

- (11) Patento numeris: **6701** (51) Int. Cl. (2020.01): **C10L 5/00**
C05F 3/00
- (21) Paraiškos numeris: **2019 024**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2019-05-09**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2019-11-11**
- (45) Patento paskelbimo data: **2020-02-10**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —
- (30) Prioritetas: —
- (72) Išradėjas:
Kęstutis ROMANECKAS, LT
Algirdas JASINSKAS, LT
Egidijus ŠARAUSKIS, LT
Aleksandra MINAJEVA, LT
- (73) Patento savininkas:
Vytauto Didžiojo universitetas, K. Donelaičio g. 58, LT-44248 Kaunas, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
—

(54) Pavadinimas:
Pupų atliekų biokuro granulės ir (arba) sorbentas, traša

(57) Referatas:

Išradimas priklauso bioenergetikos sričiai, sprendžiančiai pupų derliaus atliekų panaudojimo biokuro gamybai problemas, nes iš 100 proc. pupų derliaus doravimo atliekų pagaminamos granulės, atitinkančios kokybės ir aplinkosaugos standartus ir yra tinkamos naudoti biokuro. Pupų atliekos derliaus nuėmimo metu dažniausiai yra pakankamai sausas ir granuliuojamumui jų priverstinai džiovinti nebūtina, todėl gamybos procesas yra rentabilus ir ekologiškas. Pašalinus iš laukų pupų antžeminės dalies atliekas, priešingai nei javų šiaudus, dirvožemio derlingumas nesumažėja, o išlieka stabilus. Pupų biokuro granuliuojamumo tankis yra didesnis nei pagamintų iš žolės, šiaudų ar medienos atliekų, todėl yra patogesnis ir pigesnis jų transportavimas. Be to, pupų atliekų biokuro granulės yra atsparios gniuždymui, todėl fasuojant ir transportuojant mažiau sutrupa. Deginant pupų atliekų granulės užtikrinamas kokybiškas ir efektyvus procesas, o nustatytos kenksmingų teršalų (anglies dioksido ir monoksido, azoto oksidų, nesudegusių angliavandenių ir sieros dioksido) emisijos neviršija leistinų normų, todėl jų vartojimas leistinas mažo galios (iki 100 kW) šildymo katiluose. Išradimas taip pat priklauso ir žemės ūkio sričiai, sprendžiančiai mėšlo ir srutų dispozicijos bei dirvožemio derlingumo atstatymo problemas, nes pupų atliekų granulės efektyviai absorbuoja drėgmę, o prisotintos skystų gyvūnų fekalijų ir šlapimo, jos yra puiki organinė traša, nes pačiose granulėse yra iki 3 - 4 kartų daugiau pagrindinių makroelementų (N, P, K, Ca, Mg) nei šiauduose ir pjuvenose.

Sritis, kuriai skiriamas išradimas

Išradimas susijęs su kuru, gaminamu iš pupų derliaus atliekų ir / arba sorbentu, trąša, presuojant jas į granules. Išradimas priklauso bioenergetikos sričiai, sprendžiančiai pupų derliaus atliekų panaudojimo biokuro gamybai problemas. Taip pat žemės ūkio sričiai, sprendžiančiai drėgmės gyvulių fermose sorbavimo ir dirvožemio derlingumo atstatymo problemas.

Technikos lygis

Atsinaujinančių energijos išteklių vartojimas kasmet auga. Europos Sąjungoje vieną didžiausių šios energetikos potencialą turi biokuras. Lietuvoje apie 97 proc. pagaminamo biokuro žaliavos sudaro medienos atliekos ir šiaudai. Pupų derliaus atliekos iki šiol nebuvo naudotos biokuro gamybai, nes jų auginimo plotai buvo per maži, o išauginama antžeminės dalies biomasė buvo nedidelė. Pastaraisiais metais išaugus pupų pasėlių plotams ir pradėjus auginti aukštaūges (iki 150 cm aukščio) lauko pupų (*Vicia faba* L.) veisles, išauginančias didelę antžeminės dalies biomasę, pupų derliaus atliekas tapo tikslinga panaudoti biokuro gamybai. Tačiau pupų auginimo ir granuliuoto biokuro gamybos būdas iš pupų atliekų iki šiol nebuvo žinomas, nes skiriasi nuo medienos ar šiaudų granuliuavimo. Netirtos ir granuliuojamos iš 100 proc. pupų atliekų savybės.

Išradimo esmė

Išradimo uždavinys – iš pupų derliaus dorojimo atliekų (antžeminė augalo dalis: stiebas, lapai, iškultos ankštys) pagaminti granules, atitinkančias kokybės ir aplinkosaugos standartus ir tinkančias naudoti biokuroi.

Vidutiniškai prikulama apie 4,2 – 4,5 t/ha pupų sėklų, lauke lieka 5,4 – 5,5 t/ha atliekų-kūlenų (sausomis medžiagomis). Pupų sėklų ir antžeminės dalies atliekų santykis yra apie 1:1,4. Nors pupų atliekų esti mažiau nei, pvz., kukurūzų (bet daugiau nei javų šiaudų), tačiau, naudojant kukurūzų atliekas biokuro gamybai, alinamas dirvožemis, kurio derlingumo palaikymui/atstatymui reikia daug investicijų. Yrant pupų šaknims, dirvožemis pakankamai papildomas mitybos elementais ir, pašalinus antžeminės dalies atliekas, jo derlingumas vis tiek išlieka stabilus. Nepalankiais pupų auginimui metais (perteklinė/nepakankama drėgmė) ar pasėlyje išplitus piktžolėms ir kitiems žaladariams, dažnai gaunamas nerentabilus pupų sėklų derlius, tačiau bendroji biomasė išlieka panaši. Visą tokio pasėlio antžeminės dalies

biomasę kartu su piktžolėmis (vidutiniškai apie 1 t/ha sausosios biomasės) ir pupų sėklomis tikslinga panaudoti biokuro gamybai. Tokia biomasė priverstinai džiovinama.

Išradimo patente LT4773B aprašomas kuro gaminimo iš augalinių atliekų būdas, kai suformuojami kuro gabalai, jie supjaustomi ir džiovinami. Pupų sėklų derliaus nuėmimo metu antžeminės dalies liekanos (biomasė) dažniausiai yra pakankamai sausos (10 - 12 proc. drėgnio) ir granuliavimui jų priverstinai džiovinti nebūtina. Tai didelis privalumas, nes džiovinant pjuvenas ar skiedras reikia iki 400 kWh/t energijos.

Būgniniu smulkintuvu susmulkintų pupų liekanų frakcija granuliavimui yra per stambi, ją reikia dar labiau susmulkinti iki miltų frakcijos. Sumalus turi vyrauti ne stambesnė kaip 1,0 mm frakcija. Granulių fizikinės savybės pateiktos 1 lentelėje. Granuliuoto pupų biokuro granulių piltnis tankis yra apie 700 kg/m³ ir 30 – 50 kg/m³ didesnis nei pagamintų iš žolės, šiaudų ar medienos atliekų, todėl yra patogesnis ir pigesnis jų transportavimas. Be to, pupų liekanų biokuro granulės yra atsparios gniuždymui, todėl fasuojant ir transportuojant mažiau sutrupa.

Pupų granulės, pagamintos iš giliai (22 - 25 cm gyliu) artoje dirvoje augusių pupų atliekų yra pačios kokybiškiausios, tačiau nedaug prastesnės esti pagamintos iš giliai (23 - 25 cm gyliu) purentoje dirvoje augusių pupų atliekų. Jų peleningumas yra vienas mažiausių, o apatinis šilumingumas – vienas didžiausių. Mažinant rudeninio žemės dirbimo gilumą 2 ar daugiau kartų, gaunamos prastesnės kokybės granulės.

Artima pagal turinį yra išradimo paraiška CZ PV 2002-0885, kurioje aprašytas kuras, supresuotas į granules iš kanapių pluošto, tačiau kanapės alina dirvožemius, o pupos – juos praturtina makroelementais, todėl mūsų pateiktas sprendimas yra ekologiškesnis.

Iš aprašytu būdu pagamintų 100 proc. pupų atliekų biokuro granulių sauso kuro apatinis šilumingumas prilygsta pagamintų iš kanapių ir yra didesnis už vasarinių javų šiaudų, drambliažolės, pievų žolės, tačiau šiek tiek mažesnis nei iš žieminių kviečių šiaudų, medienos ar nendrių. Pupų atliekų granulių peleningumas yra nedidelis ir atitinka aukščiausius A klasės reikalavimus žolinės augalijos žaliavai (2 lentelė).

Deginant pupų atliekų granules užtikrinamas kokybiškas ir efektyvus

procesas, o nustatytos kenksmingų teršalų emisijos – anglies dioksido CO₂, anglies monoksido CO, azoto oksidų NO_x, nesudegusių angliavandenių C_xH_y ir sieros dioksido SO₂ – neviršija leistinų normų, nors jose yra iki 3 – 4 kartų daugiau azoto, nei javų šiaudų granulėse (3 lentelė). Pupų atliekų granulių naudojimas leistinas mažo galingumo šildymo katiluose.

Artimas pagal tematiką yra išradimo patentas LT5459B, kuriame aprašomas granuliuoto kuro ir/ar pašarų gaminimo būdas iš augalinių-gyvulinių atliekų, kuris, parinkus sudėtį, tinka ir gyvulių šėrimui. Pagal savo cheminę sudėtį 100 proc. pupų atliekų granulės nėra tinkamos gyvulių pašarui, tačiau gali būti naudojamos kaip sorbentas (sumažinti santykinį oro drėgnumą) ir kraikas. Pupų atliekų granulės iš aplinkos gali absorbuoti (higroskopiškumas) apie 8,5 proc. drėgmės, o tiesioginio sąlyčio metu sugerti 310 proc. skysčių nuo savo masės (4 lentelė). Medienos atliekų granulių higroskopiškumas yra mažesnis nei pupų, tačiau vandens imlumas yra didesnis ir spartesnis, todėl gyvūnų kraikui šias granules vertėtų maišyti. Durpių vandens imlumas (vandentalpa) yra iki 410 proc., tačiau jų, kaip kuro, neigiama ypatybė yra ta, kad durpių granulės yra neatsparios gniuždymui, o sudeginus jas lieka net 8 – 15 proc. pelenų.

Prisotintos skystų gyvūnų fekalijų ir šlapimo, jos yra puiki organinė trąša, savo verte gerokai pralenkianti mėšlą su javų šiaudų kraiku, nes pačiose granulėse yra iki 3 – 4 kartų daugiau pagrindinių makroelementų (N, P, K, Ca, Mg) nei šiauduose ir pjuvenose (5 lentelė).

Tyrimų rezultatai

Žaliava pupų granulių gamybai išauginta Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Bandymų stotyje, pupų atliekų granulių fizikinės savybės nustatytos VDU ŽŪA laboratorijose; elementinė sudėtis – Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Agrocheminių tyrimų laboratorijoje; šilumingumas, peleningumas ir dujų emisijos deginant – Lietuvos energetikos instituto laboratorijose.

1 lentelė. Iš skirtingų augalinių žaliavų pagamintų biokuro granulių fizikinės savybės.

Žaliava	Granulės tankis, kg/m ³ s.m.	Piltinis tankis, kg/m ³	Didžiausia gniuždymo jėga, N/mm ²
Pupų atliekos	1435,89	700,3	20,74
Javų šiaudai	1000–1100	680,0	12,89
Spygliuočių medienos pjuvenos	1000–1400	650,0	15,35
Drambliažolė	654	nd	nd
Nendriniai dryžučiai	1035	nd	nd

Pastaba: nd – nėra duomenų.

2 lentelė. Iš skirtingų augalinių žaliavų pagamintų biokuro granulių šilumingumas ir peleningumas jas deginant.

Žaliava	Drėgnis, proc.	Peleningumas, proc.	Sausosios masės apatinis šilumingumas, MJ/kg	Drėgnosios masės apatinis šilumingumas, MJ/kg
Pupų atliekos	9	3,93	17,0	15,3
Javų šiaudai	7–14	6-8	16,7–17,8	12,9–13,8
Spygliuočių medienos pjuvenos	<12	<1,50	17,2–19,5	>16,9
Drambliažolė	8,4	8,84	17,8	16,2
Pievų žolė (šunažolė)	10,0	7,65	17,7	15,7
Nendriniai dryžučiai	6,7	8,0	17,4	16,1

Pastaba: pagrindiniai reikalavimai biokuro žaliavai yra šilumingumas (A klasė $\geq 14,1$ MJ/kg; B klasė $\geq 13,2$ MJ/kg) ir peleningumas (A ≤ 5 proc.; B ≤ 10 proc.).

3 lentelė. Kenksmingų emisijų tyrimo rezultatai deginant granules, pagamintas iš įvairių augalinių žaliavų.

Žaliava	CO ₂ proc.	O ₂ proc.	CO ppm	NO _x pm	C _x H _y ppm	SO ₂ , ppm
Pupų atliekos	4,1	15,2	1072	151	56	2,0
Javų šiaudai	1,0	nd	850	60	nd	0,11
Spygliuočių medienos pjuvenos	4,9	14,8	360	46	34	0,01
Drambliažolė	5,2	38,6	2295	216	61	0,11
Pievų žolė (šunažolė)	6,0	39,8	1035	205	49	0,21
Nendriniai dryžučiai	7,4	30,4	905	176	56	0,19

4 lentelė. Pupų atliekų granulių sorbcinių savybių palyginimas su medienos atliekų granulėmis ir nepresuotomis aukštapelkių durpėmis.

Absorbcinė medžiaga	Vandens imlumas (vandentalpa) proc.	Higroskopiškumas proc.
Pupų atliekų granulės	310	8,5
Medienos atliekų granulės	390–400	8,2
Aukštapelkių durpės	420	16,0

5 lentelė. Iš skirtingų augalinių žaliavų pagamintų biokuro granulių elementinė sudėtis (proc.).

Žaliava	N	P	K	Ca	Mg	S	C
Pupų atliekos	1,27	0,38	2,92	1,05	0,27	<0,01	46,22
Javų šiaudai	0,34–0,50	0,07–0,18	0,52–1,12	0,21–0,33	0,05–0,07	<0,05	45–48
Spygliuočių medienos pjuvenos	0,5–2,3	0,02–0,03	0,26–0,46	nd	nd	0,05	48–50

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Iš pupų liekanų gaminamas kuras, supresuotas į granules, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad gamybai naudojamos tik pupų augalinės liekanos, susidarančios sėklų derliaus nuėmimo metu.

2. Kuras pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad jį galima naudoti mažo galingumo šildymo katiluose ir/arba gyvulių fermose kaip sorbentą (kraiką) ir organinę trąšą.