

Tręšimo siera poveikis vasarinių kviečių derlingumui ir kokybei

Rūta Staugaitienė,

Alvyra Šlepetienė,

Lina Žičkienė

Lietuvos agrarinių ir miškų
mokslų centras,

Instituto al. 1,

LT-58344 Akademija, Kėdainių r.

El. paštas: ruta@alteja.lt;

alvyra@lzi.lt

Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro filiale, Agrocheminių tyrimų laboratorijos vegetacinių bandymų aikštelėje, 2010–2012 m. buvo atlikti du vegetaciniai bandymai. Bandymams įrengti buvo atvežti du skirtingi dirvožemiai. Pirmasis – smėlingas lengvo priemolio, sekliai karbonatingas, giliau glėjiškas rudžemis (*Epicalcari – Endohypogleyic Cambisol*), atvežtas iš Radviliškio r., Skėmių bandymų lauko. Antrasis – smėlingas priemolio tipingas paprastasis išplautžemis (*Haplic Luvisol*), atvežtas iš Varėnos r., Perlojos bandymų lauko. Vegetaciniuose induose auginta vasarinių kviečių veislė ‘Triso’, tręšta tokiomis sieros normomis: netręšta (kontrolė), S_{20} , S_{40} , S_{60} . Vidutiniais tyrimų duomenimis, karbonatingame rudžemyje ir paprastajame išplautžemyje sieros trąšos turėjo esminės įtakos vasarinių kviečių grūdų derliaus padidėjimui, didžiausias derlius gautas tręšiant S_{60} trąšų norma, o didesnis sieros trąšų efektyvumas derliui nustatytas vasarinius kviečius auginant karbonatingame rudžemyje. Žalių baltymų kiekis esmingai didesnis karbonatingame rudžemyje gautas tręšiant S_{20} trąšų norma, o paprastajame išplautžemyje – S_{20} ir S_{60} . Vidutiniais duomenimis, abiejuose bandymuose sieros trąšos neturėjo esminės įtakos krakmolo kiekiui kviečių grūduose, tačiau turėjo tendenciją didinti sausojo glitimo kiekį.

Raktažodžiai: dirvožemis, siera, vasariniai kviečiai, baltymai, glitimas

ĮVADAS

Nors vasariniai kviečiai ir nėra labai reiklūs sierai, tačiau pastaraisiais metais Vakarų Europoje pastebimas jos trūkumas. Esant sieros trūkumui užauginamas mažesnis ir prastesnės kokybės vasarinių kviečių derlius (Wrigley, Du Cros, Fullington, Kasarda, 1984; Castle, Randall, 1987; Fullington, Miskelly, Wrigley, Kasandra, 1987). Sieros kiekio svyravimai dirvožemyje gali neigiamai veikti kviečių kokybę ir sunkinti kviečių malimo bei duonos kepimo procesus. Kai trūksta grūduose sieros ir iš jų gaminama duona, tešla būna prasčiau minkoma. Subalansuotas tręšimas siera užtikrintų gausų ir kokybišką derlių (Moss, Wrigley, MacRitchie, Randall, 1983; Zhao, Hawkesford, McGrath, 1999).

Lietuvoje dėl klimato sąlygų ir išsiplovimo procesų sieros balansas dirvožemyje yra neigiamas (Guzys, Aksomaitienė, 2005). Dirvožemis sieros junginius mažai sorbuoja, todėl sulfatų koncentracija nuolat kinta. Radviliškio r., Skėmiuose, atlikus

ilgametį bandymą nustatyta, kad kasmet su superfosfatu išbėrus vidutiniškai apie 68,6 kg ha⁻¹ sieros (S), azoto ir kalio trąšų, iš ariamojo sluoksnio išsiplauna 162 kg ha⁻¹ sulfatų (Adomaitis, Mažvila, Vaišvila, Arbačiauskas, Antanaitis, Lubyte, Šumskis, 2010). Mokslininkai S. Mestelan ir S. Pazos (1998) nurodo, kad kritiškai mažas kiekis judriosios sieros dirvožemyje yra tuomet, kai jos nustatoma 4–7 mg kg⁻¹. S. P. McGrant, F. J. Ahaio, M. M. A. Blake-Kalff (2002) teigia, kad 10 mg kg⁻¹ judriosios sieros yra kritinė riba norint užauginti kviečius.

Pasak P. J. Hocking (1994), tik apie 33 % sieros iš lapų ir stiebų pereina į kviečių grūdus, o azoto – net 75 %. Tai rodo, kaip svarbu viso augimo metu išlaikyti augalui sieros prieinamumą, kad pakankamai jos susikauptų grūduose, nes rinka itin reiklį kviečių derliaus kiekiui ir aukštai jų kokybei.

Norvegų mokslininkai, atlikę bandymą (naudodami sieros trąšas pagrindiniam ir papildomam

tręšimui), nustatė, kad optimalu sieros trąšomis tręšti įterpiančią 10 kg ha⁻¹ (S) sėjos metu ir 16 kg ha⁻¹ vamzdelėjimo pradžioje. Panašus derlius gautas ir tręšiant 30 + 8 kg ha⁻¹. Tik nedideli kokybiniai pakitimai nustatyti didinant S normą (30 + 16 kg ha⁻¹) (Flaete, Hollung, Ruud, Sogn, Færgestad, Skarpeid, Magnus, Uhlen, 2005). Jie pastebėjo, kad sieros normas didinant nuo vidutinių iki didelių, derliaus kiekiai labai nekinta, tačiau kokybė – kinta. Ateityje duonos pramonei gali būti svarbu užauginti tam tikros kokybės kviečius.

Vokietijos mokslininkai, atlikę vegetacinių bandymą penkių litrų talpos vegetaciniuose induose, dviejuose skirtinguose dirvožemiuose (tręšdami siera), nustatė, kad dulkiško priemolio dirvožemyje augintų kviečių vegetacija buvo trumpesnė ir derliaus vidurkis gautas 52 % mažesnis nei kviečių, augintų smėlingame priemolyje. Daugiau azoto ir sieros nustatyta kviečių grūduose, kurie užauginti dulkiško priemolio dirvožemyje, o skirtingi sieros kiekiai turėjo įtakos grūdų derliui. Dulkiško priemolio dirvožemyje netręšiant siera derlius gautas 38 % mažesnis, o smėlingame priemolyje – 48 % mažesnis, palyginti su variantu, kur tręšta didžiausia (160 mg (S) indui) norma (Wieser, Guster, Tucher, 2004).

Tyrimų tikslas – nustatyti sieros trąšų įtaką vasarinių kviečių derliui ir sėklų kokybei skirtinguose dirvožemiuose: tipingame karbonatingame, giliau glėjiškame rudžemyje (Vidurio Lietuva) ir paprastajame išplautžemyje (Pietryčių Lietuva).

TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Tyrimų įrengimo vieta ir dirvožemis

Du vegetaciniai bandymai su skirtingais dirvožemiais atlikti 2010–2012 m. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro (LAMMC), Agrocheminių tyrimų laboratorijos vegetacinių bandymų aikštelėje. Vegetaciniuose cilindrinuose induose, dviejuose skirtinguose dirvožemiuose, auginti vasariniai kviečiai. Pirmam bandymui atlikti pasirinktas smėlingas lengvo priemolio, sekliai karbonatingas, giliau glėjiškas rudžemis (*Epicalcari – Endohypogleyic Cambisol*), atvežtas iš LAMMC filialo, Agrocheminių tyrimų laboratorijos, Skėmių bandymo lauko. Ariamajame dirvožemio sluoksnyje vyrauja 54,7 % smėlis (2,0–0,05 mm), 31,2 % sudaro dulkės (0,05–0,002 mm), o molio (<0,002 mm) yra 14,1 %. Įrengiant bandymą dirvožemis buvo artimas neutraliam (pH_{KCl} 6,9), vidutinio humusingumo

(2,93 %), mažo fosforingumo (70,6 mg kg⁻¹ P₂O₅), vidutinio kalingumo (114,0 mg kg⁻¹ K₂O). Mineralinės sieros ariamajame sluoksnyje nustatyta 1,83 mg kg⁻¹, o podirvyje – 0,50 mg kg⁻¹.

Antrajam bandymui pasirinktas smėlingas lengvo priemolio tipingas paprastasis išplautžemis (*Orthi-Haplic Luvisols*), atvežtas iš Varėnos r., LAMMC filialo, Perlojos bandymų stoties lauko. Ariamajame dirvožemio sluoksnyje vyrauja 62,6–63,5 % smėlis (2,0–0,05 mm), 29,8–30,2 % sudaro dulkės (0,05–0,002 mm), o molio (<0,002 mm) yra 6,7–7,2 %. Iki bandymo dirvožemis buvo artimas neutraliam (pH_{KCl} 6,7), mažo humusingumo (1,71 %), labai didelio fosforingumo (268,3 mg kg⁻¹ P₂O₅), vidutinio kalingumo (135,3 mg kg⁻¹ K₂O), mineralinės sieros 0–30 cm dirvožemio sluoksnyje nustatyta 0,50 mg kg⁻¹, 30–60 cm – 0,50 mg kg⁻¹. Į vegetacinius indus sudėti poarmeninis ir armeninis dirvožemio sluoksniai (iki 60 cm).

Tyrimo schema ir tręšimas

Bandymuose tirti šie tręšimo siera variantai:

- 1) S₀ (siera netręšta);
- 2) S₂₀ (0,14 g S indui);
- 3) S₄₀ (0,28 g S indui);
- 4) S₆₀ (0,42 g S indui)

Sieros ir foniniam tręšimui azoto, fosforo ir kalio (N₁₀₀P₆₀K₁₃₀) trąšos įterptos prieš sėją. Vasariniai kviečiai penkių lapelių tarpsniu papildomai tręšti N₅₀ trąšų norma. Tuo būdu į kiekvieną indą įterpta po 1,05 g (N), 0,42 g (P₂O₅), 0,91 g (K₂O). Bandyme naudotas: amonio sulfatas, amonio salietra, amofosas, kalio chloridas. Visų trąšų norma paskaičiuota pagal vegetacinio indo paviršiaus plotą. Trąšos buvo ištirpintos vandenyje ir išlaistytos. Vegetaciniai indai išdėstyti randomizuotai.

Augalų auginimo agrotechnika

Tręšimo bandymuose naudoti cilindro formos indai, kurių skersmuo 30 cm, aukštis – 60 cm, į juos buvo supilta po 42 l dirvožemio. Bandymai daryti keturiais pakartojimais. Vegetaciniai indai išdėstyti visiškai randomizuotai vegetacinėje aikštelėje, lauke ant padėklų. Į kiekvieną indą pasėta po 45 vasarinių kviečių 'Triso' sėklas, sudyguš paliktos 35 sėklos. Kiekvienais metais vasariniai kviečiai sėti gegužės mėn. 3–5 d. Derlius išrautas rankomis: 2010 m. – rugpjūčio 3 d., 2011 m. – rugpjūčio 9 d., o 2012 m. – rugpjūčio 10 d. Augalų vegetacijos metu trūkstam drėgmės augalai laistyti rankiniu

būdu atsižvelgiant į meteorologines sąlygas (sudarant augalų augimui optimalią drėgmę). Naudotos šios augalų apsaugos priemonės: insekticidai Karate Zeon 5 SC, Proteus 110 OD ir fungicidas Folikuras 250. Vasarinių kviečių grūdų derlius įvertintas 14 % drėgmės absoliučiai švaria grūdų mase.

Laboratoriniai metodai

Dirvožemio tyrimai atlikti LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijoje. Nustatyta: pH_{KCl} – 1N KCl ištraukoje potenciometrinio metodu; judrusis fosforas, kalis, kalcis, magnis – Egner-Riehm-Domingo metodu (A-L); humusas – perskaičiuotas iš organinės anglies, kuri nustatyta sauso deginimo būdu analizatoriumi Diurna metodu. LAMMC Žemdirbystės instituto Cheminių tyrimų laboratorijoje kviečių grūduose nustatytas žalių baltymų kiekis – artimos srities infraraudonųjų spindulių spektrometru NIRS-6500, krakmolo – poliariometru ADP 410, šlapiojo ir sausojo glitimo kiekis – Glutomatic sistema.

Atlikta tyrimų duomenų dispersinė vieno veiksnio analizė (ANOVA versija 4,0 – 2003 m.). Duomenys analizuoti, kai faktinis Fišerio kriterijus (F_{fakt}) buvo didesnis už teorinį. Skirtumai tarp tręšimo variantų įvertinti mažiausia esminio skirtumo riba (R_{05}), skaičiuotas tyrimų metų paklaidų vidurkis (Tarakanovas, 2003). Darbe naudoti simboliai:

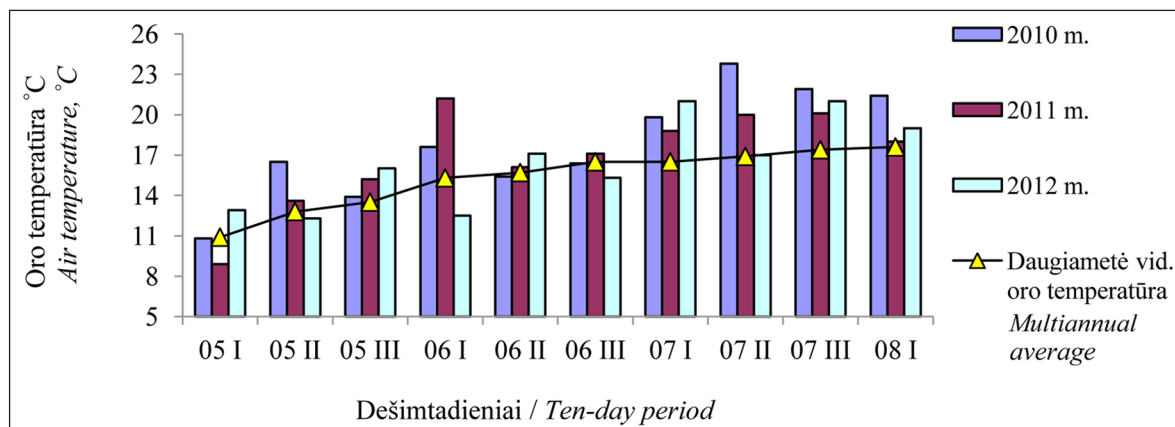
* ir ** žymėjimai reiškia: statistiškai patikima esant atitinkamai 95 ir 99 % tikimybės lygiui; R_{05} – esminio skirtumo riba esant 95 % tikimybės lygiui.

Meteorologinės sąlygos

2010 m. vasarinių kviečių vegetacijos metu temperatūrų (≥ 10 °C) suma sudarė 1775,5 °C, iškrito 354 mm kritulių, hidroterminis koeficientas buvo 1,99. Gegužės mėn. buvo lietingas, ypač antrąją dekadą iškrito daug kritulių ir dėl suplūkto dirvožemio paviršiaus augalai sunkiai ir netolygiai dygo (1 ir 2 pav.). Birželio pirmąją dekadą praėjusios liūtys ir vėliau susidariusios palankios sąlygos miltligei plisti turėjo įtakos tų metų grūdų derliui. Liepos mėn. oro temperatūra atskirose dekadose buvo net 3,3–6,9 °C aukštesnė už daugiametę vidutinę oro temperatūrą, tai irgi galėjo lemti trumpesnę augalų vegetaciją ir mažesnę grūdų derlių nei kitais tyrimų metais.

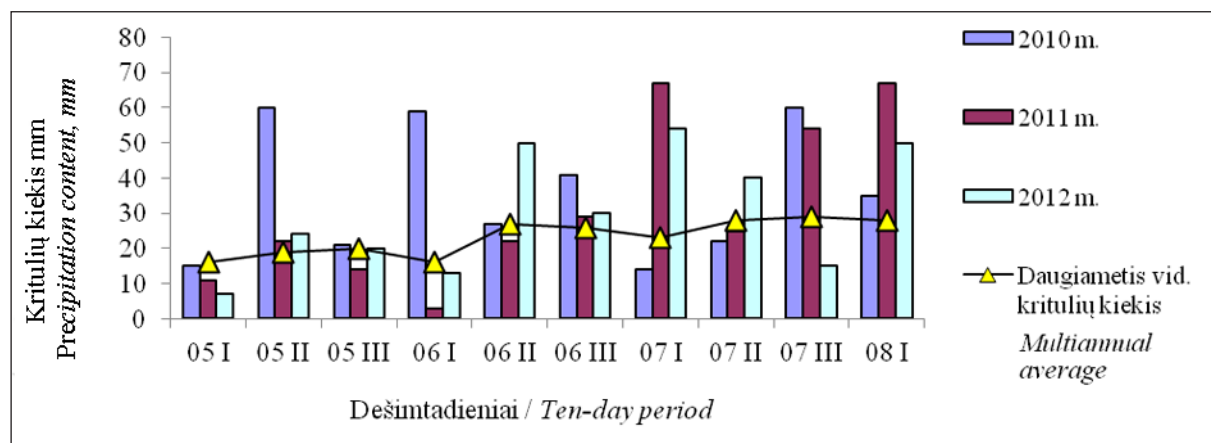
2011 m. vasarinių kviečių vegetacijos metu aktyviųjų temperatūrų (≥ 10 °C) suma sudarė 1 690,5 °C, iškrito 314 mm kritulių, hidroterminis koeficientas – 1,86. 2011 m. oro temperatūra augalų dygimo ir pirmaisiais augimo tarpsniais buvo artima daugiametei ir palanki augalų augimui. Karšti ir sausi orai vyravo birželio pirmąjį dešimtadienį, kai vidutinė paros oro temperatūra buvo net 5,9 °C aukštesnė už daugiametę. Augalai buvo laistomi ir didesnės žalos dėl sausros nepatyrė. Antroje birželio pusėje ir liepos mėn. orai kviečių augimui buvo palankūs.

2012 m. kviečių vegetacijos metu aktyviųjų temperatūrų (≥ 10 °C) suma sudarė 1 592,4 °C, iškrito 303 mm kritulių. Metai vertinant pagal hidroterminį koeficientą (1,9) buvo drėgni. Gausiausiai kritulių iškrito birželio antrąjį ir liepos pirmąjį dešimtadieniais. 2012 m. vasariniai kviečiai sudygo gerai, tačiau vėliau jiems trūko šilumos, ypač birželio pirmąją dekadą, kai oro temperatūra



1 pav. Vidutinė paros oro temperatūra (°C) bandymo laikotarpiu

Fig. 1. The average temperature (°C) during the experimental period



2 pav. Vidutinis kritulių kiekis (mm) bandymo laikotarpiu

Fig. 2. The average of precipitation (mm) during the experimental period

buvo žemesnė už gegužės mėn. vidutinę paros oro temperatūrą.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Vasarinių kviečių derlius

Analizuojant tyrimų duomenis matyti, kad 2010 m. buvo mažiau palankūs vasarinių kviečių augimui. Gausios liūtys pristabdė kviečių derliaus formavimosi procesus, ir derlius gautas daug mažesnis, negu kitais dvejis tyrimų metais. Nepaisant to, abiejuose vykdytuose bandymuose sieros trąšos turėjo esminės įtakos grūdų derliui (1 lentelė).

Pirmajame bandyme, kuris atliktas karbonatingame rudžemyje, 2010–2011 m. gautas esmingai didesnis kviečių grūdų derlius, palyginti su

kontrole, tręšiant didžiausia sieros trąšų norma (S_{60}). 2010 m. gautas 13,6 % derliaus priedas, o 2011 m. – 43,3 %. Antraisiais tyrimų metais, palyginti su kontrole, esminis ($P < 0,001$) derliaus padidėjimas nustatytas visuose tręšimo siera variantuose, o patręšus S_{60} gautas iš esmės didesnis derlius visais tyrimų metais. Paskutiniaisiais tyrimų metais gauti kiek kitokie tyrimų duomenys. Didžiausias ir esminis derliaus skirtumas, palyginti su netręštais augalais, gautas, kai augalai tręšti S_{20} trąšų norma. Vidutiniais tyrimų duomenimis, tręšimas siera (S_{20} – S_{60}) karbonatingame rudžemyje esmingai didino vasarinių kviečių derlių, o didžiausias derlius 50,8 g/inde nustatytas tręšiant S_{60} . Kitų mokslininkų teigimu, tręšiant S_{15} trąšų norma kviečių grūdų derlius

1 lentelė. Sieros trąšų normų įtaka vasarinių kviečių derliui g/inde

Table 1. Influence of different rate (S) fertilizers on the spring wheat yield, g/pot

Trąšų norma Fertilizer rate	Dirvožemis / Soil							
	Karbonatingas rudžemis Calcaric Cambisols				Paprastasis išplautžemis Haplic Luvisols			
	2010 m.	2011 m.	2012 m.	Vidurkis Average	2010 m.	2011 m.	2012 m.	Vidurkis Average
S_0	34,4	42,6	46,8	41,3	39,8	58,9	40,1	46,3
S_{20}	37,2	59,5**	52,8*	49,9**	40,7	60,6	44,3**	48,5**
S_{40}	37,5	54,5**	49,7	47,2**	40,6	59,7	44,3**	48,2**
S_{60}	39,1*	61,1**	52,3*	50,8**	42,1*	62,1**	49,2**	51,1**
R_{05}	3,43	2,77	4,19	3,05	2,08	1,72	2,13	1,43
R_{01}	4,93	4,00	6,00	4,09	2,99	2,47	3,06	1,92

Pastaba: * ir ** – skirtumai esminiai esant atitinkamai 95 ir 99 % tikimybės lygiui.

Note: * and ** – significantly different ($P < 0.005$) and ($P < 0.001$).

didėjo nuo 4,703 iki 5,328 kg ha⁻¹ (Reussi Calvo, Echeveria, Saiz Rozas, 2006).

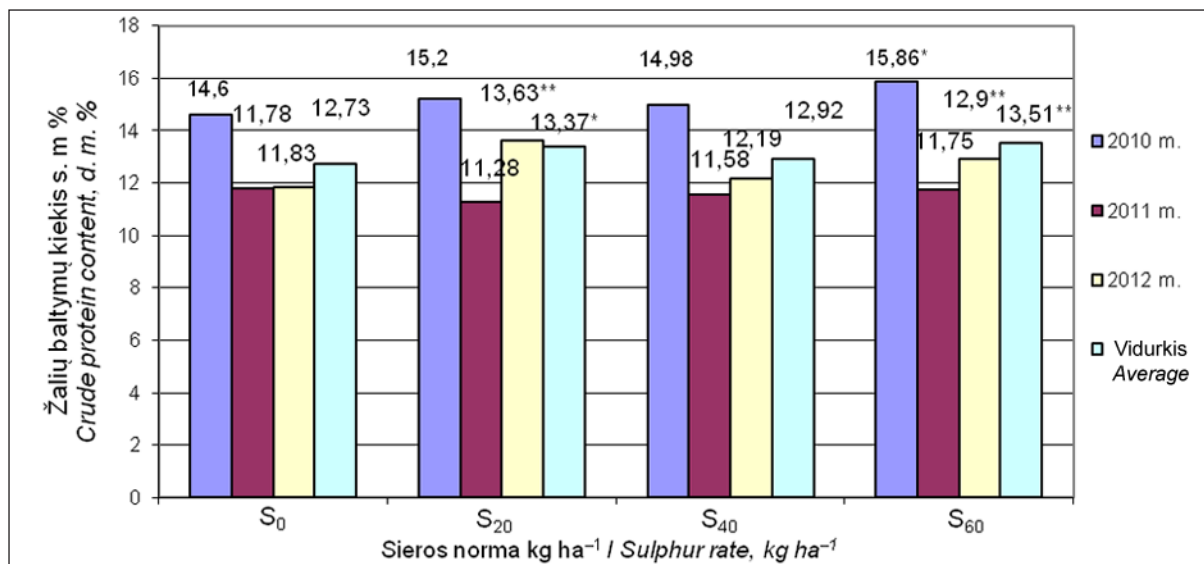
Antrajame bandyme, kuris vykdytas paprastajame išplautžemyje, 2010 m. vidutinis kviečių grūdų derlius buvo mažiausias, palyginti su kitais tyrimų metais. Tarp atskirų variantų svyravo nuo 39,8 iki 42,1 g/inde. Esmingai didžiausias derlingumas pasiektas tręšiant S₆₀ trąšų norma. Palankesniais vasarinių kviečių augimui 2011 m. vidutinis derlius bandyme gautas didesnis nei 2010 m. Iš esmės didesnis derlius užaugintas taip pat tręšiant S₆₀ trąšų norma, o derliaus priedas siekė 5,4 %. Paskutiniaisiais tyrimų metais labiausiai išryškėjo derliaus skirtumai tarp tręšimo siera variantų – 40,1–49,2 g/inde. Visos trąšų normos iš esmės didino vasarinių kviečių derlių, palyginti su augalais, kurie nebuvo tręšti sieros trąšomis, o didžiausią teigiamą įtaką grūdų derliui turėjo tręšimas S₆₀ trąšų norma, derliaus priedas buvo net 22,7 %. Vidutiniais tyrimų duomenimis, tręšimas siera iš esmės didino vasarinių kviečių derlių ir didžiausias grūdų derlius užaugintas tręšiant S₆₀ (51,1 g/inde). Tręšimas siera didino derlių, palyginti ne tik su netręštu (kontroliniu) variantu, bet ir su tręštais S₂₀ ir S₄₀ normomis variantais. S. P. McGrath, F. J. Zhao, M. M. A. Blake-Kalff (2002) teigimu, sieros 10–20 kg ha⁻¹ norma bandymuose derlių didino 12–16 %.

Apibendrinant duomenis matyti, kad didesnis sieros trąšų efektyvumas grūdų derliui yra vasarinius kviečius auginant karbonatingajame rudžemyje.

Žalių baltymų kiekis

Žalių baltymų kiekis kviečių grūduose yra vienas iš pagrindinių jų kokybės kriterijų, gali kisti nuo 6 iki 20 % (SM). Sieros trūkumas reikšmingai veikė kviečių derlių ir kokybę (Zhao, Hawkesford, McGrath, 1999a; Györi, 2005). Siera turi įtakos ne tik grūdų, bet taip pat vaidina svarbų vaidmenį ir kepinių kokybei. Geros kokybės duonai iškepti yra naudojami miltai, malami iš 11 ir daugiau % baltymų (SM) turinčių grūdų (Atwell, 2001). Tręšimas siera dažnai nelemia tiesiogiai žalių baltymų kiekio, bet turi tendenciją didinti baltymų gelio svorį miltuose, todėl tampa tasesnė. Mokslininkas B. R. Singh (2003) atskleidė stiprią koreliaciją tarp duonos kepalų tūrio ir sieros kiekio grūduose. Kai kurie tyrimai rodo, kad kepimo savybės labiau koreliuoja su sieros koncentracija grūduose, negu su azoto (Zhao, Salmon, Withers, Monaghan, Evans, Shewry, Mc Grath, 1999b).

2010 m. saulėti ir šilti orai kviečių žydėjimo ir užmezgimo laikotarpiu lėmė didesnę vidutinę grūdų baltymingumą (16,2 %), palyginti su kitais tyrimų



3 pav. Sieros trąšų normų įtaka žalių baltymų kiekiui vasarinių kviečių grūduose karbonatingame rudžemyje
Fig. 3. Influence of sulphur fertilizer rate on the protein content in spring wheat grown in Epicalcari – Endohypogleyic Cambisol

Pastaba: ** – skirtumai esminiai esant atitinkamai 99 % tikimybės lygiui.

Note: ** – significantly different ($P < 0.001$).

metais (3 pav.). Sieros trąšų įtaka baltymų kiekiui išryškėjo vasarinius kviečius auginant karbonatingame rudžemyje – baltymų padaugėjo 1,3 % vnt. tręšiant S_{20} trąšų norma, o padidinus trąšų normas iki S_{40} ar S_{60} , pastebėta baltymų mažėjimo tendencija.

2011 m. baltymų kiekis grūduose tręšiant S_{20} trąšų norma didėjo 7,5 % vnt., palyginti su netręštais augalais, tačiau šis padidėjimas nebuvo esminis. Toliau didinant tręšimo normas stebėta baltymų mažėjimo tendencija.

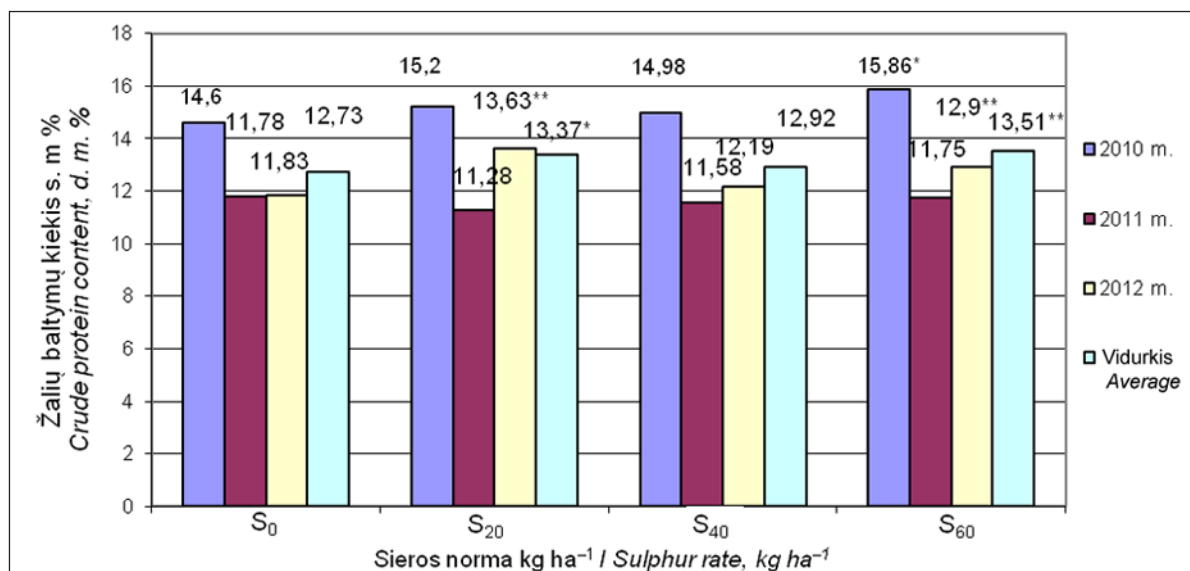
2012 m., kurie meteorologinėmis sąlygomis buvo panašūs į 2011 m., vidutinis grūdų baltymingumas siekė 13,9 %. Tretieji tyrimų metai patvirtino tas pačias tendencijas, kaip ir ankstesni dveji metai, kad S_{20} trąšų norma tręštuose kviečių grūduose susikaupia didesnis kiekis baltymų, palyginti su netręštais augalais. Toliau didinant trąšų normas stebime mažėjantį baltymų kiekį. Argentinos mokslininkų atliktų tyrimų duomenimis, sieros trąšos neturėjo įtakos žalių baltymų kiekiui (Reussi Calvo, Echeveria, Saiz Rozas, 2006).

Apibendrinant trejų metų duomenis matome, jog sieros trąšos karbonatingame rudžemyje auginamiems kviečiams yra efektyvesnės nepalankiais baltymų kaupimuisi grūduose metais.

Antrajame bandyme (paprastajame išplautžemyje), kaip ir pirmajame, palankiausi baltymų

susikaupimui buvo 2010 m. (4 pav.). Vidutinis grūdų baltymingumas siekė 15,2 %, o 2011 m. ir 2012 m., atitinkamai – 11,6 % ir 12,6 %. 2010 m. grūdų baltymingumas iš esmės didėjo tręšiant S_{60} trąšų norma, palyginti su kviečiais, kurie nebuvo tręšti siera. Antraisiais tyrimų metais didžiausias grūdų baltymingumas buvo tuomet, kai sieros trąšos nebuvo naudojamos, o sieros normų didinimas sąlygojo mažesnę grūdų baltymingumą. Panašius rezultatus gavo ir mokslininkai, atlikę bandymus Žemdirbystės institute (Šiaudinis, 2007). 2012 m. esminės įtakos baltymų kiekiui turėjo tręšimas S_{20} trąšų norma. Grūdų baltymingumas didėjo 15,2 % vnt., palyginti su netręštais kviečiais.

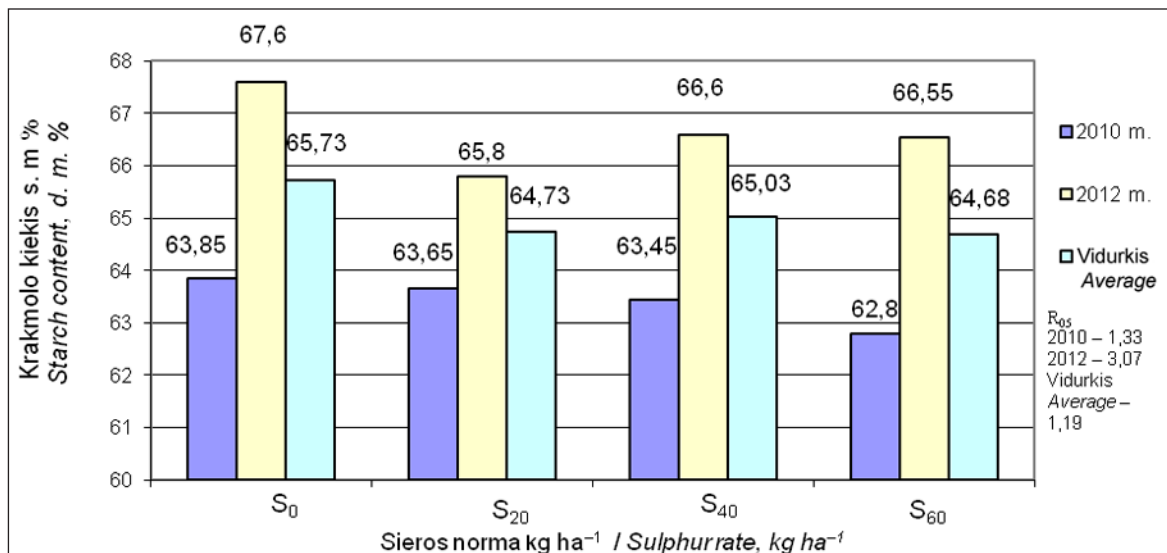
Kviečiai yra krakmolingi, grūduose krakmolas sudaro 63–72 % (SM). Krakmolo kiekis grūduose nustatytas 2010 ir 2012 m. Visais tyrimų metais abiejuose bandymuose tręšiant sieros trąšomis krakmolo kiekis mažėjo. Karbonatingame rudžemyje užaugintų kviečių grūdų krakmolo kiekis kito 63,45–63,85 % (SM). Didžiausias krakmolo kiekis nustatytas, kai augalai nebuvo tręšti siera. Grūdų brandimo laikotarpiu vyravo aukšta temperatūra, todėl sulėtėjo krakmolo sintezė, ir krakmolo kiekis grūduose buvo mažesnis nei 2012 m. Paskutiniiais metais vidutinis krakmolo kiekis, nustatytas bandyme siekė 66,6 % (SM) ir kito 65,8–67,6 % (SM) ribose.



4 pav. Sieros trąšų normų įtaka žalių baltymų kiekiui vasarinių kviečių grūduose paprastajame išplautžemyje
Fig. 4. Influence of sulphur fertilizer rate on the protein content in spring wheat grown in Haplic Luvisol

Pastaba: * ir ** – skirtumai esminiai esant atitinkamai 95 ir 99 % tikimybės lygiui.

Note: * and ** – significantly different ($P < 0.005$) and ($P < 0.001$).



5 pav. Sieros trąšų normų įtaka krakmolo kiekiui vasarinių kviečių sėklose karbonatingame rudžemyje
 Fig. 5. Influence of sulphur fertilizer rate on the starch content in spring wheat grown in Epicalcari – Endohypogleyic Cambisol

Paprastajame išplautžemyje 2010 m. bandyme nustatytas vidutinis krakmolo kiekis – 64,9 % (SM). Didžiausias jo kiekis susikaupė grūduose, kai kviečiai nebuvo tręšti siera. Naudojant S₂₀, S₄₀, S₆₀ trąšų normas krakmolo kiekiai mažėjo atitinkamai 0,38, 1,37, 3,58 % vnt. 2012 m. nustatytas vidutinis krakmolo kiekis buvo 64,9 % (SM), o tręšimas siera turėjo tendenciją mažinti jo kiekį didėjant baltymingumui.

Kviečių grūduose pagrindiniai glitimą formuojantys baltymai yra gliuteninai ir gliadinai. Jei grūduose mažai šlapiojo glitimo, vėliau mil-

tai mažiau sorbuoja vandens, ir minkoma tešla labiau praskysta (Krejčířová, Capouchová, Petr, Bicanová, Kvapil, 2006). Mūsų bandyme 2010 m. buvo palankiausi šlapiojo glitimo susikaupimui, karbonatingame rudžemyje augintų kviečių grūduose jo kiekis iš esmės padidėjo tręšiant augalus S₆₀ trąšų norma, atitinkamai 4,4 % vnt. (2 lentelė). Antraisiais tyrimų metais grūduose šlapiojo glitimo susikaupė 14,36 % mažiau, nei pirmaisiais. Sieros trąšų normos, padidintos iki S₄₀, didino ir šlapiojo glitimo kiekį, tačiau neesmingai. 2012 m. vidutinis šlapiojo glitimo kiekis buvo

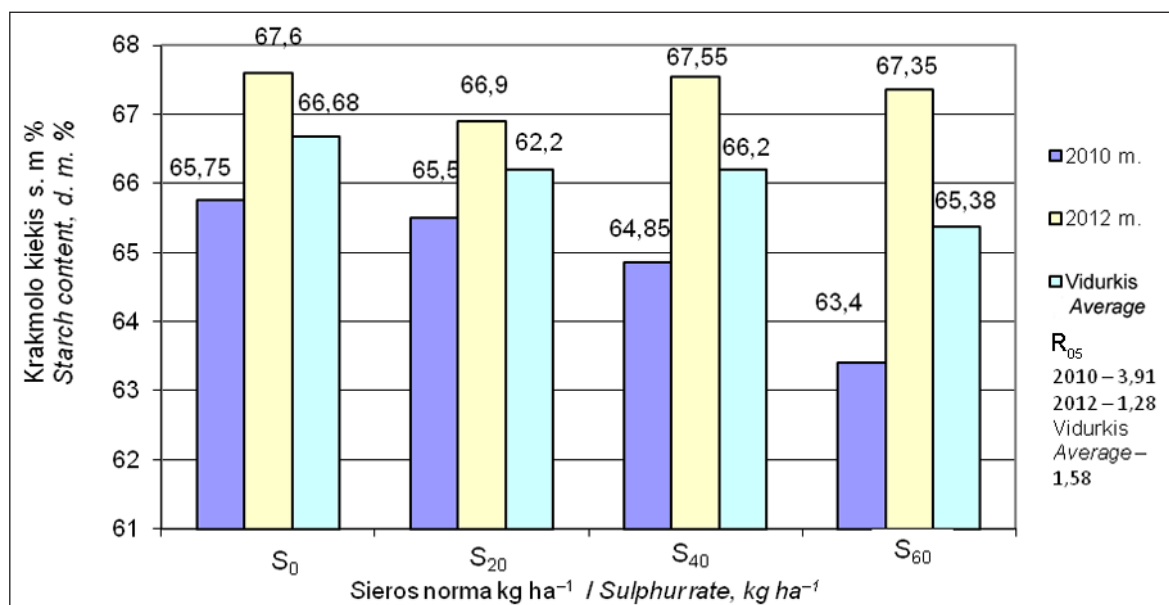
2 lentelė. Sieros trąšų normų įtaka vasarinių kviečių šlapiojo ir sausojo glitimo kiekiui % SM karbonatingame rudžemyje

Table 2. Influence of different rate (S) fertilizers on spring wheat wet and dry gluten, % DM in Epicalcari – Endohypogleyic Cambisol

Trąšų norma Fertilizer rate	Dirvožemis / Soil							
	Karbonatingas rudžemis / Calcaric Cambisols							
	Šlapiasis glitimas / Wet gluten				Sausasis glitimas / Dry gluten			
	2010 m.	2011 m.	2012 m.	Vidurkis Average	2010 m.	2011 m.	2012 m.	Vidurkis Average
S ₀	34,91	19,85	21,45	25,40	11,50	6,47	6,85	8,27
S ₂₀	34,32	20,95	22,20	25,82	11,55	6,91	7,02	8,49
S ₄₀	34,60	21,10	23,50	26,40	11,45	6,92	7,50	8,62
S ₆₀	36,45*	20,93	21,22	26,20	11,95	6,87	6,56	8,46
R ₀₅	1,42	3,66	4,58	3,48	0,96	1,09	1,61	1,25

Pastaba: * – skirtumai esminiai esant atitinkamai 95 % tikimybės lygiui.

Note: * – significantly different ($P < 0.005$).



6 pav. Sieros tręšų normų įtaka krakmolo kiekiui vasarinių kviečių sėklose paprastajame išplautžemyje
 Fig. 6. Influence of sulphur fertilizer rate on the starch content in spring wheat grown in Haplic Luvisol

šiek tiek didesnis, o sieros tręšų normų didinimas iki S₄₀, kaip ir 2011 m., didino jo kiekį, tačiau neesmingai.

Didžiausias sausojo glitimo kiekis nustatytas 2010 m. (vidutiniškai bandyme – 11,61 % SM). Esminio sieros tręšų poveikio šiam kokybės rodikliui tais metais nenustatyta. 2011 ir 2012 m. sausojo glitimo kiekis vidutiniškai buvo 6,79 ir 6,98 % SM, o didinant sieros tręšų normą iki S₄₀ nustatytos sausojo glitimo kiekio didėjimo tendencijos.

Paprastajame išplautžemyje auginti vasariniai kviečiai (kaip ir karbonatingame rudžemyje) dau-

giau sausojo ir šlapiojo glitimo sukauptė 2010 m., atitinkamai 10,9 ir 33,1 % SM (3 lentelė). Pirmaisiais tyrimų metais paprastajame išplautžemyje tręšiant S₆₀ tręšų norma iš esmės didėjo šlapiojo glitimo kiekis (7,9 % vnt.), taip pat vidutiniais trejų tyrimų metų duomenimis, tręšiant S₆₀ tręšų norma nustatyta stipriausia šlapiojo ir sausojo glitimo kiekio didėjimo tendencija.

Tręšiant S₂₀ tręšų norma nustatytas esminis sausojo glitimo sumažėjimas (13,9 % vnt.), o 2012 m. ta pati sieros tręšų norma iš esmės didino (23,4 % vnt.) sausojo glitimo kiekį.

3 lentelė. Sieros tręšų normų įtaka vasarinių kviečių šlapiojo ir sausojo glitimo kiekiui % SM paprastajame išplautžemyje

Table 3. Influence of different rate (S) fertilizers on spring wheat wet and dry gluten, % DM in Haplic Luvisol

Tręšų norma Fertilizer rate	Dirvožemis / Soil							
	Paprastasis išplautžemis / Haplic Luvisols							
	Šlapiasis glitimas / Wet gluten				Sausasis glitimas / Dry gluten			
	2010 m.	2011 m.	2012 m.	Vidurkis Average	2010 m.	2011 m.	2012 m.	Vidurkis Average
S ₀	31,95	18,10	18,68	22,91	10,25	5,83	5,55	7,21
S ₂₀	33,55	15,60*	21,25	23,47	10,85	5,02*	6,85*	7,57
S ₄₀	32,43	16,50	19,25	22,72	11,35	5,25	6,13	7,58
S ₆₀	34,50*	16,75	19,65	23,63	11,05	5,42	6,20	7,56
R ₀₅	2,50	2,44	4,05	3,09	2,05	0,71	0,77	1,33

Pastaba: * – skirtumai esminiai esant atitinkamai 95 % tikimybės lygiui.

Note: * – significantly different ($P < 0.005$).

IŠVADOS

1. Vidutiniais 2010–2012 m. tyrimų duomenimis, karbonatingame rudžemyje ir paprastajame išplautžemyje sieros trąšos turėjo esminės įtakos vasarinių kviečių grūdų derliaus padidėjimui, didžiausias derlius gautas tręšiant S_{60} trąšų norma. Didesnis sieros trąšų efektyvumas derliui nustatytas vasarinius kviečius auginant karbonatingame rudžemyje.

2. Vidutiniais trejų tyrimų metų duomenimis, nustatyta teigiama sieros trąšų normų įtaka vasarinių kviečių grūdų baltymingumui. Žalių baltymų kiekis gautas iš esmės didesnis karbonatingame rudžemyje tręšiant S_{20} trąšų norma, o paprastajame išplautžemyje – S_{20} ir S_{60} .

3. Vidutiniais duomenimis, abiejuose bandymuose sieros trąšos neturėjo esminės įtakos krakmolo kiekiui kviečių grūduose. Tręšimas sieros trąšomis turėjo tendenciją didinti sausojo glitimo kiekį abiejuose bandymuose.

PADĖKA

Straipsnyje pateikta dalis tyrimų rezultatų, gautų vykdant LAMMC mokslinių tyrimų programą „Žemės ūkio bei miškų dirvožemių našumas ir tvarumas“.

Gauta 2013 08 26
Priimta 2013 12 16

LITERATŪRA

- Adomaitis T., Mažvila J., Vaišvila Z., Arbačiauskas J., Antanaitis A., Lubyte J., Šumskis D. 2010. Ilgalaikio tręšimo įtaka anijonų išsiplovimui. *Žemdirbystė-Agriculture*. T. 97. Nr. 1. P. 71–82.
- Atwell W. A. 2001. An overview of wheat development, cultivation, and production. *Cereal Food World*. Vol. 46. P. 59–62.
- Castle S. L., Randall P. J. 1987. Effects of sulphur deficiency on the synthesis and accumulation of proteins in the developing wheat seed. *Australian Journal of Plant Physiology*. Vol. 14. P. 503–516.
- Flæte N. E. S., Hollung K., Ruud L., Sogn T., Færgestad E. M., Skarpeid H. J., Magnus E. M., Uhlen A. K. 2005. Combined nitrogen and sulphur fertilisation and its effect on wheat quality and protein composition measured by SE-FPLC and proteomics. *Journal of Cereal Science*. Vol. 41. P. 357–369.
- Fullington J. G., Miskelly D. M., Wrigley C. W., Kasandra D. D. 1987. Quality-related endosperm proteins in sulphur-deficient and normal wheat grain. *Journal of Cereal Science*. Vol. 5. P. 233–245.
- Györi Z. 2005. Sulphur content of winter wheat grain in long term field experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Vol. 36. P. 373–382.
- Guzys S., Aksomaitiene R. 2005. Migration of sulphur in limed soils differing in agricultural management. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. Vol. 71. P. 191–201.
- Hocking P. J. 1994. Dry-matter production, mineral nutrient concentration, and nutrient distribution and re-distribution in irrigated spring wheat. *Journal of Plant Nutrition*. Vol. 17. P. 1289–1308.
- Krejčířová L., Capouchová I., Petr J., Bicanová E., Kvapil R. 2006. Protein composition and quality of winter wheat from organic and conventional farming. *Žemdirbystė-Agriculture*. T. 93. Nr. 4. P. 285–296.
- McGrant S. P., Zhao F. J., Blake-Kalff M. M. A. 2002. Sulphur in soils: processes, behaviour and measurement. *Proceedings No. 499*. York, UK: International Fertiliser Society.
- Mestelan S., Pazos S. 1998. Diagnóstico de la disponibilidad de S para molisoles del centro de la provincia de Buenos Aires según metodología DRIS y el análisis de la relación N/S en grano en cultivo de trigo. *IV Congreso Nacional de Trigo. Mar del Plata, Buenos Aires, 11 al 13 de noviembre de 1998*. P. 3–39.
- Moss H. J., Wrigley C. W., MacRitchie F., Randall P. J. 1981. Sulfur and nitrogen fertilizer effects on wheat. II. Influence on grain quality. *Australian Journal of Agricultural Research*. Vol. 32. P. 213–226.
- Moss H. J., Randall P. J., Wrigley C. W. 1983. Alteration to grain, flour and dough quality in three wheat types with variation in soil sulphur supply. *Journal of Cereal Science*. Vol. 1. P. 255–264.
- Reussi Calvo N. I., Echeveria H. E., Saiz Rozas H. 2006. Wheat response to sulphur fertilization in the southeast of Buenos Aires. *Ciencia del Suelo*. Vol. 24. No. 1. P. 77–87.
- Singh B. R. 2003. Sulfur and crop quality – agronomical strategies for crop improvement. *Abstracts of COST Action 829 Meetings*. Braunschweig, Germany. P. 35–36.
- Šiaudinis G. 2007. Sieros ir azoto įtaka vasarinių kviečių ir vasarinių rapsų derliui ir derliaus formavimosi elementams. Akademijs: Lietuvos žemės ūkio universitetas. 85 p.
- Tarakanovas P., Raudonius S. 2003. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPULIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. Akademijs: Lietuvos žemės ūkio universitetas. 57 p.
- Wieser A., Guster R., Tucher S. 2004. Influence of sulphur fertilisation on quantities and proportions

- of gluten protein types in wheat flour. *Journal of Cereal Science*. Vol. 40. P. 239–244.
19. Wrigley C. W., Du Cros D. L., Fullington J. G., Kasarda D. D. 1984. Changes in polypeptide composition and grain quality due to sulfur deficiency in wheat. *Journal of Cereal Science*. Vol. 2. P. 15–24.
20. Zhao F. J., Hawkesford M. J., McGrath S. P. 1999a. Sulphur assimilation and effects on yield and quality of wheat. *Journal of Cereal Science*. Vol. 30. Issue 1. P. 1–17.
21. Zhao F. J., Salmon S. E., Withers P. J. A., Monaghan J. M., Evans E. J., Shewry P. R., Mc Grath S. P. 1999b. Variation in the breadmaking quality and rheological properties of wheat in relation to sulphur in three wheat varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 79. P. 1865–1874.

Rūta Staugaitienė, Alvyra Šlepetienė, Lina Žičkienė

THE EFFECT OF SULPHUR FERTILISATION ON GRAIN YIELD AND QUALITY OF SPRING WHEAT

Summary

Two pot experiments were carried out at the experimental site of the Agrochemical Research Laboratory of the Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry in 2010–2012. Two types of soil were used in the experiments: sandy light loamy *Epicalcari – Endohypogleyic Cambisol* from the Skėmiai Experiment Field, Radviliškis Region, and sandy loamy *Haplic Luvisol* from the Perloja Experiment Field, Varėna Region. Spring wheat of 'Triso' variety was grown in the pots. The following sulphur fertilisation scheme was applied: not treated, treated with S_{20} , S_{40} and S_{60} rates. The data obtained from our experiments suggest that sulphur fertilisation had a positive effect on the grain yield of spring wheat grown on both soil types. The highest yield of spring wheat was obtained when S_{60} rate was applied. Higher efficiency of sulphur fertiliser was obtained when spring wheat was grown on calcareous *Cambisol*. Significantly higher content of crude protein in grains was obtained when spring wheat, grown on calcareous *Cambisol*, was treated with S_{20} rate. The grains of spring wheat grown on *Hapli-Albic Luvisol* were significantly higher in crude protein when S_{20} and S_{60} rates were applied. The data obtained from both experiments suggest that sulphur fertilisation had no significant effect on the starch content in spring wheat grains, yet there were some positive effects on dry gluten content – it tended to increase.

Key words: soil, sulphur, spring wheat, protein, gluten