

## **BIRIŪJŲ TRĄŠŲ GAVIMAS NAUDOJANT ĮVAIRIAS ORGANINĖS KILMĖS ATLIEKAS**

Dovilė Ragauskaitė<sup>1</sup>, Rasa Šlinkšienė<sup>2</sup>

*Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas, Fizikinės ir neorganinės chemijos katedra  
El. p. <sup>1</sup>dovile.ragauskaite@ktu.lt; <sup>2</sup>rasa.slinksiene@ktu.lt*

**Anotacija.** Tarptautinės kavos organizacijos duomenimis, 2020 m. pasaulyje buvo suvartota daugiau negu 10<sup>7</sup> kg kavos pupelių. Daugiausia kavos suvartojama Europoje. Pradinio kavos apdorojimo ir gėrimo ruošimo metu susidaro daug įvairių atliekų: kavos uogų minkštimas, sidabrinė odelė, kavos tirščiai. Šiose atliekose yra daug įvairių cheminių elementų, tačiau jos vis dar nėra maksimaliai naudojamos pramonėje antriniams produktams gauti. Šiame darbe ištirtos ir įvertintos kavos tirščių, susidarantių tiek viešojo maitinimo įstaigose, tiek buityje, naudojimo granuliuotų trąšų gamyboje galimybės. Mokslinių tyrimų metu gauti rezultatai rodo, jog kavos tirščiuose yra ne tik pagrindinių augalų maisto medžiagų: azoto, fosforo bei kalio, tačiau juose aptinkama ir antrinių (kalcio, magnio, sieros) ir mikroelementų pėdsakų. Šio tyrimo metu iš kavinių surinkti kavos tirščiai buvo granuliuojami laboratoriniu būgniniu granuliatoriumi-džiovykla, papildomai iš anksto jų neapdorojus, t. y. nedžiovinus. Tokiu būdu siekiama išvengti papildomų energinių sąnaudų ir supaprastinti sandėliavimo sąlygas. Granulėms gauti buvo naudojami įvairios drėkinamosios-rišamosios medžiagos (vanduo, ortofosforo rūgštis ir kt.). Įvertinant maisto medžiagų poreikį augaluose, granuliuotoms trąšoms keliamus reikalavimus ir vien tik kavos tirščių granuliuotumo rezultatus, buvo parinkti ir į granuliuoti ruošiamą žaliavų mišinį dedami kitų organinės kilmės medžiagų priedai. Tyrimo metu nustatytos gauto granuliuoto produkto fizikinės savybės: granulimetrinė mišinio sudėtis, piltinis tankis, drėgmės kiekis, prekinės frakcijos granuliuotumo stipris bei 10 % vandeninio tirpalo pH vertės.

**Reikšminiai žodžiai:** kavos tirščiai, grikių lukštų pelenai, biriosios trąšos, melasa, granuliuojimas.

### **Įvadas**

Tarptautinės kavos organizacijos duomenimis, 2019–2020 m. pasaulyje buvo suvartota daugiau negu 10 mlrd. kilogramų kavos, iš kurių daugiau negu trečdalis suvartojama Europoje (International Coffee Organization, 2021). Dėl intensyvaus jos vartojimo kavos pramonėje susidaro didžiulis kiekis atliekų, kurių didžioji dalis dažniausiai nėra tinkamai naudojama.

Ruošiant kavos gėrimą, sunaudotam 1 g maltos kavos tenka apie 0,91 g tirščių. Mokslininkai plačiai analizuoja kavos tirščių naudojimo galimybes įvairiose pramonės šakose: biodyzelino, bioetanolio gamyboje, maisto pramonėje (Blinová et al., 2017). Dėl didelio karingumo kavos tirščiai dažnai naudojami kaip kuras (Nosek et al., 2020). Taip pat jie gali būti naudojami kaip substratas grybams auginti (Leifa et al., 2001).

Labai nedaug mokslinių tyrimų atlikta analizuojant kavos tirščių naudojimą trąšų pramonėje, taip pat ir

jų taikymą bei poveikį augalams auginant juos pramoniniu būdu, o ne namuose. Atliktų tyrimų metu pastebėta, jog kavoje yra ne tik elementų, reikalingų augalams augti, bet ir aptinkama junginių, kurie augalams daro neigiamą poveikį (Gomes et al., 2013). Kavos tirščių, kaip ir paties kavos gėrimo, cheminė sudėtis priklauso nuo įvairiausių veiksnių, vienas pagrindinių – ekstrakcijos efektyvumas, kurį lemia kavos pupelių auginimo sąlygos, kokybė, apdorojimo būdas, skrudinimo režimas, sumalimo laipsnis, gėrimui ruošti naudojamo vandens kokybė, temperatūra, slėgis ir daugelis kitų (Blinová et al., 2017).

Augalams augti itin svarbi tirščiuose esanti kofeino, chlorogeninės rūgšties ir taninų koncentracija. Mokslininkų teigimu, būtent šie junginiai daro neigiamą įtaką mikroorganizmų veiklai ir kai kurių augalų rūšių augimui, todėl tiesioginis neapdorotų kavos tirščių įterpimas į dirvą gali turėti neigiamų padarinių. Nepaisant nepageidaujamo organinių junginių, esančių kavos tirščiuose, juose gausu

ir augalams augti reikalingų neorganinių elementų, todėl jie gali būti vertinga trąšų pramonės žaliava (Batish et al., 2008).

Kita organinės kilmės, nuolatos besikaupianti atliekinė žaliava yra biokuro pelenai, gaunami sudeginus įvairias augalines liekanas. Priklausomai nuo biokatinės konstrukcijos, deginamo augalo rūšies ir net augalo dalies, degimo metu susidarę produktai pasižymi skirtingomis fizikinėmis bei cheminėmis savybėmis ir tai nulemia jų kokybę bei tolesnį naudojimą. Deginant biokurą, dėl aukštos proceso temperatūros dujų pavidalu išsiskiria įvairių azoto oksidų ir augaluose esanti organinė anglis. Pelenuose yra daug kalcio, magnio, fosforo, aliuminio. Taip pat aptinkama ir geležies, cinko, nikelio, chromo, vario, boro ir sieros (Insam ir Knapp, 2011).

Šio darbo tikslas – ištirti ir įvertinti kavos tirščių (KT) ir grikių lukštų pelenų (GLP) naudojimo galimybes biriosioms trąšoms gaminti.

Kadangi granuliuoto produkto kokybę priklauso ne tik nuo granuliuojimo parametrų, bet ir nuo žaliavų, buvo išanalizuotos ir įvertintos kai kurios fizikinės bei cheminės KT ir GLP savybės. Tyrimo metu nustatytos optimalios granuliuojimo sąlygos (kavos ir pelenų santykis, drėgmės kiekis, drėkinimo-rišiklio prigimtis ir koncentracija). Laboratorinėmis sąlygomis buvo sugrąžintos trąšos ir ištirtos gauto granuliuoto produkto fizikinės savybės: granulimetrinė sudėtis, piltinis tankis, drėgmės kiekis, prekinės frakcijos granuliuotųjų stipris bei 10 % vandeninio tirpalo pH vertės.

## Metodika

Tyrimai atlikti 2020–2021 m. Trąšų technologijos laboratorijoje, esančioje KTU Cheminės technologijos fakultete. Šiame darbe naudoti kavos tirščiai buvo surinkti 2020–2021 m. Kauno mieste esančiose CAIF CAFE kavinėse. Kita tyrime naudota organinės kilmės medžiaga: grikių lukštų pelenai, buvo gauti iš įmonės UAB „Ekofrisa“. Granuliuojimo proceso metu drėkinamosiomis ir rišamosiomis medžiagomis buvo naudojamas vanduo, 85 % ortofosforo rūgštis (gamintojas UAB „Eurochemicals“) ir cukraus pramonės atlieka – melasa (gamintojas UAB „Lietuvos cukrus“). Kitos tyrimo metu naudotos cheminės medžiagos: kalio chloridas (gamintojas – UAB „Eurochemicals“, cheminis grynumas – min. 99,9 %).

Pradinių žaliavų, jų mišinio ir galutinio produkto drėgmės kiekis nustatytas naudojant elektroninį drėgmės analizatorių KERN MLS 50-3HA160N (Vokietija).

Naudojantis „HANNA instruments pH 211 microprocessor“ pH matuokliu (Jungtinės Amerikos Valstijos) buvo nustatytos tirpalų pH vertės. Dirvožemio pH vertės

matavimai buvo atlikti pagal LST ISO 10390:2005 (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2005) standartą, naudojant 1 mol/l koncentracijos kalio chlorido tirpalą. Suspensija ruošama dirvožemi užpilant kalio chlorido tirpalu santykiu 1:5 (tūrio dalimis). Laikoma ne mažiau negu 2 val., nuolatos maišant. Praėjus nurodytam laikui matuojama suspensijos pH vertė. Grikių lukštų pelenų pH vertei nustatyti buvo paruošti 2 %, 10 % ir 20 % koncentracijos vandeniniai tirpalai. Gauta suspensija filtruojama per 2–3 μm porų skersmens filtrą mėlyna juosta ir matuojama filtrato pH vertė. Granuliuoto produkto pH nustatyti buvo ruošiamas 10 % koncentracijos tirpalas distiliuotame vandenyje, o tolesnė pH vertės matavimo eiga yra analogiška kaip GLP.

Tiriant KT cheminę sudėtį pagal modifikuotą LST EN 13039:2012 (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2012) standartą, buvo nustatytas organinių medžiagų ir pelenų kiekis. Analizuojami bandiniai ir tiglio išdžiovinami, pasveriami ±0,001 g tikslumu ir deginami 900 °C temperatūroje, pagal masės nuostolį apskaičiuojama organinių medžiagų kiekis:

$$C_{org.} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0}, \% \quad (1)$$

čia  $m_1$  – išdžiovintos medžiagos ir tiglio masė, g;  $m_2$  – medžiagos ir tiglio masė po deginimo;  $m_0$  – tiglio masė, g.

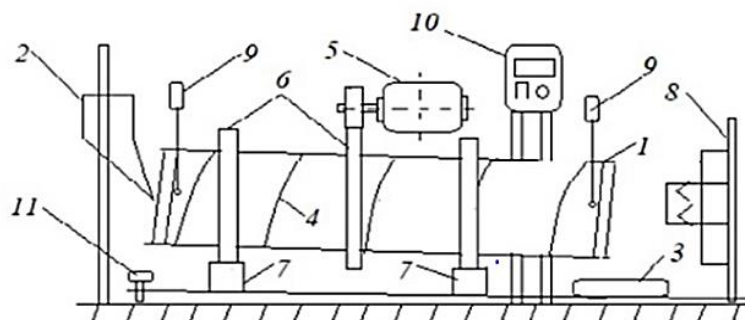
Kavos tirščių granuliuojimas su kitais organinės kilmės priedais buvo atliktas naudojant laboratorinį būgninį granuliuojimo-džiovyklą (BGD), kurio būgno posvyrio kampas 3°, sukimosi greitis – 20 aps./min. Principinė BGD schema pateikta 1 pav. Proceso metu buvo palaikoma 70–80 °C temperatūra (Paleckienė et al., 2012).

Piltinis granuliuoto produkto tankis nustatytas pagal LR standartą LST EN 1235:2002/A1:2005 (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2005). Pirmiausia elektroninėmis svarstyklėmis KERN EW/EG-(N) (Vokietija) ±0,001 g tikslumu pasveriamas tuščias graduotas matavimo cilindras, o paskui cilindras su granulėmis. Laisvai supiltų trąšų piltinis tankis (toliau – piltinis tankis) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\rho_{pilt.} = \frac{m_2 - m_1}{V}, \text{ kg/m}^3 \quad (2)$$

čia  $m_1$  – tuščio cilindro masė;  $m_2$  – cilindro su granulėmis masė;  $V$  – matavimo cilindro tūris.

Granulimetrinė sudėtis nustatyta naudojant skirtingo skersmens akučių sietų komplektą LST EN 1236:2002 (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2002). Kiekvienos frakcijos masei nustatyti naudotos



1 paveikslas. Principinė laboratorinio būgninio granuliatoriaus–džioviklos schema: 1 – granuliatoriaus būgnas; 2 – žaliavų tiekimo anga; 3 – produkto išbyrėjimo anga; 4 – mentelės; 5 – elektros variklis; 6 – krumpliaratis; 7 – atraminis ritinys; 8 – karšto oro tiekimas; 9 – termoporos; 10 – valdymo pultas; 11 – posvyrio kampo fiksatorius

KERN EW/EG-(N) svarstyklės. Frakcijos kiekis yra išreiškiamas procentais pagal formulę:

$$X_n = \frac{m_n}{M}, \% \quad (3)$$

čia  $m_n$  – atitinkamos frakcijos masė, g;  $M$  – bendra viso bandinio masė, g.

Statinis granuliu stipris išreiškiamas kaip jėga, reikalinga granulei sutraiškyti. Matavimams naudojama tik prekinė frakcija, sudaryta iš 2–3 mm ir 3–5 mm skersmens granuliu. Iš kiekvienos frakcijos atrenkama ne mažiau negu 20 panašios formos ir dydžio granuliu. Jėga, reikalinga granulei sutraiškyti, nustatyta naudojant IPG-2 (Rusija) prietaisą (Šlinkšienė ir Paleckienė, 2018).

Rezultatų patikimumui įvertinti apskaičiuotas standartinis nuokrypis naudojant „Microsoft Office“ programų paketo „Excel“ programos STDEV funkciją.

## Rezultatai ir jų analizė

Kavos tirščių fizikinės ir cheminės savybės buvo išanalizuotos ir aprašytos ankstesniuose mūsų tyrimuose (Ragauskaitė ir Šlinkšienė, 2020a). Tyrimų metu gauti rezultatai rodo, jog KT 10 % vandeninis tirpalas nepasižymi stipriomis rūgštinėmis savybėmis, nes pH vertė siekia 5,6.

Šiame darbe buvo ištirta KT priedo įtaka dirvožemio pH vertės kitimui. Į žemę buvo įterptas skirtingas tirščių kiekis: 10 %, 20 %, 30 %, 40 % ir 50 % nuo bendros mišinio masės. Mišiniai išlaikomi 20 dienų, nuolatos juos drėkinant vandeniu. Bandinių suspensijos pH vertės matuojamos po 10 bei 20 dienų, gauti rezultatai lyginami su kontroliniu bandiniu (1 lentelė). Po 10 dienų, suspensijos pH vertės vandenyje sumažėjo, lyginant su kontroliniu bandiniu. Iš rezultatų matyti, jog didėjant kavos tirščių kiekiui mišinyje, suspensija rūgštėja, ir mišinio, sudaryto iš

50 % kavos tirščių, pH vertė siekia 6,7. Matavimus atlikus kalio chlorido tirpale, matyti, jog suspensijų pH vertės yra šiek tiek mažesnės negu vandenyje, ir kinta intervale 6,1–6,9. Po 20 dienų gauti rezultatai beveik nepasikeitė, tiek matuojant vandenyje, tiek kalio chlorido tirpale. Gauti minimalūs skirtumai gali būti aiškinami prietaiso matavimo paklaida arba ne visiškai kokybiškai homogenizuotu žemių ir kavos tirščių mišiniu. Apibendrinant rezultatus, galima teigti, jog tirtomis sąlygomis kavos tirščiai kiek sumažino dirvožemio pH vertę.

Organinių medžiagų kiekis kavos tirščiuose buvo nustatytas sauso deginimo metodu, ir siekia 99,25 %, o mineralinė dalis (pelenai) sudaro 0,75 %.

Ankstesniuose mūsų tyrimuose buvo nustatytos ir kitų augalų maisto medžiagų (AMM) koncentracijos, gauti rezultatai leidžia teigti, jog AMM koncentracijos, esančios tirščiuose, yra nedidelės (Ragauskaitė ir Šlinkšienė, 2020a). Daugiausia aptinkama kalio, kurio koncentracija (perskaičiavus į  $K_2O$ ) siekia 2,17 %. Dėl nedidelių augalams reikalingų elementų koncentracijų KT nėra tikslinga naudoti kaip organinės kilmės trąšų be jokių papildomų priedų, todėl šiame darbe plačiau tirtos KT ir grikių lukštų pelenų naudojimo galimybės trąšoms gauti.

Remiantis skenuojančiosios elektroninės mikroskopijos duomenimis, grikių lukštų pelenuose yra 9–11 % kalcio, kuris lemia šarmines biomasės pelenų savybes (Ragauskaitė ir Šlinkšienė, 2020b). Kadangi pH vertė turi įtakos ne tik augalų augimui, bet ir visiems dirvožemyje vykstantiems procesams, buvo nustatytos įvairių koncentracijų GLP vandeninių tirpalų pH vertės (2 lentelė).

Iš gautų rezultatų matyti, jog pelenai pasižymi itin šarminėmis savybėmis, 10 % tirpalo pH vertė siekia 10,7. Didinant pelenų kiekį, ši vertė tolygiai didėja, t. y. tirpalas šarmėja.

1 lentelė. Dirvožemio ir kavos tirščių mišinio tirpalų pH vertės

Eksperimento trukmė	pH					pH <sub>KCl</sub>				
	Kontrolė									
	7,6					7,0				
	Kavos tirščių kiekis mišinyje (v/v, %)									
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
10 dienų	7,3	7,0	6,9	6,9	6,7	6,9	6,7	6,3	6,3	6,1
20 dienų	7,3	7,1	6,9	6,8	6,8	6,9	6,8	6,6	6,4	6,1

2 lentelė. Grikių lukštų pelenų vandeninių tirpalų pH vertės

Tirpalo koncentracija, %	Naudoto vandens temperatūra, °C	
	22	100
	pH	
2	10,5	10,5
10	10,6	10,7
20	10,7	10,8

Vertinant analizuoti naudoto vandens temperatūrą, matoma, jog ji neturi jokios įtakos vandeninio tirpalo pH vertei.

Ankstesnių tyrimų rezultatai leidžia daryti išvadą, jog kavos tirščiai nėra pakankamai plastiška, lengvai besigranuliuojanti medžiaga (Ragauskaitė ir Šlinkšienė, 2020a). Šio tyrimo metu žaliavų mišinys granuliuoti buvo ruošiamas iš grikių lukštų pelenų ir drėgnų kavos tirščių, taip išvengiant papildomų energinių sąnaudų KT džiovinti. Papildomai buvo naudojamos drėkinamosios ir rišamosios medžiagos: vanduo, ortofosforo rūgštis, melasa.

Pirmiausia kavos tirščius buvo bandoma sumaišyti su grikių lukštų pelenais santykiu 1:1 ir drėkinti naudoti 1 % ortofosforo rūgšties tirpalą vandenyje, tačiau granuliuojant metu granulės nesusiformavo ir pradinės žaliavos buvo išpučiamos iš granulatoriaus. Kita granuliuojant bandinių serija buvo paruošta išlaikant tą patį pradinių žaliavų santykį, tačiau kaip drėkinamoji ir rišamoji medžiaga buvo naudojamas 10 % melasos tirpalas vandenyje. Granulės susidarė, tačiau palietus iškart sutrupėjo. Tolesniems bandymams buvo naudojamas 20 % ir 40 % melasos tirpalas vandenyje, tačiau gautas rezultatas buvo analogiškas kaip ir naudojant 10 % melasos tirpalo koncentraciją. Galima daryti išvadą, jog pradinių žaliavų mišinys yra per mažai plastiškas, jame veikiančios adhezijos ir kohezijos jėgos yra per silpnos granulėms susiformuoti.

Kitiems bandiniams buvo naudojamas KT:GLP = 2:3 santykis, o melasos tirpalo vandenyje koncentracija –



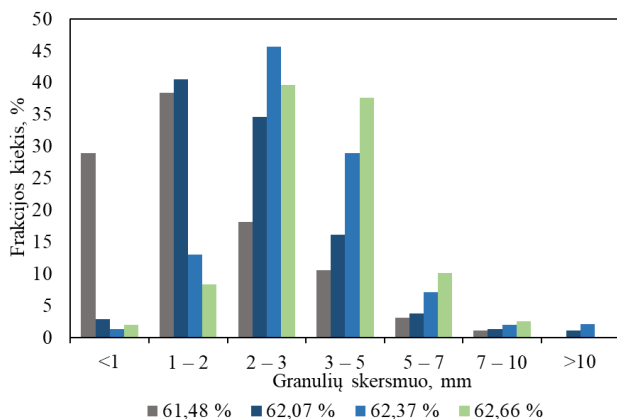
2 paveikslas. Granuluotas produktas, gautas granuliuojant santykiu KT:GLP = 2:3 ir drėkinti naudojant 40 % melasos tirpalą vandenyje

40 %. Naudojant tokį pradinių žaliavų santykį granulės susiformavo (2 pav.), tačiau jų stipris buvo mažesnis negu prietaiso nustatymo riba (5 N/granulei).

Kadangi gautas produktas neatitiko trąšoms keliamų reikalavimų, buvo įvertinta tik 10 % tirpalo pH vertė, kuri siekė 10,6, o kitos fizikinės savybės nebuvo nustatytos.

Toliau tyrimai buvo tęsiami keičiant pradinių žaliavų santykį, taip pat drėkiklio-rišiklio koncentraciją ir cheminę sudėtį. Buvo nustatyta, jog tinkamiausiomis fizikinėmis savybėmis pasižymi produktas, gautas naudojant KT:GLP = 1:4 bei 40 % melasos tirpalą 21 % ortofosforo rūgšties tirpale. Granuliuoti naudotų surinktų KT drėgmė – 51 %, o pradinė žaliavų mišinio drėgmė prieš granuliuojimą – 11,8 %. Granulimetrinė gauto produkto sudėtis pateikta 3 pav.

Analizuojant gautus rezultatus, matyti, jog maksimalus prekinės frakcijos, kuri yra sudaryta iš 2–3 mm ir 3–5 mm dydžio granulių, kiekis susidaro, kai bendra granuliuoti naudojamo mišinio drėgmė su drėkikliu sudaro 62,66 %. Gautame produkte prekinės frakcijos kiekis siekia 77 % ir joje tolygiai pasiskirsčiusios 2–3 mm ir 3–5 mm skersmens dydžio dalelės (~38 % kiekvienos frakcijos). Šiek tiek mažesnis prekinės frakcijos kiekis (74,50 %) susidarė naudojant mišinį su 62,37 % drėgmės kiekiu.



3 paveikslas. Granulimetrinė sudėtis produkto, gauto granuluojant santykiu KT:GLP = 1:4 ir drėkinimui naudojant 40 % melasos tirpalą 21 % fosforo rūgštyje

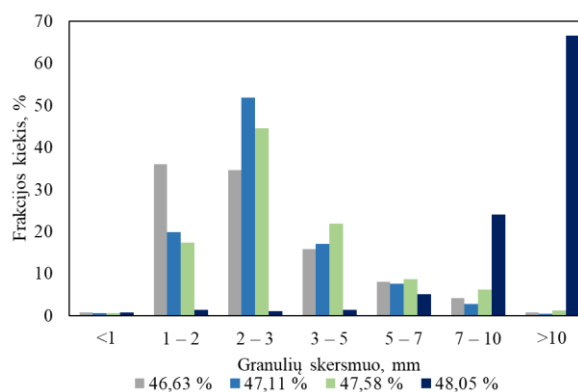
Fizikinės gauto granuluoto produkto savybės pateikiamos 3 lentelėje. Analizuojant gautus rezultatus matyti, kad išdžiovinto iki pastovios masės produkto drėgmė svyruoja 3,21–3,96 % intervale, gautų granuliuotų piltinis tankis – nuo 433,8 kg/m<sup>3</sup> iki 514,0 kg/m<sup>3</sup>. Lyginant 10 % vandeninių tirpalų pH vertes, matyti, kad jos praktiškai vienodos ir panašios kaip ir granuluojant mišinį, kuriame KT ir GLP santykis 2:3. Nepaisant didesnio pelenų kiekio, naudoto pradiname žaliavų mišinyje, panašios pH vertės gaunamos dėl to, jog žaliavų mišinyje esantys pelenai yra neutralizuojami H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Susidariusių 2–5 mm dydžio granuliuotų stipris kinta 6,96–10,20 N/granulei.

3 lentelė. Fizikinės savybės granuluoto produkto, gauto esant santykiui KT:GLP = 1:4 ir drėkinimui naudojant 40 % melasos tirpalą 21 % fosforo rūgštyje

Žaliavų mišinio drėgmė, %	Granuluoto produkto fizikinės savybės				
	Drėgmė, %	Piltinis tankis, kg/m <sup>3</sup>	10 % tirpalo pH	Stipris, N/granulei	
				2–3 mm	3–5 mm
61,48	3,96	433,8	10,6	8,04±1,9	10,20±2,1
62,07	3,21	494,1	10,6	7,19±1,7	7,42±1,3
62,37	3,52	492,4	10,6	6,96±1,6	7,10±2,1
62,66	3,86	514,0	10,7	8,87±2,4	9,17±2,3

Granuliavimo metu susidaro dideli kiekiai <2 mm ir >5 mm frakcijų, kurios bendrai yra vadinamos returu. Išdžiovintus granules iki pastovios masės, atskyrus prekinę frakciją, likusios netinkamo dydžio dalelės buvo surenkamos, susmulkinamos iki mažesnio negu 1 mm skersmens dalelių ir naudojamos tolesniuose tyrimuose, kaip returas.

Buvo paruošti žaliavų mišiniai, kuriuose returo kiekis sudarė 20 % nuo bendros pradinio žaliavų mišinio masės. Pradinių medžiagų santykis ir drėkiklis buvo toks pat. Buvo nustatyta, kad granuluoti naudojant 20 % returo, vandeninių tirpalų pH vertės kito 10,4–10,5, o gautų granuliuotų stipris siekė 10,78±2,9 N/granulei. Į pradinį mišinį įterpus dar didesnį returo kiekį – 40 %, susidariusių granuliuotų stipris (11,47±1,6 N/granulei) ir 10 % vandeninio tirpalo pH vertė – 10,4. Šio vertės išliko panašios kaip ir produktui granuluoti naudojant 20 % returo žaliavų mišinyje. Tęsiant tyrimus, į pradinį žaliavų mišinį buvo įdėta 60 % returo. Gauta granulimetrinė sudėtis pateikta 4 pav. Kaip matyti iš pateiktų rezultatų, maksimalus prekinės frakcijos kiekis (69 %) gautas granuluojant žaliavų mišinį, kuriame drėgmės kiekis yra lygus 47,11 %. Šiomis sąlygomis prekinėje frakcijoje vyrauja 2–3 mm skersmens granulės.



4 paveikslas. Granulimetrinė sudėtis produkto, gauto granuluojant santykiu KT:GLP = 1:4 su 60 % returo ir drėkinti naudojant 40 % melasos tirpalą 21 % fosforo rūgštyje

Granuluojant tokios pradinės sudėties žaliavų mišinį, beveik nesudarė smulčiausios (<1 mm dydžio) frakcijos. Vizualiai vertinant gautas granules (5 pav.), matyti, jog jos yra sferinės formos ir lygaus paviršiaus.



5 paveikslas. Granuluotas produktas, gautas granuluojant santykiu KT:GLP = 1:4 su 60 % returo ir drėkinti naudojant 40 % melasos tirpalą 21 % fosforo rūgštyje



Vertinant fizikinių savybių pokytį (4 lentelė) nustatyta, jog granuliuojant mišinį su 60 % returo kiekiu, granuliuojant stipris iš esmės nepakito, lyginant su anksčiau gautais rezultatais. Tačiau gautas produktas pasižymi silpnėmis šarminėmis savybėmis, gauto vandeninio 10 % tirpalo pH vertės kinta 8,1–8,6 intervale. Didžiausias piltinis prekinės frakcijos granuliuojant tankis siekia 555,2 kg/m<sup>3</sup>.

4 lentelė. Fizikinės savybės produkto, gauto granuliuojant santykiu KT:GLP = 1:4 su 60 % returo ir drėkinti naudojant 40 % melasos tirpalą 21 % fosforo rūgštyje

Žaliavų mišinio drėgmė, %	Granuliuoto produkto fizikinės savybės				
	Drėgmė, %	Piltinis tankis, kg/m <sup>3</sup>	10 % tirpalo pH	Stipris, N/granulei	
				2–3 mm	3–5 mm
46,63	4,43	555,2	8,6	10,19±2,9	10,73±2,1
47,11	4,52	524,4	8,3	10,11±2,6	9,02±1,9
47,58	4,59	544,8	8,1	10,05±2,2	10,44±2,1
48,05	4,81	–	–	–	–

Apibendrinant gautus rezultatus galima daryti išvadą, jog papildomas į mišinį įvedamo returo kiekis ne tik sumažina susidariusių nepageidaujamo dydžio granuliuojant, taip užtikrinant sąlygas vykdyti beatliekį, uždarą technologinį procesą, bet ir pagerina produkto fizikines savybes. Gautos granulės pasižymi didesniu stipriu, piltiniu tankiu, taip pat mažesne pH verte. Be to, pradiniam mišiniui gauti naudojamo returo kiekis turi įtakos ir drėkikliu-rišiklio kiekiui, t. y. didinant returo kiekį, reikalingas drėkikliu-rišiklio kiekis tolygiai mažėja, o tai mažina žaliavų poreikį, trumpina produkto džiovimo trukmę, mažina energijos sąnaudas ir pigina produkciją.

## Išvados

- Analizuojant kavos tirščių įtaką dirvožemio pH vertei, nustatyta, kad įterpiant į dirvožemį KT, pH vertė nežymiai sumažėja.
- Organinių medžiagų kiekis kavos tirščiuose siekia 99,25 %.
- Nustatyta, jog optimaliausi granuliuojant parametrai yra: KT:GLP santykis 1:4; 60 % returo, papildomam sauso žaliavų mišinio drėkinimui naudojama 36,83 % (skaičiuojant nuo bendros sausojo mišinio masės) 40 % melasos tirpalo 21 % fosforo rūgštyje.
- Optimaliomis granuliuojant sąlygomis gauto produkto fizikinės savybės: granuliuojant stipris –

10,11±2,6 N/granulei; 10 % tirpalo pH vertė lygi 8,3; piltinis tankis 524,4 kg/m<sup>3</sup>; drėgmės kiekis išdžiovintame produkte – 4,52 %.

## Padėka

Iš dalies šiuos tyrimus finansavo Lietuvos mokslo taryba (LMTLT), sutarties Nr. 09.3.3-LMT-K-712-22-0055.

## Literatūra

- Batish, D. R., Singh, H. P., Kaur, M., Kohli, R. K., & Yadav, S. S. (2008). Caffeine affects adventitious rooting and causes biochemical changes in the hypocotyl cuttings of mung bean (*Phaseolus aureus* Roxb.). *Acta Physiologiae Plantarum*, 30(3), 401–405. <https://doi.org/10.1007/s11738-007-0132-4>
- Blinová, L., Sirotiak, M., Bartošová, A., & Soldán, M. (2017). Review: Utilization of waste from coffee production. *Research Papers*, Faculty of Materials Science and Technology, Slovak University of Technology, 25(40), 91–101. <https://doi.org/10.1515/rput-2017-0011>
- Gomes, T., Pereira, J. A., Ramalhosa, E., Casal, S., & Baptista, P. (2013). Effect of fresh and composted spent coffee grounds on lettuce growth, photosynthetic pigments and mineral composition. In *VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas*, Madrid. SECH e SEAgIng. <http://hdl.handle.net/10198/8719>
- Insam, H., & Knapp, B. A. (Eds) (2011). *Recycling of biomass ashes*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-19354-5>
- International Coffee Organization. (2021). <http://www.ico.org/prices/po-production.pdf>
- Leifa, F., Pandey, A., & Soccol, C. R. (2001). Production of *Flammulina velutipes* on coffee husk and coffee spent-ground. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44(2), 205–212. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132001000200015>
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2002). Kietosios trąšos. *Trąšų granuliuojant sudėties nustatymas sijojant* (LST EN 1236:2002).
- Lietuvos Standartizacijos departamentas. (2005). *Dirvožemio kokybė. pH nustatymas* (tapatus ISO 10390:2005) (LST ISO 10390:2005).
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2005). *Trąšos. Laisvai supiltų trąšų piltinio tankio nustatymas* (LST EN 1235:2002/A1:2005).
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2012). *Dirvožemio gerinimo medžiagos ir auginimo terpės. Organinių medžiagų ir pelenų kiekio nustatymas* (LST EN 13039:2012).
- Nosek, R., Tun, M., & Juchelková, D. (2020). Energy utilization of spent coffee grounds in the form of pellets. *Energies*, 13(5), 1235. <https://doi.org/10.3390/en13051235>
- Paleckienė, R., Sviklas, A., Šlinkšienė, R., & Štreimikis, V. (2012). Processing of rape straw ash into compound fertilizers using sugar factory waste. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(4), 993–999. [https://www.researchgate.net/publication/288242162\\_Processing\\_of\\_Rape\\_Straw\\_Ash\\_into\\_Compound\\_Fertilizers\\_Using\\_Sugar\\_Factory\\_Waste](https://www.researchgate.net/publication/288242162_Processing_of_Rape_Straw_Ash_into_Compound_Fertilizers_Using_Sugar_Factory_Waste)

Ragauskaitė, D. ir Šlinkšienė, R. (2020a). Kavos tirščių panaudojimo organinėms trąšoms gaminti galimybės. *Žemės ūkio mokslai*, 27(2), 141–148.

<https://doi.org/10.6001/zemesukiomokslai.v27i2.4336>

Ragauskaitė, D., & Šlinkšienė, R. (2020b). Fly ashes physical properties and chemical composition. In *22<sup>nd</sup> International Conference – School “Advanced Materials and Technologies 2020”*. Palanga, Lithuania.

Šlinkšienė, R. ir Paleckienė, R. (2018). *Trąšos. Gavimas ir analizė*. Technologija.

<https://doi.org/10.5755/e01.9786090214701>

## PRODUCTION OF GRANULAR FERTILIZERS FROM ORGANIC WASTE

D. Ragauskaitė, R. Šlinkšienė

### Summary

According to the International Coffee Organization 10<sup>7</sup> kilograms of coffee beans have been consumed during 2020 and most of it in Europe. During the initial coffee harvesting and coffee beverage preparation lots of by-products are being obtained, such as: pulp, silverskin, husks, spent coffee grounds. Considering the concentration of chemical elements in coffee waste, these by-products are not being used properly in development of new products or materials. In this thesis, possibilities of making granular fertilizers made of spent coffee grounds, were analysed and evaluated.

Coffee ground were collected from coffee shops located in Kaunas and without any further processing (drying stage) were granulated with laboratory granulator-drier. The results showed that the granules made of coffee grounds did not meet the requirements for granular fertilizers. To improve the chemical composition and physical properties of the granules other organic substances were added.

**Keywords:** coffee grounds, buckwheat husks, granulation, molasses.