

# I skyrius. AUGALININKYSTĖ IR AGROCHEMIJA

ISSN 1392–3196

Žemdirbystė, t. 94, Nr. 3 (2007), p. 3–17

UDK 633/635:(631.55+633.15):631.8

## AUGALŲ DERLIAUS IR JO KOKYBĖS PRIKLAUSOMUMAS NUO ILGALAIKIO TRĖŠIMO AZOTU, FOSFORU IR KALIU SMĖLINGAME PRIEMOLYJE

Jonas MAŽVILA<sup>1</sup>, Zigmas VAIŠVILA<sup>1,2</sup>, Jonas ARBAČIAUSKAS<sup>1</sup>,  
Tomas ADOMAITIS<sup>1</sup>, Antanas ANTANAITIS<sup>1</sup>, Jadvyga LUBYTE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lietuvos žemdirbystės institutas  
Savanorių pr. 287, Kaunas  
El. p. agrolab@agrolab.lt

<sup>2</sup>Lietuvos žemės ūkio universitetas  
Studentų g. 11, Akademija, Kauno rajonas  
El. p. zigmas.vaisvila@lzuu.lt

### Santrauka

Straipsnyje pateikiami Skėmiuose (Radviliškio r.) pagal 45 variantų schemą sekliai bei giliau karbonatingame giliau glėjiškame moreninės kilmės smėlingo, lengvo priemolio rudžemyje (RDg4-k1;k2), 2003–2006 metais darytų tyrimų duomenys. Tirtos septynios (įskaitant nulinę) azoto, fosforo ir kalio trąšų normos, kurios keitėsi nuo 30 iki 180 kg ha<sup>-1</sup>.

Ilgalaikiuose bandymuose, augalų netrešiant mėšlu, nuo mineralinių trąšų cukrinių runkelių 'Kassandra' šakniavaisių derlius padidėjo nuo 24,6 iki 67,2 t ha<sup>-1</sup>, miežių 'Barke' grūdų – nuo 1,68 iki 4,32 t ha<sup>-1</sup>, vienamečių žolių sausųjų medžiagų – nuo 2,15 iki 8,83 t ha<sup>-1</sup>, žieminių kviečių 'SV Maxi' grūdų – nuo 2,66 iki 5,35 t ha<sup>-1</sup>, o vidutinis sėjomainos produktyvumas – nuo 48,6 iki 122,6 GJ ha<sup>-1</sup>. Patręšus 180 kg ha<sup>-1</sup> azoto, fosforo ir kalio trąšomis, vidutinis keturlaukės sėjomainos produktyvumas padidėjo 75 GJ ha<sup>-1</sup>, arba 157 %, tačiau, vengiant gamtos teršimo, augalus reikėtų tręšti mažesnėmis trąšų normomis – N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>.

Vertinant pagal šakniavaisių derliuje sukaupią cukraus kiekį, runkelius labiausiai apsimokėjo tręšti N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub>. Tręšiant miežius 60–90 kg ha<sup>-1</sup> azoto, visuose variantuose (išskyrus N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>0</sub> variantą) miežių grūdai buvo tinkami salyklui, nes baltymų kiekis grūduose svyravo nuo 8,25 iki 10,31 %. Krakmolo kiekiui grūduose NPK trąšų normos ir santykiniai didesnės įtakos neturėjo. Nors didžiausias žalių baltymų kiekis sukauptas vienamečių žolių derliuje patręšus jas N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub>, tačiau, įvertinant aplinkos taršą ir ekonominę trąšų apsimokėjimą, azoto normą galima sumažinti iki 90 kg ha<sup>-1</sup>. Didžiausias (5,35 t ha<sup>-1</sup>) grūdų derlingumas buvo bandymo laukeliuose, kuriuose žieminiai kviečiai tręšti azotu, fosforu ir kaliu po 120 kg ha<sup>-1</sup>. Baltymų kiekis kviečių grūdų derliuje daugiausia padidėjo (406 kg ha<sup>-1</sup>, arba 161 %) ir siekė 658 kg ha<sup>-1</sup>, kai žieminiai kviečiai buvo tręšti N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> normomis.

Mineralinių NPK trąšų sąveikos teigiama įtaka buvo ryškesnė naujų veislių augalams negu anksčiau tame pačiame bandyme augintų senesnių veislių augalams.

Reikšminiai žodžiai: ilgalaikis tręšimas azotu, fosforu ir kaliu, augalų derlius, derliaus kokybė.

## **Ivadas**

Tobulinant žemės ūkio augalų tręšimo sistemą, sėjomainoje svarbią vietą užima trąšų efektyvumo tyrimai ilgalaikiuose bandymuose /Nilson, 1993; Jaakkola ir kt., 1996/. Jais nustatomas ne tik mineralinių trąšų poveikis žemės ūkio augalų derliui, jo kokybei, maisto medžiagų balansui, bet ir dirvožemio agrocheminių rodiklių pokyčiams, klojami moksliniai pagrindai žemės ūkio augalų tręšimo sistemai, užtikrinančiai didelį sėjomainos produktyvumą, ir atitinkančiai gamtos saugos reikalavimus. Bandymuose, kuriuose sistemingai ilgai naudojamos mineralinės trąšos, labiau negu trumpalaikiuose bandymuose, išryškėja žemės ūkio augalų poreikis maisto medžiagų, jų tarpusavio priklausomybė, skatinanti šių medžiagų asimiliavimą /Poulton, 1996/. Kaip pažymi A. Kumaras ir D.S. Yadavas /2001/, 20 metų tyrimų duomenys parodė, kad subalansuota ir pakankama žemės ūkio augalų mityba azotu ir kaliumu yra pagrindinė jų derliaus padidinimo ir dirvožemio derlingumo išsaugojimo sąlyga.

Lietuvoje atliktais sėjomaininiais bandymais sukaupta gausi tyrimų medžiaga, kuri daugiausia apima organinių ir mineralinių trąšų tarpusavio palyginimo ir šių trąšų derinimo klausimus /Greimas, Janušienė, 1994; Tripolskaja, 1994; Plesevičienė, Gužys, 1997; Krištaponytė, 2002/. Tačiau šiuo metu šalyje yra likusių nedaug ilgalaikių (daugiau kaip 30 metų) bandymų, kuriuose būtų tiriamas skirtingų mineralinių trąšų normų ir maisto medžiagų santykio vaidmuo žemės ūkio augalams, nustatant su trąšomis patenkančių augalų maisto medžiagų tarpusavio sąveikos reikšmę jų derliui, kokybei ir dirvožemio savybėms. Vienas iš tokių bandymų nuo 1971 metų atliekamas Skėmiuose (Radviliškio r.) smėlingo priemolio rudžemyje.

Taip pat būtina pažymėti, kad esamos tręšimo rekomendacijos buvo parengtos atlikus tyrimus su senesnių veislių žemės ūkio augalais, todėl žemės ūkio praktikoje įdiegus naujas veisles, rekomendacijas būtina tobulinti. Trąšų poveikis žemės ūkio augalams priklauso ne tik nuo maisto medžiagų kiekio, esančio dirvožemyje, tačiau ir nuo auginamų augalų morfologinių ir fiziologinių požymių /Mengel, 1983/. Naujų, intensyvių veislių žemės ūkio augalų poreikis maisto medžiagų, ypač azoto ir fosforo, yra didesnis negu senesnių veislių augalų. Pakistane atliktais tyrimais nustatyta, kad azoto trąšų įtaka skirtingų veislių maistinių kviečių derliui ir jo kokybei buvo skirtinga /Igtidar ir kt., 2006/.

Tyrimų tikslas – ilgalaikiais tyrimais sekiai ir giliau karbonatingame, giliau glėjiškame smėlingo priemolio rudžemyje nustatyti mineralinių trąšų normas ir jų optimalų santykį perspektyvių, naujesnių žemės ūkio augalų veislių geram ir kokybiškam derliui gauti.

## **Tyrimų metodai ir sąlygos**

Tyrimai daryti 1971 metais įrengtame bandyme Skėmiuose (Radviliškio r.) pagal 45 variantų schemą. Straipsnyje nagrinėjami 2003–2006 metų tyrimų duomenys. Variantai išdėstyti blokuose, dviem pakartojimais. Tirtos septynios (įskaitant nulinę) azoto, fosforo ir kalio trąšų normos (1 lentelė). Viena azoto, fosforo ir kalio trąšų norma – 30 kg ha<sup>-1</sup> N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ir K<sub>2</sub>O. Todėl bandymo schemoje šių trąšų normos keitėsi nuo 30 iki 180 kg ha<sup>-1</sup>.

Bandyme 2003 m. auginti: cukriniai runkeliai 'Kassandra'; 2004 m. – vasariniai miežiai 'Barke'; 2005 m. – vienametės žolės žaliai pašarui, kurias sudarė vikiai 'Kuršiai' ir avižos 'Jaugila' ir 2006 m. – žieminiai kviečiai 'SV Maxi'.

**I lentelė.** Bandyto schema  
**Table 1.** Experimental design

I pakartojimas / replication					II pakartojimas / replication				
303*	063	633	111	242	115	442	330	000	366
606	366	330	515	333	555	244	036	606	063
000	660	036	551	224	151	222	633	303	660
336	300	666	155	444	333	424	363	336	006
033	603	363	115	422	511	224	666	630	300
630	006	060	511	222	551	333	060	033	603
360	636	600	333	442	155	444	003	066	636
066	030	306	155	424	111	242	306	360	333
663	333	003	555	244	515	422	600	663	030

\* Šimtai rodo azoto, dešimtys – fosforo, o vienetai – kalio trąšų normas / hundreds are representing nitrogen, tens – phosphorus and ones – potassium fertilisation rates kg ha<sup>-1</sup>

Visiems sėjomainoje augintiems augalams mineralinės trąšos buvo bertos prieš priešsėjinį dirvos kultivavimą, išskyrus žieminius kviečius, kurie azotu buvo tręšti pavasarį – atsinaujinus augalų vegetacijai. Naudotos šios mineralinių trąšų formos: azoto – amonio salietra, fosforo – granuliuotas superfosfatas, kalio – granuliuotas kalio chloridas.

Bendras bandymų laukelio dydis – 54 m<sup>2</sup> (9×6). Variantų pakartojimai – du.

Dirvožemis – sekliai bei giliau karbonatingas giliau glėjiškas moreninės kilmės smėlingo, lengvo priemolio ( $\frac{sp}{sp}$ ) rudžemis (RD g4-k1;k2). Jo ariamasis sluoksnis, prieš pradėdant sėjomainos rotaciją 2003 m., buvo artimo neutraliam rūgštumo arba net šarmiškas (pH<sub>KCl</sub> 6,5–7,2), mainų kationų (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>) – 136,7 mekv. kg<sup>-1</sup>, mažo hidrolizinio rūgštumo, gausiai prisotintas bazėmis. Judriojo fosforo, priklausomai nuo anksčiau bandyme naudotų trąšų normų, svyravo nuo 65 iki 360, o judriojo kalio – nuo 104 iki 176 mg kg<sup>-1</sup>, humuso – 2,34–2,62 %.

Dirvožemio cheminės analizės atliktos šiais metodais: pH – 1N KCl ištraukoje potenciometriniai; judrieji P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ir K<sub>2</sub>O – Egnerio-Rimo-Domingo (A-L) metodu; mainų kationai – amonio acetate.

Augalų analizės atliktos šiais metodais: sausosios medžiagos – džiovinant +105 °C iki pastovaus svorio; baltymai – Bernšteino; cukrus cukrinių runkelių šakniavaisiuose – poliarimetriniu; tirpūs pelenai cukrinių runkelių šakniavaisiuose – 10 % HCl ištraukoje; glitimas kviečių grūduose – GOST 13586-1-68; krakmolai grūduose – poliarimetriniu; kritimų skaičius – prietaisu 1500 FUNGAL.

Augalų derlius įvertintas apykaitos energija /Jankauskas ir kt., 1999/.

Duomenų dispersinė ir koreliacinė-regresinė analizės atliktos rekomenduojamais metodais /Clewer, Scarisbrick, 2001/.

## Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

**Mineralinių trąšų normų ir maisto medžiagų santykio įtaka cukriniams runkeliams.** Ankstesniais metais šiame bandyme auginus senesnių veislių cukrinius runkelius, jų derlius, priklausomai nuo tręšimo, gautas 27,2–43,5 t ha<sup>-1</sup>, o šakniavaisių cukringumas dėl azoto trąšų sumažėjo nuo 17,5 iki 15,1 % /Vaišvila, 1996/.

Cukriniams runkeliams 'Kasandra' mineralinės trąšos buvo dar efektyvesnės – nuo jų šakniavaisių derlius padidėjo net 42,6 t ha<sup>-1</sup>, arba 173 % (2 lentelė). Toks derliaus priedas gautas, kai cukriniai runkeliai buvo tręšiami didžiausiomis NPK trąšų normomis, t. y. – N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub>. Tačiau fosforo ir kalio trąšų normas sumažinus iki 90 kg ha<sup>-1</sup> šakniavaisių derlius iš esmės nesumažėjo. Faktiniai tyrimų duomenys ir jų regresinė analizė rodo, kad azoto, fosforo arba kalio trąšų veiksmingumas labai padidėjo dėl jų tarpusavio sąveikos. Atlikus regresinę analizę, nustatyta teigiama azoto-fosforo, azoto-kalio ir fosforo - kalio trąšų tarpusavio sąveika (11 lentelė).

**2 lentelė.** Mineralinių trąšų normų ir maisto medžiagų santykio įtaka cukrinių runkelių šakniavaisių derliui

**Table 2.** The effect of mineral fertiliser rates and nutrient ratio on sugar beet root yield

		Trąšų norma kg ha <sup>-1</sup> / Fertiliser rate kg ha <sup>-1</sup>						
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O						
		0	30	60	90	120	150	180
		Šakniavaisių derliaus priedas t ha <sup>-1</sup> / Root yield increase t ha <sup>-1</sup>						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	24,6/-			23,6/-			25,2/0,6
0	90	30,0/5,4			30,8/6,2			35,4/10,8
	180	28,9/4,3			32,6/8,0			33,4/8,8
30	30		36,0/11,4				42,4/17,8	
	150		37,3/12,6				40,6/16,0	
60	60			42,2/17,7		45,0/20,4		
	120			45,4/20,8		46,5/21,9		
90	0	25,4/0,8			30,7/6,1			35,4/10,8
	90	39,1/14,5			47,4/22,8			55,4/30,8
	180	39,4/14,8			48,4/23,8			53,6/29,0
120	60			48,6/24,0		50,5/25,9		
	120			51,8/26,9		56,2/31,6		
150	30		44,4/19,8				46,8/22,2	
	150		49,2/24,6				59,1/34,5	
180	0	32,8/8,2			34,6/10,0			25,8/1,2
	90	40,0/15,4			57,6/33,0			60,4/35,8
	180	40,0/15,4			64,2/39,6			67,2/42,6

R<sub>05</sub> / LSD<sub>05</sub> (šakniavaisių derlius / sugar beet root yield) = 6,7

3 ir 4 lentelės duomenimis, cukrinių runkelių šakniavaisiai pasižymėjo dideliu cukringumu ir mažu alfa amino azoto kiekiu. Didžiausias (>21 %) šakniavaisių cukringumas nustatytas patręšus cukrinius runkelius mažomis (30–60 kg ha<sup>-1</sup>) azoto ir viduti-

nėmis bei didelėmis fosforo ir kalio trąšų normomis. Kiek ryškesnis cukringumo sumažėjimas ir alfa amino-azoto kiekio padidėjimas šakniavaisiuose nustatytas patėrus runkelius 180 kg ha<sup>-1</sup> azoto trąšų normomis.

**3 lentelė.** Mineralinių trąšų normų ir maisto medžiagų santykio įtaka cukrinių runkelių šakniavaisių cukringumui ir baltojo cukraus kiekiui

**Table 3.** The effect of mineral fertiliser rates and nutrient ratio on sugar beet root sugar content and white sugar yield

		Trąšų normos kg ha <sup>-1</sup> / Fertiliser rate kg ha <sup>-1</sup>						
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O						
		0	30	60	90	120	150	180
		Šakniavaisių cukringumas % / Sugar content in roots %						
		Baltojo cukraus kiekis t ha <sup>-1</sup> / White sugar content t ha <sup>-1</sup>						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	<u>20.0</u>			<u>20.2</u>			<u>20.4</u>
		4,00			3,89			4,21
	90	<u>19.9</u>			<u>21.0</u>			<u>20.1</u>
		4,86			5,32			5,80
	180	<u>20.5</u>			<u>20.2</u>			<u>20.6</u>
		4,79			5,37			5,64
30	30		<u>19.2</u>				<u>21.1</u>	
			5,83				7,37	
	150		<u>20.9</u>				<u>21.0</u>	
			6,41				7,02	
60	60			<u>20.4</u>		<u>21.1</u>		
				7,04		7,83		
	120			<u>20.2</u>		<u>20.9</u>		
				7,49		6,46		
90	0	<u>20.2</u>			<u>18.8</u>			<u>20.5</u>
		4,35			4,33			5,74
	90	<u>20.1</u>			<u>20.1</u>			<u>20.2</u>
		6,57			7,14			7,74
	180	<u>19.8</u>			<u>20.3</u>			<u>20.9</u>
		5,51			6,83			8,22
120	60			<u>20.3</u>		<u>20.1</u>		
				6,88		7,59		
	120			<u>19.9</u>		<u>20.3</u>		
				7,00		8,47		
150	30		<u>19.8</u>				<u>20.4</u>	
			6,08				7,54	
	150		<u>20.0</u>				<u>20.2</u>	
			7,55				8,62	
180	0	<u>19.0</u>			<u>19.8</u>			<u>18.8</u>
		5,17			6,97			5,61
	90	<u>19.4</u>			<u>19.9</u>			<u>19.5</u>
		6,46			7,99			8,87
	180	<u>19.2</u>			<u>19.3</u>			<u>19.8</u>
		6,37			8,29			9,35

R<sub>05</sub> / LSD<sub>05</sub> (balto cukraus kiekis / white sugar content t ha<sup>-1</sup>) = 0,62

**4 lentelė.** Mineralinių trąšų normų ir maisto medžiagų santykio įtaka alfaamino azoto kiekiui cukrinių runkelių šakniavaisiuose

**Table 4.** The effect of mineral fertiliser rates and nutrient ratio on alpha-amino nitrogen content in sugar beet roots

Trąšų normos kg ha <sup>-1</sup> / Fertiliser rate kg ha <sup>-1</sup>				
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
		0	90	180
Alfaamino azotas % / Alpha-amino nitrogen %				
0	0	1,13		
	90	1,07		
	180	0,95		
90	0	1,60		
	90	1,17	1,55	1,37
	180	1,22		
180	0	1,96		
	90	1,72	1,47	
	180	1,86	1,87	1,96

Daugiausia baltojo cukraus (9,35 t ha<sup>-1</sup>) šakniavaisių derliuje susikaupė, kai runkeliai buvo tręšti N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> kg ha<sup>-1</sup> (3 lentelė). Panašus cukraus kiekis (skirtumai neesminiai) nustatytas sumažinus fosforo trąšų normą iki 90 kg ha<sup>-1</sup>. Todėl, vertinant pagal šakniavaisių derliuje sukauptą cukraus kiekį, runkelius geriausiai apsimokėjo tręšti N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub>. Būtina pažymėti, kad sukaupto cukraus kiekis derliuje priklauso ne vien tik nuo trąšų normų, bet ir jų tarpusavio sąveikos. Duomenų regresinė analizė rodo, jog baltojo cukraus išėigą skatino azoto-fosforo-kalio trąšų tarpusavio teigiama sąveika (11 lentelė).

**Vasariniai miežiai.** Kiekvienos trąšų rūšies efektyvumas miežiams žymiai padidėjo, kai jos buvo naudojamos derinyje su kitais dviem augalų maisto elementais (5 lentelė). Miežius patręšus vienpusiškai tik azoto, fosforo ir kalio po 90 kg ha<sup>-1</sup> veikliosios medžiagos, grūdų derlius gautas mažas – atitinkamai 1,82; 2,26 ir 2,20 t ha<sup>-1</sup>. Išbėrus 90 kg ha<sup>-1</sup> azoto P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> trąšų fone, miežių grūdų derlius padidėjo iš esmės – net 2,34 t ha<sup>-1</sup>. Patręšus po 90 kg ha<sup>-1</sup> fosforo arba kalio trąšų, kai jos buvo naudojamos kitų trąšų fone, taip pat gautas nemažas grūdų derliaus priedas – atitinkamai net 1,90 ir 1,96 t ha<sup>-1</sup>.

Tyrimų duomenis apdorojus pagal daugianarės regresijos lygtį, gautas stiprus (R = 0,91) miežių grūdų derliaus ryšys su azoto, fosforo ir kalio trąšų normomis bei jų sąveika (11 lentelė). Šios lygties parametrai rodo teigiamą azoto, fosforo ir kalio trąšų bei jų sąveikos įtaką miežių grūdų derliui.

Didžiausias – apie 4,30 t ha<sup>-1</sup> grūdų derlius gautas minėtame fone išbėrus 90 kg ha<sup>-1</sup> azoto, nors palyginti su 60 kg ha<sup>-1</sup> šių trąšų norma, derlius padidėjo neesminiai. Taigi, apibendrinus NPK trąšų įtakos miežių grūdų derliui tyrimus, galima teigti, kad tirtame dirvožemyje optimali trąšų norma yra N<sub>60-90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>.

Miežių, auginamų salyklui, svarbiausias kokybės reikalavimas – baltymų procentas, kuris salyklui skirtų miežių grūduose negali būti didesnis kaip 11,5 %. Miežiai salyklui netiko tik tada, kai jie buvo tręšiami pagal didžiausias, t. y. 180 kg ha<sup>-1</sup> azoto trąšų normas (6 lentelė).

**5 lentelė.** NPK normų ir santykio įtaka salyklinių miežių grūdų derliui  
**Table 5.** The effect of NPK rates and ratio on malting barley grain yield

		Trąšų norma kg ha <sup>-1</sup> / Fertiliser rate kg ha <sup>-1</sup>					
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O					
		0	30	60	90	120	150
		Grūdų derliaus priedas t ha <sup>-1</sup> / Grain yield increase t ha <sup>-1</sup>					
0	0	1,68/-			2,20/0,52		2,28/0,60
	90	2,26/0,58			2,42/0,74		2,17/0,49
	180	2,22/0,54			2,26/0,58		2,41/0,73
30	30	2,44/0,76					2,62/0,94
	150	2,63/0,95					2,78/1,10
60	60	3,44/1,76			3,86/2,18		
	120	3,59/1,91			3,87/2,19		
90	0	1,82/0,14			1,89/0,21		2,81/1,13
	90	2,76/1,08			4,16/2,48		3,91/2,23
	180	2,13/0,45			4,13/2,45		4,32/2,55
120	60	3,78/2,10			3,52/1,84		
	120	3,89/2,21			4,17/2,49		
150	30	2,52/0,84					3,21/1,53
	150	3,34/1,66					3,74/2,06
180	0	1,36/-			2,3/0,62		1,98/0,30
	90	1,9/0,22			3,16/1,48		3,84/2,16
	180	2,06/0,38			2,77/1,09		3,11/1,43

R<sub>05</sub> / LSD<sub>05</sub> (grūdų derlius / grain yield) = 0,41

**6 lentelė.** NPK normų ir santykio įtaka baltymų ir krakmolo kiekiui salyklinių miežių grūduose %

**Table 6.** The effect of NPK rates and ratio on protein and starch content in malting barley grain (%)

		Trąšų norma kg ha <sup>-1</sup> / Fertiliser rate kg ha <sup>-1</sup>		
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
		0	90	180
		Baltymai // krakmolas % / Protein // starch %		
0	0	9,44/54,7		
	90	8,25/56,8		
	180	8,31/55,5		
90	0	10,12/54,5		
	90	11,6/54,4		
	180	9,50/56,1		
180	0	12,5/53,6		
	90	12,94/54,7		
	180	12,94/54,3		

Kraskmolo kiekiui NPK trąšų normos ir santykiai didesnės įtakos neturėjo (6 lentelė). Kraskmolo kiekis svyravo nuo 53,6 iki 56,8 %; didžiausias svyravimas – 3,2 %, . Tręšiant salyklinius miežius didžiausiomis azoto trąšų normomis, kraskmolo kiekis nežymiai sumažėjo.

**Vienametės žolės.** 2005 metų tyrimų duomenimis, vienamečių žolių sausųjų medžiagų derliaus priklausomumo ryšys su azoto, fosforo ir kalio trąšų normomis bei jų tarpusavio santykiais labai stiprus –  $R = 0,89$  (11 lentelė). Be trąšų sausųjų medžiagų derlius gautas  $2,15 \text{ t ha}^{-1}$ , o patręšus žoles  $N_{150}P_{150}K_{150} - 8,83 \text{ t ha}^{-1}$  (7 lentelė). Daugiau nei  $8 \text{ t ha}^{-1}$  sausųjų medžiagų nustatyta iš laukelių, kur vienametėms žolėms skirtos ir mažesnės, t. y.  $N_{120}P_{120}K_{120}$ , trąšų normos.

Žalių baltymų kiekis sausosiose medžiagose labiausiai priklausė nuo vienamečių žolių tręšimo azoto trąšomis (7 lentelė). Daugiau nei 12 % žalių baltymų nustatyta sausosiose medžiagose, kai žolės buvo tręštos  $180 \text{ kg ha}^{-1}$  šių trąšų norma. Fosforo ir kalio trąšų poveikis mažiau ryškus ir ne visuomet dėsningas. Didžiausias žalių baltymų kiekis derliuje nustatytas patręšus vienametės žoles  $N_{150}P_{150}K_{150}$ . Palyginus su jų kiekiu, nustatytu netręštame lauke, žalių baltymų priedas sudarė  $790 \text{ kg ha}^{-1}$ , arba 364 %. Mažiau žalių baltymų –  $131 \text{ kg ha}^{-1}$ , arba 13 % vienamečių žolių derliuje sukaupta, kai jos buvo patręštos  $N_{120}P_{120}K_{120}$ .

**7 lentelė.** Mineralinių trąšų normų ir maisto medžiagų santykio įtaka vienamečių žolių derliui

**Table 7.** The effect of mineral fertiliser rates and nutrient ratio on the yield of annual grasses

		Trąšų normos $\text{kg ha}^{-1}$ / Fertiliser rate $\text{kg ha}^{-1}$						
		K <sub>2</sub> O						
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	30	60	90	120	150	180
		Sausųjų medžiagų derlius $\text{t ha}^{-1}$ / DM yield $\text{t ha}^{-1}$ / žali baltymai % / crude protein %						
0	0	2,15/10,1		2,96/10,1		2,92/12,5		
	90	2,92/10,7		3,29/9,12		2,94/10,2		
	180	3,23/9,14		2,79/11,1		2,91/10,8		
30	30	3,38/12,3				4,23/9,88		
	150	4,13/11,6				4,47/11,7		
60	60			5,12/11,1		5,56/9,25		
	120			5,30/10,2		6,24/9,25		
90	0	2,68/9,75		3,66/11,6		4,26/11,4		
	90	3,95/11,5		5,62/10,4		6,02/12,5		
	180	3,37/12,3		5,94/11,5		7,72/12,6		
120	60			6,31/11,4		7,23/11,6		
	120			6,47/11,5		8,14/10,6		
150	30	4,27/11,6				5,61/9,75		
	150	5,25/10,4				8,83/11,4		
180	0	3,34/13,0		4,31/12,3		3,83/12,6		
	90	3,51/13,8		5,52/14,1		7,82/12,4		
	180	4,19/12,1		6,50/12,8		7,89/12,3		

$R_{05} / LSD_{05}(\text{derlius} / \text{yield}) = 0,58$



**Žieminiai kviečiai.** Žieminių kviečių grūdų derlingumas priklausė nuo NPK trąšų normų ir maisto medžiagų tarpusavio santykio (8 lentelė). Vien nuo azoto trąšų (be fosforo ir kalio) grūdų derlius padidėjo tik 0,63–0,76 t ha<sup>-1</sup>, arba 24–28 %. Tačiau 90 kg ha<sup>-1</sup> azoto trąšų normą išbėrus P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> trąšų fone, grūdų derlingumas padidėjo 2,28 t ha<sup>-1</sup>, arba 77 %. Panaši foninio tręšimo įtaka nustatyta ir fosforo bei kalio trąšų veiksmingumui. Nustatyta teigiama azoto-fosforo-kalio trąšų tarpusavio sąveika (11 lentelė).

Didžiausias (5,35 t ha<sup>-1</sup>) grūdų derlingumas buvo tyrimų varianto laukelyje, kur žieminiai kviečiai tręsti po 120 kg ha<sup>-1</sup> azoto, fosforo ir kalio. Grūdų derlingumas, palyginti su netręštais laukeliais, padidėjo 2,69 t ha<sup>-1</sup>, arba 101 %. Už 1 kg NPK trąšų gautas 7,47 kg grūdų priedas. Panašus (5,23 t ha<sup>-1</sup>) kviečių grūdų derlingumas, besiskiriantis nuo maksimalaus mažiau nei esminio skirtumo riba, gautas patręšus kviečius mažesnėmis, t. y. N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> ir N<sub>90</sub>P<sub>180</sub>K<sub>90</sub> normomis. Taip tręštų kviečių grūdų derlingumas buvo 2,57 t ha<sup>-1</sup>, arba 97 % didesnis, palyginti su netręštų kviečių derlingumu. Už 1 kg NPK trąšų gautas 9,17 kg grūdų priedas.

**8 lentelė.** Mineralinių trąšų normų ir maisto medžiagų santykio įtaka žieminių kviečių derliui ir baltymingumui

**Table 8.** The effect of mineral fertiliser rates and nutrient ratio on winter wheat grain yield and protein content

		Trąšų norma kg ha <sup>-1</sup> / Fertiliser rate kg ha <sup>-1</sup>					
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O					
		0	30	60	90	120	150
		Grūdų derlius t ha <sup>-1</sup> / Grain yield t ha <sup>-1</sup> / baltymų kiekis kg ha <sup>-1</sup> / protein content kg ha <sup>-1</sup>					
0	0	2,66/252			2,48/239		3,23/219
	90	3,09/257			2,95/243		2,90/260
	180	2,86/251			2,86/273		2,76/265
30	30		4,23/451				4,36/382
	150		4,66/420				4,76/401
60	60			4,71/526		5,00/542	
	120			4,23/454		5,00/529	
90	0	3,29/328			2,29/236		3,71/382
	90	3,80/421			5,23/571		4,95/524
	180	3,71/392			5,33/577		4,81/517
120	60			5,00/620		5,14/636	
	120			4,95/592		5,35/658	
150	30		4,71/554				4,57/553
	150		4,62/517				5,23/602
180	0	3,42/320			2,90/319		2,14/218
	90	4,33/469			4,48/516		4,95/519
	180	4,00/464			4,28/460		5,19/544

R<sub>05</sub> / LSD<sub>05</sub> = 0,31/35,1

Ilgalaikiuose sėjomaininiuose bandymuose labai išryškėja NPK trąšų įtaka derliaus kokybei bei cheminiai sudėčiai. Žieminių kviečių grūdų kokybė ypač priklauso

nuo šlapiojo glitimo kiekio. Jis, kaip nurodo D. Janušauskaitė ir V. Mašauskas /2004/, yra glaudžiai susijęs su grūdų baltymingumu. Šiame bandyme mineralinės trąšos turėjo beveik vienodai įtakos šlapiojo glitimo, baltymų kiekiui ir kritimo skaičiui. Pagal 11-oje lentelėje pateiktos lygties koeficientus ir 9-oje lentelėje – faktinius duomenis, šlapiojo glitimo kiekiui labiausiai įtakos turėjo azoto trąšos ir jų sąveika su kalio trąšomis.

Žieminių kviečių grūdų derliuje sukauptą baltymų kiekį didino visos NPK trąšos, tačiau, kaip ir glitimą, daugiausiai – azoto trąšos ir jų sąveika su fosforo ir kalio trąšomis (8 lentelė). Dėl kviečių tręšimo sukauptų baltymų kiekis grūdų derliuje padidėjo 406 kg ha<sup>-1</sup>, arba 161 % ir siekė 658 kg ha<sup>-1</sup>. Tiek baltymų grūdų derliuje nustatyta, kai žieminiai kviečiai tręšti N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>.

**9 lentelė.** Mineralinių trąšų normų ir maisto medžiagų santykio įtaka glitimo kiekiui ir kritimo skaičiui žieminių kviečių grūduose

**Table 9.** The effect of mineral fertiliser rates and nutrient ratio on falling number and gluten content in winter wheat grain

		Trąšų norma kg ha <sup>-1</sup> / Fertiliser rate kg ha <sup>-1</sup>						
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O						
		0	30	60	90	120	150	180
		Glitimo % / Gluten % / kritimo skaičius / falling number						
0	0	21,2/280			20,4/289			21,0/291
	90	20,5/289			20,0/283			25,1/314
	180	23,8/242			23,0/309			24,0/277
30	30	28,2/343			22,1/322			
	150	18,3/330			16,4/313			
60	60	30,7/343			33,0/352			
	120	27,4/355			30,3/379			
90	0	33,6/362			30,9/329			35,2/381
	90	30,9/329			32,3/356			28,1/318
	180	35,2/381			31,4/364			30,2/378
120	60	32,6/349			35,8/361			
	120	32,7/341			36,0/382			
150	30	35,8/376			35,6/373			
	150	29,7/368			31,6/291			
180	0	25,7/268			32,9/336			29,7/306
	90	27,7/317			37,0/374			29,8/322
	180	30,8/362			26,4/299			30,1/314

R<sub>05</sub> / LSD<sub>05</sub> = 0,95/35

Apskaičiavus keturlaukėje sėjomainoje augintų cukrinių runkelių, miežių, viena-mečių žolių ir žieminių kviečių pagrindinės ir šalutinės produkcijos derlingumą apykaitos energija, nustatyta, kad daugiausia jos sukauptė cukriniai runkeliai, beveik tris kartus mažiau – žieminiai kviečiai, mažiausiai – miežiai ir vienametės žolės (10 lentelė).

**10 lentelė.** Mineralinių trąšų normų ir maisto medžiagų santykio įtaka apykaitos energijos kiekiui žemės ūkio augalų derliuje

**Table 10.** The effect of mineral fertiliser rates and nutrient ratio on metabolizable energy content in agricultural crop yield

Trąšų normos kg ha <sup>-1</sup> Fertiliser rate kg ha <sup>-1</sup>			Cukriniai runkeliai <i>Sugar beet</i>	Miežiai <i>Barley</i>	Vienametės žolės <i>Annual grasses</i>	Žieminiai kviečiai <i>Winter wheat</i>	Vidutiniškai per rotaciją <i>Per crop rotation in average</i>	Priedas nuo trąšų % <i>Increase due to fertilisers %</i>
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Apykaitos energija GJ ha <sup>-1</sup> / Metabolizable energy GJ ha <sup>-1</sup>					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	113,2	24,9	15,7	39,9	48,4	-
0	0	90	108,6	32,6	21,6	37,2	50,0	3
0	0	180	115,9	33,7	21,3	48,4	54,8	13
0	90	0	138,0	33,4	21,3	61,4	63,5	31
0	90	90	141,7	35,8	24,0	44,2	61,4	27
0	90	180	162,8	32,1	21,5	43,5	65,0	34
0	180	0	132,9	32,8	23,6	42,9	58,0	20
0	180	90	149,9	33,4	20,4	42,9	61,6	27
0	180	180	153,6	35,7	21,2	41,4	63,0	30
30	30	30	165,6	36,1	24,7	63,4	72,4	50
30	30	150	195,0	38,8	30,9	65,4	82,5	70
30	150	30	171,6	38,9	30,1	69,9	76,7	58
30	150	150	186,7	41,1	32,6	71,4	83,0	71
60	60	60	194,1	50,9	37,4	70,6	88,4	83
60	60	120	207,0	57,1	40,6	75,6	95,1	96
60	120	60	208,8	53,1	38,7	63,4	91,0	88
60	120	120	213,9	57,3	45,5	75,0	97,9	102
90	0	0	116,8	26,9	19,6	49,4	53,2	10
90	0	90	141,2	28,0	26,7	34,4	57,6	19
90	0	180	162,8	41,6	31,1	55,6	72,8	50
90	90	0	179,9	40,8	28,8	57,0	76,6	58
90	90	90	218,0	57,9	41,0	78,4	98,8	104
90	90	180	254,8	57,9	43,9	74,2	107,7	122
90	180	0	181,2	31,5	24,6	55,6	73,2	51
90	180	90	222,6	61,1	43,4	80,0	101,8	110
90	180	180	246,6	63,9	56,4	72,2	109,8	127
120	60	60	223,6	55,9	46,1	75,0	100,1	107
120	60	120	230,9	52,1	52,8	77,1	103,2	113
120	120	60	238,2	57,6	47,2	74,2	104,3	115
120	120	120	258,5	61,7	59,4	80,0	114,9	137
150	30	30	204,2	37,3	31,1	70,6	85,8	77
150	30	150	215,3	47,5	40,9	68,6	93,1	92
150	150	30	226,3	49,4	38,3	69,3	95,8	98
150	150	150	271,9	55,4	64,4	78,4	117,5	143
180	0	0	150,9	20,1	24,4	51,3	61,7	27

**10 lentelės tęsinys**  
**Table 10 continued**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
180	0	90	159,2	34,0	31,5	43,5	67,0	38
180	0	180	118,7	29,3	27,9	32,1	52,0	7
180	90	0	184,0	28,1	25,6	64,9	75,6	56
180	90	90	264,9	46,8	42,5	67,2	105,4	118
180	90	180	277,8	56,8	57,1	74,2	116,5	141
180	180	0	184,0	30,5	30,6	60,0	76,3	58
180	180	90	295,3	41,0	47,4	64,2	120,0	148
180	180	80	309,1	46,0	57,6	77,8	122,6	153
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>			19,33	4,88	4,34	6,87	10,69	

**11 lentelė.** Augalų derliaus t ha<sup>-1</sup> (y) ir apykaitos energijos GJ ha<sup>-1</sup> priklausomumas nuo mineralinių trąšų normų ir maisto medžiagų santykio

**Table 11.** The dependence of crop yield t ha<sup>-1</sup> (y) and metabolizable energy GJ ha<sup>-1</sup> on mineral fertiliser rates and nutrient ratio

Lygties / Equation $y=a_0+a_1N+a_2P+a_3K+a_4N^2+a_5P^2+a_6K^2+a_7NP+a_8NK+a_9PK$ koeficientai / coefficients										
a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>7</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>9</sub>	R
Cukrinių runkelių šakniavaisių derlius t ha <sup>-1</sup> / Sugar beet root yield t ha <sup>-1</sup>										
24,2	0,108	0,161	0,064	-0,0006	-0,0009	-0,0004	0,0006	0,0003	0,0004	0,90
Balto cukraus kiekis t ha <sup>-1</sup> / White sugar content t ha <sup>-1</sup>										
3,93	0,016	0,026	0,004	-2,9·10 <sup>-5</sup>	-0,0001	-3,0·10 <sup>-6</sup>	2,8·10 <sup>-5</sup>	3,3·10 <sup>-7</sup>	2,9·10 <sup>-5</sup>	0,79
Miežių grūdų derlius t ha <sup>-1</sup> / Barley grain yield t ha <sup>-1</sup>										
1,48	0,016	0,015	0,01	1·10 <sup>-4</sup>	7,3·10 <sup>-5</sup>	4,6·10 <sup>-5</sup>	1,9·10 <sup>-5</sup>	2,9·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	0,91
Žalių baltymų kiekis miežių grūdų derliuje kg ha <sup>-1</sup> / Crude protein content in barley grain yield kg ha <sup>-1</sup>										
107	1,06	1,20	0,778	-0,0053	-0,0061	-0,0037	0,0027	0,0032	0,0004	0,84
Vienamečių žolių sausųjų medžiagų derlius t ha <sup>-1</sup> / Dry matter yield t ha <sup>-1</sup> of annual grasses										
2,21	0,023	0,017	0,013	-0,0001	-0,0001	-8,2·10 <sup>-5</sup>	6,9·10 <sup>-6</sup>	8,8·10 <sup>-5</sup>	5,2·10 <sup>-5</sup>	0,89
Žalių baltymų kiekis vienamečių žolių derliuje kg ha <sup>-1</sup> / Crude protein content in annual grass yield kg ha <sup>-1</sup>										
265	2,44	1,56	0,789	-0,012	-0,011	-0,0056	0,0087	0,010	0,0078	0,87
Žieminių kviečių grūdų derlius t ha <sup>-1</sup> / Winter wheat grain yield t ha <sup>-1</sup>										
2,71	0,018	0,019	0,001	-9,9·10 <sup>-6</sup>	-0,0001	-1,2·10 <sup>-5</sup>	4,3·10 <sup>-5</sup>	1,0·10 <sup>-5</sup>	2,4·10 <sup>-5</sup>	0,73
Žieminių kviečių grūdų glitimas % / Gluten content in winter wheat grain %										
20,6	0,188	0,005	0,0138	-0,0007	-1·10 <sup>-6</sup>	-5,5·10 <sup>-5</sup>	-5,4·10 <sup>-5</sup>	4,7·10 <sup>-5</sup>	-7·10 <sup>-5</sup>	0,82
Baltymų kiekis kviečių derliuje kg ha <sup>-1</sup> / Protein content in wheat grain kg ha <sup>-1</sup>										
210	3,39	2,11	0,76	-0,016	-0,0126	-0,0054	0,005	0,001	0,0034	0,91
Apykaitos energija vidutiniškai per rotacija GJ ha <sup>-1</sup> The amount of metabolizable energy per crop rotation GJ ha <sup>-1</sup>										
47,6	0,283	0,329	0,156	-0,0015	-0,0019	-0,0009	0,0011	0,0006	0,0007	0,91

Per sėjomainos rotaciją be NPK trąšų kasmet iš 1 ha gauta vidutiniškai 47,6 GJ apykaitos energijos. Netrešiant augalų mėšlu gautas labai stiprus ( $R = 0,91$ ) derliaus priklausomumo ryšys su mineralinėmis trąšomis. Nuo trąšų vidutinis derlingumas per rotaciją padidėjo iki  $122,6 \text{ GJ ha}^{-1}$ . Jo priedą lėmė du tarpusavyje susiję veiksniai: trąšų normos ir maisto medžiagų santykis. Nustatyta teigiama azoto-fosforo-kalio sąveika. Jeigu nuo  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto normos be PK trąšų vidutinis derlingumas padidėjo  $5,6 \text{ GJ ha}^{-1}$ , tai  $P_{90}K_0$  fone –  $13,1 \text{ GJ ha}^{-1}$ , o  $P_{90}K_{90}$  fone –  $37,4 \text{ GJ ha}^{-1}$ . Panašiai didėjo ir fosforo bei kalio trąšų efektyvumas: jei vien nuo fosforo ( $N_0P_{90}K_0$ ) arba kalio ( $(N_0P_0K_{90})$ ) trąšų apykaitos energija padidėjo 15,9 ir 2,4, tai nuo azoto ir kalio ( $N_{90}K_{90}$ ) arba azoto ir fosforo ( $N_{90}P_{90}$ ) fonuose – atitinkamai 41,2 ir  $22,2 \text{ GJ ha}^{-1}$ . Daugiausia ( $122,6 \text{ GJ ha}^{-1}$ ) apykaitos energijos nustatyta variante, kuriame augalai buvo tręšti  $180 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto, fosforo ir kalio. Nuo trąšų vidutinis keturlaukės sėjomainos derlingumas padidėjo  $75 \text{ GJ ha}^{-1}$ , arba 157 %. Už 1 kg NPK trąšų papildomai gauta  $0,139 \text{ GJ}$  apykaitos energijos. Palyginti su didžiausiu derlingumu, apykaitos energijos kiekis nedaug sumažėjo bandymo variantų laukeliuose, kuriuose augalai tręšti mažesnėmis  $N_{180}P_{90}K_{180}$ ,  $N_{150}P_{150}K_{150}$ ,  $N_{120}P_{120}K_{120}$  normomis.

Tuo labiau, kad ilgalaikių tyrimų duomenimis, nitratų išsiplovimas iš armens sluoksnio žymiai padidėjo, kai augalai kasmet buvo tręšiami vidutiniškai didesnėmis kaip  $115 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto trąšų normomis /Vaišvila, 1996/. Todėl šiame dirvožemyje augalams kasmet su mineralinėmis trąšomis išberta vidutiniškai daugiau kaip  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto ekologiniu požiūriu nėra tikslinga.

### Išvados

1. Ilgalaikiuose bandymuose, augalus netrešiant mėšlu, nuo mineralinių trąšų cukrinių runkelių šakniavaisių derlius padidėjo nuo  $24,6$  iki  $67,2 \text{ t ha}^{-1}$ , miežių grūdų – nuo  $1,68$  iki  $4,32 \text{ t ha}^{-1}$ , vienamečių žolių sausųjų medžiagų – nuo  $2,15$  iki  $8,83 \text{ t ha}^{-1}$ , žieminių kviečių grūdų – nuo  $2,66$  iki  $5,35 \text{ t ha}^{-1}$ , o vidutinis sėjomainos produktyvumas – nuo  $48,6$  iki  $122,6 \text{ GJ ha}^{-1}$ .

2. Patręšus  $180 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto, fosforo ir kalio, vidutinis keturlaukės sėjomainos derlingumas padidėjo  $75 \text{ GJ ha}^{-1}$ , arba 157 %. Ne iš esmės, palyginti su didžiausiu derlingumu, apykaitos energijos kiekis sumažėjo bandymo variantų laukeliuose, kur augalams buvo skirtos mažesnės –  $N_{180}P_{90}K_{180}$ ,  $N_{150}P_{150}K_{150}$  – normos. Todėl, vengiant gamtos teršimo, augalams užtektų mažesnių trąšų normų –  $N_{120}P_{120}K_{120}$ .

3. Vertinant pagal šakniavaisių derliuje sukauptą cukraus kiekį, runkelius geriausiai apsimokėjo tręšti  $N_{180}P_{90}K_{180}$ . Baltojo cukraus išėigą skatino azoto-fosforo-kalio trąšų tarpusavio sąveika.

4. Tręšiant miežius N 60–90, visuose variantuose (išskyrus  $N_{90}P_{90}K_0$  variantą) miežių grūdai buvo tinkami salyklui, nes baltymų kiekis grūduose svyravo nuo 8,25 iki 10,31 %. Krakmolo kiekiui NPK trąšų normos ir santykiai didesnės įtakos neturėjo.

5. Nors didžiausias žalių baltymų kiekis sukauptas vienamečių žolių derliuje, jas patręšus pagal  $N_{150}P_{150}K_{150}$  trąšų normas, tačiau šiek tiek jų sumažėjo patręšus žoles  $N_{120}P_{90-120}K_{120}$ , o, įvertinant aplinkos taršą ir ekonominę trąšų apsimokėjimą, azoto normą galima sumažinti iki  $90 \text{ kg ha}^{-1}$ .

6. Didžiausias –  $5,35 \text{ t ha}^{-1}$  – grūdų derlingumas buvo bandymo laukeliuose, kur žieminiai kviečiai tręšti po  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto, fosforo ir kalio. Tačiau ekologiniu požiūriu

kviečiams užtenka 90 kg ha<sup>-1</sup> normos, nes kviečių derlingumas mažai skyrėsi – tik 0,12 t ha<sup>-1</sup>.

7. Baltymų kiekis kviečių grūdų derliuje daugiausiai – 406 kg ha<sup>-1</sup>, arba 161 % - padidėjo ir siekė 658 kg ha<sup>-1</sup>, kai žieminiai kviečiai buvo tręšti N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>. Šlapiojo glitimo kiekiui daugiausia įtakos turėjo azoto trąšos ir jų sąveika su kalio trąšomis.

8. Mineralinių NPK trąšų sąveikos įtaka naujų veislių augalams išryškėjo labiau, negu anksčiau tame pačiame bandyme augintų senesnių veislių augalams.

Gauta 2007 08 02

Pasirašyta spaudai 2007 09 17

## LITERATŪRA

1. Clewer A.G., Scarisbrick D.H. Practical statistics and experimental design for plant and crop science. John Willey and Sons, LTD. – New York, 2001. – 331 p.

2. Greimas G., Janušienė V. Tręšimo sistemų įtaka javų sėjomainos produktyvumui bei dirvožemio derlingumui // Tręšimo sistemos ir dirvožemio derlingumas. – Vilnius, 1994, p. 270–276

3. Igtidar H., Ayaz K.M, Ahmad K.E. Bread wheat varieties as influenced by different nitrogen levels // Journal of Zhejiang University – Science B. – 2006, vol. 7 (1), p. 70–78

4. Jaakkola, Hartikainen H., Lemota R. Effect of fertilization on soil phosphorus in a long-term field experiment in southern Finland // Agricultural and Food Science in Finland. – 1997, vol. 6, p. 313–322

5. Jankauskas J., Jankauskienė G., Švedas A. Derliaus energetinio įvertinimo metodų patikslinimas // Lietuvos žemdirbystės instituto užbaigtų tiriamųjų darbų konferencijos pranešimai. – Akademija (Kėdainių r.), 1999, Nr. 31, p. 63–65

6. Janušauskaitė D., Mašauskas V. Žieminių ir vasarinių kviečių derliaus ir grūdų kokybės priklausomumas nuo azoto trąšų normų // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. – Akademija (Kėdainių r.), 2004, t. 88, p. 48–64

7. Krištaponytė I. Tręšimo įtaka dirvožemio fizikinių savybių pokyčiams ir augalų derlingumui // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. – Akademija (Kėdainių r.), 2002, t. 79, p. 244–253

8. Kumar A., Yadav D.S. Long-term effects of fertilizers on the soil fertility and productivity of a rice-wheat system // Journal of Agronomy and Crop Science. – 2001, vol. 186 (1), p. 47–54

9. Mengel K. Responses of various crop species and cultivars to fertilizer application // Plant and Soil. – 1983, vol. 72, p. 305–319

10. Nilson L.G. Long-term soil fertility Studies. – Upsala, 1993. – 12 p.

11. Pleševičienė A., Gužys S. Tręšimo sistemų palyginimas rūgščiame ir kalkintame dirvožemiuose // Žemės ūkio mokslai. – Vilnius, 1997, Nr. 2, p. 3–10

12. Poulton P.R. The Rothamsted long-term experiments: are they still relevant? // Canadian journal of plant science. – 1996, vol. 76 (4), p. 559–571

13. Tripolskaja L. Organinių ir mineralinių trąšų naudojimo pašarų sėjomainoje velėniniame jauriniame priesmėlio dirvožemyje mokslinis pagrindimas: habilitacinis darbas. – Dotnuva-Akademija (Kėdainių r.), 1994. – 128 p.

14. Vaišvila Z. Judriųjų azoto, fosforo ir kalio vaidmuo žemės ūkio augalų mityboje: habilitacinis darbas. – Dotnuva-Akademija (Kėdainių r.), 1996. – 206 p.

## DEPENDENCE OF AGRICULTURAL CROP YIELD AND ITS QUALITY ON LONG-TERM FERTILISATION ON SANDY LOAM SOILS

J. Mažvila, Z. Vaišvila, J. Arbačiauskas, T. Adomaitis, A. Antanaitis, J. Lubytė

### Summary

Results of investigations done on moraine sandy loam Epicalcari-Endohypogleyic Combisols (RDg4-k; k2) during the period 2003–2006 in Skėmiai, Radviliskis district according to a 45-treatment design are presented in this paper. Seven nitrogen, phosphorus and potassium fertilisation rates (including a zero rate) ranging from 30 to 180 kg ha<sup>-1</sup> were tested.

Application of mineral fertilisers in the treatments where manure had not been applied resulted in an increase of ‘Kassandra’ sugar beet root yield from 24.6 to 67.2 t ha<sup>-1</sup>, ‘Barke’ barley grain – from 1.68 to 4.32 t ha<sup>-1</sup>, annual grass dry matter – from 2.15 to 8.83 t ha<sup>-1</sup>, ‘SV Maxi’ winter wheat grain – from 2.66 to 5.35 t ha<sup>-1</sup>, average productivity for the whole crop rotation cycle – from 48.6 to 122.6 GJ ha<sup>-1</sup>. Application of 180 kg ha<sup>-1</sup> rates of nitrogen, phosphorus and potassium resulted in an average increase of four-course crop rotation productivity by 75 GJ ha<sup>-1</sup>, i. e. 157 %, but environment-friendly fertilisation rates would be N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>.

N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub> fertilisation rates resulted in the highest sugar content in sugar beet roots. Barley crop fertilised with 60–90 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen rates in all treatments (except for N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>0</sub> treatment) produced grain suitable for malting (protein content in grain was within the range of 8.25–10.31 %). NPK fertilisation rates and ratios of nutrients applied did not have any significant effect on starch content in grain. Annual grass yield contained the largest amount of crude protein when N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub> rates had been applied, but environment-wise and from the economical point of view nitrogen fertilisation rate should be decreased to 90 kg ha<sup>-1</sup>. The highest winter wheat grain yield (5.35 t ha<sup>-1</sup>) was obtained in the treatment where the crop had been fertilised with 120 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen, phosphorus and potassium. Application of N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> rates resulted in the largest protein content in wheat grain – it increased by 406 kg ha<sup>-1</sup>, or 161 % and was equal to 658 kg ha<sup>-1</sup>.

Positive impact of mineral NPK fertilisers’ interaction was more evident for the new crop varieties, when compared to the old varieties cultivated on the experimental fields during the previous years.

Key words: long-term fertilisation with N, P and K, crop yield, yield quality.