

Sieros trąšų įtaka vasarinių rapsų sėklų derliui ir kokybei

Rūta Staugaitienė¹,

Alvyra Šlepetienė²,

Lina Žičkienė¹

¹ Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras,
Savanorių pr. 287, LT-50127 Kaunas
El. paštas: ruta@alteja.lt

² Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras,
Instituto al. 1,
LT-58344 Akademija, Kėdainių r.
El. paštas: 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 bandymo lauko. Antrasis – smėlingas priemolio paprastasis pajaurėjęs išplautžemis (*Hapli-Albic Luvisol*), atvežtas iš Varėnos r., Perlojos bandymų stoties lauko. Vegetaciniuose induose auginta vasarinių rapsų veislė 'Landmark', tręšta tokiomis sieros normomis: netręšta, S_{30} , S_{60} , S_{90} . Tręšimui naudotas amonio sulfato trąšos. Tyrimų duomenimis, sieros trąšos visais tyrimų metais didino vasarinių rapsų derlių. Didžiausias rapsų derlius karbonatingame rudžemyje gautas rapsus tręšiant S_{90} norma – 30,81 g/inde ir šiek tiek mažesnis tręšiant S_{60} – 30,60 g/inde; paprastajame išplautžemyje didžiausias derlius užaugintas tręšiant S_{90} – 27,91 g/inde. Sieros trąšos žaliųjų riebalų kiekiui rapsų sėklose esminės įtakos neturėjo. 2010 m. tręšiant vasarinius rapsus S_{30} , S_{60} , S_{90} trąšų normomis paprastajame išplautžemyje gliukozinolatų kiekis vasarinių rapsų sėklose viršijo leistiną LST 1323-2000/1K:2001 normą (20 $\mu\text{mol g}^{-1}$): atitinkamai – 0,42, 1,95, 3,20 $\mu\text{mol g}^{-1}$ I klasės maistiniams rapsams. Gliukozinolatų kiekis karbonatingame rudžemyje augintų vasarinių rapsų sėklose viršijo leistiną normą augalus tręšiant S_{90} .

Raktažodžiai: dirvožemis, siera, vasariniai rapsai, tręšimas

ĮVADAS

Rapsai yra vieni pagrindinių ir populiariausių pasaulyje (31 mln. ha) auginamų aliejinių augalų, kurie pramonėje naudojami biodyzelino gamybai ir maistui. Daugiausia rapsų auginama Kinijoje, Indijoje, Kanadoje. Lietuvoje jų plotai sparčiai didėja: 2006 m. užėmė 150,8 tūkst. ha, o 2011 m. – 250,2 tūkst. ha (Lietuvos žemės ūkis..., 2012). Rapsai yra reiklūs augimo sąlygoms: šilumos ir drėgmės režimui, maisto medžiagoms, dirvožemiui (Velička, 2002). Vienai tonai sėklų derliaus išauginti (įskaitant augalinę masę) reikia 44,7 kg azoto (N), 24,4 kg fosforo (P_2O_5), 50 kg kalio (K_2O), 4,5 kg magnio (Mg) ir 8,2 kg sieros (Düngung..., 2004). Iš visų šalyje auginamų lauko

augalų rapsams sieros reikia daugiausia, taip pat bene daugiausia jiems reikia sieros, palyginti su kitais kryžmažiedžiais augalais (Nyborg, Bentley, Hoyt, 1974).

Tyrimais nustatyta, kad sieros trūkumas veikia ne tik rapsų derlių, bet ir jų sėklų kokybę (Fismes, Vong, Guckert, Frossard, 2000). Esant optimaliam sieros kiekiui rapsų sėklose nustatomas didesnis žaliųjų riebalų kiekis (Malhi, Gill, 2006; Brennan, Bolland, 2008), tačiau ši įtaka ne visada dėsninga ir priklauso nuo metų sąlygų (Egesel, Gül, Kariman, 2009).

Sieros įterpimas kartu su azotu, kai dirvožemyje trūksta sieros, didina žaliųjų baltymų kiekį (Malhi, Gill, 2007; Egesel, Gül, Kariman, 2009). Siera būtina amino rūgščių sintezei (Willenbrink,

1967). Daug sieros savo sudėtyje turi sėklose esančios amino rūgštys – cisteinas ir metioninas (Clandinin, 1986). Esant sieros trūkumui gali sutrikti baltymų sintezė (Hoffmann 2004). Nustatyta, kad trūkstant aplinkoje sieros augaluose lėtėja nitratinio azoto įsisavinimas (Chomenko, 1983).

Deja, siera gali turėti ir neigiamos įtakos. Rapsų sėklose esantys gliukozinolatai turi sieros, todėl didinant sieros trąšų normas didėja jų kiekis rapsų sėklose (Marschner, 1986). Gliukozinolatai maistui ir pašarui skirtose sėklose yra nepageidaujami.

Lengvos granulimetrinės sudėties bei mažai organinės medžiagos turinčiuose dirvožemiuose judriosios sieros yra mažiausia (Adomaitis, 1998). Dirvožemyje judrioji siera dažniausiai yra sukaupta sulfatų forma, todėl lengvai išsiplauna į gilesnius dirvožemio sluoksnius (Franzen, Grant, 2008). Lietuvoje atliekamas mineralinės sieros dirvožemyje monitoringas atskleidė, kad žemės ūkio naudmenose pavasarį jos yra mažai (Mažvilas, 2012). Todėl žemės ūkio augalų tręšimas siera, ypač rapsų, yra reikalingas. Šalyje nepakanka tyrimų duomenų apie sieros trąšų įtaką augalams, o gauti duomenys yra prieštaringi. V. Mašauskas, A. Mašauskienė (2005), atlikę ilgamečius bandymus, nenustatė sieros trąšų, įterptų su superfosfatu, teigiamo poveikio žemės ūkio augalų derliui. G. Šiaudinis ir S. Lazauskas (2009), atlikę tyrimus karbonatingame rudžemyje, nustatė, kad sieros (S) 20 kg ha⁻¹ norma didino vasarinių rapsų šoninių šakučių ir ankštarių skaičių bei sėklų derlių.

Kanadoje atlikti lauko bandymai parodė, kad optimali sieros norma rapsams yra 15–30 kg ha⁻¹ (Malhi, Gill, 2002, 2007; Karamanos, Goh, Flaten, 2007). Australijoje, kai nustatomi maži judriosios sieros kiekiai dirvožemyje, rekomenduojama sieros trąšų norma yra 40 kg ha⁻¹, o jei dirvožemyje jos yra vidutiniškai – siūloma 20 kg ha⁻¹. Daugelyje Europos šalių rekomenduojama vasarinius rapsus tręšti 20–60 kg ha⁻¹ norma (Merrien, 1992).

Tyrimų tikslas buvo nustatyti sieros trąšų normos įtaką vasarinių rapsų 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 aikštelyje. Vegetaciniuose cilindrinuose induose, dviejuose skirtinguose dirvožemiuose, auginti vasariniai rapsai. Pirmasis bandymas atliktas smėlingo lengvo priemolio, sekliai karbonatingame, giliau glėjiškame rudžemyje (*Epicalcari – Endohypogleyic Cambisol*), kuris atvežtas iš Radviliškio r., Skėmių bandymo lauko, ir į vegetacinius indus sudėtas pagal dirvožeminius horizontus. Dirvožemyje, 0–20 cm gylyje, vyrauja (45,4–47,5 %) smulkus smėlis (0,25–0,05 mm), o 22,4–28,4 % sudaro rupios dulkės (0,05–0,01 mm). Fizinio molio (<0,01 mm) yra 16,2–23,2 %, o dumblo dalelių jame – 7,3–10,7 %. Įrengiant bandymą dirvožemis buvo artimas neutraliam (pH_{KCl} 6,9), mažo fosforingumo (70,6 mg kg⁻¹ P₂O₅), vidutinio kalingumo (114,0 mg kg⁻¹ K₂O), vidutinio humusingumo (2,93 %). Mineralinės sieros 0–30 cm dirvožemio sluoksnyje nustatyta 1,83 mg kg⁻¹, 30–60 cm – 0,5 mg kg⁻¹.

Antrasis bandymas atliktas smėlingo priemolio paprastajame pajaurėjusiame išplautžemyje (*Hapli-Albic Luvisol*), kuris atvežtas iš Varėnos r., Perlojos bandymų stoties lauko. Iki bandymo dirvožemis buvo artimas neutraliam (pH_{KCl} 6,7), labai didelio fosforingumo (268,3 mg kg⁻¹ P₂O₅), vidutinio kalingumo (135,3 mg kg⁻¹ K₂O), mažo humusingumo (1,71 %), mineralinės sieros 0–30 cm dirvožemio sluoksnyje nustatyta 0,5 mg kg⁻¹, 30–60 cm – 0,5 mg kg⁻¹.

Tyrimo schema ir tręšimas

Bandymuose tirti šie tręšimo siera variantai:

- 1) S₀ (siera netręšta);
- 2) S₃₀ (0,21 g S indui);
- 3) S₆₀ (0,42 g S indui);
- 4) S₉₀ (0,63 g S indui).

Trąšų normos paskaičiuotos vegetacinio indo paviršiaus plotui. Tręšimui siera naudotos amonio sulfato trąšos. Kiekvienas variantas turėjo keturis pakartojimus, foninis tręšimas buvo N₁₅₀P₆₀K₁₃₀ norma, kuriam naudotas paprastasis superfosfatas, kalio chloridas, amonio salietra. Į kiekvieną indą išberta po 1,05 g (N), 0,42 g (P₂O₅),

0,91 g (K_2O). Azoto trąšos išbertos per du kartus. Pirmą kartą prieš sėją 0,7 g (N) ir 0,35 g (N) penkių lapelių tarpsniu. Vegetaciniai indai išdėstyti randomizuotai.

Augalų auginimo agrotechnika

Vegetaciniai indai, kurių skersmuo yra 30 cm, aukštis – 60 cm buvo išdėlioti vegetacinėje lauko aikštelėje ant padėklų. Į kiekvieną indą pasėta po 20 vasarinių rapsų 'Landmark' sėklų, sudygas palikta 12 sėklų. Kiekvienais metais vasariniai rapsai sėti gegužės 3–5 d., derlius nuimtas rankomis 2010 m. rugpjūčio 15 d., 2011 m. – rugpjūčio 18 d., o 2012 m. – rugpjūčio 20 d. Augalų vegetacijos metu augalai laistyti rankiniu būdu. Naudotos šios augalų apsaugos priemonės: insekticidai Karate Zeon, Folikuras. Vasarinių rapsų sėklų derlius įvertintas 9 % drėgmės absoliučiai švaria grūdų mase.

Laboratoriniai metodai

Dirvožemio tyrimai atlikti LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijoje. Nustatyta: pH_{KCl} – 1N KCl potenciometrinio metodu, judrusis fosforas, kalis, kalcis, magnis – Egner-Riehm-Domingo metodu (A-L), humusas – perskaičiuotas iš organinės anglies, kuri įvertinta sauso deginimo būdu analizatoriumi Diurna metodu. LAMMC Žemdirbystės instituto Cheminių tyrimų laboratorijoje rapsų sėklose (2010–2011 m. derliaus mėginiuose) artimosios srities infraraudonųjų spindulių spektrometru NIRS – 6500 nustatytas žaliųjų riebalų, žaliųjų baltymų ir gliukozinolatų kiekis.

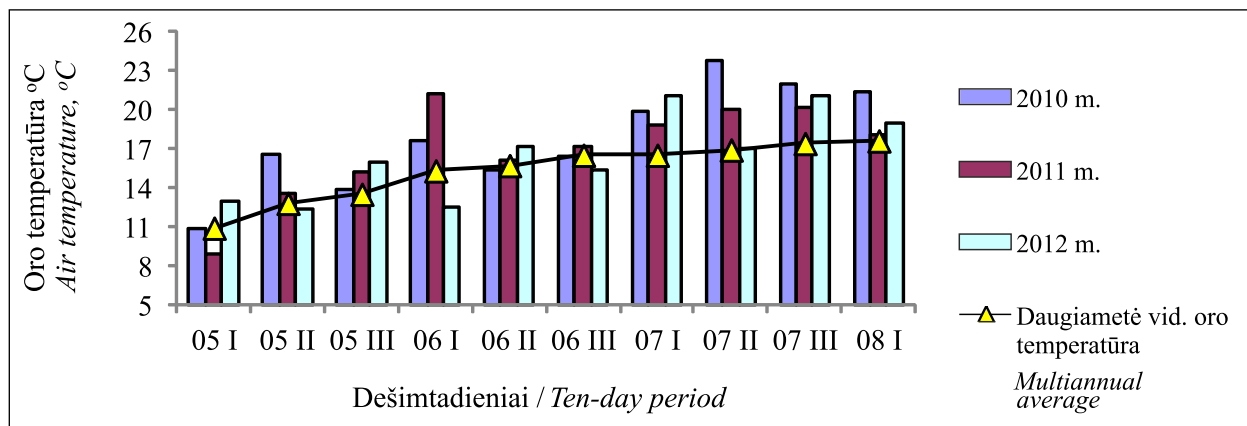
Taikyta tyrimų duomenų dispersinė vieno veiksnio analizė (ANOVA versija 4,0 – 2003 m.). Duo-

menys analizuoti, kai faktinis Fišerio kriterijus ($F_{fakt.}$) buvo didesnis už teorinį. Skirtumai tarp trešio variantų įvertinti mažiausia esminio skirtumo riba (R_{05}), skaičiuotas trejų metų paklaidų vidurkis (Tarakanovas, 2003). Darbe naudoti simboliai: * ir ** žymėjimai reiškia – statistiškai patikima esant atitinkamai 95 ir 99 % tikimybės lygiui; R_{05} – patikimo skirtumo riba esant 95 % tikimybės lygiui.

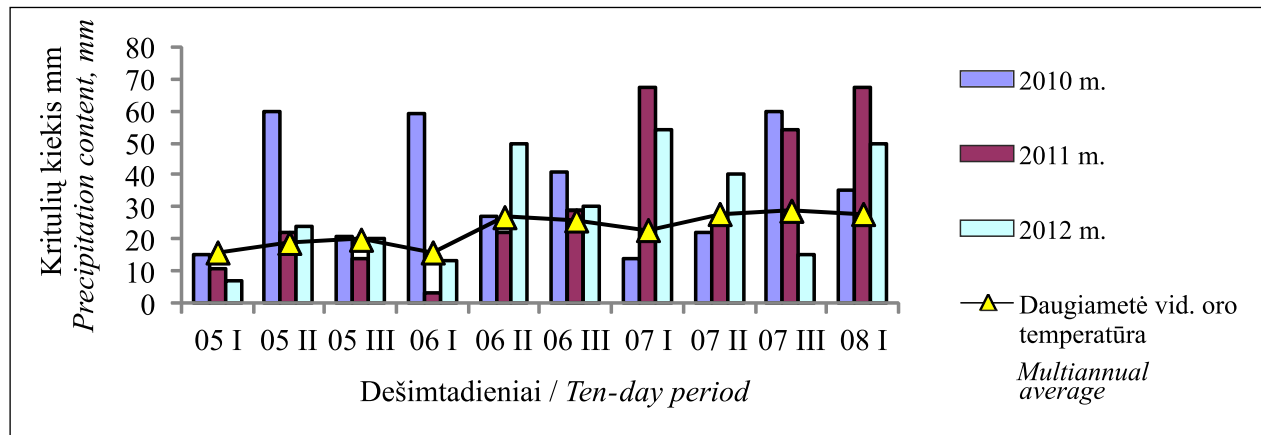
Meteorologinės sąlygos

2010 m. vasarinių rapsų vegetacijos metu (nuo jų sudygimo iki derliaus nuėmimo) aktyvių temperatūrų (≥ 10 °C) suma sudarė 1 775,5 °C, iškrito 354 mm kritulių, hidroterminis koeficientas buvo 1,99. Gegužės antrąją dekadą dygstant vasariams rapsams vyravo karšti ir intensyviai lietingi orai, todėl dirvožemio paviršiuje susidarė pluta, rapsų sėklos lėtai dygo, o augalai silpnai augo (1 ir 2 pav.). Vėliau, iki liepos mėn., meteorologinės sąlygos augalams buvo palankios, o vyravusios liūtys birželio pradžioje augalams pastebimos žalos nepadarė. Liepos mėn. oro temperatūra atskirose dekadose buvo net 3,3–6,9 °C aukštesnė nei daugiametė vidutinė oro temperatūra ir tai neigiamai veikė ankštųjų formavimąsi bei sėklų brendimą. Šios nepalankios 2010 m. oro sąlygos lėmė prastesnę vasarinių rapsų derlių.

2011 m. vasarinių rapsų 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, palanki augalų augimui. Karšti ir sausi orai vyravo birželio pirmąjį



1 pav. Vidutinė paros oro temperatūra (°C) bandymo laikotarpiu
Fig. 1. The average temperature (°C) during the experiment



2 pav. Vidutinis kritulių kiekis (mm) bandymo laikotarpiu

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

dešimtadienį, kai vidutinė paros oro temperatūra buvo net 5,9 °C aukštesnė už daugiamečę. Augalai buvo laistomi ir žalos dėl sausros nepatyrė. Antroje birželio pusėje ir liepos mėn. orai rapsų augimui buvo palankūs, susiformavo daugiau ir didesnių ankštarių, todėl sėklų derlius buvo gausesnis.

2012 m. rapsų 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 liepos pirmąjį dešimtadienį. 2012 m. vasariniai rapsai sudygo gerai, tačiau vėliau jiems trūko šilumos, ypač birželio pirmąją dekadą, mažiau buvo mezgama žiedinių butonų pradmenų, liepos pirmosios dekados lietingi orai turėjo neigiamos įtakos butonų kokybei. Šios priežastys lėmė prastesnį sėklų derlingumą.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Vasarinių rapsų derlius

Analizuojant trejų metų tyrimų rezultatus abiejuose bandymuose nustatyta, kad sieros trąšos iš esmės didino rapsų sėklų derlių (lentelė).

Karbonatingame rudžemyje didžiausias rapsų sėklų derlius 2010 m. gautas tręšiant S_{90} , 2011 ir 2012 m. – S_{60} , o derliaus priedai atitinkamai sudarė 23,4, 14,9 ir 24,3 %. Trejų metų vidutiniais duomenimis, didžiausias ir statistiškai patikimas 99 % tikimybės lygiu skirtumas, palyginti su netręštais augalais, gautas tręšiant S_{90} norma – derliaus priedas sudarė 18,0 %, o šiek tiek mažesnis, patręšus S_{60} – 17,2 %. Tarp šių variantų statistiškai patikimo derliaus priedo skirtumo nebuvo gauta, o derliaus priedai buvo labai panašūs, todėl efektyviausia vasarinių rapsų derliui yra S_{60} trąšų norma.

Lentelė. Sieros trąšų normų įtaka vasarinių rapsų derliui g/inde

Table. Influence of different fertilizer rate (S) on spring oilseed rape 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	23,33	30,49	24,55	26,12	26,11	26,23	20,88	24,41
S_{30}	24,98	32,63	29,18**	28,93*	26,41	27,26	22,00	25,22
S_{60}	26,23*	35,04*	30,54**	30,60**	27,51	28,55*	23,02*	26,36
S_{90}	28,81*	33,35*	30,28**	30,81**	26,25	30,78*	26,69**	27,91*
R_{05}	2,29	2,40	2,02	2,26	1,56	2,22	2,10	1,98

Pastaba: * ir ** – esminiai skirtumai, palyginti su kontroliniu variantu, esant 95 ir 99 % tikimybės lygiui

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

G. Šiaudinis ir S. Lazauskas (2009), atlikę tyrimus karbonatingame rudžemyje, nustatė, kad sieros trąšų poveikis vasarinių rapsų sėklų derliui labai priklausė nuo atskirų metų augimo sąlygų, o optimali sieros trąšų norma buvo S_{20} .

Paprastajame išplautžemyje sieros trąšos rapsų sėklų derlių esmingai didino tik 2011–2012 m., didžiausias derlius gautas tręšiant atitinkamai S_{60} ir S_{90} normomis. 2010 m. statistiškai patikimos sieros trąšų įtakos derliui negauta, sieros trąšų poveikis pastebėtas tik šiek tiek išryškėjus derliaus didėjimo tendencijai. Vertinat 2010–2012 m. sėklų derliaus vidurkį didžiausias ir statistiškai patikimas 99 % tikimybės lygiu skirtumas, palyginti su netręštais augalais, buvo rapsus patręšus S_{90} trąšų norma, o derliaus priedas sudarė 14,3 %.

Atlikti tyrimai Lietuvos žemės ūkio universiteto Bandymų stotyje, karbonatingame, sekliai glėjiškame išplautžemyje, parodė, kad efektyviausia rapsams buvo 67 kg ha^{-1} sieros trąšų norma, o gautas derliaus priedas 14,2 % didesnis, palyginti su siera netręštais rapsais (Rimkevičienė, Ūksienė, Velička, Marcinkevičienė, Kučinskas, 2007). Autoriai taip pat teigia, kad tręšimas didelėmis sieros normomis (S_{180}) esant vienodam foniniam tręšimui $N_{100}P_{60}K_{90}$ neigiamos įtakos rapsų sėklų derliui neturėjo.

Žaliųjų riebalų kiekis

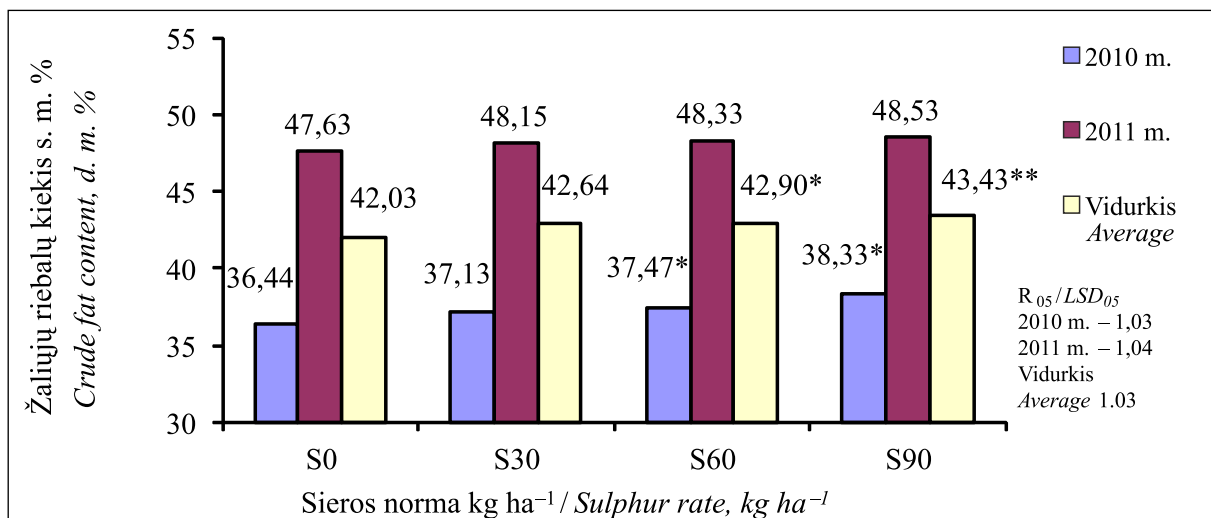
Rapsų sėklose žaliųjų riebalų kiekis priklauso nuo veislės, meteorologinių sąlygų ir agrotechnikos. Tyrimų duomenimis, sausesnę ir karštesnę

2010 m. vasarą žaliųjų riebalų abiejų bandymų rapsų sėklose susikaupė mažiau nei 2011 m. (3 ir 4 pav.). Apie karštesnio oro įtaką mažesniai sėklų riebalingumui patvirtina ir kiti tyrėjai (Ayton, Seberry, Graham, 2011).

Karbonatingame rudžemyje augintų rapsų sėklose žaliųjų riebalų kiekis esmingai padidėjo juos patręšus S_{60} ir S_{90} normomis: atitinkamai 1,03 ir 1,89 % vnt., palyginti su netręštais. 2011 m. tręšiant sieros trąšomis nustatytos žaliųjų riebalų kiekio didėjimo tendencijos.

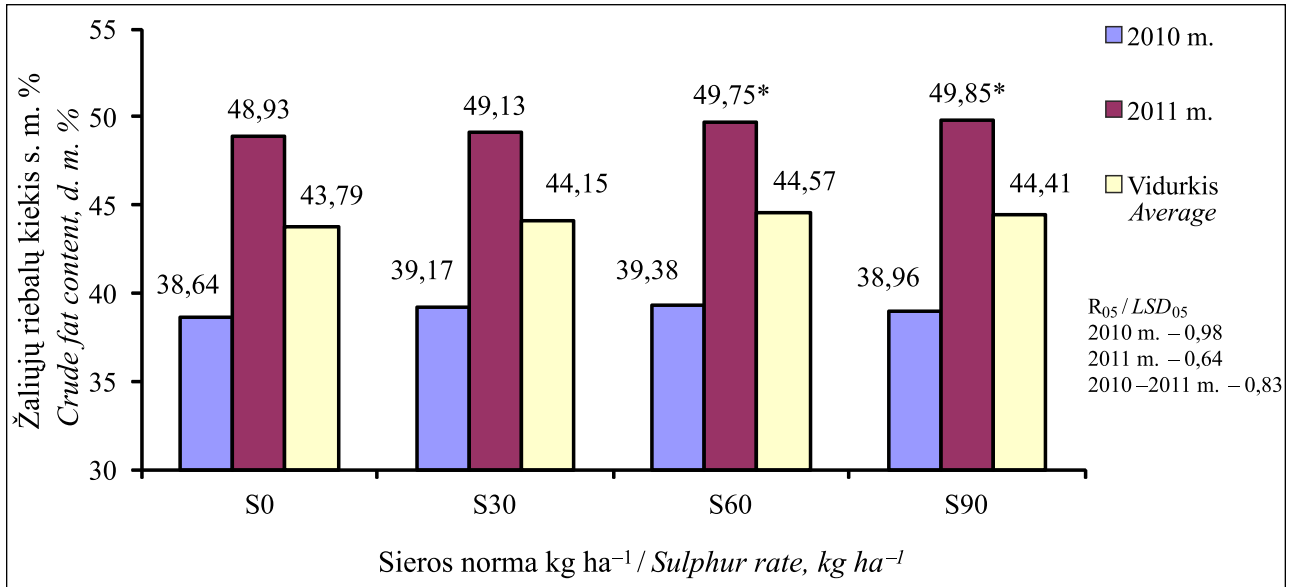
Vidutiniai dvejų metų rezultatai patvirtino tas pačias žaliųjų riebalų didėjimo tendencijas rapsų sėklose, kaip ir atskirais tyrimų metais. Iš esmės didesni žaliųjų riebalų kiekiai susikaupė sėklose, augalus tręšiant S_{60} ir S_{90} trąšų normomis.

Auginant vasarinius rapsus paprastajame išplautžemyje 2010 m. tirtos sieros trąšų normos neturėjo esminės įtakos žaliųjų riebalų kiekio pokyčiams sėklose (4 pav.). 2011 m. sieros trąšų įtaka išryškėjo augalus tręšiant S_{60} ir S_{90} normomis. Palyginus su netręštais rapsais, sėklų riebalingumas padidėjo atitinkamai 0,82 ir 0,92 % vnt., kai esminio skirtumo riba R_{05} buvo 0,64 % vnt. Tačiau abiejuose bandymuose metų meteorologinės sąlygos rapsų augimo metu lėmė didesnius žaliųjų riebalų kiekio pokyčius, nei tręšimas sieros trąšomis. Gliukozinolatų kiekis sėklose priklauso nuo rapsų augimo sąlygų. Literatūroje nurodoma, kad daugiau jų susikaupia, kai dirvožemyje trūksta vandens ir esti karšti sausi orai. Įtakos turi ir sieros



3 pav. Sieros trąšų normos įtaka žaliųjų riebalų kiekiui vasarinių rapsų sėklose karbonatingame rudžemyje

Fig. 3. Influence of sulphur fertilizer rate on crude fat content in spring rape grown in Epicalcari – Endohypogleyic Cambisol

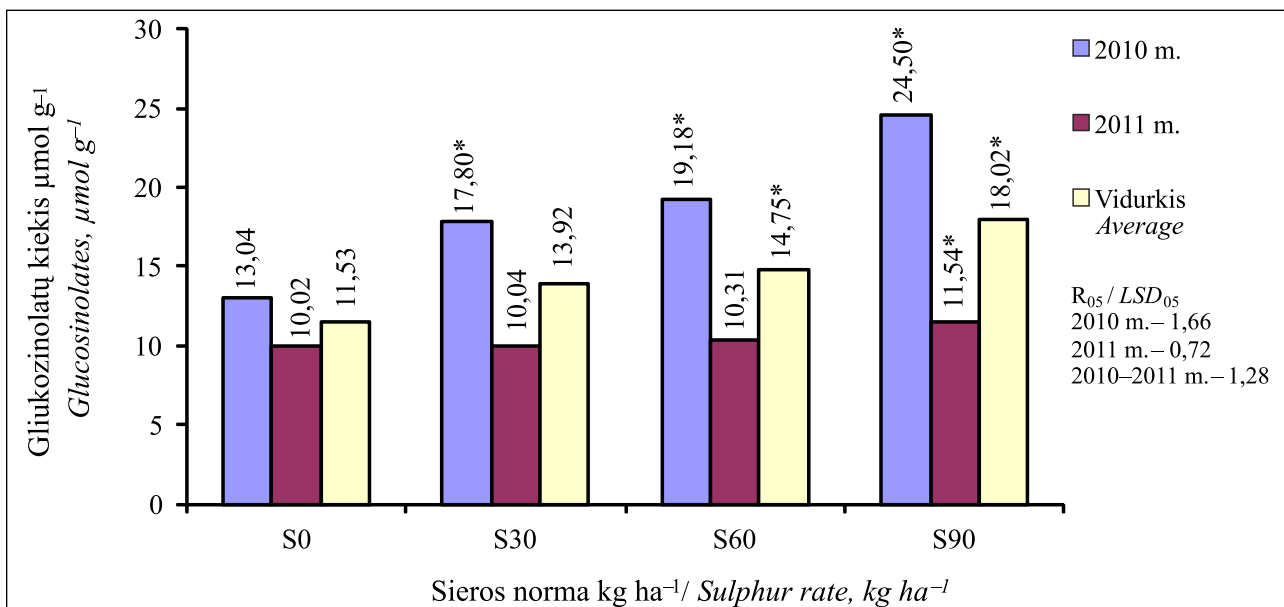


4 pav. Sieros trąšų normos įtaka žaliųjų riebalų kiekiui vasarinių rapsų sėklose paprastajame išplautžemyje
Fig. 4. Influence of sulphur fertilizer rate on crude fat content in spring rape grown in Hapli-Albic Luvisol

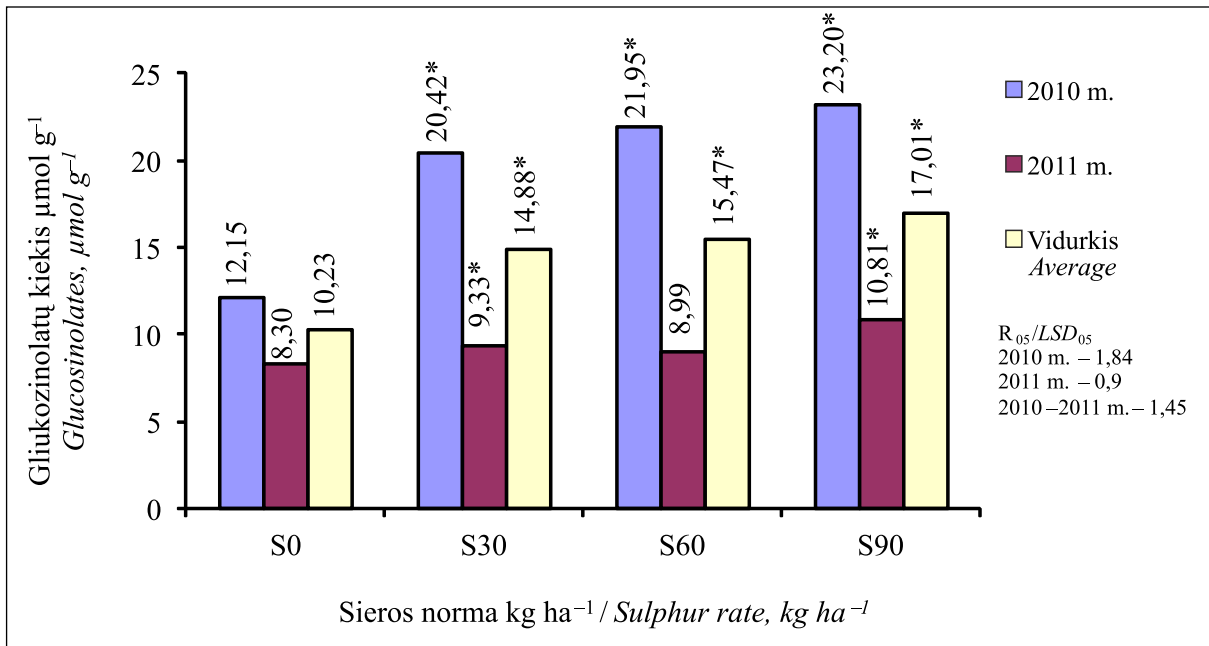
perteklius dirvožemyje (Ayton, Seberry, Graham, 2011). Ypač padaugėja gliukozinolatų, kai drėgmės dirvožemyje trūksta antrą ir trečią mėnesį po sėjos (Bouchereau, Clossais-Besnard, Bensaoud, Leport, Renard, 1996).

Atlikus vegetacinius bandymus, tyrimų rezultatai patvirtino šių autorių teiginius. Abiejuo-

se bandymuose mažesni gliukozinolatų kiekiai 2011 m. liepos mėn. lėmė žemesnė oro temperatūra. Gliukozinolatų kiekis sėklose abiejuose bandymuose buvo panašus, tačiau įvairavo gana plačiame diapazone: karbonatingame rudžemyje – 17,00–24,50 $\mu\text{mol g}^{-1}$, paprastajame išplautžemyje – 20,42–23,20 $\mu\text{mol g}^{-1}$ (5 ir 6 pav.).



5 pav. Sieros trąšų normos įtaka gliukozinolatų kiekiui vasarinių rapsų sėklose karbonatingame rudžemyje
Fig. 5. Influence of sulphur fertilizer rate on glucosinolates content in spring rape grown in Epicalcari - Endohypogleyic Cambisol



6 pav. Sieros trąšų normos įtaka gliukozinolatų kiekiui vasarinių rapsų sėklose paprastajame išplautžemyje
 Fig. 6. Influence of sulphur fertilizer rate on glucosinolates content in spring rape grown in Hapli-Albic Luvisol

Vertinant sieros trąšų įtaką atskirais metais nustatyta, kad 2010 m. gliukozinolatų kiekis vasarinių rapsų sėklose, patręšus sieros trąšomis, esmingai didėjo, palyginti su netręštais augalais. Karbonatingame rudžemyje sieros trąšų norma S_{90} , palyginti su netręštais siera rapsais, gliukozinolatų kiekį 2010 m. padidino nuo 13,04 iki 24,5 $\mu\text{mol g}^{-1}$, t. y. 87,8 %. 2011 m. atitinkamai: nuo 10,02 iki 11,04 $\mu\text{mol g}^{-1}$ arba 15,1 %. Panašios tendencijos gautos, kai rapsai auginti paprastajame išplautžemyje: 2010 m. gliukozinolatų kiekis padidėjo 90,8 %, 2011 m. – 30,2 %. Be to, kai augalai buvo tręšti S_{90} norma, gliukozinolatų kiekis 2010 m. viršijo 20 $\mu\text{mol g}^{-1}$ leistą standarto LST 1323-2000/1K:2001 normą I klasės maistiniams rapsams. Tręšimas sieros trąšomis padidina didesnio gliukozinolatų kiekio susikaupimo riziką sausais ir karštais metais.

Atlikti ankstesni tyrimai Dotnuvoje, karbonatingame rudžemyje, parodė, kad, vasarinius rapsus patręšus $N_{120}S_{40}$ norma, gliukozinolatų kiekis užaugintose sėklose mažai padidėjo – tik 2 $\mu\text{mol g}^{-1}$, palyginti su kontrole N_0S_0 (Butkutė, Dabkevičius, 2007).

IŠVADOS

1. Vegetaciniuose induose atlikti trejų metų bandymai parodė, kad sieros trąšos visais tyrimų metais didino rapsų sėklų derlių.

2. Karbonatingame rudžemyje didžiausias rapsų sėklų derlius gautas patręšus S_{90} norma – derliaus priedas sudarė 18,0 %, šiek tiek mažesnis buvo patręšus S_{60} – 17,2 %. Paprastajame išplautžemyje sėklų daugiausia gauta rapsus patręšus S_{90} trąšų norma, derliaus priedas sudarė 14,3 %.

3. Rapsų sėklose žaliųjų riebalų mažiau gauta sausais ir karštais metais, o sieros trąšos esminės įtakos jų kiekiui neturėjo. Vėsniais metais žaliųjų riebalų sėklose buvo daugiau. Tais metais tiek karbonatingame rudžemyje, tiek ir paprastajame išplautžemyje žaliųjų riebalų kiekis didžiausias gautas vasarinius rapsus patręšus S_{60} ir S_{90} normomis.

4. Sieros trąšos visais tyrimų metais didino gliukozinolatų kiekį vasarinių rapsų sėklose pirmajame ir antrajame bandymuose. Didžiausias jų kiekis nustatytas tręšiant S_{90} trąšų norma.

PADĖKA

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

Gauta 2013 06 06
 Priimta 2013 10 07

LITERATŪRA

- Adomaitis T., Antanaitis A., Eitminavičius L., Lubytė J., Matusevičius K., Mažvila J. 1998. *Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita*: monografija. Kaunas: Lietuvos žemdirbystės institutas. 195 p.
- Ayton J., Seberry D., Graham K. 2011. Trends in quality of canola grown in Australia. *17th Australia Research Assembly on Brassicas*. P. 105–106.
- Bouchereau A., Clossais-Besnard N., Bensaoud A., Leport L., Renard M. 1996. Water stress effect on rapeseed quality. *European Journal of Agronomy*. Vol. 5. P. 19–30.
- Brennan R. F., Bolland M. D. A. 2008. Significant nitrogen by sulfur interactions occurred for canola grain production and oil concentration in grain on sandy soils in the Mediterranean-type climate of southwestern Australia. *Journal of Plant Nutrition*. Vol. 31. P. 1174–1187.
- Butkutė B., Dabkevičius Z. 2007. Agropriemonių bei genotipo įtaka gliukozinolatų kaupimuisi rapsų sėklose ir jų kiekio įvairavimas išspaudose. *Gyvininkystė: mokslo darbai*. Nr. 49. P. 40–55.
- Chomenko A. D. 1983. *Sernoje pitanije i produktivnost rastenii*. Kiev: Nauka Dumka. 30 s.
- Clandinin D. R. 1986. *Canola Meal for Livestock and Poultry*. Winnipeg, MB: Canola Council of Canada. P. 1–19.
- Dubuis P. H., Marazzi C., Stadler E., Mauch F. 2005. Sulphur deficiency causes a reduction in antimicrobial potential and leads to increased disease susceptibility of oilseed rape. *Journal of Phytopathology*. Vol. 153. P. 27–36.
- Düngung Hinweise und Richtwerte für die landwirts chaftliche Praxis Leitfadens zur Umsetzung der Düngeverordnung*. 2004. Mecklenburg: Ministerium für Ernährung. 157 p.
- Egesel C. Ö., Gül M. K., Kariman F. 2009. Changes in yield and seed quality traits in rapeseed genotypes by sulphur fertilization. *European Food Research and Technology*. Vol. 229. P. 505–513.
- Franzen D. W., Grant C. A. 2008. Sulphur response based on crop, source, and landscape position. In: *Sulfur: Missing Link Between Soils, Crops, and Nutrition*. Agronomy Monograph. Madison. 323 p.
- Fismes J., Vong P. C., Guckert A., Frossard E. 2000. Influence of sulfur on apparent N-use efficiency, yield and quality of oil seed rape grown on calcareous soil. *European Journal of Agronomy*. No. 12. P. 127–141.
- Grant C. A., Clayton G. W., Johnston A. M. 2003. Sulphur fertilizer and tillage on canola seed quality in the Black soil zone of western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*. No. 83. P. 745–758.
- Hoffmann C., Stockfisch N., Koch H. J. 2004. Influence of sulphur supply on yield and quality of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) – determination of a threshold value. *European Journal of Agronomy*. No. 21. P. 69–80.
- Karamanos R. E., Goh T. B., Flaten D. N. 2007. Nitrogen and sulphur fertilizer management for growing canola on sulphur sufficient soils. *Canadian Journal of Plant Science*. No. 87. P. 201–210.
- Lietuvos žemės ūkis 2011*. 2012. Lietuvos statistikos departamentas. Vilnius. 58 p.
- Malhi S. S., Gill K. S. 2002. Effectiveness of sulphate-S fertilization at different grown stages for yield, seed quality and S uptake of canola. *Canadian Journal of Plant Science*. No. 82. P. 665–674.
- Malhi S. S., Gill K. S. 2006. Cultivar and fertilizer S rate interaction effects on canola yield, seed quality and S uptake. *Canadian Journal of Plant Science*. No. 86. P. 91–98.
- Malhi S. S., Gill K. S. 2007. Interactive effects of N and S fertilizers on canola yield and seed quality on S-deficient Gray Luvisol soils in northeastern Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*. No. 87. P. 211–222.
- Marschner A. 1986. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. London: Academic Press Inc. P. 356.
- Mašauskas V., Mašauskienė A. 2005. Superfosfato kaip sieros šaltinio ilgalaikio naudojimo įtaka augalų derliui sėjomainoje. *Žemdirbystė: mokslo darbai*. Nr. 4(92). P. 36–51.
- Merrien A. 1992. Winter oilseed rape – Example: Europe. In: D. J. Halliday. *IFA World Fertilizer Use Manual*. Paris: International Fertilizer Industry Association. P. 215–219.
- Mažvila J. 2012. *Agrocheminių dirvožemio savybių tyrimai*. ŽŪM ataskaita. P. 256.
- Nyborg M., Bentley C. F., Hoyt P. B. 1974. Effect of sulphur deficiency. *Sulphur Institute Journal*. No. 10. P. 14–15.
- Rimkevičienė M., Ūksienė L., Velička R., Marcinkevičienė A., Kučinskas J. 2007. Sieros kaupimosi vasariniuose rapsuose ypatumai. *Vagos: LŽŪU mokslo darbai*. T. 74(27). P. 14–19.
- Šiaudinis G., Lazauskas S. 2009. Azoto ir sieros trąšų įtaka vasarinių rapsų augimui ir derliui. *Žemdirbystė-Agriculture*. T. 96. Nr. 2. P. 71–81.
- Tarakanovas P., Raudonius S. 2003. *Agrominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPULIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT*. Akademija: Lietuvos žemės ūkio universitetas. 57 p.
- Velička R. 2002. *Rapsai*: monografija. Kaunas. 320 p.
- Willebrink J. 1967. Über Beziehungen zwischen Proteinumsatz und Schwefelversorgung der Chloroplasten. *Z. Pflanzenphysiol*. No. 56. P. 427–438.

Rūta Staugaitienė, Alvyra Šlepetienė, Lina Žičkienė

INFLUENCE OF SULPHUR FERTILIZER ON THE YIELD AND QUALITY OF SPRING RAPE

Summary

In 2010–2012 two pot experiments were conducted at the experimental site of the Agrochemical Research Laboratory of the Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry. Two types of soil were chosen for the experiments: sandy light loamy *Epicalcari – Endohypogleyic Cambisol* from the Skėmiai Experiment Field, Radviliškis Region, and sandy loamy *Hapli-Albic Luvisol* from the Perloja Experiment Field, Varėna Region. Spring rape of 'Landmark' variety was grown in the pots, and the following sulphur fertilisation scheme was applied: not treated, treated with S_{30} , S_{60} and S_{90} rates. Ammonium sulphate was used for fertilisation. Three-year averages obtained from our experiments suggest that sulphur fertilisation increased the yield of spring rape in every year of our experiments. The highest yield of rape grown in calcareous *Cambisol* was obtained when S_{90} – 30.81 g per pot – rate was applied, and somewhat lower yield was obtained when S_{60} – 30.60 g per pot – rate was applied. When the rape was grown in *Hapli-Albic Luvisol*, the highest yield of rape was obtained when S_{90} – 27.91 g per pot – was applied. Sulphur fertilisation had no significant effect on the raw fat content in rape seeds. In 2010 the levels of glucosinolates in the seeds of spring rape exceeded the limit set by LST 1323-2000/1K:2001 for the 1st class rape seeds for human food ($20 \mu\text{mol g}^{-1}$) by 0.42, 1.95 and $3.2 \mu\text{mol g}^{-1}$ when plants, grown in *Hapli-Albic Luvisol*, were treated with S_{30} , S_{60} and S_{90} rates, respectively; when plants were grown in calcareous *Cambisol*, the level of glucosinolates in the seeds of spring rape exceeded the aforementioned limit when the S_{90} fertilisation rate was applied.

Key words: soil, sulphur, spring rape, fertilisation