

ANOTACIJA

## **DIRVOŽEMIO SAVYBIŲ GERINIMAS AUGALŲ TRĘŠIMUI NAUDOJANT SKIRTINGŲ SAVYBIŲ BIODUJŲ GAMYBOS PROCESO BIOMASES (DIGESTATUS)**

Organinių atliekų perdirbimas panaudojant jas biodujų gamybai yra puikus žiedinės ekonomikos koncepcijos pavyzdys. Anaerobinės fermentacijos metu, kai gaminamos biodujos, taip pat susidaro ir kitas, ne pagrindinis, šalutinis gamybos produktas, kuri savo savybėmis yra vertinga biotrąša. Šios mokslo daktaro disertacijos kryptis – tai eroduotų ir nederlingų dirvožemių tręšimo digestatu ypatumų atskleidimas. Nustatyta, kad ši biotrąša galėtų būti naudojama eroduojamų dirvožemių, taip pat erozijos nepaveiktų, tačiau dėl savo smėlingos sudėties nederlingų dirvožemių naudojimo žemės ūkyje potencialo didinimui.

Gauti mokslinių tyrimų rezultatai suteikia naujų žinių apie skirtingose šalies biodujų jėgainėse susidariusio skirtingų frakcijų digestato kokybinius rodiklius, įvertinus jų cheminę sudėtį, bei jos priklausomumą nuo biodujų jėgainėse naudojamos digestato paruošimo įterpimui į dirvožemį technologijos. Sausas ir skystas digestatas dėl savo cheminių savybių skirtumų turi skirtingą poveikį dirvožemio savybėms. Digestato panaudojimo įvertinimui, naudojant jo skirtingas normas ir rūšis moksliniai tyrimai atlikti salpžemyje ir eroduotame, nuardytame balkšvažemyje. Atlikti tyrimai yra tarpdisciplininiai, nes rezultatai gauti integruojant agronomijos, dirvotyros, chemijos, inžinerijos bei ekonomikos mokslų žinias. Tyrimai įvairiapusiai, vykdyti lauko eksperimente, laboratorinėmis ir gamybos sąlygomis. Sėkmingai bendradarbiaujant su biodujų verslo atstovais buvo siekiama gamybos praktikos ir naujų mokslo žinių integracijos biodujų gamybos strategijoje.

Didelė organinės anglies koncentracija buvo nustatyta separuotame sausame digestate, o tai rodo šio produkto panaudojimo potencialą dirvožemiams, kuriuose yra nepakankamas organinės anglies kiekis. Digestato cheminės savybės gali būti reguliuojamos keičiant biodujų gamybos proceso parametrus, bei biodujoms gaminti naudojamas žaliavas. Atlikti 217 dienų trukmės bandymai veikiančioje biodujų jėgainėje, kai biodujoms gaminti naudotas vištų mėšlas, parodė, kad anaerobinio skaidymo proceso adaptacijai prie pakitusių biodujų gamybos sąlygų reikia laiko. Ši adaptacija gali būti susijusi su amonio koncentracija digestate, sukeliančia dalinį biodujų gamybos slopinimą, kuris atsispindi gautame biodujų tūryje ir CH<sub>4</sub> koncentracijos biodujose sumažėjime. Gauti tyrimo duomenys parodo, kad padidinus azoto

koncentraciją digestate, biodujų gamybos efektyvumas išlieka > 90 %, kai yra sumažinama anaerobinės fermentacijos proceso temperatūra.

Tręšimas digestatu didina žolyno biomasės derlių, kuris gali būti panaudojamas kaip žaliava biodujų gamybai. Ištyrus aštuonių Lietuvoje veikiančių biodujų jėgainių duomenis, gauti rezultatai parodo, kad per vienerius vienoje biodujų jėgainėje susidaro vidutiniškai 55 008 tonos skysto ir 24 301 tonos sauso digestato frakcijų. Įterpiant šiuos digestatus pagal 170 kg N ha<sup>-1</sup> normą, biodujų jėgainei yra reikalingas 1 933 ha dirvožemio plotas. Šiame plote auginant žolyno biomasę ir ją fermentuojant biodujų jėgainėje, remiantis gautais pusiau natūralaus žolyno biomasės biodujų potencialo tyrimų rezultatais, būtų galima generuoti 2 201 084 m<sup>3</sup> biodujų. Tai reiškia, kad biodujų jėgainė 56 % elektros energijos galėtų pagaminti iš žolyno biomasės. Kitu atveju, biodujų jėgainė galėtų parduoti digestatą kaip biotrašą rinkoje, pagal mineralinių trąšų kainą, tokiu būdu gaunant 941–2095 EUR d<sup>-1</sup> papildomų pajamų.

#### ANNOTATION

### **IMPROVEMENT OF SOIL PROPERTIES WHILE USING THE DIFFERENT PRODUCTS OF ANAEROBIC DIGESTION PROCESS FOR THE PLANT FERTILIZATION**

The utilization of biowaste for biogas production is an excellent example of the circular economy concept. During the anaerobic digestion process, the biogas is produced together with another by-product which is called the digestate. The concept of this doctoral dissertation is the fertilization of eroded and infertile soils with the digestate. Its potential biofertilizer could be used to increase the agronomic potential of eroded soils, as well as problematic, infertile soils due to their sandy composition.

The obtained research results provide new knowledge about the qualitative indicators of digestate of different fractions formed in different biogas power plants of the country, assessing their chemical composition, and its dependence on the technology of digestate preparation for incorporation into soil. Research results demonstrate that the digestate used for fertilization in infertile soils (Fluvisol) and eroded soils (Retisol) has a positive effect on the fertility of these soils and the productivity of agricultural crops (grasslands) grown in them. The greatest effect of digestates was found on soil's organic carbon and total nitrogen concentrations, their dynamics during the season, humification. The present doctoral thesis is the result of the

interdisciplinary research, as the research results are obtained by integrating knowledge of agronomy, soil science, chemistry, engineering and economics. The research was carried out in the field experiments, in the laboratory scale as well as the full scale biogas production plant. High concentrations of organic carbon were found in the separated solid digestate, indicating the potential application of this product to the soils with insufficient organic carbon content. The chemical properties of the digestate can be regulated by changing the parameters of the biogas production process and the feedstock used for the biogas production. The tests were performed in the full scale biogas plant using the chicken manure to produce the biogas have shown that it takes time to adapt to the anaerobic digestion process. This adaptation may be related to the increased ammonium concentration in the digestate, which causes a partial inhibition of the biogas production, reflecting in the resulting biogas volume reduction and the decrease in CH<sub>4</sub> concentration in the biogas. The obtained research data show that by increasing the nitrogen concentration in the digestate, the efficiency of biogas production remains >90% when the temperature of the anaerobic fermentation process is reduced.

Digestion increases the yield of grassland biomass, which can be used as the feedstock for the biogas production. The results of digestates produced at the eight biogas power plants located in Lithuania, show that an average of 55,008 tons of liquid and 24,301 tons of solid digestate fractions are formed in one biogas power plant every year. The fertilization with these digestates at a rate of 170 kg N ha<sup>-1</sup> requires 1,933 ha of land area per the biogas power plant per year. Based on the results of the biogas potential of semi-natural grassland biomass, the cultivation of grassland biomass in this area and its digestion could generate 2,201,084 m<sup>3</sup> of biogas. This means that an average 1MWel biogas power plant could generate 56% of its electricity from the grassland biomass. Alternatively, the biogas plant could sell digestate as a biofertilizer on the market, at the price of mineral fertilizers, resulting in the additional revenue of EUR 941-2,095 d<sup>-1</sup>.