

## AZOTO IR SIEROS TRĄŠŲ ĮTAKA VASARINIŲ RAPSŲ AUGIMUI IR DERLIUI

Gintaras ŠIAUDINIS<sup>1</sup>, Sigitas LAZAUSKAS<sup>2</sup>

Lietuvos žemdirbystės institutas

<sup>1</sup>Vėžaičiai, Klaipėdos r. sav.

El. paštas: gintaras@vezaiciai.lzi.lt

<sup>2</sup>Instituto al. 1, Akademija, Kėdainių r. sav.

El. paštas: sigislaz@lzi.lt

### Santrauka

2003–2005 m. Lietuvos žemdirbystės institute, Dotnuvoje, lengvo priemolio karbonatiniame sekliai glėjiškame rudžemyje (RDg8-k2), *Endocalcari-Epiphypogleyic Cambisol* (CMg-p-w-can), atlikti vasarinių rapsų tręšimo azoto ir sieros trąšomis įtakos vasarinių rapsų derliaus struktūros elementams bei sėklų derliui tyrimai. Lauko bandymai atlikti pagal dviejų veiksmų schemą, tirti trys azoto (0, 90 ir 150 kg ha<sup>-1</sup>) bei trys sieros (0, 20 ir 40 kg ha<sup>-1</sup>) tręšimo lygiai.

Azoto trąšos didino šoninių šakų, ankštaraų skaičių, sėklų derlių, tačiau mažino 1000-čio sėklų masę. Šiltesniais ir sausesniais 2003 ir 2005 m. didžiausias azoto trąšų efektyvumas buvo naudojant 90 kg ha<sup>-1</sup>, o drėgnesniais ir vėsesniais 2004 m. – 150 kg ha<sup>-1</sup> azoto normą. Tręšimas sieros trąšomis pagal 20 kg ha<sup>-1</sup> normą turėjo teigiamos įtakos šoninių šakų, ankštaraų skaičiui ir sėklų derliui. Azoto ir sieros sąveikos įtaka derliaus struktūros elementams buvo esminė tik pavieniais atvejais. Rapsų sėklų derlius glaudžiai koreliavo su ankštaraų skaičiumi ( $r = +0,78$ ) ir 1000-čio sėklų mase ( $r = -0,85$ ). Šie du kintamieji lėmė apie 75 % sėklų derliaus variacijų.

Reikšminiai žodžiai: azotas, siera, azoto ir sieros sąveika, vasariniai rapsai, derliaus struktūros elementai.

### Įvadas

Vasariniai rapsai išitvirtino tarp svarbiausių Lietuvos žemės ūkio augalų, tačiau jų vidutinis derlingumas vis dar nedidelis, o derliaus įvairavimas gana didelis. Derliaus struktūros elementams taip pat būdingas didelis įvairavimas, kuris priklauso nuo agroklimato ir agrotechnikos veiksnių. Rapsų derliaus struktūriniai elementai pasižymi dideliu plastiškumu, arba kompensacine geba, kai, esant mažai kiekybinei vieno elemento vertei, padidėja kito elemento vertė. Rapsų derliaus formavimosi proceso tyrimai, norint nustatyti optimalius derliaus struktūros elementų rodiklius, yra labai svarbūs siekiant didelio ir stabilaus vasarinių rapsų sėklų derliaus.

Didelė reikšmė, formuojantis struktūros elementams, tenka mitybai mineralinėmis medžiagomis /Diepenbrock, Becker, 1995/. Azoto trūkumas yra vienas dažniausiai augalų produktyvumą ribojančių veiksnių /Jeuffroy, Bouchard, 1999/. Nustatyti optimalią azoto trąšų normą nėra lengva, nes koreliacija tarp pasisavinto azoto kiekio ir sėklų derliaus ne visada būna stipri ir priklauso daugiausia nuo agrotechnikos

bei agrometeorologinių sąlygų /Šidlauskas, Švedas, 2001/. LŽI Dotnuvoje atliktų tyrimų duomenimis, esminę įtaką sėklų derliui turėjo ne didesnės kaip  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto normos /Šidlauskas, Bernotas, 2003/. Kiti Dotnuvoje atlikti tyrimai parodė, kad optimali azoto norma gali kisti priklausomai nuo pasėlio tankumo ir įvairuoti nuo  $120$  iki  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  /Šidlauskas, 2002/. Keletas autorių nurodo, kad azoto trąšų poveikis kinta priklausomai nuo rapsų veislės, dirvožemio tipo, klimato, agrotechnikos ar sąveikos su kitais elementais, todėl azoto įtaka kiekybiniais rodikliams dar nėra galutinai iširta /Grant, Bailey, 1993; Hrivna et al., 2002/.

Fiziologiniu atžvilgiu svarbi azoto ir sieros sąveika, kuri daro įtaką augalų augimui, vystymuisi, derliui ir azoto veiksmingumui /Fotyma et al., 1997/. Esant sieros trūkumui dirvožemyje, augaluose lėtėja nitratinio azoto redukcija ir pasisavinimas /Хоменко, 1983/. Vis labiau ryškėjanti problema – judriosios sieros kiekio sumažėjimas dirvožemiuose. Lietuvoje mažo sieringumo dirvožemiai ( $< 6,0 \text{ mg kg}^{-1}$  judriosios sieros) sudaro apie  $45,4 \%$  /Adomaitis, 1998/.

LŽŪU atlikti tyrimai su vasariniais rapsais rodo, kad, norint sieringame dirvožemyje pasiekti didžiausią produktyvumą, pakanka  $34 \text{ kg ha}^{-1}$  sieros normos /Rimkevičienė ir kt., 2007/. Skirtingų Europos tyrėjų duomenimis, nepriklausomai nuo sieros kiekio, esančio įvairiuose dirvožemiuose, esminės įtakos derliaus kiekybiniais rodikliams turėjo ne didesnė kaip  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  sieros norma /Zhao et al., 2003/. Kanadoje atliktų tyrimų duomenimis, esant mažam judriosios sieros kiekiui dirvožemyje, didžiausiam sėklų derliui pasiekti yra pakankama  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  sieros trąšų norma /Malhi, Gill, 2006/. Tie patys autoriai nurodo, kad jei tręšiama kartu ir azoto trąšomis ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ), efektyvu skirti iki  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  sieros /Malhi, Gill, 2002/. Čekijoje atlikti vegetaciniai ir lauko tyrimai parodė, kad, priklausomai nuo sąveikos su skirtingomis azoto normomis, sieros trąšos derlių padidino nuo  $2,5$  iki  $5,9 \%$ . Tačiau rapsų šakojimuisi ir ankstarų skaičiui teigiamos įtakos turėjo tik azoto trąšos, o azoto ir sieros sąveika šiuos abu rodiklius mažino /Hrivna et al., 2002/. Šiaurinėje JAV dalyje didžiausias derlius gautas naudojant  $180\text{--}220 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto kartu su  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  sieros /Jackson, 2000/.

Augalų mitybos siera klausimams Lietuvoje buvo skiriamas nepakankamas dėmesys. Azoto bei sieros ir ypač jų sąveikos poveikio vasarinių rapsų derliaus struktūros elementams tyrimų aktualumas buvo ir yra didelis, nes keičiasi veislių derlingumo potencialas, aplinkos sąlygos.

Tyrimo tikslas – Vidurio Lietuvos lengvo priemolio dirvožemio sąlygomis įvertinti azoto bei sieros trąšų ir jų sąveikos poveikį vasarinių rapsų derliaus struktūros elementams ir nustatyti jų ryšį su sėklų derliumi.

### Sąlygos ir metodai

Bandymai su vasariniais rapsais atlikti 2003–2005 m. Lietuvos žemdirbystės institute Dotnuvoje, lengvo priemolio giliau karbonatiniame sekliai glėjiškame rudžemyje (RDg8-k2), *Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol* (CMg-p-w-can). Dirvožemio 0–25 cm sluoksnyje  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  buvo  $6,7$  (2003 m.),  $5,0$  (2004 m.) ir  $6,8$  (2005 m.); organinės anglies –  $0,73 \%$  (2003 m.),  $1,08 \%$  (2004 m.) ir  $1,34 \%$  (2005 m.); suminio azoto –  $0,092 \%$  (2003 m.),  $0,105 \%$  (2004 m.) ir  $0,135 \%$  (2005 m.); judriojo  $\text{P}_2\text{O}_5$  –  $133$  (2003 m.),  $112$  (2004 m.) ir  $115 \text{ mg kg}^{-1}$  (2005 m.); judriojo  $\text{K}_2\text{O}$  –  $135$  (2003 m.),  $169$  (2004 m.) ir  $149 \text{ mg kg}^{-1}$  (2005 m.). Suminės sieros 0–40 cm gylyje buvo  $140$  (2003 m.),

160 (2004 m.) ir 125 mg kg<sup>-1</sup> (2005 m.); judriosios sieros – 3,5 (2003 m.), 0,2 (2004 m.) ir 3,4 mg kg<sup>-1</sup> (2005 m.); mineralinio azoto – 9,65 (2003 m.), 8,29 (2004 m.) ir 9,10 mg kg<sup>-1</sup> (2005 m.).

Vasarinių rapsų bandymai vykdyti pagal dviejų veiksmų schemą, pakartojimai išdėstyti atsitiktine tvarka. A veiksnys – azoto trąšų norma, o B veiksnys – sieros trąšų norma. Bandymai sudaryti iš 3 azoto (0, 90 ir 150 kg ha<sup>-1</sup>) bei 3 sieros (0, 20 ir 40 kg ha<sup>-1</sup>) tręšimo lygių. Fosforo ir kalio trąšų normos vienodos visiems variantams – 40 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ir 100 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Tręšta amonio salietra, amofosu ir kalio sulfatu. Kalio chloridas panaudotas atskiruose laukeliuose kalio kiekiui suvienodinti. Trąšos išbertos atskirai kiekvienam laukeliui, įterpiančias jas priešsėjimo dirbimo metu. Sėtos beicuotos vasarinių rapsų veislės 'Mascot' sėklos. Sėklų norma – 8–9 kg ha<sup>-1</sup> (~2,5 mln daigų sėklų ha<sup>-1</sup>). Sėklos išsėtos balandžio 26–28 dienomis. Priešsėlis – vasariniai miežiai.

Vasarinių rapsų derlius nuimtas kombainu „Sampo-500“, sėkloms visiškai subrendus. Nustačius drėgmės kiekį, rapsų sėklų masė perskaičiuota į 8,5 % drėgnio. Augalų ėminiai derliaus struktūros elementams nustatyti buvo imami prieš pat derliaus nuėmimą iš kiekvieno apskaitinio laukelio dviejų vietų (iš 0,25 m<sup>2</sup> ploto). Nustatytas kiekvieno ėminio augalų skaičius. Vėliau, atsitiktinai atrinkus 20 augalų, nustatytas šoninių šakų ir ankštarių skaičius. Gauti duomenys perskaičiuoti į m<sup>2</sup>. 1000-čio sėklų masė nustatyta pasvėrus analitinėmis svarstyklėmis.

Derliaus struktūros elementų duomenys apdoroti dispersinės analizės metodu (*Anova*), taikant dviejų veiksmų atsitiktinių pakartojimų variantą, esmingumui nustatyti taikant *F* kriterijų ir R<sub>05</sub> (95 % tikimybės lygiu) /Tarakanovas, Raudonius, 2003/, koreliacinė ir regresinė analizės atliktos *Statistica* programa /Hill, Levicki, 2005/.

Meteorologinės sąlygos tyrimų metais buvo kontrastingos. 2003 m. pirmojoje vegetacijos pusėje dominavo nepastovūs temperatūros ir kritulių atžvilgiu orai. Nuo liepos vidurio iki vegetacijos pabaigos vyravo sausi ir šilti orai. Tų metų aktyvių temperatūrų suma (ATS) sudarė 1 745 °C, kritulių – 157 mm, HTK (hidroterminis koeficientas) – 0,9. 2004 m. vyravo drėgni ir vėsūs orai (ypač antroje vegetacijos pusėje) ir rapsams augti bei vystytis buvo palankiausi. Vegetacijos laikotarpio ATS – 1 778 °C, kritulių – 249 mm, HTK – 1,4. 2005 m. pirmai vegetacijos pusei buvo būdingi nepastovūs, o antrai (nuo birželio pabaigos) – sausi ir šilti orai. Tačiau vegetacijos pabaigoje kritulių buvo gausu. Tais metais ATS buvo 1 730 °C, kritulių – 216 mm ir HTK – 1,2.

## **Rezultatai ir jų aptarimas**

Augalų skaičius, daugumos autorių teigimu, yra svarbiausias derliaus struktūros elementas, nuo kurio priklauso ir kitų elementų dydžiai /Diepenbrock, Becker, 1995; Šidlauskas, Bernotas, 2003/. Tyrimų metais derlių suformavusių augalų skaičius vegetacijos pabaigoje įvairavo vidutiniškai nuo 80 (2005 m.) iki 103 m<sup>2</sup> (2004 m.). Apskritai pasėlio tankumas buvo mažesnis už optimalų rekomenduojamą 100–160 augalų m<sup>2</sup> /Velička, 2002/. Esminės įtakos šiam rodikliui azoto ir sieros trąšos ar jų sąveika neturėjo, tačiau pastebėta tendencija, kad nuo azoto trąšų esti kiek mažesnis augalų skaičius. Šis derliaus struktūros elementas formuojasi anksčiausiai ir vegetacijos metu kinta. Atlikus įvairiais augimo tarpsniais pasėlio tankumo apskaitą nustatyta, kad rapsų augalų skaičius ploto vienetu kito. Tai sietina su nelabai vienodu sėklų sudygimo laiku bei konkurencija tarp augalų. Kaip nurodoma literatūroje, nevienodas dygimas gali

būti sąlygotas dirvožemio ir klimato veiksnių bei nevienodo sėjos gylio /Diepenbrock, 2000/. Anksčiau sudygę, stipresni augalai greičiau nustelbia vėliau sudygusius, kurie dažnai palaiptams nenyksta. Tai labiau pasireiškia gausiau patręšus azoto trąšomis. Panašios tendencijos pastebėtos ir šių tyrimų metu: gausiai tręšiant azotu ( $150 \text{ kg ha}^{-1}$ ), augalų skaičius vegetacijos metu buvo mažesnis nei nenaudojant azoto.

Rapsų pasėlio tankumas turi įtakos vėliau ontogenezės metu susidarančiam kitam struktūros elementui – šoninių šakų skaičiui /Kuchtova, Vašak, 2004/. Tankesniame pasėlyje augalai mažiau šakojasi, todėl didesnė sėklų masės dalis tenka stiebui /Šidlauskas, 2002/. Tyrimų metu buvo nustatyta neigiama koreliacija tarp ankštųjų skaičiaus ir pasėlio tankumo ( $r = -0,52$ ). Dėl mažiau palankių augimo sąlygų 2003 m. šoninių šakų suformuota mažiausiai: vienas augalas vidutiniškai turėjo nuo 2,75 iki 3,75 šoninės šakos (1 lentelė). Pastebėta azoto ir sieros trąšų sąveikos įtakos šoninių šakų skaičiui tendencija. Didžiausias šoninių šakų skaičius (3,8) susiformavo patręšus vasarinius rapsus  $N_{90}S_{20}$ . 2004 m. meteorologinės sąlygos buvo palankesnės vasariniams rapsams augti ir vystytis, todėl augalai gebėjo suformuoti ir užauginti daugiau šoninių šakų: vidutiniškai 3,61–4,16 ant vieno augalo. Nustatyta esminė sieros ir azoto trąšų sąveika. Daugiausia šoninių šakų buvo patręšus  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto ir  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  sieros. Tačiau didesnė  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  sieros norma gausiau azotu patręštuose laukeliuose ši rodiklį mažino. 2005 m. vienas augalas užaugino daugiausia šoninių šakų – vidutiniškai 4,45–5,12. Tai sietina su mažiausiu pasėlio tankumu tais tyrimų metais: retesniame pasėlyje dėl mažesnės tarpusavio konkurencijos redukuojasi (nyksta) mažiau šoninių šakų. Teigtina, kad esminį šoninių šakų skaičiaus padidėjimą 2004 ir 2005 m. nulėmė geresnis aprūpinimas azotu, o daugiausia šoninių šakų rapsai suformavo, kai buvo patręšti pagal didžiausią  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto normą. Kitų tyrėjų duomenimis, šoninių šakų skaičius didėjo net ir naudojant  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto normą /Ozer, 2003/.

**1 lentelė.** Šoninių šakų skaičiaus priklausomumas nuo azoto ir sieros trąšų

**Table 1.** The number of secondary branches as influenced by nitrogen and sulphur fertilisation

Dotnuva, 2003–2005 m.

	2003 m.			2004 m.			2005 m.				
	S <sub>0</sub>	S <sub>20</sub>	S <sub>40</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>20</sub>	S <sub>40</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>20</sub>	S <sub>40</sub>		
N <sub>0</sub>	3,3	3,75	2,75	N <sub>0</sub>	3,75	3,66	4,01	N <sub>0</sub>	4,59	4,62	4,45
N <sub>90</sub>	3,25	3,8	3,6	N <sub>90</sub>	3,85	4,16	3,61	N <sub>90</sub>	4,48	4,66	4,64
N <sub>150</sub>	3,25	3,7	3,4	N <sub>150</sub>	4,06	4,39	3,95	N <sub>150</sub>	5,12	4,86	4,64
R <sub>05</sub> (N ir S) / LSD <sub>05</sub> (N and S) = 0,25			R <sub>05</sub> (N ir S) / LSD <sub>05</sub> (N and S) = 0,22			R <sub>05</sub> (N ir S) / LSD <sub>05</sub> (N and S) = 0,20					
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub> (N x S) = 0,50			R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub> (N x S) = 0,44			R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub> (N x S) = 0,40					

Šoninių šakų skaičiaus sąsajos su vasarinių rapsų sėklų derliumi buvo panašaus lygmens kaip ir augalų skaičiaus, t. y. koreliacija tarp šoninių šakų skaičiaus bei sėklų derliaus buvo vidutinė ir teigiama ( $r = +0,50$ ). Ankštarose esantis sėklų skaičius šių tyrimų metu nebuvo nustatytas, todėl visapusiška derliaus struktūros analizė nebuvo atlikta. Žinoma, kad tarp pasėlio tankumo ir ankštarose esančio sėklų skaičiaus dažniausiai būna neigiama koreliacija /Jenkins, Leitch, 1986/.

Potencialus ankštaraų skaičius sąlygojamas jau skilčialapių, žydėjimo, indukcijos ir kūgelio diferenciacijos tarpsniais /Diepenbrock, Becker, 1995/. 2003 m. šis rodiklis nebuvo nustatytas, todėl pateikti tik dvejų – 2004 ir 2005 – metų rezultatai (2 lentelė). Azoto ir sieros trąšų įtaka abiem metais buvo panaši. Daugiausia ankštaraų augalai subrandino 2004 m.: vienas augalas subrandino vidutiniškai nuo 47,18 iki 61,19 ankštaraų. Iš esmės ankštaraų skaičius, palyginti su kontroliniu variantu, padidėjo patręšus pagal vidutinę (90 kg ha<sup>-1</sup>) azoto normą, tačiau 150 kg ha<sup>-1</sup> azoto normos poveikis buvo nevienareikšmis. Augalo ankštaraų skaičius didėjo tik nuo 20 kg ha<sup>-1</sup> sieros normos, o 40 kg ha<sup>-1</sup> sieros norma ankštaraų skaičių mažino. Kai kuriais atvejais išryškėjo ir N x S sąveikos įtaka. Daugiausia ankštaraų subrandinta naudojant 150 kg ha<sup>-1</sup> azoto ir 20 kg ha<sup>-1</sup> sieros trąšų normas.

**2 lentelė.** Vieno augalo ankštaraų skaičiaus priklausomumas nuo azoto ir sieros trąšų  
**Table 2.** The number of siliques per plant as influenced by nitrogen and sulphur fertilisation

Dotnuva, 2004–2005 m.

	2004 m.			2005 m.			
	S <sub>0</sub>	S <sub>20</sub>	S <sub>40</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>20</sub>	S <sub>40</sub>	
N <sub>0</sub>	47,18	44,54	47,96	N <sub>0</sub>	41,09	49,76	41,88
N <sub>90</sub>	44,86	61,19	53,58	N <sub>90</sub>	41,74	50,88	48,82
N <sub>150</sub>	53,38	59,65	54,21	N <sub>150</sub>	54,11	58,90	49,61
R <sub>05</sub> (N ir S) / LSD <sub>05</sub> (N and S) = 6,60				R <sub>05</sub> (N ir S) / LSD <sub>05</sub> (N and S) = 5,04			
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub> (N x S) = 13,14				R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub> (N x S) = 10,08			

2005 m. tyrimų duomenimis, vienas augalas turėjo vidutiniškai 41,09–58,9 ankštaraų. Ankštaraų skaičius (nors ir ne visada iš esmės 95 % tikimybės lygiu) didėjo ne tik nuo 90, bet ir nuo 150 kg ha<sup>-1</sup> azoto normų. Šie rezultatai atitinka ir kitų tyrėjų duomenis, kad, rapsams sudarius geresnes mitybos azotu sąlygas, jie suformuoja ir subrandina daugiau ankštaraų /Ozer, 2003/. Ankštaraų skaičiui teigiamos įtakos turėjo 20 kg ha<sup>-1</sup> sieros norma, o didelė 40 kg ha<sup>-1</sup> sieros norma ši skaičių mažino. Tačiau N x S sąveikos esminės įtakos nenustatyta.

Ankštaraų skaičius susijęs su kitu derliaus struktūros rodikliu – augalų skaičiumi ploto vienetu, tarp kurių yra neigiama koreliacija. Tankesniame pasėlyje dėl mažesnio šakojimosi mažesnis esti ir ankštaraų skaičius /Diepenbrock, Becker, 1995/. Tyrimų metu tarp šių rodiklių buvo stipri neigiama koreliacija –  $r = -0,83$ .

Vidutiniais 2004 ir 2005 m. tyrimų duomenimis, tarp ankštaraų skaičiaus ir sėklų derliaus nustatyta stipri esminė koreliacija ( $r = +0,78$ ). Ankštaraų skaičius lėmė 61 % rapsų sėklų derliaus variacijos. Kiti autoriai irgi nurodo, kad ankštaraų skaičius turi esminės įtakos sėklų derliui /Ozer, 2003/. Be to, nepriklausomai nuo skirtingų aplinkos sąlygų ir agronominių priemonių, ankštaraų skaičius ant augalo arba ploto vienetu teigiamai koreliuoja su sėklų derliumi /Jenkins, Leitch, 1986/.

1000-čio sėklų masė yra vėliausiai susiformuojantis derliaus elementas. Sėklų masė pastebimai kito priklausomai nuo agrometeorologinių sąlygų tyrimų metais (3 lentelė).

2003 m. vegetacijos metu augalams periodiškai trūko drėgmės, ypač sėklų brenimo tarpsniu, todėl iš visų tyrimų metų vidutinė sėklų masė buvo mažiausia – 3,08–3,27 g. Nuo azoto trąšų visais atvejais iš esmės mažėjo sėklų stambumas. Sieros trąšų įtaka nevienareikšmė. Nors ir ne visada iš esmės, patrešus 20 kg ha<sup>-1</sup> sieros, šis rodiklis kiek mažėjo, tačiau, normą padidinus iki 40 kg ha<sup>-1</sup>, sėklų masė vėl didėjo. 2004 m. dėl lietingų orų vegetacijos metu dalies augalų branda užsitęsė iki rugpjūčio pabaigos, ir tokios sąlygos buvo palankios stambioms sėkloms formuotis. 1000-čio sėklų masė įvairavo nuo 3,33 iki 3,54 g. Gauti duomenys rodo, kad azoto trąšos daugeliu atvejų iš esmės mažino sėklų stambumą. 2005 m. skirtumai tarp variantų buvo mažiausi (nuo 3,22 iki 3,31 g). Azoto trąšų įtaka sėklų masei nebuvo nustatyta, nors dėl azoto ir sieros trąšų sąveikos pastebėtas nedidelis šio rodiklio sumažėjimas. Remiantis trejų metų tyrimų rezultatais, galima padaryti išvadą, kad azoto trąšos, nors ir ne visada iš esmės, mažina sėklų stambumą. Dėsningos sieros trąšų įtakos šiam rodikliui nenustatyta. Sėklų masės sumažėjimas, gerėjant augalų aprūpinimui azotu, gali būti paaiškintas tuo, kad rapsai geba užmegzti ir subrandinti daugiau ankštarių, o jose esti daugiau sėklų. Tačiau dėl didesnio sėklų skaičiaus jos gali būti smulkesnės. W. Diepenbrockas, apibendrinamas daugelio tyrimų duomenis, nurodo, kad tarp sėklų masės ir sėklų skaičiaus ankštarose esti neigiamas ryšys /Diepenbrock, 2000/. Tačiau kitų mokslininkų tyrimai parodė, kad azoto trąšos didino vasarinių rapsų sėklų masę, neatsižvelgiant į tai, ar sėklos brendo ankštarose, esančiose ant pagrindinio stiebo, ar ant šoninių šakų /Šidlauskas, 2002; Ozer, 2003/. Vis dėlto mūsų tyrimų metu tarp 1000-čio sėklų masės ir sėklų derliaus nustatytas neigiamas koreliacinis ryšys –  $r = -0,85$ .

**3 lentelė.** 1000-čio sėklų masės priklausomumas nuo azoto ir sieros trąšų

**Table 3.** The 1000 seed weight as influenced by nitrogen and sulphur fertilisation  
Dotnuva, 2003–2005 m.

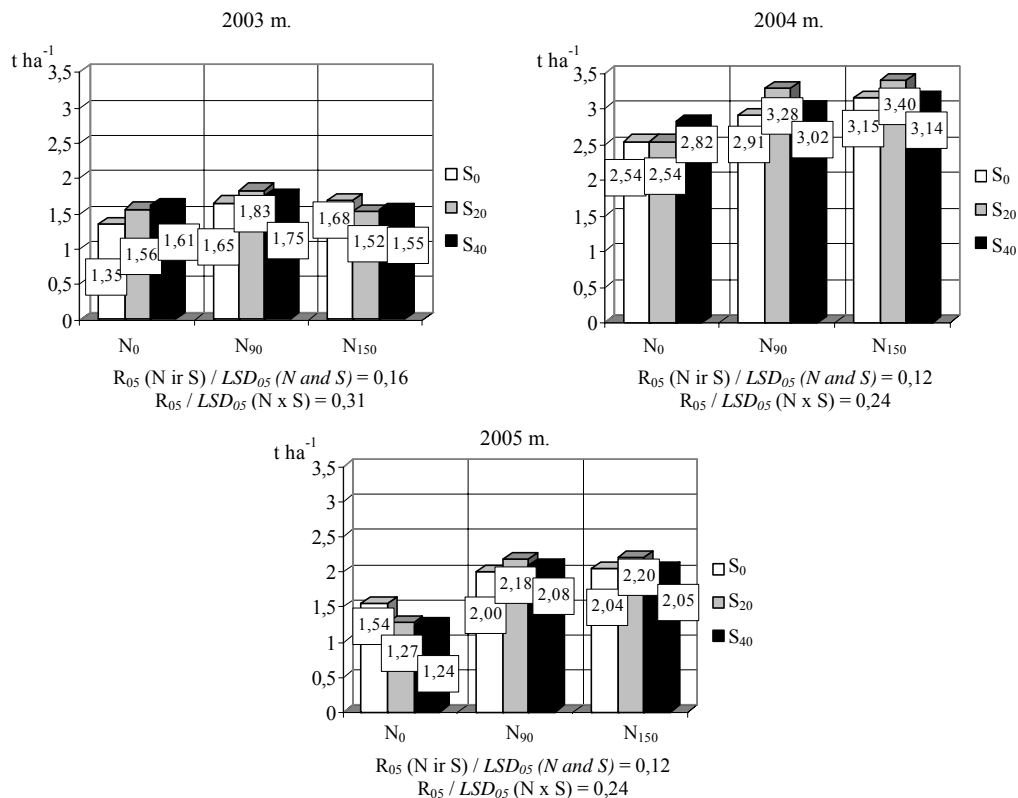
	2003 m.			2004 m.			2005 m.				
	S <sub>0</sub>	S <sub>20</sub>	S <sub>40</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>20</sub>	S <sub>40</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>20</sub>	S <sub>40</sub>		
N <sub>0</sub>	3,27	3,22	3,25	N <sub>0</sub>	3,54	3,54	3,46	N <sub>0</sub>	3,22	3,30	3,31
N <sub>90</sub>	3,18	3,14	3,19	N <sub>90</sub>	3,49	3,40	3,46	N <sub>90</sub>	3,24	3,29	3,28
N <sub>150</sub>	3,10	3,08	3,14	N <sub>150</sub>	3,33	3,43	3,36	N <sub>150</sub>	3,28	3,23	3,29
R <sub>05</sub> (N ir S) / LSD <sub>05</sub> (N and S) = 0,04			R <sub>05</sub> (N ir S) / LSD <sub>05</sub> (N and S) = 0,04			R <sub>05</sub> (N ir S) / LSD <sub>05</sub> (N and S) = 0,06					
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub> (N x S) = 0,09			R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub> (N x S) = 0,09			R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub> (N x S) = 0,12					

Nors rapsų sėklos ir buvo smulkesnės, patrešus azoto trąšomis, didesnis sėklų derlingumas galėjo būti gautas dėl padidėjusio sėklų skaičiaus ankštarose. Kai kurie tyrėjai nurodo teigiamą azoto trąšų poveikį sėklų skaičiui /Scott et al., 1973/.

Sėklų derlius agronominiu atžvilgiu yra svarbiausias vasarinių rapsų produktyvumo rodiklis. Azoto ir sieros poveikis derliui įvairiais tyrimų metais labai skyrėsi (1 paveikslas).

Pirmais, t. y. 2003-aisiais, tyrimų metais dėl drėgmės trūkumo, ypač išryškėjusio antroje vegetacijos pusėje, rapsų sėklų derlius buvo mažiausias ir siekė tik 1,35–1,83 t ha<sup>-1</sup>. Iš esmės derlius padidėjo patrešus azotu pagal 90 kg ha<sup>-1</sup> normą. Tolesnis azoto normos didinimas turėjo neigiamos įtakos derliui. Sieros trąšos iš esmės padidino derlių jų

panaudojus 20 kg ha<sup>-1</sup>. Didžiausios azoto ir sieros normos ne visada iš esmės, tačiau mažino sėklų derlingumą. Esant palankioms 2004 m. augimo ir vystymosi sąlygoms, rapsų sėklų derlius buvo nuo 2,54 iki 3,40 t ha<sup>-1</sup> (arba 31,9–51,8 % didesnis nei 2003 m.). Tokiomis sąlygomis didžiausias derlius gautas patręšus azotu pagal didžiausią (150 kg ha<sup>-1</sup>) normą – vidutiniškai 3,23 t ha<sup>-1</sup>. Azoto trąšos visais atvejais iš esmės didino sėklų derlių. Kai kuriais atvejais pastebėta ir esminė azoto bei sieros sąveikos įtaka. 2005 m. meteorologinės sąlygos vegetacijos metu buvo sąlygiškai panašios į 2003-ųjų, išskyrus kiek drėgnesnį ir vėsesnį laikotarpį vegetacijos pabaigoje. Nors pagal augimo rodiklius galima teigti, kad 2005 m. sąlygos taip pat buvo palankios dideliame rapsų produktyvumui, tačiau sėklų derlius buvo negausus – 1,24–2,20 t ha<sup>-1</sup>. Galima manyti, kad vegetacijos pabaigoje (rugpjūčio pirmoje pusėje) iškritę gausūs krituliai ir išplitusi alternariozė galėjo sumažinti rapsų derlių bandymų laukuose. Tokiomis sąlygomis azoto trąšos veikė efektyviai, kai augalams buvo skirta 90 kg ha<sup>-1</sup> norma, tačiau didesnė – 150 kg ha<sup>-1</sup> – azoto norma esminės įtakos nebeturėjo. Azoto ir sieros trąšų sąveika nebuvo esminė, tačiau pagal 20 kg ha<sup>-1</sup> sieros trąšų normą patręšti vasariniai rapsai derėjo gausiau.

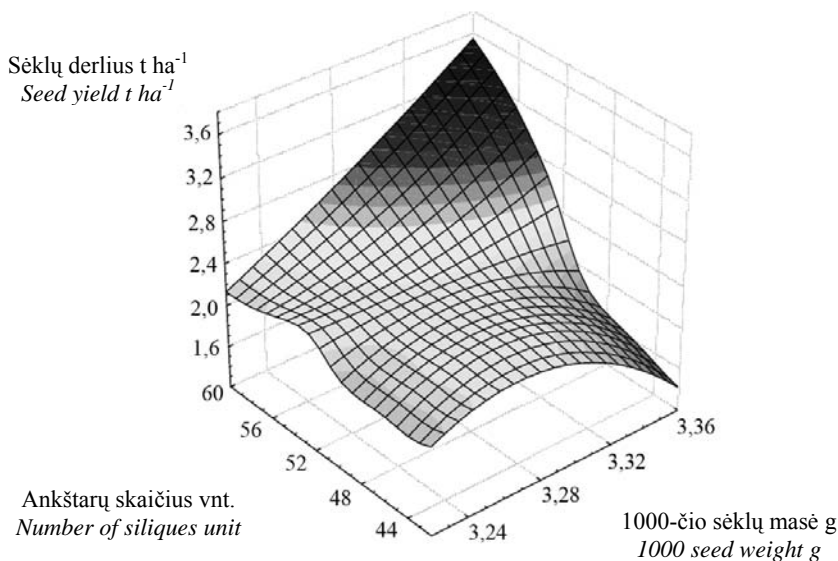


**1 paveikslas.** Vasarinių rapsų derliaus priklausomumas nuo azoto ir sieros trąšų

**Figure 1.** The yield of spring rape as influenced by nitrogen and sulphur fertilisation  
Dotnuva, 2003–2005 m.

Prie panašių išvadų priėjo F. J. Zhao ir bendraautoriai (2003), apžvelgę daugelio Europoje atliktų tyrimų duomenis. F. J. Zhao nurodo, kad rapsų derlingumas labiausiai padidėjo naudojant nedidelę  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  sieros normą. Normą padidinus per  $30 \text{ kg ha}^{-1}$ , rapsams iš esmės teigiamos įtakos nebebuvo. Net ir esant dideliame sieros trūkumui dirvožemyje,  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  sieros norma (gipso formos) buvo pakankama /Zhao et al., 2003/.

Atlikus tiesinę koreliacinę analizę ir susiejus vasarinių rapsų sėklų derlių iš karto su dviem kintamaisiais (ankštųjų skaičiumi viename augale ir 1000-čio sėklų mase), determinacijos koeficientas buvo 75 %. Tačiau šis rodiklis galėtų būti ir didesnis, nes priklausomybė nėra tiesinė, kaip galima spręsti iš grafiko, pavaizduoto 2 paveiksle.



**2 paveikslas.** Vasarinių rapsų derlingumo ( $t \text{ ha}^{-1}$ ) priklausomumas nuo augalo ankštųjų skaičiaus ir 1000-čio sėklų masės

**Figure 2.** The productivity of spring rape ( $t \text{ ha}^{-1}$ ) as influenced by the number of siliques per plant and 1000 seed weight

Apibendrinant aptartus tyrimų rezultatus privalu pažymėti, kad lauko bandymai buvo atliekami dirvožemyje, kuriame, pagal šiuo metu Lietuvoje naudojamą klasifikaciją, buvo pakankamai suminio azoto ir suminės sieros, tačiau mažai judriosios sieros (pastarosios ne daugiau kaip  $6 \text{ mg kg}^{-1}$ ) /Adomaitis, 1998/. Nepaisant to, kad judriosios sieros dirvožemyje buvo negausu, sieros trąšos neturėjo aiškios teigiamos ir esminės įtakos vasarinių rapsų derliaus struktūros elementams. Galima daryti prielaidą, kad rapsai, užauginantys ilgus, iki 2 m ir dar ilgesnes šaknis, geba pasiimti giliau esančius anijonus ir katijonus, taip pat ir sulfatus /Velička, 2002/. Svarbiausias sieros šaltinis dirvožemyje yra organinio pavidalo. Apie 89–98 % humuso sieros yra augalų nepasisavinama ir tampa judri tik humusui mineralizuojantis, kai vyksta sulfofikacija /Никитишен, Дмитракова, 1977/. Be to, sieros mineralizacijos lygis priklauso ne tik nuo dirvožemio tipo, bet ir nuo drėgmės ar temperatūros režimo vegetacijos metu /McGrath et al., 2003; Matula, 2004/. Tikėtina, kad Vidurio Lietuvos lengvo priemolio karbonatingi glėjiški



rudžemiai siera apsirūpina iš geogeninių mineralų, gipso ar piritu, kuriems dūlant sieros junginiai su gruntiniais vandenimis pakeliami į augalų pasiekiamus dirvožemio sluoksnius /Mašauskas, Mašauskienė, 2005/. Nemažai sieros gali patekti ant augalų ir dirvos paviršiaus su atmosferos krituliais. Pastarąjį dešimtmetį Lietuvoje vidutinis sulfatų kiekis, patenkantis ant dirvos paviršiaus su krituliais, sudarė 7 kg ha<sup>-1</sup> per metus /Kairiūkštis, Rudzilas, 1999/, tačiau kai kuriose vietovėse jis gali būti ir didesnis. Netoli nuo Dotnuvos esančių Kėdainių pramonės įmonių išmetamų teršalų (tarp jų ir SO<sub>2</sub>) kiekiai vieni didžiausių Lietuvoje /Stoškus, 2005/. Didžiojoje Britanijoje kasmet atliekami išsamūs tyrimai, kurių metu nustatoma, kiek sieros nusėda ant dirvos paviršiaus visos šalies teritorijoje /McGrath et al., 2003/. Tokio plataus masto tyrimai Lietuvoje kol kas neatliekami, todėl sunku tiksliai įvertinti bei apskaičiuoti sieros balansą rapsų pasėliuose. Tačiau, vertinant žemės ūkio augalų aprūpinimo siera lygį bei mineralinių sieros trąšų panaudojimo efektyvumą ir poreikį konkrečioje vietovėje, reikėtų kiekybiškai įvertinti visus svarbiausius augalų prisavinamos sieros šaltinius.

### Išvados

1. Vasarinių rapsų derliaus struktūros elementams didžiausią įtaką turėjo azoto trąšos. Jos didino šoninių šakų skaičių, ankštųjų skaičių augale, sėklų derlingumą, bet mažino 1000-čio sėklų masę. Azoto ir sieros sąveika šiems rodikliams dažniausiai buvo neesminė.

2. Azoto trąšų efektyvumas ir įtaka derliaus struktūros elementams įvairiais tyrimų metais buvo nevienodi. Sausesniais ir šiltesniais 2003 ir 2005 m. optimali azoto trąšų norma buvo mažesnė – 90 kg ha<sup>-1</sup>, o augimui palankesniais vėsesniais ir drėgnesniais 2004 m. buvo didesnė – 150 kg ha<sup>-1</sup>.

3. Sieros trąšų poveikis vasariniams rapsams nebuvo didelis, tačiau, panaudojus 20 kg ha<sup>-1</sup> sieros normą, nustatyta teigiama įtaka šoninių šakų bei ankštųjų skaičiui ant augalo ir sėklų derliui. Panaudojus didesnę – 40 kg ha<sup>-1</sup> – sieros normą, pastebėta šių produktyvumo rodiklių mažėjimo tendencija.

4. Vasarinių rapsų derlius iš esmės koreliavo su ankštųjų skaičiumi ( $r = +0,78$ ) bei 1000-čio sėklų mase ( $r = -0,85$ ). Šie du kintamieji sąlygojo apie 75 % visos sėklų derliaus variacijos.

### LITERATŪRA

1. Adomaitis T. R. Siera // Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita: monografija / sudaryt. I. Mažvila. – Kaunas, 1998, p. 123–129

2. Diepenbrock W., Becker H. C. Physiological potentials for yield improvement of annual oil and protein crops // *Advances in Plant Breeding*. – Berlin, Wien, 1995, p. 91–148

3. Diepenbrock W. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review // *Fields Crops Research*. – 2000, vol. 67, p. 35–49

4. Fotyma E., Fotyma M., Boreczek B. The efficiency of nitrogen and sulphur fertilization in Poland // 11<sup>th</sup> international world fertilizer congress: proceedings. – 1997, vol. 1, p. 144–148

5. Grant C. A., Bailey L. D. Fertility management in canola production // *Canadian Journal of Plant Science*. – 1993, vol. 73, p. 651–670

6. Hill T., Levicki P. Statistics methods and applications. – USA, 2005. – 800 p.

7. Hrivna L., Richter R., Lošak T., Hlušek J. Effect of increasing doses of nitrogen and sulphur on chemical compositions of plants, yields and seed quality in winter rape // *Rostlinna Vyroba*. – 2002, vol. 48, iss. 1, p. 1–6
8. Jackson G. D. Effects of nitrogen and sulphur on canola yield and nutrient uptake // *Agronomy Journal*. – 2000, vol. 92, p. 644–649
9. Jenkins P. D., Leitch M. H. Effects of sowing date on the growth and yield of winter oil-seed rape (*Brassica napus* L.) // *Journal of Agricultural Science*. – 1986, vol. 105, p. 405–420
10. Jeuffroy M. H., Bouchard C. Intensity and duration of nitrogen deficiency on wheat grain number // *Crop Science*. – 1999, vol. 39, p. 1385–1393
11. Kairiūkštis L., Rudzilas Z. Lietuvos ekologinis tvarumas istoriniame kontekste. – Vilnius, 1999, p. 19–33
12. Kuchtova P., Vašak J. The effect of rapeseed stand density on the formation of generative organs // *Plant Soil Environment*. – 2004, vol. 50, iss. 2, p. 78–83
13. Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita: monografija / sudaryt. J. Mažvila. – Kaunas, 1998. – 196 p.
14. Malhi S. S., Gill K. S. Cultivar and fertilizer S rate interaction effects on canola yield, seed quality and S uptake // *Canadian Journal of Plant Science*. – 2006, vol. 86, p. 91–98
15. Malhi S. S., Gill K. S. Effectiveness of sulphate-S fertilization at different growth stages for yield, seed quality and S uptake of canola // *Canadian Journal of Plant Science*. – 2002, vol. 82, p. 665–674
16. Mašauskas V., Mašauskienė A. Superfosfato kaip sieros šaltinio ilgalaikio naudojimo įtaka augalų derliui sėjomainoje // *Žemdirbystė-Agriculture*. – 2005, t. 92, Nr. 4, p. 36–51
17. Matula J. The effect of chloride and sulphate application to soil on changes in nutrient content in barley shoot biomass at the early phase of growth // *Plant Soil Environment*. – 2004, vol. 7, p. 295–302
18. McGrath S. P., Zhao F., Blake-Kalff M. A. Sulphur in soils, processes, behavior and measurement // *Proceedings of the International Fertiliser Society*. – York, UK, 2003, No. 504, p. 28–54
19. Ozer H. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars // *European Journal of Agronomy*. – 2003, vol. 19, p. 453–463
20. Rimkevičienė M., Ūksienė L., Velička R. ir kt. Sieros kaupimosi vasarinuose rapsuose ypatumai // *Vagos*. – 2007, Nr. 74 (27), p. 14–19
21. Scott R. K., Ogunremi E. A., Irvins J. D., Mendham N. J. The effect of fertilizers and harvest date on growth and yield of oilseed rape sown in autumn and spring // *Journal of Agricultural Science*. – 1973, vol. 81, p. 287–293
22. Stoškus L. Pramonės plėtra ir jos poveikis Lietuvos aplinkai / Aplinkos apsaugos agentūra. – Vilnius, 2005, p. 10–25
23. Šidlauskas G., Bernotas S. Some factors affecting seed yield of spring rape (*Brassica napus* L.) // *Agronomy Research*. – 2003, vol. 1, iss. 2, p. 229–243
24. Šidlauskas G., Švedas A. Azoto koncentracijos vasarinuose rapsuose (*Brassica napus* L.) ryšys su agrometeorologinėmis augimo sąlygomis // *Žemės ūkio mokslai*. – 2001, Nr. 2, p. 12–21
25. Šidlauskas G. Žiemiųjų ir vasariųjų rapsų (*Brassica napus* L.) vystymosi ir derliaus formavimosi ryšiai su aplinkos veiksniais: habilitacinis darbas. – Akademija (Kėdainių r.), 2002. – 150 p.

26. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas *Anova*, *Stat*, *Split-Plot* iš paketo *Selekcija* ir *Irristat*. – Akademija (Kėdainių r.), 2003. – 57 p.

27. Velička R. Rapsai: monografija. – Kaunas, 2002. – 320 p.

28. Zhao F. J., McGrath S. P., Blake-Kalff M. M. A. et al. Crop responses to sulphur fertilisation in Europe // *Proceedings of the International Fertiliser Society*. – York, UK, 2003, No. 504, p. 26–51

29. Никитишен В. И., Дмитракова Л. К. Круговорот и баланс серы в земледелии // *Агрохимия*. – 1977, № 9, с. 113–123

30. Хоменко А. Д. Серное питание и продуктивность растений // *Серное Питание и Продуктивность Растений*. – Киев, 1983, с. 5–30

ISSN 1392-3196

Zemdirbyste-Agriculture, vol. 96, No. 2 (2009), p. 71–81

UDK 631.84+631.828.2]:633.853.494“321”:631.559

## THE EFFECT OF NITROGEN AND SULPHUR FERTILISERS ON SPRING RAPE GROWTH AND YIELD

G. Šiaudinis, S. Lazauskas  
Lithuanian Institute of Agriculture

### Summary

The effect of nitrogen, sulphur and their interaction on rape yield and its structural components were investigated at the Lithuanian Institute of Agriculture in Dotnuva during 2003–2005 on a sod gleyic (*Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol*, *CMg-p-w-can*) light loam. The trials were arranged according to two factorial design including 3 levels of nitrogen (0, 90 and 150 kg ha<sup>-1</sup>) and 3 levels of sulphur (0, 20 and 40 kg ha<sup>-1</sup>).

Nitrogen fertilisers increased the number of secondary branches, number of pods per plant, seed yield, however, reduced 1000 seed weight. In 2003 and 2005, the highest nitrogen efficiency was obtained by applying 90 kg ha<sup>-1</sup> rate, while in the year favourable for growing 2004 – 150 kg ha<sup>-1</sup>. The application of 20 kg ha<sup>-1</sup> sulphur rate had a positive effect on the number of secondary branches, number of pods per plant and seed yield. The significant positive effect of nitrogen x sulphur interaction on yield structural components was assessed in separate instances.

Rape seed yield positively correlated with the number of pods ( $r = +0.78$ ) and negatively with 1000 seed weight ( $r = -0.85$ ). These two parameters were responsible for roughly 75% of seed yield variation.

Key words: nitrogen, sulphur, nitrogen x sulphur interaction, spring rape, yield structural components.