

Biodyzelino ir jo mišinių biologinio suirimo ir stabilumo įvertinimas

Irina Kazanceva¹,

Eglė Sendžikienė¹,

Ieva Sendžikaitė²

¹ Aleksandro Stulginskio universitetas,
Studentų g. 11,
LT-53361 Akademija, Kauno r.
El. paštas egle.sendzikiene@asu.lt

² Kauno technologijos universitetas,
LT-44249 K. Donelaičio g. 73, Kaunas

Klimato kaita privertė žmoniją rūpintis šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų mažinimu, taip pat biodegalų gaminimu ir vartojimu. Viena iš teigiamų biodegalų aplinkosauginių savybių – greitas biologinis suirimas. Grynų rapsų aliejaus riebalų rūgščių butilesterių (RBE) biologinis suirimas per 28 dienas siekia 70 % ir atitinka biodegalams keliamus reikalavimus. Per tą patį laikotarpį suiro tik 26 % mineralinio dyzelino (D). Daugiakomponenčiai degalai, kuriuose yra iki 30 % biopriedų, biologiškai skaidomi lėčiau ir priskiriami prie iš dalies skaidžių medžiagų. Gryno biodyzelino peroksidų ir rūgščių skaičius sendinant didėja greičiau, palyginti su mineraliniu dyzelinu ir daugiakomponenčiais mišiniais. Grynų rapsų aliejaus riebalų rūgščių metilesterių (RME) rūgščių skaičius po trijų savaičių sandėliavimo buvo didesnis nei standarto reikalavimai. Mišinių su 15 % RME (RME15B15D70) ir RBE (RBE15B15D70 ir RBE25B25D50) rūgščių skaičius po aštuonių savaičių buvo mažesnis nei 0,5 mg KOH/g. Daugiakomponenčiai degalai pasižymi geresniu atsparumu oksidacijai nei grynas biodyzelinas.

Raktažodžiai: biodyzelinas, biologinis suirimas, peroksidų skaičius, rūgščių skaičius

ĮVADAS

Klimato kaita privertė žmoniją rūpintis šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų mažinimu, taip pat biodegalų gaminimu ir vartojimu. Biomasė, iš kurios gaminami biodegalai, augdama fotosintezės būdu iš atmosferos pasisavina anglies dioksidą.

Viena iš teigiamų biodegalų aplinkosauginių savybių – greitas biologinis suirimas. Biodegalai, kaip ir bet kuri kita medžiaga, dalyvauja fizikocheminiuose procesuose, sąveikauja su gyvais organizmais. Dėl šių procesų medžiaga pradeda irti, susidaro nestabilūs organiniai junginiai. Išskiriami tokie biologinio suirimo tipai:

- pirminis biologinis suirimas – maži molekulinės pavyzdžiui, turintys įtakos junginio fizikinėms savybėms, tačiau pati molekulė lieka beveik nepakitusi;

- dalinis biologinis suirimas – susidaro tarpiniai metabolitai, kurie gali būti labiau nuodingi negu pradinė medžiaga;

- galutinis suirimas – susidaro paprasti junginiai, pavyzdžiui, anglies dioksidas ir vanduo (Harold, 1993).

Atsižvelgiant į tai, kad visos medžiagos patenka į gruntinius vandenis, sukurti metodai, leidžiantys įvertinti biologinį suirimą vandeninėje terpėje. Pirmą kartą (1981 m.) Europos ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija (OECD) išleido nurodymus, kaip tirti biologinį suirimą (OECD, 1993). Pagal OECD testus, medžiagas galima suskirstyti į:

- visiškai suirstančias (biologinis suirimas >60 %);
- iš dalies skaidžias (kai per 28 dienas suyra 20–60 % medžiagos);
- nesuirstančias.

Degalai nebūna sunaudojami iš karto juos pagaminus. Sandėliuojant keičiasi degalų savybės – atsparumas oksidacijai, rūgščių ir peroksidų skaičius, šie rodikliai reglamentuojami standartais (pvz., LST EN 14214 – „Automobiliniai degalai. Riebalų rūgščių metilesteriai (RRME) dyzeliniams varikliams“).

Atsparumas oksidacijai parodo degalų stabilumą. Pagal S. R. Westbrooką (2003), „biodyzelino atsparumas oksidacijai – tai jo sugebėjimas atsispirti *fizikiniams ir cheminiams* pokyčiams, kuriuos sukėlė sąveika su aplinka“. Laikant biodegalus vyksta autooksidacijos procesas. Atsparumas oksidacijai priklauso nuo riebalų rūgščių sudėties, natūralių antioksidantų kiekio, laikymo sąlygų (temperatūros, šviesos, drėgnio) (Karvalakis et al., 2010; Pullen, Saeed, 2014).

Vykstant biodegalų oksidacijai pradiniam etape susidaro riebalų rūgštys, vėliau peroksoidai, aldehydai, ketonai ir galiausiai formuojasi polimerai, kurie didina degalų tankį ir klampą, kenkia normaliam variklio darbui, gali užsikimšti purkštukai, sutrikti degalų tiekimas į variklį. Priklausomai nuo nestabilios medžiagos kiekio ir rūšies, dėl oksidacijos gali pakisti biodyzelino spalva, susidaryti nuosėdų ir t. t. (Westbrook, 2003).

Kuo ilgesnis indukcijos periodas, tuo biodyzelinas lėčiau oksiduojasi – mažiau formuojasi laisvosios riebalų rūgštys ir peroksoidai. Atsparumas oksidacijai nustatomas pagal Rancimat metodą. Indukcijos periodas nustatomas nuolatos stebint dėl susidarančių lakiųjų oksidacijos produktų (skruzdžių, acto rūgščių) didėjantį laidumą (de Carvalho et al., 2016).

G. Karvalakis su kolegomis tyrė sendinimo poveikį biodyzelino mišiniam su 7, 10 ir 20 % dyzelinu, taip pat su antioksidantais. Tyrimų trukmė – 10 savaičių, laikoma kambario temperatūroje. Mokslininkai nustatė, kad didinant biodyzelino kiekį mišiniuose atsparumas oksidacijai mažėja. Po 10 savaičių biodyzelino mišinio (7 %) su dyzelinu atsparumas oksidacijai sumažėjo nuo 30 iki 7 val., biodyzelino mišinio (10 %) – nuo 23 iki 8 val., biodyzelino mišinio (20 %) – nuo 16 iki 5 val. Natūralaus sendinimo proceso poveikis atsparumo oksidacijai priklauso nuo laikymo sąlygų ir trukmės (Sendžikienė et al., 2005; Karvalakis et al., 2011). Greitesnis metodas ištirti biodegalų stabilumą – juos sendinti, tačiau šiuo metodu atlikta mažai tyrimų.

Darbo tikslas – įvertinti biodyzelino ir jų mišinių biologinį suirimą, nustatyti jų atsparumą oksidacijai, peroksidų ir rūgščių skaičiaus priklausomybę nuo sandėliavimo trukmės.

MEDŽIAGOS IR METODAI

Biologinio suirimo įvertinimas

Biologinis suirimas vertintas pagal OECD 301 F pateiktą metodiką „Manometrinė respirometrija“ (OECD, 1993).

Deguonies sunaudojimas matuotas BDS (biokeminiis deguonies sunaudojimas) matavimo sistema AL606 (Aqualytic) mineralinėje terpėje su inokulais (žinoma koncentracija) 28 paras. Deguonies sunaudojimas įvertintas pagal išmatuojamo slėgio pokytį. Išsiskyres anglies dioksidas absorbuotas kolboje esančiu natrio hidroksidu.

BDS, TDS ir BS (biologinis suirimas) apskaičiuoti pagal formules:

BDS = (mg O₂ (tiriamosios medžiagos) – mg O₂ (kontrolės))/mg (tiriamosios medžiagos) kolboje); mg O₂ tiriamosios medžiagos – išmatuotas deguonies kiekis, išskirtas tiriamosios medžiagos, mg O₂ kontrolės – išmatuotas deguonies kiekis kontrolinėje kolboje.

$$BS = \frac{BDS \left(\frac{\text{mg O}_2 \text{ (tiriamosios medžiagos)}}{\text{mg}} \right)}{TDS \left(\frac{\text{mg O}_2 \text{ (tiriamosios medžiagos)}}{\text{mg}} \right)} \times 100 \%$$

TDS – teorinis deguonies sunaudojimas, t. y. deguonies kiekis, reikalingas sudeginti 1 kg medžiagos.

TDS apskaičiuotas pagal formulę (Jučas, 1992):

$$TDS = \frac{[2,67C + 8H + S - O] \frac{\text{mg}}{\text{mg}}}{100}$$

C, S, H, O – atitinkamai anglies, sieros, vandenilio, deguonies kiekiai (%).

Stabilumo įvertinimas

Gryni RME (rapsų aliejaus metilesteriai), RBE (rapsų aliejaus butilesteriai), RBE+ (RBE su 400 ppm antioksidanto Jonol BF 1000) ir daugiakomponenčiai degalai: RBE15B15D70 (RBE15), RME15B15D70 (RME15), RBE25B25D50 (RBE25), RME25B25D50 (RME25) sendinti pagal standarto ASOCS Cg 5–97 (AOCS, 1997) reikalavimus. Degalų stabilumas

vertintas nustatant biodyzelino ir jų mišinių peroksidų bei rūgščių skaičių pagal standartus LST EN ISO 660 („Gyvūniniai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Rūgščių skaičiaus ir rūgštingumo nustatymas“) ir LST EN ISO 3960 („Gyvūniniai ir augaliniai riebalai ir aliejus. Peroksidų skaičiaus nustatymas. Jodometrinis (vizualus) nustatymas pagal ekvivalentinį tašką“) ir atsparumą oksidacijai pagal standartą EN 14112 (*Rancimat test*).

Atliktų tyrimų rezultatai vertinti naudojantis MS Excel 2013 programa, apskaičiuoti duomenų aritmetiniai vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai.

REZULTATŲ APTARIMAS

Ištirtas grynujų medžiagų, dvikomponenčių ir trikomponenčių mišinių su RBE biologinis suirimas, taip pat gryno RBE, dvikomponenčių RBE mišinių su mineraliniu dyzelinu (10 % RBE, 20 % RBE, 30 % RBE) biologinis suirimas ir palyginama su mineralinio dyzelino bei standartinio RME (1 pav.)

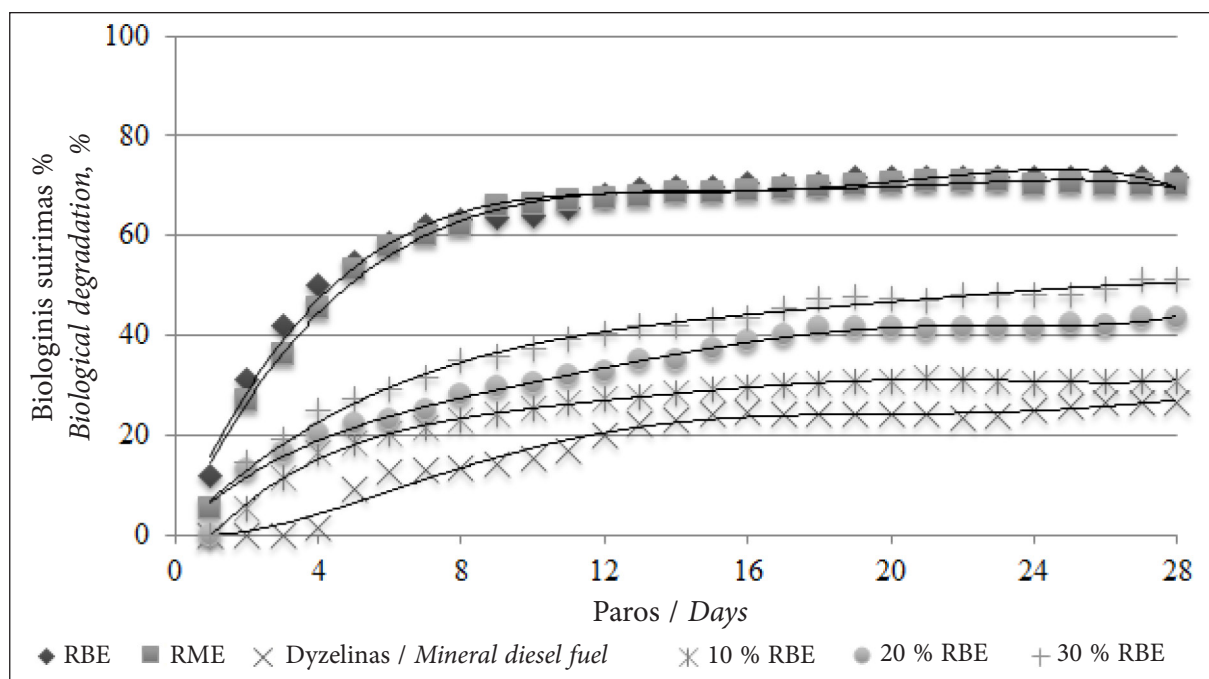
Per 28 dienas suiro 70 % grynų RBE ir RME. Jų biologinio suirimo pokyčio tendencijos yra panašios. Pagal metodikos OECD 301 F aprašymą, tai atitinka biodegalų biologiniam suirimui keliamus reikalavimus. Per tą patį laikotarpį suiro tik 26 %

mineralinio dyzelino. Kai degaluose 10 % RBE, biologinis suirimas pasiekė 30 %. Į mineralinį dyzeliną įmaišius 20 % RBE, biologinis suirimas siekė per 40 %, o su 30 % RBE priedu – per 50 %.

Atlikti ir trikomponenčių mišinių su RBE biologinio suirimo tyrimai. Palyginimui tirti tos pačios koncentracijos trikomponenčiai mišiniai su RME ir mineraliniu dyzelinu (2 pav.).

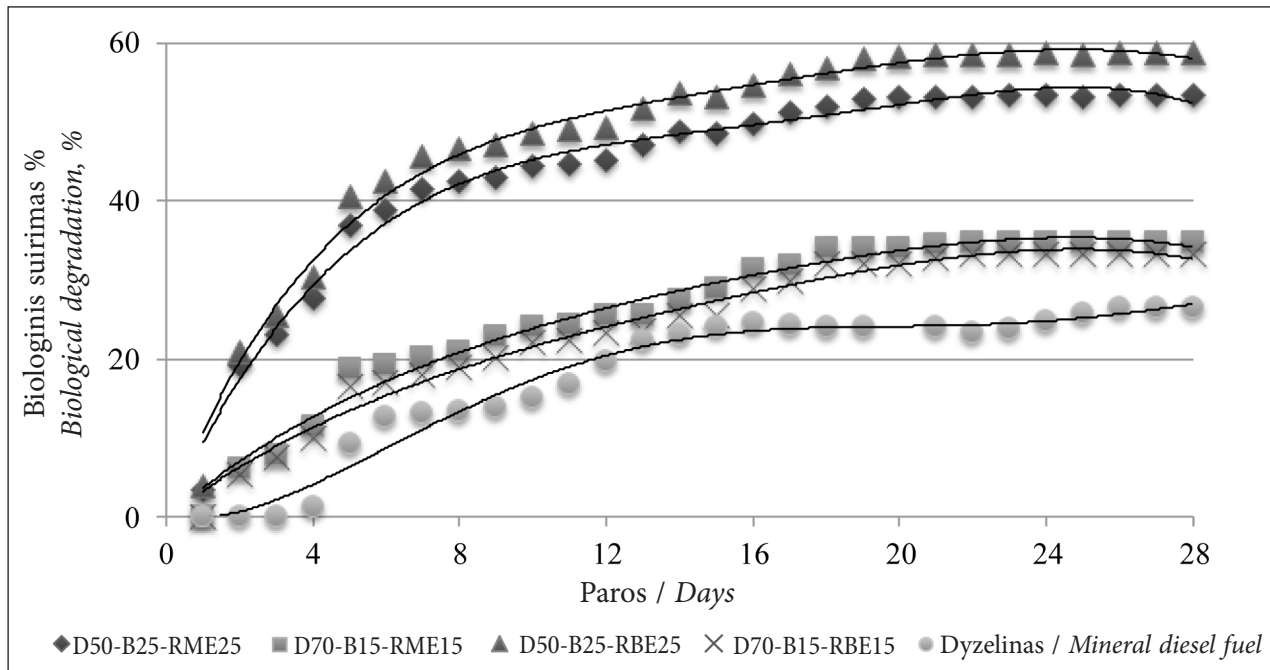
Kaip matyti iš 2 pav. pateiktų duomenų, biodegalai su RBE, dyzelinu ir butanoliumi suyra greičiau nei tos pačios koncentracijos degalai su RME. Pastebėta, kad biologinio suirimo tendencijos yra panašios. Kaip ir dvikomponenčių degalų atveju, trikomponenčiai degalai suyra greičiau nei mineralinis dyzelinas. Esant didesnei RBE ar RME koncentracijai, degalai pasižymi greitesniu suirimu: per 28 dienas suyra apie 50 % degalų, kuriuose yra 25 % RME arba RBE, o esant mažesnėms biokomponentų koncentracijoms biologinis suirimas siekia tik 30 %. Tiek dvikomponenčiai, tiek ir trikomponenčiai degalai pagal OECD klasifikaciją priskiriami prie dalinai skaidžių medžiagų.

Gauti rezultatai sutampa su kitų mokslininkų atliktais tyrimais. X. Zhangas su bendraautoriais (1995) ištyrė biodyzelino (rapsų riebalų rūgščių etilesterių (REE) ir RME bei sojų riebalų rūgščių etil- ir metilesterių (atitinkamai SEE ir SME),



1 pav. Degalų biologinis suirimas

Fig. 1. Biological degradation of fuel



2 pav. Trikomponenčių degalų biologinis suirimas

Fig. 2. Biological degradation of multicomponent fuel

grynų rapsų ir sojų riešutų aliejų bei REE mišinių su mineraliniu dyzelinu (80 REE-20 D, 50 REE-50 D, 20 REE-80 D) biologinį suirimą taikant CO₂ išskyrimo metodą (EPA 560/6-82-003), taip pat palygino su mineralinio dyzelino biologiniu suirimu. Nustatė, kad biodyzelinas suyra greičiau nei dyzelinas, o biodyzelino priedas pagerina dyzelino suirimą mišiniuose 84,37 % REE, 88,49 % RME, 86,4 % SEE, 85,54 % SME, rapsų aliejus – 78,45 %, sojų – 75,95 %, mineralinis dyzelinas – 26,24 %; 67,82 % 80 REE-20 D, 51,90 % 50 REE-50 D, 35,67 % 20 REE-80 D.

Suomių mokslininkai (Vauhkonen et al., 2011) ištyrė rapsų aliejaus riebalų rūgščių metilesterių biologinį suirimą taikant OECD F metodą. Jie nustatė, kad per 28 dienas suyra 60,6 % RME. Gauti rezultatai leidžia daryti prielaidą, kad atsparumas oksidacijai susijęs su biologiniu suirimu: kuo mažesnis indukcijos periodas, tuo greičiau suyra biodyzelinas. Tyrėjų įsitikinimu, klampa, aliejaus struktūra ir sudėtis turi įtakos biologiniam suirimiui.

Mokslininkai (Haus et al., 2004) palygino neorganinio pagrindo alyvų biologinį suirimą taikant CEC ir OECD metodus. Jie nustatė, kad biologinį suirimą vertinant pagal išsiskyrusio anglies dioksido kiekį gaunamos mažesnės vertės nei CEC metodu. Tai paaiškinama tuo, kad CEC tes-

tas tiria pirminį biologinį suirimą, o OECD – galutinį.

A. Horelas ir S. Schieweris (2011) tyrė žuvų taukų biodyzelino ir jo mišinių suirimą, lygino jį su grynu mineraliniu dyzelinu, taikė išsiskyrusio CO₂ metodą. Jie nustatė, kad biodyzelinas ir jo mišiniai suyra greičiau nei dyzelinas. Kuo didesnis biodyzelino kiekis, tuo greičiau mišiniai suyra.

Taikant išsiskyrusio CO₂ (EPA) metodą, ištirtas saulėgrąžų, sojų ir riešutų aliejaus metilesterių bei mineralinio dyzelino biologinis suirimas. Nustatyta, kad per 30 dienų suyra atitinkamai 91,2; 87,9; 84,7; 80,7 ir 24,5 % (Demirbas, 2009).

A. Lapinskienė ir P. Martinkus ištyrė riebalinių medžiagų ir angliavandenilių anaerobinį suirimą žemės terpėje. Jie nustatė, kad po 60 dienų dyzelino anaerobinio suirimo lygis siekė 47,9 %, o RME – 81,2 % (Lapinskienė, Martinkus, 2007).

Taikant CEC L-33-A-934 metodą buvo ištirtas RME, REE (rapsų aliejaus etilesteriai), LSME (linų sėmenų metilesteriai), TME (taukų metilesteriai), KME (kiaulės riebalų metilesteriai) ir mineralinio dyzelino (D) bei jų mišinių biologinis suirimas. Nustatyta, kad esterių biologinio suirimo intervalas – nuo 90 iki 98,3 %, gryno dyzelino – 57,3 %, o mišinių (70 RME – 6 LSME – 24 LME, 80 RME – 4 LSME – 16 LME, 90 RME – 2 LSME – 8 LME) yra panašūs – 82–84 % (Sendžikienė et al., 2007).

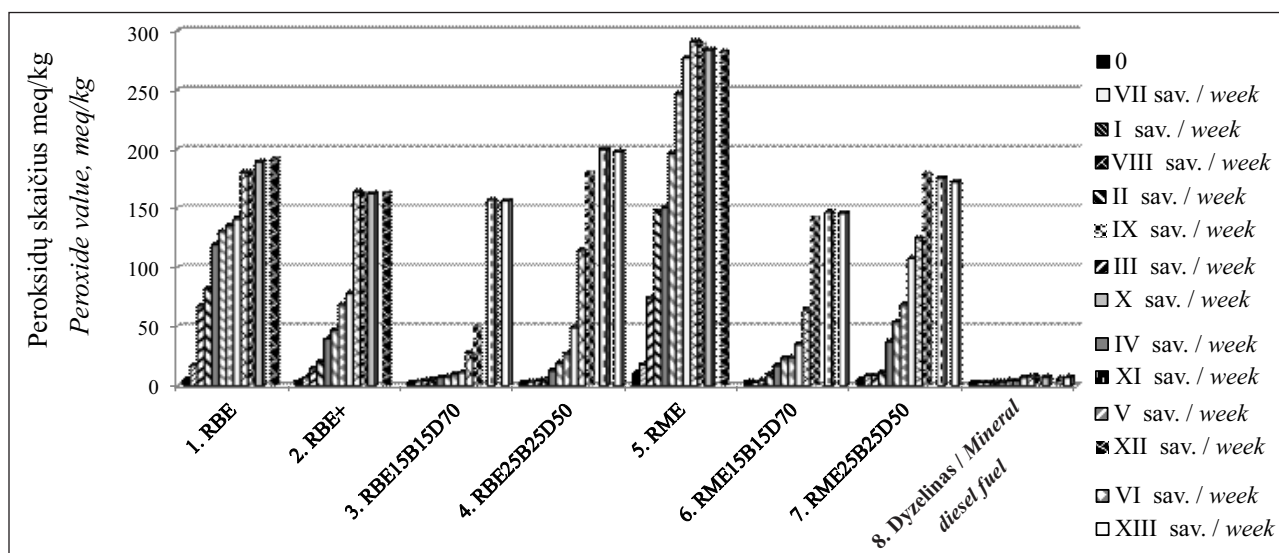
Senėjimas

Biodegalus sandėliuojant kinta jų savybės, mažėja atsparumas oksidacijai, didėja peroksidų ir rūgščių skaičius. Senėjimo tyrimai parodė, kad daugiakomponenčiai degalai pasižymi mažesniu peroksidų skaičiumi, palyginti su grynu biodyzelinu, nes mišiniuose yra mineralinio dyzelino. Pastebėta, kad didesnis peroksidų kiekis formuojasi mišiniuose su didesne biodyzelino koncentracija. Kaip ir tikėtasi, antioksidanto pridėjimas šiek tiek slopino peroksidų formavimą: po 12 laikymo savaičių

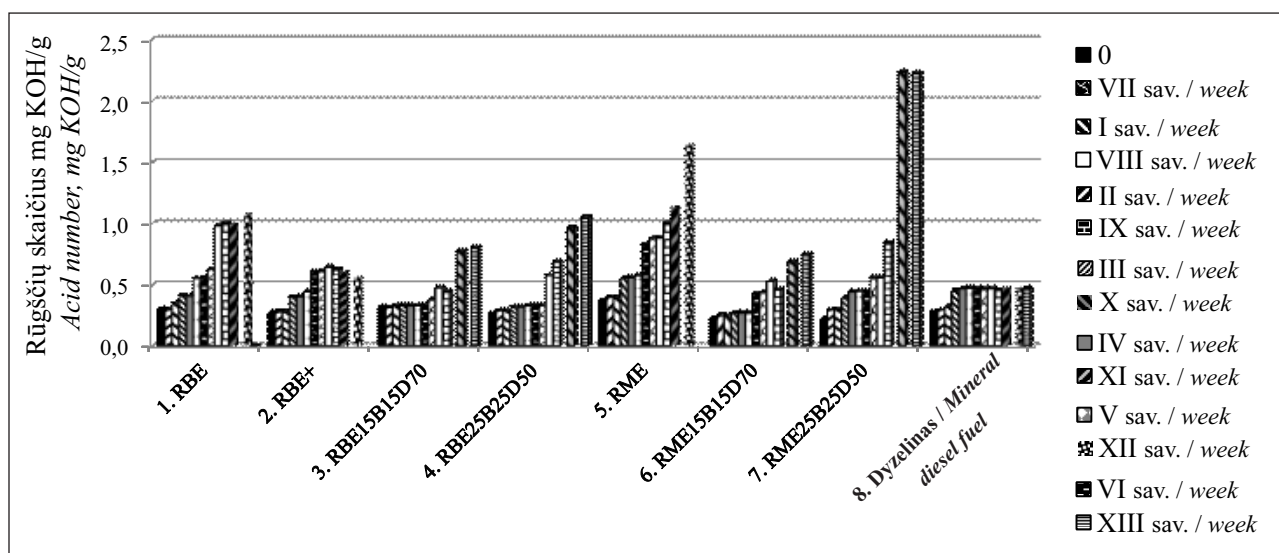
gryno RBE peroksidų skaičius siekė 190 meq/kg, su antioksidantu – 160 meq/kg⁻¹. Nors grynas RME pasižymi didžiausiu peroksidų skaičiumi, tačiau daugiakomponenčių mišinių peroksidų skaičiai yra panašūs (3 pav.).

Nustatyta, kad rūgščių skaičius didėja sandėliuojant biodyzeliną ir jo mišinius.

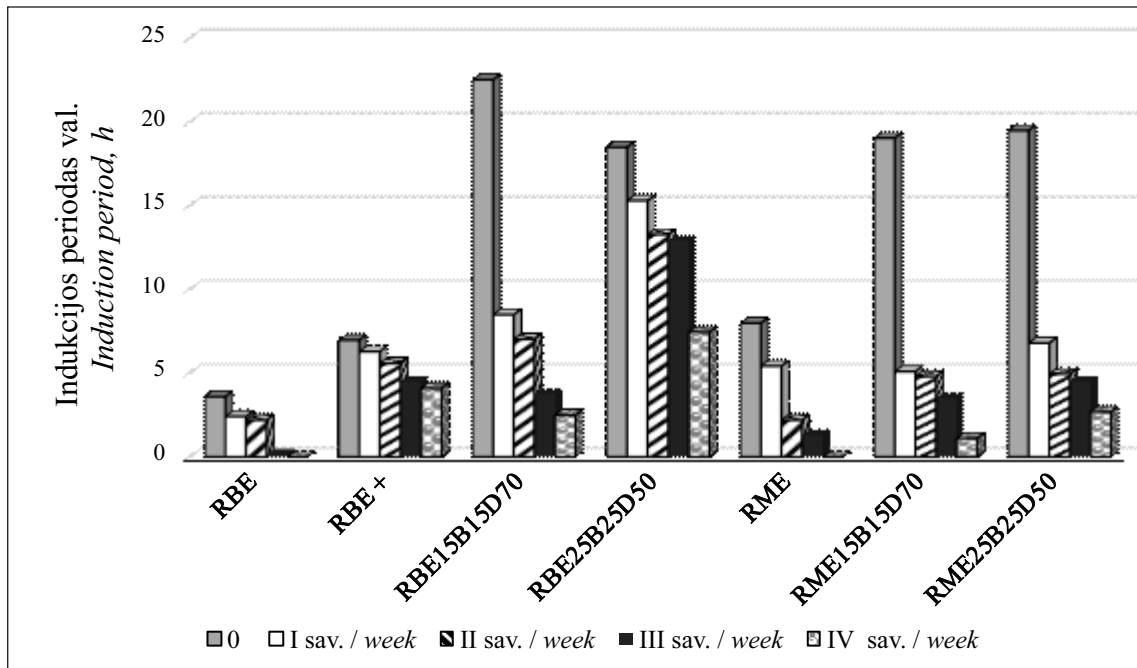
Kai pridedama antioksidanto, rūgščių skaičius yra nedidelis: gryno RBE rūgščių – 1,1 mg KOH/g⁻¹ po 12 laikymo savaičių, o RBE su antioksidantu – 0,6 mg KOH/g⁻¹ (4 pav.).



3 pav. Gryno biodyzelino ir daugiakomponenčių degalų peroksidų skaičiaus priklausomumas nuo sandėliavimo trukmės
Fig. 3. Influence of the peroxide value of pure biodiesel and multicomponent fuel on the storage duration



4 pav. Gryno biodyzelino ir jų daugiakomponenčių mišinių rūgščių skaičiaus priklausomumas nuo sandėliavimo trukmės
Fig. 4. Influence of the acid number of pure biodiesel and multicomponent fuel on the storage duration



5 pav. Gryno biodyzelino ir daugiakomponenčių mišinių atsparumo oksidacijai priklausomumas nuo sandėliavimo trukmės

Fig. 5. Influence of the oxidation stability of pure biodiesel and multicomponent fuel on the storage duration

Pastebimos panašios tendencijos kaip ir su peroksidų skaičiumi: kuo didesnės biodyzelino koncentracijos, tuo didesnis rūgščių skaičius – mišinių su 15 % biodyzelinu rūgščių skaičius 0,8 mg KOH/g⁻¹, su 25 % biodyzelinu – apie 1 mg KOH/g⁻¹ po 12 laikymo savaičių.

Rezultatai, pateikti 5 pav., rodo, kad laikant ilgiau gryno biodyzelino indukcijos periodas sumažėja ir jau neatitinka keliamų standarto EN 14214 reikalavimų.

Mišiniai su 25 % RBE pasižymi geresniu atsparumu oksidacijai: po trijų laikymo savaičių indukcijos periodas 12,9 val., o indukcijos periodas mišiniuose su 25 % RME jau po dviejų savaičių sumažėjo iki 5,38 val. Daugiakomponenčiai degalai su 15 % RME po savaitės pasižymėjo apie 4 val. atsparumu, mišinių su 15 % RBE atsparumas oksidacijai geresnis – po 2 savaičių indukcijos periodas siekė 6 val., bet po to sumažėjo iki 3,7 val.

IŠVADOS

Gryno RBE biologinis suirimas per 28 dienas siekė 70 % ir atitiko biodegalams keliamus reikalavimus. Per tą patį laikotarpį suiro tik 26 % mineralinio dyzelino. Daugiakomponenčiai degalai,

kuriuose yra iki 30 % biopriedų, biologiškai skaidomi lėčiau ir priskiriami prie dalinai skaidžių medžiagų.

Gryno biodyzelino peroksidų ir rūgščių skaičius sendinant didėja greičiau, palyginti su mineraliniu dyzelinu ir daugiakomponenčiais mišiniais. Sandėliuojant tris savaites gryno RME rūgščių skaičius buvo didesnis nei standarto reikalavimai. Mišinių su 15 % RME (RME15B15D70) ir RBE (RBE15B15D70 ir RBE25B25D50) rūgščių skaičius po aštuonių savaičių buvo mažesnis nei 0,5 mg KOH/g⁻¹. Daugiakomponenčiai degalai pasižymi geresniu atsparumu oksidacijai nei grynas biodyzelinas.

Gauta 2017 06 23
Priimta 2017 10 23

LITERATŪRA

1. AOCS Recommended Practice Cg 5-97. 1997. *Oven Storage Test for Accelerated Ageing of Oils. Methods and Recommended Practices of the AOCS.* Champaign, IL: American Oil Chemists Society.
2. de Carvalho A. L., Cardoso E. A., da Rocha G. O., Teixeira L. S., Pepe I. M., Grosjean D. M. 2016. Carboxylic acid emissions from soybean biodiesel

- oxidation in the EN14112 (Rancimat) stability test. *Fue.* Vol. 173. P. 29–36.
3. Demirbas A. 2009. Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Conversion and Management.* Vol. 50. P. 14–34.
 4. Harold S. 1993. *Biodegradability: Review of the Current Situation.* External Report available from Lubrizol International Laboratories.
 5. Haus F., Boissel O., Junter G. A. 2004. Primary and ultimate biodegradabilities of mineral base oils and their relationships with oil viscosity. *International Biodeterioration & Biodegradation.* Vol. 54. P. 189–192.
 6. Horel A., Schiever S. 2011. Influence of constant and fluctuating temperature on biodegradation rates of fish biodiesel blends contaminating Alaskan sand. *Chemosphere.* Vol. 83(5). P. 652–660.
 7. Karavalakis G., Hilari D., Givalou L., Karonis D., Stourna S. 2011. Storage stability and ageing effect of biodiesel blends treated with different antioxidants. *Energy.* Vol. 36. P. 369–374.
 8. Karavalakis G., Stournas S., Karonis D. 2010. Evaluation of the oxidation stability of diesel/biodiesel blends. *Fuel.* Vol. 89. No. 9. P. 2483–2489.
 9. Lapinskienė A., Martinkus P. 2007. Research on anaerobic biodegradation of fats, biodiesel fuel and diesel fuel in soil medium. *Environmental Research, Engineering and Management.* Vol. 1(39). P. 30–37.
 10. OECD Guidelines. 1993. OECD Guidelines for testing of chemicals. *OECD 301 A: DOC Die-Away-Test; OECD 301 B: CO2 Evolution Test; OECD 301 C: Modified MITI Test (I); OECD 301 D: Closed Bottle Test; OECD 301 E: Modified OECD Screening Test; OECD F: Manometric Respirometric Test.* Paris: s.n.
 11. Pullen J., Saeed K. 2014. Experimental study of the factors affecting the oxidation stability of biodiesel FAME fuels. *Fuel Processing Technology.* Vol. 125. P. 223–235.
 12. Sendzikiene E., Makareviciene V., Janulis P. 2005. Oxidation stability of biodiesel fuel produced from fatty wastes. *Polish Journal of Environmental Studies.* Vol. 14. No. 3. P. 335–339.
 13. Sendzikiene E., Makareviciene V., Janulis P., Makareviciute D. 2007. Biodegradability of biodiesel fuel of animal and vegetable origin. *European Journal of Lipid Science and Technology.* Vol. 109. P. 493–497.
 14. Vauhkonen V., Lauhanen R., Ventelä S., Suojäranta J., Pasila A., Kuokkanen T., Prokkola H., Syväjärvi S. 2011. The phytotoxic effects and biodegradability of stored rapeseed oil and rapeseed oil methyl esters. *Agricultural and Food Science.* Vol. 20. P. 131–142.
 15. Westbrook S. R. 2003. Fuels for land and marine diesel engines and for non-aviation gas turbines. In: *Significance of Tests for Petroleum Products.* 7th ed. West Conshohocken, PA: ASTM International. P. 63–81.
 16. Zhang X., Peterson C. L., Reece D., Möller G., Haws R. Biodegradability of biodiesel in the aquatic environment. American Society of Agricultural and Biological Engineers [žiūrėta 2017-04-11] Prieiga per internetą: http://www.biodiesel.org/reports/19950601_mar-009.pdf

Irina Kazanceva, Eglė Sendžikienė, Ieva Sendžikaitė

EVALUATION OF BIODEGRADABILITY AND STABILITY OF BIODIESEL FUEL AND ITS MIXTURES

Summary

Global warming has forced humanity to care for greenhouse gas emission reductions, at the same time the production and use of biofuels. One of the positive environmental properties of biofuels is fast biological degradation. Biological degradability of pure rapeseed oil fatty acid butyl esters (RBE) within 28 days is 70% and such product meets the requirements for biofuel. During the same period, only 26% of mineral diesel fuel (D) is decomposed. Multi-component fuel containing up to 30% biofuel is less biodegradable and specified as a partially biodegradable material. The peroxide and acid number of pure biodiesel is growing rapidly when aging compared to that of mineral diesel and multicomponent fuel mixtures. The acid number of pure rapeseed oil fatty acid methyl esters (RME) was higher than the standard requirements after 3 weeks of storage. The acid number of mixtures containing 15% RME (RME15B15D70) and RBE (RBE15B15D70 and RBE25B25D50) was less than 0.5 mg KOH/g⁻¹ after 8 weeks of storage. Multi-component fuel is more resistant to oxidation than pure biodiesel fuel.

Keywords: biodiesel, biological degradation, peroxide value, acid number