpa buvo patalpinama į antrąją didesnę talpą. Kai į pirmąją talpą įkeldavome ajerų kero povandeninę dalį – šakniastiebius su šaknimis, šios biomasės išspausťas vanduo nutekėdavo į antrąją talpą. Išmatuotas (cm³) išspausťas vanduo prilygo biomasės (ajerų povandeninės dalies) tūriui. Šie duomenys reikalingi biomasės kiekybiniam įvertinimui. Plaustas su ajerų kerais buvo nuleistas į tvenkinį. Tvenkinio vanduo oligotrofinio tipo – mažamaistis. Jame nedaug biogeninių – maistinių medžiagų. Vanduo skaidrus, permatomas iki dugno – 150 – 180 cm. Gerai prisotintas deguonimi. Vandens temperatūra žema. Planktoninių organizmų bei mikrodumblių nedaug. Jų dauginimasis nėra intensyvus.

Balinio ajero į plaustą patalpinta 12 kerų su lapais. Kero svoris, nuplovus gruntą, svyravo nuo 2080 iki 8300 gramų. Vidurkis – 4328 g. Ajero kero šakniastiebių su šaknimis tūrio vidurkis, ml – 3545.

Ajerų ekspozicijos laikas tvenkinyje – nuo 2003.07.10 iki 2003.09.25, tai yra 77 paros. Per tą laiką ajerai mažamaisčiame vandenyje gerai išsilaikė. Nustatyta, kad ajerai vegetacijos metu (liepos mėn.) ne šakniastiebių būklėje, o visas augalas su šaknimis, šakniastiebiais ir lapais perkeltas į mažamaisčio, gryno vandens, be grunto, sąlygas nežūva. Tas rodo šio augalo didelį gyvybingumo laipsnį.

2 pavyzdys – balinio ajero auginimas eutrofizuoto (daugiamaisčio) vandens sąlygomis.

Eutrofiniame vandenyje bei to mitybinio tipo vandens telkinyje yra daug biogeninių elementų. Juose gausi augalija ir gyvūnija. Vyrauja melsvadumbliai (*Cyanophyta*) bei tokie rūšių kompleksai: *Aphanizomenon flos – aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos – aquae*, *Oscillatoria rūšys*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Aulacosira granulata*, *Pandorina morum*, *Coelastrum microporum*, *Phacus longicauda*, *Cryptomonas rūšys*. Eutrofiniuose vandenyse mikrodumblių vystymosi maksimumas esti liepos – rugpjūčio bei rugsėjo – spalio mėnesiais. Ilgai trunkantį “vandens žydėjimą” dažniausiai sukelia sparčiai besidauginančios *Aphanizomenon flos – aquae* bei *Oscillatoria rūšys*.

Eutrofiniuose vandenyse mikrodumblių biomasės maksimumas siekia daugiau 50 g/m^3 , o chlorofilo "a" kiekis – 45 mg/m^3 . Hipertrofiniuose – biomasė siekia kelis šimtus g/m^3 , o chlorofilo "a" kiekis net $200 - 400 \text{ mg/m}^3$.

Siekiant įvertinti balinio ajero gebą sorbuoti biogeninius elementus ir tuo pačiu sumažinti mikrodumblių vystymosi intensyvumą – jų sukeliama "vandens žydėjimą" eksperimentinėmis sąlygomis buvo modeliuotas eutrofizuotas vanduo. Tas buvo pasiekiamas tokiu būdu. Gaminama mitybinė terpė mikrodumbliams auginti. Šiam reikalui buvo vartojamas oligotrofinio tvenkinio ir vandentiekio vanduo. Jis praturtinamas (tręšiamas) tokios sudėties mineraliniais junginiais (g/l):

NH_4NO_3	0,2
CaCl_2	0,1
K_2HPO_4	0,1
MgSO_4	0,1
FeCl_3	Pėdsakai (1 lašas 1% - tinio tirpalo)

Šia mitybine terpe užpildomi 3 akvariumai. Naudota po 30 l terpės/akvariumui. Imitacinio modeliavimo schema buvo tokia: kontrolinis variantas – tvenkinio vanduo (praturtintas mineraliniais junginiais), be ajerų; 1 bandomasis variantas – tas pats, kas kontrolėje, tik su ajerais; 2-asis bandomasis variantas – tas pats, kas 1-ajame variante, tik 50 % sumažintas tręšimas. 1-ojo varianto ajerų kero svoris (g) ir jo šakniastiebių su šaknimis tūris (ml) atitinkamai: 1544 ir 1173. 2 – ojo varianto ajerų kero svoris (g) ir jo šakniastiebių su šaknimis tūris (ml) atitinkamai: 1720 ir 1255. Ajerai buvo talpinami paviršiniame (10 cm) vandens sluoksnyje. Bandymo trukmė : 2003 07 15 – 2003 09 24.

Visi bandymo variantai buvo tręšiami nurodytos sudėties junginiais liepos 16 ir liepos 25, rugpjūčio 11 ir rugpjūčio 28 bei rugsėjo 12 dienomis. 2-jame bandomajame variante trąšų kiekis buvo sumažintas 2 kartus – sudarė 50 % 1-ojo varianto trąšų kiekio.

Buvo sekama bandymams naudojamo vandens temperatūra. Liepos 3-ajai dekadai buvo būdinga aukšta oro temperatūra. Ji buvo tokia ir akvariuminėje, bandyminio vandens temperatūra siekė 30°C . Tokia aukšta vandens temperatūra nėra palanki ajero augimui. Rugpjūčio 2-ojoje dekadaje ji normalizavosi – siekė 25°C , o šio mėnesio 3-ojoje dekadaje buvo apie 20°C . Į bandymo pabaigą (rugsėjo 2-oji dekada) bandyminio vandens temperatūra sumažėjo iki 16°C .

Vandens lygis akvariumuose per visą bandymo laikotarpį buvo vienodas. Nugaravęs vanduo buvo papildomas vandentiekio vandeniu. Jau rugpjūčio 1-osios dekados pabaigoje išryškėjo bandymo variantų skirtumai. Kontroliniame variante (be ajero) intensyviai besidauginantys mikrodumbliai nuspalvino žalia spalva visą vandenį. Bandyminiuose variantuose (su ajerais) vanduo buvo skaidrus. Ajeraai, nežiūrint aukštos vandens temperatūros (kai vandens temperatūra yra aukšta, sutrinka dujų apykaita vandenyje, jame silpniau tirpsta deguonis ir juo apsirūpinti augalo šaknims esti sunkiau), ėmė šaknytis, leisti naujus daigus.

Bandymo pabaigoje (praėjus 71 parai) kontroliniame variante mikrodumblių koncentracija pasiekė maksimumą. Jį iliustruoja chlorofilo "a" kiekio rodiklis. Siekė 1200 mg/m^3 . Gerokai viršijo hipertrofuoto vandens telkinio šio pigmento rodiklius (esti iki 250 mg/m^3). Bandyminiuose variantuose – akvariumuose pastebėti tik mikrodumblių pėdsakai (dažniausiai jie kai kur prisitvirtinę prie akvariumo vidinių sienelių). Akvariumų vanduo skaidrus.

Nustatyta, kad ajero šakniastiebiai su šaknimis pasižymi didele mineralinių junginių sorbcine geba. Ajeras intensyviai kaupdamas biogeninius elementus nustelbia mikrodumblių vystymąsi, šalina "vandens žydėjimo" pavojų. Balinio ajero sausoje fitomaseje yra toks pagrindinių mitybinių elementų kiekis: anglies (C) – 45 %, deguonies (O_2) – apie 40 %, vandenilio (H) – iki 5 %, azoto (N) – apie 1 %, peleninių – mineralinių elementų – iki 10 %. Bandymas dar kartą patvirtino ajero nepaprastą gyvybingumą. Eksperimentui naudojami ajeraai iš natūralios buveinės buvo iškelti šio augalo intensyvios vegetacijos metu, perkelti į neįprastas vandens temperatūros sąlygas (tvenkinio, maitinamo šaltinių vandeniu, vandens temperatūra rugpjūčio pabaigoje siekė tik $13 - 17^\circ\text{C}$) nežuvo, augo normaliai.

3 pavyzdys – vegetatyvinis ajero dauginimas ir jo auginimas įvairiame vandens sluoksnyje.

Bandymui panaudoti trys 35 – 40 litrų talpos akvariumai. Užpildyti 30 litrų tokios sudėties tirpalu (g/l): NH_4NO_3 – 0,2; CaCl_2 – 0,1; K_2HPO_4 – 0,1; MgSO_4 – 0,1; FeCl_3 – pėdsakai (1 lašas 1%-tinio tirpalo). Į akvariumus patalpinti po 3 į kiekvieną 25 – 30 cm ilgio ajero šakniastiebiai. Į 1-ąjį akvariumą – plūdumo būklėje (vandens paviršiuje), į 2-ąjį – 20 – 25 cm gylyje (tvirtinami ant stiklinio cilindro, idant neišplauktų į vandens paviršių), į 3-ąjį – 35 – 45 cm gylyje (šakniastiebiai šiame gylyje taip pat įtvirtinami).

Bandyminis vanduo kas 15 parų tręšiamas nurodytos sudėties trąšomis. Nugaravęs vanduo papildomas vandentiekio vandeniu. Bandymo trukmė – 70 parų. Visuose bandymo variantuose iš šakniastiebių išaugo šaknys ir lapai. Intensyviausias šaknų ir lapų augimas vyksta, kai šakniastiebiai patalpinti į 20 – 25 cm vandens sluoksnį.

Nustatyta, kad dirbtinu būdu auginant balinį ajerą, reikia juos dauginti 25 – 30 cm ilgio šakniastiebiais, o ne šaknis ir lapų turinčiais sodmenimis. Šakniastiebiai gali būti patalpinti į įvairų vandens sluoksnį, neviršijant 40 – 50 cm sluoksnio, tačiau geriau juos talpinti į 20 – 25 cm vandens gylį.

Šis valymo būdas yra pranašesnis pritaikant jį įvairaus dydžio eutrofikuotiems vandens telkiniams (žuvininkystės tvenkiniams, vandens saugykloms, ežerams) valyti.

Ajeras, dirbtinai auginamas vandens telkinyje, vertintinas kaip aplinkosauginė priemonė, gerinanti vandens kokybę, ir kaip (ekonominiu požiūriu) labai vertingą kultūrą (joje didžiulis praktinės vertės cheminių junginių spektras). Šiai kultūrai nereikalingos trąšos, kurios brangios (jos yra telkinio vandenyje), nereikalingos cheminės priežiūros priemonės (pesticidai ir kt.), panaudojama ir antvandeninė (lapai) ir povandeninė (šakniastiebiai) dalys, kurios vertė yra didelė (grūdinių kultūrų vertė ne iš tolo neprilygsta ajero šakniastiebių vertei).

Po 3 – 4 metų kasmet iki 30 % sąžalyno pavasarį arba rudenį iškeliamas iš vandens, nupjaunamos šaknys ir lapai, o išdžiovinti šakniastiebiai panaudojami eterinių aliejų gamybai, muilo, parfumerijos, maisto pramonėje, medicinos ir veterinarijos reikmėms.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Biogenų kiekiui ir "vandens žydėjimui" gėlavandeniuose telkiniuose sumažinti būdas, apimantis biologinio sorbento įveisimą ir auginimą pasirinktoje telkinio vietoje, besiskiriantis tuo, kad kaip atraminį substratą biologiniam sorbentui įveisti ir auginti pasirinktoje vietoje į telkinio vandenį paviršiniame jo sluoksnyje panardina ir fiksuoja mineralinį sorbentą taip, kad tikėtų ant jo įveisti ir auginti biologinį sorbentą bent vienam vegetacijos laikotarpiui, mineralinį sorbentą telkinyje fiksuoja su galimybe jį perkelti ir fiksuoti bet kurioje kitoje telkinio vietoje, o pasibaigus biologinio sorbento, įveisto ant minėto mineralinio sorbento, vegetacijai, viršutinę jo dalį pašalina.
2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad biologiniu sorbentu naudoja balinio ajero (*Acorus calamus*) šakniastiebius ir jų šaknis.
3. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad mineraliniu sorbentu naudoja aliumosilikato ceolito ir penoplasto mišinį.
4. Būdas pagal 3 punktą, besiskiriantis tuo, kad aliumosilikato ceolito ir penoplasto komponentų tūrių santykis mišinyje yra maždaug 3:1, kur ceolito frakcijos dydis ne mažiau 10 mm.
5. Biogenų kiekiui ir "vandens žydėjimui" gėlavandeniuose telkiniuose sumažinti įrenginys, apimantis plausto įtaisą, turintį priemonės, skirtas biologiniam sorbentui pasirinktoje telkinio vietoje įveisti ir auginti, besiskiriantis tuo, kad plausto įtaisas turi bent vieną talpą, skirtą mineralinio sorbento patalpimui ir fiksavimui telkinio vandens paviršiniame sluoksnyje taip, kad tikėtų ant jo įveisti ir auginti biologinį sorbentą, minėta talpa turi priemonės mineralinio ir biologinio sorbento tvirtinimui, o plausto įtaisas yra pritaikytas jį fiksuoti norimoje telkinio vietoje.
6. Įrenginys pagal 5 punktą, besiskiriantis tuo, kad mineralinis sorbentas pagal 3 ir 4 punktus yra patalpintas į akytą sintetinį audinį, suteikiantį minėtam dariniui erdvinę geometrinę formą, tinkamą ant jo įveisti ir auginti biologinį sorbentą.

7. Įrenginys pagal 6 punktą, besiskiriantis tuo, kad mineralinio sorbento darinys yra rąsto formos.

8. Įrenginys pagal 5 punktą, besiskiriantis tuo, kad talpa, skirta mineraliniam sorbentui patalpinti yra pagaminta iš standaus plonasiūlio tinklelio, o jo forma yra analogiška suformuoto mineralinio sorbento darinio formai bei tinkama į jį patalpinti ir fiksuoti minėtus mineralinį ir biologinį sorbentus.

9. Įrenginys pagal 5 punktą, besiskiriantis tuo, kad plausto įtaisas turi bent du lygiagrečiai su tarpu išdėstytus ir tarpusavyje sutvirtintus išilginius plausto elementus, minėtame tarpe tarp gretimų plausto elementų išdėstyta bent vieną talpą sintetiniam sorbentui patalpinti, kuri pritvirtinta prie plausto elementų taip, kad joje patalpintas mineralinis sorbentas būtų panardintas į telkinio vandens paviršinį sluoksnį tiek, kad tiktų ant jo įveisti ir auginti biologinį sorbentą.

