

BIOSKAIDŽIŲ ATLIEKŲ KOMPOSTAVIMO IR TINKAMUMO DIRVOŽEMIUI PRATURTINTI VERTINIMAS

Ieva ŠVALKŪNIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas:
ieva.svalkuniene@gmail.com

Jūratė ALEINIKOVIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas:
jurate.aleinikoviene@vdu.lt

Santrauka

Namų ūkio sektoriuje sukauptos bioskaidžios atliekos gali būti kompostuojamos, o galutinis produktas – kompostas, naudojamas kaip stabili dirvožemio gerinimo medžiaga, kuri teikia aplinkosaugos ir ekonominę naudą. Bioskaidžių atliekų kiekybinis ir kokybinis tyrimas vykdytas 2024–2025 m. namų sąlygomis keturių asmenų šeimoje, esant nusistovėjusiems maisto vartojimo ir ruošos įpročiams ir taikant paprastą bioskaidžių atliekų kompostavimo metodą. Bioskaidžios atliekos buvo kompostuojamos su *Eisenia fetida* rūšies sliekais aerobinėmis sąlygomis iki 4 mėn. Nustatyta, kad tinkamų vermikompostavimui bioskaidžių atliekų kiekis namų ūkyje vienoje šeimoje gali siekti vidutiniškai iki 1,5 kg per mėnesį. Bioskaidžių atliekų pH_{KCl} gali būti vidutiniškai apie 5,3, C/N santykis kinta nuo 16,4 iki 21,4, o N/S santykis kiek didesnis (nuo 20,9 iki 24,2). Susidariusio vermikomposto pH_{KCl} pakito vidutiniškai iki 6,3. Pakito ir C/N (10,8–12,6), bet reikšmingai sumažėjo N/P santykis (vidutiniškai iki 4,4). Tuo tarpu sėjamosios pipirnės biologiniai rodikliai priklausė nuo vermikomposto ir dirvožemio santykio substrato mišinyje.

Reikšminiai žodžiai: bioskaidžios atliekos, kompostavimas, vermikompostas, cheminės savybės, biotestas.

Įvadas

Auganti žmonių populiacija visame pasaulyje kelia iššūkius, susijusius su maisto poreikio didėjimu ir susidarančių maisto atliekų kiekiu namų ūkiuose. Pagal oficialius tarptautinius duomenis (UNEP Food Waste Index Report 2024), pasaulyje per 2022 m. susidarė apie 1,05 milijardo tonų maisto atliekų. Šie skaičiai parodo globalią problemą ir potencialią naudą biologinių atliekų perdirbimui. Namų ūkio sektoriuje sukauptos bioskaidžios atliekos gali būti kompostuojamos, o galutinis produktas – kompostas, naudojamas kaip stabili dirvožemio gerinimo medžiaga, kuri teikia aplinkosaugos ir ekonominę naudą (Calabi-Floody et al., 2018). Todėl daug atliekų sąvartynuose gali būti sumažinta pasitelkiant kompostavimą ir sukuriant produktą, tinkantį ne tik namų, bet ir žemės ūkiui.

Dirvožemio gerinimo priemonė – kompostas / vermikompostas – organinė trąša, kurioje yra maistinių ir huminių medžiagų, fitohormonų, augimo reguliatorių ir naudingų mikroorganizmų (Palansooriya et al., 2023). Maistinių medžiagų ir mikroelementų kiekis priklauso nuo naudojamų žaliavų proceso metu, kuo jos įvairesnės, tuo platesnis elementų spektras (Walia, Kaur, 2024). Dėl šių sudedamųjų dalių vermikompostas palaiko dirvožemio sveikatą, gerina augalų vystymąsi ir mažina aplinkos taršą (Cruz et al., 2024). Įrodyta, kad vermikomposto naudojimas skatina augalų augimą, keičia rizosferos mikrobiomą ir slopina augalų patogenus (Munoz-Ucros et al., 2020).

Vermikompostavimas – tai ekologiškas, ekonomiškai ir tvarus būdas organines atliekas perdirbti į aukštos kokybės organines trąšas. Kontroliuojamo biooksidacinio proceso metu sliekai ir mikroorganizmai stabilizuoja organines medžiagas, sumažina jose esančių patogenų kiekį ir atliekas paverčia kokybišku kompostu (Manzoor et al., 2024). Mikroorganizmai gamina fermentus, dėl kurių vyksta organinių medžiagų biocheminis skaidymas, o sliekai dalyvauja didesnės mikrobų populiacijos skaidyme, organinių atliekų suvartojime. Sliekų rūšis *Eisenia fetida* dažnai naudojama vermikompostavimo tyrimuose, nustatant poveikį augalų augimui, dirvožemio cheminėms ir fizikinėms savybėms, struktūrai, bakterijų bendrijos dydžiui (Vuković et al., 2021).

Dėl dirvožemio maistinių medžiagų atkūrimo ir veiksmingo organinių atliekų tvarkymo vermikompostavimo technologija skatina didelį mokslininkų susidomėjimą (Thirunavukkarasu et al., 2023). Vermikomposto kokybė ir tinkamas jo panaudojimas augalų auginime gali būti vertinami atliekant cheminės sudėties analizes ir pritaikant biologinius testus, kuriais galima nustatyti fitotoksiškumą ar augimo skatinimo poveikį augalams. Vermikomposto brandai ir minėtiems rodikliams nustatyti dažniausiai taikomas daigumo biotestas su sėjama pipirne (*Lepidium sativum* L.) (Schulz et al., 2025). Geros kokybės kompostas yra net tik vertinga trąša, bet ir dirvožemio gyvybingumo skatintojas (Zapałowska, Jarecki, 2024).

Tyrimo hipotezė – tikėtina, kad namų sąlygomis kompostuojant bioskaidžias atliekas skatinamas tvarus bioskaidžių atliekų perdirbimas, o bioskaidžias atliekas kompostuojant su sliekais, susidaręs vermikompostas pagerina dirvožemio kokybę.

Tyrimo tikslas – įvertinti bioskaidžių atliekų vermikompostavimo namų sąlygomis ypatybes ir komposto tinkamumą dirvožemiui praturtinti.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Nustatyti bioskaidžių atliekų kiekį namų sąlygomis nusistovėjus maisto vartojimo ir ruošos įpročiams.
2. Įvertinti pagrindines namų sąlygomis susikaupusių bioskaidžių atliekų fizikines ir chemines savybes.

3. Įvertinti iš bioskaidžių atliekų susidariusio vermikomposto pagrindines fizikines ir chemines savybes.
4. Atlikti vermikomposto kokybės įvertinimą, taikant biotestą su sėjama pipirne (*Lepidium sativum* L.).

Tyrimų objektas ir metodai

Bioskaidžių atliekų kiekybinis ir kokybinis tyrimas vykdytas 2024–2025 m. namų sąlygomis keturių asmenų šeimoje (du suaugę ir du mokyklinio amžiaus vaikai), esant nusistovėjusiems maisto vartojimo ir ruošos įpročiams ir taikant paprastą bioskaidžių atliekų kompostavimo metodą. Bioskaidžias atliekas sudarė vaisių ir daržovių likučiai, kavos tirščiai, arbatos pakeliai ir kitos augalinės kilmės atliekos, kurios yra laikomos tinkamomis kompostavimui su sliekais. Tačiau mėsos, pieno produktų ir riebalų atliekos į kompostavimo procesą nebuvo įtrauktos.

Bioskaidžios atliekos buvo surinktos po kiekvieno maisto ruošos proceso, pasvertos ir pasirinktais etapais patalpintos į plastikines 30 l talpos kompostavimo dėžes, kuriose *Eisenia fetida* rūšies sliekai atliko aerobinį skaidymą. Bioskaidžios atliekos į kompostavimo dėžes buvo dedamos kas dvi–keturias savaites, atsižvelgiant į sliekų skaidymo veiklos intensyvumą. Jeigu sliekų veikla nebuvo aktyvi, bioskaidžios atliekos buvo laikomos šaldymo kameroje sandariuose maišeliuose ir atitirpintos vėl pateikiamos sliekų perdirbimui. Kompostavimo dėžės buvo laikomos tamsioje ir iki 19 ± 2 °C temperatūros patalpoje, kas dieną papildomai aeruojant kompostuojamas bioskaidžias žaliavas jas švelniai pamaišant ranka.

Bioskaidžių atliekų ir vermikomposto fizikinės ir cheminės savybės buvo įvertintos 3 kartus. Vertinimui bioskaidžios atliekos sukauptos: (1) 2024 m. gruodžio mėn. 17 d. (toliau rezultatų apžvalgoje nurodoma bioskaidžios atliekos I), (2) 2025 m. vasario mėn. 18 d. (bioskaidžios atliekos II) ir (3) 2025 m. balandžio mėn. 20 d. (bioskaidžios atliekos III). Aerobinėmis sąlygomis susidaręs vermikompostas vertintas: (1) 2025 m. gegužės mėn. 29 d. (toliau rezultatų apžvalgoje nurodoma vermikompostas I), (2) 2025 m. birželio mėn. 25 d. (vermikompostas II) ir (3) 2025 m. rugsėjo mėn. 9 d. (vermikompostas III). Bioskaidžių atliekų ir vermikomposto fizikinės ir cheminės savybės nustatytos standartizuotais tyrimo metodais LAMMC Žemdirbystės instituto Cheminių tyrimų laboratorijoje (gruodžio mėn. (2025 m.) – vasario mėn. (2026 m.)). Kai buvo nustatytos pagrindinės cheminės savybės, apskaičiuoti C/N, N/P ir N/S santykiai tiek bioskaidžiose atliekose, tiek ir vermikomposte.

Siekiant įvertinti vermikomposto brandą ir tinkamumą dirvožemiui praturtinti buvo atliktas sėjamosios pipirnės (*Lepidium sativum* L.) sudygimo testas. Su sėjama pipirne šešiais pakartojimais testuotas vermikompostas ir skirtingi vermikomposto su mineraliniu dirvožemiu mišiniai: (1) KKI – kompostas (vermikompostas; kontrolė I), (2) KDII – mineralinis dirvožemis (kontrolė II), (3) K+DI – komposto ir dirvožemio santykis 1:9, (4) K+DII – santykis 1:4 ir (5) K+DIII – santykis 3:7. Mineralinis dirvožemis iš ariamojo horizonto (0–15 cm gylio) mišinių ruošimui iškastas iš žemės ūkio paskirties laukų (Vytėnų k., Pasvalio rajonas). Ūkio dirvožemiai priskiriami glėjiniais šlynžemiams, kurių našumo balas siekia 29,5 (pagal Žemės išteklių stebėsenos informacinės sistemos duomenis, 2026). Dirvožemio ariamasis horizontas pasižymi lengva granulimetrine sudėtimi, pH_{KCl} – rūgštokas (~5,6 – 6,0) ir yra mažo humusingumo (iki 1,8 %). Sudygimo testavimo tyrimo metu kiekviename daiginimo inde buvo įterpta 2,5 g (arba 953 vnt.) sėjamosios pipirnės sėklų. Sėklos buvo daiginamos iki 5 dienų gerai apšviestoje patalpoje, palaikant iki 30 proc. dirvožemio drėgmės režimą ir 21°C temperatūrą. Suskaičiavus sudygusių augalų daigus, buvo įvertintas vidutinis sėjamosios pipirnės sudygimo procentas (%). Išplovus sėjamosios pipirnės šaknis, išmatuotas vidutinis augalų šaknų ilgis (cm). Išdžiovinotoje sėjamosios pipirnės biomasėje standartizuotais tyrimo metodais LAMMC Žemdirbystės instituto Cheminių tyrimų laboratorijoje (gruodžio mėn., 2025 m.) nustatytas magnio kiekis (mg 100 g⁻¹).

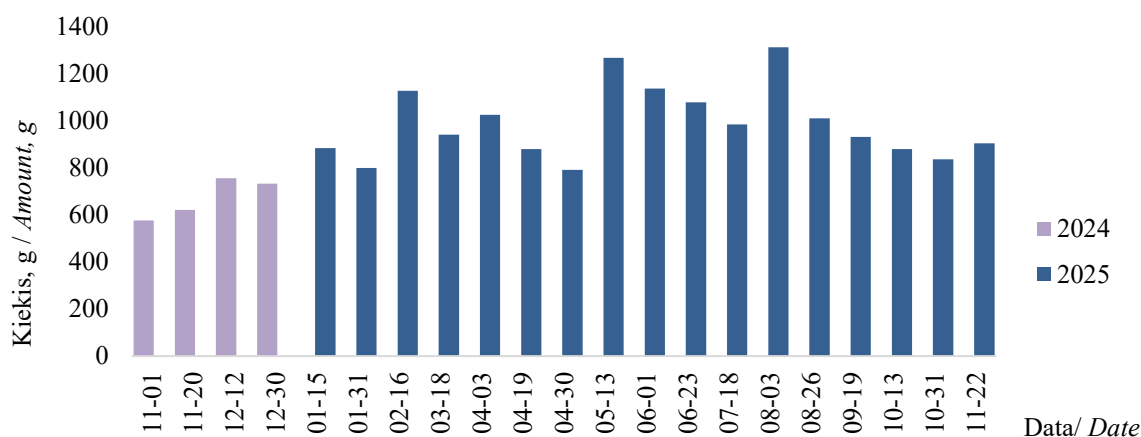
Duomenų statistinis įvertinimas atliktas dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant programinį paketą SPSS SYSTAT 12. Esminių skirtumų tarp variantų vidurkių patikimumas vertintas pagal mažiausią patikimą skirtumą (LSD) prie 95 proc. tikimybės lygmens ($P < 0,05$).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Namų ūkiuose susidaro įvairių bioskaidžių atliekų: vaisių ir daržovių likučiai, kavos tirščiai, arbatos pakeliai ir kitos augalinės kilmės atliekos, kurios yra tinkamos vermikompostavimui. Sliekų virškinimo sistemoje tokios organinės medžiagos susmulkinamos, o jų skaidymas toliau vyksta sliekų žarnyne esančių bakterijų pagalba, kurios padidina maistinių medžiagų prieinamumą augalams (Zhao et al., 2023). Tačiau tokios atliekos kaip mėsos, pieno produktai, riebalai – nerekomenduojamos, nes jų skaidymas gali skatinti anaerobinius procesus, substrato rūgštėjimą, nemalonaus kvapo susidarymą ar trikdyti sliekų gyvenimo sąlygas (Lenka et al., 2025).

Bioskaidžios atliekos sudaro reikšmingą komunalinių atliekų dalį, o jų kiekiai yra tiesiogiai susiję su namų ūkių vartojimo įpročiais ir maisto ruošos intensyvumu. Į paveiksle pateikti keturių asmenų namų ūkyje susidariusių bioskaidžių atliekų kiekiai 2024–2025 m. laikotarpiu. Iš šių duomenų matyti, kad 2024 m. bioskaidžių atliekų kiekis svyravo nuo 1197 g iki 1488 g per mėnesį. Tuo tarpu 2025 m. bioskaidžių atliekų kiekis buvo didesnis ir vidutiniškai siekė apie 1471 g per mėnesį. Bioskaidžių atliekų didesni kiekiai pastebimai didesni buvo pavasario ir vasaros laikotarpiu. Toks padidėjimas galėtų būti siejamas su gausesniu šviežių vaisių ir daržovių vartojimu šiltuoju metų laiku.

Bioskaidžių atliekų fizikiniai ir cheminiai rodikliai buvo tirti keliais etapais (žr. 1 lentelę). Nustatyta, kad atliekose drėgmė patikimai nesiskyrė, o svyravo nuo 80,3 proc. iki 82,5 proc. Toks drėgmės kiekis būdingas bioskaidžioms atliekoms, kuriose gausu vandens: vaisių ir daržovių likučiai ar kita panaši biomasė.



Pastaba: pateikiami duomenų vidurkiai ir vidurkių paklaidos; patikimi skirtumai tarp variantų pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, ...), skirtumai yra esminiai, kai $P > 0,05$ pagal LSD testą. KKI – I kontrolė – kompostas, KDII – II kontrolė – dirvožemis, K+DI – komposto ir dirvožemio santykis 1:9, K+DII – komposto ir dirvožemio santykis 1:4, K+DIII – komposto ir dirvožemio santykis 3:7.

Note: means and standard deviations are presented; significant differences between variants are indicated with different letters (a, b, ...), differences are significant at $P > 0.05$, according to the LSD test. CCI – control I – compost, CSII – control II – soil, C+SI – compost to soil ratio 1:9, C+SII – compost to soil ratio 1:4, C+SIII – compost to soil ratio 3:7.

1 pav. Bioskaidžių atliekų kiekis tirtame namų ūkyje (2024–2025 m.)

Fig. 1 Amount of biodegradable waste in the investigated household (within 2024–2025)

Organinės medžiagos kiekis atliekose svyravo kiek mažesnėse ribose 74,0–76,1 proc. – tai parodo biologiškai skaidomų organinių junginių dalį, kuri svarbi vermikompostavimo procesui. Verta pastebėti, kad pelenų kiekis bioskaidžiose atliekose priklausė nuo sukaupėtų atliekų laikotarpio. Patikimai didesnis pelenų kiekis nustatytas 2024 m. žiemos ir 2025 m. pavasario laikotarpiu sukaupiose bioskaidžiose atliekose. Tuo tarpu vidutinis peleningumas bioskaidžiose atliekose kito vidutiniškai nuo 6,5 proc. iki 7,8 proc. Kiti tyrėjai nurodo, kad bioskaidžių atliekų peleningumas ypač priklauso nuo celiuliozės kiekio atliekų biomasėje (Puri et al., 2024). Atliekų pH_{KCl} rodiklis kito mažiau, tačiau patikimai priklausė nuo laikotarpio, kada buvo sukauptos bioskaidžios atliekos. Bioskaidžių atliekų C/N santykis buvo nuo 16,4 iki 21,4, tačiau tokios vertės laikomos tinkamomis biologinio skaidymo procesui. Kai kurie tyrimai rodo, kad kompostavimo ar vermikompostavimo substratuose optimalus C/N santykis įprastai siekia 15–25 (Gu et al., 2025). Todėl galima teigti, kad gauti rezultatai patenka į rekomendacines ribas. Bioskaidžiose atliekose N/P santykis buvo nuo 13,9 iki 22,4, o N/S santykis kito nuo 20,9 iki 24,2. Tokie duomenys parodo, kad maistinių elementų sudėtis yra panaši visuose tirtuose atliekų mėginiuose.

1 lentelė. Bioskaidžių atliekų fizikinė ir cheminė sudėtis

Table 1. Physical and chemical composition of biodegradable waste

Fizikiniai ir cheminiai rodikliai Physical and chemical indicators	Duomenys Data		
	Bioskaidžios atliekos (I) Biodegradable waste (I)	Bioskaidžios atliekos (II) Biodegradable waste (II)	Bioskaidžios atliekos (III) Biodegradable waste (III)
Drėgmė, proc. Humidity, %	82,3±3,33 a	82,5±2,29 a	80,3±5,15 a
Organinė medžiaga, proc. Organic matter, %	74,0±1,82 a	76,1±2,05 a	75,3±1,73 a
Pelenai, proc. Ash, %	6,5±0,98 ab	7,0±0,22 b	7,8±0,38 a
pH_{KCl} pH_{KCl}	5,1±0,05 b	5,4±0,05 a	5,3±0,06 a
C/N santykis C/N ratio	21,4±3,50 a	16,4±2,98 a	19,6±2,28 a
N/P santykis N/P ratio	16,7±6,97 a	22,4±6,40 a	13,9±3,69 a
N/S santykis N/S ratio	22,3±5,34 a	20,9±2,27 a	24,2±4,41 a

Pastaba: pateikiami duomenų vidurkiai ir vidurkių paklaidos; patikimi skirtumai tarp variantų pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, ...), skirtumai yra esminiai, kai $P > 0,05$ pagal LSD testą.

Note: means and standard deviations are presented; significant differences between variants are indicated with different letters (a, b, ...), differences are significant at $P > 0.05$, according to the LSD test.

Siekiant įvertinti vermikomposto brandą, buvo nustatyti pagrindiniai vermikomposto fizikiniai ir cheminiai rodikliai (žr. 2 lentelę). Nustatyta, kad vidutinė drėgmė (25,3–26,3 proc.) kompostuose buvo pakankamai stabili, nes vermikompostavimo metu dalis vandens prarandama vykstant organinės medžiagos skaidymui. Organinės medžiagos kiekis

svyravo nuo 29,0 proc. iki 32,0 proc. Tokie duomenys patvirtina, kad komposte daug biologiškai aktyvių junginių, kurie svarbūs dirvožemio struktūrai ir mikrobiologiniam aktyvumui. Peleningumo analizė parodė statistiškai reikšmingus skirtumus tarp variantų – didžiausias pelenų kiekis nustatytas III mėginyje (14,2 proc.), o mažiausias – II mėginyje (11,2 proc.). Šie rodikliai atspindi mineralinės sudėties kiekį ir gali rodyti skirtingą mineralinės medžiagos mineralizacijos intensyvumą vermikomposte. Komposto pH_{KCl} rodikliai svyravo nuo 6,1 iki 6,3 – tokia terpė laikoma palankia mikroorganizmų veiklai ir augalų mitybai. Literatūroje nurodoma, kad vermikomposto pH dažniausiai siekia apie 6,0–7,5 (Ferreira et al., 2025). C/N santykis (10,8–12,6) rodo pakankamai stabilizuotą organinę medžiagą, o statistiškai didesnė reikšmė III mėginyje gali reikšti, kad vyko aktyvesnė organinės medžiagos mineralizacija. N/P ir N/S santykiai reikšmingai nesiskyrė, bet svyravo, atitinkamai 4,4–4,8 ir 1,6–2,2, tai parodo panašų maistinių elementų nusistovėjimą vermikomposte.

2 lentelė. Vermikomposto fizikinė ir cheminė sudėtis

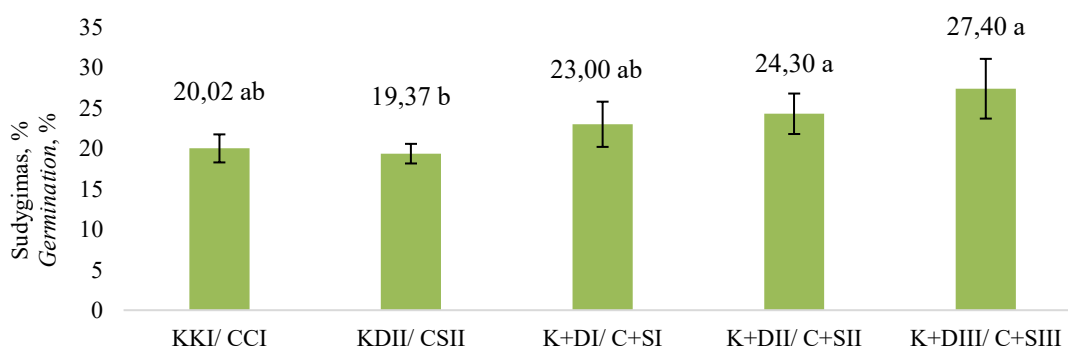
Table 1. Physical and chemical composition of vermicompost

Fizikiniai ir cheminiai rodikliai <i>Physical and chemical indicators</i>	Duomenys <i>Data</i>		
	Vermikompostas (I) <i>Vermicompost (I)</i>	Vermikompostas (II) <i>Vermicompost (II)</i>	Vermikompostas (III) <i>Vermicompost (III)</i>
Drėgmė, % <i>Humidity, %</i>	26,3±1,19 a	25,3±2,25 a	25,7±1,39 a
Organinė medžiaga, % <i>Organic matter, %</i>	29,0±4,80 ab	32,0±0,84 a	29,0±1,13 b
Pelenai, % <i>Ash, %</i>	13,2±1,08 ab	11,2±0,96 b	14,2±1,65 a
pH _{KCl} <i>pH_{KCl}</i>	6,1±0,06 ab	6,3±0,10 a	6,1±0,03 b
C/N santykis <i>C/N ratio</i>	11,3±0,27 b	10,8±0,39 b	12,6±0,99 a
N/P santykis <i>N/P ratio</i>	4,6±0,48 a	4,8±0,45 a	4,4±1,04 a
N/S santykis <i>N/S ratio</i>	1,7±0,20 ab	1,6±0,24 b	2,2±0,36 a

Pastaba: pateikiami duomenų vidurkiai ir vidurkių paklaidos; patikimi skirtumai tarp variantų pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, ...), skirtumai yra esminiai, kai $P > 0,05$ pagal LSD testą.

Note: means and standard deviations are presented; significant differences between variants are indicated with different letters (a, b, ...), differences are significant at $P > 0.05$, according to the LSD test.

Sėjamosios pipirinės sudygimo rezultatai rodo, kad skirtingi komposto ir dirvožemio santykiai turėjo nevienodą poveikį sėklų dygimui (žr. 2 pav.). Patikimai mažiausiai sudygo sėjamosios pipirinės sėklų mineraliniame dirvožemyje (19,37 proc.), o daugiausiai – komposto ir dirvožemio mišinyje santykiu 3:7 (27,40 proc.). Kituose komposto ir mineralinio dirvožemio mišiniuose pipirinės sudygimo procentas svyravo nuo 20,02 iki 24,30 proc. Rezultatai rodo, kad didesnė vermikomposto dalis mišinyje su dirvožemiu gali teigiamai veikti sėklų dygimą.



Pastaba: pateikiami duomenų vidurkiai ir vidurkių paklaidos; patikimi skirtumai tarp variantų pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, ...), skirtumai yra esminiai, kai $P > 0,05$ pagal LSD testą. KKI – I kontrolė – kompostas, KDII – II kontrolė – dirvožemis, K+DI – komposto ir dirvožemio santykis 1:9, K+DII – komposto ir dirvožemio santykis 1:4, K+DIII – komposto ir dirvožemio santykis 3:7.

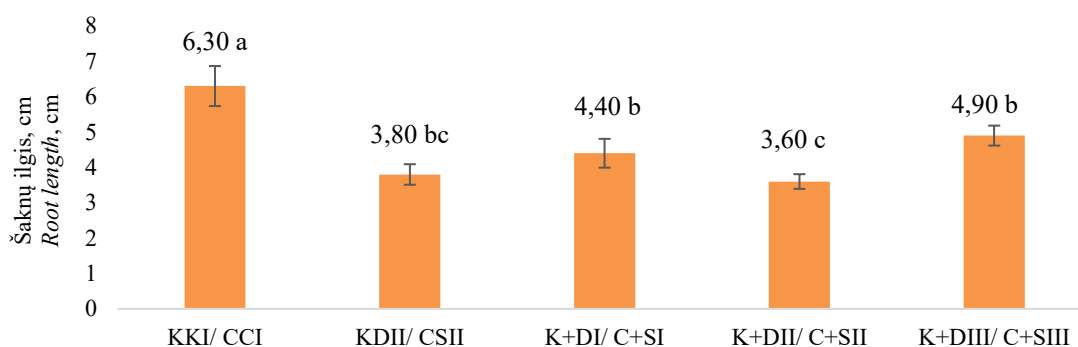
Note: means and standard deviations are presented; significant differences between variants are indicated with different letters (a, b, ...), differences are significant at $P > 0.05$, according to the LSD test. CCI – control I – compost, CSII – control II – soil, C+SI – compost to soil ratio 1:9, C+SII – compost to soil ratio 1:4, C+SIII – compost to soil ratio 3:7.

2 pav. Sėjamosios pipirinės (*Lepidium sativum* L.) sudygimas.

Fig. 2 Germination of garden cress (*Lepidium sativum* L.) seeds.

Sėjamosios pipirinės šaknų ilgio tyrimai parodė, kad skirtingi komposto ir dirvožemio mišiniai turėjo nevienodą poveikį augalų šaknų augimui (žr. 3 pav.). Palyginus su kitais tyrimo variantais, patikimai didžiausias vidutinis sėjamosios pipirinės šaknų ilgis nustatytas vermikomposte (vidutiniškai apie 6,3 cm). Mažiausias šaknų ilgis nustatytas komposto ir dirvožemio mišinyje (santykis 1:4; iki vidutiniškai 3,6 cm). Kituose tyrimo variantuose sėjamosios pipirinės šaknų ilgis

kito nuo 3,8 iki 4,9 cm. Todėl galima teigti, kad augalų šaknų vystymuisi tinkamo komposto ir dirvožemio mišinio parinkimas yra būtina sąlyga.

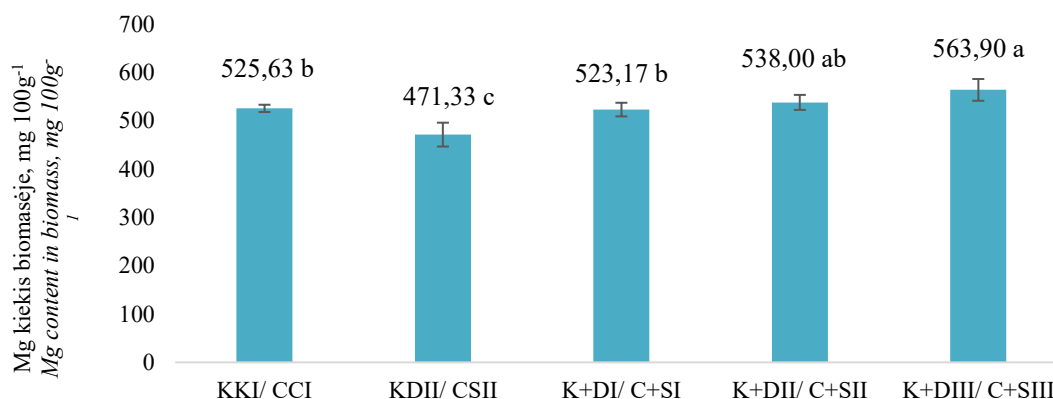


Pastaba: pateikiami duomenų vidurkiai ir vidurkių paklaidos; patikimi skirtumai tarp variantų pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, ...), skirtumai yra esminiai, kai $P > 0,05$ pagal LSD testą. KKI – I kontrolė – kompostas, KDII – II kontrolė – dirvožemis, K+DI – komposto ir dirvožemio santykis 1:9, K+DII – komposto ir dirvožemio santykis 1:4, K+DIII – komposto ir dirvožemio santykis 3:7.

Note: means and standard deviations are presented; significant differences between variants are indicated with different letters (a, b, ...), differences are significant at $P > 0,05$, according to the LSD test. CCI – control I – compost, CSII – control II – soil, C+SI – compost to soil ratio 1:9, C+SII – compost to soil ratio 1:4, C+SIII – compost to soil ratio 3:7.

3 pav. Sėjamosios pipirnės (*Lepidium sativum* L.) šaknų ilgis.

Fig. 3 Root length of garden cress (*Lepidium sativum* L.) shoots.



Pastaba: pateikiami duomenų vidurkiai ir vidurkių paklaidos; patikimi skirtumai tarp variantų pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, ...), skirtumai yra esminiai, kai $P > 0,05$ pagal LSD testą. KKI – I kontrolė – kompostas, KDII – II kontrolė – dirvožemis, K+DI – komposto ir dirvožemio santykis 1:9, K+DII – komposto ir dirvožemio santykis 1:4, K+DIII – komposto ir dirvožemio santykis 3:7.

Note: means and standard deviations are presented; significant differences between variants are indicated with different letters (a, b, ...), differences are significant at $P > 0,05$, according to the LSD test. CCI – control I – compost, CSII – control II – soil, C+SI – compost to soil ratio 1:9, C+SII – compost to soil ratio 1:4, C+SIII – compost to soil ratio 3:7.

4 pav. Magnio kiekis sėjamosios pipirnės (*Lepidium sativum* L.) biomasėje.

Fig. 4 Magnesium content in garden cress (*Lepidium sativum* L.) biomass.

Magnio kiekio sėjamosios pipirnės biomasėje tyrimai parodė, kad skirtingi komposto ir dirvožemio santykiai turėjo įtakos šio elemento kaupimuisi augaluose (žr. 4 pav.). Mažiausias magnio kiekis nustatytas dirvožemio kontrolės variante (471,33 mg 100g⁻¹), kuris statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo kitų variantų. Didžiausia magnio koncentracija nustatyta komposto ir dirvožemio mišinyje santykiu 3:7 (563,90 mg 100g⁻¹). Kituose tyrimo variantuose sudugusios sėjamosios pipirnės biomasėje magnio kiekis svyravo nuo 523,17 iki 538,00 mg 100g⁻¹, tai parodo, kad kompostas dirvožemio mišiniuose gali turėti įtakos tiek augalų fotosintezės intensyvumui, tiek ir magnio biosintzei.

Išvados

1. Bioskaidžių atliekų kiekis vienos šeimos namų ūkyje sudarė vidutiniškai iki 1,5 kg per mėnesį ir jos gali būti kompostuojamos.
2. Bioskaidžių atliekų pH_{KCl} buvo vidutiniškai apie 5,3, C/N santykis kito nuo 16,4 iki 21,4, o N/S santykis svyravo nuo 20,9 iki 24,2.
3. Susidariusio vermikomposto pH_{KCl} buvo vidutiniškai 6,3. Pakito C/N (10,8–12,6), bet reikšmingai sumažėjo N/P santykis (vidutiniškai iki 4,4).
4. Sėjamosios pipirnės biologiniai rodikliai priklausė nuo vermikomposto ir dirvožemio santykio mišinyje.

Literatūra

1. Calabi-Floody, M., Medina, J., Rumpel, C., Condrón, L. M., Hernandez, M., Dumont, M., de La Luz Mora, M. (2018). Smart fertilizers as a strategy for sustainable agriculture. *Advances in Agronomy*, 147, 119-157.
2. Cruz, G. S. J., Hermes, P. H., Miriam, S. V., & López, A. M. (2024). Benefits of vermicompost in agriculture and factors affecting its nutrient content. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24(3), 4898-4917.. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01880-0>.
3. Ferreira, P. H. F., Cruz, V. H., Frias, Y. A., Barretto, V. C. D. M., & Lopes, P. R. M. (2025). Vermicompost: a pathway to transform organic waste into substrate for seedling production. *Discover Agriculture*, 3(1), 166.. <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00326-0>
4. Gu, J., Li, S., Sun, X., Zou, R., Song, B., Wang, D., Wang, H., & Li, Y. (2025). Greenhouse Gas Emissions from Co-Composting of Green Waste and Kitchen Waste at Different Ratios. *Sustainability*, 17(17), 8041. <https://doi.org/10.3390/su17178041>
5. Lenka, B. (2025). Vermicomposting of food waste: A step toward circular bioeconomy. *Sustainable Economies*, 3(2), 2021-2021. <https://doi.org/10.62617/se2021>
6. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerija (2026). Žemės išteklių stebėsenos informacinė sistema (ŽISIS). Prieiga per internetą: <https://www.geoportal.lt/map/zisis/#>. (žiūrėta 2026-03-20)
7. Manzoor, A., Naveed, M. S., Ali, R. M. A., Naseer, M. A., Ul-Hussan, M., Saqib, M., ... & Farooq, M. (2024). Vermicompost: A potential organic fertilizer for sustainable vegetable cultivation. *Scientia Horticulturae*, 336, 113443. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113443>.
8. Munoz-Ucros, J., Panke-Buisse, K., & Robe, J. (2020). Bacterial community composition of vermicompost-treated tomato rhizospheres. *PLoS One*, 15(4), e0230577.. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230577>.
9. Palansooriya, K. N., Dissanayake, P. D., Igalavithana, A. D., Tang, R., Cai, Y., & Chang, S. X. (2023). Converting food waste into soil amendments for improving soil sustainability and crop productivity: A review. *The Science of the total environment*, 881, 163311. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163311>.
10. Puri, L., Hu, Y., Naterer, G. (2024). Critical review of the role of ash content and composition in biomass pyrolysis. *Frontiers in Fuels*, 2, 1378361.
11. Schulz, V. M., Scherr, C., Baumgartner, S., & Tournier, A. (2025). A versatile *Lepidium sativum* bioassay for use in ecotoxicological studies. *Scientific Reports*, 15(1), 32653.. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-17215-7>.
12. Thirunavukkarasu, A., Sivashankar, R., Nithya, R., Sathya, A. B., Priyadharshini, V., Kumar, B. P., Muthuveni, M., Krishnamoorthy, S. (2023). Sustainable organic waste management using vermicomposting: a critical review on the prevailing research gaps and opportunities. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 25(3), 364-381. <https://doi.org/10.1039/D2EM00324D>.
13. UNEP. Food Waste Index Report (2024). Prieiga per internetą: <https://www.unep.org/resources/publication/food-waste-index-report-2024> (žiūrėta 2026-03-10)
14. Vuković, A., Velki, M., Ečimović, S., Vuković, R., Štolfa Čamagajevac, I., Lončarić, Z. (2021). Vermicomposting—Facts, Benefits and Knowledge Gaps. *Agronomy*, 11(10), 1952. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101952>.
15. Walia, S.S., Kaur, T. (2024). *Beneficial Role of Vermicompost: Nutrient Content in Vermicompost and Success Stories*. In: Earthworms and Vermicomposting. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-8953-9_13.
16. Zapałowska, A., Jarecki, W. (2024). The impact of using different types of compost on the growth and yield of corn. *Sustainability*, 16(2), 511.
17. Zhao, Q., Zhang, M., Wu, Z., Li, Y., Jiang, J., & Qiu, J. (2023). Dynamics of bacterial community in the foregut and hindgut of earthworms with the nutrition supplied by kitchen waste during vermicomposting. *Bioresource Technology*, 374, 128777. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.128777>.

EVALUATION OF BIODEGRADABLE WASTE COMPOSTING AND RELEVANCE OF USE TO SOIL ENRICHMENT

Abstract

Biodegradable waste accumulated in the household sector can be composted, and the final product - compost, could be used as a stable soil enrichment material, providing environmental and economic benefits. A quantitative and qualitative study of biodegradable waste was carried out in 2024-2025 in home conditions of family with established food consumption and preparation habits and using a simple method of composting biodegradable waste. Biodegradable waste was composted with earthworms of *Eisenia fetida* species under aerobic conditions for up to 4 months. It was found that the amount of biodegradable waste in a household per family can reach an average of up to 1.5 kg per month. The pH_{KCl} of biodegradable waste can be on average about 5.3, the C/N ratio varies from 16.4 to 21.4, and the N/S ratio is somewhat higher (from 20.9 to 24.2). The pH_{KCl} of the resulting vermicompost changed to an average of 6.3. The C/N ratio also changed (10.8–12.6), but the N/P ratio significantly decreased (to an average of 4.4). Meanwhile, the biological indicators of garden cress seedlings depended on the ratio of vermicompost and soil in the substrate mixture.

Keywords: biodegradable wastes, composting, vermicompost, chemical properties, biotest.