

## **Žolinių energinių augalų naudojimas naftos angliavandeniliais užterštų dirvožemių valymui**

Mantas Rubežius<sup>1</sup>, Kęstutis Venslauskas<sup>1</sup>, Žygmantas Kidikas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aleksandro Stulginskio universitetas, <sup>2</sup>Kauno technologijos universitetas

### **Įvadas**

Daugelyje Europos Sąjungos šalių nacionalinėse energetikos strategijose akcentuojama biomasės svarba ir plėtros galimybės. Biomasės, skirtos energetinėms reikmėms, poreikiai sparčiai auga, todėl pastaruosius dešimtmečius vis didesnis dėmesys žemės ūkio mokslo srityje skiriamas naujų energinės paskirties augalų biomasės panaudojimui energiniams tikslams (Kryževičienė ir kt., 2005; ASU, 2014). Atsiradus naujoms biomasės paruošimo technologijoms, biokurą, biodegalus ir biodujas pradėta gaminti ir iš įvairių tradicinių ir netradicinių žolinių augalų rūšių (ASU, 2014). Daugelio autorių nuomone, žolinių augalų biomasė yra puiki alternatyva papildanti tokius biokuro išteklius kaip miško, žemės ūkio produkcija ar durpės (Kryževičienė ir kt., 2005).

Tradiciniai žoliniai augalai, lyginant su trumpos apyvartos medžiais, yra pranašesni, nes jų masę kurui galima panaudoti jau kitais metais po sėjos (Kryževičienė ir kt., 2005). Apskritai, žoliniai augalai mažiau reiklūs dirvai, atsparesni nepalankioms klimato sąlygoms bei įvairioms ligoms, gali užauginti didelį biomasės derlių. Be to, daugiamečiai žoliniai augalai gali derėti ilgai nepersėti, taip apsaugomos kalvotos žemės nuo erozijos ir palaikomas dirvožemio derlingumas bei ženkliai sumažinamas šiltnamio efektas (Kryževičienė ir kt., 2005; Sendžikienė ir kt., 2012).

Siekiant išvengti konkurencijos su tradiciniu žemės ūkiu ir siekiant kuo efektyviau išnaudoti šalies bioenergetikos potencialą, galima žolinius energinius augalus auginti apleistose žemėse, kurių šiuo metu šalyje nestinga. Suderinus įvairias mokslines disciplinas, galime pasiekti ne tik energetinės naudos bet ir dar labiau sustiprinti aplinkosauginį efektą. Pritaikius fitoremediacinius metodus biomasės inžinerijoje, nesunkiai galime sukurti žaliavos išgavimo energetinėms reikmėms ir antropogeninės taršos pažeistų teritorijų atstatymo sistemą. Tiesioginių tyrimų duomenys rodo, kad tiek grunte, tiek požeminiame vandenyje, dažniausiai taršos ribines koncentracijas viršija naftos produktų angliavandeniliai. Lietuvoje šiais angliavandeniliais užterštų vietų yra apie 5000, kas sudaro apie 40 % visų žinomų vietų, kuriose gali ar galėjo būti teršiama žemė ir požeminis vanduo (Januševičiūtė ir kt., 2015). Tradiciniai

grunto valymo metodai reikalauja daug lėšų, didelių darbo jėgos išteklių, energijos bei, kai kuriais atvejais, laiko sąnaudų. Dėl šių priežasčių nuolatos atliekama naujų ekonomiškai patrauklių, efektyvių aplinkos kokybės atkūrimo technologijų paieška (Rubežius ir Venslauskas, 2015).

Viena iš tokių naujų, pigių technologijų yra fitovalymo technologija, kuri, pritaikant unikalias augalų savybes surinkti teršalus, skatinti jų degradaciją ar transformaciją, naudojama grunto galutiniam išvalymui ir dirvožemio struktūros bei gyvybingumo atstatymui. Valant naftos produktais užterštą gruntą, dažniausiai stimuliuojama fitodegradacija ir rizodegradacija, siekiant teršalus suskaidyti. Šiam reikalui dažniausiai naudojami žoliniai augalai, turintys gerai išsivysčiusią šaknų sistemą, nes išsikerojusios šaknys pagerina aeraciją, praturtina gruntą biologiškai aktyviomis medžiagomis, kas suaktyvina mikroorganizmų veiklą (Januševičiūtė ir kt., 2015). Efektyviausi šios grupės augalai yra: mėlynžiedė liucerna (*Medicago sativa*), baltasis dobilas (*Trifolium repens L.*), raudonasis dobilas (*Trifolium pratense*), rytinis ožiarūtis (*Galego orientalis*), rykštėtoji sora (*Panicum virgatum*), tikrasis eraičinas (*Festuca pratensis*), ir dar daugelis kitų augalų.

**Darbo tikslas** – įvertinti žolinių energinių augalų pritaikymo naftos angliavandeniliais užterštiems dirvožemiams valyti galimybes.

### **Tyrimų metodai ir sąlygos**

Tyrimas atliktas vadovaujantis „Ekologinių tyrimų reglamente“ (2008), LAND 9-2009 ir „Požeminio vandens monitoringo metodinėse rekomendacijose“ (1999) pateiktais reikalavimais bei rekomendacijomis.

#### *Bandymų objekto geografinė – technogeninė charakteristika.*

Bandymų objektas, pagal Lietuvos geologijos tarnybos (toliau LGT) vykdytą projektą „Užterštų teritorijų poveikio vertinimas“ (Grotas, 2010), yra Kauno raj. savivaldybėje, Raudondvario miestelyje, Didvyrių gatvėje. 2010 metais LGT vykdyto tyrimo metu nustatyta, kad bandymų objekte tiek gruntas, tiek gruntinis vanduo yra užterštas naftos produktais. Grunte naftos produktų koncentracija viršijo nustatytas leistinas ribines vertes (200 mg/kg), o maksimali nustatyta naftos produktų koncentracija šią vertę viršijo 72,6 karto. Objekte taip pat buvo nustatyta grunto tarša, kuri viršijo ribines vertes daugiacykliniais aromatiniais angliavandeniliais (chrizenu, benzo (b) fluorentenu, benzo (a) pirenu).

Vadovaujantis LAND 9-2009 ir „Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimais“ (2008) pagal jautrumą taršai, buvusi naftos bazė priskiriama jautriom teritorijom (2 kategorija).

#### *Dirvožemio paruošimas.*

Bandymų teritorijoje, atsižvelgiant į taršos mastą bei geologines ir hidrologines savybes, išskirti keturi 1 m<sup>2</sup> ploteliai kiekvienai pasirinktai augalų rūšiai. Visa kita likusi teritorijos dalis liko neliesta taršos kiekio palyginimui užsėtuose ploteliuose ir aplink juos. Dirvožemis įdirbtas rankiniu būdu: išpurentas iki 20-25 cm gylio pašalinant stambias atliekas (plytas, akmenis, žolių grumstus ir kt.). Vėliau dirvožemis homogenizuotas. Remiantis efektyvios žemdirbystės rekomendacijomis bei atsižvelgiant į mokslininkų tyrimų rezultatus ir teorišką mikroorganizmams reikalingą maistinių medžiagų kiekį, kuris reikalingas užtikrinti efektyvią naftos angliavandenilių konversiją, kiekvienas plotelis patreštas mineralinėmis trąšomis (100 kg/ha). Tyrimų ploteliai pakartotinai patrešti praėjus 38 dienom po sėjos. *Augalų pasirinkimas.*

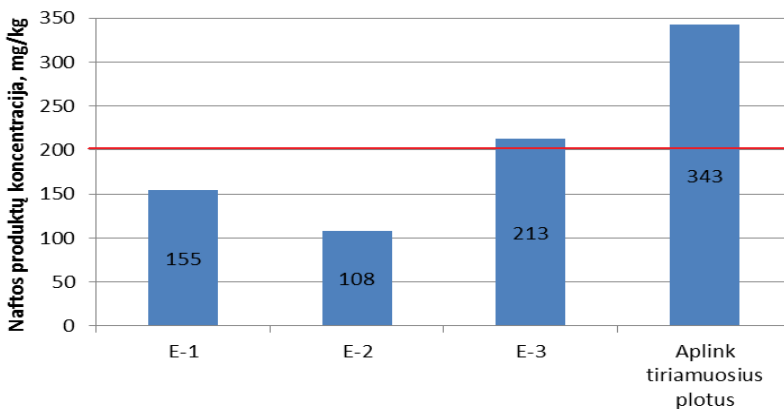
Augalai pasirinkti atsižvelgiant į dirvožemio struktūrą ir tipą, pH, drėgmės kiekį, taršos šaltinį (cheminę sudėtį), sugebėjimą asimiliuoti teršalus, bei jų savybes biodujų išgavimui. Šie augalai yra mažai reiklūs ypatingai priežiūrai ir auginimo sąlygoms. Pasirinktos 4 skirtingos žolinių augalų rūšys: E-1 – miglinių šeimos augalas; E-2 – burnotinių šeimos augalas; E-3 – miglinių šeimos augalas.

#### *Dirvožemio užterštumo tyrimai.*

Dirvožemio mėginiai buvo imami po 131 dienos trukusios augalų augimo ekspozicijos. Mėginiai imti voko principu iš 10 taškų tyrimo ploteliuose ir tolygiai paskirstytų 25 taškų apie tiriamuosius plotelius siekiant tarpusavyje palyginti taršos koncentracijas. Visi dirvožemio tyrimai atlikti pagal LAND 89-2010 standartą.

### **Rezultatai ir jų aptarimas**

Iš pateiktų duomenų matyti, kad visais tirtais atvejais dirvožemio tarša naftos produktais buvo ženkliai mažesnė nei dirvožemyje, kuriame nebuvo auginti pasirinkti augalai (1 pav.). Mažiausia dirvožemio tarša naftos produktais, tai yra didžiausias fitovalymo efektyvumas, nustatytas naudojant E-2, kur dirvožemio tarša naftos produktais buvo 3,2 kartus mažesnė nei kontrolinės-palyginamosios grupės (aplink tiriamuosius plotus). Kiek prastesni, bet taip pat daug žadantys rezultatai buvo gauti naudojant E-1 ir E-3 augalus, kur dirvožemio tarša naftos produktais atitinkamai sumažėjo 2,2 ir 1,6 kartus. Visais aptartais atvejais dirvožemio tarša naftos produktais buvo mažesnė arba nežymiai didesnė už nustatyta ribinę vertę bendram naftos produktų kiekiui – 200 mg/kg.



1 pav. Naftos produktų koncentracijos dirvožemyje (nustatyta ribinė vertė bendram naftos produktų kiekiui yra 200 mg/kg)

Atsižvelgiant į šiuos rezultatus ir ankstesnio detalaus ekogeologinio tyrimo vertinimo rezultatus, galime teigti, kad pasirinkti augalai puikiai tinka valyti užterštas teritorijas esant 223-594 mg/kg naftos angliavandenilių taršai. Esant tokiai taršai užtenka tik vieno fitovalymo periodo, siekiant sumažinti taršą žemiau nustatytos ribinės vertės (Grota, 2010).

### Išvados

1. Atlikus eksperimentinius lauko tyrimus, rezultatai parodė, kad pasirinkti augalai gali būti naudojami naftos produktais užteršto dirvožemio valymui esant 223-594 mg/kg naftos angliavandenilių koncentracijoms dirvožemyje. Esant šioms koncentracijoms augalų ištvėrimingumo riba (augalų žuvimo riba) nebuvo pasiekta, vizualus naftos angliavandenilių toksiškumo poveikis nepastebėtas.
2. Naudojant E-2, E-1, E-3 augalus dirvožemio tarša naftos produktais atitinkamai sumažėjo 3,2; 2,2 ir 1,6 kartus.

### Literatūra

1. ASU – Aleksandro Stulginskio universitetas. 2014. Daugiamečių žolių ir netradicinių žolinių augalų (drambliažolės, sidos, legestų nendrinų žolių) bei jų mišinių panaudojimas presuoto biokuro gamybai. 2014 m. galutinė ataskaita. Akademija: 68 p.
2. Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai // Valstybės žinios. 2008, Nr. 53-1987

3. Ekogeologinių tyrimų reglamentas // Valstybės žinios. 2008, Nr. 71-2759.
4. Januševičiūtė D., Marcinonis A., Janulevičius S., Meištinkas R., Samosionokas J. 2015. Cheminėmis medžiagomis užteršto grunto ir požeminio vandens valymo metodai. Vilnius: UAB „Grotą“, 128 p.
5. Kryževičienė A., Navickas K., Župerka V. 2005. Daugiamečių žolių panaudojimas biodujoms gaminti // Vagos. Nr. 69 (22), p. 76–82.
6. LAND 9-2009 „Naftos produktais užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai“ // Valstybės žinios. 2009, Nr. 140-6174.
7. Požeminio vandens monitoringas. Metodinės rekomendacijos. 1999. Lietuvos geologijos tarnyba. Vilnius: 66 p.
8. Grotą, 2010. Užterštų teritorijų poveikio vertinimas. Potencialaus taršos židinio Nr. 10450 (naftos bazė, Kauno r., Raudondvaris, Didvyrių g.) detalus ekogeologinio tyrimo rezultatai / UAB Grotą ir Lietuvos geologijos tarnyba: 34 p.
9. Rubežius M., Venslauskas K. 2015. Užteršto dirvožemio fitovalymo metodų apžvalga // Agrozinerija ir energetika. Nr. 20, P. 62-68.
10. Sendžikienė E., Kalenska S., Makarevičienė V. 2012. Biodujos – alternatyvus kuras transportui. ASU, Kaunas: 48 p.

### **The application of herbaceous energy plants for remediation of soil contaminated by oil hydrocarbons**

#### **Summary**

Using phytoremedial methods in biomass engineering, there is a possibility to create a sustainable method of biomass growth in mid-low contaminated sites soil system. Main aim of the research was to assess herbaceous plants abilities of clean the soil contaminated by oil hydrocarbons. Results show, that the proper selection of herbaceous energy plants can reach high level of oil contaminated sites treatment, from 223 to 594 mg/kg, of oil hydrocarbons concentration in soil. By using 3 selected plants, soil pollution with oil products, accordingly declined by 3,2; 2,2 and 1,6 times. In all cases, the test showed that the soil volume of oil products was lower or slightly higher than threshold value of permissible maximum (200 mg/kg) soil pollution, after one cycle of treating by plants. Plants endurance limit has not been reached, visual oil hydrocarbons toxicity effects were not observed.