



LIETUVOS AGRARINIŲ IR MIŠKŲ MOKSLŲ CENTRAS

**TVIRTINU:** .....

LAMMC direktorius  
*Prof. habil. dr. Zenonas Dabkevičius*

2016 m. lapkričio mėn. 7 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**

GALUTINĖ ATASKAITA

**Tyrimo vadovas:**

Prof. habil. dr. Gediminas Staugaitis

Akademija, 2016

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](mailto: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](mailto:mazeika@agrolab.lt), LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijos Analitinio skyriaus vedėjas, vyresnysis mokslo darbuotojas
- Dr. Jonas Arbačiauskas, tel. 8 (37) 311684, el. paštas: [bandymai@agrolab.lt](mailto: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](mailto:analize@agrolab.lt), LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijos Analitinio skyriaus vyresnysis mokslo darbuotojas
- Doktorantė Ieva Narutytė, tel. 8 (37) 312525, el. paštas: [konsultacijos@agrolab.lt](mailto: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](mailto:konsultacijos@agrolab.lt), Agrocheminių tyrimų laboratorijos Agrocheminių tyrimų skyriaus jaunesnioji mokslo darbuotoja
- Dr. Lina Žičkienė, tel. 8 (37) 311684, el. paštas: [studijos08@gmail.com](mailto:studijos08@gmail.com), Agrocheminių tyrimų laboratorijos Agrocheminių tyrimų skyriaus jaunesnioji mokslo darbuotoja
- Dr. Donatas Šumskis, tel. 8 (37) 311684, el. paštas: [bandymai@agrolab.lt](mailto: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](mailto:elmininkai@lzi.lt), LAMMC Elmininkų bandymų stoties direktorius, jaunesnysis mokslo darbuotojas

## **TURINYS**

1. ĮVADAS.....	4
2. TYRIMO METODIKA.....	7
2.1. Tyrimų objektas.....	7
2.2. Tyrimų vieta ir dirvožemis.....	8
2.3. Bandyto schema.....	9
2.4. Tiriamų augalų auginimo agrotechnika.....	10
2.5. Meteorologinės sąlygos.....	11
2.6. Tyrimų ir analizių metodai.....	14
3. TYRIMŲ REZULTATAI.....	17
3.1. Įvairių rūšių mėšlo granulių cheminė sudėtis.....	17
3.2. Įvairių rūšių mėšlo granulių tirpumo vandenyje ir fizinių savybių tyrimas.....	20
3.3. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka žemės ūkio augalų derliui ir kokybei.....	22
3.4. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka dirvožemio savybėms.....	36
4. IŠVADOS.....	47
REKOMENDACIJOS.....	48
PASKELBTOS PUBLIKACIJOS .....	49
SKAITYTI PRANEŠIMAI .....	49
LITERATŪRA.....	50

## 1. ĮVADAS

Tiek Lietuvoje, tiek visame pasaulyje žemės ūkio gamyba turi būti derinama su aplinkos, dirvožemio ir genetinės įvairovės apsauga bei gerinimu, kad užaugintume kokybiškų maisto produktų ir tuo pačiu išsaugotume bei palaikytume dirvožemio ekologinę būklę. Šalyje 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, Žėkaitė, 2007; Ožeraitienė, Jovaiša, 2004; Teit, 1990).

Augalų tręšimas organinėmis trąšomis svarbus ir šiandien, nes tai pagrindinės priemonės, padedančios sudaryti geros kokybės humuso atsargas dirvožemyje. 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). 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. Pastaruoju metu greta tradicinių organinių trąšų atsiranda naujų, tokių kaip granuliuotas įvairių rūšių mėšlas bei kitos organinės kilmės trąšos. Organinių medžiagų granuliavimas 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 granuliavimas 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 trąšų barstomąja.

Organinių granuliuotų trąšų teigiama įtaka dirvožemiui visų pirma pasireiškia organinės medžiagos papildymu (Zebarth et al., 2005; Ojo et al., 2014), kas ypatingai svarbu intensyvioje žemdirbystėje, kur naudojamos mineralinės trąšos, o iš lauko išnešama ne tik pagrindinė produkcija, bet dažnai ir šalutinė (pvz., grūdai ir šiaudai). Tai nepamainoma trąša siekiant išlaikyti dirvoje teigiamą organinės medžiagos balansą lengvos granuliometrinės sudėties dirvožemiuose ir ten, kur sėjomainoje mažai auginama vertingų ankštinių augalų – liucernų, sojų, dobilų ir kt. Su šiomis trąšomis be azoto, fosforo ir kalio papildome dirvą kalciumu, magniu, mikroelementais, ypač manganu bei cinku (Tripolskaja, 2001; Zebarth et al., 2005; Ailincăi et al., 2008), ir toks kompleksiškas maisto elementų kiekio pateikimas visapusiškai optimizuoja augalų mitybą (Olaniyi et al., 2009;

Akanbi et al., 2005). Su granuliuotomis organinėmis-mineralinėmis trąšomis į dirvą įnešamas didesnis fosforo ir kalio kiekis leidžia tais metais atsisakyti tręšimo fosforu ir kaliu, tuomet papildomai tręšiama tik mineralinėmis azoto trąšomis (Choudhary et al., 2006; Eghball et al., 2004; Olowoake, 2014; Keith Syers, 2005). Organinėse granuliuotose trąšose augalams reikiamų maisto elementų koncentracija gali būti apie 4 kartus didesnė nei natūraliame mėšle (Zebarth et al., 2005; Mazeika et al., 2016), o tręšimo norma daugelio tyrėjų iš kitų pasaulio šalių nurodoma 1–2 t ha<sup>-1</sup> (Zebarth et al., 2005; Saidu et al., 2012; Ojo et al., 2014). Reiklesniems maisto medžiagoms augalams šių trąšų normos rekomenduojamos didesnės (Olaniyi et al., 2009; Makinde, 2007; Makinde et al., 2007). Tačiau su didesnėmis organinių granuliuotų trąšų normomis į dirvą įsineša nemažai azoto, kas ekonominiu bei ekologiniu požiūriu nėra gerai (Gasser et al., 2002; Olaniyi et al., 2009; Tejada et al., 2005; Belay et al., 2001; Adeniyi, Ojeniyi, 2005; Akanbi et al., 2005).

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 įtręsti, todėl įterpti mėšlo 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 tręsti dar mažai tirtas. Todėl yra svarbu 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 (tirpumą vandenyje).
- 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. Susistemintus tyrimų duomenis ir atlikus jų analizę bus įvertinta granuluoto mėšlo įtaka augalams ir jų kokybei bei dirvožemio savybėms. Baigus tyrimus bus parengti 2 moksliniai bei populiarūs straipsniai ir rekomendacijos.

**Bandymų skaičius:** 2 lauko bandymai.

## 2. TYRIMŲ METODIKA

### 2.1. Tyrimų objektas

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

**2015 m.** 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“).

*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“).

*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“).

**2016 m.** tyrimuose naudotų organinių trąšų cheminė sudėtis:

*Granuliuotame paukščių mėšle* yra 4,44 % azoto (N), 2,19 % fosforo ( $P_2O_5$ ), 3,03 %, kalio ( $K_2O$ ). Trąšų pH 6,6 – labai artima neutraliai, sausųjų medžiagų kiekis – 84,42 %. Granulių dydis – 6 mm (UAB „Eco Unicum“).

*Granuliuotame galvijų mėšle* yra 1,96 % azoto (N), 0,96 % fosforo ( $P_2O_5$ ), 7,23 %, kalio ( $K_2O$ ). Trąšų pH 10,1 – šarmiška, sausųjų medžiagų kiekis – 81,28 %. Granulių dydis – 6 mm (UAB „Laisva Linija“).

*Granuliuotoje organinėje trąšoje* – 1,57 % azoto (N), 3,25 % fosforo ( $P_2O_5$ ), 14,46 %, kalio ( $K_2O$ ). Trąšų pH 10,7 – šarmiška, sausųjų medžiagų kiekis – 91,08 %. Granulių dydis – 4 mm (UAB „Eco humusas“).

*Granuliuotose organinėse-mineralinėse trąšose* – 6,84 % azoto (N), 7,85 % fosforo ( $P_2O_5$ ), 6,35 %, kalio ( $K_2O$ ). Trąšų pH 5,4 – silpnai rūgšti, sausųjų medžiagų kiekis – 84,05 %. Granulių dydis – 4 mm (UAB „Eco humusas“).

*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 t ha<sup>-1</sup>, didžiausias – 4,83 t ha<sup>-1</sup> (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 ankštarių – 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 dėmėligės (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 fitoftorozei – 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:* 2015–2016 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 – priemolis 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 <sub>KCl</sub>	Humusas %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N <sub>min.</sub> , kg ha <sup>-1</sup>		
			mg kg <sup>-1</sup>		0–30 cm	31–60 cm	0–60 cm
<b>2015</b>							
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
<b>2016</b>							
Vasariniai rapsai	5,2–5,3	1,7–2,0	188–204	160–171	23,7–33,6	13,7–29,0	39,2–61,3
Bulvės	4,7–5,3	1,4–1,8	155–179	103–114	21,0–28,9	7,9–12,2	29,4–38,7



### 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 N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)
2. Mineralinių trąšų *fonas* (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>50</sub>)
3. *Fonas* + 2 t ha<sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo
4. *Fonas* + 2 t ha<sup>-1</sup> galvijų mėšlo granulių
5. *Fonas* + 2 t ha<sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų
6. *Fonas* + 2 t ha<sup>-1</sup> granuliuotų organinių-mineralinių trąšų

#### *Tyrimų schema bulvėms*

1. Kontrolė (be trąšų N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>)
2. Mineralinių trąšų *fonas* (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>120</sub>)
3. *Fonas* + 2 t ha<sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo
4. *Fonas* + 2 t ha<sup>-1</sup> galvijų mėšlo granulių
5. *Fonas* + 2 t ha<sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų
6. *Fonas* + 2 t ha<sup>-1</sup> granuliuotų organinių-mineralinių trąšų

*Tyrimų schemas detalės:* Vasariniai rapsai 2, 3, 4, 5 ir 6-ame bandymo variantuose buvo patręšti mineralinių trąšų N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>50</sub> norma (foninis lygis), o bulvės atitinkamai – N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>120</sub> 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<sup>-1</sup> veikliąja medžiaga) pateikti 2.3.1. lentelėje.

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

*Agrocheminių tyrimų laboratorija, 2015–2016*

Augalų maisto medžiagos	Granuliuotas paukščių mėšlas		Granuliuotas galvijų mėšlas		Granuliuota organinė trąša		Granuliuotos organinės-mineralinės trąšos	
	kg ha <sup>-1</sup> v. m.							
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Azotas	69	89	46	39	60	31	49	137
Fosforas	45	44	26	19	94	65	70	157
Kalis	59	61	132	145	98	289	63	127

*Bandymų laukelių dydis ir skaičius:* vasariniams rapsams bendras laukelio dydis – 30 (3×10) m<sup>2</sup>, o apskaitinis – 22 (2,2×8) m<sup>2</sup>; bulvėms – 56 (10×5,6) m<sup>2</sup> ir 37,8 (9×4,2) m<sup>2</sup>. 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 (2015 m. gegužės 5 d. ir 2016 m. gegužės 3 d.), bulvės sodintos gegužės II-ąjį dešimtadienį (2015 m. gegužės 20 d. ir 2016 m. gegužės 12 d.). Priešsėlis tiek vasariniams rapsams, tiek bulvėms – vasariniai kviečiai. Vasariniai rapsai nukulti 2015 m. rugsėjo 15 d. ir 2016 m. rugsėjo 12 d.; bulvės nukastos 2015 m. rugsėjo 29 d. ir 2016 m. rugsėjo 25 d. Auginamiems žemės ūkio augalams žemės dirbimas, jų sėja, pasėlių priežiūra ir augalų apsaugos priemonių parinkimas buvo atliekami 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 ir bulvių pasėlyje 2015 m.

Atlikti lauko ir pasėlių priežiūros darbai	
vasarinių rapsų pasėlyje	bulvių pasėlyje
Rudeninis arimas	
Dirvos kultivavimas (2 kartus)	
Dirvožemio ėminių paėmimas	
Trašų išbėrimas pagal schemą	
Vasarinių rapsų „Mosaik“ sėja	Dirvos frezavimas, vagų padarymas
Purškimas herbicidu „Sultan“ 1,6 l ha <sup>-1</sup>	Bulvių „Vineta“ sodinimas
Pilno sudygimo fiksavimas	
I-as purškimas insekticidu „Wizard“ 0,05 l ha <sup>-1</sup>	Bulvių kaupimas – akėjimas (2 kartus)
II-as purškimas insekticidu „Wizard“ 0,05 l ha <sup>-1</sup> + boru 0,5 kg ha <sup>-1</sup>	Purškimas herbicidu „Titus“ 25 DF 0,05 kg ha <sup>-1</sup>
III-as purškimas insekticidu „Biscaya“ 0,3 l ha <sup>-1</sup> + boru 0,6 kg ha <sup>-1</sup>	I-as purškimas nuo maro fungicidu „Infinito“ 1,4 l ha <sup>-1</sup>
IV-as purškimas insekticidu „Proteus“ 0,72 l ha <sup>-1</sup> + boru 1,0 kg ha <sup>-1</sup>	II-as purškimas fungicidu „Infinito“ 1,4 l ha <sup>-1</sup> plus insekticidu „Aktara“ 80 g ha <sup>-1</sup>
	III-as purškimas nuo maro fungicidu „Infinito“ 1,6 l ha <sup>-1</sup>
	IV-as purškimas fungicidu „Ranman“ 0,5 l ha <sup>-1</sup>
	V-as purškimas fungicidu „Ranman“ 0,5 l ha <sup>-1</sup>
Derliaus kūlimas/ nuėmimas	
Dirvožemio ėminių paėmimas	

**2.4.2 lentelė.** Lauko ir pasėlių priežiūros darbai vasarinių rapsų ir bulvių pasėlyje 2016 m.

Atlikti lauko ir pasėlių priežiūros darbai	
vasarinių rapsų pasėlyje	bulvių pasėlyje
1	2
Rudeninis arimas	
Dirvos kultivavimas (rapsams 2 kartus, bulvėms – 3 kartus)	
Dirvožemio ėminių paėmimas	
Trašų išbėrimas pagal schemą	
Vasarinių rapsų „Mosaik“ sėja	Dirvos frezavimas, vagų padarymas
Purškimas herbicidu „Sultan“ 1,6 l ha <sup>-1</sup>	Bulvių „Vineta“ sodinimas
Pilno sudygimo fiksavimas	
I-as purškimas insekticidu „Fastac“ 0,2 l ha <sup>-1</sup>	Bulvių kaupimas – akėjimas (2 kartus)
II-as purškimas insekticidu „Fastac“ 0,2 l ha <sup>-1</sup>	Purškimas herbicidu „Titus“ 50 g ha <sup>-1</sup>
III-as purškimas insekticidu „Proteus“ 0,75 l ha <sup>-1</sup>	I-as purškimas fungicidu „Infinito“ 1,4 l ha <sup>-1</sup>
IV-as purškimas insekticidu „Karate Zeon“ 0,15 l ha <sup>-1</sup>	Purškimas insekticidu „Proteus“ 0,75 l ha <sup>-1</sup>

#### 2.4.2 lentelės tęsinys

1	2
V-as purškimas insekticidu “Mospilan” 200 g ha <sup>-1</sup> + Lignum 200 ml ha <sup>-1</sup>	II-as purškimas fungicidu “Infinito” 1,6 l ha <sup>-1</sup>
	III-as purškimas fungicidu “Infinito” 1,6 l ha <sup>-1</sup>
VI-as purškimas insekticidu “Avaunt” 170 ml ha <sup>-1</sup> + “Biscaya” 0,3 l ha <sup>-1</sup>	IV-as purškimas fungicidu “Shirlan 500” 0,4 l ha <sup>-1</sup>
	V-as purškimas fungicidu “Revus” 0,6 l ha <sup>-1</sup>
	Bulvienojų pašalinimas mechaniniu būdu
Derliaus kūlimas/ nuėmimas	
Dirvožemio ėminių paėmimas	

### 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, Triboi, 2000; Janušauskaitė, Šidlauskas, 2004; Lazauskas ir kt., 2005).

Tyrimų laikotarpio agrometeorologinės sąlygos pateiktos pagal duomenis, registruotus Elmininkų meteorologinėje aikštelėje (2.5.1, 2.5.2, 2.5.3 ir 2.5.4 lentelės). Augalų vegetacijos periodų 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).

**2015 metais** 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 daugiamečių 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 daugiamečę, o kritulių iškrito net 50,6 mm mažiau, lyginant su daugiamečių 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 daugiamečę, o kritulių, kaip ir praėjusį mėnesį, iškrito 27,6 mm mažiau už daugiamečių 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 daugiamečių, o iškritusių kritulių kiekis sudarė vos penktadalį (19,8 %) vidutinio daugiamečių vidurkio. Todėl vyravusios aukštos temperatūros ir kritulių trūkumas sudarė palankias sąlygas sausras vystytis ir neigiamai įtakoję 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 daugiamečių, o iškritęs kritulių kiekis – 61,2 mm (t. y. 5,7 mm daugiau nei daugiamečių vidurkis).

### 2.5.1 lentelė. Vidutinė oro temperatūra tyrimų laikotarpiu

*Elmininkų agrometeorologinės aikštelės duomenys, 2015 m.*

Mėnesiai	Vidutinė oro temperatūra, °C				Vidutinė daugiamečių oro temperatūra 1947–2015 m.
	Dešimtadieniai			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 pasiskirstymas tyrimų laikotarpiu

*Elmininkų agrometeorologinės aikštelės duomenys, 2015 m.*

Mėnesiai	Krituliai, mm				Vidutinė daugiamečių kritulių norma 1947–2015 m.	Dienų skaičius su krituliais (1 mm ir daugiau)
	Dešimtadieniai			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

**2016 metais** augalų vegetacijos pradžioje gegužės mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo kiek aukštesnė nei pirmaisiais tyrimų metais ir siekė 15,0 °C (2.5.3 lentelė), o iškritęs kritulių kiekis sudarė 27,2 mm (t. y. 10,3 mm mažiau nei daugiamečių vidurkis), tai galėjo kiek apsunkinti rapsų sėklų ir bulvių daigų dygimą (2.5.4 lentelė). Birželio vidutinė mėnesio oro temperatūra buvo net 1,1°C aukštesnė už daugiamečių, o kritulių iškrito 26,3 mm mažiau, lyginant su daugiamečių vidurkiu. Todėl drėgmės trūkumas galėjo neigiamai įtakoti pirminius vasarinių rapsų ir bulvių augimo bei vystymosi etapus, nes dirvoje pavasarį nebuvo sukaupta pakankamai drėgmės atsargų. Liepos mėnesio vidutinė paros oro temperatūra buvo ženkliai aukštesnė (2,9 °C) už vidutinę daugiamečių, o kritulių, priešingai gegužės ir birželio mėnesiams, iškrito beveik du kartus daugiau

(136,0 mm) už daugiamečių vidurkį, todėl formuojantis rapsų sėkloms ir bulvėms žydint galėjo būti juntamas drėgmės perteklius.

Rugpjūčio mėnuo taip pat buvo pakankamai šiltas ir lietingas: mėnesio vidutinė temperatūra 2,1°C aukštesnė nei vidutinė daugiamečių, o iškritusių kritulių kiekis – beveik 50 mm didesnis už daugiamečių vidurkį. Todėl vyravusios aukštos temperatūros ir kritulių perteklius neigiamai įtakojo augalų derliaus brendimą ir apsunkino jo nuėmimą. Rugsėjo mėnesio orai buvo labai šilti ir sausi: mėnesio vidutinė oro temperatūra – 2,5°C aukštesnė už daugiamečių, o iškritęs kritulių kiekis siekė vos 15,0 mm (t. y. 40,5 mm mažiau nei daugiamečių vidurkis).

### 2.5.3 lentelė. Vidutinė oro temperatūra tyrimų laikotarpiu

*Elmininkų agrometeorologinės aikštelės duomenys, 2016 m.*

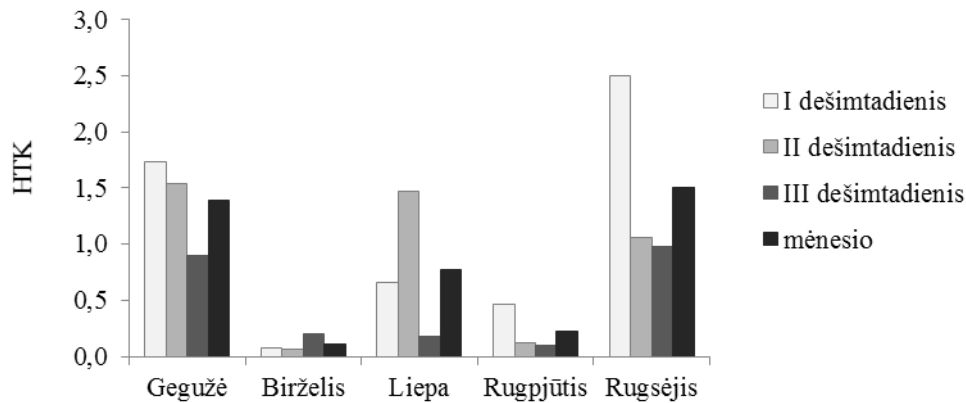
Mėnesiai	Vidutinė oro temperatūra, °C				Vidutinė daugiamečių oro temperatūra 1947–2016 m.
	Dešimtadieniai			mėnesio	
	I	II	III		
Gegužė	14,7	13,0	17,2	15,0	12,0
Birželis	15,0	16,9	19,9	17,3	16,2
Liepa	18,9	19,0	23,5	20,5	17,6
Rugpjūtis	18,7	15,3	20,8	18,3	16,2
Rugsėjis	18,3	12,2	11,5	14,0	11,8

### 2.5.4 lentelė. Kritulių kiekio pasiskirstymas tyrimų laikotarpiu

*Elmininkų agrometeorologinės aikštelės duomenys, 2016 m.*

Mėnesiai	Krituliai, mm				Vidutinė daugiamečių kritulių norma 1947–2016 m.	Dienų skaičius su krituliais (1 mm ir daugiau)
	Dešimtadieniai			suma per mėnesį		
	I	II	III			
Gegužė	9,3	13,4	4,5	27,2	37,8	4
Birželis	10,0	19,8	0,4	30,2	56,5	6
Liepa	69,2	23,6	43,2	136,0	69,8	15
Rugpjūtis	29,0	64,2	27,0	120,2	72,8	12
Rugsėjis	6,1	0,0	8,9	15,0	55,5	5

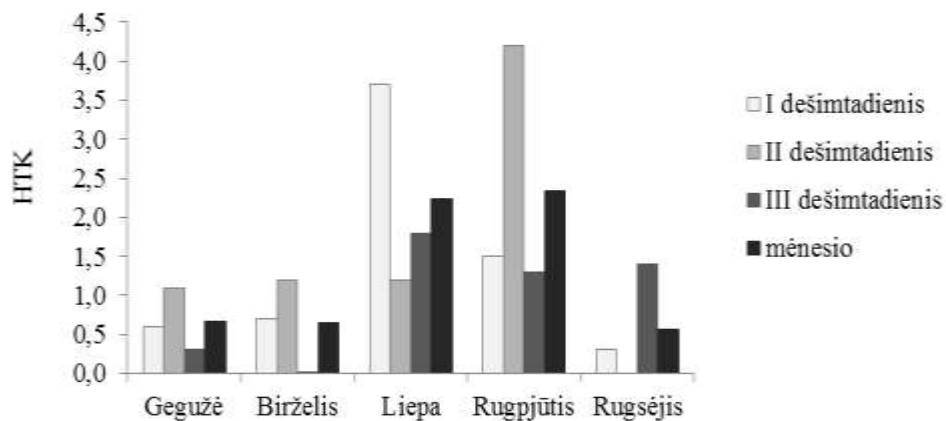
Apskaičiuotas hidroterminis koeficientas rodo, kad 2015 m. gegužė buvo pakankamo drėgnumo (HTK=1,39), birželis – labai sausas (HTK=0,11), liepa – sausringa (HTK=0,77), rugpjūtis – labai sausas (HTK=0,23), o rugsėjis – pakankamo drėgnumo (HTK=1,51) (2.5.1 pav.). Viso vegetacijos periodo HTK siekė 0,81 (nepakankamai drėgni metai).



**2.5.1 pav.** Hidroterminis koeficientas augalų vegetacijos metu

*Elmininkų agrometeorologinės aikštelės duomenys, 2015 m.*

2016 m. gegužės ir birželio mėnesiai, pagal apskaičiuotą hidroterminį koeficientą, buvo sausringi (atitinkamai  $HTK = 0,67$  ir  $0,64$ ), liepos ir rugsjūčio mėnesiais – drėgmės perteklius (atitinkamai  $HTK = 2,23$  ir  $2,33$ ), rugsėjis – sausas ( $HTK = 0,57$ ) (2.5.2 pav.). Viso vegetacijos periodo  $HTK$  siekė  $1,29$  (pakankamai drėgni metai).



**2.5.2 pav.** Hidroterminis koeficientas augalų vegetacijos metu

*Elmininkų agrometeorologinės aikštelės duomenys, 2016 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 grąžto 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-NO<sub>3</sub>+N-NH<sub>4</sub>) – 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 – kolorimetrinio metodu;
- *bulvių gumbuose*: krakmolas – lyginamuoju svorio metodu Parovo svarstyklėmis, pagal direktyvą 72/199/EEB; nitratai – jonometrinio 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<sub>05</sub>). Granuliuotų organinių ir granuliuotų organinių-mineralinių trąšų vidutiniai rezultatai nebuvo vertinami, dėl tyrimų metais trąšose esančių pagrindinių maisto medžiagų didelių skirtumų. Šios trąšos ir jų įtaka augalų derliui ir jo kokybei bei dirvožemio agrocheminiams rodikliams vertinti tik atskirais tyrimų metais. 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: R<sub>05</sub> – patikimo skirtumo riba, esant 95 % tikimybės lygiui, R<sub>01</sub> – patikimo skirtumo riba, esant 99 % tikimybės lygiui.

## 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 vasariniais 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. <a href="mailto:mazeika@agrolab.lt">mazeika@agrolab.lt</a></p> <p>Dr. Jonas Arbačiauskas, 8 37311684, el. p. <a href="mailto:bandymai@agrolab.lt">bandymai@agrolab.lt</a></p> <p>Dr. Šarūnas Antanaitis, 837311520, el. p. <a href="mailto:analize@agrolab.lt">analize@agrolab.lt</a></p> <p>Prof. habil. dr. Gediminas Staugaitis, J. m. d. Ieva Narutytė, tel. 8 37312525, el. p. <a href="mailto:konsultancijos@agrolab.lt">konsultancijos@agrolab.lt</a></p>
2.	II etapas, 2016 m.	Bus atlikti lauko bandymai su vasariniais 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. <a href="mailto:mazeika@agrolab.lt">mazeika@agrolab.lt</a></p> <p>Dr. Jonas Arbačiauskas, 837311684, el. p. <a href="mailto:bandymai@agrolab.lt">bandymai@agrolab.lt</a></p> <p>Dr. Šarūnas Antanaitis, 8 37311520, el. p. <a href="mailto:analize@agrolab.lt">analize@agrolab.lt</a></p> <p>Prof. habil. dr. Gediminas Staugaitis, J. m. d. Ieva Narutytė, tel. 8 37312525, el. p. <a href="mailto:konsultancijos@agrolab.lt">konsultancijos@agrolab.lt</a></p>



### 3. TYRIMŲ REZULTATAI

#### 3.1. Įvairių rūšių mėšlo granulių cheminė sudėtis

Atlikus įvairių granuliuotų organinių trąšų cheminės sudėties tyrimus paaiškėjo, kad 2016 m. pagamintos trąšos savo sudėtimi skiriasi nuo trąšų pagamintų 2015 m. 3.1.1 lentelėje pateiktos 2015 ir 2016 m. įvairių granuliuotų organinių trąšų pagrindinių maisto medžiagų koncentracijos sausoje ir natūralioje medžiagoje. Granuliuotų paukščių mėšlo ir galvijų mėšlo trąšų sudėties skirtumai palyginti nedideli ir atitinka trąšų gamybai taikomas sudėties svyravimo ribas. Kiekvienas granuliuoto mėšlo gamintojas, priklausomai nuo žaliavų ir technologinio proceso, turi būti apibrėžęs leistinus pagrindinių maisto medžiagų svyravimus. Šiuo metu trąšų rinkoje veikiantis Trąšų reglamentas EB 2003/2003 yra taikomas tik mineralinėms trąšoms, žymimoms žymeniu EB trąša. Praktikoje dažniausiai taikomas sudėties svyravimas –  $x \pm 0,50 \%$  ir tik išskirtiniais atvejais –  $x \pm 1,00 \%$ . Ūkininkui perkančiam toną trąšų, tai reikštų 5 ar 10 kg azoto ar kitos maisto medžiagos didesnę ar mažesnę kiekį. Todėl būtina atkreipti dėmesį visų rinkos dalyvių, tiek organinių trąšų gamintojų, tiek mūsų žemdirbių, į griežtą produkto sudėties bei jos svyravimo ribų deklaravimą ir laikymąsi.

2016 m. naudotų granuliuotų organinių ir organinių-mineralinių trąšų cheminės sudėties svyravimų ribos nustatytos tikrai neleistinai didelės (3.1.1 lentelė). Granuliuotoje organinėje trąšoje yra labai didelė kalio koncentracija ( $> 14,0 \%$ ) bei pH rodiklis ( $\text{pH} > 10,0$ ), ir žymi trąšos tarša sunkiaisiais metalais liudija apie trąšos gamybos procese panaudotą pelenų įvedimą. Medienos pelenų panaudojimas organinių trąšų gamybai galimas ir naudingas, nes trąšų sudėtis papildoma kaliu, kalciumu, magniumu ir fosforu. Tačiau įvedant labai didelį kiekį pelenų, trąšos gali tapti stipriai šarmingomis ( $\text{pH} > 11,0$ ) bei viršyti leistinas sunkiųjų metalų koncentracijas. Tokios trąšos gali pasižymėti ir fitotoksinėmis savybėmis, tad ūkininkas užuot gavęs didesnę derlių, gaus žymiai mažesnę ir dar užters laukus. 2016 m. bandymams pateikta granuliuota organinė-mineralinė trąša visiškai skiriasi savo sudėtimi nuo trąšos pagamintos 2015 m. Šiais tyrimų metais pagamintos organinės-mineralinės trąšos sudėtį pagal pagrindinių maisto medžiagų koncentraciją galima užrašyti santykiu 7:8:6, o 2015 m. – santykiu 3:3:3. Šios trąšos sudėtyje padidėjo organinės medžiagos koncentracija iki 40 %. Vertinant organinių trąšų cheminės sudėties rezultatus matyti, kad praktiškai visi trąšų gamintojai padidino savo gaminamose trąšose organinės medžiagos kiekį. Daugiausia organinės medžiagos įnešama su granuliuotu paukščių mėšlu – 1300–1400 kg į ha, trešiant 2 t ha<sup>-1</sup> norma. Su 2 t ha<sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo dirvožemis praturtėja daugiau kaip 1000 kg organinės medžiagos, o įterpiant organines-mineralines trąšas – daugiau kaip 700 kg. Tačiau su organinėmis-mineralinėmis trąšomis į dirvožemį įnešama didžiausias kiekis pagrindinių maisto medžiagų: azoto – 136 kg, fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 157 kg, kalio (K<sub>2</sub>O) – 150 kg. Tikėtina, kad dalis šių maisto medžiagų nebus augalų įsisavinta pirmaisiais metais. Granuliuotų organinių trąšų sudėtį pagal pagrindinių maisto medžiagų koncentraciją galima užrašyti santykiu 1,5:3:14. Šiose trąšose yra mažai azoto ir su 2 t ha<sup>-1</sup> trąšų norma bus įnešama į dirvožemį šio elemento tik 30 kg ha<sup>-1</sup>, tačiau neproporcingai daug kalio – net 300 kg į ha. Daug kalio yra ir granuliuotame galvijų mėšle, šiose trąšose pagrindinių maisto medžiagų santykis – 2:1:7. Granuliuotos paukščių mėšlo trąšos yra subalansuotos geriau, jose N:P:K santykis – 4:2:3.

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

LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija, 2015–2016

Tyrimų parametras	Granuliuotas paukščių mėšlas			Granuliuota organinė trąša			Granuliuotos organinės-mineralinės trąšos			Granuliuotas galvijų mėšlas		
	2015	2016	skirtumas*	2015	2016	skirtumas*	2015	2016	skirtumas*	2015	2016	skirtumas*
pH	7,3	6,6	-0,7	8,8	10,7	+1,9	8,8	5,4	-3,4	9,3	10,1	+0,8
Sausa medžiaga %	82,75	84,42	+1,67	87,45	91,08	+3,63	82,37	84,05	+1,68	82,77	81,28	-1,49
<b>Sausoje medžiagoje:</b>												
Organinė anglis %	37,11	38,88	+1,77	19,45	15,70	-3,75	15,59	16,15	+0,56	32,14	32,12	-0,02
Organinė medžiaga %	79,42	84,66	+5,24	40,30	72,98	+32,68	32,57	43,71	+11,14	61,06	64,45	+3,39
Bendras azotas (N) %	4,16	5,26	+1,1	3,45	1,72	-1,73	2,99	8,14	+5,15	2,78	2,41	-0,37
Bendras fosforas (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) %	2,75	2,59	-0,16	5,37	3,57	-1,8	4,25	9,34	+5,09	1,51	1,18	-0,33
Bendras kalis (K <sub>2</sub> O) %	3,58	3,59	+0,01	5,25	15,88	+10,63	3,80	7,56	+3,76	7,96	8,89	+0,93
<b>Natūralioje medžiagoje:</b>												
Organinė medžiaga %	65,72	71,47	+5,75	35,24	66,47	+31,23	26,82	36,74	+9,92	50,53	52,38	+1,85
Bendras azotas (N) %	3,44	4,44	+1,00	3,02	1,57	-1,45	2,46	6,84	+4,38	2,30	1,96	-0,34
Bendras fosforas (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) %	2,27	2,19	-0,08	4,70	3,25	-1,45	3,50	7,85	+4,35	1,25	0,96	-0,29
Bendras kalis (K <sub>2</sub> O) %	2,96	3,03	+0,07	4,59	14,46	+9,87	3,13	6,35	+3,22	6,59	7,23	+0,64

Pastaba. \*, „+“ žymimas tyrimo parametro padidėjimas, „-“ sumažėjimas.

Bandymuose naudotas granuliuotas organines trąšas ir granuliuotą galvijų mėšlą būtų galima priskirti trąšų grupei, stipriai praturtintai kaliu, nes N:K santykis – atitinkamai 1:9 ir 1:3,5. Granuliuotos organinės-mineralinės trąšos gali būti priskirtos prie labiau praturtintų fosforu.

Šiuo metu ruošiamas naujas trąšų reglamentas (Proposal for a Regulation..., 2016), kuriame įtrauktos organinių ir organinių-mineralinių trąšų funkcinės grupės. Kad trąšas priskirti šiai grupei, jose organinės anglies turi būti > 15,00 %. Tačiau yra palikta išlyga, kad organinių-mineralinių trąšų sudėtyje organinės anglies turėtų būti > 7,50 %. Kaip matyti iš 3.1.1 lentelėje pateiktų duomenų, mūsų gamintojų granuliuotas paukščių ir granuliuotas galvijų mėšlas pilnai atitinka šį reikalavimą. Tačiau granuliuotos organinės trąšos balansuoja ties atitikimo šiam reikalavimui riba. Vertinant organinėse trąšose esančias visas tris pagrindines maisto medžiagas, kiekvienos jų turi būti > 1,00 %, o bendra šių medžiagų suma – > 4,00 %. Vertinant organinėse-mineralinėse trąšose esančias visas tris pagrindines maisto medžiagas, kiekvienos jų turi būti > 2,00 %, o bendra šių medžiagų suma – > 6,00 %. Mūsų tirtų trąšų gamintojai šiuos reikalavimus tenkina ir tikriausia jie bus nesunkiai įvykdomi.

Sudėtingiau yra su taršos reikalavimais. Šiuo metu galima būtų vertinti mūsų tiriamų organinių trąšų taršą remiantis reikalavimais ekologiškai žemdirbystei, kuriuos Augalininkystės

tarnybos specialistai taiko registruojant trąšas kaip ekologines, bei ruošiamo reglamento (Proposal for a Regulation..., 2016) preliminariais reikalavimais, kurie pateikiami tam tikrame intervale, kurio viršutinė riba yra dalies Europos šalių siūlomos vertės bei apatinė riba kitos didelės dalies šalių siūlymas bei tikėtina reikalavimų apatinė riba.

Visumoje tirtos organinės trąšos pasižymi nežymia tarša, kuri nekels grėsmės dėl dirvožemio taršos sunkiaisiais metalais. Nors projekte dalyvavę organinių trąšų gamintojai teikdami bandymams trąšas nekėlė sau reikalavimų pagaminti jas atitinkančias ekologinės žemdirbystės reikalavimus, bet būtų tikslinga atkreipti jų dėmesį į tai, kad pasirenkant gamybos žaliavas turėtų būti ypač kruopščiai tikrinama jų tarša kadmiu, nikelium, varium ir cinku. 3.1.2 lentelėje pateikti granuliuotų organinių trąšų taršos sunkiaisiais metalais duomenys leidžia teigti, kad šių metalų koncentracijos gali priartėti prie leistinų ribų ar net jas viršyti. Lyginant gautus analizės duomenis su mokslo publikacijose (López-Mosquera et al., 2008; Flotats et al., 2009) skelbiamais duomenimis, charakteringa tai, kad paukščių mėšle paprastai būna didesnės koncentracijos vario ir cinko. Dėl šios priežasties dalis Europos šalių siūlo leisti minėtų elementų didesnes koncentracijas, nes jie svarbūs augalų augimui ir vertinami kaip mikroelementai.

### 3.1.2 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų tarša sunkiaisiais metalais

LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija, 2015–2016

Sunkieji metalai mg kg <sup>-1</sup>	Reikalavimai ekologinei žemdirbystei	Preliminarūs trąšų reglamento reikalavimai	Granuliuotas paukščių mėšlas		Granuliuota organinė trąša		Granuliuotos organinės- mineralinės trąšos		Granuliuotas galvijų mėšlas	
			2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Gyvsidabris (Hg)	<b>0,4</b>	1,0–1,0	0,001	0,018	0,001	0,046	0,001	0,056	0,001	0,046
Kadmis (Cd)	<b>0,70</b>	1,0–1,5	0,14	0,16	1,36	0,68	0,30	0,12	0,16	0,19
Nikelis (Ni)	<b>25</b>	50–60	9,37	8,23	5,93	<b>57,6</b>	7,53	18,4	2,73	6,13
Švinas (Pb)	<b>45</b>	100–120	<2,5	<2,5	4,6	6,20	10,3	8,90	<2,5	<2,5
Chromas (Cr)	<b>70</b>	80–100	6,10	3,73	15,6	26,5	22,1	20,2	3,90	9,40
Varis (Cu)	<b>70</b>	100–600	<b>105</b>	<b>107</b>	43,9	<b>112</b>	30,6	19,1	28,7	26,2
Cinkas (Zn)	<b>200</b>	500–1500	<b>606</b>	<b>630</b>	134	150	99,0	<b>500,0</b>	157	154

Pastaba. \* – žymima raudonai, kur sunkiųjų metalų koncentracijos priartėja prie leistinos ribos.

### 3.2. Įvairių rūšių mėšlo granulių tirpumo vandenyje ir fizinių savybių tyrimas

Labai svarbu, kad naudojamos granuluotos trąšos turėtų pakankamai vandenyje tirpių maisto medžiagų: azoto, fosforo, kalio, kalcio, magnio, ir kad šios trąšos galėtų būti paskleidžiamos dirvožemio paviršiuje įprastais trąšų barstytuvais. 3.2.1 lentelėje pateikiame duomenis, apie 2016 m. tirtų trąšų tirpumą vandenyje, iš kurių matyti, kad organinės-mineralinės trąšos turi didžiausius kiekius tirpių maisto medžiagų.

**3.2.1 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų sudėtyje esančių vandenyje tirpių maisto medžiagų koncentracijos (natūralioje medžiagoje)

LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija, 2016

Tyrimų parametras	Granuliuotas paukščių mėšlas	Granuliuota organinė trąša	Granuliuotos organinės-mineralinės trąšos	Granuliuotas galvijų mėšlas
Azotas (amoniakinis) %	0,32	0,07	0,35	0,04
Azotas (nitratinio plus nitritinio suma) %	*	0,01	1,97	*
Vandenyje tirpus fosforas (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) %	0,46	0,05	3,45	0,12
Vandenyje tirpus kalis (K <sub>2</sub> O) %	1,19	11,48	5,64	3,12
Vandenyje tirpus kalcis (Ca) %	0,03	0,02	0,04	0,07
Vandenyje tirpus magnis (Mg) %	0,7	0,09	0,01	0,01

*Pastaba.* \*dėl tiriamųjų trąšų tirpalų spalvotumo, nebuvo techninės galimybės nustatyti koncentracijų.

Didesni amoniakinio azoto kiekiai, esantys granuliuotame paukščių mėšle ir granuliuotose organinėse-mineralinėse trąšose gali kelti grėsmę, jei trąšos įterpiamos kartu su sėkla arba išbarstomos ant tik ką sudygusių javų. Trąšų sudėtį būtų verta bent truputį papildyti tirpaus magnio junginiais, nes jei dirvožemyje trūksta magnio ir kalcio, tai tręšiant granuliuotomis organinėmis ar organinėmis-mineralinėmis bei granuliuoto galvijų mėšlo trąšomis, derlingumas gali būti mažesnis dėl nepakankamo šių elementų kiekio.

Granuliuotų trąšų išbarstymui ypač svarbi trąšų granulimetrinė sudėtis ir granulių tankis. Šie rodikliai nustatyti 2016 m. naudotų trąšų bandiniuose ir pateikti 3.2.2 lentelėje. Granuliuotų organinių trąšų piltinis tankis buvo žymiai mažesnis už mineralinių trąšų, todėl tręšiant įprastiniu barstytuvu, teks dažniau papildyti jo bunkerį arba naudoti didesnio tūrio. Granuliuoto paukščių mėšlo trąšų granulimetrinė sudėtis turėtų būti tinkama įprastiniams trąšų barstytuvams, nes jose nėra granulių > 8 mm. Kaip parodė dr. J. Pekarsko ASU atlikti granuliuotų trąšų barstymo bandymo duomenys, kad granulės > 8 mm greitai užkemša barstytuve trąšų padavimo vamzdelius ir stabdo jų išbarstymo darbus. Kitas labai didelis šių trąšų privalumas – siauras granulių pasiskirstymas: beveik visos granulės yra 5,0–6,0 mm dydžio ir visiškai nėra smulkios (< 1,0 mm) frakcijos, kuri sukelia nepageidautiną dulkėtumą.

Tinkama granulimetrine sudėtimi pasižymi ir granuliuotas galvijų mėšlas, tačiau jame jau yra 0,1–0,2 % labai smulkių dalelių ir dulkių frakcijos, kurios barstant trąšas terš aplinką ir blogins darbo sąlygas.

Daug granulimetrinės sudėties įvairių frakcijų turi granuluotos organinės ir organinės-mineralinės trąšos. Šiose trąšose yra granulių didesnių kaip 8 mm, kas žymiai apsunkins trąšų barstytuvų darbą, o dėl plataus granulių dydžių diapazono nebus įmanoma granules paskleisti tolygiai dirvožemio paviršiuje. Todėl trąšų gamintojai sėjimo pagalba, pasirinkdami tinkamus sietus, turėtų susiaurinti granulių dydžių diapazoną ir pagerinti šių trąšų granulimetrinę sudėtį.

**3.2.2 lentelė.** Įvairių granuluotų organinių trąšų tankis ir granulimetrinė sudėtis

*LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija, 2016*

Tyrimų parametras	Granuluotas paukščių mėšlas	Granuluota organinė trąša	Granuluotos organinės-mineralinės trąšos	Granuluotas galvijų mėšlas
Piltinis tankis g l <sup>-1</sup>	671,4	898,3	878,1	807,8
<b>Granulimetrinė sudėtis:</b>				
> 8 mm %	-	1,45	0,15	-
> 5 mm %	99,15	17,25	4,8	91,1
> 4 mm %	0,1	69,5	56,4	5,8
> 3,15 mm %	0,05	5,7	6,9	1,6
> 2 mm %	0,2	2,75	7,25	1,25
> 1 mm %	-	1,85	7,9	0,15
> 0,5 mm %	-	0,75	6,75	-
< 0,5 mm %	-	0,75	9,85	0,1

### 3.3. 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 granuliometrinės 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 2015 m. visos minėtos trąšos esmingai didino **sėklų derlių**, palyginus tiek su kontroliniu laukeliu (be trąšų), tiek su foniniu tręšimu (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>50</sub>) (3.3.1 lentelė). Sėklų derlius ženkliai padidėjo įterpus paukščių mėšlo granulių: derliaus priedas, lyginant su foniniu tręšimu, sudarė 0,74 t ha<sup>-1</sup>, o su netręštais rapsais – beveik du kartus – 1,43 t ha<sup>-1</sup>. Tiek granuliuotų organinių, tiek granuliuotų organinių-mineralinių trąšų poveikis rapsų sėklų derliui buvo vienodas ir lyginant su foniniu tręšimu padidėjo 0,35 t ha<sup>-1</sup>. Tręšimas galvijų mėšlo granulėmis vasarinių rapsų sėklų derliaus, lyginant su foniniu tręšimu, statistiškai patikimai nedidino, tačiau lyginant su netręštais augalais – padidėjimas buvo esminis, kaip ir tręšiant kitomis granuliuotomis organinėmis trąšomis.

2016 m. užaugo kiek gausesnis vasarinių rapsų sėklų derlius, tačiau gauti derliaus priedai, kai kuriuose laukeliuose dėl naudotų trąšų įtakos buvo mažesni ir neesminiai, lyginant su praėjusiais tyrimų metais. Didžiausias ir statistiškai patikimas sėklų derliaus priedas – 0,42 t ha<sup>-1</sup>, palyginus su foniniu tręšimu mineralinėmis trąšomis, gautas juos patręšus paukščių mėšlo granulėmis (3.3.1 lentelė). Sėklų derlius taip pat esmingai padidėjo įterpus ir granuliuotų organinių-mineralinių trąšų: priedas, lyginant su foniniu tręšimu, sudarė 0,31 t ha<sup>-1</sup>, o su netręštais rapsais – beveik du kartus – 1,00 t ha<sup>-1</sup>. Vasarinių rapsų tręšimas tiek organine granuliuota trąša, tiek granuliuotu galvijų mėšlu šiais tyrimų metais, kaip ir praėjusiais, buvo mažiau efektyvus: grūdų derliaus priedas kito tik tendencijų ribose: atitinkamai 0,23 ir 0,16 t ha<sup>-1</sup>.

Apibendrinti vidutiniai dviejų tyrimo metų rezultatai rodo, kad efektyviausia vasarinius rapsus tręšti granuliuotu paukščių mėšlu (3.3.2 lentelė). Dėl šių trąšų įtakos rapsų sėklų derlius esmingai padidėjo 0,58 t ha<sup>-1</sup> arba 37,2 %, lyginant su foniniu tręšimu mineralinėmis trąšomis. Tikėtina, šiuos derliaus pokyčius įtakėjo minėtose organinėse trąšose, esantis kiek didesnis azoto kiekis, kurį į dirvą įnešėme pavasarį prieš vasarinių rapsų sėją. Tręšimas granuliuotu galvijų mėšlu taip pat didino sėklų derlių, tačiau tik tendencijų ribose – 0,19 t ha<sup>-1</sup>. Granuliuotų organinių trąšų ir granuliuotų organinių-mineralinių trąšų vidutiniai rezultatai nebuvo vertinami, dėl trąšose esančių pagrindinių maisto medžiagų didelių skirtumų. Šios trąšos ir jų efektyvumas rapsų sėklų derliui bei jo kokybei vertinti tik atskirais tyrimų metais.

### 3.3.1 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka vasarinių rapsų sėklų derliui

Eil. Nr.	Variantai	Vasarinių rapsų sėklų derlius					
		2015			2016		
		t ha <sup>-1</sup>	Padidėjimas (+/-), t ha <sup>-1</sup>		t ha <sup>-1</sup>	Padidėjimas (+/-), t ha <sup>-1</sup>	
lyginant su kontrole (be trąšų)	lyginant su fonu		lyginant su kontrole (be trąšų)	lyginant su fonu			
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	0,61	-	-	1,14	-	-
2	Mineralinių trąšų fonas (F) (N <sub>70</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub> )	1,29	+0,69	-	1,83	+0,69	-
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	2,03	+1,43	+0,74	2,25	+1,11	+0,42
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	1,51	+0,91	+0,22	1,99	+0,85	+0,16
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	1,64	+1,04	+0,35	2,07	+0,93	+0,23
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių-mineralinių trąšų**	1,64	+1,03	+0,35	2,14	+1,00	+0,31
R <sub>05</sub>			0,24	0,23		0,29	0,24
R <sub>01</sub>			0,33	0,32		0,40	0,33

Pastaba. \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>;  
 \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>.

### 3.3.2 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka vidutiniam vasarinių rapsų sėklų derliui

Vidutiniai tyrimų rezultatai, 2015–2016 m.

Eil. Nr.	Variantai	Sėklų derlius, t ha <sup>-1</sup>	Padidėjimas (+/-), t ha <sup>-1</sup>	
			lyginant su kontrole (be trąšų)	lyginant su fonu
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	0,87	-	-
2	Mineralinių trąšų fonas (F) (N <sub>70</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub> )	1,56	+0,69	-
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	2,14	+1,27	+0,58
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	1,75	+0,88	+0,19
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	x	x	x
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių-mineralinių trąšų**	x	x	x
R <sub>05</sub>			0,27	0,24
R <sub>01</sub>			0,37	0,33

Pastaba. \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>;  
 \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>; x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas.

Vasarinių rapsų *kūlenų derlių* 2015 m. esmingai didino visos naudotos granuliuotos organinės trąšos. Efektyviausios kūlenų derliui, priešingai nei sėklų, buvo galvijų mėšlo granulės (3.3.3 lentelė). Dėl šių trąšų įtakos derliaus priedas, lyginant su foniniu tręšimu, padidėjo 0,84 t ha<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>. Granuliuoto paukščių mėšlo trąšos buvo mažiausiai efektyvios: kūlenų derliaus priedas siekė 0,32 t ha<sup>-1</sup>.

2016 m. kūlenų derlius užaugo kiek mažesnis nei praėjusiais tyrimų metais, ypač kontroliniame laukelyje augusių rapsų (3.3.3 lentelė). Gauti tyrimų rezultatai parodė kiek kitokias trąšų efektyvumo tendencijas, o tręšimas visomis tirtomis granuliuotomis organinėmis trąšomis didino rapsų kūlenų derlingumą ženkliau, tiek lyginant su netręštais augalais, tiek tręšiant fonine trąšų norma. Didžiausi ir esminiai kūlenų derliaus priedai – 0,73 ir 0,93 t ha<sup>-1</sup>, palyginus su foniniu tręšimu mineralinėmis trąšomis, gauti rapsus patręšus granuliuotomis organinėmis-mineralinėmis trąšomis ir granuliuota organine trąša. Tręšimas galvijų mėšlo granulėmis, priešingai nei 2015 m., buvo mažiau efektyvus, ir palyginus su foniniu tręšimu, kūlenų derlius didėjo tik tendencijų ribose – 0,41 t ha<sup>-1</sup>. Mažiausias kūlenų derlius nustatytas, kaip ir praėjusiais tyrimų metais, į dirvą įterpus paukščių mėšlo granulių.

### 3.3.3 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka vasarinių rapsų kūlenų derliui

Eil. Nr.	Variantai	Vasarinių rapsų kūlenų derlius					
		2015			2016		
		t ha <sup>-1</sup>	Padidėjimas (+/-), t ha <sup>-1</sup>		t ha <sup>-1</sup>	Padidėjimas (+/-), t ha <sup>-1</sup>	
			lyginant su kontrole (be trąšų)	lyginant su fonu		lyginant su kontrole (be trąšų)	lyginant su fonu
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	1,95	-	-	1,48	-	-
2	Mineralinių trąšų fonas (F) (N <sub>70</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub> )	2,23	+0,28	-	2,00	+0,52	-
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	2,55	+0,59	+0,32	2,39	+0,91	+0,39
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	3,07	+1,12	+0,84	2,41	+0,93	+0,41
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	2,77	+0,82	+0,55	2,93	+1,45	+0,93
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių-mineralinių trąšų**	2,66	+0,71	+0,43	2,73	+1,25	+0,73
R <sub>05</sub>			0,38	0,39		0,49	0,60
R <sub>01</sub>			0,52	0,55		0,78	0,99

Pastaba. \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>;  
\*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>.

Remiantis vidutiniais tyrimų duomenimis, vasarinius rapsus efektyviau tręšti galvijų mėšlo granulėmis nei granuliuotu paukščių mėšlu (3.3.4 lentelė). Dėl šių trąšų įtakos rapsų kūlenų derlius padidėjo esmingai – atitinkamai 0,62 t ha<sup>-1</sup> (arba 29,9 %), palyginus su foniniu tręšimu mineralinėmis trąšomis. Paukščių mėšlo granulių įterpimas į dirvožemį kūlenų derliui turėjo mažiau įtakos nei sėklų derliui.



### 3.3.4 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka vidutiniam vasarinių rapsų kūlenų derliui

Vidutiniai tyrimų rezultatai, 2015–2016 m.

Eil. Nr.	Variantai	Kūlenų derlius, t ha <sup>-1</sup>	Padidėjimas (+/-), t ha <sup>-1</sup>	
			lyginant su kontrole (be trąšų)	lyginant su fonu
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	1,71	-	-
2	Mineralinių trąšų fonas (F) (N <sub>70</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub> )	2,11	+0,40	-
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	2,47	+0,75	+0,35
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	2,74	+1,02	+0,62
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	x	x	x
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių-mineralinių trąšų**	x	x	x
R <sub>05</sub>			0,44	0,50
R <sub>01</sub>			0,65	0,77

Pastaba. \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>; x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas.

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.

Pirmaisiais tyrimų metais (2015) vasariniai rapsai subrandino gana stambias sėklas, kurių **1000-čio sėklų** masė netręštuose laukeliuose siekė 4,83 g, o tręštuose – 4,92–5,20 g (3.3.5 lentelė). Atlikta koreliacinė-regresinė analizė parodė, kad mūsų tyrimuose tarp rapsų sėklų derliaus ( $y$ ; t ha<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup> 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.

Antraisiais tyrimų metais (2016) subrendo ženkliai smulkesnės vasarinių rapsų sėklos, tai galėjo įtakoti ne visai palankios meteorologinės sąlygos jų brendimo metu (3.3.5 lentelė). Nors pokyčiai dėl tręšimo organinėmis trąšomis nebuvo labai ryškūs, tačiau visos įterptos įvairios kilmės organinės trąšos tendencingai didino rapsų 1000-čio sėklų masę, kaip ir praėjusiais tyrimų metais. Efektyviausiai 1000-čio sėklų masę padidėjo įterpus paukščių mėšlo granuliuotų ir granuliuotų organinių-mineralinių trąšų, ir lyginant su foniniu tręšimu, sėklų masės pokytis siekė atitinkamai 0,22 ir 0,20 g. Likusios granuliuotos organinės trąšos šį rodiklį didino tik 0,04 ir 0,08 g.

Vidutiniai 2015–2016 m. tyrimų duomenys parodė, kad dėl paukščių mėšlo granuliuotų įtakos rapsų 1000-čio sėklų masė nustatyta didesnė, nei tręšiant granuliuotu galvijų mėšlu (3.3.5 lentelė).

Visgi daugelio atliktų tyrimų patirtis rodo, kad 1000-čio sėklų masę labiau įtakoja temperatūros ir drėgmės režimas sėklų brendimo tarpsnyje, nei tręšimas.

### 3.3.5 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka vasarinių rapsų 1000-čio sėklų masei

Eil. Nr.	Variantai	1000-čio sėklų masė, g		
		vidurkis ± standartinis nuokrypis		
		2015 m.	2016 m.	2015–2016 m. vidurkis
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	4,83±0,08	3,26±0,18	4,04±0,13
2	Mineralinių trąšų <i>fonas</i> (F) (N <sub>70</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub> )	4,92±0,11	3,39±0,16	4,15±0,14
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	5,06±0,14	3,61±0,07	4,34±0,11
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	4,97±0,04	3,43±0,15	4,20±0,10
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	4,92±0,08	3,47±0,07	x
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių-mineralinių trąšų**	5,20±0,20	3,59±0,10	x

*Pastaba.* \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>; x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas.

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 2015 m. augusių rapsų sėklose skyrėsi tik dešimtuju ribose – 43,0–43,7 % (3.3.6 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.

2016 m. rapsų sėklose riebalų kiekis kito panašiose intervalo ribose: 43,1–43,7 % (3.3.6 lentelė). Šiais tyrimų metais tiek organinėmis granuliuotomis, tiek mineralinėmis trąšomis tręštų rapsų sėklose riebalų susikaupė kiek daugiau nei kontroliniame laukelyje augusių rapsų sėklose. Tačiau lyginant su foniniu tręšimu, sėklų riebalingumas nežymiai padidėjo (0,2 proc. vnt.) tik įterpus granuliuotą organinę trąšą. Likusios trąšos nežymiai mažino šį rodiklį arba neturėjo įtakos. 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 abejais metais atliekant mūsų tyrimus, granuliuotose paukščių mėšlo trąšose, esantis didesnis azoto kiekis kiek mažino rapsų sėklų riebalingumą.

Bendras riebalų kiekis iš ploto vieneto daugiausia priklausė nuo rapsų sėklų derlingumo dydžio. 2015 m. didžiausia **riebalų išeiga** (798,3 t ha<sup>-1</sup>) gauta rapsus patręšus granuliuotomis paukščių mėšlo trąšomis, nes šiame laukelyje rapsai atitinkamai subrandino gausiausią sėklų derlių

(2,03 t ha<sup>-1</sup>) (3.3.1 lentelė). Kiek mažiau riebalų iš ploto vieneto nustatyta dėl granuliuotų organinių ir organinių-mineralinių trąšų įtakos – 653,0 ir 651,3 t ha<sup>-1</sup>, sėklų derliai atitinkamai šiuose laukeliuose gauti kiek mažesni – po 1,64 t ha<sup>-1</sup>. Tuo tarpu rapsus tręšiant fonine trąšų norma riebalų išeiga siekė tik 506,2 t ha<sup>-1</sup>. 2016 m. atliktų tyrimų rezultatai išryškino panašias trąšų efektyvumo tendencijas (3.3.6 lentelė). Didžiausia **riebalų išeiga** (883,5 t ha<sup>-1</sup>) nustatyta įterpus granuliuotų paukščių mėšlo trąšų, šiame laukelyje rapsai atitinkamai subrandino ir didžiausią rapsų sėklų derlių (2,25 t ha<sup>-1</sup>) (3.3.1 lentelė). Mažesni riebalų kiekiai iš ploto vieneto gauti dėl granuliuotų organinių-mineralinių ir granuliuotų organinių trąšų įtakos –840,4 ir 821,3 t ha<sup>-1</sup>, sėklų derliai atitinkamai šiuose laukeliuose gauti kiek mažesni – 2,14 ir 2,07 t ha<sup>-1</sup>. Mažiausiai efektyvios šiam rodikliui buvo granuliuotos galvijų mėšlo trąšos. Vidutiniai 2015–2016 m. duomenys patvirtino iš dalies tas pačias riebalų išeigos iš hektaro kitimo tendencijas, kaip ir atskirais tyrimo metais, kurios tiesiogiai priklausė nuo vasarinių rapsų sėklų derliaus dydžio.

**3.3.6 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka žalių riebalų kiekiui vasarinių rapsų sėklose ir teorinei riebalų išeigai

Eil. Nr.	Variantai	Žali riebalai, % s. m.			Teorinė riebalų išeiga <sup>1</sup> , kg ha <sup>-1</sup>		
		vidurkis ± standartinis nuokrypis			2015 m.	2016 m.	2015-2016 m. vidurkis
		2015 m.	2016 m.	2015-2016 m. vidurkis			
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	43,6±0,70	43,1±0,00	43,3±0,35	239,8	446,8	343,3
2	Mineralinių trąšų fonas (F) (N <sub>70</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub> )	43,0±0,88	43,5±0,42	43,3±0,65	506,2	725,3	615,8
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	43,2±0,13	43,2±0,07	43,2±0,10	798,3	883,5	840,9
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	43,5±1,61	43,5±0,57	43,5±1,09	597,7	787,4	692,6
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	43,7±1,33	43,7±0,28	x	653,0	821,3	x
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų**	43,7±0,89	43,2±0,00	x	651,3	840,4	x

*Pastaba.* <sup>1</sup>– teorinė riebalų išeiga – išvestinis rodiklis, todėl pateikiamas tik gautų rezultatų vidurkis be kvadratinio standartinio nuokrypio; x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas; \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>.

Tyrimų metais, **žalių baltymų** kiekiai rapsų sėklose svyravo siaurame intervale: 2015 m. – 24,4–25,3 %, 2016 m. 22,9–23,4 % (3.3.7 lentelė). Įvairios kilmės granuliuotomis organinėmis trąšomis tręštų rapsų sėklose žalių baltymų kiekis, lyginant su foniniu tręšimu, pirmaisiais tyrimų metais padidėjo (0,3 proc. vnt.) tik augalus patręšus granuliuotu galvijų mėšlu, o antraisiais – minėtomis galvijų mėšlo granulėmis ir granuliuotomis organinėmis-mineralinėmis trąšomis – atitinkamai 0,4 ir 0,2 proc. vnt. Bandyto variantų laukeliuose, kur į dirvą buvo įterpta paukščių

mėšlo granuliuojamą ir granuliuotą organinę trąšą, žalių baltymų kiekio sėklose sumažėjimas siekė – 0,1 proc. vnt. Vidutiniai tyrimų rezultatai parodė, kad žalių baltymų sėklose kiek daugiau susikaupė rapsus patręšus tik granulioutu galvijų mėšlu. Kitos naudotos organinės trąšos įtakos minėtam rodikliui neturėjo, lyginant su foniniu tręšimu.

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, 2015 m. tręšimas įvairios kilmės granuliuotomis organinėmis trąšomis, lyginant tiek su foniniu tręšimu, tiek su kontrole, **gliukozinolatų kiekį** sėklose didino, o rasti kiekiai daugelyje variantų nežymiai viršijo leistinos normos ribas (3.3.7 lentelė). Daugiausiai jų nustatyta rapsus tręšiant granulioutu galvijų ir paukščių mėšlu – atitinkamai 22,3 ir 21,1  $\mu\text{mol g}^{-1}$ , mažiausiai – kontroliniame variante laukelyje augusių rapsų sėklose (17,6  $\mu\text{mol g}^{-1}$ ). Tačiau 2016 m. vasarinių rapsų sėklose gliukozinolatų susikaupė ženkliai mažiau, nepaisant to ar augalai buvo tręšti ar augo kontroliniame laukelyje. Įvairios kilmės granuliuotomis organinėmis trąšomis tręštų rapsų sėklose gliukozinolatų kiekis, lyginant su foniniu tręšimu, nežymiai padidėjo (atitinkamai 0,3 ir 0,2  $\mu\text{mol g}^{-1}$ ) augalus patręšus granuliuotomis organinėmis ir granuliuotomis organinėmis-mineralinėmis trąšomis. Dėl paukščių ir galvijų mėšlo granuliuojamą įtakos gliukozinolatų šiais tyrimų metais rapsų sėklose sumažėjo atitinkamai 0,6 ir 1,2  $\mu\text{mol g}^{-1}$ . Vidutiniai tyrimų rezultatai atspindi pirmųjų tyrimų metų tendencijas, todėl detaliau jų neaptarėme.

**3.3.7 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka žalių baltymų ir gliukozinolatų kiekiui vasarinių rapsų sėklose

Eil. Nr.	Variantai	Žali baltymai, % s. m.			Gliukozinolatai, $\mu\text{mol g}^{-1}$		
		vidurkis $\pm$ standartinis nuokrypis					
		2015 m.	2016 m.	2015-2016 m. vidurkis	2015 m.	2016 m.	2015-2016 m. vidurkis
1	Kontrolė (be trąšų $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$ )	24,4 $\pm$ 0,75	23,0 $\pm$ 0,74	23,7 $\pm$ 0,74	17,6 $\pm$ 0,99	3,0 $\pm$ 0,00	9,3 $\pm$ 0,50
2	Mineralinių trąšų fonas (F) ( $\text{N}_{70}\text{P}_{20}\text{K}_{50}$ )	25,0 $\pm$ 0,08	23,0 $\pm$ 0,21	24,0 $\pm$ 0,14	18,4 $\pm$ 1,82	5,3 $\pm$ 0,17	10,1 $\pm$ 0,99
3	F + 2 t $\text{ha}^{-1}$ granuliuoto paukščių mėšlo	25,0 $\pm$ 0,41	22,9 $\pm$ 0,66	24,0 $\pm$ 0,54	21,1 $\pm$ 1,65	4,7 $\pm$ 0,66	11,4 $\pm$ 1,16
4	F + 2 t $\text{ha}^{-1}$ granuliuoto galvijų mėšlo	25,3 $\pm$ 0,78	23,4 $\pm$ 0,50	24,4 $\pm$ 0,64	22,3 $\pm$ 1,49	4,1 $\pm$ 0,50	11,9 $\pm$ 0,99
5	F + 2 t $\text{ha}^{-1}$ granuliuotų organinių trąšų*	24,9 $\pm$ 0,46	22,9 $\pm$ 0,00	x	20,0 $\pm$ 1,82	5,6 $\pm$ 0,99	x
6	F + 2 t $\text{ha}^{-1}$ granuliuotų organinių mineralinių trąšų**	24,8 $\pm$ 0,57	23,2 $\pm$ 0,12	x	19,3 $\pm$ 0,17	5,5 $\pm$ 0,83	x

Pastaba. \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m.  $\text{N}_{60}\text{P}_{94}\text{K}_{92}\text{Corg.19}$ , o 2016 m. –  $\text{N}_{31}\text{P}_{65}\text{K}_{289}\text{Corg.16}$ ; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m.  $\text{N}_{49}\text{P}_{70}\text{K}_{63}\text{Corg.15}$ , o 2016 m. –  $\text{N}_{137}\text{P}_{157}\text{K}_{127}\text{Corg.16}$ ; x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas.

**APIBENDRINIMAS.** Vasarinius rapsus patręšus granuliuotu paukščių mėšlu nustatytas didžiausias sėklų derlius ( $2,14 \text{ t ha}^{-1}$ ), ir palyginus su foniniu tręšimu, padidėjimas sudarė 37,2 %. Dėl granuliuoto galvijų mėšlo įtakos sėklų derlius vidutiniškai padidėjo 12,2 %. Rapsų 1000-čio sėklų masę didino visos naudotos įvairios kilmės granuliuotos organinės trąšos. Daugiau žalių riebalų rapsų sėklose susikaupė, į dirvą įterpus granuliuoto galvijų mėšlo, tačiau didžiausia riebalų išeiga iš ploto vieneto gauta augalus tręšiant granuliuotomis paukščių mėšlo trąšomis. Tirtos įvairios kilmės granuliuotos organinės trąšos didino gliukozinolatų kiekį rapsų sėklose.

**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).

Pirmaisiais tyrimų metais (2015 m.), bandyme naudotos įvairios kilmės organinės trąšos didino bulvių **gumbų derlių**, lyginant su foniniu tręšimu, tačiau ne visais atvejais gauti skirtumai buvo statistiškai patikimi (3.3.8 lentelė). Esmingai didžiausias gumbų derliaus priedas gautas bulves patręšus granuliuotu paukščių mėšlu –  $5,50 \text{ t ha}^{-1}$ , kiek mažesnis – įterpus granuliuotų organinių trąšų –  $5,33 \text{ t ha}^{-1}$ . 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 netręstomis bulvėmis, gauti derliaus priedai dar didesni – atitinkamai 14,10 ir  $13,93 \text{ t ha}^{-1}$ . Mažiausiai efektyvios buvo galvijų mėšlo granulės: dėl šių trąšų įtakos gumbų derliaus priedas, palyginus su foniniu tręšimu, padidėjo vos  $1,03 \text{ t ha}^{-1}$ .

Antraisiais tyrimų metais (2016 m.) bulvių gumbų derlius buvo ženkliai gausnis nei praėjusiais tyrimų metais, tiek kontroliniame, tiek tręštuose laukeliuose (3.3.8 lentelė). Tręšimas visomis tirtomis granuliuotomis mėšlo trąšomis buvo efektyvus ir daugumoje esmingai didino gumbų derlingumą, tiek lyginant su netręstomis bulvėmis, tiek tręšiant fonine trąšų norma. Didžiausias ir esminis bulvių derliaus priedas –  $9,40 \text{ t ha}^{-1}$ , palyginus su foniniu tręšimu mineralinėmis trąšomis, gautas bulves patręšus granuliuotomis organinėmis-mineralinėmis trąšomis. Tikėtina, didesnius derliaus pokyčius įtakojo minėtose trąšose esantis kiek didesnis azoto kiekis, nei praėjusiais metais gamintų tų pačių trąšų sudėtyje, kurį į dirvą įnešėme pavasarį prieš bulvių sodinimą. Kiek mažesnis, tačiau taip pat statistiškai patikimas derliaus priedas nustatytas įterpus granuliuoto paukščių mėšlo. Tręšimas granuliuotu galvijų mėšlu šiais tyrimų metais, kaip ir 2015 m., buvo mažiausiai efektyvus: palyginus su foniniu tręšimu, gumbų derlius didėjo tik tendencijų ribose –  $2,62 \text{ t ha}^{-1}$ , tačiau lyginant su netręstais augalais derliaus padidėjimas buvo statistiškai patikimas. Dėl granuliuotų organinių trąšų įtakos bulvių derlius padidėjo taip pat nežymiai.

### 3.3.8 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka bulvių gumbų derliui

Eil. Nr.	Variantai	Bulvių gumbų derlius					
		2015			2016		
		t ha <sup>-1</sup>	Padidėjimas (+/-), t ha <sup>-1</sup>		t ha <sup>-1</sup>	Padidėjimas (+/-), t ha <sup>-1</sup>	
lyginant su kontrole (be trąšų)	lyginant su fonu		lyginant su kontrole (be trąšų)	lyginant su fonu			
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	18,93	-	-	28,3	-	-
2	Mineralinių trąšų fonas (F) (N <sub>70</sub> P <sub>20</sub> K <sub>50</sub> )	27,53	+8,60	-	40,3	11,94	-
	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	33,03	+14,10	+5,50	47,9	19,58	7,64
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	28,55	+9,63	+1,03	42,9	14,56	2,62
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	32,85	+13,93	+5,33	43,0	14,67	2,73
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių-mineralinių trąšų**	30,35	+11,43	+2,83	49,7	21,35	9,40
	R <sub>05</sub>		3,17	3,38		5,25	5,38
	R <sub>01</sub>		4,38	4,74		7,26	7,55

Pastaba. \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>;

\*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>.

Apibendrinti vidutiniai dviejų tyrimo metų rezultatai rodo, kad efektyviausia bulves, kaip vasarinius rapsus, tręšti paukščių mėšlo granulėmis (3.3.9 lentelė). Dėl šių trąšų įtakos gumbų derlius esmingai padidėjo (6,57 t ha<sup>-1</sup> arba 19,4 %), lyginant su foniniu tręšimu mineralinėmis trąšomis. Tręšimas granuliuotu galvijų mėšlu buvo mažiau efektyvus nei minėtos organinės trąšos, ir atskirais tyrimų metais nustatytos tendencijos buvo identiškios bandymų vidurkiui. Granuliuotų organinių ir granuliuotų organinių-mineralinių trąšų vidutiniai rezultatai nebuvo vertinami, dėl trąšose esančių pagrindinių maisto medžiagų didelių skirtumų. Šios trąšos ir jų efektyvumas bulvių gumbų derliui bei jo kokybei vertinti tik atskirais tyrimų metais.

### 3.3.9 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka vidutiniam bulvių gumbų derliui

Eil. Nr.	Variantai	Gumbų derlius, t ha <sup>-1</sup>	padidėjimas (+/-), t ha <sup>-1</sup>	
			lyginant su kontrole (be trąšų)	lyginant su fonu
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	23,62	-	-
2	Mineralinių trąšų fonas (N <sub>70</sub> P <sub>20</sub> K <sub>120</sub> )	33,90	10,27	-
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	40,47	16,84	6,57
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	35,72	12,09	1,82
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	x	x	x
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų**	x	x	x
	R <sub>05</sub>		4,22	4,37
	R <sub>01</sub>		5,83	6,16

Pastaba. \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>;

\*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>; x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas.



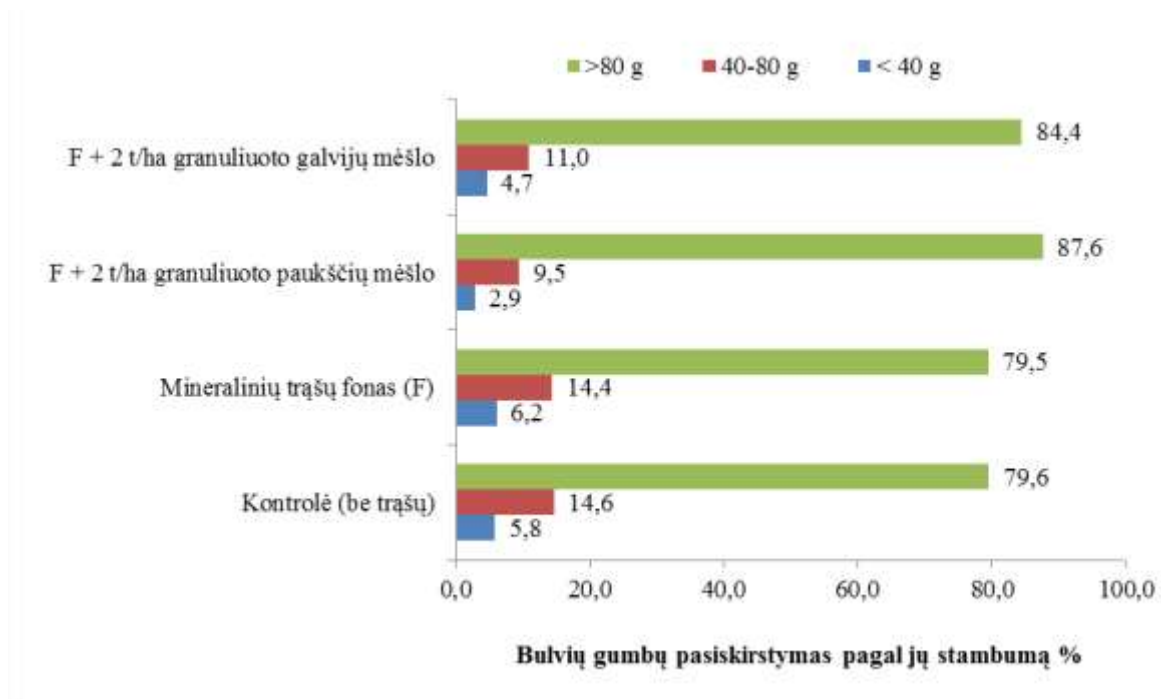
Atlikus bulvių *gumbų stambumo* analizę ir įvertinus tyrimų rezultatus, nustatyta, kad 2015 m. stambesni nei 80 g svorio gumbai sudarė 78,0–83,8 % visų tirtų gumbų masės, o tręšimas įvairios kilmės granuliuotomis organinėmis trąšomis turėjo mažai įtakos jų stambumui (3.3.10 lentelė). Kiek daugiau stambių (>80 g) gumbų užaugo bulves patręšus granuliuota organine trąša bei granuliuotu galvijų mėšlu: atitinkamai 83,8 ir 82,6 %. Šiuose laukuose atitinkamai mažesnis procentas buvo vidutinio stambumo (40–80 g) ir smulkių (<40 g) bulvių gumbų. 2016 m. užaugo ne tik didesnis bulvių derlius, bet ir gumbų, stambesnių nei 80 g svorio, subrendo daugiau: 79,6–94,3 % visų tirtų gumbų masės (3.3.10 lentelės). Tyrimų rezultatai rodo, kad šiais tyrimų metais naudotos įvairios granuliuotos organinės trąšos turėjo ženklesnės įtakos gumbų stambumui, lyginant su foniniu tręšimu mineralinėmis trąšomis: stambių gumbų pokytis dėl minėtų trąšų svyravo 5,2–13,3 proc. vnt. ribose. Daugiau tokių gumbų (>80 g), priešingai nei parėjusiais metais, užaugo bulves patręšus granuliuotu paukščių mėšlu, o taip pat granuliuotomis organinėmis-mineralinėmis trąšomis: atitinkamai 94,3 ir 93,5 %. Tačiau granuliuotų organinių-mineralinių trąšų efektyvumą galėjo iš dalies įtakoti trąšose esantis didesnis pagrindinių maistinių elementų kiekis, nei praėjusiais metais pagamintose trąšose, todėl ir gauti pokyčiai buvo didesni.

### 3.3.10 lentelė. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka bulvių gumbų stambumui

Eil. Nr.	Variantai	Bulvių gumbų pasiskirstymas pagal jų stambumą %					
		< 40 g		40-80 g		> 80 g	
		Vidurkis ± standartinis nuokrypis					
		2015	2016	2015	2016	2015	2016
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	5,7±0,21	6,0±2,26	14,8±5,73	14,5±3,89	79,6±5,52	79,6±3,32
2	Mineralinių trąšų fonas (N <sub>70</sub> P <sub>20</sub> K <sub>120</sub> )	6,4±0,49	6,0±0,57	15,7±2,26	13,1±1,06	78,0±1,77	81,0±0,49
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	3,8±0,57	2,0±0,99	15,3±0,99	3,7±3,25	80,9±0,42	94,3±1,41
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	5,7±1,34	3,7±2,05	11,8±4,17	10,2±2,76	82,6±5,52	86,2±3,54
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	4,6±0,99	2,6±1,20	11,7±2,05	6,7±2,80	83,8±3,04	88,4±1,13
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų**	6,0±0,99	1,1±0,35	14,1±2,12	5,5±1,56	79,9±3,11	93,5±1,20

Pastaba. \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.19, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.16; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.15, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.16.

Remiantis vidutiniais tyrimų rezultatais, kiek daugiau stambių gumbų (>80 g) rasta bulves patręšus paukščių mėšlo granulėmis (3.3.1 pav.). Šiuose laukuose atitinkamai mažesnis procentas buvo vidutinio stambumo (40–80 g) ir smulkių (<40 g) bulvių gumbų. Tirtų galvijų mėšlo granuliuotų trąšų įtaka minėtam rodikliui buvo panaši – stambių gumbų kiekis sudarė 84,4 %. Kiek mažiau jų (79,5 ir 79,6 %) nustatyta bulves tręšiant fonine mineralinių trąšų norma (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>120</sub>) ir kontrolėje augusių bulvių.



3.3.1 pav. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka vidutiniam bulvių gumbų stambumui

Vidutiniai tyrimų duomenys, 2015–2016 m.

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).

Krakkolas 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 3.3.11 lentelėje. Atliktų tyrimų duomenimis, 2015 m. 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 %) ir ryškesnių skirtumų neišryškėjo. Tuo tarpu netręštų bulvių gumbuose krakmolo rasta daugiausiai – 16,1 %.

2016 m. metais tiek tręštos, tiek netręštos bulvės gumbuose sukaupė ženkliai mažesnius sausųjų medžiagų ir krakmolo kiekius, nei pirmaisiais tyrimų metais (3.3.11 lentelė). Tai įtakojo gumbų formavimosi metu vyravę drėgni ir nepakankamai saulėti orai. Vidutiniškai skirtumas tarp tyrimų metų siekė: sausųjų medžiagų – 3,3 proc. vnt., krakmolo – 2,9 proc. vnt. Šiais tyrimų metais tiek tręšimas įvairiomis granuliuotomis organinėmis trąšomis, tiek fonine mineralinių trąšų norma, mažino sausųjų medžiagų kiekį bulvių gumbuose ir palyginus su netręštais augalais sumažėjimas svyravo 1,3–2,4 proc. vnt. ribose. Sausųjų medžiagų kiekis gumbuose ženkliau (1,1 proc. vnt.) sumažėjo, kai bulvės mineralinių trąšų fone buvo patręštos granuliuota organine trąša. Visos tirtos įvairios kilmės organinės trąšos lygiagrečiai tendencingai mažino ir bulvių gumbų *krakmolingumą*, lyginant tiek su foniniu tręšimu, tiek su netręštais augalais (3.3.11 lentelė). Krakmolo kiekis bulvių gumbuose dėl minėtų trąšų įtakos kito panašiam intervale: 11,5–12,0 %, tuo tarpu netręštų bulvių gumbuose jo rasta 13,3 %. Kai kuriuose bandymo laukeliuose pasitvirtino tendencijos, kad didėjant trąšų normoms gali mažėti krakmolo ir sausųjų medžiagų kiekis bulvių gumbuose.

**3.3.11 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka sausųjų medžiagų ir krakmolo kiekiui bulvių gumbuose

Eil. Nr.	Variantai	Sausosios medžiagos, %			Krakmolas, %		
		vidurkis ± standartinis nuokrypis					
		2015 m.	2016 m.	2015-2016 m. vidurkis	2015 m.	2016 m.	2015-2016 m. vidurkis
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	25,8±0,49	21,7±0,81	23,7±0,65	16,1±0,00	13,3±0,35	14,7±0,18
2	Mineralinių trąšų fonas (N <sub>70</sub> P <sub>20</sub> K <sub>120</sub> )	23,3±0,22	20,4±0,81	21,9±0,52	15,4±0,07	12,5±0,42	13,9±0,25
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	23,7±0,71	19,7±0,42	21,7±0,56	14,3±0,28	11,5±0,14	12,9±0,21
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	22,4±0,13	19,7±0,62	21,0±0,37	14,9±0,07	12,0±0,07	13,4±0,07
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	22,1±0,04	19,3±1,06	x	14,7±0,28	11,6±0,57	x
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų**	23,0±1,03	20,1±0,86	x	14,7±0,57	11,5±0,71	x

Pastaba. \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>. x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas.

Nitratai bulvėse, kaip ir daržovėse, yra nepageidautini. Įvertinus tyrimų rezultatus matyti, kad abejais tyrimų metais įvairios kilmės organinės granuluotos trąšos didino *nitratų* kiekį bulvių gumbuose, tačiau ne visais atvejais su trąšomis įterptam azoto kiekiui didėjant, nitratų kiekis bulvių gumbuose dėsningai didėjo (3.3.12 lentelė). Pirmaisiais tyrimų metais (2015), daugiausiai nitratų (161 ir 154 mg kg<sup>-1</sup>) gumbuose susikaupė, kai bulvių tręšimui buvo naudotos granuluotos organinės-mineralinės trąšos bei granuluotas paukščių mėšlas. Nitratų kiekio padidėjimas šiuose laukeliuose, palyginus su foniniu tręšimu, siekė atitinkamai – 84,1 ir 76,9 mg kg<sup>-1</sup>. Tos pačios tendencijos išliko ir antraisiais tyrimų metais, tik skirtumai palyginus su foniniu tręšimu buvo ženkliai didesni – 118,6 ir 125,1 mg kg<sup>-1</sup>. Be to, dėl minėtų trąšų įtakos nustatyti nitratų kiekiai gumbuose kiek viršijo Rusijos Federacijoje didžiausią leistiną koncentraciją (150 mg kg<sup>-1</sup>), nors Europos Sąjungoje nitratų kiekis bulvėse nėra reglamentuojamas. 2016 m. leistiną nitratų koncentraciją bulvių gumbuose neženkliai viršijo ir tręšimas granuluota organine trąša. Vertinant vidutinius 2015–2016 m. tyrimų rezultatus, matyti, kad paukščių mėšlo granulės, tikėtina, dėl jose esančio didesnio azoto kiekio, labiau didino nitratų kaupimąsi gumbuose nei granuluotas galvijų mėšlas: skirtumas tarp variantų siekė 66,8 mg kg<sup>-1</sup>.

**3.3.12 lentelė.** Įvairių granuluotų organinių trąšų įtaka nitratų kiekiui bulvių gumbuose

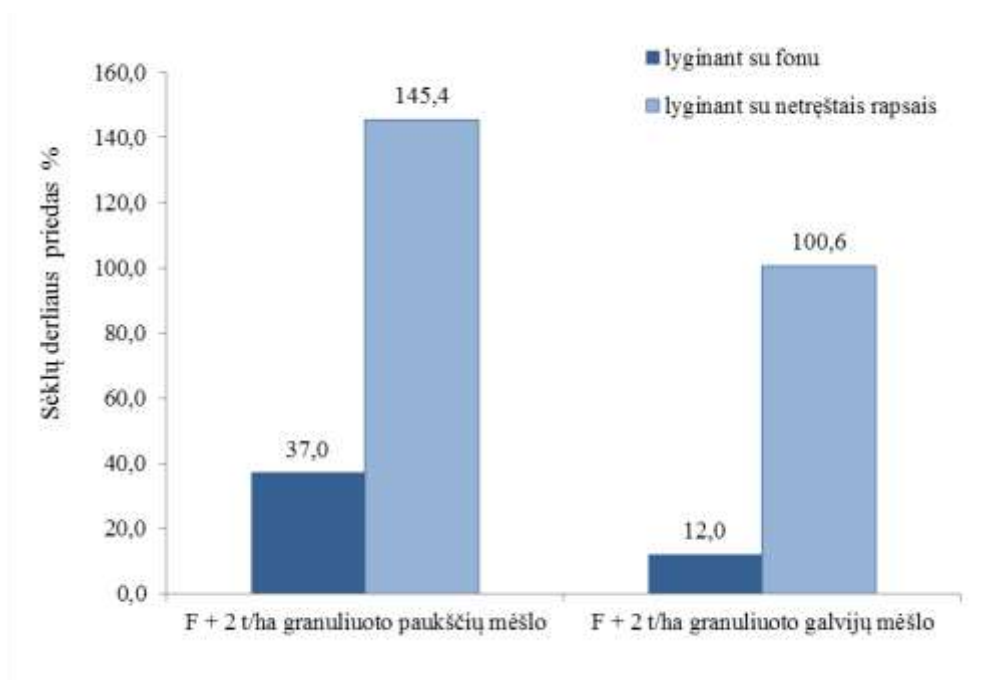
Eil. Nr.	Variantai	Nitratai, mg kg <sup>-1</sup>		
		Vidurkis ± standartinis nuokrypis		
		2015 m.	2016 m.	2015-2016 m. vidurkis
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	77,1±7,6	65,7±4,5	71,4±6,0
2	Mineralinių trąšų fonas (N <sub>70</sub> P <sub>20</sub> K <sub>120</sub> )	76,9±2,5	118,9±14,2	97,9±8,4
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuluoto paukščių mėšlo	154,0±22,6	244,0±8,5	199,0±15,6
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuluoto galvijų mėšlo	132,4±36,3	132,0±1,4	132,2±18,8
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuluotų organinių trąšų*	138,5±30,4	166,0±4,2	x
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuluotų organinių mineralinių trąšų**	161,0±15,6	237,5±16,3	x

*Pastaba.* \* – organinės granuluotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.19, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.16; \*\* – granuluotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.15, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.16; x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas.

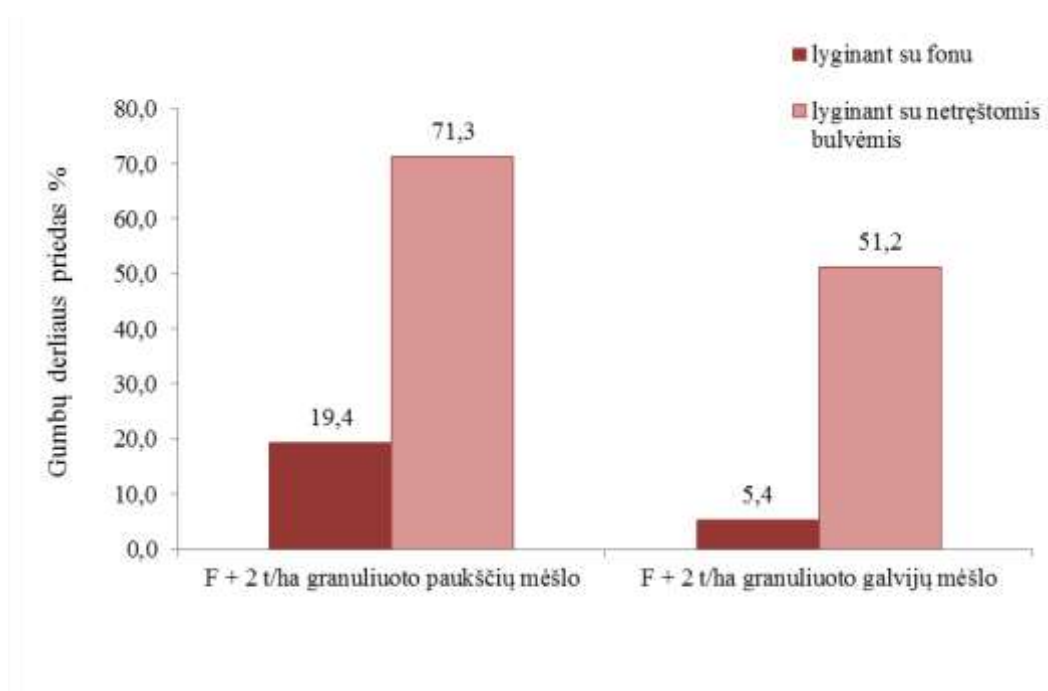
**APIBENDRINIMAS.** Bandyje naudotos įvairios kilmės granuluotos organinės trąšos didino bulvių gumbų derlių, lyginant su foniniu tręšimu, tačiau ne visais atvejais gauti skirtumai buvo statistiškai patikimi. Esmingai didžiausias gumbų derliaus priedas gautas bulves patręšus granuluotu paukščių mėšlu, ir palyginus su foniniu tręšimu, padidėjimas sudarė 19,4 %. Dėl granuluoto galvijų mėšlo įtakos gumbų derlius vidutiniškai padidėjo tik 5,4 %. Tręšimas įvairios kilmės granuluotomis organinėmis trąšomis nežymiai įtakojo bulvių gumbų stambumą, tačiau tendencingai mažino sausųjų medžiagų ir krakmolo kiekį, bei didino nitratų susikaupimą gumbuose.

Granuluotų paukščių ir galvijų mėšlo trąšų efektyvumą žemės ūkio augalų derliaus priedui pateikėme 3.3.2 ir 3.3.3 paveiksluose. Tirtų trąšų įtaka skirtingiems augalams turėjo panašų

tendencijų: vasarinių rapsų sėklų ir bulvių gumbų derlių ženkliau didino granuluotos paukščių mėšlo trąšos nei įterptos galvijų mėšlo granulės.



**3.3.2 pav.** Įvairių granuluotų organinių trąšų įtaka vidutiniam vasarinių rapsų sėklų derliaus priedui  
*Elmininkų bandymų stotis, 2015–2016 m.*



**3.3.3 pav.** Įvairių granuluotų organinių trąšų įtaka vidutiniam bulvių gumbų derliaus priedui  
*Elmininkų bandymų stotis, 2015–2016 m.*

### 3.4. Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka dirvožemio savybėms

**Dirvožemio pH.** Pirmaisiais tyrimų metais (2015), dirvožemio ariamąjį sluoksnį vertinant pagal mainų potencialųjį rūgštumą ( $pH_{KCl}$ ), vasarinių rapsų ir bulvių bandymuose pavasarį (prieš įrengimą) jis buvo vidutiniškai rūgštus ir svyravo atitinkamai 5,4,5–4,6 ir 4,8–5,0 intervale (3.4.1 lentelė). 2015 m. vasariniai rapsai augo silpnai rūgščiaje dirvožemyje, kurio pH 5,2–5,3, bulvės – vidutiniškai bei silpnai rūgščiaje ( $pH$  4,7–5,3) (3.4.2 lentelė).

Pirmaisiais tyrimų metais (2015 m.), abejuose bandymuose po derliaus nuėmimo dirvožemio pH nežymiai sumažėjo (0,1–0,2 vnt.) (3.4.1 lentelė). 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. Antraisiais tyrimų metais (2016 m.), po augalų vegetacijos dirvožemio pH turėjo tendenciją didėti, tačiau paklaidų ribose: vasarinių rapsų bandyme pH pokytis svyravo – 0,1–0,4, bulvių – 0,1–0,3 vieneto ribose (3.4.2 lentelė). Šiais tyrimų metais, trąšų gamintojui kiek pakeitus trąšų sudėtį, kito ir pačių trąšų pH, ryškiausiai pasikeitė granuliuotų organinių-mineralinių trąšų: iš šarmiškos į silpnai rūgščią, o paukščių mėšlo granuliuotų – iš silpnai šarmiškos į neutralią. Tačiau ženklesni dirvožemio pH pokyčiai stebimi tik įterpus granuliuotą organinę trąšą: vasarinių rapsų bandyme šis rodiklis padidėjo 0,4, o bulvių bandyme – 0,3 vieneto. Vidutiniai tyrimų rezultatai atspindi panašias dirvožemio pH pokyčių tendencijas dėl naudotų įvairių granuliuotų organinių trąšų, kaip ir atskirais tyrimų metais (3.4.3. lentelė). Kadangi beveik visoms tirtoms granuliuotoms organinėms trąšoms, išskyrus granuliuotas organines-mineralines trąšas, buvo būdinga neutrali ir šarminė terpė, todėl vykdant šiuos tyrimus buvo tikimasi, kad rūgščiose dirvose šios trąšos veiks neutralizuojančiai, t. y. mažins jų rūgštumą.

**3.4.1 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) <sup>1,2</sup>	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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> 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
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> 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

*Pastaba.* <sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{50}$ ) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{120}$ ) bulvėms; \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m.  $N_{60}P_{94}K_{92}Corg_{.19}$ , o 2016 m. –  $N_{31}P_{65}K_{289}Corg_{.16}$ ; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m.  $N_{49}P_{70}K_{63}Corg_{.15}$ , o 2016 m. –  $N_{137}P_{157}K_{127}Corg_{.16}$ .

**3.4.2 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka  $pH_{KCl}$  pokyčiams dirvožemio ariamajame sluoksnyje

*Elmininkų bandymų stotis, 2016*

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 $N_0P_0K_0$ )	5,2±1,18	5,4±0,47	+0,2	4,9±1,09	5,0±0,97	+0,1	+0,1
2	Mineralinių trąšų fonas (F) <sup>1,2</sup>	5,2±0,94	5,5±0,41	+0,2	4,8±1,05	5,0±1,00	+0,2	+0,2
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	5,2±0,16	5,3±0,17	+0,1	4,7±1,12	4,8±1,13	+0,0	+0,1
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	5,2±0,29	5,3±0,	+0,2	5,2±0,83	5,2±0,78	+0,0	+0,1
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	5,3±0,18	5,7±0,19	+0,4	5,3±0,86	5,6±0,78	+0,3	+0,4
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų**	5,2±0,24	5,2±0,26	+0,1	5,2±0,87	5,2±0,93	+0,0	+0,1

Pastaba. <sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{50}$ ) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{120}$ ) bulvėms; \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m.  $N_{60}P_{94}K_{92}Corg_{.19}$ , o 2016 m. –  $N_{31}P_{65}K_{289}Corg_{.16}$ ; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m.  $N_{49}P_{70}K_{63}Corg_{.15}$ , o 2016 m. –  $N_{137}P_{157}K_{127}Corg_{.16}$ .

**3.4.3 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka  $pH_{KCl}$  vidutiniams pokyčiams dirvožemio 0–20 cm sluoksnyje

*Elmininkų bandymų stotis, vidutiniai duomenys 2015–2016 m.*

Eil. Nr.	Variantai	$pH_{KCl}$ pokytis (pavasaris – rudo)		Dviejų bandymų pokyčio vidurkis
		Vasariniai rapsai	Bulvės	
1	Kontrolė (be trąšų $N_0P_0K_0$ )	+0,1	+0,0	+0,1
2	Mineralinių trąšų fonas (F) <sup>1,2</sup>	+0,1	+0,1	+0,1
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	-0,1	+0,1	+0,0
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	+0,1	-0,1	+0,0
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų	x	x	x
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų	x	x	x

Pastaba.<sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{50}$ ) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{120}$ ) bulvėms; x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas.

**Dirvožemio fosforingumas.** 2015 m. dirvožemio ariamąjį sluoksnį vertinant pagal judriojo fosforo kiekį ( $P_2O_5$ ), pavasarį (prieš įrengimą) vasarinių rapsų bandyme jis buvo fosforingas (157–180 mg kg<sup>-1</sup>), o bulvių bandyme – vidutinio fosforingumo (120–138 mg kg<sup>-1</sup>) (3.4.4 lentelė). Visuose tręštuose laukuose judriojo fosforo kiekis svyravo paklaidų ribose, kiek pastebimiau sumažėjo tik kontroliniame laukelyje, kur augalai nebuvo tręšti, 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 granulių, mineralinių trąšų fone, rudenį, po derliaus nuėmimo, pastebimas nežymus fosforo kiekio dirvožemyje sumažėjimas – atitinkamai 13 ir 5 mg kg<sup>-1</sup>, o patręšus granuliuotomis

organinėmis-mineralinėmis trąšomis nustatytas fosforo kiekio padidėjimas – atitinkamai 9 ir 10 mg kg<sup>-1</sup>. 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.

**3.4.4 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka dirvožemio ariamojo sluoksnio fosforingumui (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

*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 <sup>-1</sup> (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )								
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	179±20,3	163±24,3	-17	138±23,7	115±5,3	-23	-20
2	Mineralinių trąšų fonas (F) <sup>1,2</sup>	180±18,7	162±28,5	-18	128±13,1	108±9,5	-21	-19
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	176±4,9	163±20,1	-13	128±20,8	123±21,7	-5	-9
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	164±9,2	150±12,1	-14	120±9,9	127±20,6	+7	-4
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	162±8,7	168±17,0	+7	129±8,7	121±23,1	-8	-1
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų**	157±15,6	165±31,7	+9	120±11,6	130±32,9	+10	+9

*Pastaba.*<sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>50</sub>) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>120</sub>) bulvėms; \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>.

2016 m. dirvožemio ariamąjį sluoksnio fosforingumą didino visos tirtos įvairios granuliuotos organinės trąšos. Vertinant dirvožemį pagal judriojo fosforo kiekį (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), pavasarį (prieš įrengimą) vasarinių rapsų bandyme jis buvo fosforingas ir labai fosforingas (188–204 mg kg<sup>-1</sup>), o bulvių bandyme – fosforingas (155–179 mg kg<sup>-1</sup>) (3.4.5 lentelė). Visuose organinėmis trąšomis tręštuose laukuose judriojo fosforo kiekis padidėjo, kiek pastebimiau sumažėjo tik kontroliniame laukelyje, kur augalai nebuvo tręšti. Įterpus granuliuotą organinę trąšą ir granuliuotų organinių-mineralinių trąšų, mineralinių trąšų fone, po derliaus nuėmimo pastebimas ženklesnis fosforo kiekio dirvožemyje padidėjimas – rapsų bandyme atitinkamai 19 ir 21 mg kg<sup>-1</sup>, bulvių bandyme – atitinkamai 16 ir 27 mg kg<sup>-1</sup>. Dėl granuliuotų paukščių ir galvijų mėšlo trąšų įtakos stebimi mažesni pokyčiai. Šiuos judriojo fosforo kiekio pokyčius dirvožemyje galėjo sąlygoti ir skirtingose granuliuotose organinėse trąšose esantis skirtingas fosforo kiekis (žr. 2.3.1 lentelę).



**3.4.5 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka dirvožemio ariamojo sluoksnio fosforingumui (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

*Elmininkų bandymų stotis, 2016*

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 <sup>-1</sup> (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )								
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	204±24,9	210±20,9	+6	179±22,5	167±20,1	-12	-3
2	Mineralinių trąšų fonas (F) <sup>1,2</sup>	201±16,1	207±19,6	+6	168±16,1	171±19,7	+3	+5
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	188±25,0	201±20,3	+13	163±25,3	164±22,1	+1	+7
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	195±18,4	208±16,0	+13	155±17,1	156±33,7	+2	+8
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	202±4,1	220±12,9	+19	159±25,9	175±29,3	+16	+18
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų**	201±18,3	223±23,9	+21	158±27,3	185±27,6	+27	+24

*Pastaba.*<sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>50</sub>) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>120</sub>) bulvėms; \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>.

Įvertinus vidutinius abiejų bandymų pokyčių vidurkius, matyti, kad paukščių mėšlo granulės neturėjo esminės įtakos judriojo fosforo pokyčiams dirvožemyje: bulvių bandyme dėl šių trąšų jis nežymiai sumažėjo (2 mg kg<sup>-1</sup>), o auginant rapsus išliko nepakitęs (3.4.6 lentelė). Tręšimas granuliuotu galvijų mėšlu buvo ne ką efektyvesnis, ir tik bulvių bandyme dirvožemio fosforingumas padidėjo, tačiau tik paklaidų ribose – 4 mg kg<sup>-1</sup>. Granuliuotų organinių ir granuliuotų organinių-mineralinių trąšų vidutiniai rezultatai nebuvo vertinami, dėl tyrimų metais trąšose esančių pagrindinių maisto medžiagų didelių skirtumų. Šios trąšos ir jų įtaka dirvožemio agrocheminiams rodikliams vertinti tik atskirais tyrimų metais.

**3.4.6 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka judriojo fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg kg<sup>-1</sup>) vidutiniams pokyčiams dirvožemio ariamajame sluoksnyje (0–20 cm)

*Elmininkų bandymų stotis, vidutiniai duomenys 2015-2016 m.*

Eil. Nr.	Variantai	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> ) pokytis (pavasaris – rudenį)		Dviejų bandymų pokyčio vidurkis
		Vasariniai rapsai	Bulvės	
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	-6	-17	-12
2	Mineralinių trąšų fonas (F) <sup>1,2</sup>	-6	-9	-8
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	+0	-2	-1
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	+0	+4	+2
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų	x	x	x
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų	x	x	x

*Pastaba.*<sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>50</sub>) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>120</sub>) bulvėms; x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas.

**Dirvožemio kalingumas.** 2015 m. pavasarį (prieš įrengimą) tiek vasarinių rapsų, tiek bulvių bandyme dirvožemio ariamasis sluoksnis buvo vidutiniškai kalingas (3.4.7 lentelė). Nuėmus vasarinių rapsų derlių nustatyta, kad visuose bandymo laukeliuose, išskyrus kontrolinį, judriojo kalio kiekis dirvožemyje padidėjo. Be to, dirvožemiai, kurie buvo tręšti įvairios kilmės granuliuotomis organinėmis trąšomis, beveik visuose laukeliuose šiuo elementu praturtėjo iki kalingų dirvožemių grupės (150–200 mg kg<sup>-1</sup>). 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 ženklesni skirtumai nustatyti rapsus patręšus granuliuota organine trąša bei granuliuotu galvijų mėšlu: atitinkamai padidėjo 59 ir 34 mg kg<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup> (3.4.7 lentelė). Visos naudotos granuliuotos organinės trąšos, išskyrus granuliuotą paukščių mėšlą, didino kalio susikaupimą 6–16 mg kg<sup>-1</sup>, 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.

**3.4.7 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka dirvožemio ariamojo sluoksnio kalingumui (K<sub>2</sub>O)

*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 <sup>-1</sup> (K <sub>2</sub> O)								
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	129±19,0	127±8,2	-2	133±4,1	115±5,4	-18	-10
2	Mineralinių trąšų fonas (F) <sup>1,2</sup>	121±7,5	123±20,9	+3	132±12,4	110±12,3	-23	-10,0
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	131±15,7	155±26,3	+24	131±10,7	130±8,3	-1	+11
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	121±16,5	155±41,0	+34	126±7,4	142±13,7	+16	+25
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	115±14,7	175±32,1	+59	123±7,9	129±19,3	+6	+33
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų**	121±16,9	144±26,9	+23	117±6,2	128±19,2	+11	+17

*Pastaba.* <sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>50</sub>) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>120</sub>) bulvėms; \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>.

2016 m. dirvožemio ariamojo sluoksnio kalingumą didino visos tirtos įvairios granuliuotos organinės trąšos. Vertinant dirvožemį pagal judriojo kalio kiekį (K<sub>2</sub>O), pavasarį (prieš įrengimą) vasarinių rapsų bandyme jis buvo kalingas (160–171 mg kg<sup>-1</sup>), o bulvių bandyme – vidutiniškai kalingas (103–114 mg kg<sup>-1</sup>) (3.4.8 lentelė). Beveik visuose organinėmis trąšomis tręštuose



laukeliuose judriojo kalio kiekis padidėjo, išskyrus kontroliniuose laukeliuose, kur augalai nebuvo tręšti, o taip pat rapsų bandyme, juos tręšiant fonine trąšų norma ir granuliuotu paukščių mėšlu.

Nuėmus vasarinių rapsų derlių nustatyta, kad organinėmis trąšomis tręštuose laukeliuose, išskyrus paukščių mėšlo granules, judriojo kalio kiekis dirvožemyje padidėjo – 1–93 mg kg<sup>-1</sup>. Be to, dirvožemis, į kurį buvo įterpta granuliuota organinė trąša, šiuo elementu praturtėjo iki daug kalio turinčių dirvožemių grupės (200–300 mg kg<sup>-1</sup>). 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, o taip pat šiose trąšose, esantis kiek didesnis kalio kiekis (žr. 2.3.1 lentelę), kuris buvo įterptas su trąšomis į dirvą pavasarį. Kiek ženklesni skirtumai nustatyti taip pat rapsus patręšus granuliuotu galvijų mėšlu – padidėjimas siekė 20 mg kg<sup>-1</sup>. Šiais tyrimų metais, dėl granuliuotų paukščių mėšlo trąšų įtakos judriojo kalio dirvožemyje po derliaus nuėmimo sumažėjo 12 mg kg<sup>-1</sup>.

Šiais tyrimų metais auginant bulves, visos naudotos granuliuotos organinės trąšos didino kalio susikaupimą 2–51 mg kg<sup>-1</sup>, tik kontroliniame laukelyje jo kiekis dirvožemyje sumažėjo – 2 mg kg<sup>-1</sup> (3.4.8 lentelė). Mažiausi šio elemento pokyčiai, kaip ir rapsų bandyme, stebimi dėl tręšimo granuliuotu paukščių mėšlu ir granuliuotomis organinėmis-mineralinėmis trąšomis. Efektyviausios iš naudotų trąšų buvo granuliuota organinė trąša bei granuliuotas galvijų mėšlas: padidėjimas siekė atitinkamai 51 ir 23 mg kg<sup>-1</sup>. Šiose trąšose esantis kiek didesnis kalio kiekis (žr. 2.3.1 lentelę), kuris buvo įterptas su trąšomis pavasarį, galėjo sąlygoti kiek didesnius šio elemento pokyčius dirvožemyje. Tačiau įvertinus abiejų bandymų pokyčių vidurkius, matyti, kad dauguma tirtų įvairios kilmės granuliuotų organinių trąšų, išskyrus paukščių mėšlo granules, didino dirvožemio kalingumą.

**3.4.8 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka dirvožemio ariamojo sluoksnio kalingumui (K<sub>2</sub>O)

*Elmininkų bandymų stotis, 2016*

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 <sup>-1</sup> (K <sub>2</sub> O)								
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	162±10,7	143±12,7	-20	114±20,8	112±18,4	-2	-11
2	Mineralinių trąšų fonas (F) <sup>1,2</sup>	160±14,5	151±15,8	-9	108±12,8	116±19,2	+7	-1
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	171±16,4	159±15,0	-12	103±14,2	104±25,3	+2	-5
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	171±1,3	191±19,6	+20	114±19,4	137±11,8	+23	+22
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	168±15,5	261±19,4	+93	106±9,3	157±23,5	+51	+72
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų**	171±3,6	172±16,9	+1	113±16,3	126±17,7	+14	+8

*Pastaba.* <sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>50</sub>) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>120</sub>) bulvėms; \* - organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>; \*\* - granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>.

Įvertinus vidutinius abiejų bandymų pokyčių vidurkius, matyti, kad paukščių mėšlo granulės neturėjo esminės įtakos judriojo kalio pokyčiams dirvožemyje, kaip ir judriojo fosforo: vasarinių rapsų bandyme dėl šių trąšų jis nežymiai padidėjo ( $6 \text{ mg kg}^{-1}$ ), o auginant bulves išliko beveik nepakitęs (3.4.9 lentelė). Tręšimas granuliotu galvijų mėšlu buvo ženkliai efektyvesnis: tiek rapsų, tiek bulvių bandymuose po derliaus nuėmimo dirvožemio kalingumas padidėjo atitinkamai 27 ir  $20 \text{ mg kg}^{-1}$ . Granuliuotų organinių ir granuliuotų organinių-mineralinių trąšų vidutiniai rezultatai nebuvo vertinami, dėl tyrimų metais trąšose esančių pagrindinių maisto medžiagų didelių skirtumų. Šios trąšos ir jų įtaka dirvožemio agrocheminiams rodikliams vertinti tik atskirais tyrimų metais.

**3.4.9 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka judriojo kalio ( $\text{K}_2\text{O}$   $\text{mg kg}^{-1}$ ) vidutiniams pokyčiams dirvožemio ariamajame sluoksnyje (0–20 cm)

*Elmininkų bandymų stotis, vidutiniai duomenys 2015-2016 m.*

Eil. Nr.	Variantai	$\text{K}_2\text{O}$ ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) pokytis (pavasaris – rudo)		Dviejų bandymų pokyčio vidurkis
		Vasariniai rapsai	Bulvės	
1	Kontrolė (be trąšų $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$ )	-11	-10	-11
2	Mineralinių trąšų fonas (F) <sup>1,2</sup>	-3	-8	-6
3	F + 2 t $\text{ha}^{-1}$ granulioto paukščių mėšlo	+6	+1	+4
4	F + 2 t $\text{ha}^{-1}$ granulioto galvijų mėšlo	+27	+20	+24
5	F + 2 t $\text{ha}^{-1}$ granuliuotų organinių trąšų	x	x	x
6	F + 2 t $\text{ha}^{-1}$ granuliuotų organinių mineralinių trąšų	x	x	x

*Pastaba.* <sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $\text{N}_{70}\text{P}_{20}\text{K}_{50}$ ) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $\text{N}_{70}\text{P}_{20}\text{K}_{120}$ ) bulvėms; x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas.

**Organinės anglies kiekis dirvožemyje.** Tikėtina, kad į dirvožemį įterptos granuliuotos organinės trąšos organinės anglies kiekį dirvožemyje turėtų didinti, tačiau per pirmųjų tyrimų metų (2015 m.) vasaros laikotarpį jos kiekis dirvožemyje mažai kito ir turėjo nežymią tendenciją mažėti (3.4.10 lentelė). Tiek vasarinių rapsų, tiek bulvių bandyme, visuose tręštuose laukeliuose organinės anglies kiekis dirvožemyje kito paklaidų ribose. Įvertinus abiejų bandymų pokyčio vidurkius, matyti tos pačios mažėjimo tendencijos, nepriklausomai nuo tręšimo skirtingomis organinėmis trąšomis.

Antraisiais tyrimų metais (2016 m.) išryškėjo priešingos organinės anglies pokyčių dirvožemyje tendencijos. Po derliaus nuėmimo buvo nustatyti didesni jos kiekiai net ir kontroliniuose abiejų bandymų laukeliuose bei tręšiant fonine trąšų norma (3.4.11 lentelė). Nuėmus vasarinių rapsų derlių nustatyta, kad organinėmis trąšomis tręštuose laukeliuose organinės anglies kiekis dirvožemyje padidėjo 0,10–0,20 proc. vnt. Kiek ženklesni skirtumai nustatyti rapsus patręšus granuliotu paukščių ir granuliotu galvijų mėšlu – padidėjimas siekė 0,20 ir 0,15 proc. vnt. Įtakos tam galėjo turėti ir šiose trąšose, esantis kiek didesnis organinės anglies kiekis (žr. 2.3.1 lentelę), kuris buvo įterptas su trąšomis į dirvą pavasarį. Bulvių bandyme visos naudotos granuliuotos organinės trąšos, kaip ir rapsų bandyme, taip pat turėjo teigiamos įtakos organinės anglies susikaupimui dirvožemyje, o skirtumai tarp variantų svyravo 0,21–0,40 proc. vnt. intervale (3.4.11 lentelė). Mažiausi šio elemento pokyčiai, kaip ir rapsų bandyme, gauti dėl tręšimo granuliuota organine trąša. Paukščių mėšlo granulės bulvėms, priešingai rapsams, buvo kiek mažiau efektyvios.

Didžiausi pokyčiai stebimi, įterpus granuliuotą galvijų mėšlą: padidėjimas siekė atitinkamai 0,40 proc. vnt.

**3.4.10 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
		pavasari	rudenį	poky-tis	pavasari	rudenį	poky-tis	
		vidurkis ± stand.nuokr.			vidurkis ± stand.nuokr.			
% ( $C_{org}$ )								
1	Kontrolė (be trąšų $N_0P_0K_0$ )	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) <sup>1,2</sup>	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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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.* <sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{50}$ ) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{120}$ ) bulvėms; \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m.  $N_{60}P_{94}K_{92}Corg_{.19}$ , o 2016 m. –  $N_{31}P_{65}K_{289}Corg_{.16}$ ; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m.  $N_{49}P_{70}K_{63}Corg_{.15}$ , o 2016 m. –  $N_{137}P_{157}K_{127}Corg_{.16}$ .

**3.4.11 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka organinės anglies kiekiui ( $C_{org}$ ), dirvožemio ariamajame sluoksnyje

*Elmininkų bandymų stotis, 2016*

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.			
% ( $C_{org}$ )								
1	Kontrolė (be trąšų $N_0P_0K_0$ )	0,98±0,06	1,03±0,05	+0,05	0,80±0,11	0,91±0,04	+0,12	+0,09
2	Mineralinių trąšų fonas (F) <sup>1,2</sup>	1,06±0,06	1,10±0,08	+0,05	0,81±0,18	0,91±0,07	+0,10	+0,08
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	1,09±0,07	1,29±0,10	+0,20	1,02±0,09	1,25±0,01	+0,24	+0,22
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto galvijų mėšlo	1,13±0,16	1,28±0,13	+0,15	0,85±0,01	1,24±0,07	+0,40	+0,28
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų*	1,10±0,04	1,21±0,10	+0,11	0,99±0,13	1,20±0,03	+0,21	+0,16
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų**	1,14±0,06	1,24±0,10	+0,10	0,96±0,03	1,22±0,16	+0,26	+0,18

*Pastaba.* <sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{50}$ ) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{120}$ ) bulvėms; \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m.  $N_{60}P_{94}K_{92}Corg_{.19}$ , o 2016 m. –  $N_{31}P_{65}K_{289}Corg_{.16}$ ; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m.  $N_{49}P_{70}K_{63}Corg_{.15}$ , o 2016 m. –  $N_{137}P_{157}K_{127}Corg_{.16}$ .

Įvertinus vidutinius tyrimų duomenis, matyti, kad paukščių mėšlo ir galvijų mėšlo granulės didino organinės anglies kiekį dirvožemyje: vasarinių rapsų bandyme dėl šių trąšų jis padidėjo vidutiniškai po 0,02 proc. vnt., o auginant bulves – atitinkamai 0,08 ir 0,13 proc. vnt. (3.4.12 lentelė). Tręšimas granuluotu galvijų mėšlu buvo kiek efektyvesnis palyginus su paukščių mėšlo granulėmis, tačiau tik bulvių bandyme. Granuliuotų organinių ir granuliuotų organinių-mineralinių trąšų vidutiniai rezultatai nebuvo vertinami, dėl tyrimų metais trąšose esančių pagrindinių maisto medžiagų didelių skirtumų. Šios trąšos ir jų įtaka dirvožemio agrocheminiams rodikliams vertinti tik atskirais tyrimų metais.

**3.4.12 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka organinės anglies kiekio ( $C_{org}$ , %) vidutiniams pokyčiams dirvožemio ariamajame sluoksnyje (0–20 cm)

*Elmininkų bandymų stotis, vidutiniai duomenys 2015-2016 m.*

Eil. Nr.	Variantai	$C_{org}$ (%) pokytis (pavasaris – rudenį)		Dviejų bandymų pokyčio vidurkis
		Vasariniai rapsai	Bulvės	
1	Kontrolė (be trąšų $N_0P_0K_0$ )	+0,05	-0,03	+0,01
2	Mineralinių trąšų fonas (F) <sup>1,2</sup>	-0,04	+0,01	-0,02
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuluoto paukščių mėšlo	+0,02	+0,08	+0,05
4	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuluoto galvijų mėšlo	+0,02	+0,13	+0,08
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių trąšų	x	x	x
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuotų organinių mineralinių trąšų	x	x	x

*Pastaba.* <sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{50}$ ) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{120}$ ) bulvėms; x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas.

**Mineralinio azoto ( $N_{min}$ ) kiekis dirvožemyje.** Pavasarį augalų mitybai yra reikšmingas 0–60 cm gylyje esantis mineralinio azoto ( $N_{min}$ ) kiekis. Pirmaisiais tyrimų metais (2015 m.), pavasarį dirvožemyje buvo nustatyti maži ir vidutiniai  $N_{min}$  kiekiai: vasarinių rapsų bandyme – 42,5–64,3 kg ha<sup>-1</sup>, bulvių – 39,2–61,3 kg ha<sup>-1</sup> (3.4.13 lentelė). Po derliaus nuėmimo, per vasarą dirvožemio 0–30 cm sluoksnyje mineralinio azoto nesumažėjo tiek vasarinių rapsų, tiek bulvių bandymuose. 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 granuliuotos organinės trąšos, išskyrus granuliuotą galvijų mėšlą, didino  $N_{min}$  susikaupimą. Efektyviausias tręšimas buvo įterpiant granuliuotą organinę trąšą: bulvių bandyme šis rodiklis rudenį lyginant su pavasariu padidėjo net 29,5 kg ha<sup>-1</sup>, o rapsų – 4 kg ha<sup>-1</sup>. Paukščių mėšlo granuliuotumas augalams buvo kiek skirtingas: rapsų bandyme dėl šių trąšų įtakos mineralinio azoto rudenį sumažėjo – 2,4 kg ha<sup>-1</sup>, o bulvių bandyme priešingai – padidėjo ir gana ženkliai –18,5 kg ha<sup>-1</sup>.

Antraisiais tyrimų metais (2016 m.), pavasarį prieš augalų sėją/sodinimą, dirvožemio 0–60 cm sluoksnyje mineralinio azoto ( $N_{min}$ ) nustatyta taip pat nedideli kiekiai, kaip ir praėjusiais tyrimų metais, kurie vasarinių rapsų ir bulvių bandymuose svyravo panašiose ribose: atitinkamai 28,0–41,6 mg kg<sup>-1</sup> ir 29,4–38,7 kg ha<sup>-1</sup> (3.4.14 lentelė). Daugumoje laukelių visos tirtos granuliuotos trąšos didino mineralinio azoto kaupimąsi dirvožemyje. Rudenį, dirvožemio 0–60 cm sluoksnyje mineralinio azoto vasarinių rapsų bandyme ženkliau padaugėjo, kai augalai buvo tręšti granuliuota

organinė trąša, o bulvių bandyme – granuliuotomis organinėmis-mineralinėmis trąšomis. Tręšimas granuliuotu paukščių mėšlu efektyvus buvo abiejuose bandymuose ir didino  $N_{\min}$  koncentraciją dirvožemyje.

Įvertinus abiejų bandymų  $N_{\min}$  vidutinius pokyčius dirvožemyje (0–60 cm gylyje) rudenį, pasitvirtino tie patys dėsningumai, kad visos granuliuotos organinės trąšos tendencingai didino  $N_{\min}$  susikaupimą. Efektyviausias tręšimas buvo įterpiant granuliuotas organines-mineralines trąšas, granuliuotą paukščių mėšlą ir granuliuotą organinę trąšą: pokyčiai dėl šių trąšų svyravo panašiam intervale – 9,2–11,3 kg ha<sup>-1</sup>.

**3.4.13 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka mineralinio azoto kiekiui ( $N-NO_3+N-NH_4$ ) dirvožemio 0–60 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.			
$N_{\min}$ kg ha <sup>-1</sup>								
1	Kontrolė (be trąšų $N_0P_0K_0$ )	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) <sup>1,2</sup>	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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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
5	F + 2 t ha <sup>-1</sup> 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
6	F + 2 t ha <sup>-1</sup> 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

*Pastaba.* <sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{50}$ ) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas ( $N_{70}P_{20}K_{120}$ ) bulvėms; \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m.  $N_{60}P_{94}K_{92}Corg_{.19}$ , o 2016 m. –  $N_{31}P_{65}K_{289}Corg_{.16}$ ; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m.  $N_{49}P_{70}K_{63}Corg_{.15}$ , o 2016 m. –  $N_{137}P_{157}K_{127}Corg_{.16}$ .

**3.4.14 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka mineralinio azoto kiekiui ( $N-NO_3+N-NH_4$ ) dirvožemio 0–60 cm sluoksnyje

*Elmininkų bandymų stotis, 2016*

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.			
$N_{\min}$ kg ha <sup>-1</sup>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Kontrolė (be trąšų $N_0P_0K_0$ )	35,6±5,04	29,3±4,29	-6,3	33,3±4,07	32,3±4,79	-1,0	-3,7
2	Mineralinių trąšų fonas (F) <sup>1,2</sup>	41,6±1,85	31,9±2,55	-9,7	30,8±3,56	32,9±6,56	+2,1	-3,8
3	F + 2 t ha <sup>-1</sup> granuliuoto paukščių mėšlo	31,7±1,88	37,8±3,65	+6,1	35,3±5,05	49,1±0,70	+13,8	+9,9

### 3.4.14 lentelė

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	$F + 2 \text{ t ha}^{-1}$ granuliuoto galvijų mėšlo	35,7±4,18	37,8±0,95	+2,1	38,7±0,76	38,2±4,55	-0,5	+0,8
5	$F + 2 \text{ t ha}^{-1}$ granuliuotų organinių trąšų	28,0±4,93	39,7±2,58	+11,7	33,7±2,04	40,3±5,15	+6,6	+9,2
6	$F + 2 \text{ t ha}^{-1}$ granuliuotų organinių mineralinių trąšų	30,2±3,18	35,9±2,32	+5,7	29,4±0,95	46,2±4,76	+16,8	+11,3

*Pastaba.* <sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>50</sub>) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>120</sub>) bulvėms; \* – organinės granuliuotos trąšos sudėtyje turėjo 2015 m. N<sub>60</sub>P<sub>94</sub>K<sub>92</sub>Corg.<sub>19</sub>, o 2016 m. – N<sub>31</sub>P<sub>65</sub>K<sub>289</sub>Corg.<sub>16</sub>; \*\* – granuliuotos organinės-mineralinės trąšos – 2015 m. N<sub>49</sub>P<sub>70</sub>K<sub>63</sub>Corg.<sub>15</sub>, o 2016 m. – N<sub>137</sub>P<sub>157</sub>K<sub>127</sub>Corg.<sub>16</sub>.

Remiantis vidutiniais 2015–2016 m. tyrimų duomenimis, paukščių mėšlo granulės didino mineralinio azoto susikaupimą dirvožemio 0–60 cm sluoksnyje rudenį po derliaus nuėmimo – vidutiniškai 9,0 kg ha<sup>-1</sup>, o galvijų mėšlo granulės nežymiai mažino – vidutiniškai 1,1 kg ha<sup>-1</sup>, tiek auginant vasarinius rapsus, tiek bulves (3.4.15 lentelė). Mineralinio azoto sumažėjimas dirvožemyje fiksuotas tiek kontroliniame laukelyje, tiek augalus tręšiant mineralinių trąšų fonine norma.

**3.4.15 lentelė.** Įvairių granuliuotų organinių trąšų įtaka mineralinio azoto (N-NO<sub>3</sub>+N-NH<sub>4</sub>) vidutiniams pokyčiams dirvožemio 0–60 cm sluoksnyje

*Elmininkų bandymų stotis, vidutiniai duomenys 2015-2016 m.*

Eil. Nr.	Variantai	N <sub>min</sub> (kg ha <sup>-1</sup> ) pokytis (pavasaris – rudenį)		Dviejų bandymų pokyčio vidurkis
		Vasariniai rapsai	Bulvės	
1	Kontrolė (be trąšų N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> )	-10,4	-2,2	-6,3
2	Mineralinių trąšų fonas (F) <sup>1,2</sup>	-7,8	-8,6	-8,2
3	$F + 2 \text{ t ha}^{-1}$ granuliuoto paukščių mėšlo	+1,9	+16,2	+9,0
4	$F + 2 \text{ t ha}^{-1}$ granuliuoto galvijų mėšlo	-1,6	-0,7	-1,1
5	$F + 2 \text{ t ha}^{-1}$ granuliuotų organinių trąšų	x	x	x
6	$F + 2 \text{ t ha}^{-1}$ granuliuotų organinių mineralinių trąšų	x	x	

*Pastaba.* <sup>1</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>50</sub>) vasariniams rapsams; <sup>2</sup> - mineralinių trąšų fonas (N<sub>70</sub>P<sub>20</sub>K<sub>120</sub>) bulvėms; x – dėl trąšų cheminės sudėties didelių skirtumų, gautų rezultatų vidurkis nevestas ir nevertintas.

## IŠVADOS

1. Granuliuotos organinės trąšos, pagamintos iš paukščių ar galvijų mėšlo savo chemine sudėtimi yra vertingos trąšos. Joms būdinga silpnai šarminė terpė ir turi 81–84 % organinių medžiagų. Paukščių mėšlo granulėse yra 3,4–4,4 % azoto (N), 2,2–2,3 % fosforo ( $P_2O_5$ ), 2,9–3,0 % kalio ( $K_2O$ ), o galvijų mėšlo granulėse šių elementų yra atitinkamai – 2,0–2,3, 0,9–1,3 ir 6,6–7,2 %. Todėl granuliuotas paukščių mėšlas yra turtingesnis azotu ir fosforu, o granuliuotas galvijų mėšlas – kaliu.
2. Organinės-mineralinės trąšos gaminamos iš paukščių ar/ir galvijų mėšlo, pridėdant mineralinių trąšų, o kai kada – medžio pelenų. Priklausomai nuo įdedamų komponentų rūšių ir kiekio organinių-mineralinių trąšų cheminė sudėtis įvairuoja gana plačiame intervale. Jose yra 1,6–6,8 % azoto (N), 3,2–7,9 % fosforo ( $P_2O_5$ ), 3,1–14,5 % kalio ( $K_2O$ ).
3. Granuliuotų organinių ir organinių-mineralinių trąšų granulių dydis yra 4–6 mm, jas patogų išbarstyti mineralinių trąšų barstytuvais. Šių tirtų trąšų tarša sunkiaisiais metalais yra maža ir nekelia grėsmės aplinkai.
4. 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:
  - 4.1. Visos naudotos granuliuotos 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 mažiau žalių baltymų, tačiau 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.
  - 4.2. *Bulvių* gumbų derlius esmingai didėjo, tik įterpus granuliuoto paukščių mėšlo. Visos naudotos įvairios kilmės organinės trąšos turėjo mažai įtakos gumbų stambumui, tačiau juose mažino sausų medžiagų ir krakmolo kiekį bei didino nitratų susikaupimą.
5. Įvairios kilmės granuliuotos organinės trąšos neturėjo esminės įtakos dirvožemio pH ir nežymiai didino organinės anglies kiekį, priklausomai nuo tyrimų metų, 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 granuliuotu galvijų mėšlu.



## REKOMENDACIJOS

Granuliuotos organinės trąšos, pagamintos iš paukščių ar galvijų mėšlo, ir organinės-mineralinės trąšos, į kurių sudėtį dar yra įdėta mineralinių trąšų, yra turtingos organinėmis medžiagomis, azotu, fosforu ir kaliumu. Šių trąšų granuliuotų dydis yra 4–6 mm, todėl jas patogiau išbarstyti mineralinių trąšų barstytuvais.

Granuliuotomis organinėmis ir organinėmis-mineralinėmis trąšomis tręšiami lauko ir sodo augalai, daržovės, dekoratyviniai augalai ir gėlynai, sodybinių sklypų bei šiltnamiuose augantys augalai. Priklausomai nuo granuliuotų organinių ar organinių mineralinių trąšų rūšies į dirvožemį įterpiamas jų kiekis yra nevienodas. Kai granuliuotos organinės trąšos yra pagamintos iš paukščių mėšlo, tai su viena tona vidutiniškai įterpsime 40 kg azoto (N), 22 kg fosforo ( $P_2O_5$ ) ir 30 kg kalio ( $K_2O$ ), kai granulės pagamintos iš galvijų mėšlo šių elementų įterpsime atitinkamai 22, 11 ir 70 kg, kai naudosis organines-mineralines trąšas – priklausomai nuo jų rūšių labai skirtingai – 15-68, 32–78 ir 31–145 kg.

Racionali šių trąšų tręšimo norma daugeliui augalų yra  $2\text{ t ha}^{-1}$  arba  $200\text{ g m}^{-2}$ . Kaupiamiesiems augalams bei daržovėms tręšimo šiomis organinėmis trąšomis norma gali būti didinama iki  $3\text{ t ha}^{-1}$  arba  $300\text{ g m}^{-2}$ , o mažiau vešliems bei maisto medžiagų mažiau reikalaujantiems augalams mažinama iki  $1\text{ t ha}^{-1}$  arba  $100\text{ g m}^{-2}$ . Organinių-mineralinių trąšų norma geriausiai apskaičiuoti pagal gamintojo pateiktą tos trąšos cheminę sudėtį.

Granuliuotos organinės ir organinės-mineralinės trąšos išberiamos ir įterpiamos į dirvą prieš augalų sėją arba sodinimą ir geriausiai kartu su jomis išberti pusę apskaičiuotos reikalingos azoto, fosforo bei kalio normos. Granuliuotų organinių trąšų teigiamas poveikis yra didžiausias pirmaisiais naudojimo metais, tačiau po to dar išlieka kelis metus. Augalus tręšiant tik vienomis organinėmis trąšomis, papildomai būtina reikėtų įterpti azoto trąšų.

Tyrimai rodo, kad granuliuotomis organinėmis trąšomis tręšiant kartu su mineralinėmis ir išberiant pusę augalams reikiamo azoto, fosforo, kalio kiekio, kas sudaro apie  $2\text{ t ha}^{-1}$  šių trąšų, pirmaisiais metais vasarinių rapsų derlius padidėja 12–37 %, o bulvių derlius – 5–19 %, nei naudojant vienas mineralines trąšas. Šios trąšos dirvožemyje didina judraus fosforo bei kalio kiekį, kiek mažiau – organinės medžiagos kiekį.



## PASKELBTOS PUBLIKACIJOS

### 1. Moksliniuose žurnaluose

Mažeika R., Staugaitis G., Baltrušaitis J. Engineering pelletized - Organo – mineral fertilizers (OMF) from poultry manure, diammonium phosphate and potassium chloride// *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2016, 4 (4), p. 2279–2285

### 2. Populiarioje spaudoje

Staugaitis G., Masevičienė A., Mažeika R., Arbačiauskas R. Granuliuotos organinės trąšos. Kas tai? // *Valstiečių laikraštis*, 2016 m. spalio 26 d., 10 p.

## SKAITYTI PRANEŠIMAI

Apie granuliuotas organines ir organines-mineralines trąšas buvo skaityta pranešimuose:

1. Staugaitis G. Agrocheminiai tyrimai ir tręšimas. 2015 m. gruodžio 4 d. Vilnius. Žemės ūkio bendrovių asociacija.
2. Staugaitis G. Dirvožemio apsauga. 2016 m. sausio 17 d. Kaunas. Žemės ūkio rūmai.
3. Staugaitis G. Dirvožemio savybės, tręšimas ir kalkinimas. 2016. kovo 16 d. Noreikiškės-Akademija. ASU-Lietuvos dirvožemininkų draugija.

## LITERATŪRA

1. Adeniyani, O.N.; Ojeniyi, S.O. Effect of poultry manure, NPK 15-15-15 and combination of their reduced levels on maize growth and soil chemical properties. *Nigerian Journal of Soil Science*. 2005, 15, 34–41.
2. Ailincăi, D.; Ailincăi, C.; Zbant, M.; Mercus, A.; Topa, D. Influence of organo-mineral fertilization on wheat and maize crops and the evolution of soil fertility under long-term experiments in the Moldavian Plain. *Cercetari Agronomice in Moldova*. 2008, XLI, 3(135), 33–42.
3. Akanbi, M. O.; Adediran, J. A.; Oluwatoyinbo, F. I. Effects of rock phosphate amended with poultry manure and soil available P and yield of maize and cowpea. *African Journal of Biotechnology*. 2005, 4, 444–448.
4. Arlauskienė A., Maikštėnienė S. Moliųjų dirvožemių savybių gerinimas ankštiniais augalais jų biomase panaudojant žaliajai trąšai. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2002, 79: 229–243
5. Asakavičiūtė R., Ražukas A. Oro temperatūros bei atmosferos kritulių įtaka bulvių derlingumui ir krakmolingumui Pietryčių Lietuvoje. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 2011, 30(1): 61–70
6. Baniūnienė A., Žėkaitė V. Organinių trąšų įtaka augalams bulvių sideracinėje grandyje įprastinės ir tausojamosios žemdirbystės sąlygomis. *Žemės ūkio mokslai*, 2007, 14(2): 1–10
7. Belay, A.; Classen, A. S.; Wehner, F. C.; Bee, J. M. Influence of residual manure on selected nutrient elements and microbial composition of soil under crop rotation. *South African Journal of Plant and Soil*. 2001, 18, 1–6.
8. Bukantis A. Climatic fluctuations in Lithuania against a background of global warming. *Acta Zoologica Lituanica*, 2001, 11(2): 113–120.
9. Bukantis A., Rimkus E. Lietuvos agroklimatinių išteklių kaita ir prognozės. *Lietuvos klimato ir dirvožemio potencialo racionalaus naudojimo perspektyvos*. Dotnuva, Akademija, 1997: 5–11.
10. Cao, W., Tibbitts, T.W. Phasic temperature change patterns affect growth and tuberization in potatoes. *Journal of the American Horticultural Society*, 1994, 119: 775–778
11. Choudhary, A.K.; Kumar, R.; Rana, V.; Punam A. Cultivation of *Matricaria chamomilla* through farmyard manure. *Journal of Tropical Medicinal Plants*. 2006, 7(1), 87–90.
12. 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.
13. Daniel C., Triboni 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.
14. Eghball, B.; Ginting, D.; Gilley, J.E. Residual Effects of Manure and Compost Application on Corn Production and soil properties. *Agronomy Journal*. 2004, 96, 442–447.
15. 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
16. Flotats X., Bonmati A., Fernandez B., Magri A. 2009 Manure treatment technologies: On-farm versus centralized strategies. NE Spain as case study // *Bioresource Technology* V.100, Iss. 22, p. 5519–5526
17. Gasser, M. O.; Laverdiere, M. R.; Lagace, R.; Caron, J. Impact of potato-cereal rotations and slurry applications on nitrate leaching and nitrogen balance in sandy soils. *Can. J. Soil Sci.* 2002, 82, 469–479.

18. 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
19. Holmes M. R. J. *Nutrition of the Oilseed Rape Crop*. London: Applied Science Publisher Ltd. 1980, 158 p.
20. Iritani W.M., Weller L.D. Sugar Development in Potatoes. Extension Bulletin. Washington State University Cooperative Extension, 1981, 0717: 3–15
21. Janušauskaitė D., Šidlauskas G. Azoto trąšų efektyvumo žieminiuose kviečiuose priklausomumas nuo meteorologinių sąlygų vidurio Lietuvoje. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2004, 88: 34–47
22. Janušienė V. Augalinių liekanų ir mėšlo skaidymo intensyvumas bei humifikacija priesmėlio dirvožemyje. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2002, 77: 102–111
23. Keith Syers, J. Soil and plant potassium in agriculture – a review. *Fertilizers and Fertilization*. 2005, 24(3), 9–36.
24. Lääniste P., Joudu J., Eremeev V. Oil content of spring oilseed rape seeds according to fertilization. *Agronomy Research*, 2004, 2(1): 83–86
25. 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
26. Lazauskas J., Simanavičienė O. *Bulvės*. Vilnius, 1995. 140 p.
27. López-Mosquera M.E, Cabaleiro F., Sainz M.J., López-Fabal A., Carral E. 2008 Fertilizing value of broiler litter: Effects of drying and pelletizing // *Bioresource Technology* V.99, Iss. 13, p.5626-5633.
28. Makaravičiūtė A. Tręšimo įtaka bulvių derliui, krakmolo ir sausųjų medžiagų kiekiui gumbuose. *Žemės ūkio mokslai*, 2003, 2:35–42
29. Makinde, E. A. Effects of an organo-mineral fertilizer application on the growth and yield of maize. *Journal of Applied Sciences Research*. 2007, 3(10), 1152–1155.
30. Makinde, E. A.; Ayoola, O. T.; Akande, M. O. Effects of an organo-mineral fertilizer application on the growth and yield of ‘Egusi’ Melon. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2007, 1(1), 15–19.
31. Mazeika, M; Staugaitis, G.; Baltrusaitis, J. Engineered pelletized organo-mineral fertilizers (OMF) from poultry manure, diammonium phosphate and potassium chloride. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 2016, 4 (4), 2279–2285.
32. Mustonen L. Yield formation and quality characteristics of early potatoes during a short growing period. *Agricultural and Food Science*, 2004, 13: 390–398
33. Ojo, J. A.; Olowoake, A. A.; Obembe, A. Efficacy of organomineral fertilizer and un-amended compost on the growth and yield of watermelon (*Citrullus lanatus* Thumb) in Ilorin Southern Guinea Savanna zone of Nigeria. *Int. J. Recycl. Org. Waste Agricult.* 2014, 3, 121–125.
34. Olaniyi, J. O.; Ogunbiyi, E. M.; Alagbe, D. D. Effects of organo-mineral fertilizers on growth, yield and mineral nutrients uptake in cucumber. *Journal of Animal & Plant Sciences*. 2009, 5(1), 437–442.
35. Olaniyi, J. O.; Ogunrinde, J. O.; Olabode, S. O.; Aknabi, W. B. Effects of organic mineral fertilizer application on growth, yield and nutrient uptake of maize (*Zea mays* var. pop corn). *International Journal of Applied Agricultural and Apicultural Research*. 2005, 2(1/2), 10–19.

36. Olowoake, A. A. Influence of organic, mineral and organomineral fertilizers on growth, yield, and soil properties in grain amaranth (*Amaranthus cruentus*. L). *Journal of Organics (JO)*. 2014, 1(1), 39–47.
37. Ožeraitienė D., Jovaiša D. Įvairių organinių trąšų poveikis dirvožemio cheminėms ir fizikinėms savybėms intensyvioje linų sėjomainoje. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2004, 88: 75–89
38. Piaulokaitė–Motuzienė L. Organinių trąšų įtaka dirvožemio mikroorganizmų paplitimui. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*, 2010, 3 (19): 223–230
39. 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
40. 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.
41. Proposal for a Regulation of the European Parliament and the council laying down rules on the making available on the market of CE marked fertilizing products and amending Regulations (EC) No. 1069/2009 and (EC) No. 1107/2009 // Interinstitutional File 2016//0084 (COD)
42. Repšienė R. Organinių trąšų įtaka sėjomainoje auginamų augalų derliui nekalkintame ir pakalkintame vakarų Lietuvos dirvožemyje. *Dekoratyvųjų ir sodo augalų sortimento, technologijų ir aplinkos optimizavimas: mokslo darbai*. 2011, 2 (7): 68–72
43. Rogozinska I. Einfluß auf in Inhaltsstoffe in Kartoffeln während der Lagerungszeit. *Kartoffelbau*, 1995, 4: 180–182
44. Rogozinska I. Stickstoffdüngung und Wärend der lagerungszeit. *Kartoffelbau*, 1995, 4: 180-182
45. Saidu, A.; Abayomi, Y. A.; Aduloju, M. O. Evaluation of complementary use of organic and inorganic fertilizers on the performance of upland rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Advanced Biological Research*. 2012, 2(3),487-491.
46. Shpaar D., Makovski N., Zakharenko V. i dr. 1999. *Raps*. Minsk. 208 p.
47. Tarakanovas, P., Raudonius, S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT. *Programų paketas „Selekcija“*. Akademija, 2003. 60 p.
48. 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
49. Tarakanovas, P. Biologinių bandymų duomenų transformavimas taikant kompiuterinę programą ANOVA. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2002, 77: 170–180
50. Teit R. Soil organic matter biological and ecological effects. New-York, 1990. 395 p.
51. Tejada, M.; Benitez, C.; Gonzalez, J. L. Effects of application of two organomineral fertilizers on nutrient leaching losses and wheat crop. *Agronomy journal*. 2005, 97, 960–967.
52. Tripolskaja L. Įvairaus mėšlo poveikis dirvožemio derlingumui ir sėjomainos produktyvumui. *Žemdirbystė=Agriculture*, 2001, 73: 14–26
53. Velička R. *Rapsai: monografija*. Kaunas: Lututė, 2002. 320 p.
54. Velička R. Sėkloms auginamų rapsų agrotechnikos moksliniai pagrindai. *Žemės ūkio mokslai*, 2002, 1: 27–40
55. Zebarth, B. J.; Chabot, R.; Coulombe, J.; Simard, R. R.; Doheret, J.; Tremblay, N. Pelletized organo-mineral fertilizer product as a nitrogen source for potato production. *Can. J. Soil Sci.* 2005, 85(3), 387–395.