

Ekologinių trąšų įtaka bulvių gumbų derliui ir kokybei skirtingo drėgnumo metais

Auksė Burakova,

Eugenija Bakšienė,

Almantas Ražukas

Lietuvos agrarinių
ir miškų mokslų centro
Vokės filialas,
Žalioji a. 2,
02332 Vilnius, Lietuva
El. paštas sinkeviciute.aukse@gmail.com

Tyrimo tikslas – įvertinti ekologinių trąšų įtaką bulvių gumbų derliui ir maistinių medžiagų kaupimui stiebagumbiuose, tręšiant skirtingų trąšų normomis. Eksperimentas atliktas 1,35 cm gylio ir 1,75 m² ploto cilindro formos betoniniuose lizimetruose, kurių bendras laukelių skaičius – 24 vienetai. Jie užpildyti Rytų Lietuvos zonai būdingu paprastojo išplautžemio (*Haplic Luvisol*) dirvožemiu: 12 vienetų laukelių priesmėliu ant priesmėlio ir 12 vienetų laukelių lengvu priemoliu ant lengvo priemolio. Eksperimentai (2016–2018) buvo vykdomi Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro (LAMMC) Vokės filiale. Tirtos ekologinės trąšos trimis pakartojimais kiekvieno tipo dirvožemyje (paprastojo išplautžemio priesmėlyje ir lengvame priemolyje): 1) kontrolinis (be trąšų); 2) NPK organinės trąšos (Provita, fosforitmilčiai, kalio magnezija); 3) 40 t ha⁻¹ saptopelis; 4) 60 t ha⁻¹ kraikinis galvijų mėšlas.

Tyrimų rezultatai rodo, kad saptopelis ir mėšlas skatino didesnę prekinį bulvių gumbų derėjimą abiejuose dirvožemiuose. Patręšus NPK trąšomis gautas didžiausias smulkios frakcijos (sėklinės) bulvių gumbų derlius (2017 ir 2019 m.) paprasto išplautžemio (*Haplic Luvisol*) priesmėlyje ir lengvame priemolyje. Nustatyta, kad 2019 m. sausringesniu laikotarpiu sukauptas elementų kiekis gumbuose padidėjo vidutiniškai apie 0,7–7 kartus abiejuose dirvožemiuose. Krakmolo kiekis gumbuose priklausė ne tik nuo įterptų trąšų, bet ir nuo meteorologinių sąlygų.

Raktažodžiai: stiebagumbių derlius, ekologinės trąšos, bulvių gumbų cheminė sudėtis, gumbų frakcija

ĮVADAS

Pasaulinė klimato kaita yra didelis iššūkis tvariai žemdirbystei. Visuotiniai klimato pokyčiai paveikė meteorologines tendencijas – kyla karščio bangos, sausros, dažnos liūtys, žiemos be sniego dangos (IPCC, 2014). Nepalankios augimo sąlygos neigiamai veikia žemės ūkio augalų derlių ir jo cheminę sudėtį (DeLucia et al., 2012; Lesk et al., 2016).

Kiekvienoje žemdirbystės sistemoje svarbu atsižvelgti į energijos kaupėjimą, jos naudotojų (žmonių, gyvūnų, mikroorganizmų) indėlį ir sąsajas formuojant dirvožemyje organines medžiagas. Intensyvioji žemdirbystės sistema dažnai destabilizuoja dirvožemio būklę, nes jos tikslas orientuotas į augalų mitybos poreikius siekiant gauti kuo didesnę derlių (Wesström et al., 2015). Žemės ūkyje svarbu turėti alternatyvų ir ekologišką metodą (Ahlvik et al., 2014). Ekologinis ūkininkavimas

yra pripažįstamas kaip geriausia alternatyva intensyviajai žemdirbystei, šio ūkininkavimo principas – išlaikyti dirvožemio teigiamą potencialų derlingumą, teigiamą maisto medžiagų balansą ir saugią aplinką (Bansal, 2017).

Bulvės pasaulyje užima ketvirtą vietą pagal didžiausią užauginamą derlių. Šių žemės ūkio augalų produktyvumas lemia, kad naudojami dideli žemės plotai (Ezekiel et al., 2013; Halterman, 2016). Remiantis įvairiais tyrimais, bulvės reaguoja į bet kokį drėgmės pasikeitimą (Katarzyna et al., 2015). Nors kritulių poveikis bulvių derliui atrodo akivaizdus, bet tyrimų rezultatai ne visada patvirtina griežtą statistinę analizę (Solomon et al., 2013).

Bulvių derlingumas priklauso nuo kritulių tolygaus pasiskirstymo, tačiau praktiškai to kontroliuoti negalima (Sohn et al., 2019). Derliui labai svarbus yra bendras temperatūros ir kritulių poveikis (Thomas et al., 2018). Aukšta temperatūra gali sumažinti derlių dėl fiziologinių ir biocheminių pokyčių augale, pavyzdžiui, fotosintezės, kvėpavimo ir vandens būklės. Vartojimui skirti bulvių gumbai turėtų būti geriausios kokybės (Roma et al., 2017; Sierra et al., 2017), o ją lemia gumbų cheminė sudėtis, kurią veikia aplinka – daro įtaką augalų metabolizmui, nuo kurio priklauso bulvių gumbų cheminė sudėtis (Baranowska et al., 2017; Garrido et al., 2017). Ekologinės trąšos teigiamai veikia bulvių gumbų cheminę sudėtį (Griffiths et al., 2012).

Atliktas eksperimentas parodė, kad cheminę bulvių sudėtį lemia žemės ūkio praktika, dirvožemio agrocheminė sudėtis ir klimatas (Arvanitoyannis et al., 2008). J. Pekarskas ir D. Šileikienė (2009) tyrė organinių trąšų poveikį bulvių derliui ir nustatė, kad tręšiant dirvožemį Patentkali ir fosforitmilčiais padidėjo bulvių gumbų derlius, o gumbuose šios trąšos iš esmės sumažino nitratų kiekį, bet neturėjo didelės įtakos krakmolo, sausųjų medžiagų, azoto, fosforo ir kalio kiekiams.

Mūsų eksperimentu siekiama parodyti, kad organinės ekologinės trąšos, pavyzdžiui, NPK trąšų mišinys (Provita, fosforitmilčiai ir kalio magnezija), saptopelis ir mėšlas gali sėkmingai pakeisti tradicines, intensyviojoje žemdirbystėje naudojamas trąšas. Tyrimo tikslas – įvertinti ekologinių trąšų įtaką bulvių gumbų derliui ir maistinių medžiagų kaupimui stiebagumbiuose taikant skirtingas trąšų normas.

TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Tyrimai atlikti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro (LAMMC) Vokės filiale įrengtuose stacionariuose cilindro formos gelžbetoniniuose lizimetruose. Eksperimente lizimetrų laukelių skaičius – 24 vienetai, užpildyti Rytų Lietuvos zonai būdingu dirvožemiu: 12 laukelių paprasto išplautžemio (*Haplic Luvisol*) priesmėliu ant priesmėlio ir 12 laukelių lengvu išplautžemio priemoliu ant lengvo priemolio. Lizimetro plotas – 1,75 m², tiriamojo dirvožemio sluoksnis – 1,35 m. Eksperimento schema: 1) be trąšų (kontrolė); 2) NPK ekologinių trąšų mišinys (Provita, fosforitmilčiai, kalio magnezija); 3) saptopelis 40 t ha⁻¹; 4) galvijų kraikinis mėšlas 60 t ha⁻¹. Lizimetrų tręšimo laukeliai išdėstyti randomizuotai kartojant tris kartus.

Saptopelio ir mėšlo trąšų normos pateiktos natūralioje medžiagoje, o įterpiamų elementų kiekis apskaičiuotas sausojoje medžiagoje. Trąšų cheminė sudėtis pateikta 1 lentelėje.

Bandymuose naudojamos 2006 m. VŠĮ „Eko-agros“ sertifikuotos ir ekologinės gamybos ūkiuose leistos naudoti organinės trąšos (Provita, fosforitmilčiai ir kalio magnezija (Patentkali)). Provita – trąšos, gaminamos iš kiaulių šerių pagal specialią technologiją – iš jų pašalinama drėgmė, šeriai susmulkinami ir suspaudžiami į granules. Trąšų sudėtis – $N_{\text{sum.}}$ – 14,0 %. Trąša yra neutralios reakcijos, todėl nerūgština dirvožemio. Fosforitmilčiai – fosforo šaltinis augalams, gaunamas sumalus fosforitus. Jame yra 20 % P₂O₅. Kalio magnezija (Patentkali) – kalio šaltinis augalams ekologiniuose ūkiuose. Trąšos pagamintos iš natūralių jūrinių nuosėdų. Jose randama 30 % K₂O.

Tyrimo augalai buvo auginami keturių laukų sėjomainoje: vasarinis miežis (*Hordeum vulgare* L.), bulvės (*Solanum tuberosum* L.), sėjamas žirnis (*Pisum sativum* L.), bulvės (*Solanum tuberosum* L.). Auginama vidutinio ankstyvumo bulvių veislė ‘Goda’ (‘Ausonia’ × ‘Franzi’).

Visi agrotechniniai darbai atliekami rankiniu būdu. Vidutinio ankstyvumo bulvės sodinamos balandžio trečią dešimtadienį po 9 vnt. į kiekvieną lizimetrą.

NPK trąšų normos buvo barstomos pavasarį prieš sėją arba sodinimą. Saptopelis ir galvijų kraikinis mėšlas įterpiamas vieną kartą eksperimento pradžioje prieš sėją ir stebimas jo poveikis (1 lentelė).

1 lentelė. Trąšų cheminė sudėtis

Table 1. The chemical composition of fertilizers

Sausojoje medžiagoje (%) In dry matter %	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀			Sapropelis Sapropel	Galvijų kraikinis mėšlas Manure
	Provita	Fosforitmilčiai Phosphorite powder	Kalio magnezija Potassium magnesia		
Organinė medžiaga Organic matter				74,8	87,8
Bendrasis azotas (N) Total Nitrogen (N)	14			2,00	1,90
Fosforas (P ₂ O ₅) Phosphorus (P ₂ O ₅)	1,40	20		0,60	0,12
Kalis (K ₂ O) Potassium (K ₂ O)	0,20		30	2,20	5,00

Provita – azoto šaltinis; fosforitmilčiai – fosforo šaltinis; kalio magnezija – kalio šaltinis.

Provita, a source of nitrogen; phosphorite powder, a source of phosphorus; potassium magnesias, a source of potassium.

Paprastojo išplautžemio priesmėlio ariamojo horizonto pH – 6,3, humuso – 1,45–2,05 %, P₂O₅ ir K₂O – 208–244 mg kg⁻¹ ir 90–141 mg kg⁻¹, Ca – 1321–1874 mg kg⁻¹, Mg – 212–261 mg kg⁻¹. Lengvo išplautžemio priemolio ariamojo horizonto pH – 5,0–5,2, humuso – 1,81–1,98 %, P₂O₅ ir K₂O – 203–214 mg kg⁻¹ ir 152–171 mg kg⁻¹, Ca – 837–913 mg kg⁻¹, Mg – 127–141 mg kg⁻¹.

Tyrimo metodai

Dirvožemio granulimetrinė sudėtis – Ferė trikampis (ISO 11277:2009), pH_{KCl} 1 mol l⁻¹ KCl suspensijoje (LST ISO 10390:2005), humuso kiekis ISO 10694:1995, judrusis fosforas ir kalis – LVP D–07:2016, laboratorijos parengtas Egnerio Rimo Domingo (A–L), bendrasis azotas (N) – Kjeldalio (ISO 11261:1995) metodais.

Augalų derliaus apskaita atliekama visiškos brandos tarpsniu. Derlius nuimamas rankiniu būdu. Augalų derliaus analizėms atlikti buvo imta iš lizimetro kiekvieno laukelio apie 1 kg bulvių gumbų, jie buvo siunčiami į laboratoriją analizei atlikti.

Suminio N kiekis nustatytas pagal 72/199/EEB, fosforo – 71/393 EEB, kalio kiekiai – 71/250/EEB direktyvoje nurodytą metodą; nitratų kiekis apskaičiuotas remiantis Nr. 160/3–2841 metodiniais nurodymais nitratams augalininkystės produkcijoje nustatyti.

Kraskmolo kiekis (%) įvertintas lyginamojo svorio Demino metodu. Sveriami vidutinio dy-

džio 5 kg bulvių gumbai. Svareliais išlyginamos Parovo svarstyklės, ant kurių vieno peties esantis sietelis yra laisvai panardintas vandenyje, vėliau į sietelį sudedamas bulvių ėminys ir panardinamas į vandenį. Ant priešingo svarstyklių peties esančios lėkštutės dedami svareliai, taip nustatomas bulvių svoris. Pagal Demino lentelę įvertinamas kiekvieno ėminio bulvių svoris, atitinkantis kraskmolo kiekį (%) stiebagumbiuose.

Nukasus bulvių derlių gumbai suskirstomi į frakcijas. Stiebagumbių dydis nustatomas pagal jų maksimalų skerspjūvį: smulkūs – 25–35 mm; vidutiniai – 35–50 mm; stambūs – 50–70 mm; labai stambūs – 70 ir daugiau mm (LRŽŪ ministro įsakymas, 2002).

Meteorologinės sąlygos

Bulvių aktyvios vegetacijos periodo terminės ir drėkinimo sąlygos apibūdintos dešimtadienių vidutine oro temperatūra, kritulių suma, daugiamėčiais vidurkiais ir agrometeorologiniu rodikliu – G. Selianinovo hidroterminiu koeficientu HTK (2 lentelė):

$$HTK = \frac{\sum_p}{0,1 \times \sum_t};$$

\sum_p – kritulių suma (mm) per laikotarpį, kurio vidutinė temperatūra aukštesnė kaip +10 °C;

\sum_t – to paties laikotarpio aktyviųjų temperatūrų (> +10 °C) suma.

2 lentelė. Meteorologiniai duomenys aktyvios vegetacijos metu 2017 ir 2019 m. (temperatūra °C; krituliai)

Table 2. Meteorological conditions during the active vegetation period in 2017 and 2019 (temperature, °C; precipitation, mm)

Mėnuo Month	Metai / Year	2017		HTK	2019		HTK
	Dekados 10-day period	Temperatūra Temperature	Krituliai Precipitation		Temperatūra Temperature	Krituliai Precipitation	
Gegužė May	1 dekada 10-day period 1	6,7	4	0,22	7,2	7,9	0,72
	2 dekada 10-day period 2	11,6	1		15,1	5,9	
	3 dekada 10-day period 3	17,5	3		17,7	14,8	
Birželis June	1 dekada 10-day period 1	12,9	13	2,8	20,4	1,3	0,4
	2 dekada 10-day period 2	16,3	21		22,7	16,8	
	3 dekada 10-day period 3	15,9	93		20,1	9,4	
Liepa July	1 dekada 10-day period 1	14,9	19	2,36	16,2	22,6	0,95
	2 dekada 10-day period 2	15,5	50		16,0	9,2	
	3 dekada 10-day period 3	20,4	51		19,8	18,1	
Rugpjūtis August	1 dekada 10-day period 1	17,3	30	2,5	16,1	42,4	0,5
	2 dekada 10-day period 2	19,5	36		18,7	30,4	
	3 dekada 10-day period 3	15,1	64		19,1	27,5	
Rugsėjis September	1 dekada 10-day period 1	14,3	21	1,9	17,2	3,8	1,22
	2 dekada 10-day period 2	13,7	46		11,9	8,7	
	3 dekada 10-day period 3	11,4	9		8,8	34,1	

Jeigu $HTK \geq 1,6$, perteklinė drėgmė, $HTK = 1-1,5$ – optimali drėgmė, $HTK = 0,9-0,8$ – menka sausra, $HTK = 0,7-0,6$ – vidutinė sausra, $HTK = 0,5-0,4$ – didelė sausra, $HTK < 0,4$ – labai didelė sausra (Valiukas, 2017). Lietuvoje kiekvienos dienos HTK skaičiuojamas iš 30 parų laikotarpio, kai vidutinė oro temperatūra yra aukštesnė nei 10 °C. Jis taikomas apibūdinant drėgmės sąlygas aktyvios augalų vegetacijos laikotarpiu ir kartu vertinant sausrą kaip ekstremalų įvykį.

Meteorologiniams duomenims ir būklei įvertinti buvo naudojami 2017 ir 2019 m. Vilniaus meteorologinės stoties pateikti duomenys. Įvardytais metais

buvo augintos bulvės. 2017 ir 2019 m. labai skyrėsi temperatūra ir kritulių kiekis. 2017 m. ($HTK \geq 1,6$) buvo perteklinės drėgmės metai (2 lentelė). Pirmo aktyvaus augalų vegetacijos mėnesio pirmąjį dešimtadienį vyravo vėsūs ir sausi orai. Gegužės mėn. buvo sauringas. Negausus iškritusių kritulių kiekis tęsėsi iki birželio antros dekados, vėliau kritulių daugėjo. 2019 m. aktyvios augalų vegetacijos laikotarpiu buvo fiksuojama aukštesnė temperatūra, ypač liepos ir rugpjūčio mėn. – nuo 1,7 iki 7,3 °C. 2017 ir 2019 m. klimatinės oro sąlygos (2 lentelė) nebuvo labai palankios, kad vegetacijos pabaigoje būtų sukauptas optimalus bulvių gumbų derlius.

Statistiniai metodai

Duomenims pildyti, koreliacijos koeficientams (r) ir santykiams nustatyti bei ryšiui atvaizduoti naudotas „Windows 10“ operacinės programos *Microsoft Office Excel* programinis paketas.

Augalų derliaus ir cheminės sudėties duomenys įvertinti dispersinės analizės metodu (ANOVA) taikant Fišerio testą iš programinio paketo SELEKCIJA (Raudonius, 2017). Skirtumai tarp variantų nustatyti mažiausio esminio skirtumo riba (R_{05}), esant 95 % tikimybės lygiui.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Eksperto tyrimų duomenimis, beveik visi skirtingomis trąšomis patręšti dirvožemiai, palyginti su kontroliniu (netręštu) laukeliu, didino

smulkios frakcijos bulvių gumbų derlių. Atkreiptinas dėmesys, kad patręšti dirvožemiai NPK ekologiniu (Provita, fosforitmilčiai, kalio magnnezija) mišiniu užaugino perteklinio drėgnumo metais (2017) iš esmės didžiausią (paprastojo išplautžemio priemolyje – 0,14–0,55 %; lengvo išplautžemio priemolyje – 0,27–0,36 %) ir 2019 m. (paprastojo išplautžemio priemolyje – 0,07–0,08 %; lengvo išplautžemio priemolyje – 0,05–0,08 %) didesnę smulkios frakcijos bulvių gumbų derliaus priedą, palyginti su kitais tręšimo variantais (3 lentelė).

Dėl silpnai išsivysčiusios šaknų sistemos bulvės jautriai reaguoja į pasikeitusį kritulių režimą, jis neigiamai veikia fiziologinius procesus, susijusius su gumbų formavimusi ir gumbų antžeminės dalies augimu (Obidiegwu et al., 2015).

Pastebėta, kad organinių trąšų, pavyzdžiui, spropelio ir mėšlo, įterpimas į dirvožemį paskatino

3 lentelė. Ekologinių trąšų įtaka skirtingai augintų bulvių gumbų frakcijoms

Table 3. Influence of organic fertilizers on potato tubers fraction yield in different cultivation years

Metai Year	Smulkios frakcijos bulvės 25–35 mm Small fraction potatoes, 25–35 mm				Prekinės bulvės mm Commercial potatoes, mm				Suminis derlius t ha ⁻¹ Total productivity, t ha ⁻¹			
	2017		2019		2017		2019		2017		2019	
	kg m ⁻²	%	kg m ⁻²	%	kg m ⁻²	%	kg m ⁻²	%	kg m ⁻²	%	kg m ⁻²	%
Tręšimas Fertilization	Paprastojo išplautžemio (<i>Haplic Luvisol</i>) priemėlis <i>Sandy loam (Haplic Luvisol)</i>											
Kontrolė (be trąšų) <i>Control (no fertilizer)</i>	0,14	100	0,07	100	1,90	100	1,48	100	2,04	100	1,64	100
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,55*	393	0,08	100	1,89	99	1,89*	128	2,44	120	1,96*	120
40 t ha ⁻¹ spropelis <i>40 t ha⁻¹ spropel</i>	0,48*	343	0,07	100	2,39	126	1,19*	80	3,22*	158	1,23*	75
60 t ha ⁻¹ mėšlas <i>60 t ha⁻¹ manure</i>	0,31	221	0,05	71	3,39*	179	1,89*	128	3,89*	191	1,87*	114
R₀₅ / LSD₀₅	0,25		0,06		0,53		0,24		0,59		0,24	
	Paprastojo išplautžemio (<i>Haplic Luvisol</i>) lengvas priemėlis <i>Loamy sand (Haplic Luvisol)</i>											
Kontrolė (be trąšų) <i>Control (no fertilizer)</i>	0,27	100	0,05	100	2,45	100	1,51	100	2,72	100	1,56	100
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,36*	130	0,08	160	2,79	114	1,83	121	3,14	115	1,94*	124
40 t ha ⁻¹ spropelis <i>40 t ha⁻¹ spropel</i>	0,32	119	0,07	140	3,05	124	1,72	114	3,37	124	1,92*	123
60 t ha ⁻¹ mėšlas <i>60 t ha⁻¹ manure</i>	0,18*	67	0,06	120	4,02*	164	1,87	124	4,20*	154	1,78	114
R₀₅ / LSD₀₅	0,772		0,06		0,613		0,42		0,502		0,34	

N₆₀P₆₀K₆₀ – Provita – azoto šaltinis; fosforitmilčiai – fosforo šaltinis; kalio magnnezija – kalio šaltinis.

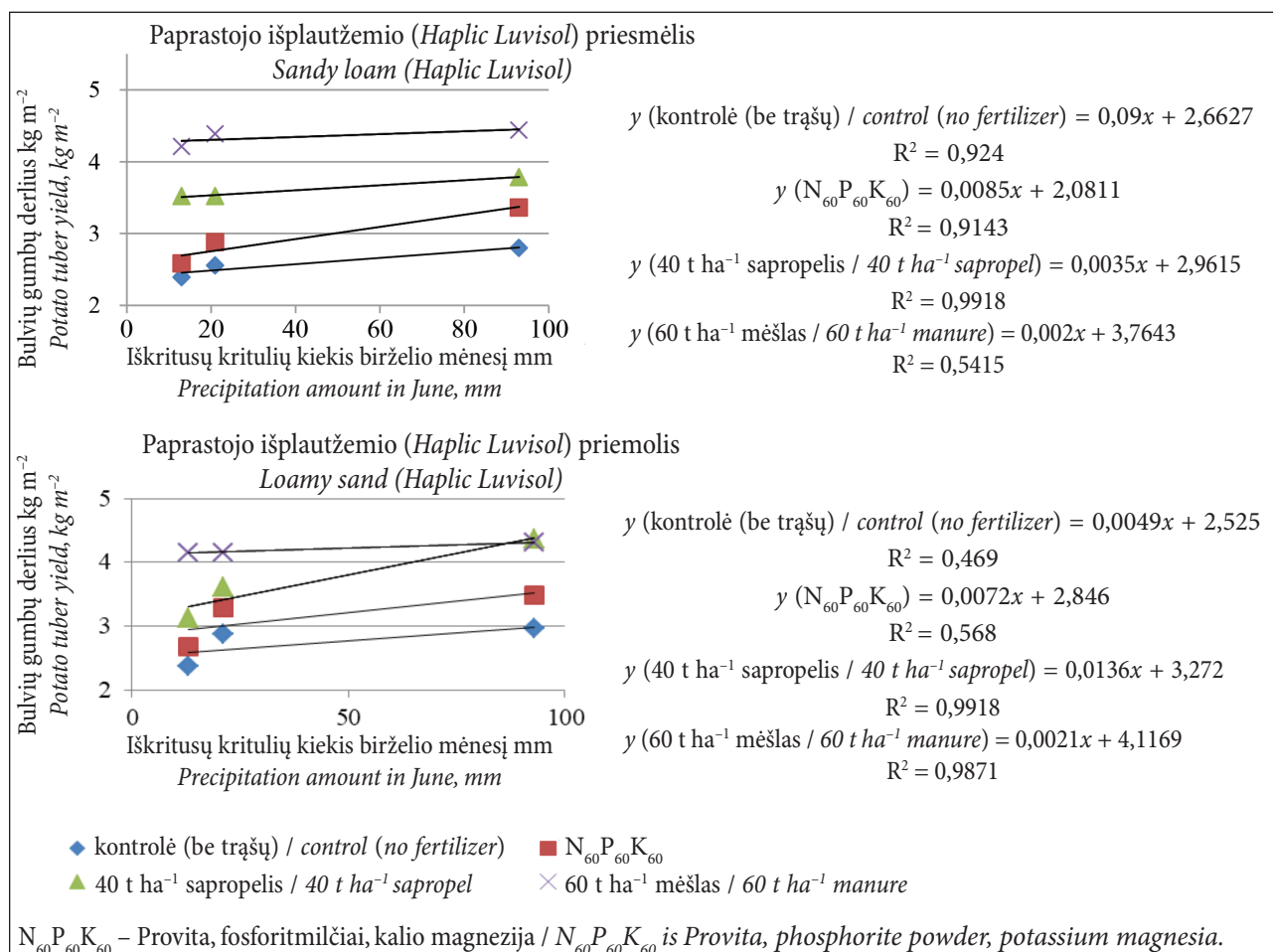
N₆₀P₆₀K₆₀ is Provita, a source of nitrogen; phosphorite powder, a source of phosphorus; potassium magnesia, a source of potassium.

didesnį bulvių gumbų derėjimą. Temperatūros ir iškritusių kritulių kiekis nėra vienintelis derlių limituojantis veiksnys. Tikėtina, kad derliaus priedus lemia ir dirvožemio savybė išlaikyti drėgmę (Stankevica et al., 2016).

Apžvelgiant į suminių bulvių gumbų derliaus prieaugį 2017 m. nustatytas iš esmės didžiausias stiebagumbių derlius, įterpus galvijų kraikinių mėšlą, kuris derlių didino paprasto išplautžemio priemolyje 91 %, o lengvo išplautžemio priemolyje – 54 %, palyginti su netręšto dirvožemio gautu gumbų derliumi. 2019 m. stiebagumbių derliaus mažėjimą lėmė augimo laikotarpiu buvusi sausra (pagal HTK = 0,9–0,4). Ji stipriai sumažino suminių bulvių gumbų derlių visuose skirtingai tręštuose lizimetrų laukeliuose. Didžiausias derliaus prieaugis sausringais 2019 m. paprastojo išplautžemio priemolyje siekė vos 20 %, o lengvo išplautžemio priemolyje – vos 24 % su įterptu NPK ekologiniu mišiniu (Provita, fosforitmilčiai, kalio magnezija) (3 lentelė).

Lyginant meteorologines sąlygas bulvių auginimo metu, matomas didelis stiebagumbių derliaus priklausomumas nuo vyraujančios drėgmės režimo ir temperatūros (2 lentelė) aktyvios vegetacijos laikotarpiu. Užaugintas didesnis derlius nei sausringaisiais 2019 metais. Tai patvirtina kitų mokslininkų gautus rezultatus (Zarzynska et al., 2017; Tang et al., 2018).

Bulvių gumbų derliaus prieaugiui įtakos turi meteorologinės sąlygos, ypač kritulių kiekis butanizacijos laikotarpiu (aktyvus bulvių vegetacijos laikotarpis) (Asakavičiūtė ir kt., 2017). Remiantis mokslininkų rezultatais, atlikta koreliacinė regresinė bulvių gumbų derliaus prieaugio priklausomybės analizė nuo birželio dekadų iškritusių (butanizacijos laikotarpio) vidutinių kritulių kiekio. Rezultatai rodo, kad 2017 m. fiksuotam perteklinio drėgnumo laikotarpiui iškritęs kritulių kiekis turėjo labai stiprią įtaką stiebagumbių prieaugiui (1 pav.). Nustatyta



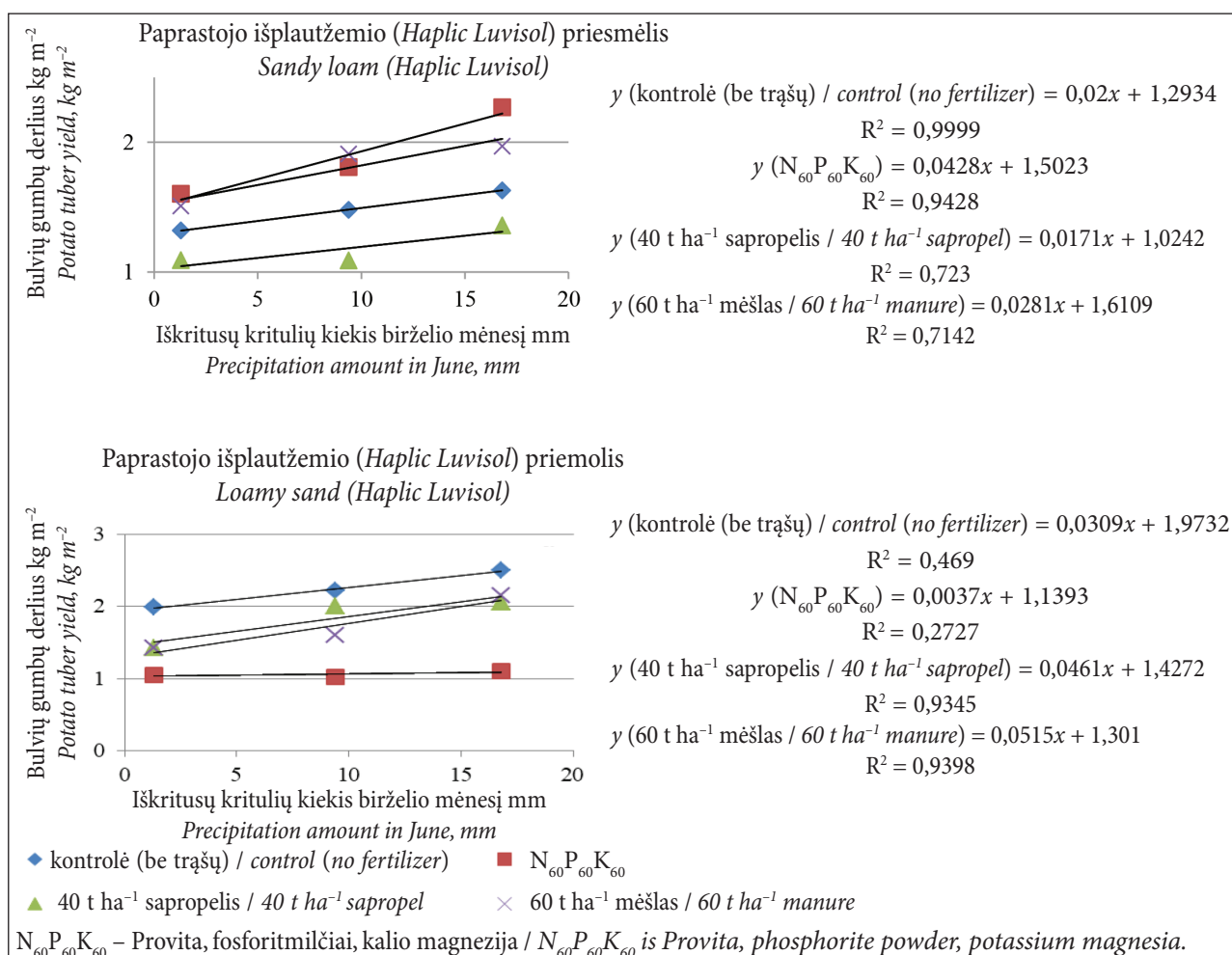
1 pav. 2017 m. birželio mėn. iškritusių kritulių kiekio per dekadą įtaka bulvių gumbų derliui
Fig. 1. The effect of precipitation on the potato tubers yield per 10-day period in June 2017

vidutinio stiprumo bulvių gumbų derliaus prieaugio (2017) priklausomybė nuo iškritusių kritulių kiekio birželio mėn. (butonizacijos laikotarpiu) paprasto išplautžemio priesmėlyje mėšlu patręstuose laukeliuose, o paprastojo išplautžemio priemolyje – NPK ekologinių trąšų mišiniu 2019 m. sausringesnį birželio mėn., mažiausia įtakos derliaus prieaugiui formuoti turėjo paprastojo išplautžemio priemolyje NPK trąšų mišinys (2 pav.). Rezultatai rodo, kad tiek 2017 m., tiek ir 2019 m. lengvo išplautžemio priemolyje NPK ekologiniu mišiniu (Provita, fosforitmilčiai, kalio magnezija) patręstuose laukeliuose bulvių derliui formuoti didelės įtakos neturėjo butonizacijos laikotarpiu iškritę krituliai, o paprastojo išplautžemio priesmėlyje – atvirkščiai – turėjo labai stiprią įtaką gumbų derliaus prieaugiui (1, 2 pav.).

Apie bulvių drėgmės poreikį literatūroje aptinkama prieštaringų nuomonių, nes skirtingais bulvių

augimo ir vystymosi laikotarpiais jų jautrumas drėgmės trūkumui ar pertekliui kinta. Tyrimais nustatyta, kad lengvose smėlio dirvose sudrygimo – butonizacijos tarpsniu dirvos drėgmės imlumas bulvių gumbų formavimui yra labai didelis. Trūkstant drėgmės dėl sulėtėjusio augimo gali sumažėti gumbų derlius ir prastėti kokybė (Islam, 2018).

2017 m. auginant bulves tarp įvairiai tręštų dirvožemių mažai skyrėsi sukauptų elementų kiekis gumbuose (4 lentelė). Paprastojo išplautžemio priesmėlyje galvijų kraikiniu mėšlu patręstuose dirvožemiuose augintos bulvės gumbuose sukauptė didesnę elementų kiekį (sausųjų medžiagų 23,37–23,79 %; krakmolo 14,1–14,3 %; azoto 0,19–0,2 %; fosforo 0,04–0,05 %; kalio 0,3–0,36 %). Nitratų kiekį vienodai didino ne tik galvijų kraikinis mėšlas paprastajame išplautžemio priesmėlyje, bet ir ekologinių NPK trąšų mišinys (Provita, fosforitmilčiai, kalio magnezija) (39,60–41,70 mg kg⁻¹).



2 pav. 2019 m. birželio mėn. iškritusių kritulių kiekio per dekadą įtaka bulvių gumbų derliui
Fig. 2. The effect of precipitation on the potato tubers yield per 10-day period in June 2019

4 lentelė. Organinių trąšų įtaka sausųjų medžiagų, krakmolo, azoto, fosforo, kalio ir nitratų kiekiui bulvių gumbuose 2017 m.

Table 4. The influence of inserted organic fertilizers on dry matter, starch, nitrogen, phosphorus, potassium and nitrates amount in potato tubers in 2017

	Sausosios medžiagos Dry matter	Kraskmolas Starch	Azotas Nitrogen	Fosforas Phosphorus	Kalis Potassium	Nitratai Nitrates mg kg ⁻¹
Tręšimas Fertilization	Sausojoje medžiagoje / In dry matter %					
	Paprastojo išplautžemio (<i>Haplic Luvisol</i>) priesmėlis <i>Sandy loam (Haplic Luvisol)</i>					
Kontrolė (be trąšų) <i>Control (no fertilizer)</i>	23,37	14,10	0,19	0,04	0,30	39,60
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	23,27	14,20	0,14	0,04	0,30	41,70
40 t ha ⁻¹ sapropelis <i>40 t ha⁻¹ sapropel</i>	23,79	14,15	0,13	0,04	0,30	39,60
60 t ha ⁻¹ mėšlas <i>60 t ha⁻¹ manure</i>	23,79	14,30	0,20	0,05	0,36	41,70
R₀₅ / LSD₀₅	2,25	0,65	0,15	0,01	0,047	4,20
Tręšimas Fertilization	Paprastojo išplautžemio (<i>Haplic Luvisol</i>) lengvas priemolis <i>Loamy sand (Haplic Luvisol)</i>					
	Paprastojo išplautžemio (<i>Haplic Luvisol</i>) lengvas priemolis <i>Loamy sand (Haplic Luvisol)</i>					
Kontrolė (be trąšų) <i>Control (no fertilizer)</i>	23,57	14,50	0,18	0,05	0,34	43,77
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	24,27	14,60	0,19	0,05	0,36	43,80
40 t ha ⁻¹ sapropelis <i>40 t ha⁻¹ sapropel</i>	24,99	14,50	0,18	0,05	0,36	43,80
60 t ha ⁻¹ mėšlas <i>60 t ha⁻¹ manure</i>	23,72	14,30	0,16	0,05	0,36	43,80
R₀₅ / LSD₀₅	1,79	0,39	0,03	0,01	0,07	6,24

N₆₀P₆₀K₆₀ – Provita, fosforitmilčiai, kalio magnezija / N₆₀P₆₀K₆₀ is Provita, phosphorite powder, potassium magnesia.

Lengvo išplautžemio priemolyje nustatytas skirtingas elementų kiekis bulvių derliuje: sapropelio įterpimas didino sausųjų medžiagų kiekį (23,57–24,99 %), NPK mišinys (Provita, fosforitmilčiai, kalio magnezija) krakmolo (14,50–14,60 %) ir azoto (0,18–0,19 %) kiekius stiebagumbiuose. Fosforo nepadaugėjo, o nitratų kiekį visos įterptos trąšos didino vienodai (43,77–43,80 mg kg⁻²) (4 lentelė).

Nustatyta, kad sausringesniu laikotarpiu (2019) elementų sukauptas kiekis gumbuose padidėjo vidutiniškai apie 0,7–7 kartus abiejuose dirvožemiuose (5 lentelė).

Krakmolo kiekis gumbuose labai priklausė ne tik nuo įterptų trąšų, bet ir nuo meteorologinių sąlygų. Sausringesniu laikotarpiu (2019) krakmolo kiekis bulvių gumbuose buvo didesnis nei pertekliniu drėgmės laikotarpiu (2017) abiejų tipų dirvožemiuose (5 lentelė). Kitų mokslininkų darbuose

randamos panašios išvados – esant mažesnei dirvožemio drėgmei, krakmolo sukauptas kiekis derliuje būna didesnis (Leonel et al., 2017).

2019 m. bulvių gumbuose sukauptų medžiagų kiekis skyrėsi. Paprastojo išplautžemio priesmėlyje azoto ir fosforo kiekius iš esmės arba tiesiog didino sapropelis (azotas 5,66–7,05 %; fosforas 0,26–0,27 %); sausosios medžiagos ir kalio – kraikinis galvijų mėšlas (sausoji medžiaga 25,13–26,13 %; kalis 1,82–1,95 %). Krakmolo sukauptas kiekis su NPK (Provita, fosforitmilčiai, kalio magnezija) nustatytas toks pat, kaip ir kontrolės (netręštame variante), o visos kitos įterptos trąšos mažino krakmolo kiekius bulvių gumbuose (NPK mišinys – 19,3 %; sapropelis – 18,6 %; galvijų kraikinis mėšlas – 18,4 %). Nitratų kiekis bulvių gumbuose turėjo tendenciją mažėti (31,3–25,0 %), nepriklausomai nuo eksperimente naudotų trąšų.

5 lentelė. Organinių trąšų įtaka sausųjų medžiagų, krakmolo, azoto, fosforo, kalio ir nitratų kiekiui bulvių gumbuose 2019 m.

Table 5. The influence of inserted organic fertilizers on dry matter, starch, nitrogen, phosphorus, potassium and nitrates amount in potato tubers in 2019

	Sausosios medžiagos Dry matter %	Krakmolas Starch	Azotas Nitrogen	Fosforas Phosphorus	Kalis Potassium	Nitratai Nitrates mg kg ⁻¹
	Sausojoje medžiagoje / In dry matter %					
	Paprastojo išplautžemio (<i>Haplic Luvisol</i>) priemėlis <i>Sandy loam soil (Haplic Luvisol)</i>					
Tręšimas Fertilization						
Kontrolė (be trąšų) Control (no fertilizer)	25,13	19,30	5,66	0,26	1,82	31,30
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	25,18	19,30	6,36	0,24	1,79	28,20*
40 t ha ⁻¹ sapropelis 40 t ha ⁻¹ sapropel	25,02	18,60	7,05*	0,27	1,92	25,10*
60 t ha ⁻¹ mėšlas 60 t ha ⁻¹ manure	26,13	18,40	5,65	0,26	1,95*	25,00*
R₀₅ / LSD₀₅	1,91	1,34	1,35	0,04	0,12	5,98
	Paprastojo išplautžemio (<i>Haplic Luvisol</i>) lengvas priemolis <i>Loamy sand (Haplic Luvisol)</i>					
Kontrolė (be trąšų) Control (no fertilizer)	24,03	18,90	7,07	0,27	1,77	31,30
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	25,61	18,50	9,89	0,23	2,13	43,80
40 t ha ⁻¹ sapropelis 40 t ha ⁻¹ sapropel	26,11	15,60	14,13	0,23	1,98	62,50
60 t ha ⁻¹ mėšlas 60 t ha ⁻¹ manure	25,02	19,20	7,30	0,23	2,00	32,30
R₀₅ / LSD₀₅	1,04	0,81	0,23	0,04	0,21	0,99

N₆₀P₆₀K₆₀ – Provita, fosforitmilčiai, kalio magnezija / N₆₀P₆₀K₆₀ is Provita, phosphorite powder, potassium magnesite.

Lengvo išplautžemio priemolyje išaugintų bulvių gumbuose elementų kiekį didino beveik visos įterptos ekologinės trąšos. Iš esmės didžiausią įtaką turėjo sapropelis (sausosios medžiagos 24,03–26,11 %; azotas 18,90–14,13 %; nitratai 31,3–62,50 mg kg⁻²); galvijų kraikinis mėšlas (krakmolas 18,90–19,20 %); NPK (Provita, fosforitmilčiai, kalio magnezija) (kalis 1,77–2,13 %). Fosforo kaupimą derliuje vienodai mažino visos įterptos ekologinės trąšos (0,27–0,23 %) (5 lentelė).

IŠVADOS

1. Perteklinės drėgmės bulvių gumbų augimo metais iš esmės didesni derliaus priaugiai fiksuojami laukeliuose, tręštuose galvijų kraikiniu mėšlu (paprastojo išplautžemio priemolyje iki 91 %, iš-

plautžemio lengvame priemolyje iki 54 %), o sausringais (2019) metais didžiausias derliaus priedas gautas patręšus N₆₀P₆₀K₆₀ ekologinių trąšų mišiniu.

2. Smulkios frakcijos (sėklinių) bulvių gumbų derlių didino N₆₀P₆₀K₆₀ (Provita, fosforitmilčiai, kalio magnezija). 2017 ir 2019 m. didžiausi derliaus priedai gauti paprastojo išplautžemio (*Haplic Luvisol*) priemolyje ir lengvame priemolyje.

3. 2017 m. skirtingai tręštų bulvių gumbai sukauptė panašų elementų kiekį. 2019 m., sausringesniu laikotarpiu, elementų sukauptas kiekis gumbuose padidėjo vidutiniškai apie 0,7–7 kartus, palyginti su 2017 metais.

4. 2017 m. nitratų kiekis bulvių gumbuose buvo panašus su visomis įterptomis ekologinėmis trąšomis. 2019 m. paprastojo išplautžemio priemolyje nitratų kiekis turėjo tendenciją mažėti

(31,3–25,0 %), nepriklausomai nuo naudotų trąšų, o išplautžemio lengvame priemolyje – didėti.

Gauta 2020 01 16
Priimta 2020 03 13

LITERATŪRA

- Ahlvik L., Ekholm P., Hyytiäinen K., Pitkänen H. 2014. An economic-ecological model to evaluate impacts of nutrient abatement in the Baltic Sea. *Environmental Modelling and Software*. Vol. 55. P. 164–175.
- Asakavičiūtė R., Kačergius A., Ražukas. 2017. New Lithuanian potato varieties and their resistance to *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. Vol. 23(1). P. 107–112.
- Bansal M. 2017. Organic farming: Is it a solution to safe food? In: *Food Safety in the 21st Century*. P. 515–525.
- Baranowska A., Zarzecka K., Gugala M., Mystkowska I. 2017. Contents of zinc, copper and manganese in potato tubers depending on the ways of application of the soil fertilizer UGmax. *Journal of Ecological Engineering*. Vol. 18(1). P. 99–106.
- DeLucia E. H., Nabity P. D., Zavala J. A., Berenbaum M. R. 2012. Climate change: resetting plant-insect interactions. *Plant Physiology*. Vol. 160. P. 1677–1685.
- Ezekiel R., Singh N., Sharma S., Kaur A. 2013. Beneficial phytochemicals in potato – A review. *Food Research International*. Vol. 50(2). P. 487–496.
- Garrido A. E., Strosnider W. H. J., Wilson R. T., Condori J., Nairn R. W. 2017. Metal-contaminated potato crops and potential human health risk in Bolivian mining highlands. *Environmental Geochemistry and Health*. Vol. 39(3). P. 681–700.
- Halterman D., Guenther J., Collinge S., Butler N., Douches D. 2016. Biotech potatoes in the 21st century: 20 years since the first biotech potato. *American Journal of Potato Research*. Vol. 93. P. 1–20.
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, eds. Core Writing Team, R. K. Pachauri, L. A. Meyer. Geneva: IPCC. 151 p.
- Islam M. S., Saif H., Islam M. R., Naher Q., Khan A. S. M. M. R. 2018. Soil salinity management for increasing potato yield in the coastal area of southern Bangladesh. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*. Vol. 43(4). P. 655–668.
- Leonel M., Do Carmo F. L., Fernandes A. M., Soratto R. P., Eburneo J. A. M., Garcia É. L., Dos Santos T. P. R. 2017. Chemical composition of potato tubers: the effect of cultivars and growth. *Journal of Food Science and Technology*. Vol. 54. P. 2372–2378.
- Lesk C., Rowhani P., Ramankutty N. 2016. Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*. Vol. 529. P. 84–87.
- Minda T. T., Van der Molen M. K., Struik P. C., Combe M., Jiménez P. A., Khan M. S., De Arelano J. V. G. 2018. The combined effect of elevation and meteorology on potato crop dynamics: A 10-year study in the Gamo Highlands, Ethiopia. *Agricultural and Forest Meteorology*. Vol. 262(15). P. 166–177.
- Obidiegwu J., Bryan G., Jones G., Prashar A. 2015. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Frontiers in Plant Science*. Vol. 6. P. 542–565.
- Pekarskas J., Šileikienė D. 2009. Fosforo ir kalio trąšų įtaka ekologiškai auginamų bulvių derlingumui ir derliaus kokybei. *Sodininkystė ir daržininkystė*. T. 28(4). P. 199–209.
- Raudonius S. 2017. Application of statistics in plant and crop research: important issues. *Žemdirbystė-Agriculture*. Vol. 104. No. 4. P. 377–382.
- Rymuza K., Radzka E., Lenartowicz T. 2015. Effect of weather conditions on early potato yields in east-central Poland. *Communications in Biometry and Crop Science*. Vol. 10. P. 65–72.
- Roma A., Abete M. C., Brizio P., Picazio G., Caiazzo M., D'auria J. L., Esposito M. 2017. Evaluation of trace elements in potatoes (*Solanum tuberosum*) from a suburban area of Naples, Italy. *Journal of Food Protection*. Vol. 80(7). P. 1167–1171.
- Sierra M. J., López-Nicolás R., González-Bermúdez C. A., Frontela-Saseta C., Millán R. 2017. Cultivation of *Solanum tuberosum* in a former mining district for a safe human consumption integrating simulated digestion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 97(15). P. 5278–5286.
- Sohn B. J., Yeh S. W., Lee A., Lau W. K. M. 2019. Regulation of atmospheric circulation controlling the tropical Pacific precipitation change in response to CO₂ increases. *Nature Communications*. Vol. 10. P. 1108.
- Solomon Z., Ambrose A., Zemba C., Jahknwa J. 2013. Effects of precipitation effectiveness on the yield of Irish potato (*Solanum tuberosum*) in Jos, Plateau state, Nigeria. *Natural and Social Sciences*. Vol. 1. P. 27–32.
- Stankevica K., Gaile Z. V., Maris K. 2016. Freshwater sapropel (*gyttja*): Its description, properties and opportunities of use in contemporary agriculture. *Agronomy Research*. Vol. 14(3). P. 929–947.
- Tang R., Niu S., Zhang G., Chen G., Haroon M., Yang Q., Rajora O. P., Li X. Q. 2018. Physiological and growth responses of potato cultivars to heat stress. *Botany*. Vol. 96(12). P. 897–912.
- Valiukas D. 2017. Stichinės sausros ir sausringi laikotarpiai pagal Selianinovo hidroterminį koeficientą

- (HTK) Lietuvoje 1961–2015 metais. *Geologija. Geografija*. T. 3. P. 101–113.
25. Zarzyńska K., Boguszevska-Mankowska D., Nosalewicz A. 2017. Differences in size and architecture of the potato cultivars root system and their tolerance to drought stress. *Plant Soil Environment*. Vol. 63. P. 159–164.
26. Wesström I., Ulén B., Joel A., Johansson G., Forsberg L. S. 2015. Effects of tile drainage repair on nutrient leaching from a field under ordinary cultivation in Sweden. *Acta Agriculturae Scandinavica*. Vol. 65. P. 228–238.

**Auksė Burakova, Eugenija Bakšienė,
Almantas Ražukas**

INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZERS ON POTATO YIELD AND QUALITY IN DIFFERENT HUMIDITY YEARS

S u m m a r y

The aim of the study was to evaluate the influence of organic fertilizers on the potato tubers yield and nutrient accumulation. Experiments were carried out at the Vokė Branch of the Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry in 2016–2018. The experiments were performed in stationary concrete cylindrical 24 lysimeters on sandy loam and loamy sand *Haplic Luvisol*, with a surface area of 1.75 m² and a test soil layer of 1.35 cm. Fertilization with three randomized replications on each side of lysimeters were the following: 1) control (no fertilizer); 2) NPK organic fertilizers (Provita, phosphorite powder, potassium magnesia); 3) 40 t ha⁻¹ saprope; 4) 60 t ha⁻¹ manure.

The results of the experiments suggest that 40 t ha⁻¹ saprope and 60 t ha⁻¹ manure fertilizers increase potato tuber yields in both soils (sandy loam soil and loamy sand soil). Inserted NPK fertilizers produced the highest yield (in 2017 and 2019) of a small fraction of potato tubers. The findings suggest that during the drier period, in 2019, the accumulation of all elements increased about 0.7–7 times in both soils. The starch content in the tubers was dependent mostly on the meteorological conditions.

Keywords: organic fertilizers, tuber yield, fraction, potato tuber chemical composition