



## DIDŽIOSIOS RŪGTIES (*REYNOUTRIA SACHALINENSIS*) PANAUDOJIMAS ENERGETIKOJE

Dionizas STREIKUS<sup>1</sup>, Algirdas JASINSKAS<sup>2</sup>

*ASU Žemės ūkio inžinerijos ir saugos institutas*

*El. paštas: <sup>1</sup>dionizasstreikus@gmail.com; <sup>2</sup>algirdas.jasinskas@asu.lt*

**Anotacija.** Didžioji rūgtis (*Reynoutria sachalinensis*) pasirinkta kaip perspektyvus energinis augalas, nes ji nėra reikiama dirvožemiui ir dėl aukšto derlingumo priklauso patiems našiausiems centrinės Europos augalams. Dėl panašių mechaninių ir terminių savybių rūgtys prilyginamos medienos briketams ir granulėms. Jų produktyvumas – 15 t ha<sup>-1</sup> sausos masės. Eksperimentiniai tyrimai buvo atlikti Aleksandro Stulginskio universiteto laboratorijose. Rūgčių ir dramblių bei sidų biomasė buvo nupjauta, susmulkinama, sumalta ir granuliuota mažos galios granulatoriumi (200–350 kg h<sup>-1</sup>). Buvo nustatyti techniniai biokuro paruošimo ir naudojimo parametrai. Dramblių (*Miscanthus sinensis*) ir sidos (*Sida hermaphrodita*) buvo pasirinkti kaip kontroliniai augalai. Buvo nustatyta augalo pjaustinio ir frakcinė miltų sudėtis, taip pat granuliuojamumo rodikliai – drėgnis, tankis, elementinė sudėtis, peleningumas ir šilumingumas. Drėgnis siekė 30,5 %, tankis – 1057,5 kg m<sup>-3</sup>, peleningumas – 4,3 %, o šilumingumas – 17,7 MJ kg<sup>-1</sup>.

**Reikšminiai žodžiai:** biomasė, rūgtys, dramblių, sidos, granulė, drėgnis, tankis, peleningumas, šilumingumas.

### Įvadas

Atsižvelgiant į klimato kaitos tendencijas ir brangstantį iškastinį kurą, vis daugiau dėmesio skiriama atsinaujinantiems biomasės energijos ištekliams. Galima teigti, kad biomasė yra viena perspektyviausių atsinaujinančių energijos šaltinių, nes jos didelis kiekis užauginamas per trumpą laiką.

Kartu su senkančiais iškastiniais energijos ištekliais atsinaujinančių energijos šaltinių svarba auga ir tampa viena pagrindinių subalansuotos plėtros galimybių ne tik žemės ūkyje, bet ir visoje visuomenėje. Nustatyta, kad per pastaruosius 20 metų augalinės biomasės iš žemės ūkio pasidalijimas bendrame pirminės energijos suvartojimo kontekste turėtų padidėti iki 8 %. Šis medienos suvartojimo padidėjimas turėtų atsirasti ne tik išsivysčiusiose šalyse, kur mediena paprastai yra vienintelis energijos šaltinis, ypač kaimo vietovėse, bet ir besivystančiose šalyse (Malatak, Passian 2011).

Briketų ir granuliuojamųjų produkcija energiška ir ekonomiškai reikalauja daug dėmesio, tačiau jų panaudojimo populiarumas per pastaruosius metus ženkliai didėjo. Šios kuro, kaip ateities kuro, formos pasirinktos dėl mažo drėgnumo, aukšto šilumingumo, žemo peleningumo, lengvo laikymo ir nekenksmingumo aplinkai (Ivanova *et al.* 2014).

Gamtoje yra labai daug rūšių rūgčių, pradedant smulkiomis, 20–30 cm aukščio piktžolėmis, labai dažnomis mūsų laukuose, baigiant gigantiškais 3–4 m aukščio augalais. Kaip energiniai ir dekoratyviniai augalai praktinės reikšmės turi kelių rūšių rūgtys, kurios šiuo metu daugiausia paplitusios parkuose, darželiuose bei miestų aikštėse. Bene perspektyviausios yra aukštaūgės ir gausios biomasės derlių išauginančios Veiricho, sachalininės, kanadinės, japoninės bei Užbaikalės rūgtys. Sausųjų medžiagų derlius gali svyruoti nuo 7,7 iki 13,5 t/ha, todėl rūgtys yra gana patrauklūs augalai šiluminei energijai gaminti. Tuo labiau, kad šie augalai yra daugiamečiai ir vienoje vietoje gali augti daugiau kaip 25 metus. Rūgtys yra nereiklios dirvožemio, klimato ir kitoms auginimo sąlygoms. Lietuvos klimatas ir didžioji dalis dirvų tinka rūgtims auginti (Dzenajavičienė *et al.* 2011).

Dėl didelio derlingumo rūgčių rūšys priklauso patiems efektyviausiems centrinės Europos augalams (Strašil, Kara 2010). Derliaus nuėmimo technologijos netradiciniams energiniams augalams priklauso nuo daugelio faktorių – biologinių subrendusio augalo savybių, drėgumo ir oro sąlygų (Šiaudinis *et al.* 2015).

Drambliažolė (*Miscanthus sinensis*) – tai miglinių (*Poaceae*) šeimos genties daugiameis žolinis augalas, blizgiais, svyrančiais lapais, užaugantis iki 2,5–3 m, kartais net iki 4 m aukščio, dar vadinamas kuniška nendre (Burbulis *et al.* 2012).

Planuojant auginti drambliažolę, būtina pasirinkti tokį žemės plotą, kuris būtų galimai taisyklingsnės formos, nes tai leistų užtikrinti mažiausias išlaidas mechanizuotiems auginimo, pasėlių priežiūros ir derliaus nuėmimo darbams. Rekomenduojamas žemės plotas drambliažolei auginti mechanizuotai turėtų būti ne mažesnis negu 2 ha. Dirvą reikėtų pasirinkti tokią, kad ji būtų atspari sunkioms derliaus nuėmimo mašinoms. Sodinama 1×1 m atstumais. Iš viso į hektarą sodinama apie 10000 augalų (Cannell 2003).

Drambliažolei sodinti geriausiai tinka specialiai pritaikytos pusiau automatinės bulvių sodinimo mašinos. Jos sodina iškart po kelias eilutes vienu metu, tačiau sodinamąją medžiagą deda darbuotojai. Sodinimo mašinos gali būti kombinuojamos ir su kitomis žemės dirbimo mašinomis, tokiomis, kaip vertikalių rotorių kultivatoriai ar pan. Tada vienu važiavimu paruošiama dirva sėjai ir pasodinama drambliažolė.

Vokietijos mokslininkų tyrimai parodė, kad drambliažolės derliui didžiausią įtaką turi vanduo (Burbulis *et al.* 2012). Esant palankioms augimo sąlygoms ar papildomai laistant pasėlius galima gauti derliaus priedą. Drambliažolės gali išauginti iki 25 t·ha<sup>-1</sup> sausųjų medžiagų ir sukaupti 10–20 t·ha<sup>-1</sup> šakniastiebių masę. Šių augalų stiebus kurui tame pačiame plote galima auginti 20–25 metus. Drambliažolės biomasė kaloringa: 1 kg sausos biomasės duoda 17 MJ (megadžaulių) energijos, t. y. 20 tonų žolės atstoja 8 tonas akmens anglies. Be to, joje labai mažai mineralų, mat augalas prieš žiemą juos sukaupta šakniastiebiuose (Burbulis *et al.* 2012). Nuėmus antžeminės dalies derlių, lieka daug augalinių liekanų (ražienos, nukritusių lapų), kurios mineralizuojasi iki mineralinių augalams prieinamų maisto medžiagų. Tokiu būdu drambliažolės, ypač senesni pasėliai, pačios apsirūpina beveik visomis maisto medžiagomis.

Čekų mokslininkų patirtis rodo, kad pagrindinis šio augalo trūkumas – jautrumas šalčiui, ypač pirmaisiais augimo metais (Rennergija 2012). Pasitaikius šaltesnei žiemai pirmametis pasėlis gali išretėti arba net visiškai sunykti. Remiantis mokslininkų duomenimis, bei įvertinus Lietuvos klimato sąlygas, o ypač kritulių kiekį, galima daryti prielaidą, kad drambliažolėms augti Lietuvoje turėtų būti palankios sąlygos (Rennergija 2012).

Drambliažolės auginimo laikotarpis susideda iš dviejų didelių fazių. Pagrindinė auginimo fazė trunka nuo

20 iki 25 vegetacinių laikotarpių ir užbaigimo fazė – nuo 5 iki 10 vegetacinių laikotarpių. Paprastai trečiaisiais metais augalai užauga maždaug iki 3 metrų aukščio ir jau gali duoti gerą derlių. Didžiausias drambliažolės derlius pasiekiamas 6–7 auginimo metais. Po to, vėlesniais metais, derlius nusistovi ir būna gana pastovus. Drambliažolių biologinės masės derlius labai priklauso nuo dirvos drėgčio, todėl pasėlių laistymas beveik kiekvienais metais duoda derliaus priedą. Kuo didesnis šių augalų masės derlius, tuo daugiau augalai paima iš atmosferos CO<sub>2</sub>. Tokiu būdu šie augalai sumažina anglies dvideginio kiekį atmosferoje ir padeda apsaugoti žemę nuo šiltnamio efekto grėsmės (Doom 1994).

Yra apskaičiuota, kad 10 t ha<sup>-1</sup> SM derliui sukaupti drambliažolei reikia apie 250 mm (t. y. 250 l m<sup>2</sup>) vandens. Dėl šios priežasties didesnio biomasės derliaus galima tikėtis įrengiant miskantų plantaciją drėgnesnėse augavietėse arba dirbtinai drėkinant. Kaip ir kiti migliniai augalai, drambliažolė gerai reaguoja į tręšimą azotinėmis trąšomis (N60–120). Pavasaj ši žolė pradeda vegetuoti vėlai – apie gegužės vidurį. Rugsėjo viduryje (Lietuvoje) žolė jau būna didesnė nei 2 m aukščio. Spalio pradžioje pasitaikančios stiprios šalnos (daugiau nei –5 °C) sustabdo jų vegetaciją. Lapai, vėliau ir stiebai, palaipsniui nudžiūva. Biomasės derlių naudingiausia nuimti žiemą, kai drėgmės kiekis joje priartėja prie 80 proc. Tokio sausumo smulkintą biomasę galima naudoti kaip kietąjį kurą. Tyrimais yra nustatyta, kad iš drambliažolės biomasės, palyginti su kitais žoliniais augalais, gaunama viena iš didžiausių metano išėiga (Jakienė *et al.* 2013).

Sida – energinėms reikmėms naudojamos sachalininės, japoninės ir hibridinės sidos (*Sida hermaphrodita*). Tai Lietuvoje dar nepaplitęs, auginamas ir naudojamas tik tyrimų tikslams netradicinis stambiasiebis žolinis augalas.

Sidai augti tinka ir sausesnio klimato sąlygos. Jos gali pakankamai neblogai augti ir tose vietose, kuriose iškrenta tik apie 500–600 mm kritulių (Zerno 2011). Sidos gali pasiekti 3–4 metrų aukštį. Jos dauginasi sėklomis. Tačiau galimas ir panašus dauginimo būdas kaip ir drambliažolės – per šakniagumbius. Sėjant sėklas pasiekiami žymiai prastesni sudygimo rezultatai negu sodinant šakniagumbius. Sodinama balandžio–gegužės mėnesiais specialiai pritaikytomis sodinimo (dažniausiai bulvių sodinamosiomis) mašinomis. Sodinama 0,75×0,75 arba 0,9×0,9 m atstumais 45 arba 70 cm tarpueiliais. Skirtingai negu drambliažolės, siekiant gauti didesnę sidos derlių, rekomenduojama sekliai purenti tarpueilius ir papildomai tręšti. Tankesnio pasėlio privalumas yra tas, kad uždenigiama didesnė dirvos paviršiaus dalis ir taip bloginamos

piktžolių augimo sąlygos. Be to, tankesnis pasėlis neleidžia taip greitai išdžiovinti dirvos paviršiaus. Sodinama nuo 10000 iki 40000 sidos augalų į hektarą. Sidos derlius per metus gali būti nuo 8 iki 20 t/ha sausos medžiagos. Tačiau kaip ir drambliažolės, taip ir sidos derliui didelę įtaką gali daryti skirtingos dirvos bei klimato sąlygos. Eksperimentinių tyrimų su šiais augalais dar labai mažai atlikta, todėl nėra žinoma, kaip skirtingomis sąlygomis keičiasi sidos derlius. Derlius dažniausiai nuimamas vėlai žiemą, kai augalų drėgnis nukrenta žemiau nei 10 %. Nuėmimas, kaip ir kitų panašių savybių augalų (pvz., drambliažolės), gali būti atliekamas kukurūzų smulkintuvais.

Tyrimo tikslas – nustatyti pagrindinius didžiųjų rūgčių ir drambliažolių bei sidų biokuro parametrus.

### Metodika

Rūgčių augalai buvo susmulkinti būgniniu smulkintuvu *Maral 125*. Naudojantis standartine metodika buvo nustatyta susmulkintos frakcinė biomasės sudėtis. Tam buvo naudotas sietų kratytuvas „Haver EML Digital plus“ su sietų komplektu: su 0 mm, 1 mm, 3.15 mm, 8 mm, 16 mm, 45 mm skylutėmis. Prieš gaminant biokuro granules paruoštas pjaustinys buvo susmulkintas į miltus. Buvo naudojamas malūnas *Retsch SM 200* (*Retsch*, Vokietija). Malimo kokybė buvo nustatyta naudojant sietų kratytuvą *Retsch AS 200* su 0 mm, 0.25 mm, 0.5 mm, 0.63 mm, 1 mm, 2 mm skersmens skylutėmis. Susikaupusi ant sietų masė buvo pasverta ir nustatyta procentinė sudėtis. Kiekvienas bandymas kartotas 3 kartus. Sumalti miltai buvo granuliuojami naudojant mažos galios (200–350 kg/val.) granuliatorių su horizontalia granuliavimo matrica. Granulių skersmuo – 6 mm. Prieš miltams patenkant į granuliatorių, jie buvo sumaišyti homogenišku mui pasiekti. Taip pat žaliava buvo sudrėkinta ir suberta į suslėgimo kamerą, kur miltai voleliais buvo išspausiti pro 6 mm skylutes.

Granulėms ataušus buvo nustatyti jų biometriniai parametrai (drėgnis, tankis).

**Stiebų drėgnis** nustatomas chemijos laboratorijoje pagal standartinę metodiką. Drėgniui nustatyti susmulkunami 3 stiebai ir paimami 3 mėginiai po 200 g. Laboratorijoje nustatomas vandens kiekio mėginyje santykis su mėginio mase – stiebo drėgnis ir apskaičiuojama 3 stiebų masės vidutinė reikšmė, kuri užrašoma su paklaida. Augalo drėgnis proc. apskaičiuojamas lygtimi:

$$w_1 = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \cdot 100, \quad (1)$$

čia  $G_1$  – drėgna ėminio masė, g (be indelio masės);  $G_2$  – išdžiovinto ėminio masė, g (be indelio masės).

**Stiebų tankis.** Žinant jau nustatytus stiebų matmenis (skersmenis), apskaičiuojamas 1 m ilgio nupjautos stiebo dalies tūris  $V_{st}$ :

$$V_{st} = \frac{S_1 + S_2}{2} l_{st}, \quad (2)$$

čia  $l_{st}$  – stiebo ilgis, m (ėminio ilgis 1 m);  $S_1$  – stiebo skerspjūvio plotas 0,1 m atstumu nuo dirvos paviršiaus,  $m^2$ ;  $S_2$  – stiebo skerspjūvio plotas 1,1 m atstumu nuo dirvos paviršiaus,  $m^2$ .

Stiebo skerspjūvio plotas  $m^2$ :

$$S = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (3)$$

čia  $d$  – stiebo skersmuo, m.

Žinant stiebo 1 m ilgio dalies masę  $m_{st}$  (svarstyklių rodmenų tikslumas – 0,1 g), apskaičiuojamas stiebo masės tankis  $\rho_{st}$ :

$$\rho_{st} = \frac{m_{st}}{V_{st}}, \quad (4)$$

čia  $\rho_{st}$  – stiebo masės tankis  $kg\ m^{-3}$ .

Granulių parametrai buvo nustatyti išmatavus jų dydį ir skersmenį. Tyrimas buvo atliekamas su 10 granulių. Granulių svoris buvo nustatytas KERN ABJ svarstyklėmis (0,001 g tikslumu). Taip buvo apskaičiuotas tankis. Toliau buvo nustatytas granulių drėgnis. Tam buvo naudojama džiovinimo spinta, kurioje bandiniai džiūvo 24 valandas esant  $105^\circ$  temperatūrai.

Granulių elementinė sudėtis ir peleningumas buvo nustatyti Lietuvos energetikos institute. Buvo pasirinkta metodika, įteisinta Lietuvoje ir ES valstybėse:

- naudojant pagrindinių elementų analizatorių Flash 2000, Nr. 2011F0055;
- drėgnis pagal LST EN 14774 – 1:2010 standartą, Nr. 8B/1;
- pelenų kiekis pagal LST EN 14775:2010 standartą, Nr. 8B/5.

Augalo granulių šilumingumas buvo nustatytas naudojant C2000 kalorimetrą (IKA, Vokietija) ir standartinę metodiką (BS EN 14918:2009).

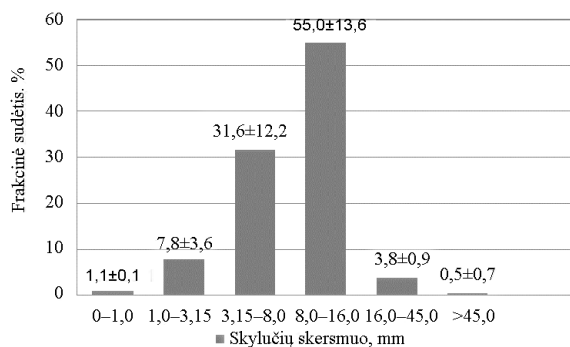
### Rezultatai ir jų analizė

Tyrimai buvo atlikti ASU Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto laboratorijoje. Iš pradžių buvo nustatyti rūgčių stiebų biometriniai rodikliai (1 lentelė).

1 lentelė. Rūgčių stiebų biometriniai rodikliai

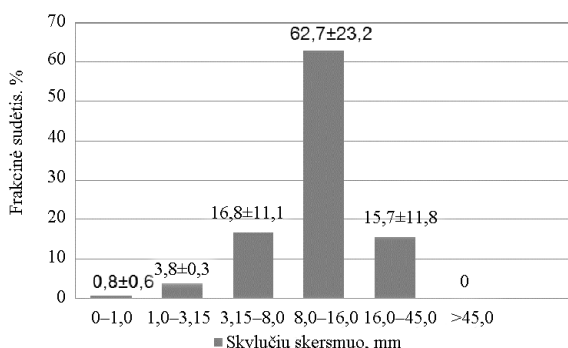
Rodikliai	Duomenų vidurkis su paklaida $\pm \Delta_y$
Stiebo ilgis, mm	3101,0 $\pm$ 100,0
Stiebo skersmuo 0,5 m atstume nuo dirvos paviršiaus, mm	25,0 $\pm$ 3,9
Pilno ilgio stiebo masė, g	160,4 $\pm$ 24,8
Stiebo 1 m ilgio masė, g	89,7 $\pm$ 8,0
Stiebo santykinis drėgnis, %	40,6 $\pm$ 2,1
Stiebo s. m. tankis, kg m <sup>-3</sup>	821,9 $\pm$ 23,6
Augalų s. m. derlius, t ha <sup>-1</sup>	15,0 $\pm$ 8,6

Pjaustinio frakcinei sudėčiai nustatyti buvo naudotas sietų kratytuvas „Haver EML Digital plus“ su sietų komplektu. Didžiausia rūgčių frakcija susikaupė ant sieto su 8 mm skylutėmis – 55 % ir ant sieto su 3,15 mm skylutėmis – 31,6 % (1 pav.). Drambliažolės frakcinė sudėtis buvo nustatyta analogiškai. Didžiausia frakcija susidarė ant 8 mm sieto – 62,7 % (2 pav.). Sidų didžiausia frakcija susidarė ant 8 mm sieto – 61,6 % (3 pav.).



1 pav. Rūgties pjaustinio frakcinė sudėtis

Drambliažolės pjaustinio frakcinė sudėtis pateikiama 2 pav.

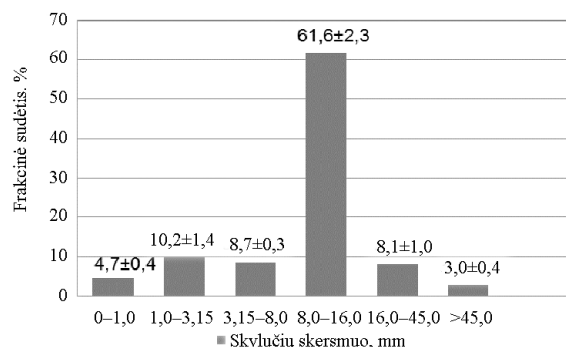


2 pav. Drambliažolės pjaustinio frakcinė sudėtis

Pjaustinio frakcinė sudėtis nustatoma siekiant įvertinti susmulkintos masės smulkumą ir tinkamumą ją toliau malti. Malant pjaustinį plaktukiniu malūnu, svarbu,

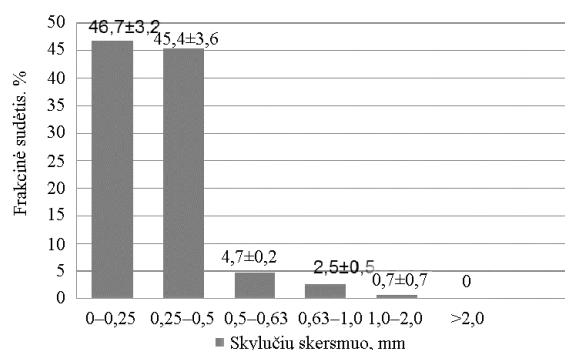
kad pjaustinio dalelių dydis būtų kuo smulkesnis ir neviršytų didesnių kaip 16 mm dydžio dalelių (turi būti mažiau kaip 15–20 %). Jeigu pjaustinio dalelės per didelės, tada plaktukiniu malūnu reikėtų malti du kartus.

Palyginimui pateikiame sidos pjaustinio kokybinius rodiklius (3 pav.).

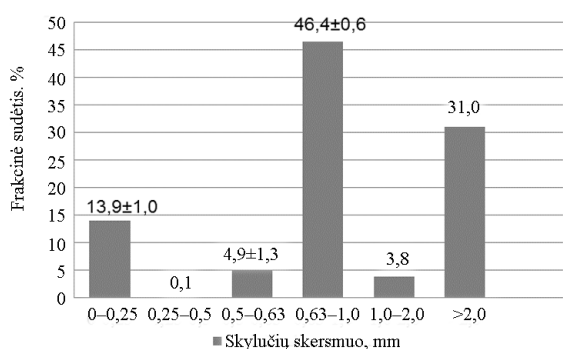


3 pav. Sidos pjaustinio frakcinė sudėtis

Vėliau buvo nustatyta *Retsch SM 200* malūnu sumaltų miltų frakcinė sudėtis (4 pav.). Tam buvo naudotas sietų kratytuvas *Retsch AS 200* su sietų komplektu. Didžiausia rūgties frakcija susidarė dulkių pavidalu – 46,7 % ir ant 0,25 mm sieto – 45,4 %. Didžiausia drambliažolės frakcija susidarė ant 0,63 mm sieto – 46,4 % (5 pav.) ir ant 2 mm – 31,0 %. Didžiausia sidų frakcija susidarė ant 0,5 mm sieto – 45,9 %.

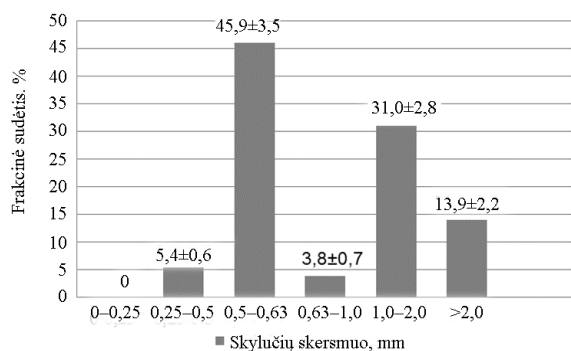


4 pav. Rūgties miltų frakcinė sudėtis



5 pav. Drambliažolės miltų frakcinė sudėtis

Palyginimui pateikiame sidos miltų kokybinius rodiklius (6 pav.).



6 pav. Sidos miltų frakcinė sudėtis

Nustatyti rūgties ir drambliažolės bei sidos granuliu rodikliai, apskaičiuotas granuliu tankis (2, 3, 4 lentelės). Nustatytas rūgčių granuliu tankis buvo pakankamai didelis ir siekė  $1057,5 \pm 73,6 \text{ kg m}^{-3}$ , drambliažoliu granuliu tankis siekė  $713,5 \text{ kg m}^{-3}$ , sidos granuliu tankis gautas  $1072,3 \pm 43,4 \text{ kg m}^{-3}$ .

2 lentelė. Rūgties stiebu granuliu rodikliai

Bandymo Nr.	Granulės parametrai			
	Ilgis / ir skersmuo $\varphi$ , mm	Tūris, $\text{m}^3$	Masė, g	Tankis, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
1	22,50; 6,10	$6,57 \cdot 10^{-7}$	0,68	1034,7
2	23,30; 6,15	$6,92 \cdot 10^{-7}$	0,71	1026,3
3	22,45; 6,25	$6,88 \cdot 10^{-7}$	0,64	929,7
4	24,25; 6,10	$7,08 \cdot 10^{-7}$	0,73	1030,6
5	23,10; 6,05	$6,64 \cdot 10^{-7}$	0,69	1039,6
Vid. su pasikl. paklaida, %	x	x	x	$1057,5 \pm 73,6$ <b><math>821,9 \pm 73,6 \text{ s.m}</math></b>

3 lentelė. Dramblyžoliu stiebu granuliu rodikliai

Bandymo Nr.	Granulės parametrai			
	Ilgis / ir skersmuo $\varphi$ , mm	Tūris, $\text{m}^3$	Masė, g	Tankis, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
1	26,10; 6,45	$8,52 \cdot 10^{-7}$	0,68	1070,8
2	25,10; 6,50	$8,66 \cdot 10^{-7}$	0,83	1156,2
3	24,30; 6,40	$7,81 \cdot 10^{-7}$	0,81	1164,3
4	25,20; 6,25	$7,73 \cdot 10^{-7}$	0,70	937,0
5	23,50; 6,20	$7,09 \cdot 10^{-7}$	0,67	1043,9
Vid. su pasikl. paklaida, %	x	x	x	$713,5 \pm 67,1$ <b><math>653,6 \pm 67,1 \text{ s.m}</math></b>

4 lentelė. Sidos stiebu granuliu rodikliai

Bandymo Nr.	Granulės parametrai			
	Ilgis / ir skersmuo $\varphi$ , mm	Tūris, $\text{m}^3$	Masė, g	Tankis, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
1	22,85; 5,95	$6,35 \cdot 10^{-7}$	0,68	1070,8
2	24,15; 6,15	$7,87 \cdot 10^{-7}$	0,83	1156,2
3	24,20; 6,05	$6,96 \cdot 10^{-7}$	0,81	1164,3
4	24,35; 6,25	$7,47 \cdot 10^{-7}$	0,70	937,0
5	23,05; 5,95	$6,40 \cdot 10^{-7}$	0,67	1043,9
Vid. su pasikl. paklaida, %	x	x	x	$1072,3 \pm 43,4$ <b><math>969,3 \pm 43,4 \text{ s.m}</math></b>

Lietuvos energetikos institute buvo nustatyta granuliu elementinė sudėtis, peleningumas ir šilumingumas. Elementinės sudėties tyrimu rezultatai pateikti 5 lentelėje. Palyginimui nurodyta ir Suomijos mokslininku tirtos medienos elementinė sudėtis (Alakangas 2000).

5 lentelė. Rūgčių ir medienos kuro elementinė sudėtis

Elementas	Rūgtys, %	Mediena, %
C (anglies) kiekis, %	47,42	48–50
N (azoto) kiekis, %	0,71	0,5–2,3
H (vandenilio) kiekis, %	5,98	6,0–6,5
S (sieros) kiekis, %	0,05	0,05
O (deguonies) kiekis, %	41,55	38–42

Nustatytas rūgties granuliu peleningumas buvo 4,28 %, o šilumingumas buvo artimas kitu netradiciniu žoliniu augalu šilumingumui, jis siekė  $17,73 \text{ MJ kg}^{-1}$ . Palyginimui pateikiame Lietuvoje biokuro etalonu vadinamo beržo kaloringumą, jo šilumingumas lygus  $19,29 \text{ MJ kg}^{-1}$  (Nurmi 1993).

Nustatyti dramblyžolės granuliu kokybiniai parametrai: drėgnis – 8,4 %, peleningumas – 8,84 % ir šilumingumas –  $17,84 \text{ MJ kg}^{-1}$ .

Nustatyti sidos granuliu kokybiniai parametrai: drėgnis – 9,6 %, peleningumas – 6,07 % ir šilumingumas –  $17,43 \text{ MJ kg}^{-1}$ .

Taigi tyrimai, atlikti su rūgčių granulėmis, parodė, kad šie augalai gali būti naudojami energiniams tikslams, nes jie, kaip žaliava kurui, pasižymi artimomis medienai savybėmis. Buvo ištirti ir nustatyti biokuroi svarbūs paruoštu granuliu kokybiniai rodikliai – tankis, drėgnis, elementinė sudėtis, peleningumas ir šilumingumas. Dramblyžolė ir sida buvo pasirinkti palyginimui kaip kontroliniai augalai.

## Išvados

1. Atlikus eksperimentinius tyrimus, nustatyta rūgties stiebų pjaustinio frakcinė sudėtis (didžiausias kiekis susidarė ant sieto su 8 mm skylutėmis – 55 % ir ant sieto su 3,15 mm skylutėmis – 31,6 %), drambliažolės pjaustinio frakcinė sudėtis (didžiausias kiekis susidarė ant sieto su 8 mm skylutėmis – 62,7 %) ir sidos pjaustinio frakcinė sudėtis (didžiausias kiekis ant ant 8 mm sieto – 61,6 %).

2. Ištyrus rūgties, drambliažolės bei sidos miltų frakcinę sudėtį nustatyta, kad didžiausia rūgties frakcijos dalis susidarė ant sieto su 0,25 mm skylutėmis – 45,4 %, ir dulkių pavidalu – 46,7 %, o drambliažolės didžiausia frakcijos dalis susidarė ant sieto su 0,63 mm skylutėmis – 46,4 % ir dulkių pavidalu – 31,0 %, o sidos – ant 0,5 mm sieto – 45,9 %.

3. Nustatytas rūgčių granuliu tankis buvo pakankamai didelis ir siekė  $1057,5 \pm 73,6 \text{ kg m}^{-3}$ , drambliažolės  $713,5 \pm 67,1 \text{ kg m}^{-3}$  bei sidos  $1072,3 \pm 43,4 \text{ kg m}^{-3}$ .

4. Rūgties granuliu drėgnis siekė  $22,0 \pm 1,2 \%$ , o drambliažolės –  $8,4 \%$  bei sidos –  $6,07 \%$ .

5. Rūgties granuliu peleningumas siekė  $4,28 \%$ , drambliažoliu –  $8,84 \%$ , sidos –  $6,07 \%$ , o šilumingumas buvo artimas kitų netradicinių žoliniu augalu šilumingumui ir rūgties siekė  $17,73 \text{ MJ kg}^{-1}$ , drambliažolės –  $17,84 \text{ MJ kg}^{-1}$  bei sidos –  $17,43 \text{ MJ kg}^{-1}$ .

6. Rūgčių granulės pasižymi medienos biokurui artimomis savybėmis ir gali būti naudojamos deginimui specialiuose katiluose.

## Literatūra

- Alakangas, E. 2000. *Properties of fuels used in Finland*. VTT: Espoo, 172–189.
- Burbulis, N.; Blinstrubienė, A.; Masienė, R.; Jankauskienė, Z.; Gruzdevienė, E. 2012. Genotypic and growth regulator effects on organogenesis from hypocotyl explants of fiber Max (*Linum usitatissimum* L.), *International Journal of Food, Agriculture & Environment* 10(I): 397–400.
- Cannell, M. R. 2003. Carbon sequestration and biomass energy offset: theoretical, potential and achievable capacities globally, in Europe and the UK, *Biomass and Bioenergy* 24: 97–116. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(02\)00103-4](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(02)00103-4)
- Dzenajavičienė, F.; Pedišius, N.; Škėma, R. 2011. *Darni bioenergetika*. Lietuvos Energetikos Institutas, Kaunas.
- Doom, I. 1994. Green energy: energy from biomass, *Energy Innovation* 14–16.
- Ivanova, T.; Kolarokova, M.; Havrland, B.; Passian, L. 2014. Mechanical durability of briguettes made of energy crops and wood residues, *Engineering for rural development*. 131 p.

Jakienė, E.; Liakas, V.; Klimas, E.; Bačkaitis, J. 2013. *Energetinių žoliniu ir sumedėjusių augalu auginimo technologijos*. Kaunas: Akademija. 108 p.

Rennergija. 2012. *Gluosniai biokurui: skaičiai ir faktai* [interaktyvus], [žiūrėta 2014 m. kovo 14 d.]. Prieiga per internetą: [renergija.lt/gluosniai/gluosniai-biokurui-skaiciai-ir-faktai](http://renergija.lt/gluosniai/gluosniai-biokurui-skaiciai-ir-faktai)

Malatak, J.; Passian, L. 2011. Heat emission analysis of small combustion equipments for biomass, *Research in Agricultural Engineering* 57(2): 37–50.

Zerno. 2011. *Mal'va energeticheskaya, ili Sida oboepolaya* (*Sida hermaphrodita* Rusby) [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. spalio 7 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.zerno-ua.com/?p=6147>

Nurmi, J. 1993. Heating values of whole-tree biomass in young forests in Finlandia, *Acta Forestalia Fennica* 236. Tampere, 27–30.

Strašil, S.; Kara, J. 2010. Study of knotweed (*Reynoutria*) as possible phytomass resource for energy and industrial utilization, *Research in Agricultural Engineering* 56(3): 85–91.

*Standartas BS EN 14918:2009*.

Šiaudinis, G.; Jasinskas, A.; Šarauskius, E.; Steponavičius, D.; Karčiauskienė, D.; Liaudanskienė, I. 2015. The assessment of Virginia mallow (*Sida hermaphrodita* Rusby) and cup plant (*Silphium perfoliatum* L.) productivity, physicochemical properties and energy expenses, *Energy* 93(part 1): 606–612. Oxford: Pergamon-Elsevier Science Ltd. ISSN 0360-5442.

## GIANT KNOTWEED (*REYNOUTRIA SACHALINENSIS*) USAGE IN ENERGETICS

D. Streikus, A. Jasinskas

### Summary

Giant knotweed (*Reynoutria sachalinensis*) was chosen as a promising energy plant because it is not soil demanding and belongs to the most effective crops in the Central Europe as regards the high biomass yield. Knotweeds are comparable with wooden briquettes and pellets because of their similar mechanical and thermal properties. Knotweeds are growing in the forest vicinities with approximately  $15 \text{ t ha}^{-1}$  yield productivity. Experimental research was carried out in the laboratories of Aleksandras Stulginskis University. Giant knotweed biomass was cut, chopped, milled and granulated with a small capacity granulator ( $250\text{--}350 \text{ kg h}^{-1}$ ). The technical means of plant preparation and usage for energy purposes were investigated. Plant chaff and mill fraction compositions were determined and the quality indicators of pellets produced were measured – moisture content, density, elemental composition, ash content and calorific value. Moisture content reached  $30.5 \pm 7.4 \%$ , pellet density stood at  $1057.5 \pm 73.6 \text{ kg m}^{-3}$ , ash content –  $4.3 \pm 0.01 \%$ , and calorific value varied from  $17.73 \text{ MJ kg}^{-1}$ .

**Keywords:** knotweed, miscanthus, Virginia mallow, pellets, density, elemental composition, ash content, calorific value.