

# Bulvių cheminės sudėties kitimas vegetacijos metu bei jo ryšys su gumbų derliumi

## Daiva Janušauskaitė

Lietuvos žemdirbystės institutas,  
LT-58344 Akademija,  
Kėdainių rajonas  
El. paštas: daiva.janusauskaite@lzi.lt

## Vilma Žekaitė

Lietuvos žemdirbystės instituto  
Perlojos bandymų stotis,  
LT-65373 Perloja,  
Varėnos rajonas  
El. paštas: aleb@perloja.lzi.lt

Lietuvos žemdirbystės institute (LŽI), Dotnuvoje, lengvo priemolio giliau karbonatingame sekliai glėžiškame rudžemyje (*Endocalcari-Epithypogleyic Cambisol*) bei LŽI Perlojos bandymų stotyje paprastajame pajaurėjusiame išplautžemyje (*Hapli-Albic Luvisoil*) daryti bulvių tyrimai tradiciniu lauko bandymo metodu. Siekiant įvertinti skirtinguose dirvožemiuose bei skirtingo tręšimo lygiuose žydėjimo pabaigoje bei derliaus kasimo metu bulvių vegetatyvinėse dalyse sukaupto azoto, fosforo ir kalio kieki bei nustatyti jų ryšį su gumbų derliumi, 8 metų tyrimų duomenys analizuoti taikant koreliacijos ir regresijos metodus. Tiek kompleksinės granuliuotos, tiek birios vienanarės trąšos buvo veiksmingos, lengvame priemolyje Dotnuvoje derlių didino nuo 22,2 iki 98,5%, priesmėlyje Perlojoje skirtingi NPK trąšų deriniai – nuo 16,5 iki 44,1%. Didesnė azoto, fosforo ir kalio koncentracija atskirose bulvių dalyse nustatyta augalams baigiant žydėti, o daugiausiai azoto sukaupta bulvienojuose tiek žydėjimo tarpsniu, tiek baigiantis vegetacijai. Straipsnyje taip pat pateikiamas skirtingomis trąšomis tręštų bulvių cheminės sudėties palyginimas. Didesnis NPK kiekis prieš derliaus kasimą likęs bulvienojuose ir smulkiose šaknelėse  $\frac{2}{3}$  atvejų tendencingai mažino gumbų derlių. Nustatytas nukastų bulvių gumbų cheminės sudėties ir gumbų derliaus ryšys įvairavo nuo silpno ( $r = 0,39$ ) Dotnuvoje iki vidutinio ir stipraus ( $r = 0,61-0,82^*$ ) Perlojoje.

**Raktažodžiai:** bulvės, azoto, fosforo ir kalio koncentracija, derlius

## ĮVADAS

Bulvių derlingumas ir gumbų cheminė sudėtis kinta ir labai priklauso nuo dirvožemio tipo, jo racionalių derlingumo, genetinio veislės potencialo (Danilčenko, 1998; Makaravičiūtė, 2003). Nemažą derliaus duomenų variaciją lemia metų orai – vidutinė oro temperatūra, vegetacijos metu sukauptų didesnių nei 5°C ir 10°C aktyvių temperatūrų sumos, kritulių kiekis (Kupčinskas ir kt., 2005; Repšienė, Mineikienė, 2006). Orų sąlygų įtaka bulvėms pasireiškia jau nuo pirmųjų vystymosi tarpsnių, ryškūs temperatūros svyravimai neigiamai veikia maisto medžiagų įsisavinimą, sausųjų medžiagų kaupimą, fotosintezės produktyvumą (Timlin et al., 2006).

Be minėtų veiksnių, bulvių gumbų derliui vegetacijos periodu bene labiausiai turi įtakos tręšimo technologija. Gausiam gumbų derliui išauginti reikalingas aukštas tręšimo lygis (Simanavičienė ir kt., 2001; Kadaja, 2004; Trawczynski, 2004). Bulvės reiklios ne vien azoto bei fosforo, bet ir ypač kalio trąšoms. Fosforas spartina augalo vystymąsi, skatina gumbų augimą ir sausųjų medžiagų kaupimą juose (Locascio, Rhue, 1990). Kalis skatina stambiamolekulinių angliavandenių ir vitaminų sintezę, gerina medžiagų apykaitą bei vandens patekimą į ląstelę. Todėl kalis būtinas cukrų pernešimui, krakmolo sintezei ir gausaus, geros kokybės derliaus suformavimui (Westermann et al., 1994).

Tręšiant bulves svarbu parinkti optimalią NPK trąšų normą bei santykį tarp šių maisto elementų. Daugelyje tyrimų

nurodomas mineralinių trąšų derinys, atsižvelgiant į maisto medžiagų gausą dirvožemyje, be to, skiriasi ir optimalus jų santykis (Švedas, 1996; Antanaitis, Švedas, 2000; Simanavičienė ir kt., 2001). Nustatytas maisto medžiagų poreikis tonai bulvių gumbų išauginti yra santykiu NPK – 1,0 : 0,14 : 0,98 (Švedas, Janušauskaitė, „Maisto medžiagų poreikis programuotam žemės ūkio augalų derliui“, rankraštis, 1999). Tačiau kiti autoriai, norint išauginti geros kokybės bulvių gumbus, rekomenduoja trąšų normose šį santykį keisti, didinant fosforo ir kalio kieki (Vos, 1999). Gumbų cheminei sudėčiai azoto trąšos daro neigiamą poveikį, mažina krakmolo kiekį, ir jis mažėja, didinant azoto normas (Staugaitis ir kt., 2006). Taip pat trąšų normos gali keistis dėl skirtingų veislių reakcijos į tręšimą (Danilčenko, 1998) bei gumbų ir antžeminės augalų dalies cheminės sudėties. Tačiau tokių duomenų stinga. Derliaus kasimo metu bulvių azotingumas, fosforingumas ir kalingumas yra susieti su gumbų subrendimo laipsniu, vegetacijos periodo meteorologinėmis sąlygomis ir mitybos lygiu, tačiau kinta palyginti nežymiai (Antanaitis, Švedas, 2000). Literatūroje nurodoma, jog augalų antžeminės bei požeminės dalies cheminė sudėtis kinta dėl dirvožemio, auginimo technologijos, o labiausiai – mitybos lygio (Meyer, Marcum, 1998). Tačiau literatūroje retai aptinkama duomenų apie gumbų derliaus priklausomumą nuo bulvių antžeminės dalies cheminės sudėties. Antai skirtingo tręšimo keliu lygiuose darytuose diagnostiniuose tyrimuose įvertinta trąšų įtaka bulvienoju cheminei sudėčiai ir nustatytas azoto ir fosforo juose kiekis, kuriam

esant gautas didžiausias gumbų derlius (Reis, Monnerat, 2000). Taigi literatūroje aprašomi tyrimai rodo, kad azoto, fosforo ir kalio kiekiai bulvėse gali gerokai įvairuoti dėl agrometeorologinių ir auginimo sąlygų, trąšų normų. Tačiau nėra nustatyta bulvių antžeminės dalies bei šaknelių cheminės sudėties ryšys su gumbų derliumi.

Darbo tikslas – įvertinti lengvo priemolio rudžemyje ir priemolio paprastajame pajaurėjusiame išplautžemyje skirtingo tręšimo lygiuose žydėjimo pabaigoje bei prieš derliaus kasimą bulvių vegetatyvinėse dalyse ir gumbuose sukaupto azoto, fosforo ir kalio kiekį bei nustatyti jų ryšį su gumbų derliumi.

## METODAI IR SĄLYGOS

Lauko tyrimai daryti 1998–2001 m. Lietuvos žemdirbystės institute, Dotnuvoje, lengvo priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje (*Endocalari-Epilyhogleyic Cambisol*), 2002–2005 m. LŽI Perlojos bandymų stotyje tyrimai daryti paprastajame pajaurėjusiame išplautžemyje (*Hapli-Albic Luvisol*) tradiciniu lauko bandymo metodu. Bandymų dirvožemio agrocheminiai ir augalų cheminiai rodikliai nustatyti LŽI priimtais analizių metodais: dirvožemio pH nustatytas potenciometriniai, humuso kiekis – Tiurino, bendrasis azotas – Kjeldalio, judriųjų fosforo ir kalio kiekiai – A–L metodais, augaluose bendrasis azotas – Kjeldalio metodu, bendrasis fosforas – iš šlapiu būdu sudeginto mėginio kolorimetriškai, bendrasis kalis – liepsnos fotometru. Pagal agrocheminių rodiklių vertes tyrimų metais dirvožemis Dotnuvoje buvo nuo neutralo iki artimos neutraliai reakcijos ( $pH_{KCl}$  6,1–7,1), nuo vidutinio iki didelio fosforingumo ( $P_2O_5$  124–184  $mg\ kg^{-1}$ ), vidutinio kalingumo ir kalingas ( $K_2O$  130–163  $mg\ kg^{-1}$ ), nuo mažo iki vidutinio humusingumo (1,8–2,0%) bei azotingumo (0,12–0,14%). Perlojoje dirvožemis buvo vidutinio rūgštumo (pH 4,1–5,7), nuo fosforingo iki labai didelio fosforingumo ( $P_2O_5$  – 187–320  $mg\ kg^{-1}$ ), nuo kalingo iki didelio kalingumo ( $K_2O$  – 193–251  $mg\ kg^{-1}$ ) bei mažo humusingumo (1,1–1,34%).

Dotnuvoje tyrimo 3 ir 4 variantų laukeliai tręšti mišiniais, sudarytais pagal maisto elementų gausą dirvoje, atitinkamai kalio chloridu (KCl) ir kalio sulfatu ( $K_2SO_4$ ) deriniuose su amonio salietra ir superfosfatu planuotam 30 t  $ha^{-1}$  derliui užauginti. 2 varianto laukeliams kompleksinių trąšų norma išlyginta pagal 3 ir 4 variantų azoto normą. Trąšų normos atskirais tyrimo metais pateiktos 1 lentelėje. Bandyme auginta bulvių veislė *Nida*.

1 lentelė. Trąšų normos bulvėms  $kg\ ha^{-1}$

Table 1. Fertiliser rates for potatoes,  $kg\ ha^{-1}$

Dotnuva		Perloja	
Metai / Year	N, P, K normos / N, P, K rates	Metai / Year	N, P, K normos / N, P, K rates
1998	$N_{160} P_{0/123} K_{120/185}$	2002–2005	Netręšta / Not fertilised
1999	$N_{172} P_{0/156} K_{103/234}$		$N_{90} P_{90}$
2000	$N_{129} P_{30/117} K_{99/176}$		$P_{90} K_{120}$
2001	$N_{123} P_{27/95} K_{85/142}$		$N_{90} K_{120}$
			$N_{90} P_{90} K_{120}$

*Pastaba.* Dotnuvoje darytuose tyrimuose prieš pasvirąjį brūkšnį pateiktos pagal dirvožemio agrocheminius rodiklius apskaičiuotos fosforo ir kalio normos (3 ir 4 variantų laukuose), už pasvirąjį brūkšnį – išbertos kompleksinių trąšų forma, jų normą išlyginant pagal azotą (2 var.).

*Note.* PK rates before oblique-calculated according to soil agrochemical indices (treatments 3 and 4, after oblique-broadcasted complex fertilizer rates with a correction of rate according to nitrogen (treatment 2).

Perlojoje bulvėms kraikinis mėšlas (fonas, 40 t  $ha^{-1}$  norma) iškratytas rudenį prieš arimą. Mineralinės trąšos – amonio salietra, granuliuotas superfosfatas ir kalio chloridas – išbertos pavasarį prieš bulvių sodinimą ir įterptos akėčiomis. Sodintos ankstyvosios bulvės *Vokė* (2002–2004 m.) ir *Goda* (2005 m.). Vegetacijos periodu taikyta optimali nuo piktžolių, ligų ir kenkėjų apsauga.

Meteorologinės sąlygos. Vidurio Lietuvoje dveji tyrimų metai (1999 ir 2000) išsiskyrė sausais ir šiltais pavasario orais, kiti dveji buvo šiltesni nei įprasta, tačiau drėgmės dirvoje pakako. Tyrimų metais skyrėsi liepos mėnesio drėgmės režimas – 1998 ir 2000 m. liepą iškrito atitinkamai 274,8 ir 185% daugiametės mėnesio kritulių normos. 1999 ir 2001 m., priešingai, liepą buvo sausa ir teiškrito atitinkamai 35,7 ir 45,0% daugiametės kritulių normos. Pietinėje Lietuvos dalyje 2002 ir 2005 m. meteorologinės sąlygos buvo artimos daugiamečiams parametru vidurkiams. Išsiskyrė 2002 m. sausa ir itin karšta liepa, kuomet dienomis temperatūra pakildavo net iki 30–34°C, o kritulių iškrito tik 11,3 mm. 2005 m. rugpjūčio I dešimtdienyje gausiai palijo – liūtinio lietaus metu per 2 paras iškrito 200 mm kritulių.

**Statistinis duomenų apdorojimas.** Statistinis gumbų derliaus duomenų apdorojimas atliktas dispersinės analizės metodu. Koreliaciniai gumbų derliaus ir augalų cheminės sudėties ryšiai nustatyti ir regresinės lygtys apskaičiuotos kaip nurodoma specialioje literatūroje (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Darbe vartoti simboliai: \* ir \*\* žymėjimas reiškia: statistiškai patikima esant atitinkamai 95 ir 99% tikimybės lygiui;  $R_{05}$  – patikimo skirtumo riba esant 95% tikimybės lygiui;  $S\bar{x}$  – vidurkio vidutinė kvadratinė paklaida; V % – variacijos koeficientas.

## REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

1998–2001 m. LŽI, Dotnuvoje, daryti bulvių lauko bandymai, kuriuose pagal planuotą 30 t  $ha^{-1}$  derlių ir lauko agrochemines savybes tręštų augalų derlius bei antžeminės dalies ir gumbų cheminę sudėtį lyginta su kompleksinėmis trąšomis tręštų, kuomet tik azoto norma buvo derinama prie dirvožemio azotingumo, bulvių derliumi ir kokybiniais parametrais.

Beveik iš kiekvienos augalo dalies – lapų, lapkočių, stiebų, šaknų ir gumbų – galima nustatyti augalo apsirūpinimą maisto medžiagomis. Aplinkos veiksniai gali turėti ženklų įtaką maisto elementų kiekiui tiek antžeminėje, tiek požeminėje bulvių dalyse. Atvėšę orai arba kitoks stresas, lėtinantis bulvių augimą, ma-

žina nitratų kiekį lapkočiuose, lyginant su be streso augančiomis bulvėmis (Meyer, Marcum, 1998; Reis, Monnerat, 2000).

Dotnuvoje darytuose tyrimuose du kartus – bulvių žydėjimo pabaigoje bei derliaus kasimo metu – nustatyta azoto, fosforo ir kalio koncentracija bulvienojuose, bulvių gumbuose ir smulkiose šaknelėse (2, 3 lentelės). Skirtingais tyrimo metais bulvių antžeminė dalis bei gumbų derlius ne taip ženkliai skyrėsi sukauptų azoto, fosforo ir kalio absoliučiu kiekiu ir šių medžiagų santykiu.

Didesnė maisto elementų koncentracija buvo nustatyta bulvėms žydint, kuomet antžeminė dalis sparčiai kuria asimiliatus ir siunčia juos į gumbus, nei derliaus kasimo metu. Didžiausia azoto koncentracija, lyginant atskiras augalo dalis, buvo bulvienojuose – 3,39–3,37%, arba nuo 2,0 iki 2,4 karto didesnė nei netręštų ir tręštų augalų gumbuose bei smulkiose šaknelėse. Derliaus kasimo metu bulvienojuose buvo likę per pusę mažesnis kiekis azoto. Gumbuose azoto koncentracija bulvėms žydint, lyginant su derliaus kasimo metu esančiu azoto kiekiu, beveik nepasikeitė. Fosforo ir kalio kiekiai bulvių gumbams subrendus, sumažėjo atitinkamai 0,039 ir 0,36–0,49%. Pasikeitė ir gumbuose sukauptų azoto, fosforo ir kalio santykis nuo žydėjimo tarpsniu nustatytojo: 1 kg azoto tenkantis fosforo kiekis sumažėjo 0,020–0,037 kg, kalio – 0,272–0,325 kg. Smulkiose šaknelėse azoto koncentracija nuo žydėjimo pabaigos iki pilnos brandos sumažėjo 17–35%, fosforo, kalio koncentracijos pokyčiai buvo ryškesni – atitinkamai 41–50% ir 52–70%.

Tręštos bulvės tiek gumbuose, tiek bulvienojuose žydėjimo bei derliaus kasimo metu, o šaknelėse – žydėjimo tarpsniu dauguma atvejų sukauptė daugiau azoto, fosforo ir kalio nei augę be trąšų. Vidutiniais duomenimis, tręštos žydinčios bulvės gumbuose, bulvienojuose ir smulkiose šaknelėse buvo daugiau sukauptos atitinkamai 22,7, 9,7 ir 33,1% azoto, 3,9, 5,3 ir 18,7% fosforo bei 15,5, 34,6 ir 33,6% kalio, palyginti su netręštomis. Matyti, kad dėl trąšų įtakos daugiau maisto elementų buvo sukaupta šaknelėse, kurios šiuo intensyvaus augimo tarpsniu iš dirvožemio siurbė maistmedžiagas. Derliaus kasimo metu nuo trąšų gauti cheminės sudėties skirtumai buvo kiek švelnesni – gumbuose, bulvienojuose ir smulkiose šaknelėse buvo sukaupta atitinkamai 14,0, 14,0 ir 4,2% daugiau azoto. Fosforo kiekis tręštų bulvių gumbuose buvo 4,5%, o kalio – 10,6% didesnis, lyginant su netręštomis bulvėmis. Bulvienojuose sukaupto fosforo kiekis dėl trąšų įtakos derliaus kasimo metu buvo 11,8% mažesnis, o kalio – 12,2% didesnis, palyginti su netręštomis. Derliaus kasimo metu neliko cheminės sudėties skirtumų tarp tręštų ir netręštų bulvių smulkių šaknelių.

Skirtinguose tręšimo lygiuose (tręštame ir be trąšų) skyrėsi augaluose sukaupto azoto, fosforo ir kalio santykis. Tręštomis bulvėms sukauptus daugiau (%) azoto savo antžeminėje dalyje bei gumbuose, sumažėjo vienam kilogramui azoto tenkantis fosforo ir kalio kiekis, lyginant su netręštomis bulvėmis. Žydėjimo tarpsniu jų gumbuose, bulvienojuose ir šaknelėse vienam kilogramui sukaupto azoto teko atitinkamai 16, 4 ir 11%, o derliaus

2 lentelė. Azoto, fosforo ir kalio koncentracija bulvių gumbuose, bulvienojuose ir smulkiose šaknelėse žydėjimo pabaigoje (sausojoje medžiagoje %)

Table 2. Concentration of nitrogen, phosphorus and potassium in the dry matter of potato tubers, haulm and small roots at the end of flowering stage

Dotnuva, 1998–2001 m. vidutiniai duomenys / Average data

Metai Year	Variantas / Treatment	Koncentracija / Concentration					
		N		P		K	
		$x \pm S\bar{x}$	V %	$x \pm S\bar{x}$	V %	$x \pm S\bar{x}$	V %
Gumbuose / In the tuber							
2000	Netręšta / Not fertilised	1,41 ± 0,171	12,1	0,255 ± 0,0040	1,6	2,01 ± 0,182	9,1
	Kompleksinės trąšos / Complex fert.	1,80 ± 0,347	19,2	0,274 ± 0,0257	9,4	2,65 ± 0,053	2,0
	KCl	1,93 ± 0,420	21,8	0,252 ± 0,0078	3,1	2,31 ± 0,437	18,9
2001	Netręšta / Not fertilised	1,40 ± 0,038	2,7	0,263 ± 0,0224	8,5	1,73 ± 0,150	8,7
	Kompleksinės trąšos / Complex fert.	1,68 ± 0,038	2,2	0,277 ± 0,0114	4,1	1,88 ± 0,072	3,9
	KCl	1,64 ± 0,015	0,9	0,274 ± 0,0065	2,4	1,94 ± 0,116	6,0
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,62 ± 0,112	6,9	0,268 ± 0,0032	1,2	2,04 ± 0,151	7,4
Bulvienojuose / In the haulm							
2000	Netręšta / Not fertilised	3,55 ± 1,045	29,4	0,279 ± 0,0234	8,4	2,84 ± 1,085	38,2
	Kompleksinės trąšos / Complex fert.	3,06 ± 0,222	7,2	0,303 ± 0,0061	2,0	4,87 ± 0,265	5,4
	KCl	3,39 ± 0,505	14,9	0,274 ± 0,0100	3,7	3,58 ± 1,245	34,8
2001	Netręšta / Not fertilised	3,22 ± 0,097	3,0	0,245 ± 0,0247	10,1	2,82 ± 0,375	13,3
	Kompleksinės trąšos / Complex fert.	4,21 ± 0,191	4,5	0,267 ± 0,0234	8,7	3,44 ± 0,518	15,0
	KCl	3,92 ± 0,051	1,3	0,255 ± 0,0121	4,8	3,56 ± 0,232	6,5
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4,01 ± 0,129	3,2	0,279 ± 0,0110	3,9	3,57 ± 0,590	16,5
Smulkiose šaknelėse / In small roots							
2000	Netręšta / Not fertilised	1,50	–	0,162	–	1,72	–
	Kompleksinės trąšos / Complex fert.	1,53	–	0,189	–	2,37	–
	KCl	2,05	–	0,180	–	2,10	–
2001	Netręšta / Not fertilised	1,44 ± 0,168	11,7	0,195 ± 0,0195	10,0	1,29 ± 0,112	8,6
	Kompleksinės trąšos / Complex fert.	1,93 ± 0,044	2,3	0,233 ± 0,0295	12,6	1,74 ± 0,117	6,7
	KCl	1,93 ± 0,046	3,4	0,222 ± 0,0156	7,0	1,74 ± 0,131	7,5
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,02 ± 0,208	10,3	0,234 ± 0,0133	5,7	1,89 ± 0,356	18,8

3 lentelė. Azoto, fosforo ir kalio koncentracija bulvių gumbuose, bulvieniuose ir smulkiose šaknelėse vegetacijos pabaigoje (sausioje medžiagoje %)

Table 3. Concentration of nitrogen, phosphorus and potassium in the dry matter of potato tubers, haulm and small roots at the end of the vegetation period

Dotnuva, 1998–2001 m. vidutiniai duomenys / Average data

Variantas / Treatment	Koncentracija / Concentration					
	N		P		K	
	$x \pm S\bar{x}$	V%	$x \pm S\bar{x}$	V%	$x \pm S\bar{x}$	V%
Gumbuose / In tubers						
Netręšta / Not fertilised	1,50 ± 0,132	8,8	0,220 ± 0,0419	18,7	1,51 ± 0,179	11,8
Kompleksinės trąšos / Complex fert.	1,66 ± 0,311	18,8	0,230 ± 0,0353	15,0	1,79 ± 0,328	18,3
KCl	1,77 ± 0,211	11,9	0,230 ± 0,0322	13,8	1,65 ± 0,194	11,8
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,71 ± 0,190	11,1	0,220 ± 0,0398	17,9	1,58 ± 0,119	7,5
Bulvieniuose / In the haulm						
Netręšta / Not fertilised	1,71 ± 0,148	8,6	0,170 ± 0,0240	14,4	0,82 ± 0,352	42,9
Kompleksinės trąšos / Complex fert.	1,81 ± 0,350	19,4	0,140 ± 0,0216	15,6	1,02 ± 0,360	35,3
KCl	2,05 ± 0,138	6,7	0,170 ± 0,0258	15,4	0,80 ± 0,336	42,0
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,98 ± 0,251	12,7	0,150 ± 0,0207	13,5	0,95 ± 0,471	49,4
Smulkiose šaknelėse / In small roots						
Netręšta / Not fertilised	1,20 ± 0,022	1,9	0,110 ± 0,0164	14,3	0,67 ± 0,084	12,5
Kompleksinės trąšos / Complex fert.	1,21 ± 0,056	4,6	0,110 ± 0,0078	7,1	0,60 ± 0,116	19,1
KCl	1,31 ± 0,164	12,5	0,110 ± 0,0162	14,2	0,55 ± 0,070	12,6
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,23 ± 0,139	11,3	0,100 ± 0,0139	14,0	0,54 ± 0,074	13,7

nuėmimo metu – atitinkamai 8, 4 ir 4% mažiau fosforo. Kalio kiekis, tenkantis vienam kilogramui azoto, vegetacijos metu tręštų bulvių gumbuose buvo 6% mažesnis, o bulvieniuose – 23% didesnis nei be trąšų augintų bulvių. Smulkiose šaknelėse šis rodiklis dėl trąšų įtakos beveik nepasikeitė. Derliaus nuėmimo metu vienam kilogramui sukaupto azoto tenkantis kalio kiekis nuo trąšų gumbuose ir bulvieniuose sumažėjo 2%, o smulkiose šaknelėse – net 18%.

Cheminės sudėties rodiklių vertės skyrėsi dėl tręšimui naudotų skirtingų trąšų rūšių. Skirtingomis trąšomis tręštų augalų dalyse azoto kiekis žydėjimo tarpsnyje mažai tesiskyrė, tačiau išryškėjo fosforo ir kalio koncentracijų skirtumai. Vidutiniais dviejų metų duomenimis, bulves patręšus kompleksinėmis trąšomis, gumbuose, bulvieniuose ir smulkiose šaknelėse sukaupta daugiau fosforo ir kalio nei vienanarėmis trąšomis derinyje su kalio chloridu (KCl) bei kalio sulfatu (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) tręštų augalų dalyse. Derliaus kasimo metu kompleksinėmis trąšomis tręštų bulvių smulkiose šaknelėse ir bulvieniuose azoto ir fosforo dauguma atvejų buvo mažiau, tačiau kalio – daugiau nei nuo kitų trąšų. Patręšus kompleksinėmis trąšomis, bulvių gumbuose daugeliu atvejų buvo sukaupta daugiausiai fosforo ir kalio.

Perlojos tyrimuose prieš derliaus kasimą nustatytas NPK kiekis gumbuose taip pat priklausė nuo tręšimo ir NPK elementų derinio. Tręštų bulvių gumbuose sukaupta vidutiniškai 13,4% daugiau azoto, lyginant su netręštaisiais augalais. Didžiausias azoto kiekio gumbuose pokytis nustatytas tręšiant NK trąšomis – 20,1% daugiau, lyginant su be trąšų augusiomis bulvėmis. Mažiausiai azoto sukauptė subalansuotai tręštos bulvės – nuo NPK trąšų azoto gumbuose buvo vos 7,3% daugiau nei kontroliniuose laukeliuose. Fosforo ir kalio kiekių gumbuose pokyčiai dėl tręšimo įtakos buvo nedideli.

Be trąšų augintose bulvėse 1 kilogramui sukaupto azoto teko vidutiniškai 0,189 kg fosforo ir 1,201 kg kalio. Dėl tręšimo derinių įtakos įvairuojant azoto, fosforo ir kalio kiekiams gumbuose, keitėsi ir N : P : K santykis. Vienam kilogramui gumbuose sukaupto azoto tenkantis fosforo kiekis, tręšiant kartu NP, PK ir NK elementais, sumažėjo 19,6–27,5%, kalio – 10,6–13,7%, lyginant su netręštų bulvių gumbuose esančiu N : P : K santykiu. Kadangi tręšiant subalansuotai NPK trąšomis didėjo gumbuose sukauptų visų maisto elementų kiekis, tai jų santykis kito mažiausiai.

Tyrimų metais abiejose vietovėse darytuose tyrimuose trąšos veikė efektyviai ir visais atvejais iš esmės didino bulvių gumbų

4 lentelė. Azoto, fosforo ir kalio koncentracija bulvių gumbuose vegetacijai pasibaigus (sausioje medžiagoje %)

Table 4. Concentration of nitrogen, phosphorus and potassium in the dry matter of potato tubers at the end of the vegetation period

Perloja, 2001–2005 m. vidutiniai duomenys / Average data

Variantas / Treatment	Koncentracija / Concentration					
	N		P		K	
	$x \pm S\bar{x}$	V%	$x \pm S\bar{x}$	V%	$x \pm S\bar{x}$	V%
Netręšta / Not fertilised	1,64 ± 0,066	14,0	0,31 ± 0,019	20,6	1,97 ± 0,094	16,6
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	1,83 ± 0,058	11,0	0,25 ± 0,014	19,3	1,96 ± 0,096	17,0
P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	1,88 ± 0,091	16,8	0,28 ± 0,022	26,9	2,02 ± 0,086	14,7
N <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	1,97 ± 0,116	20,4	0,30 ± 0,027	31,4	2,04 ± 0,149	25,3
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	1,76 ± 0,111	21,8	0,31 ± 0,032	35,9	2,08 ± 0,125	20,7

derlių (5 lentelė). Dotnuvoje atskirais metais gautas nevienodas derliaus priedas: mažiausias jis buvo 2001 metais (22,2–46,2%), didžiausias – 1998 metais (23,7–98,5%). Trejus metus gausiausią gumbų derlių subrandino kompleksinėmis trąšomis tręštos bulvės. Vidutiniais duomenimis, kompleksinės trąšos davė 53,9%, vienanarės trąšos su KCl – 38,7%, o su  $K_2SO_4$  – 25,0% didesnį derlių. Didžiausias prekinių gumbų derlius trejus metus iš ketverių tirtųjų vėlgi buvo tręšiant kompleksinėmis trąšomis ir siekė 58,9–72,0% bendrojo derliaus.

Perlojoje bulves tręšiant maisto elementų deriniais, kuriuose buvo azoto – NP, NK ir NPK – nuo trąšų vidutinis bulvių gumbų derliaus priedas buvo atitinkamai 37,0, 44,1 ir 43,3% didesnis, lyginant su netręštaisiais laukeliais. Mažiausias derliaus priedas – 16,5% – išaugintas bulves netręšiant azotu, tik PK trąšomis.

Įvertintas bulvių gumbų derliaus ryšys su bulvių antžeminės dalies bei gumbų chemine sudėtimi (6 lentelė). Ryšiui aprašyti taikytas daugianarės regresijos metodas. Dotnuvos tyrimuose stipresnis ir visais atvejais statistiškai patikimas ryšys nustatytas

#### 5 lentelė. Bulvių gumbų derlius $t\ ha^{-1}$

Table 5. Yield of potato tuber  $t\ ha^{-1}$

Dotnuva, 1998–2001 m., Perloja, 2002–2005 m.

Tręšimas / Fertilisation	Derlius / Yield				$x \pm S\bar{x}$ 4 metų	V%
	Dotnuva					
	1998	1999	2000	2001	$x \pm S\bar{x}$ 4 years	
1. Netręšta / Not fertilised	13,5	21,2	16,5	25,2	$19,1 \pm 2,58$	27,0
2. NPK–13 : 10 : 15	26,8	31,0	26,3	33,3	$29,4 \pm 1,69$	11,5
3. KCl+ amonio salietra + superfosfatas / Ammonia nitre + superphosphate	18,3	28,4	24,0	35,4	$26,5 \pm 3,61$	27,2
4. $K_2SO_4$ + amonio salietra + superfosfatas / Ammonia nitre + superphosphate	16,7	25,9	22,7	34,6	$25,0 \pm 3,73$	29,9
$R_{05}$	5,98	2,22	2,20	1,66	3,47	
Perloja						
	2002	2003	2004	2005		
1. Netręšta / Not fertilised	9,0	19,0	12,5	10,2	$12,7 \pm 2,22$	35,1
2. $N_{90}P_{90}$	12,9	23,5	16,2	17,1	$17,4 \pm 2,22$	25,5
3. $P_{90}K_{120}$	11,0	22,7	13,0	12,4	$14,8 \pm 2,68$	36,3
4. $N_{90}K_{120}$	14,4	24,5	15,6	18,6	$18,3 \pm 2,24$	24,5
5. $N_{90}P_{90}K_{120}$	14,3	24,3	16,2	18,0	$18,2 \pm 2,16$	23,7
$R_{05}$	1,21	1,35	0,69	2,36	1,53	

#### 6 lentelė. Bulvių gumbų derliaus ( $y, t\ ha^{-1}$ ) ryšys ( $y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3$ ) su azoto ( $x_1$ ), fosforo ( $x_2$ ) ir kalio ( $x_3$ ) koncentracija % augaluose baigiant žydėti bei vegetacijos pabaigoje

Table 6. Relationship ( $y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3$ ) between yield of potato tuber ( $y, t\ ha^{-1}$ ) and nitrogen content ( $x_1, \%$ ), phosphorus content ( $x_2, \%$ ), potassium content ( $x_3, \%$ ) at the end of flowering stage and at the end of vegetation period

NPK kiekis bulvių dalyse / NPK content in potato parts	Regresijos lygtis / Regression equation	R	dxy
Dotnuva, 1998–2001 m. average data			
Žydėjimo pabaigoje / At the end of flowering stage			
Gumbuose / In tubers	$y_1 = -7,87 + 13,078x_1 + 14,290x_2 + 5,423x_3$	0,87**	75,9
Bulvienojuose / In the haulm	$y_1 = 6,89 + 0,377x_1 + 19,493x_2 + 4,279x_3$	0,71**	50,7
Smulkiose šaknelėse / In small roots	$y_1 = 7,82 + 4,036x_1 - 11,358x_2 - 8,538x_3$	0,77*	59,2
Vegetacijos pabaigoje / At the end of vegetation period			
Gumbuose / In tubers	$y_1 = 20,83 - 7,193x_1 + 63,397x_2 + 1,210x_3$	0,39	15,0
Bulvienojuose / In the haulm	$y_1 = 39,35 + 18,728x_1 - 195,338x_2 - 16,566x_3$	0,81*	66,2
Smulkiose šaknelėse / In small roots	$y_1 = 82,056 - 22,882x_1 - 28,331x_2 - 47,245x_3$	0,65	42,5
Perloja, 2001–2005 m. average data			
Gumbuose vegetacijos pabaigoje / In tubers at the end of vegetation period			
Netręšta / Not fertilised	$y = -10,84 + 3,481x_1 + 19,566x_2 + 5,955x_3$	0,73	52,8
$N_{90}P_{90}$	$y = -0,13 - 0,299x_1 - 6,085x_2 + 10,112x_3$	0,82*	67,9
$P_{90}K_{120}$	$y = 12,76 - 2,835x_1 - 28,459x_2 + 7,619x_3$	0,61	36,7
$N_{90}K_{120}$	$y = 11,69 - 1,603x_1 - 5,832x_2 + 5,672x_3$	0,71	50,4
$N_{90}P_{90}K_{120}$	$y = 3,57 + 0,087x_1 - 16,441x_2 + 9,464x_3$	0,77	58,9
Vid. tręštuose ploteliuose / Average in fertiliz. plots	$y = 6,74 - 1,076x_1 - 11,761x_2 + 7,849x_3$	0,64**	37,2

\* Bulvienojuose ir smulkiose šaknelėse – 2 metų duomenys, gumbuose – 4 metų duomenys.

bulvių žydėjimo pabaigoje nei subrendusiose bulvėse, kuomet tiriamosios medžiagos ėminiai buvo imami prieš derliaus kasimą. Cheminės sudėties parametrų sąveikos efekto analizė rodo, kad bulvėms žydint bulvienojuose ir augančiuose gumbuose didėjanti azoto, fosforo ir kalio koncentracija patikimai didino gumbų derlių. Tarp minėtų rodiklių visais atvejais nustatyta stipri ir 95% bei 99% tikimybės lygyje patikima koreliacija. Azoto, fosforo ir kalio kiekis, sukauptas iki bulvių žydėjimo pabaigos gumbuose, lėmė 75,9%, o sukauptas bulvienojuose – 50,7% derliaus duomenų variacijos. Smulkiose šaknelėse žydėjimo pabaigoje esantis fosforo ir kalio kiekis turėjo neigiamą įtaką gumbų derliui, o azoto kiekis jose palankiai veikė gumbų augimą.

Vegetacijos pabaigoje atskirų bulvių dalių cheminės sudėties ir derliaus koreliacija Dotnuvos tyrimuose įvairavo plačiose ribose – nuo silpnos iki stiprios ( $r = 0,39-0,81^*$ ), tačiau patikimas 95% tikimybės lygyje ryšys nustatytas tik tarp derliaus ir bulvienojuose esančių azoto, fosforo ir kalio kiekių. Bulvienoju cheminė sudėtis derliaus kasimo metu lėmė 66,2% gumbų derliaus duomenų kitimo.

Perlojoje nustatytas bulvių gumbų cheminės sudėties ir gumbų derliaus ryšys buvo nuo vidutinio iki stipraus ( $r = 0,61-0,82^*$ ), tačiau tik 1 / 3 tirtųjų atvejų statistiškai patikimas ne žemesniame kaip 95% tikimybės lygyje. Vidutiniais duomenimis, skirtingų tręšimo mineralinėmis trąšomis derinių fone augintų bulvių vegetacijos pabaigoje gumbų cheminės sudėties rodiklių sąveikos efekto analizė rodo, kad mažėjant azoto ir fosforo koncentracijai, o kalio sukauptam daugiau, patikimai didėjo gumbų derlius. Gumbų cheminė sudėtis turėjo įtakos 37,2% gumbų derliaus duomenų įvairovei.

## IŠVADOS

1. Žydėjimo tarpsnyje ir derliaus nuėmimo metu bulvių gumbų, bulvienoju bei smulkių šaknelių azotingumas, fosforingumas ir kalingumas yra susieti su mitybos lygiu, tačiau kinta palyginti nežymiai.

2. Didesnė maisto elementų koncentracija bulvių dalyse nustatyta žydėjimo tarpsniu nei vegetacijos pabaigoje. Didžiausia azoto koncentracija buvo bulvienojuose. Bulvėms žydint bulvienojuose buvo sukaupta daugiausiai kalio, kuris bulvėms bręstant perėjo į gumbus.

3. Kompleksinėmis trąšomis tręštų bulvių visose dalyse žydėjimo metu buvo sukaupta daugiau fosforo ir kalio, o derliaus kasimo metu šių elementų koncentracijų didžiausios vertės išliko bulvių gumbuose, lyginant su kalio chloridu (KCl) bei kalio sulfatu ( $K_2SO_4$ ) tręštais augalais. Azoto kiekis dėl skirtingų trąšų įtakos mažai keitėsi.

4. Dauguma atvejų didesnis N, P, K kiekis prieš derliaus kasimą likęs bulvienojuose ir smulkiose šaknelėse  $\frac{2}{3}$  atvejų tendencingai mažino gumbų derlių.

5. Gumbų cheminė sudėtis vegetacijos pabaigoje koreliavo su derliaus dydžiu. Dotnuvoje šis ryšys buvo silpnas ir statistiškai patikimas žemesniame nei 95% tikimybės lygyje ( $r = 0,39$ ), Perlojoje – nuo vidutinio iki stipraus ( $r = 0,61-0,82^*$ ), tačiau 1 / 3 atvejų statistiškai patikimas 95% tikimybės lygyje.

## Literatūra

1. Antanaitis Š., Švedas A. Bulvių derliaus ir cheminių elementų koncentracijos gumbuose ryšys su dirvožemio agrocheminėmis savybėmis // Žemdirbystė. LŽI ir LŽŪU mokslo darbai. 2000. T. 70. P. 33–47.
2. Danilčenko V. Trąšų formų įtaka skirtingų veislių bulvių gumbų derliui ir jo kokybei. Daktaro disertacijos santrauka. 1998. 17 p.
3. Kadaja J. Influence of fertilisation on potato growth functions // Agronomy Research. 2004. Vol. 2(1). P. 49–55.
4. Kupčinskas V., Baniūnienė A., Žekaitė V. ir kt. Meteorologinių veiksnių įtaka ankstyvųjų bulvių krakmolingumui priemėliuose // Žemės ūkio mokslai. 2005. Nr. 3. P. 18–28.
5. Locascio S., Rhue R. Phosphorus and micronutrient sources for potato // American Potato Journal. 1990. Vol. 67. N 4. P. 217–226.
6. Makaravičiūtė A. Tręšimo įtaka bulvių derliui ir krakmolo bei sausųjų medžiagų kiekiui gumbuose // Žemės ūkio mokslai. 2003. Nr. 2. P. 35–42.
7. Meyer R., Marcum D. Potato yield, petiole nitrogen, and soil nitrogen response to water and nitrogen // Agronomy Journal. 1998. Vol. 90. P. 420–429.
8. Reis J., Monnerat P. Nutrient concentrations in potato stem, petiole and leaflet in response to potassium fertilizer // Scientia Agricola. 2000. Vol. 57. N 2. P. 251–255.
9. Repšienė R., Mineikienė V. Meteorologinių sąlygų ir skirtingų žemdirbystės sistemų įtaka bulvių 'Mirta' gumbų liogotumui ir derlingumui // Žemės ūkio mokslai. 2006. Nr. 3. P. 16–25.
10. Simanavičienė O., Mažvila J., Vaišvila Z. ir kt. Skirtingais būdais apskaičiuotų NPK trąšų normų, mėšlo ir šiaudų veiksmingumo palyginimas sėjomainoje // Žemdirbystė. LŽI ir LŽŪU mokslo darbai. 2001. T. 75. P. 14–28.
11. Staugaitis G., Kučinskas J., Petrauskienė R. ir kt. Trąšų įtaka ankstyvosios bulvėms // Sodininkystė ir daržininkystė. 2006. T. 25(1). P. 25–37.
12. Švedas A. Žemės ūkio derliaus priklausomumas nuo dirvožemio agrocheminių savybių. Dotnuva, 1996. 76 p.
13. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT iš paketo „Selekcija“. Akademija, 2003. 60 p.
14. Timlin D., Rahman L., Baker J. et al. Whole plant photosynthesis, development and carbon partitioning in potato as a function of temperature // Agronomy Journal. 2006. Vol. 98. P. 1195–1203.
15. Trawczynski C. The influence of the method of urea application on the content of N-mineral in the soil and the yielding of potato // Annales Universitatis M. Curie-Skłodowska. 2004. Vol. 59. N 1. Sec. E. P. 687–696.
16. Vos J. Split nitrogen application in potato: effects of accumulation nitrogen and dry matter in the crop and on the soil nitrogen budget // Journal of Agricultural Sciences. 1999. Vol. 133. P. 263–274.
17. Westermann D. T., James D., Tindall T. et al. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: sugars and starch // American Potato Journal. 1994. Vol. 71. P. 433–454.

Daiva Janušauskaitė, Vilma Žėkaitė

**VARIATION OF POTATO CHEMICAL COMPOSITION  
DURING THE GROWING SEASON AND ITS  
RELATIONSHIP WITH TUBER YIELD**

*S u m m a r y*

Field experiments were carried out at the Lithuanian Institute of Agriculture (LIA) in Dotnuva on an *Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol* and at LIA's Perloja Research Station on a *Hapli-Albic Luvisol*. Seeking to estimate the contents of nitrogen, phosphorus, and potassium accumulated in the vegetative parts of potatoes in different soils and at different fertilisation levels at the end of flowering and at harvesting and to identify their relationship with starch content in potato tubers and starch yield, data of 8 experimental years were analysed by the methods of correlation and regression. Both complex granulated and powdered one-component fertilisers were effective. On a light loam

in Dotnuva they increased the yield by 22.2–98.5%, while on a sandy loam in Perloja different combinations of NPK fertilisers increased the yield by 16.5% to 44.1%. Higher concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium in separate parts of potatoes were determined at the end of potato flowering, whereas the highest nitrogen concentrations were accumulated in potato tops both at flowering and at the end of the growing season. The article also provides a comparison of the chemical composition of potatoes treated with different fertiliser rates. A higher NPK content present in potato tops and small rootlets before harvesting tended to reduce tuber yield in 2/3 of the cases. The correlation between the chemical composition of the harvested tubers and tuber yield ranged from weak ( $r = 0.39$ ) in Dotnuva to moderate and strong ( $r = 0.61-0.82^*$ ) in Perloja.

**Key words:** potatoes, nitrogen, phosphorus and potassium concentration, yield