



GRIKIŲ LUKŠTŲ IR DURPIŲ MIŠINIŲ BIOKURO SAVYBIŲ TYRIMAS

Miglė Steponavičiūtė, Simona Paulikienė
Vytauto Didžiojo universitetas

Santrauka

Pasaulyje sparčiai mažėjant iškastinio kuro ištekliams, būtina ieškoti tvarių alternatyvų, kurios galėtų juos visiškai ar iš dalies pakeisti. Šiuo metu pastatams šildyti dažnai naudojami anglimi arba durpėmis kūrenami kieto kuro katilai. Siekiami apriboti durpių, kaip kietojo kuro, naudojimą, galime formuoti mišinius su žemės ūkio atliekomis. Grikių lukštai, kaip biokuras, pasižymi dideliu kaloringumu, mažu pelenų kiekiu ir aukšta pelenų lydymosi temperatūra, tačiau vien jų negalima sudeginti. Taip yra todėl, kad negalime granuliuoti grikių lukštų, nes juose nėra rišamųjų medžiagų. Norėdami naudoti grikių lukštus kaip biokurą, juos galime maišyti su durpėmis, kuriose yra daug rišamųjų medžiagų. Literatūroje yra nagrinėjama pavienių grikių lukštų ir durpių biokuro parametrai, tačiau trūksta išsamių tyrimų apie jų mišinių drėgnius, šilumines vertes, pelenų kiekį bei jų lydumą. Tyrimo pradžioje sudaromi 5 rūšių mišiniai: 100 % durpių, 100 % grikių lukštų, 25 % durpių ir 75 % grikių lukštų, 50 % durpių ir 50 % grikių lukštų ir 75 % durpių ir 25 % grikių lukštų. Eksperimento metu nustatyti grikių lukštų ir durpių bei jų mišinių drėgniai, šiluminės vertės, pelenų kiekiai ir jų lydumo temperatūros. Įvertinus tirtus biokuro parametrus, nustatytas optimalus mišinys, kurį sudarė 75 % durpių ir 25 % grikių lukštų. Iš šio mišinio formuoti granules naudingiausia, kadangi suspausta granulė geriausiai išlaiko formą, o tai palengvina jų transportavimą ir sandėliavimą.

Raktiniai žodžiai: Biomasa, grikių lukštų, durpės, mišiniai, biokuro savybės.

Gautas 2022-04-07, priimtas 2022-04-27

1. Įvadas

Pasaulyje intensyviai senkant iškastinio kuro atsargoms ir dėl įvairių aplinkosauginių klausimų, būtina ieškoti tvarių alternatyvų, galinčių visiškai ar dalinai pakeisti iškastinį kurą. Pastaraisiais metais atsinaujinančių energijos šaltinių pasaulinė energijos gamybos dalis vis auga, o tai lemia daugelis pasaulyje įvestų reglamentų, kurie verčia mažinti senkančio iškastinio kuro naudojimą [1]. Europos sąjungoje planuojama iki 2030 m. pasiekti bent 50 % [2]. Lyginant visus atsinaujinančius energijos šaltinius visame pasaulyje biomasė turi didžiausią potencialą energijos gamyboje [3]. Vienas iš plačiausiai naudojamų biomasės šaltinių yra įvairių žmogaus veiklos rūšių produktai, tokie kaip organinės atliekos, pjuvenos ar įvairių pasėlių lukštai [1]. Taigi, taip pat biomasė gali sumažinti atliekų kiekį.

Kasmet visame pasaulyje javų perdirbimo pramonėje susidaro dideli kiekiai atliekų. Grikių derlius visame pasaulyje per metus siekia 2 905 294 tonų, o iš jų apie 1 000 000 tonų susidaro atliekos [4; 5]. Grikių lukštai pasižymi aukštomis šilumingumo vertėmis, maža pelenų koncentracija bei aukšta pelenų lydumo temperatūra. Literatūroje pateikiama, kad grikių lukštų žemutinė šilumingumo vertė siekia 17,7 MJ·kg⁻¹, pirmoji grikių lukštų pelenų lydumo fazė prasideda prie 1210 °C temperatūros, pelenai išsilydo pasiekus 1451 °C temperatūrą, o pelenų kiekis siekia vos 0,94 % [6; 7]. Žinoma, kad iš grikių lukštų negalime suformuoti granulių, kadangi jie savo sudėtyje neturi rišamųjų medžiagų [8].

Šiuo metu pastatų šildymui dažniausiai naudojami kietojo kuro katilai, kuriuose kūrenama akmens anglis ar durpės [9]. Pasaulyje per metus išgaunama 29 900 000 tonų durpių [10]. Siekiant apriboti durpių kaip kietojo kuro naudojimą, galime suformuoti mišinius su žemės ūkio atliekomis, kurių pavieniui kūrenti nepavyksta arba nenaudinga, dėl nesutankintos biomasės transportavimo arba sandėliavimo didelių išlaidų. Taigi, norint grikių lukštus panaudoti kaip biokurą, juos galime maišyti su durpėmis, kurių sudėtyje yra didelis kiekis rišamųjų medžiagų. Dabartinėje literatūroje trūksta išsamių tyrimų, susijusių su skirtingų atliekų rūšių mišinių naudojimu. Kalbant apie biokurą, kai kurie autoriai patvirtino, kad kuro kokybė yra tikrai svarbi siekiant užtikrinti mažą emisiją ir gerą degimo

procesą [11] ir tai turi įtakos ekonomiškesniam ir įvairiems naudojamiems technologijų apribojimams [12]. Biokuro gamyboje svarbu atkreipti dėmesį į jų šiluminę vertę, kurios gali turėti įtakos nustatant biokuro pardavimo kainą. Kūrenant biokurą, gauname ne tik šiluminę energiją, bet ir šalutinį degimo produktą – pelenus, kurių lydumo charakteristikos pramoninėse biokuro katilinėse turi didelę įtaką sklandžiam technologinių procesų vykdymui. Drėgmės kiekis įtakoja biomasės šiluminę vertę, o pelenai – užsiteršimo ir korozijos lygį [13]. Susidarius dideliame pelenų kiekiui ir esant žemai biokuro pelenų lydymosi temperatūrai, kūryklos ardymo paviršiuje susidaro šlakai, tad mažėja katilo naudingumo koeficientas [14]. Taigi reikalingi sprendimai, leidžiantys efektyviau panaudoti ne durpių biomasę kaip kietąjį kurą, pavyzdžiui, maišyti grikių lukštų biomasę, siekiant geresnės granuliuotųjų kokybės.

Tyrimo tikslas – įvertinti grikių lukštų ir durpių bei jų mišinių biokuro savybes.

Uždaviniai:

- nustatyti grikių lukštų ir durpių bei jų mišinių drėgnį ir šilumingumą;
- ištirti kiekvieno mišinio pelenų kiekį ir jų lydumo temperatūrą.
- nustatyti optimaliausią mišinį panaudoti biokurui.

2. Tyrimų objektas ir metodika

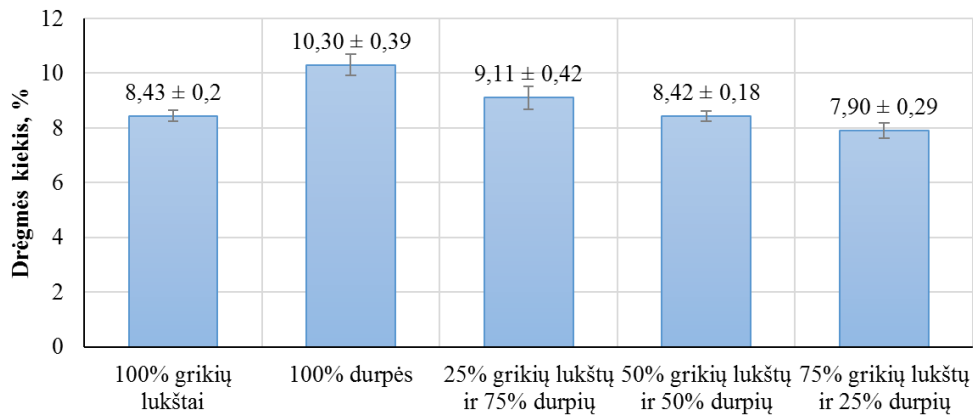
Tyrimo objektas – pagal masę suformuoti 5 rūšių mišiniai: 100% durpių, 100% grikių lukštų, 25% durpių ir 75% grikių lukštų, 50% durpių ir 50% grikių lukštų bei 75% durpių ir 25% grikių lukštų.

Tyrimai atlikti VDU ŽŪA Inžinerijos fakulteto Mechanikos, energetikos ir biotechnologijų inžinerijos katedros laboratorijoje.

Drėgmės kiekis medžiagoje nustatytas pagal LST EN 14774-3 reglamentą, atlikus po 6 pakartojimus [15]. Medžiagos šilumingumo vertės nustatytos naudojantis LST EN 14918 reglamentu [16] bei ištirtos kalorimetru IKA C2000 Calorimeter Basic V1 230V, prieš tai mišinį suslegiant presu. Mišiniai, kurių nepavyko suspausti presu, buvo talpinami į specialią kapsulę, skirtą naudoti šilumingumo nustatymui kalorimetru, kurios šiluminė vertė buvo lygi $20009 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$. Šiluminėms vertėms nustatyti eksperimento metu buvo atlikta po 3 pakartojimus. Pelenų kiekis nustatytas pagal LST EN 14775 reglamentą [17], naudojant Nabertherm P300 krosnį. 1 g mėginiai buvo kaitinami iki $250 \text{ }^\circ\text{C}$ ir išlaikomi šioje temperatūroje vieną valandą, po to temperatūra keliama iki $550 \text{ }^\circ\text{C}$ ir išlaikoma dvi valandas. Pelenų kiekis matuojamas kaip mėginių masės praradimas po kaitinimo, o jų kiekiui nustatyti atlikti 8 pakartojimai. Pelenų lydumo analizei, pagal Lietuvos Standartizacijos Departamento LST CEN/TS 15370-1 techninę ataskaitą [18], suformuoti cilindriniai smulkių ir vienalyčių miltelių pelenų mėginiai buvo patalpinti į krosnį Carbolite Ltd kuri palaiko iki $1600 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrą. Išskiriamos keturios pelenų lydymosi fazės: ST – temperatūra, kurioje bandinys susitraukia. Ši temperatūra fiksuojama tuomet, kai bandinio plotas nukrenta žemiau 95 % pradinio bandinio ploto esant 550°C ; DT – temperatūra, kurioje atsiranda pirmieji bandinio kraštų suapvalėjimo požymiai dėl lydymosi; HT – temperatūra, kuriai esant bandiniai sudaro pusrutulį, t.y. kai aukštis tampa lygus pusei pagrindo skersmens; FT – išsiliejimo taškas, skysti pelenai pasklinda paviršiuje [18]. Bandymo metu atlikta po 3 pakartojimus.

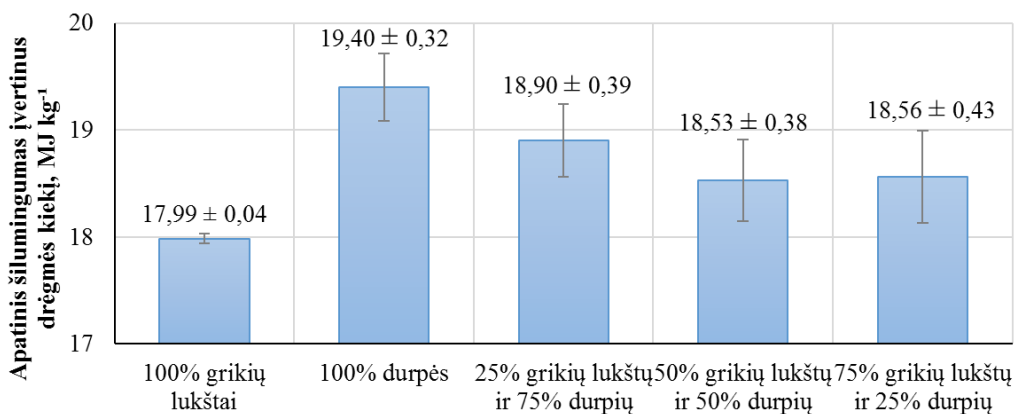
3. Rezultatai

Atlikus tyrimus pastebėta, jog 100% durpių ėminys pasižymi didžiausiu drėgmės kiekiu mišinyje, kuris siekė $10,3 \pm 0,39\%$. 1 paveiksle matoma, kad mažiausias drėgnis nustatytas mišiniui, kuriame buvo 75% grikių lukštų ir 25% durpių. Šio mišinio drėgnis siekė $7,9 \pm 0,29\%$. Mažėjant durpių, esančių mišinyje kiekiui, drėgnis kito netolygiai: 25% grikių lukštų ir 75% durpių mišiniui nustatytas $9,11 \pm 0,42\%$, 50% grikių lukštų ir 50% durpių, – $8,42 \pm 0,18\%$, 100% grikių lukštų drėgnis nustatytas $8,43 \pm 0,2\%$.



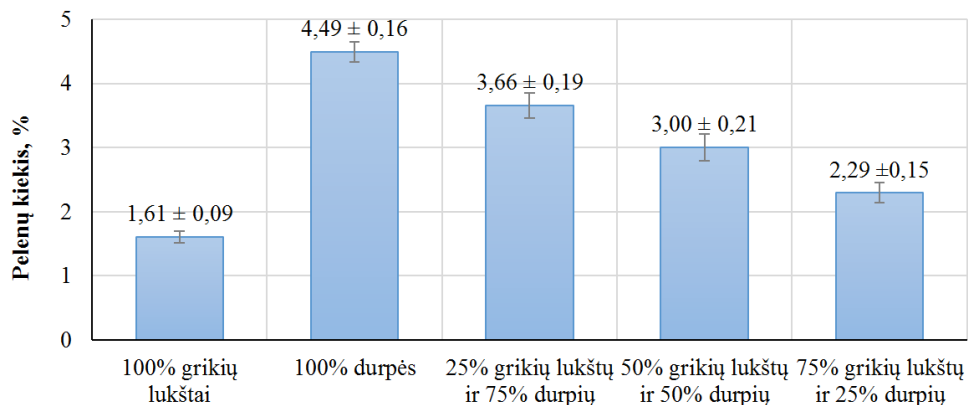
1 pav. Grikių ir durpių mišinių drėgmės kiekis ($n = 6$)
Fig. 1. Moisture content of buckwheat and peat mixtures ($n = 6$)

Tiriant mišinių šilumingumo vertes, aukščiausia reikšmė $19,4 \pm 0,32 \text{ MJ kg}^{-1}$ nustatyta 100 % durpių ėminiui (žiūrėti 2 pav.), 25 % grikių lukštų ir 75 % durpių mišinio šilumingumas lyginant su 100 % durpių nustatytas 2,58% mažesnis. Pastebėta, jog 50 % grikių lukštų ir 50 % durpių mišinio bei 75 % grikių lukštų ir 25% durpių mišinio šiluminės vertės nustatytos panašios, atitinkamai 4,48 ir 4,33% žemesnės nei 100% durpių. 75 % grikių lukštų ir 25 % durpių mišinio bei 100 % grikių lukštų presu suslėgti nepavyko, tad šie mišiniai kalorimetre deginti specialioje kapsulėje.



2 pav. Grikių ir durpių mišinių šiluminės vertės ($n = 3$)
Fig. 2. Calorific values of buckwheat and peat mixtures ($n = 3$)

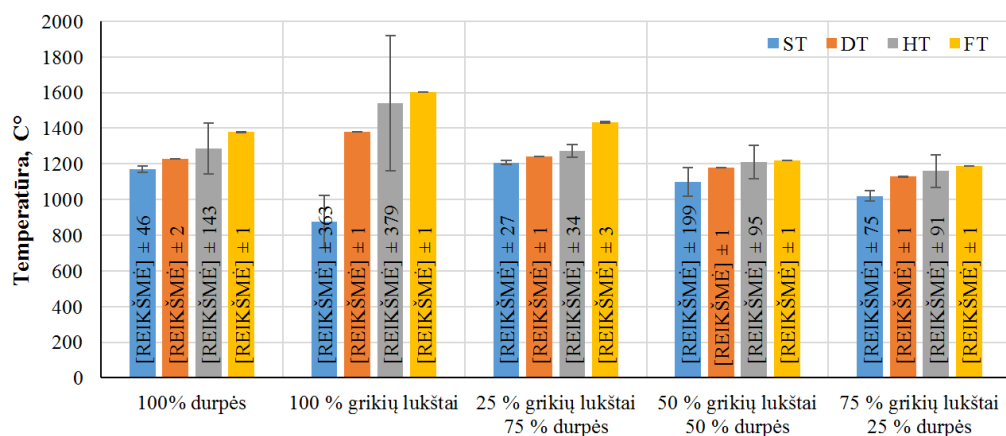
Didžiausias pelenų kiekis $4,49 \pm 0,16 \%$ nustatytas 100 % durpių ėminiui (žiūrėti 3 pav.).



3 pav. Grikių ir durpių mišinių pelenų kiekis ($n = 8$)
Fig.3. Ash content of buckwheat and peat mixtures ($n = 8$)

Siekiant sumažinti pelenų kiekį durpės maišome su mažu pelenų kiekiu $1,61 \pm 0,09$ % pasižymintiais grikių lukštais. Mažėjant durpių koncentracijai mišinyje, pelenų kiekis proporcingai mažėjo. Mišinyje 25% durpių ir 75% grikių lukštų lyginant su 100% durpių nustatytas 18,49 % mažesnis peleningumas, 50% grikių lukštų ir 50% durpių mišiniui nustatytas 33,18%, o 75% grikių lukštų ir 25% durpių 49% mažesnis peleningumas.

Ištyrus grikių lukštų ir durpių mišinių pelenų lydumus, gauti rezultatai pavaizduoti 4 pav.



4 pav. Grikių, durpių ir jų mišinių pelenų lydumo analizės rezultatai ($n = 3$): ST – temperatūra, kurioje bandinys susitraukia iki 95 % pradinio bandinio ploto, DT – temperatūra, kurioje atsiranda pirmieji bandinio kraštų suapvalėjimo požymiai, HT – temperatūra, kuriai esant bandiniai sudaro pusrutulį, FT – išsiliejimo taškas

Fig. 4. Results of ash melting analysis for buckwheat, peat and their mixtures ($n = 3$): ST – temperature at which the sample shrinks to 95% of the original sample area, DT – temperature at which the first signs of rounding of the sample appear, HT – temperature at which the samples form hemisphere, FT – spill point

Kaip matoma 4 pav., pirmoji lydumo fazė, kai pastebimas bandinių susitraukimas, prie žemiausios temperatūros nustatyta 100% grikių lukštų ėminiui prie 877 ± 363 °C. Mažėjant grikių lukštų koncentracijai mišinyje, pelenų lydymosi temperatūra kyla. Mišinyje, kuriame buvo 75% grikių lukštų nustatyta 1020 ± 75 °C temperatūra, 50% – 1099 ± 199 °C, 25% – 1208 ± 27 °C. 100% durpės pasiekė pirmąją lydumo fazę ties 1170 ± 46 °C temperatūra. Antrosios fazės pradžia pastebima ties 1128 ± 1 °C 75% grikių lukštų ir 25% durpių mišinyje, čia, didėjant durpių koncentracijai iki 50% nustatyta 1181 ± 1 °C, iki 75% – 1241 ± 1 °C temperatūra, tačiau šios fazės metu pastebime, kad 100% grikių lukštai lydytis pradeda ženkliai aukštesnėje 1381 ± 1 °C temperatūroje. 100% durpėms antroji lydumo fazė nustatyta prie 1229 ± 2 °C. Trečiosios fazės pradžia matoma mišinyje, kuriame yra 75% grikių lukštų ir 25% durpių prie 1161 ± 91 °C, taip pat pastebima, kad mažėjant grikių lukštų kiekiui mišinyje, aukštėja trečiosios fazės pradžios temperatūra: 50% – 1210 ± 95 °C, 25% – 1273 ± 34 °C. Tačiau 100% grikių lukštų trečiosios fazės pradžia pastebima prie aukščiausios 1540 ± 379 °C temperatūros. Žemiausia visiško pelenų išsilydymo temperatūra nustatyta 1187 ± 1 °C 75% grikių lukštų ir 25% durpių mišiniui. 100% grikių lukštų pelenai lydosi sunkiausiai. Temperatūrą pakėlus iki 1602 °C pelenai laikyti 5 minutes galiausiai išsilydė.

Ištyrus 25% durpių ir 75% grikių lukštų, 50% durpių ir 50% grikių lukštų bei 75% durpių ir 25% grikių lukštų mišinius geriausiomis šilumingumo vertėmis – $18,90 \pm 0,39$ MJ kg⁻¹ ir aukščiausia pelenų lydymo temperatūra 1433 ± 3 °C pasižymi 75% durpių ir 25% grikių lukštų mišinys. Taip pat iš šio mišinio yra efektyviausia formuoti granules, kadangi dėl didelės durpių koncentracijos ir jose esančių rišamųjų medžiagų suformuotos granulės geriausiai išliko formą, o tai pagerina jų transportavimą ir sandėliavimą.

4. Išvados

1. Tyrimo metu nustatyta, kad drėgmės kiekis mišiniuose kito neproporcingai. 100 % durpėms nustatytas didžiausias drėgmės kiekis, kuris vidutiniškai siekė $10,3 \pm 0,39$ %. Mažiausias drėgnis $7,9 \pm 0,29$ % nustatytas mišiniui, kuriame buvo 75 % grikių lukštų ir 25 % durpių. Mišiniams 50 % grikių

lukštų ir 50 % durpių bei 75 % grikių lukštų ir 25 % durpių nustatytos labai panašios šiluminės vertės, atitinkamai $18,53 \pm 0,38$ ir $18,56 \pm 0,43$ MJ kg⁻¹.

2. Išanalizavus peleningumo vertes, nustatytas proporcingas pelenų kiekio mažėjimas. Mažiausias pelenų kiekis nustatytas 100% grikių lukštų mišiniui, kurio vertė siekė $1,61 \pm 0,16$ %. Didėjant durpių koncentracijai mišinyje, pelenų kiekis proporcingai didėjo iki $3,66 \pm 0,19$ %. 100 % durpėms nustatyta aukščiausia peleningumo vertė $4,49 \pm 0,09$ %. Ištyrus pelenų lydumą, nustatyta jog žemiausioje temperatūroje 1187 ± 1 °C galutinai išsilydo 75 % grikių lukštų ir 25 % durpių mišinio pelenai. Aukščiausia pelenų lydumo vertė pastebėta 100 % grikių lukštams, kai pelenai galutinai išsilydo 1602 ± 1 °C temperatūroje.

3. Remiantis atliktais tyrimais nustatytas optimaliausias mišinys sudarytas iš 25 % grikių lukštų ir 75 % durpių. Šis mišinys pasižymi aukšta pelenų lydumo temperatūra, kai pelenai galutinai išsilydo prie 1433 ± 3 °C temperatūros. Nustatyta šiluminė vertė lyginant su 25 % durpių ir 75 % grikių lukštų bei 50 % durpių ir 50 % grikių lukštų mišiniais buvo aukščiausia – $18,90 \pm 0,39$ MJ kg⁻¹. Mišinys yra patvariausias, kadangi jį pavyksta suslėgti.

Literatūra

1. Kazimierski, P.; Januszewicz, K.; Godlewski, W.; Fijuk, A.; Suchocki, T.; Chaja, P.; Barczak, B.; Kardaś, D. The Course and the Effects of Agricultural Biomass Pyrolysis in the Production of High-Calorific Biochar. *Materials* 2022, 15, 1038.
2. The European Parliament. Directive of the European Parliament and of the Council on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources; EU Parliament: Brussels, Belgium, 2014
3. Bapat D.W., Kulkarni S.V. and Bhandarkar V.P. Design and operating experience on fluidized bed boiler burning biomass fuels with high alkali ash, in Proceedings of the 14th International Conference on Fluidized Bed Combustion, ed by Preto FDS. ASME Publishers, New York, USA, 1997 pp. 165–174
4. Nahberger, T.U.; Grebenc, T.; Žlindra, D.; Mrak, T.; Likar, M.; Kraigher, H.; Luthar, Z. Buckwheat Milling Waste Effects on Root Morphology and Mycorrhization of Silver Fir Seedlings Inoculated with Black Summer Truffle (*Tuber aestivum* Vittad.). *Forests* 2022, 13, 240.
5. FAOSTAT. The Food and Agriculture Organization of the United Nation. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (accessed on 15 December 2021).
6. Kazimierski P., Januszewicz K., Godlewski W., Fijuk A., Suchocki T., Chaja P., Barczak B., Kardaś D. The Course and the Effects of Agricultural Biomass Pyrolysis in the Production of High-Calorific Biochar. *Materials* 2022, Vol 15, P. 1038.
7. Kulokas M., Praspaliauskas M., Pedišius N. Investigation of Buckwheat Hulls as Additives in the Production of Solid Biomass Fuel from Straw. *Energies*, Vol 14, P 265.
8. Obidziński S. (2014) Utilization of Post-Production Waste of Potato Pulp and Buckwheat Hulls in the Form of Pellets. *Pol. J. Environ. Stud* 2021, Vol. 23, No. 4, P. 1391-1395.
9. Javanshir N., Syri S., Teräsvirta A., Olkkonen V. Abandoning peat in a city district heat system with wind power, heat pumps, and heat storage. *Energy Reports* 2022, Vol 8, November, P. 3051-3062.
10. Tsvetkov P.S. The history, present status and future prospects of the Russian fuel peat industry. *Mires and Peat* 2017, Volume 19, Article 14, 1–12. DOI: 10.19189
11. Vinterbäck, J. Pellets 2002: The first world conference on pellets. *Biomass Bioenergy* 2004, 27, 513–520.
12. Rai, A.K.; Al Makishah, N.H.; Wen, Z.; Gupta, G.; Pandit, S.; Prasad, R. Recent Developments in Lignocellulosic Biofuels, a Renewable Source of Bioenergy. *Fermentation* 2022, 8, 161.
13. Pazó, J.A.; Granada, E.; Saavedra, Á.; Eguía, P.; Collazo, J. Uncertainty Determination Methodology, Sampling Maps Generation and Trend Studies with Biomass *Thermogravimetric Analysis*. *Int. J. Mol. Sci.* 2010, 11, 3660-3674.
14. Vares V., Kask Ü., Muiste P., Pihu T., Soosaar S. (2007) „Biokuro Naudotojo žinynas“ ,P. 165
15. LST EN 14774-3:2010 Kietasis biokuras. Drėgmės kiekio nustatymas. Džiovinimo krosnyje metodas. 3 dalis. Bendrosios analizės mėginio drėgmė Pakeičia LST CEN/TS 14774-3:2005, LST CEN/TS 14774-3:2005/P:2007
16. Lietuvos standartas LST EN 14918:2010 „Kietasis biokuras. Šilumingumo nustatymas“.
17. Lietuvos standartas LST EN 14775:2010 „Kietasis biokuras. Peleningumo nustatymas“.
18. Lietuvos standartas LST CEN/TS 15370-1:2007 „Kietasis biokuras. Pelenų lydumo nustatymo metodas. 1 dalis. Būdingųjų temperatūrų metodas“.

INVESTIGATION OF BIOFUEL PROPERTIES OF BUCKWHEAT SHELL AND PEAT MIXTURES

Extended Summary

1. Introduction

Due to the global depletion of fossil fuel reserves and various environmental issues, it is imperative to look for alternatives that can completely or partially replace written fuels. At present, coal-fired or peat-fired solid fuel boilers are the most commonly used for heating buildings [9]. The world produces 29,900,000 tones of peat a year [10]. In order to limit the use of peat as a solid fuel, we can replace mixtures with agricultural waste that cannot be burned alone. The global grain processing industry generates large amounts of waste every year. The worldwide harvest of buckwheat is 2 905 294 tones per year, of which around 1 000 000 tones are waste [4; 5]. Buckwheat husks with high calorific values, low ash concentration and high ash melting point. It is known that we cannot make granules from shells because they do not have binders of their own [8]. Thus, in order to use buckwheat husks as biofuels, we can mix them with peat, which contains a large amount of binders. There is a lack of detailed research in the current literature on the use of mixtures of different types of waste.

The aim of the study was to evaluate the biofuel properties of buckwheat husks and peat and their mixtures.

Tasks: - to determine the moisture and heat content of buckwheat husks and peat and their mixtures; - each quantity of ash and its abundance. - to determine the optimal mixture for biofuels.

Keywords: biomass, buckwheat husk, peat, mixtures, biofuel properties

2. Materials and methods

The object of the research is 5 types of mixtures written by weight: 100% peat, 100% buckwheat husks, 25% peat and 75% buckwheat husks, 50% peat and 50% buckwheat husks and 75% peat and 25% buckwheat husks.

The research was performed in the laboratory of the Department of Mechanical, Energy and Biotechnology Engineering, Faculty of Engineering, Vytautas Magnus University.

The moisture content of the material was determined according to LST EN 14774-3 with 6 replicates [15]. The calorific values of the material were determined using the regulation of LST EN 14918 [16] and tested with a calorimeter IKA C2000 Calorimeter Basic V1 230V, before compressing the mixture with a press. Mixtures which have not been compressed are placed in a special capsule for use in the calorific value calorimeter with a calorific value of 20009 J·g⁻¹. To determine the calorific values, 3 replicates were performed during the experiment. The ash content was determined according to LST EN 14775 [17], using Nabertherm P300 furnace. Samples of 1 g were heated to 250 °C and maintained at this temperature for one hour, then raised to 550 °C and maintained for two hours. 8 replicates were performed to determine the ash. For the analysis of ash melting, according to the technical report of the Lithuanian Standardization Department LSTEN / TS 15370-1 [18], samples of fine ash in one and one cylinder were placed in a furnace Carbolite Ltd which produces up to 1600 °C.

3. Results

When testing the calorific values of the mixtures, the highest value of 19.4 ± 0.32 MJ kg⁻¹ was found for the 100% peat sample, the calorific value of the mixture of 25% buckwheat husks and 75% peat was 2.58% lower compared to 100% peat. The calorific values of 50% buckwheat husks and 50% peat mixtures and 75% buckwheat husks and 25% peat mixtures were found to be similar, 4.48 and 4.33% lower than 100% peat, respectively 75% buckwheat husks and 25% peat the mixture and 100% buckwheat husk were not compressed, so these mixtures were burned in a special capsule in a calorimeter.

The maximum ash content of $4.49 \pm 0.16\%$ was determined for a 100% peat sample. In order to reduce the ash content, we mix peat with buckwheat husks with a low ash content of $1.61 \pm 0.09\%$. As the concentration of peat in the mixture decreased, the ash content decreased proportionally. The mixture had an ash content of 18.49% compared to 25% peat and 75% buckwheat husks, a mixture of 33.18% for a mixture of 50% buckwheat husks and 50% peat and a 49% lower ash yield for 75% buckwheat husks and 25% peat.

The final melting of the ash is observed in a mixture of 75% buckwheat husks and 25% peat at 1161 ± 91 °C, and a decrease in the initial temperature of the third phase increases with a decrease in the buckwheat husks in the mixture: 50% – 1210 ± 95 °C, 25% – 1273 ± 34 °C. However, the beginning of the third phase of 100% buckwheat husks is observed at a maximum temperature of 1540 ± 379 °C. The minimum melting point for ash was set at 1187 ± 1 °C for a mixture of 75% buckwheat husks and 25% peat.

4. Conclusion

When tested on mixtures of 25% peat and 75% buckwheat husks, 50% peat and 50% buckwheat husks and 75% peat and 25% buckwheat husks at the best calorific values, – $18,90 \pm 0,39$ MJ kg⁻¹ and the highest ash melting point, – 1433 ± 3 °C is a mixture of 75% peat and 25% buckwheat husks. It is also the most efficient to

form granules from this mixture, as the granules formed are best preserved in shape due to the high concentration of peat and the binders contained in them, which improves their transportation and storage.

Remark: Article was prepared for the student scientific conference “Young scientist 2022“ of Vytautas Magnus university.

Autoriai kontaktams:

Author for contacts

Miglė Steponavičiūtė,
magistrantė. Mechanikos, energetikos ir biotechnologijų inžinerijos katedra, Vytauto didžiojo universitetas.
El. p. migle.steponaviciute@vdu.lt

Simona Paulikienė,
lektorė dr. – Mechanikos, energetikos ir biotechnologijų inžinerijos katedra, Vytauto didžiojo universitetas,
Studentų g. 15, 53362 Akademija, Kauno r. Lietuva.
El. p. simona.paulikiene1@vdu.lt