



LIETUVOS AGRARINIŲ IR MIŠKŲ MOKSLŲ CENTRAS

TVIRTINU:

LAMMC direktorius
Prof. habil. dr. Zenonas Dabkevičius

2015 m. lapkričio mėn. d.

ŽEMĖS ŪKIO, MAISTO ŪKIO IR ŽUVININKYSTĖS 2015–2020 M. MOKSLINIŲ TYRIMŲ IR
TAIKOMOSIOS VEIKLOS

MTTV PROJEKTAS Nr. MT–15–20

GRANULIUOTO MĖŠLO POVEIKIO TYRIMAI AUGALAMS IR DIRVOŽEMIUI

TARPINĖ ATASKAITA

Tyrimo vadovas:

Prof. habil. dr. Gediminas Staugaitis

Pagrindinis vykdytojas:	Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras Agrocheminių tyrimų laboratorija
Tyrimų laikotarpis:	2015–2016 m.

Tyrimo dalyviai:

- MTTV projekto vadovas: Prof. habil. dr. Gediminas Staugaitis, tel. 8 (37) 312412, el. paštas: staugaitis@agrolab.lt, LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijos direktorius, vyresnysis mokslo darbuotojas
- MTTV projekto pagrindiniai vykdytojai:
- Dr. Romas Mažeika, tel. 8 (37) 311513, el. paštas: mazeika@agrolab.lt, LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijos Analitinio skyriaus vedėjas, mokslo darbuotojas
- Dr. Jonas Arbačiauskas, tel. 8 (37) 311684, el. paštas: bandymai@agrolab.lt, LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijos Agrocheminių tyrimų skyriaus vedėjas, mokslo darbuotojas
- Dr. Šarūnas Antanaitis, tel. 8 (37) 311520, el. paštas: analize@agrolab.lt, LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijos Analitinio skyriaus vyresnysis mokslo darbuotojas
- Doktorantė Ieva Narutytė, tel. 8 (37) 312525, el. paštas: konsultacijos@agrolab.lt, Agrocheminių tyrimų laboratorijos Agrocheminių tyrimų skyriaus jaunesnioji mokslo darbuotoja
- MTTV projekto kiti vykdytojai:
- Dr. Aistė Masevičienė, tel. 8 (37) 312525, el. paštas: konsultacijos@agrolab.lt, Agrocheminių tyrimų laboratorijos Agrocheminių tyrimų skyriaus jaunesnioji mokslo darbuotoja
- Doktorantė Lina Žičkienė, tel. 8 (37) 311684, el. paštas: studijos08@gmail.com, Agrocheminių tyrimų laboratorijos Agrocheminių tyrimų skyriaus jaunesnioji mokslo darbuotoja
- Dr. Donatas Šumskis, tel. 8 (37) 311684, el. paštas: bandymai@agrolab.lt, LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijos Agrocheminių tyrimų skyriaus vedėjas, mokslo darbuotojas
- Dr. Kęstutis Rainys, tel. 8 (37) 45860, el. paštas: elmininkai@lzi.lt, LAMMC Elmininkų bandymų stoties direktorius, jaunesnysis mokslo darbuotojas

TURINYS

1. ĮVADAS.....	4
2. TYRIMO METODIKA.....	6
2.1. Tyrimų objektas.....	6
2.2. Tyrimų vieta ir dirvožemis.....	7
2.3. Bandymo schema.....	7
2.4. Tiriamų augalų auginimo agrotechnika.....	8
2.5. Meteorologinės sąlygos.....	9
2.6. Tyrimų ir analizių metodai.....	11
3. TYRIMŲ REZULTATAI.....	14
3.1. Įvairių rūšių mėšlo granulių sudėtis.....	14
3.2. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka žemės ūkio augalų derliui ir kokybei.....	16
3.3. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka dirvožemio savybėms.....	24
4. IŠVADOS.....	29
LITERATŪRA.....	30

1. ĮVADAS

Lietuvoje ir pasaulyje vis daugiau dėmesio skiriama maisto produktų kokybei ir dirvožemio būklei, todėl žemės ūkio gamyba turi būti derinama su aplinkos, dirvožemio ir genetinės įvairovės apsauga bei gerinimu. Lietuvoje ženkliai sumažėjus auginamų gyvulių skaičiui, daugelis ūkininkų ir žemės ūkio bendrovių laukus ėmė tręšti tik mineralinėmis trąšomis, dėl šių priežasčių iškilo dirvožemio degradacijos problema. Tokiame dirvožemyje ėmė mažėti humuso ir kitų augalams svarbių maisto medžiagų kiekis, mikrobiologinis aktyvumas, suprastėjo dirvožemio agregatų struktūra, o dėl kalcio ir magnio išsiplovimo, jie ėmė rūgštėti (Baniūnienė, Žekaitė, 2007; Ožeraitienė, Jovaiša, 2004; Teit, 1990). Dirvožemio organinė medžiaga ženkliai įtakoja visus ekosistemos procesus, nes organinių medžiagų mineralizacija ir imobilizacija dirvožemyje vyksta pastoviai. Todėl ekosistemose, veikiamose įvairių antropogeninių veiksnių, labai svarbu stabilizuoti arba sumažinti organinės medžiagos degradaciją (Ožeraitienė, Jovaiša, 2004; Piaulokaitė–Motuzienė, 2010; Post ir kt., 2001).

Augalų tręšime svarbus vaidmuo organinėms trąšoms tenka ir šiandien, nes tai pagrindinės priemonės, padedančios sudaryti geros kokybės humuso atsargas. Tręšimas mėšlu yra svarbus, siekiant padidinti žemės ūkio augalų derlių, o taip pat pagerinti dirvožemio fizikines bei chemines savybes, vandens ir oro režimą, netirpių dirvožemio junginių transformaciją į lengvai pasisavinamus (Čiuberkis, 2005). Tyrimais yra įrodyta, kad tręšimas mėšlu didina azoto ir anglies susikaupimą dirvožemyje, o padidėjus mikroorganizmų aktyvumui ir dirvožemio organinės anglies kiekiui, nustatyta teigiama įtaka dirvožemio agregatų stabilumui. Mėšlo sudėtyje dažniausiai yra didesnis C:N santykis nei natūraliai dirvožemyje (Arlauskienė, Maikštėnienė, 2002; Janušienė, 2002; Teit, 1990). Ypač gausu augalams būtinų maisto medžiagų yra paukščių mėšle, kuris turtingas azotu, fosforu, kaliu ir kitais augalams būtiniais cheminiais elementais (Plesevičienė ir kt., 1997; Tripolskaja, 2001). Mėšlo organinės medžiagos yra daugumos dirvožemio mikroorganizmų anglies ir energijos šaltinis, jos stimuliuoja saprofitinių mikroorganizmų vystymąsi ir tokiu būdu sumažina patogeninių mikroorganizmų kiekį (Arlauskienė, 1996; Томсон и др., 1982). Be to, mėšlas pasižymi ir dirvožemį neutralizuojančiu poveikiu, sistemingai juo tręšiant, sumažėja dirvožemio rūgštumas, padidėja dirvožemio sorbuojamoji geba (Plesevičienė ir kt., 1997; Repšienė, 2011; Tripolskaja, 2001).

Vis didėjanti dirvožemio degradacijos problema skatina naujai peržiūrėti organinių trąšų taikymą žemės ūkyje, tuo labiau, kad nepaliaujamai brangsta mineralinės trąšos. Šios problemos sprendimas visų pirma siejamas su dirvožemio praturtinimu humusu, tręšimui naudojant įvairią organiką. Be to, pastaruoju metu greta tradicinių organinių trąšų atsiranda naujų, tokių kaip granuliuotas įvairių rūšių mėšlas bei kitos organinės kilmės trąšos. Organinių medžiagų granuliuojimas ir jų naudojimas žemės ūkyje dažniau buvo taikomas ekologiniuose arba mažuose ūkiuose, tačiau jas galima taip pat sėkmingai naudoti ir tradicinėje žemdirbystėje kartu su mineralinėmis trąšomis. Organinių medžiagų granuliuojimas yra pakankamai sudėtingas procesas, o atskiroms organinėms medžiagoms jis yra skirtingas. Svarbu, kad granulės būtų stabilios, vienodos formos bei tvirtumo, ir jas būtų nesunku paskleisti su trąšų barstomąja.

Paukščių mėšlo granulės Lietuvoje tik pradedamos gaminti, todėl šiuo klausimu yra sukaupta mažai patirties. Tuo tarpu užsienyje, ypač Olandijoje bei Pietų Europos šalyse, paukščių mėšlo granulės augalų tręšimui sėkmingai naudojamos jau daugiau kaip dešimtmetis. Taip išsprendžiama nepanaudoto mėšlo problema paukštininkystės ūkiuose, nes prie fermų esantys laukai jau būna gausiau įtręšti, todėl tręšti mėšlu papildomai nėra būtinybės. Stambiuose paukštynuose susikaupusio mėšlo pertekliaus problema taip pat sprendžiama gaminant kompostus. Pastaruoju metu Lietuvoje, kai kuriuose ūkiuose yra pradėtas granuliuoti ir galvijų kraikinis mėšlas. Naudojant šias trąšas, pirmieji tyrimai atlikti Aleksandro Stulginskio universiteto bandymų stotyje, su vasariniais kviečiais ir bulvėmis parodė, kad tai labai efektyvios trąšos, kurių veikimas gali trukti ne vienerius metus. LAMMC Vėžaičių filiale taip pat buvo atlikti tyrimai, siekiant įvertinti granuliuotų organinės kilmės trąšų, kurių gamybai naudojamas galvijų mėšlas, dolomitmilčiai, vienmečių žolių mišiniai ir kaulamilčiai, veiksmingumas bulvėms ir morkoms, naudojant skirtingas tręšimo normas ir būdus.

Paukščių mėšlo granulių naudojimas yra saugesnis nei šviežio, nes išdžiovintas ir perdirbtas mėšlas dažniausiai būna sterilus, jame nelieka pavojingų ligų sukėlėjų. Be to, džiovintas mėšlo granules yra patogiau transportuoti ir įterpti. Mėšlo granulės sėkmingai gali būti naudojamos ne tik augalininkystėje, bet daržovių ir vaisių auginimui. Be to, siekiant pagerinti augalų mitybą pradiniuose vegetacijos tarpsniuose į organines trąšas įmaišoma ir kompleksinių mineralinių trąšų. Visgi granuliuoto mėšlo naudojimas augalams tręšti dar mažai tirtas. Svarbu yra įvertinti įvairių iš paukščių ir galvijų mėšlo pagamintų organinių trąšų efektyvumą žemės ūkio augalams ir jų poveikį dirvožemio agrocheminėms savybėms, efektyvumą palyginant ir su mineralinių trąšų poveikiu augalams bei dirvožemiui.

Projekto tikslas – ištirti granuliuoto mėšlo įtaką augalams ir dirvožemiui.

Numatomi spęsti uždaviniai:

- 1) Nustatyti įvairių rūšių mėšlo granulių cheminę sudėtį, fizikines savybes, maisto medžiagų atpalaidavimo kinetiką.
- 2) Įvertinti įvairių granuliuoto mėšlo trąšų įtaką augalams ir jų kokybei.
- 3) Ištirti granuliuoto mėšlo įtaką dirvožemio savybėms.
- 4) Apibendrinus tyrimų duomenis pateikti išvadas ir rekomendacijas.

Rezultatai, kurie bus pasiekti įgyvendinus MTTV projektą. Įvykdžius projektą, kurio trukmė 2 metai (2015–2016 m.), bus nustatyta įvairių rūšių mėšlo granulių cheminė sudėtis, jų fizikinės savybės ir maisto medžiagų atpalaidavimo kinetika. Susisteminus tyrimų duomenis ir atlikus jų analizę bus įvertinta granuliuoto mėšlo įtaka augalams ir jų kokybei bei dirvožemio savybėms. Baigus tyrimus bus parengti moksliniai ir informaciniai straipsniai, rekomendacijos tyrimų tematika.

Bandymų skaičius: 2 lauko bandymai.

2. TYRIMŲ METODIKA

2.1. Tyrimų objektas

Tyrimų objektas – tai įvairios kilmės granuluotos organinės trąšos: paukščių mėšlo, organinių trąšų, organinių-mineralinių trąšų ir galvijų mėšlo granulės.

Tyrimuose naudotų organinių trąšų cheminė sudėtis:

Granuliuotame paukščių mėšle yra 3,44 % azoto (N), 2,27 % fosforo (P_2O_5), 2,96 %, kalio (K_2O). Trąšų pH 7,3 – neutrali ar labai silpnai šarmiška, sausųjų medžiagų kiekis – 82,75 %. Granulių dydis – 6 mm (UAB „Eco Unicum“).

Granuliuotoje organinėje trąšoje – 3,02 % azoto (N), 4,70 % fosforo (P_2O_5), 4,59 %, kalio (K_2O). Trąšų pH 8,8 – šarmiška, sausųjų medžiagų kiekis – 87,45 %. Granulių dydis – 4 mm (UAB „Eco humusas“).

Granuliuotose organinėse-mineralinėse trąšose – 2,46 % azoto (N), 3,50 % fosforo (P_2O_5), 3,13 %, kalio (K_2O). Trąšų pH 8,8 – šarmiška, sausųjų medžiagų kiekis – 82,37 %. Granulių dydis – 4 mm (UAB „Eco humusas“).

Granuliuotame galvijų mėšle yra 2,30 % azoto (N), 1,25 % fosforo (P_2O_5), 6,59 %, kalio (K_2O). Trąšų pH 9,3 – šarmiška, sausųjų medžiagų kiekis – 82,77 %. Granulių dydis – 6 mm (UAB „Laisva Linija“).

Mokslinio objekto taikymas: žemės ūkio augalai – vasariniai rapsai ir bulvės, taip pat dirvožemis, kuriame augs šie augalai.

Tyrimams pasirinkta vasarinių rapsų '*Mosaik*' veislė, kuri sukurta Švedijoje ("Lantmännen SW Seed"). Vidutinis sėklų derlius yra $3,18 \text{ t ha}^{-1}$, didžiausias – $4,83 \text{ t ha}^{-1}$ (2009 m. Kauno AVT stotis). Sėklos – vidutinio stambumo, 1000-čio jų vidutinis svoris – 3,8 g. Augalų vidutinis aukštis – 122 cm. Veislės atsparumas išgulimui įvertintas 8,6 balo, o atsparumas sėklų išbyrėjimui iš ankstarų – 9 balais. Vegetacijos trukmė – vidutiniškai 105 dienos po jų sėklų sudygimo. Sėklose nustatytas vidutinis riebalų kiekis sudarė 47,9 % ir baltymų – 27,5 %. Pagal eruko rūgšties ir gliukozinolatų kiekį sėklose „Mosaik“ veislė priskiriama maistiniam 00 rapsų veislių tipui (0–2 % eruko rūgšties ir iki $20 \mu\text{mol g}^{-1}$ gliukozinolatų). Šios veislės augalai labiausiai pažeidžiami juodosios dėmėtligės (pažeidimų laipsnis buvo 5–10 proc.), kitų ligų pažeidimai – labai nežymūs.

Tyrimai atlikti auginant '*Vineta*' veislės bulves. Ši veislė sukurta Vokietijoje (Europlant Pflanzenzucht GmbH.). Tai – ankstyva, maistinės paskirties bulvių veislė. Gumbai apvaliai ovalūs, stambūs, vidutinio gilumo akutėmis. Luobelė ir minkštumas gelsvi. Bulvių derlius – gausus, vidutinis krakmolo kiekis gumbuose – 16 %, vidutinis sausų medžiagų kiekis – 22–24 %. Šios veislės bulvės mažiau reiklios dirvai ir drėgmei, ypač atsparios sausrai, neimlios ligoms ir kenkėjams. Augalai atsparūs vėžiui, bulviniams nematodams (Ro1), virusams A ir Y ir lapų susisukimo virusui, juodajai kojelei, o fitoftorizei – virš vidutinio atsparumo. Nepakenčia azoto pertekliaus, dėl kurio pristabdomas gumbų brendimas ir susilpninamos sandėliavimo savybės. Gumbai geros prekinės išvaizdos, atsparūs mechaniniams pažeidimams, pasižymi geromis sandėliavimo savybėmis, ilgas ramybės periodas. Tinkamos auginti ekologiniuose ūkiuose. Šios veislės bulvės įvairiomis kintamomis auginimo sąlygomis duoda pastovų vidutinį derlių.

2.2. Tyrimų vieta ir dirvožemis

Tyrimų vieta: 2015 m. lauko bandymai vykdyti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro Elmininkų bandymų stoties laukuose (Anykščių r., Rytų Lietuva).

Dirvožemis – giliau glėjiškas paprastasis išplautžemis – IDp-g0 (*Bathihypogleyi-Haplic Luvisol – LVh-gld-w*), granulimetrinė sudėtis – priemėlis ant lengvo priemolio. Dirvožemis – stipriai arba vidutiniškai rūgštus, mažai arba vidutiniškai humusingas, jame judriojo fosforo ir kalio buvo vidutiniai kiekiai, mineralinio azoto – maži ir vidutiniai kiekiai. Dirvožemio agrocheminiai rodikliai pateikti 2.2.1 lentelėje.

2.2.1 lentelė. Dirvožemio agrocheminė charakteristika (LAMMC Elmininkų Bandymų stotis)

Augalai	pH _{KCl}	Humusas %	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{min.} , kg ha ⁻¹		
			mg kg ⁻¹		0–30 cm	31–60 cm	0–60 cm
Vasariniai rapsai	4,5–4,6	1,8–2,2	157–180	115–131	51,5–83,4	30,9–48,5	42,6–64,4
Bulvės	4,8–5,0	1,8–2,0	120–138	117–133	47,4–67,2	31,8–58,1	39,2–61,3

2.3. Bandymo schema

Vasariniai rapsai ir bulvės įvairių rūšių granuliuotomis organinėmis trąšomis buvo tręšti pagal šias schemas:

Tyrimų schema vasariniams rapsams

1. Kontrolė (be trąšų N₀P₀K₀)
2. Mineralinių trąšų *fonas* (N₇₀P₂₀K₅₀)
3. *Fonas* + 2 t ha⁻¹ granuliuoto paukščių mėšlo
4. *Fonas* + 2 t ha⁻¹ granuliuotų organinių trąšų
5. *Fonas* + 2 t ha⁻¹ granuliuotų organinių-mineralinių trąšų
6. *Fonas* + 2 t ha⁻¹ galvijų mėšlo granulių

Tyrimų schema bulvėms

1. Kontrolė (be trąšų N₀P₀K₀)
2. Mineralinių trąšų *fonas* (N₇₀P₂₀K₁₂₀)
3. *Fonas* + 2 t ha⁻¹ granuliuoto paukščių mėšlo
4. *Fonas* + 2 t ha⁻¹ granuliuotų organinių trąšų
5. *Fonas* + 2 t ha⁻¹ granuliuotų organinių-mineralinių trąšų
6. *Fonas* + 2 t ha⁻¹ galvijų mėšlo granulių

Tyrimų schemas detalės: Vasariniai rapsai 2, 3, 4, 5 ir 6-ame bandymo variantuose buvo patręšti mineralinių trąšų N₇₀P₂₀K₅₀ norma (foninis lygis), o bulvės atitinkamai – N₇₀P₂₀K₁₂₀ norma (foninis lygis). Visos organinės ir mineralinės trąšos įterptos pavasarį, prieš vasarinių rapsų sėją bei bulvių sodinimą. Su įvairios kilmės granuliuotomis organinėmis trąšomis į dirvožemį įnešti pagrindinių maisto medžiagų kiekiai (kg ha⁻¹ veikia medžiaga) pateikti 2.3.1. lentelėje.

2.3.1 lentelė. Maisto medžiagų kiekiai įnešti į dirvožemį su 2 tonomis įvairios kilmės granuliuotomis organinėmis trąšomis

Augalų maisto medžiagos	Granuliuotas paukščių mėšlas	Granuliuota organinė trąša	Granuliuotos organinės-mineralinės trąšos	Granuliuotas galvijų mėšlas
	kg ha ⁻¹ v. m.			
Azotas	69	60	49	46
Fosforas	45	94	70	25
Kalis	59	92	63	132

Bandymų laukelių dydis ir skaičius: vasariniams rapsams bendras laukelio dydis – 30 (3×10) m², o apskaitinis – 22 (2,2×8) m²; bulvėms – 56 (10×5,6) m² ir 37,8 (9×4,2) m². Kiekvienas bandymo variantas turėjo keturis pakartojimus, todėl kiekviename bandyme buvo po 24 laukelius.

2.4. Tiriamų augalų auginimo agrotechnika

Auginti „Mosaik“ veislės vasariniai rapsai ir „Vineta“ veislės bulvės. Vasariniai rapsai bandymuose buvo pasėti gegužės I-ąjį dešimtadienį (gegužės 5 d.), bulvės sodintos gegužės II-ąjį dešimtadienį (gegužės 20 d.). Priešsėlis tiek vasariniams rapsams, tiek bulvėms – vasariniai kviečiai. Vasariniai rapsai nukulti rugsėjo 15 d., bulvės nukastos – rugsėjo 29 d. Auginamiems žemės ūkio augalams žemės dirbimas, jų sėja, pasėlių priežiūra ir augalų apsaugos priemonių parinkimas buvo atliekamas pagal LAMMC Žemdirbystės instituto rekomendacijas. Lauko darbai vasarinių rapsų ir bulvių pasėliuose pateikti 2.4.1 ir 2.4.2 lentelėse.

2.4.1 lentelė. Lauko ir pasėlių priežiūros darbai vasarinių rapsų pasėlyje

Data	Atlikti darbai	Data	Atlikti darbai
Priešsėlis	Vasariniai kviečiai	2015-05-20	Fiksuotas pilnas sudygimas
2014-10-12	Rudeninis arimas	2015-05-20	Purkšta insekticidu “Wizard” 0,05 l ha ⁻¹
2015-04-30	I -ą kartą kultivuota dirva	2015-06-03	Purkšta insekticidu “Wizard” 0,05 l ha ⁻¹ + boru 0,5 kg ha ⁻¹
2015-05-05	II-ą kartą kultivuota dirva	2015-06-09	Purkšta insekticidu “BISCAYA” 0,3 l ha ⁻¹ + boru 0,6 kg ha ⁻¹
2015-05-05	Paimti dirvožemio ėminiai	2015-06-18	Insekticidu “Proteus” 0,72 l ha ⁻¹ + boru 1,0 kg ha ⁻¹
2015-05-05	Išbertos trąšos pagal schemą	2015-09-15	Nukultas derlius
2015-05-05	Pasėti vasariniai rapsai	2015-09-15	Paimti dirvožemio ėminiai
2015-05-14	Purkšta herbicidu “Sultan” 1,6 l ha ⁻¹		

2.4.2 lentelė. Lauko ir pasėlių priežiūros darbai bulvių pasėlyje

Data	Atlikti darbai	Data	Atlikti darbai
Priešsėlis	Vasariniai kviečiai	2015-06-02	Fiksuota sudygimo pradžia
2014-10-12	Rudeninis arimas	2015-06-08	Fiksuotas pilnas sudygimas
2015-04-30	I-ą kartą kultivuota dirva	2015-06-26	Purkšta herbicidu "Titus" 25 DF 0,05 kg ha ⁻¹
2015-05-05	II-ą kartą kultivuota dirva	2015-06-29	I-as purškimas nuo maro fungicidu "Infinito" 1,4 l ha ⁻¹
2015-05-05	Paimti dirvožemio ėminiai	2015-07-08	II-as purškimas fungicidu "Infinito" 1,4 l ha ⁻¹ + insekticidu "Aktara" 80 g ha ⁻¹
2015-05-05	Išbertos trąšos pagal schemą	2015-07-21	III-as purškimas nuo maro fungicidu "Infinito" 1,6 l ha ⁻¹
2015-05-11	dirva su frezuota	2015-08-03	IV-as purškimas fungicidu "Ranman" 0,5 l ha ⁻¹
2015-05-11	padarytos vagos	2015-08-11	V-as purškimas fungicidu "Ranman" 0,5 l ha ⁻¹
2015-05-12	pasodintos bulvės "Vineta"	2015-09-29	Nukastas derlius
2015-05-19	I-ą kartą kaubtos – akėtos bulvės	2015-09-29	Paimti dirvožemio ėminiai
2015-05-30	II-ą kartą kaubtos – akėtos bulvės		

2.5. Meteorologinės sąlygos

Lauko augalų vegetacijai meteorologinės sąlygos yra pagrindinis veiksnys, lemiantis sėklų dygimą, augalų augimą, vystymąsi ir brendimą. Teigiama, kad vegetacijos periodo orai gali lemti nuo 44 iki 55 % derliaus svyravimo amplitudės. Augalų derlingumo, taip pat ir cheminės sudėties svyravimams didžiausią įtaką turi šilumos ir drėgmės režimai (Daniel, Triboni, 2000; Janušauskaitė, Šidlauskas, 2004; Lazauskas ir kt., 2005).

Tyrimų laikotarpio agrometeorologinės sąlygos pateiktos pagal duomenis, registruotus Elmininkų meteorologinėje aikštelėje (2.5.1 ir 2.5.2 lentelės). Augalų vegetacijos periodu drėkinimo sąlygoms apibūdinti naudotas hidroterminis koeficientas (HTK) pagal G. Selianinovą, kuris apskaičiuotas pagal formulę:

$$HTK = H / (0,1 * \Sigma T), \quad (2.1)$$

kai H – krituliai per analizuojamą laikotarpį, mm;
 ΣT – paros vidutinės oro temperatūros, didesnės už 10 C, suma per tą patį laikotarpį, sumažinta 10 kartų (prilyginama garingumui – apibūdina garavimo sąlygas).

Vegetacijos laikotarpiai pagal HTK dydžius skirstomi: HTK < 0,3 – labai sausi (derlius gali sumažėti daugiau kaip 50 %); 0,4–0,5 – sausi (derlius gali sumažėti iki 50 %); 0,6–0,7 – sausringi; 0,8–1,0 – nepakankamai drėgni; 1,0–1,5 – pakankamo drėgnumo; 1,6–1,9 – drėgni; > 2,0 – drėgmės perteklius (Bukantis, Rimkus, 1997; Bukantis, 2001).

Augalų vegetacijos pradžioje gegužės mėnesio vidutinė oro temperatūra siekė 13,2 °C (2.5.1 lentelė), o iškritęs kritulių kiekis sudarė 50,5 mm (t. y. 12,3 mm daugiau nei daugiametis vidurkis), todėl rapsų sėkloms ir bulvių daigams dygti meteorologinės sąlygos nebuvo labai palankios dėl per didelės drėgmės kiekio dirvoje (2.5.2 lentelė). Tai itin aktualu bulvėms, nes jos

yra labai jautrios drėgmės pertekliui nuo pasodinimo iki butonizacijos pradžios. Birželio vidutinė mėnesio oro temperatūra buvo tik 0,2°C aukštesnė už daugiametę, o kritulių iškrito net 50,6 mm mažiau, lyginant su daugiamėčiu vidurkiu. Todėl drėgmės trūkumas galėjo neigiamai įtakoti pirminius vasarinių rapsų ir bulvių augimo bei vystymosi etapus, nors dirvoje ir buvo sukauptos nemenkos drėgmės atsargos. Liepos mėnesio vidutinė paros oro temperatūra buvo kiek aukštesnė (0,7 °C) už vidutinę daugiametę, o kritulių, kaip ir praėjusį mėnesį, iškrito 27,6 mm mažiau už daugiametį vidurkį, todėl formuojantis rapsų sėkloms ir bulvėms žydint galėjo būti juntamas drėgmės trūkumas.

Pastaruoju metu dėl šiltėjančio klimato vis dažniau pasitaiko ilgesnės sausros pavasario pabaigoje – vasaros viduryje. Visa tai ne tik sustabdo žemės ūkio augalų derlingumo nuosaikų didėjimą, bet kai kuriais atvejais net sumažina. Sausus ir karštus rugpjūčio mėnesio pirmojo ir trečiojo dešimtadienio orus lėmė anticiklonas. Mėnesio vidutinė temperatūra buvo 3,1°C aukštesnė nei vidutinė daugiametė, o iškritusių kritulių kiekis sudarė vos penktadalį (19,8 %) vidutinio daugiamėčio vidurkio. Todėl vyravusios aukštos temperatūros ir kritulių trūkumas sudarė palankias sąlygas sausrui vystytis ir neigiamai įtakuoja augalų derliaus formavimosi procesus. Rugsėjo mėnesis buvo šiltas ir lietingas, o tai kiek apsunkino derliaus nuėmimą. Mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 1,5°C aukštesnė už daugiametę, o iškritęs kritulių kiekis – 61,2 mm (t. y. 5,7 mm daugiau nei daugiametis vidurkis).

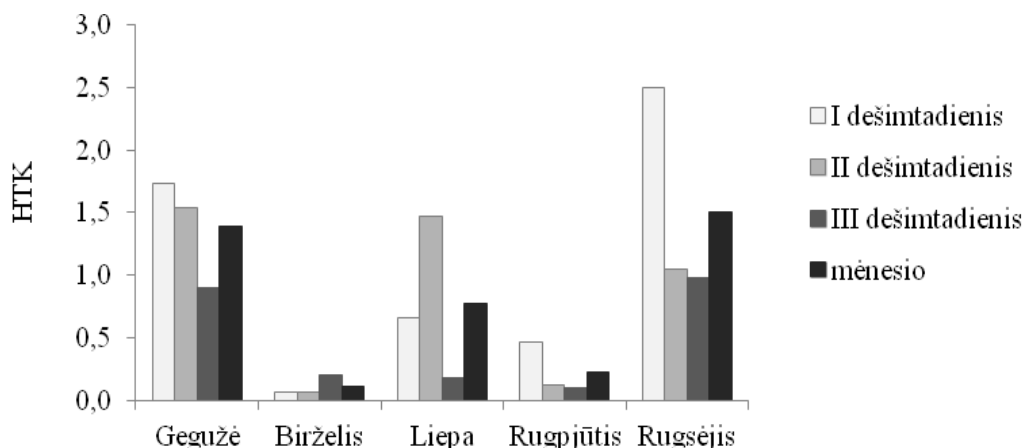
2.5.1 lentelė. Vidutinė oro temperatūra tyrimų laikotarpiu (Elmininkų agrometeorologinės aikštelės duomenys, 2015 m.)

Mėnesiai	Vidutinė oro temperatūra, °C				Vidutinė daugiametė oro temperatūra 1947–2015 m.
	Dešimtadieniais			mėnesio	
	I	II	III		
Gegužė	12,8	12,1	14,8	13,3	12,1
Birželis	17,2	17,2	14,8	16,4	16,2
Liepa	20,1	16,8	17,7	18,2	17,5
Rugpjūtis	22,6	16,8	18,6	19,3	16,2
Rugsėjis	13,1	15,1	11,8	13,3	11,8

2.5.2 lentelė. Kritulių kiekio pasiskirtymas tyrimų laikotarpiu (Elmininkų agrometeorologinės aikštelės duomenys, 2015 m.)

Mėnesiai	Krituliai, mm				Vidutinė daugiametė kritulių norma 1947–2015 m.	Dienų skaičius su krituliais (1 mm ir daugiau)
	Dešimtadieniais			suma per mėnesį		
	I	II	III			
Gegužė	20,8	15,8	13,9	50,5	38,2	12
Birželis	1,2	1,1	3,2	5,5	56,1	3
Liepa	13,3	24,6	3,5	41,4	69,0	10
Rugpjūtis	10,4	2	2,1	14,5	73,0	2
Rugsėjis	32,6	15,9	12,7	61,2	55,5	9

Per šį vegetacijos laikotarpį (gegužės – rugsėjo mėn.) aktyviųjų temperatūrų suma ($ATS > 10^{\circ}\text{C}$) sudarė $2457,0^{\circ}\text{C}$, kritulių iškrito $173,1\text{ mm}$. Apskaičiuotas hidroterminis koeficientas rodo, kad 2015 m. gegužė buvo pakankamo drėgnumo ($HTK=1,39$), birželis – labai sausas ($HTK=0,11$), liepa – sausringa ($HTK=0,77$), rugpjūtis – labai sausas ($HTK=0,23$), o rugsėjis – pakankamo drėgnumo ($HTK=1,51$) (2.5.1 pav.). Viso vegetacijos periodo HTK siekė $0,81$ (nepakankamai drėgni metai).



2.5.1 pav. Hidroterminis koeficientas augalų vegetacijos metu (Elmininkų agrometeorologinės aikštelės duomenys, 2015 m.)

2.6. Tyrimų ir analizių metodai

Dirvožemio ėminiai bendrai agrocheminei charakteristikai nustatyti imti iš 0–20 cm sluoksnio, o mineraliniam azotui – iš 0–60 cm (0–30 ir 31–60 cm sluoksnių). Vienas ėminys sudarytas iš 10–15 gražto dūrių, einant įstrižai laukelio.

Dirvožemio 0–20 cm sluoksnyje buvo nustatyta pH, organinė anglis (C_{org}), judrusis fosforas (P_2O_5) ir judrusis kalis (K_2O). Dirvožemio ėminiai imti iš kiekvieno varianto dviejų pakartojimų, kiekvienais metais pavasarį, prieš trąšų išbėrimą, ir rudenį, nuėmus derlių. Dirvožemio 0–60 cm (0–30 ir 30–60 cm) sluoksnyje buvo nustatyta mineralinis azotas (N_{min}). Ėminiai imti iš kiekvieno varianto dviejų apjungtų pakartojimų kiekvienais metais pavasarį, prieš trąšų išbėrimą, ir rudenį, nuėmus derlių.

Dirvožemyje cheminės analizės atliktos pagal šiuos metodus:

- pH – potenciometrinio metodu 1N KCl ištraukoje;
- judrieji fosforas ir kalis – Egnerio-Rimo-Domingo (A-L);
- mineralinis azotas ($N\text{-NO}_3\text{+N-NH}_4$) – 1N KCl ištraukoje, kolorimetriškai;
- organinė anglis – Hereaus aparatu.

Augalų derlius nustatytas svėrimo būdu. Vasarinių rapsų sėklos ir kūlenos iš kiekvieno laukelio pasverti atskirai, nustatytas jų drėgnis bei priemaišų kiekis, paimti grūdų mėginiai (1–2 kg) kokybės rodikliams ir 1000-čio sėklų masei nustatyti. Vasarinių rapsų sėklų derlius perskaičiuotas prie 9 % drėgmės absoliučiai švarios sėklų masės. Bulvės nukastos visiškai subrendus gumbams,

surinktos rankomis, pasveriant kiekvieno laukelio derlių. Nustačius gumbų švarumą, bulvių derlius perskaičiuotas, esant 100 % jų švarumui.

Produkcijos kokybės analizėms vasarinių rapsų ir bulvių mėginiai paimti iš antrojo ir ketvirtojo bandymų pakartojimų, atskirų rodiklių analizių svyravimai pateikti vidutiniu kvadratinu nuokrypiu. Vasarinių rapsų sėklose nustatyta žali riebalai, žali baltymai ir gliukozinolatai; bulvių gumbuose – krakmolas ir nitratai. Vasarinių rapsų 1000-čio sėklų masė suskaičiuota pasvėrus švarias ir mechaniškai nepažeistas sėklas. Taip pat atlikta bulvių gumbų pasiskirstymo pagal jų stambumą % (< 40 g, 40–80 g ir > 80 g) analizė.

Augalų produkcijos kokybės cheminės analizės atliktos pagal šiuos metodus:

- *rapsų sėklose*: bendras azoto kiekis – pagal Kjeldalio metodą; žali baltymai apskaičiuoti bendrą azoto kiekį dauginant iš koeficiento 6,25; žali riebalai – Soksleto aparatu pagal direktyvą 71/393/EEB; gliukozinolatai – kolorimetriniu metodu;
- *bulvių gumbuose*: krakmolas – lyginamuoju svorio metodu Parovo svarstyklėmis, pagal direktyvą 72/199/EEB; nitratai – jonometriniu metodu, pagal standartą LST EN 12074:2001.

Tyrimų duomenys įvertinti dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant programinį paketą *SELEKCIJA* (Tarakanovas, 2002), taip pat apdoroti koreliacinės-regresinės analizės metodais. Augalų derliaus įvertinimui naudota vieno veiksnio duomenų dispersinė analizė, o skirtumai tarp kontrolės, foninio tręšimo ir tręšimo granuliuotomis organinėmis trąšomis variantų įvertinti mažiausia esminio skirtumo riba (R_{05}). Ryšio tarp kintamųjų stiprumui ir pobūdžiui nustatyti atlikta koreliacinė-regresinė duomenų analizė (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Koreliacijos koeficientams ir santykiams nusakyti bei ryšiui tarp tiriamų rodikliui atvaizduoti, naudotasi programos *STATISTICA* moduliu *General Linear models*. Darbe naudoti simboliai: ** ir * žymėjimai reiškia: statistiškai patikima, esant atitinkamai 99 ir 95 % tikimybės lygiui; R_{05} – patikimo skirtumo riba, esant 95 % tikimybės lygiui, R_{01} – patikimo skirtumo riba, esant 99 % tikimybės lygiui.

Mokslinės literatūros ir kitų šaltinių analizė bus atliekama visą projekto vykdymo laikotarpį (2015-2016 m.), siekiant teoriniais teiginiais pagrįsti granuliuoto mėšlo poveikį augalams ir dirvožemiui.

Projekto metu (2016 m. II etapo pabaigoje) bus publikuoti 2 straipsniai mokslinėje/informacinėje spaudoje, taip pat bus parengtos tręšimo, granuliuotomis organinėmis trąšomis, rekomendacijos. Rezultatai bus pristatyti Žemės ūkio ministerijoje ir Žemės ūkio parodoje „Ką pasėsi 2016“ ir kt. renginiuose (konferencijos, seminarai ir kt.). Rezultatai bus publikuoti internetiniuose tinklalapiuose www.zum.lt, www.lammc.lt, www.agrolab.lt.

Projekto vykdymo planas

Eil. Nr.	MTTV projekto etapo pavadinimas	MTTV projekto etapo trumpas aprašas, kokie numatomi atlikti darbai	Įvykdymo terminas	Vykdytojai (vardas, pavardė, tel., el. p.)
1.	I etapas, 2015 m.	Bus atlikti lauko bandymai su vasariniai rapsais ir bulvėmis išbandant granuliuotas mėšlo trąšas. Bus atlikti granuliuoto mėšlo trąšų ir dirvožemio tyrimai. Iki 2015-11-10 dienos bus parengta tarpinė ataskaita.	2015-11-10	<p>Dr. Romas Mažeika, 8 37311513, el. p. mazeika@agrolab.lt</p> <p>Dr. Jonas Arbačiauskas, 8 37311684, el. p. bandymai@agrolab.lt</p> <p>Dr. Šarūnas Antanaitis, 837311520, el. p. analize@agrolab.lt</p> <p>Prof. habil. dr. Gediminas Staugaitis, J. m. d. Ieva Narutytė, tel. 8 37312525, el. p. konsultancijos@agrolab.lt</p>
2.	II etapas, 2016 m.	Bus atlikti lauko bandymai su vasariniai rapsais ir bulvėmis išbandant granuliuotas mėšlo trąšas. Bus atlikti granuliuoto mėšlo trąšų ir dirvožemio tyrimai. Iki 2016-11-10 dienos bus parengta ataskaita už du metus.	2016-11-10	<p>Dr. Romas Mažeika, 8 37311513, el. p. mazeika@agrolab.lt</p> <p>Dr. Jonas Arbačiauskas, 837311684, el. p. bandymai@agrolab.lt</p> <p>Dr. Šarūnas Antanaitis, 8 37311520, el. p. analize@agrolab.lt</p> <p>Prof. habil. dr. Gediminas Staugaitis, J. m. d. Ieva Narutytė, tel. 8 37312525, el. p. konsultancijos@agrolab.lt</p>

3. TYRIMŲ REZULTATAI

3.1. Įvairių rūšių mėšlo granuliuojamųjų sudėtis

Mėšlo granuliuojamųjų fizinės savybės ir cheminė sudėtis priklauso ne tik nuo jo rūšies, bet ir perdirbimo technologijų bei technologinio proceso režimų. Kiekvienas granuliuojamo mėšlo gamintojas saugo savo technologines paslaptis ir informacijos apie gamybos procesą neteikia. Todėl šioje tyrimų studijoje išvesti griežtas priklausomybes granuliuojamųjų produktų sudėties ir savybių nuo mėšlo rūšies nėra galimybės, bet gauti cheminės analizės duomenys leidžia apibūdinti šias trąšas tiek cheminės sudėties atžvilgiu. 3.1.1 lentelėje pateikti granuliuojamųjų trąšų analizės duomenys rodo, kad trąšoms būdinga neutrali ir šarminė terpė, tad tikėtina, kad rūgščiose dirvose šios trąšos veiks neutralizuojančiai tai yra mažins jų rūgštumą. Šių trąšų sausų medžiagų koncentracija yra keturis kartus didesnė palyginus su mišraus gyvulių kraikinio mėšlo sausų medžiagų koncentracija (22,2 %).

Visų naudotų granuliuojamųjų organinių trąšų forma yra panaši. Tai – cilindro formos dalelės, besiskiriančios diametru ir ilgiu. Trąšų be mineralinių priedų diametras yra apie 6 mm, o su mineraliniais priedais mažesnis – 4 mm. Trąšų piltnis tankis svyruoja ribose nuo 660 iki 780 g l⁻¹ arba kg m⁻³. Šios granuliuojamos trąšos yra žymiai lengvesnės už mineralines trąšas, todėl naudojant išcetrinius diskinius trąšų barstytuvus jų sklaidos plotas bus mažesnis.

Trąšos skiriasi organinės medžiagos koncentracija, nes granuliuojamose organinėse ir organinėse-mineralinėse dar esama mineralinių medžiagų, kurios padidina bendrojo fosforo ir kalio koncentraciją.

3.1.1 lentelė. Įvairių granuliuojamųjų organinių trąšų pagrindinių maisto medžiagų koncentracija sausoje ir natūralioje medžiagoje

LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija, 2015

Tyrimų parametras	Granuliuotas paukščių mėšlas	Granuliuota organinė trąša	Granuliuotos organinės-mineralinės trąšos	Granuliuotas galvijų mėšlas
pH	7,3	8,8	8,8	9,3
Sausa medžiaga %	82,75	87,45	82,37	82,77
Sausoje medžiagoje:				
Organinė medžiaga %	79,42	40,30	32,57	61,06
Bendras azotas (N) %	4,16	3,45	2,99	2,78
Bendras fosforas (P ₂ O ₅) %	2,75	5,37	4,25	1,51
Bendras kalis (K ₂ O) %	3,58	5,25	3,80	7,96
Natūralioje medžiagoje:				
Organinė medžiaga %	65,72	35,24	26,82	50,53
Bendras azotas (N) %	3,44	3,02	2,46	2,30
Bendras fosforas (P ₂ O ₅) %	2,27	4,70	3,50	1,25
Bendras kalis (K ₂ O) %	2,96	4,59	3,13	6,59

Trąšose esanti bendrojo azoto koncentracija 23–34 kg N t⁻¹ natūralaus drėgnio trąšos, gali būti nepakankama intensyviai augalų augimui, esant mažoms 1 t ha⁻¹ tręšimo normoms. Todėl lauko

bandymams buvo pasirinkta 2 t ha⁻¹ tręšimo norma. Esant tokiai tręšimo normai, dirvožemis reikšmingai papildomas organine medžiaga, jos įnešama į hektarą nuo 500 iki 1300 kg. Fosforo ir kalio įnešami kiekiai daugeliu atvejų didesni negu 60 kg ha⁻¹ veikliosios medžiagos, todėl turėtų pakakti žemės ūkio augalų augimui bei likti atsarga dirvožemyje po pirmųjų vegetacijos metų.

Labai svarbu, kad naujosios trąšos – granuliuotas mėšlas turėtų kuo mažiau kenksmingų priemaišų: sunkiųjų metalų, patvarių organinių junginių, pesticidų likučių. Yra žinoma, kad mėšlo tarša patvariais organiniais junginiais, kurie dažniausia yra pramoninių procesų bei naftos ir kieto kuro deginimo teršalai, labai mažai tikėtina. Tačiau tyrimų biudžeto galimybės mums neleido atlikti brangių chromatografinių analizių šiems produktams. Šiame tyrimų etape atlikome sunkiųjų metalų tyrimus įvairių granuliuotų organinių trąšų sudėtyje.

3.1.2 lentelėje pateikti granuliuotų organinių trąšų taršos sunkiaisiais metalais duomenys leidžia teigti, kad ji nekelia grėsmės aplinkai ir yra maža. Granuliuoti mėšlai turi foninį kiekį (<1 mg kg⁻¹) toksiškų metalų: kadmio, arseno, gyvsidabrio, bei mažas koncentracijas (<10 mg kg⁻¹) kenksmingų metalų: švino, nikelio, chromo. Granuliuotame mėšle su priedais – granuliuotose organinėse-mineralinėse trąšose aptinkamos truputį didesnės sunkiųjų metalų koncentracijos, tačiau jos neviršija 50 mg kg⁻¹ leistinos ribos.

3.1.2 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų tarša sunkiais metalais

LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija, 2015

Sunkieji metalai	Granuliuotas paukščių mėšlas	Granuliuota organinė trąša	Granuliuotos organinės-mineralinės trąšos	Granuliuotas galvijų mėšlas
	mg kg ⁻¹			
Kadmis (Cd)	0,14	1,36	0,30	0,16
Arsenas (As)	0,10	0,54	1,12	0,28
Chromas (Cr)	6,10	15,6	22,1	3,90
Nikelis (Ni)	9,37	5,93	7,53	2,73
Švinas (Pb)	<2,5	4,6	10,3	<2,5
Gyvsidabris (Hg)	0,000	0,000	0,000	0,000

3.2. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka žemės ūkio augalų derliui ir kokybei

Augalų derlius glaudžiai susietas su vegetacijos periodo meteorologinėmis sąlygomis, dirvožemio savybėmis, pasėlių priežiūra ir mityba. Kuo dirvožemyje mažiau humuso, tuo augalų derlius labiau priklauso nuo gamtinių sąlygų – sunkesnės granulimetrinės sudėties dirvos drėgnesniais metais labiau supuola, lengvuose dirvožemiuose sausais metais greičiau pritrūksta drėgmės. Siekiant gausaus ir geros kokybės derliaus bei norint palaikyti potencialų dirvožemio našumą, svarbu nuolat dirvožemio atsargas papildyti organinėmis medžiagomis.

Vasariniai rapsai. Rapsai pasižymi labai dideliu maisto medžiagų poreikiu, neretai daug didesniu negu jų gali būti dirvožemiuose, todėl tik tinkamai parenkant ir naudojant trąšas galima užauginti optimalų derlių (Shpaar ir kt., 1999; Šidlauskas, 2000). Be pagrindinių maisto medžiagų, vasariniai rapsai labai reiklūs ir mikroelementams (Grzebiszet al., 2010).

Įvertinus skirtingų rūšių granuliuotų organinių trąšų įtaką vasariniams rapsams, nustatyta, kad visos minėtos trąšos esmingai didino **sėklų derlių**, palyginus tiek su kontroliniu laukeliu (be trąšų), tiek su foniniu tręšimu (N₇₀P₂₀K₅₀) (3.2.1 lentelė). Sėklų derlius ženkliai padidėjo įterpus paukščių mėšlo granulių: derliaus priedas, lyginant su foniniu tręšimu, sudarė 0,74 t ha⁻¹, o su netręštais rapsais – beveik du kartus – 1,43 t ha⁻¹. Tiek granuliuotų organinių, tiek granuliuotų organinių-mineralinių trąšų poveikis rapsų sėklų derliui buvo vienodas ir lyginant su foniniu tręšimu padidėjo 0,35 t ha⁻¹. Tręšimas galvijų mėšlo granulėmis vasarinių rapsų sėklų derliaus, lyginat su foniniu tręšimu, statistiškai patikimai nedidino, tačiau lyginant su netręštais augalais – padidėjimas buvo esminis, kaip ir tręšiant kitomis granuliuotomis organinėmis trąšomis.

3.2.1 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka vasarinių rapsų sėklų derliui

Elmininkų bandymų stotis, 2015

Eil. Nr.	Variantai	Sėklų derlius, t ha ⁻¹	Derliaus padidėjimas (+/-), t ha ⁻¹	
			lyginant su kontrole (be trąšų)	lyginant su fonu
1	Kontrolė (be trąšų N ₀ P ₀ K ₀)	0,61	-	-
2	Mineralinių trąšų fonas (F) (N ₇₀ P ₂₀ K ₅₀)	1,29	+0,69	-
3	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto paukščių mėšlo	2,03	+1,43	+0,74
4	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių trąšų	1,64	+1,04	+0,35
5	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių-mineralinių trąšų	1,64	+1,03	+0,35
6	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto galvijų mėšlo	1,51	+0,91	+0,22
	R ₀₅		0,24	0,23
	R ₀₁		0,33	0,32
	S _x %		4,46	4,72

Vasarinių rapsų **kūlenų derlių** esmingai didino visos naudotos granuliuotos organinės trąšos. Efektyviausios kūlenų derliui, priešingai nei sėklų, buvo galvijų mėšlo granulės (3.2.2 lentelė). Dėl šių trąšų įtakos derliaus priedas, lyginant su foniniu tręšimu, padidėjo 0,84 t ha⁻¹. Kiek mažesni,

tačiau taip pat statistiškai patikimi priedai gauti rapsus tręšiant tiek granuliuotomis organinėmis, tiek organinėmis-mineralinėmis trąšomis: atitinkamai 0,55 ir 0,43 t ha⁻¹. Granuliuoto paukščių mėšlo trąšos buvo mažiausiai efektyvios: kūlenų derliaus priedas siekė 0,32 t ha⁻¹.

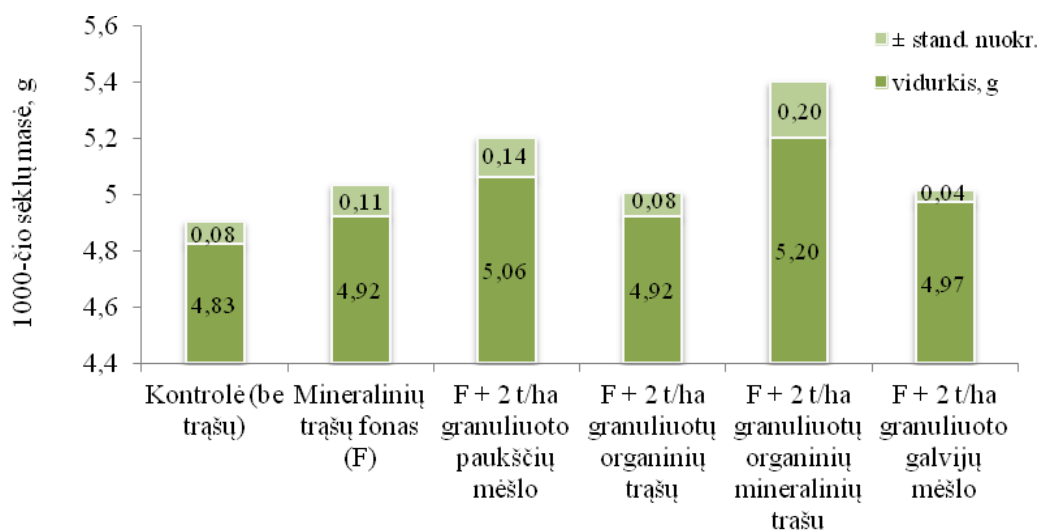
3.2.2 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka vasarinių rapsų kūlenų derliui

Elmininkų bandymų stotis, 2015

Eil. Nr.	Variantai	Kūlenų derlius, t ha ⁻¹	Derliaus padidėjimas (+/-), t ha ⁻¹	
			lyginant su kontrole (be trąšų)	lyginant su fonu
1	Kontrolė (be trąšų N ₀ P ₀ K ₀)	1,95	-	-
2	Mineralinių trąšų fonas (F) (N ₇₀ P ₂₀ K ₅₀)	2,23	+0,28	-
3	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto paukščių mėšlo	2,55	+0,59	+0,32
4	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių trąšų	2,77	+0,82	+0,55
5	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių-mineralinių trąšų	2,66	+0,71	+0,43
6	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto galvijų mėšlo	3,07	+1,12	+0,84
	R ₀₅		0,38	0,39
	R ₀₁		0,52	0,55
	S _x %		4,91	4,76

Rapsų derlingumas priklauso tiek nuo produktyvumo elementų išsivystymo, tiek nuo jų sunykimo procesų vegetacijos metu. 1000-čio sėklų masė yra vėliausiai susiformuojantis derliaus struktūros elementas, kuris ženkliai priklauso nuo agrometeorologinių sąlygų, vyravusių rapsų vegetacijos metu, ir tręšimo, ypač azoto trąšomis.

Tyrimų metais vasariniai rapsai subrandino gana stambias sėklas, kurių **1000-čio sėklų** masė netręštuose laukuose siekė 4,83 g, o tręštuose – 4,92–5,20 g (3.2.1 pav.). Atlikta koreliacinė-regresinė analizė parodė, kad mūsų tyrimuose tarp rapsų sėklų derliaus (y ; t ha⁻¹) ir 1000-čio sėklų masės (x ; g) egzistuoja vidutinio stiprumo tiesinė priklausomybė ($r = 0,69$; $p = 0,02$; $y = -11,0417 + 2,5077 * x$). Analizuojant duomenis matyti, kad pokyčiai dėl tręšimo organinėmis trąšomis nėra labai ryškūs ir svyruoja paklaidų ribose. Visgi įvairios kilmės organinės trąšos, išskyrus granuliuotas organines trąšas, tendencingai didino rapsų 1000-čio sėklų masę. Šis rodiklis ženkliau padidėjo įterpus 2 t ha⁻¹ granuliuotų organinių-mineralinių trąšų: masės pokytis, lyginant su foniniu tręšimu, siekė 0,28 g. Tręšimas paukščių ir galvijų mėšlo granulėmis buvo kiek mažiau efektyvus ir 1000-čio sėklų masę padidino atitinkamai tik 0,14 ir 0,05 g, o granuliuotos organinės trąšos šiam rodikliui įtakos neturėjo. Visgi daugelio atliktų tyrimų patirtis rodo, kad 1000-čio sėklų masė labiau įtakoja temepatūros ir drėgmės režimas sėklų brandimo tarpsnyje, nei tręšimas.



3.2.1 pav. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka vasarinių rapsų 1000-čio sėklų masei
Elmininkų bandymų stotis, 2015

Pagrindiniai rapsų sėklų kokybės rodikliai yra jų riebalingumas, baltymingumas, eruko rūgšties kiekis riebalų rūgščių sudėtyje bei gliukozinolatų kiekis išspaudose (Velička, 2002). Visa tai priklauso nuo veislės, dirvožemio savybių, meteorologinių sąlygų, auginimo technologijos (Lääniste et al., 2004; Spychaj–Fabisiak et al., 2011).

Vienas iš labai svarbių rapsų sėklų kokybės rodiklių – tai riebalų kiekis jose. Mūsų atliktų tyrimų duomenimis, **žalių riebalų** kiekiai rapsų sėklose skyrėsi tik dešimtuju ribose – 43,0–43,7 % (3.2.3 lentelė). Įvertinus įvairios kilmės granuliuotų organinių trąšų poveikį matyti, kad rapsų sėklose minėtas rodiklis, lyginant su foniniu tręšimu, didėjo, tačiau palyginus su netręštais augalais, daugumoje laukelių sumažėjo – 0,1–0,4 proc. vnt. Tik tręšiant granuliuotomis organinėmis ir organinėmis-mineralinėmis trąšomis, žalių riebalų kiekis sėklose nustatytas nežymiai didesnis (0,1 proc. vnt.) nei netręštų augalų sėklose. Mokslinėje literatūroje aptinkama šaltinių, kurie teigia, kad gausiau tręšiant azotu gali pakisti baltymų ir angliavandenių proporcija augale, dėl šios priežasties sumažėja sėklų riebalingumas (Holmes, 1980). Todėl galima prielaida, kad atliekant mūsų tyrimus, granuliuotose paukščių mėšlo trąšose, esantis didesnis azoto kiekis kiek mažino rapsų sėklų riebalingumą. Tačiau bendras riebalų kiekis iš ploto vieneto daugiausia priklausė nuo rapsų sėklų derlingumo dydžio. Didžiausia **riebalų išeiga** ($877,3 \text{ t ha}^{-1}$) gauta rapsus patręšus granuliuotomis paukščių mėšlo trąšomis, nes šiame laukelyje rapsai atitinkamai subrandino gausiausią sėklų derlių ($2,03 \text{ t ha}^{-1}$) (3.2.3 lentelė). Kiek mažiau riebalų iš ploto vieneto nustatyta dėl granuliuotų organinių ir organinių-mineralinių trąšų įtakos – $717,6$ ir $715,8 \text{ t ha}^{-1}$, sėklų derliai atitinkamai šiuose laukeliuose gauti kiek mažesni – $1,64 \text{ t ha}^{-1}$. Tuo tarpu rapsus tręšiant fonine trąšų norma, riebalų išeiga siekė tik $556,2 \text{ t ha}^{-1}$. **Žalių proteinų** kiekiai rapsų sėklose svyravo siaurame intervale – 24,4–25,3 %, o mažiausiai jų nustatyta netręštų augalų sėklose (24,4 %) (3.2.3 lentelė). Įvairios kilmės granuliuotomis organinėmis trąšomis tręštų rapsų sėklose žalių baltymų kiekis, lyginant su foniniu tręšimu, padidėjo (0,3 proc.vnt.), tik augalus patręšus

granuliuotu galvijų mėšlu. Tręšimas paukščių mėšlo granulėmis sėklų baltymingumui jokios įtakos neturėjo, o likusiuose laukeliuose, kur į dirvą buvo įterpta granuliuotų organinių ar organinių-mineralinių trąšų, žalių baltymų kiekio sėklose sumažėjimas siekė – 0,1–0,2 proc. vnt.

Rapsai, kaip ir visi kryžmažiedžiai augalai, akumuliuoja gliukozinolatus, kurių skilimo produktai yra toksiški ir maistui bei pašarui skirtose sėklose nepageidaujami, todėl šių medžiagų kiekis rapsų sėklose ribojamas iki 20 $\mu\text{mol g}^{-1}$. Mūsų atliktų tyrimų duomenimis, tręšimas įvairios kilmės granuliuotomis organinėmis trąšomis, lyginant su foniniu tręšimu, **gliukozinolatų kiekį** sėklose nežymiai didino, tačiau rasti kiekiai neviršino leistinos normos ribų (3.2.3 lentelė). Daugiausiai jų nustatyta rapsus tręšiant granuliuotomis galvijų ir paukščių mėšlo trąšomis – atitinkamai 0,96 ir 0,90 $\mu\text{mol g}^{-1}$, mažiausiai – kontroliniame variante laukelyje augusių rapsų sėklose (0,75 $\mu\text{mol g}^{-1}$).

3.2.3 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka vasarinių rapsų sėklų kokybei

Elmininkų bandymų stotis, 2015

Eil. Nr.	Variantai	Žali riebalai, % (s.m.)	Teorinė riebalų išeiga*, kg ha^{-1}	Žali baltymai, % (s.m.)	Gliukozi- nolatai, $\mu\text{mol g}^{-1}$
		Vidurkis \pm standartinis nuokrypis			
1	Kontrolė (be trąšų $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$)	43,6 \pm 0,70	263,6	24,4 \pm 0,75	0,75 \pm 0,04
2	Mineralinių trąšų fonas (F) ($\text{N}_{70}\text{P}_{20}\text{K}_{50}$)	43,0 \pm 0,88	556,2	25,0 \pm 0,08	0,79 \pm 0,12
3	F + 2 t ha^{-1} granuliuoto paukščių mėšlo	43,2 \pm 0,13	877,3	25,0 \pm 0,41	0,90 \pm 0,25
4	F + 2 t ha^{-1} granuliuotų organinių trąšų	43,7 \pm 1,33	717,6	24,9 \pm 0,46	0,86 \pm 0,19
5	F + 2 t ha^{-1} granuliuotų organinių mineralinių trąšų	43,7 \pm 0,89	715,8	24,8 \pm 0,57	0,83 \pm 0,01
6	F + 2 t ha^{-1} granuliuoto galvijų mėšlo	43,5 \pm 1,61	656,9	25,3 \pm 0,78	0,96 \pm 0,19

*Pastaba.**– teorinė riebalų išeiga – išvestinis rodiklis, todėl pateikiamas tik vidurkis.

APIBENDRINIMAS. Vasarinius rapsus patręšus granuliuotu paukščių mėšlu nustatytas didžiausias sėklų derlius (2,03 t ha^{-1}), ir palyginus su foniniu tręšimu, padidėjimas sudarė 57 %. Dėl granuliuotų organinių ir organinių-mineralinių trąšų įtakos sėklų derlius atitinkamai padidėjo 27 %. Rapsų 1000-čio sėklų masę didino beveik visos naudotos įvairios kilmės granuliuotos organinės trąšos. Daugiau žalių riebalų rapsų sėklose susikaupė, į dirvą įterpus granuliuotas organines ir organines-mineralines trąšas, tačiau didžiausia riebalų išeiga iš ploto vieneto gauta augalus tręšiant granuliuotomis paukščių mėšlo trąšomis. Visos įvairios kilmės granuliuotos organinės trąšos nežymiai didino gliukozinolatų kiekį rapsų sėklose, tačiau neviršino leistinos normos ribų.

Bulvės. Bulvės labai reiklios drėgmei, tačiau palyginti gerai iškenčia trumpalaikes sausras, kurios pastaruoju laikmečiu yra viena iš didžiausių derliaus sumažėjimo priežasčių lengvuose dirvožemiuose. Gumbų vystymosi metu dirvožemyje esant pakankamai drėgmės ir maisto medžiagų, sukuriama didesnis biomasės kiekis, užauga gausnis stambių ir vidutinių gumbų derlius, sausųjų medžiagų kiekis (Asakavičiūtė, Ražukas, 2011; Cao, Tibbits, 1994; Mustonen, 2004).

Bandyme naudotos įvairios kilmės organinės trąšos didino bulvių **gumbų derlių**, lyginant su foniniu tręšimu, tačiau ne visais atvejais gauti skirtumai buvo statistiškai patikimi (3.2.4 lentelė). Esmingai didžiausias gumbų derliaus priedas gautas bulves patręšus granuliuotu paukščių mėšlu – 5,50 t ha⁻¹, kiek mažesnis – įterpus granuliuotų organinių trąšų – 5,33 t ha⁻¹. Tikėtina, šiuos derliaus pokyčius įtakojo minėtose organinėse trąšose, esantis kiek didesnis azoto kiekis, kurį į dirvą įnešėme pavasarį prieš bulvių sodinimą. Taip pat palyginus šių organinių trąšų poveikį su netręštomis bulvėmis, gauti derliaus priedai dar didesni – atitinkamai 14,10 ir 13,93 t ha⁻¹. Mažiausiai efektyvios buvo galvijų mėšlo granulės: dėl šių trąšų įtakos gumbų derliaus priedas, palyginus su foniniu tręšimu, padidėjo vos 1,03 t ha⁻¹.

3.2.4 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka bulvių gumbų derliui

Elmininkų bandymų stotis, 2015

Eil. Nr.	Variantai	Gumbų derlius, t ha ⁻¹	Derliaus padidėjimas (+/-), t ha ⁻¹	
			lyginant su kontrole (be trąšų)	lyginant su fonu
1	Kontrolė (be trąšų N ₀ P ₀ K ₀)	18,93	-	-
2	Mineralinių trąšų fonas (N ₇₀ P ₂₀ K ₁₂₀)	27,53	+8,60	-
3	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto paukščių mėšlo	33,03	+14,10	+5,50
4	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių trąšų	32,85	+13,93	+5,33
5	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių mineralinių trąšų	30,35	+11,43	+2,83
6	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto galvijų mėšlo	28,55	+9,63	+1,03
R ₀₅			3,17	3,38
R ₀₁			4,38	4,74
Sx %			3,68	3,6

Atlikus bulvių **gumbų stambumo** analizę ir įvertinus tyrimų rezultatus, nustatyta, kad stambesni nei 80 g svorio gumbai sudarė 78,0–83,8 % visų tirtų gumbų masės (3.2.5 lentelė). Bulvių tręšimas įvairios kilmės granuliutomis organinėmis trąšomis turėjo mažai įtakos jų stambumui. Kiek daugiau stambių (>80 g) gumbų užaugo bulves patręšus granuliuota organine trąša bei granuliuotu galvijų mėšlu: atitinkamai 83,8 ir 82,6 %. Šiuose laukeliuose atitinkamai mažesnis procentas buvo vidutinio stambumo (40–80 g) ir smulkių (<40 g) bulvių gumbų.

3.2.5 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka bulvių gumbų stambumui

Elmininkų bandymų stotis, 2015

Eil. Nr.	Variantai	Bulvių gumbų pasiskirstymas pagal jų stambumą %		
		< 40 g	40-80 g	> 80 g
		Vidurkis ± standartinis nuokrypis		
1	Kontrolė (be trąšų N ₀ P ₀ K ₀)	5,7±0,21	14,8±5,73	79,6±5,52
2	Mineralinių trąšų fonas (N ₇₀ P ₂₀ K ₁₂₀)	6,4±0,49	15,7±2,26	78,0±1,77
3	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto paukščių mėšlo	3,8±0,57	15,3±0,99	80,9±0,42
4	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių trąšų	4,6±0,99	11,7±2,05	83,8±3,04
5	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių mineralinių trąšų	6,0±0,99	14,1±2,12	79,9±3,11
6	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto galvijų mėšlo	5,7±1,34	11,8±4,17	82,6±5,52

Bulvių *gumbų kokybė* yra siejama su jų maistine verte bei tinkamumu perdirbti į įvairius produktus. Kokybės rodikliai priklauso nuo genotipo, aplinkos sąlygų bei šių veiksnių tarpusavio sąveikos. Teigiama, jog krakmolo ir sausųjų medžiagų kiekis taip pat labai priklauso nuo mineralinių ir organinių trąšų. Didėjant trąšų normoms mažėja krakmolo ir sausųjų medžiagų kiekis gumbuose, dėl to sumažėja pagamintos produkcijos išeiga (Makaravičiūtė, 2001; Rogozinska, 1995). Nitrato kiekis bulvių gumbuose pirmiausia priklauso nuo veislės savybių, tik po to nuo meteorologinių sąlygų ir tręšimo. Augalų vegetacijos metu vyraujančios aukštos temperatūros ir drėgmės trūkumas itin sąlygoja nitrato didėjimą bulvėse (Hamouz, 2005; Lazauskas, Simanavičienė, 1995).

Kraskmolas yra pagrindinis angliavandenių šaltinis bulvėse, o kadangi 65-80 % sausųjų medžiagų sudaro būtent jis, todėl tarp šių junginių egzistuoja labai stipri koreliacija (Feltran et al., 2004; Iritani, Weller, 1981). Mūsų tyrimuose krakmolo kiekio (y; %) priklausomybę nuo sausųjų medžiagų (x; %) bulvių gumbuose taip pat atspindėjo tiesinė regresijos lygtis $y = 6,4624 + 0,365 \cdot x$; $r = 0,75$; $p = 0,01$. Šiuo principu yra pagrįstas ir krakmolo, ir sausųjų medžiagų nustatymas lyginamojo svorio metodu, todėl minėtų rodiklių pokyčių dėsningumai turėtų būti panašūs.

Mūsų tirtų įvairios kilmės granuliuotų organinių trąšų įtaka bulvių gumbų biocheminiams rodikliams – sausosioms medžiagoms, krakmolui ir nitrato kiekiui pateikta 3.2.6 lentelėje. Vidutiniais tyrimų duomenimis, bulvių tręšimas visomis granuliuotomis organinėmis trąšomis mažino *sausųjų medžiagų* kiekį gumbuose, ir atskiruose variantuose sumažėjimas siekė 2,1–3,7 proc. vnt., palyginus su netręstomis bulvėmis. Sausųjų medžiagų kiekis gumbuose ženkliau sumažėjo (atitinkamai 3,7 ir 3,4 proc. vnt.), kai bulvės buvo patręstos granuliuota organine trąša bei granuliuotu galvijų mėšlu, mineralinių trąšų fone. Naudotos įvairios kilmės organinės trąšos tendencingai mažino ir bulvių gumbų *krakmolingumą*, lyginant tiek su foniniu tręšimu, tiek su netręštais augalais. Krakmolo kiekis bulvių gumbuose dėl minėtų trąšų įtakos kito panašiam intervale: 14,3–14,9 %, tuo tarpu netręstų bulvių gumbuose jo rasta 16,1 %.

Nitratai bulvėse, kaip ir daržovėse, nepageidautini. Įvertinus tyrimų rezultatus matyti, kad įvairios kilmės organinės granuliuotos trąšos didino *nitrato* kiekį bulvių gumbuose, tačiau ne visais atvejais su trąšomis įterptom azoto kiekiui didėjant, nitrato kiekis bulvių gumbuose dėsningai

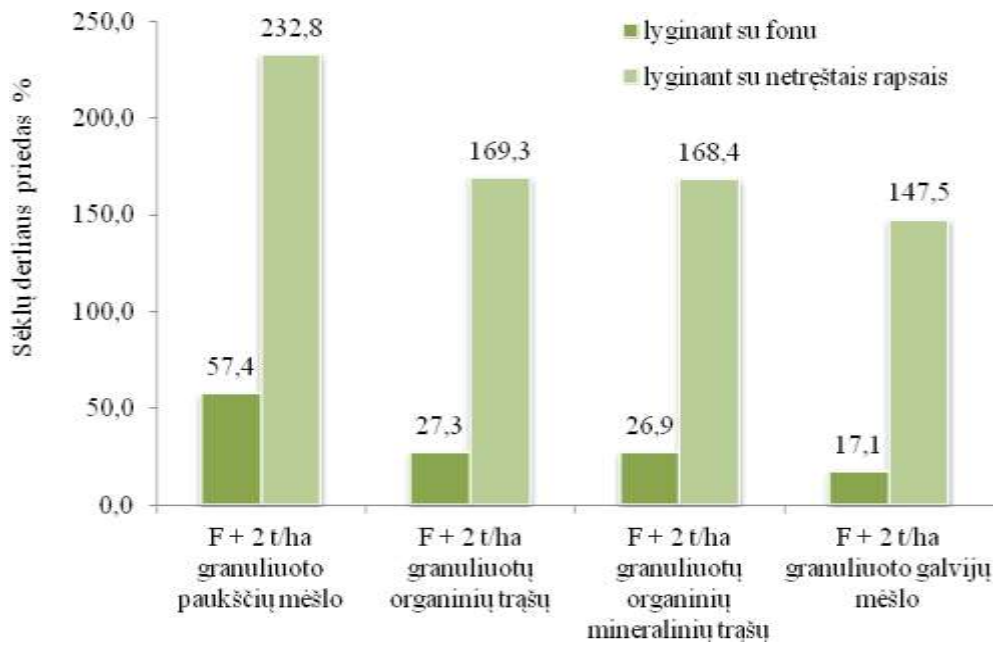
didėjo. Daugiausiai nitratų (161 ir 154 mg kg^{-1}) gumbuose susikaupė, kai bulvių tręšimui buvo naudotos granuliuotos organinės-mineralinės trąšos bei granuliuotas paukščių mėšlas. Nitratų kiekio padidėjimas šiuose laukuose, palyginus su foniniu tręšimu, siekė atitinkamai – $84,1$ ir $76,9$ mg kg^{-1} . Be to, dėl minėtų trąšų įtakos nustatyti nitratų kiekiai gumbuose kiek viršijo Rusijos Federacijoje didžiausią leistiną koncentraciją (150 mg kg^{-1}), nors Europos Sąjungoje nitratų kiekis bulvėse nėra reglamentuojamas.

3.2.6 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka bulvių gumbų biocheminei kokybei
Elmininkų bandymų stotis, 2015

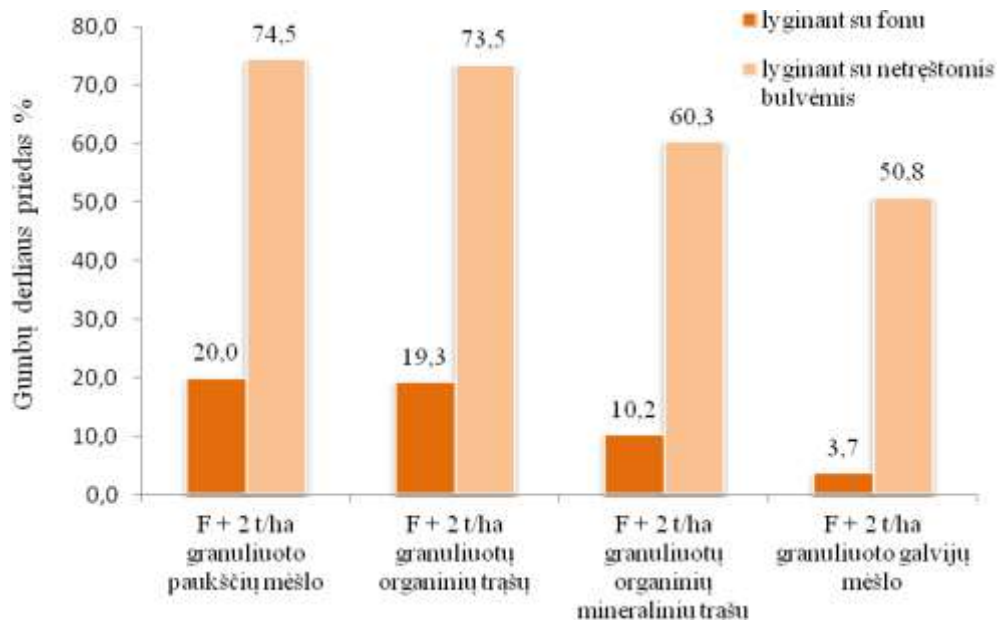
Eil. Nr.	Variantai	Sausosios medžiagos, %	Krakmolas, %	Nitratai, mg kg^{-1}
		Vidurkis \pm standartinis nuokrypis		
1	Kontrolė (be trąšų $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$)	$25,8 \pm 0,49$	$16,1 \pm 0,00$	$77,1 \pm 7,6$
2	Mineralinių trąšų fonas ($\text{N}_{70}\text{P}_{20}\text{K}_{120}$)	$23,3 \pm 0,22$	$15,4 \pm 0,07$	$76,9 \pm 2,5$
3	$F + 2$ t ha^{-1} granuliuoto paukščių mėšlo	$23,7 \pm 0,71$	$14,3 \pm 0,28$	$154,0 \pm 22,6$
4	$F + 2$ t ha^{-1} granuliuotų organinių trąšų	$22,1 \pm 0,04$	$14,7 \pm 0,28$	$138,5 \pm 30,4$
5	$F + 2$ t ha^{-1} granuliuotų organinių mineralinių trąšų	$23,0 \pm 1,03$	$14,7 \pm 0,57$	$161,0 \pm 15,6$
6	$F + 2$ t ha^{-1} granuliuoto galvijų mėšlo	$22,4 \pm 0,13$	$14,9 \pm 0,07$	$132,4 \pm 36,3$

APIBENDRINIMAS. Bandyje naudotos įvairios kilmės granuliuotos organinės trąšos didino bulvių gumbų derlių, lyginant su foniniu tręšimu, tačiau ne visais atvejais gauti skirtumai buvo statistiškai patikimi. Esmingai didžiausi gumbų derliaus priedai gauti bulves patręšus granuliuotu paukščių mėšlu ir granuliuota organine trąša. Tręšimas įvairios kilmės granuliuotomis organinėmis trąšomis turėjo mažai įtakos bulvių gumbų stambumui, tačiau tendencingai mažino sausųjų medžiagų ir krakmolo kiekį, bei didino nitratų susikaupimą gumbuose.

Įvairių granuliuotų organinių trąšų efektyvumą žemės ūkio augalų derliaus priedui pateikėme 3.2.2 ir 3.2.3 paveiksluose. Tirtų trąšų įtaka skirtingiems augalams turėjo panašių tendencijų: vasarinių rapsų sėklų derlių ženkliau didino granuliuotos paukščių mėšlo trąšos, o bulvių gumbų – granuliuotas paukščių mėšlas bei granuliuota organinė trąša. Granuliuotų organinių-mineralinių trąšų ir granuliuoto galvijų mėšlo efektyvumas labiau išryškėjo vasarinių rapsų pasėlyje.



3.2.2 pav. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka vasarinių rapsų sėklų derliaus priedui
Elmininkų bandymų stotis, 2015



3.2.3 pav. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka bulvių gumbų derliaus priedui
Elmininkų bandymų stotis, 2015

3.3. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka dirvožemio savybėms

Dirvožemio pH. Dirvožemio ariamąjį sluoksnį vertinant pagal mainų potencialųjį rūgštumą (pH_{KCl}), tiek vasarinių rapsų, tiek bulvių bandymuose pavasarį (prieš įrengimą) jis buvo vidutiniškai rūgštus ir svyravo: atitinkamai 4,5–4,6 ir 4,8–5,0 intervale (3.3.1 lentelė). Po derliaus nuėmimo, abejuose bandymuose dirvožemio pH nežymiai sumažėjo (0,1–0,2 vnt.). Tačiau įvertinus įvairios kilmės granuliuotų trąšų efektyvumą, matyti, kad šios trąšos neturėjo esminės įtakos pH pokyčiams dirvožemyje. Be to, visoms naudotoms granuliuotoms organinėms trąšoms buvo būdinga neutrali ir šarminė terpė, todėl vykdant šiuos tyrimus buvo tikimasi, kad rūgščiose dirvose šios trąšos veiks neutralizuojančiai, t. y. mažins jų rūgštumą.

3.3.1 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka pH_{KCl} pokyčiams dirvožemio ariamajame sluoksnyje

Elmininkų bandymų stotis, 2015

Eil. Nr.	Variantai	Vasariniai rapsai			Bulvės			2-iejų bandymų pokyčio vidurkis
		pavasariį	rudenį	poky-tis	pavasariį	rudenį	poky-tis	
		vidurkis ± stand.nuokr.			vidurkis ± stand.nuokr.			
pH_{KCl}								
1	Kontrolė (be trąšų $N_0P_0K_0$)	4,6±0,32	4,5±0,36	-0,1	5,0±0,37	4,9±0,49	-0,1	-0,10
2	Mineralinių trąšų fonas (F) ^{1,2}	4,5±0,43	4,4±0,29	0,0	4,9±0,28	4,8±0,34	-0,1	-0,05
3	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto paukščių mėšlo	4,6±0,05	4,4±0,17	-0,2	4,9±0,41	5,0±0,15	0,1	-0,05
4	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių trąšų	4,6±0,10	4,5±0,08	-0,1	4,8±0,25	4,8±0,16	0,0	-0,05
5	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių mineralinių trąšų	4,6±0,26	4,4±0,08	-0,2	4,8±0,38	4,8±0,26	0,0	-0,10
6	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto galvijų mėšlo	4,5±0,10	4,4±0,05	0,0	4,9±0,57	4,8±0,53	-0,1	-0,05

Pastaba. ¹ - mineralinių trąšų fonas ($N_{70}P_{20}K_{50}$) vasariniams rapsams; ² - mineralinių trąšų fonas ($N_{70}P_{20}K_{120}$) bulvėms.

Dirvožemio fosforingumas. Dirvožemio ariamąjį sluoksnį vertinant pagal judriojo fosforo kiekį (P_2O_5), pavasarį (prieš įrengimą) vasarinių rapsų bandyme jis buvo fosforingas (157–180 mg kg⁻¹), o bulvių bandyme – vidutinio fosforingumo (120–138 mg kg⁻¹) (3.3.2 lentelė). Visuose tręštuose laukuose judriojo fosforo kiekis svyravo paklaidų ribose, kiek pastebimiau sumažėjo tik kontroliniame laukelyje, kur augalai nebuvo tręsti, ir taip pat išbėrus foninę trąšų normą. Ryškesnių įvairios kilmės organinių trąšų poveikio dėsningumų tiek vasarinių rapsų, tiek bulvių bandymuose, dirvožemio fosforingumui nenustatyta. Rapsams ir bulvėms įterpus paukščių mėšlo granuliuotų, mineralinių trąšų fone, rudenį, po derliaus nuėmimo, pastebimas nežymus fosforo kiekio dirvožemyje sumažėjimas – atitinkamai 13 ir 5 mg kg⁻¹, o patręšus granuliuotomis organinėmis-mineralinėmis trąšomis nustatytas fosforo kiekio padidėjimas – atitinkamai 9 ir 10 mg kg⁻¹. Šiuos fosforo pokyčius dirvožemyje galėjo sąlygoti ir skirtingose granuliuotose organinėse trąšose esantis skirtingas fosforo kiekis (žr. 2.3.1 lentelę). Tačiau įvertinus abiejų bandymų pokyčių vidurkius, matyti, kad beveik visos į dirvą įterptos granuliuotos organinės trąšos,

išskyrus granuliuotas organines-mineralines, turėjo tendenciją mažinti fosforo kiekį dirvožemyje, nors ir paklaidų ribose.

3.3.2 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka dirvožemio ariamojo sluoksnio fosforingumui (P₂O₅)

Elmininkų bandymų stotis, 2015

Eil. Nr.	Variantai	Vasariniai rapsai			Bulvės			2-iejų bandymų pokyčio vidurkis
		pavasari	rudenį	poky-tis	pavasari	rudenį	poky-tis	
		vidurkis ± stand.nuokr.			vidurkis ± stand.nuokr.			
mg kg ⁻¹ (P ₂ O ₅)								
1	Kontrolė (be trąšų N ₀ P ₀ K ₀)	179±20,3	163±24,3	-17	138±23,7	115±5,3	-23	-19,8
2	Mineralinių trąšų fonas (F) ^{1,2}	180±18,7	162±28,5	-18	128±13,1	108±9,5	-21	-19,4
3	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto paukščių mėšlo	176±4,9	163±20,1	-13	128±20,8	123±21,7	-5	-8,9
4	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių trąšų	162±8,7	168±17,0	7	129±8,7	121±23,1	-8	-0,6
5	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių mineralinių trąšų	157±15,6	165±31,7	9	120±11,6	130±32,9	10	9,0
6	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto galvijų mėšlo	164±9,2	150±12,1	-14	120±9,9	127±20,6	7	-3,5

*Pastaba.*¹ - mineralinių trąšų fonas (N₇₀P₂₀K₅₀) vasariniams rapsams; ² - mineralinių trąšų fonas (N₇₀P₂₀K₁₂₀) bulvėms.

Dirvožemio kalingumas. Pavasarį (prieš įrengimą) tiek vasarinių rapsų, tiek bulvių bandyme dirvožemio ariamasis sluoksnis buvo vidutiniškai kalingas (3.3.3 lentelė). Nuėmus vasarinių rapsų derlių nustatyta, kad visuose bandymo laukeliuose, išskyrus kontrolinį, judriojo kalio kiekis dirvožemyje padidėjo. Be to, dirvožemiai, kurie buvo tręsti įvairios kilmės granuliuotomis organinėmis trąšomis, beveik visuose laukeliuose šiuo elementu praturtėjo iki kalingų dirvožemių grupės (150–200 mg kg⁻¹). Įtakos tam galėjo turėti per vasarą nepilnai išnaudotas trąšų kalis bei šiltuoju metų laiku atsipalaidavęs didesnis judriojo kalio kiekis, iš dirvožemyje esančių mažai judrių formų. Kiek ženkliesni skirtumai nustatyti rapsus patręšus granuliuota organine trąša bei granuliuotu galvijų mėšlu: atitinkamai padidėjo 32,8 ir 24,8 mg kg⁻¹.

Bulvių bandyme nuėmus derlių, dėl didesnio augalų kalio kiekio poreikio, kontroliniame laukelyje ir tręšiant fonine trąšų norma, nustatytas didesnis šio elemento sumažėjimas dirvožemio ariamajame sluoksnyje: atitinkamai 18 ir 23 mg kg⁻¹. Visos naudotos granuliuotos organinės trąšos, išskyrus granuliuotą paukščių mėšlą, didino kalio susikaupimą 6–16 mg kg⁻¹, o gauti skirtumai buvo mažesni nei vasarinių rapsų bandyme. Tačiau įvertinus abiejų bandymų pokyčių vidurkius, matyti, kad visos įvairios kilmės granuliuotos organinės trąšos didino dirvožemio kalingumą. Efektyviausios iš naudotų trąšų buvo granuliuota organinė trąša bei granuliuotas galvijų mėšlas. Šiose trąšose, esantis kiek didesnis kalio kiekis (žr. 2.3.1 lentelę), kuris buvo įterptas su trąšomis į dirvą pavasarį galėjo sąlygoti kiek didesnius kalio pokyčius dirvožemyje.

3.3.3 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka dirvožemio ariamojo sluoksnio kalingumui (K₂O)

Elmininkų bandymų stotis, 2015

Eil. Nr.	Variantai	Vasariniai rapsai			Bulvės			2-iejų bandymų pokyčio vidurkis
		pavasariį	rudenį	poky-tis	pavasariį	rudenį	poky-tis	
		vidurkis ± stand.nuokr.			vidurkis ± stand.nuokr.			
mg kg ⁻¹ (K ₂ O)								
1	Kontrolė (be trąšų N ₀ P ₀ K ₀)	129±19,0	127±8,2	-2	133±4,1	115±5,4	-18	-9,6
2	Mineralinių trąšų fonas (F) ^{1,2}	121±7,5	123±20,9	3	132±12,4	110±12,3	-23	-10,0
3	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto paukščių mėšlo	131±15,7	155±26,3	24	131±10,7	130±8,3	-1	11,3
4	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių trąšų	115±14,7	175±32,1	59	123±7,9	129±19,3	6	32,8
5	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių mineralinių trąšų	121±16,9	144±26,9	23	117±6,2	128±19,2	11	17,1
6	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto galvijų mėšlo	121±16,5	155±41,0	34	126±7,4	142±13,7	16	24,8

Pastaba. ¹ - mineralinių trąšų fonas (N₇₀P₂₀K₅₀) vasariniams rapsams; ² - mineralinių trąšų fonas (N₇₀P₂₀K₁₂₀) bulvėms.

Organinės anglies kiekis dirvožemyje. Tikėtina, kad į dirvožemį įterptos granuliuotos organinės trąšos organinės anglies kiekį dirvožemyje turėtų didinti, tačiau per pirmųjų tyrimų metų vasaros laikotarpį jos kiekis dirvožemyje mažai kito ir turėjo nežymią tendenciją mažėti (3.3.4 lentelė). Tiek vasarinių rapsų, tiek bulvių bandyme, visuose tręštuose laukuose organinės anglies kiekis dirvožemyje kito paklaidų ribose. Įvertinus abiejų bandymų pokyčio vidurkius, matyti tos pačios mažėjimo tendencijos, nepriklausomai nuo tręšimo skirtingomis organinėmis trąšomis.

3.3.4 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka organinės anglies kiekiui (C_{org}.) dirvožemio ariamajame sluoksnyje

Elmininkų bandymų stotis, 2015

Eil. Nr.	Variantai	Vasariniai rapsai			Bulvės			2-iejų bandymų pokyčio vidurkis
		pavasariį	rudenį	poky-tis	pavasariį	rudenį	poky-tis	
		vidurkis ± stand.nuokr.			vidurkis ± stand.nuokr.			
% (C _{org})								
1	Kontrolė (be trąšų N ₀ P ₀ K ₀)	1,07±0,08	1,10±0,06	0,04	1,16±0,08	0,98±0,08	-0,18	-0,07
2	Mineralinių trąšų fonas (F) ^{1,2}	1,12±0,13	0,98±0,07	-0,13	1,15±0,10	1,08±0,17	-0,07	-0,10
3	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto paukščių mėšlo	1,26±0,08	1,10±0,04	-0,16	1,12±0,11	1,06±0,13	-0,07	-0,12
4	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių trąšų	1,08±0,08	1,03±0,02	-0,05	1,09±0,08	0,96±0,07	-0,13	-0,09
5	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių mineralinių trąšų	1,15±0,21	1,03±0,04	-0,12	1,06±0,03	0,98±0,08	-0,08	-0,10
6	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto galvijų mėšlo	1,11±0,07	1,00±0,06	-0,11	1,11±0,14	0,98±0,06	-0,13	-0,12

Pastaba. ¹ - mineralinių trąšų fonas (N₇₀P₂₀K₅₀) vasariniams rapsams; ² - mineralinių trąšų fonas (N₇₀P₂₀K₁₂₀) bulvėms.

Mineralinio azoto (N_{min}) kiekis dirvožemyje. Pavasarį augalų mitybai yra reikšmingas 0–60 cm gylyje esantis mineralinio azoto (N_{min}) kiekis. Tyrimų metais pavasarį dirvožemyje buvo nustatyti maži ir vidutiniai N_{min} kiekiai: vasarinių rapsų bandyme – 42,5–64,3 kg ha⁻¹, bulvių – 39,2–61,3 kg ha⁻¹ (3.3.6 lentelė). Po derliaus nuėmimo, per vasarą dirvožemio 0–30 cm sluoksnyje mineralinio azoto nesumažėjo tiek vasarinių rapsų, tiek bulvių bandymuose (3.3.5 lentelė). Tai galėjo įtakoti, vasarą augalų vegetacijos metu dirvožemyje intensyviau vykę organinės medžiagos mineralizacijos procesai. Įvertinus abiejų bandymų N_{min} vidutinius pokyčius dirvožemyje (0–60 cm gylyje), matyti, kad beveik visos granuluotos organinės trąšos, išskyrus granuluotą galvijų mėšlą, didino N_{min} susikaupimą. Efektyviausias tręšimas buvo įterpiant granuluotą organinę trąšą.

3.3.5 lentelė. Įvairių granuluotų organinių trąšų įtaka mineralinio azoto kiekiui ($N-NO_3+N-NH_4$) dirvožemio 0–30 cm sluoksnyje

Elmininkų bandymų stotis, 2015

Eil. Nr.	Variantai	Vasariniai rapsai			Bulvės			2-iejų bandymų pokyčio vidurkis
		pavasari	rudenį	poky-tis	pavasari	rudenį	poky-tis	
		vidurkis ± stand.nuokr.			vidurkis ± stand.nuokr.			
kg ha ⁻¹								
1	Kontrolė (be trąšų $N_0P_0K_0$)	27,1±2,3	20,0±2,8	-7,1	33,6±5,4	30,5±8,5	-3,1	-5,1
2	Mineralinių trąšų fonas (F) ^{1,2}	30,2±1,6	35,1±12,5	4,9	32,2±4,1	26,9±0,8	-5,3	-0,2
3	F + 2 t ha ⁻¹ granuluoto paukščių mėšlo	32,0±1,8	37,6±14,3	5,6	23,7±2,3	36,2±4,3	12,5	9,1
4	F + 2 t ha ⁻¹ granuluotų organinių trąšų	41,7±11,5	47,8±19,0	6,1	25,5±0,2	46,4±8,0	20,9	13,5
5	F + 2 t ha ⁻¹ granuluotų organinių mineralinių trąšų	25,7±3,7	41,5±11,6	15,8	26,1±3,1	35,6±3,6	9,5	12,7
6	F + 2 t ha ⁻¹ granuluoto galvijų mėšlo	29,5±8,6	36,6±12,9	7,1	27,6±2,8	28,1±2,0	0,5	3,8

Pastaba. ¹ - mineralinių trąšų fonas ($N_{70}P_{20}K_{50}$) vasariniams rapsams; ² - mineralinių trąšų fonas ($N_{70}P_{20}K_{120}$) bulvėms.

3.3.6 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka mineralinio azoto kiekiui (N-NO₃+N-NH₄) dirvožemio 0–60 cm sluoksnyje

Elmininkų bandymų stotis, 2015

Eil. Nr.	Variantai	Vasariniai rapsai			Bulvės			2-iejų bandymų pokyčio vidurkis
		pavasariį	rudenį	poky-tis	pavasariį	rudenį	poky-tis	
		vidurkis ± stand.nuokr.			vidurkis ± stand.nuokr.			
kg ha ⁻¹								
1	Kontrolė (be trąšų N ₀ P ₀ K ₀)	42,5±3,0	28,1±2,8	-14,4	49,5±12,6	46,2±12,1	-3,3	-8,9
2	Mineralinių trąšų fonas (F) ^{1,2}	51,3±11,3	45,4±15,5	-5,9	61,3±12,0	42,1±1,4	-19,2	-12,6
3	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto paukščių mėšlo	50,4±4,3	48,0±12,2	-2,4	39,2±3,2	57,7±4,2	18,5	8,1
4	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių trąšų	64,3±8,3	68,3±16,9	4,0	39,2±5,7	68,7±11,4	29,5	10,8
5	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuotų organinių mineralinių trąšų	50,0±7,3	50,6±10,1	0,6	40,0±4,4	50,0±2,0	10,0	5,3
6	F + 2 t ha ⁻¹ granuliuoto galvijų mėšlo	49,3±12,4	44,1±12,0	-5,2	48,6±6,6	47,6±5,3	-0,9	-3,1

Pastaba. ¹ - mineralinių trąšų fonas (N₇₀P₂₀K₅₀) vasariniams rapsams; ² - mineralinių trąšų fonas (N₇₀P₂₀K₁₂₀) bulvėms.

PIRMŲJŲ TYRIMO METŲ IŠVADOS

1. Granuliuotos organinės trąšos, pagamintos iš paukščių ir galvijų mėšlo savo chemine sudėtimi yra vertingos trąšos. Joms būdinga silpnai šarminė terpė, sausoje medžiagoje yra 32,6–79,4 % organinių medžiagų, ypač daug jų paukščių ir galvijų mėšlo granulėse: 2,8–4,2 % azoto (N), 1,5–5,4 % fosforo (P_2O_5), 3,6–8,0 % kalio (K_2O). Tirtų granuliuotų organinių trąšų tarša sunkiaisiais metalais yra maža ir nekelia grėsmės aplinkai.
2. Žemės ūkio augalų derliui ir jo kokybei įvairios kilmės granuliuotų organinių trąšų įtaka, jomis tręšiant mineralinių trąšų fone (rapsams – $N_{70}P_{20}K_{50}$ ir bulvėms – $N_{70}P_{20}K_{120}$), yra nevienoda:
 - 2.1. Visos naudotos organinės trąšos didino *vasarinių rapsų* sėklų derlių, o didžiausias jis išaugintas, augalus patręšus granuliuotu paukščių mėšlu. Minėtos trąšos didino 1000-čio sėklų masę, jose susikaupė kiek daugiau žalių baltymų, o riebalų išeiga iš hektaro apskaičiuota didžiausia. Dėl granuliuotų organinių ir organinių-mineralinių trąšų įtakos rapsų sėklose susikaupė kiek didesnis žalių riebalų kiekis, tačiau gautas derliaus priedas buvo mažesnis, lygiagrečiai mažesnė buvo ir riebalų išeiga.
 - 2.2. *Bulvių* gumbų derlius esmingai didėjo, tik įterpus granuliuoto paukščių mėšlo ir granuliuotų organinių trąšų. Visos naudotos įvairios kilmės organinės trąšos turėjo mažai įtakos gumbų stambumui, tačiau juose mažino sausų medžiagų ir krakmolo kiekį bei didino nitratų susikaupimą.
3. Įvairios kilmės granuliuotos organinės trąšos neturėjo esminės įtakos dirvožemio pH ir organinės anglies pokyčiams, o mineralinio azoto kiekiai po derliaus nuėmimo nustatyti didesni. Organinių trąšų įtakoje dirvožemyje didėjo judriojo kalio kiekis, o judriojo fosforo priešingai – nežymiai mažėjo, išskyrus laukelius tręštus granuliuotomis organinėmis-mineralinėmis trąšomis.

LITERATŪRA

1. Arlauskienė A., Maikštėnienė S. Molingų dirvožemių savybių gerinimas ankštiniais augalais jų biomasę panaudojant žaliajai trąšai. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2002, 79: 229–243
2. Asakavičiūtė R., Ražukas A. Oro temperatūros bei atmosferos kritulių įtaka bulvių derlingumui ir krakmolingumui Pietryčių Lietuvoje. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 2011, 30(1): 61–70
3. Baniūnienė A., Žekaitė V. Organinių trąšų įtaka augalams bulvių sideracinėje grandyje įprastinės ir tausojamosios žemdirbystės sąlygomis. *Žemės ūkio mokslai*, 2007, 14(2): 1–10
4. Bukantis A. Climatic fluctuations in Lithuania against a background of global warming. *Acta Zoologica Lituanica*, 2001, 11(2): 113–120.
5. Bukantis A., Rimkus E. Lietuvos agroklimatinių išteklių kaita ir prognozės. *Lietuvos klimato ir dirvožemio potencialo racionalaus naudojimo perspektyvos*. Dotnuva, Akademija, 1997: 5–11.
6. Cao, W., Tibbitts, T.W. Phasic temperature change patterns affect growth and tuberization in potatoes. *Journal of the American Horticult. Sci. Society*, 1994, 119: 775–778
7. Čiuberkis S., Čiuberkienė D., Končius D. ir kt. Kalkinimo bei tręšimo sistemų poveikis dirvožemio savybėms ir agrocenozės produktyvumui. *Žemės ūkio mokslai*, 2005, 2: 1–12.
8. Daniel C., Triboi E. Effects of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat: effects on gliadin content and composition. *Journal of Cereal Science*, 2000, 32: 45–56.
9. Feltran J.C., Lemos L.B., Vieites R.L. Technological Quality and Utilization of Potato Tubers *Scientia Agricola* (Piracicaba, Braz.). 2004, 61(6): 593–603
10. Grzebisz W., Lukowiak R., Biber M. et al. Effect of multi-micronutrients fertilizers applied to foliage on nutritional status of winter oilseed rape and development of yield forming elements. *Journal of Elementology*, 2010, 15(3): 477–491
11. Holmes M. R. J. *Nutrition of the Oilseed Rape Crop*. London: Applied Science Publisher Ltd. 1980, 158 p.
12. Iritani W.M., Weller L.D. Sugar Development in Potatoes. Extension Bulletin. Washington State University Cooperative Extension, 1981, 0717: 3–15
13. Janušauskaitė D., Šidlauskas G. Azoto trąšų efektyvumo žieminiuose kviečiuose priklausomumas nuo meteorologinių sąlygų vidurio Lietuvoje. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2004, 88: 34–47
14. Janušienė V. Augalinių liekanų ir mėšlo skaidymo intensyvumas bei humifikacija priesmėlio dirvožemyje. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2002, 77: 102–111
15. Lääniste P., Joudu J., Eremeev V. Oil content of spring oilseed rape seeds according to fertilization. *Agronomy Research*, 2004, 2(1): 83–86
16. Lazauskas S., Semaškienė R., Paplauskienė V. Azoto trąšų ir fungicidų įtaka salyklinių miežių įvairių veislių grūdų derliui ir stambumui kontrastingomis meteorologinėmis sąlygomis. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2005, 92: 52–65
17. Lazauskas J., Simanavičienė O. *Bulvės*. Vilnius, 1995. 140 p.
18. Makaravičiūtė A. Tręšimo įtaka bulvių derliui, krakmolo ir sausųjų medžiagų kiekiui gumbuose. *Žemės ūkio mokslai*, 2003, 2:35–42

19. Mustonen L. Yield formation and quality characteristics of early potatoes during a short growing period. *Agricultural and Food Science*, 2004, 13: 390–398
20. Ožeraitienė D., Jovaiša D. Įvairių organinių trąšų poveikis dirvožemio cheminėms ir fizikinėms savybėms intensyvioje linų sėjomainoje. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2004, 88: 75–89
21. Piaulokaitė–Motuzienė L. Organinių trąšų įtaka dirvožemio mikroorganizmų paplitimui. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*, 2010, 3 (19): 223–230
22. Pleševičienė A. K., Veitienė R., Lenkšaitė E. ir kt. Vidutiniškai pajaurėjusių velėninių jaurinių nekalkintų ir pakalkintų dirvožemių agrocheminių, fizikinių bei biologinių rodyklių pokyčiai sistemingai tręšiant mėšlu. *Žemdirbystė=Agriculture*, 1997, 60: 38–59
23. Post W .M., Izaurralde R.C., Mann L.K., Bliss N. (2001). Monitoring and verifying changes of organic carbon in soil. *Climatic Change*, 51 (1): 73–99.
24. Repšienė R. Organinių trąšų įtaka sėjomainoje auginamų augalų derliui nekalkintame ir pakalkintame vakarų Lietuvos dirvožemyje. *Dekoratyviųjų ir sodo augalų sortimento, technologijų ir aplinkos optimizavimas: mokslo darbai*. 2011, 2 (7): 68–72
25. Rogozinska I. Einfluß auf in Inhaltsstoffe in Kartoffeln während der Lagerungszeit. *Kartoffelbau*, 1995, 4: 180–182
26. Rogozinska I. Stickstoffdüngung und Wärend der lagerungszeit. *Kartoffelbau*, 1995, 4: 180-182
27. Shpaar D., Makovski N., Zakharenko V. i dr. 1999. *Raps*. Minsk. 208 p.
28. Tarakanovas, P., Raudonius, S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT. *Programų paketas „Selekcija“*. Akademija, 2003. 60 p.
29. Šidlauskas G. Vasarinių rapsų pasėlio tankumo įtaka azoto, fosforo ir kalio kiekiui augaluose, sėklų derliui bei žalių baltymų ir riebalų išėigai. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2000, 70: 176–185
30. Tarakanovas, P. Biologinių bandymų duomenų transformavimas taikant kompiuterinę programą ANOVA. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2002, 77: 170–180
31. Teit R. Soil organic matter biological and ecological effects. New-York, 1990. 395 p.
32. Tripolskaja L. Įvairaus mėšlo poveikis dirvožemio derlingumui ir sėjomainos produktyvumui. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2001, 73: 14–26
33. Velička R. *Rapsai: monografija*. Kaunas: Lututė, 2002. 320 p.
34. Velička R. Sėkloms auginamų rapsų agrotechnikos moksliniai pagrindai. *Žemės ūkio mokslai*, 2002, 1: 27–40