

AZOTO, KALIO IR SIEROS TRĄŠŲ ĮTAKA ŽIEMINIO RAPSO (*BRASSICA NAPUS L.*) SĖKLŲ DERLINGUMUI

Lukas RAGAIŠIS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas lukas.ragaisis@vdu.lt

Vytautas LIAKAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas vytautas.liakas@vdu.lt

Santrauka

Lauko eksperimentas atliktas VDU Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje (54°52' N, 23°49' E) 2022 m. Dirvožemis buvo giliau glėjiškas pasotintas palvažemis (*Endohipogleyic-Eutric Planasol*).

Tyrimų objektas – žieminių rapsų (*Brassica napus ssp. Oleifera*) hibridinė veislė 'Cultus'.

Tyrimo tikslas – įvertinti azoto, kalio ir sieros trąšų, išpurškiant jas skirtingu laiku, įtaką žieminio rapso sėklų derlingumui ir derliaus struktūros elementams.

Tyrimo uždaviniai: nustatyti žieminių rapsų sėklų derlingumą ir derliaus struktūros elementus.

Lauko bandymai atlikti trimis pakartojimais, laukai išdėstyti randomizuotu būdu. Tyrimų duomenys apdoroti dispersinės analizės metodu, naudojant kompiuterinę programą ANOVA iš programų paketo *Selekcija*.

Atlikus tyrimus nustatyta, kad esminis didžiausias (4,75 t ha⁻¹) žieminių rapsų sėklų derlius gautas žieminius rapsus tręšiant TR3. Kitais tręšimo atvejais (TR2 ir TR4) žieminių rapsų sėklų derlius taip pat reikšmingai padidėjo, lyginant su kontroliniu variantu. Didžiausias žieminių rapsų augalų produktyvumas (20,4 g) nustatytas tręšiant TR 3. Taikant TR1 ir TR2 tręšimo planą, esminių augalų produktyvumo pokyčių nenustatyta. Didžiausia (4,9 g) žieminių rapsų 1000 sėklų masė buvo nustatyta, kai azoto ir sieros trąšomis buvo tręšiama du kartus (TR3).

Reikšminiai žodžiai: žieminis rapsas, tręšimas, azoto trąšos, fosforo trąšos, kalio trąšos, sieros trąšos, produktyvumas.

Įvadas

Dėl didėjančio aliejaus ir baltymų poreikio žieminiai rapsai (*Brassica napus L.*) yra vieni iš svarbiausių auginamų žemės ūkio augalų (Wu et. al., 2021). Rapsai yra vieni iš reikliausių maisto medžiagoms augalų. Vienai tonai sėklų užauginti augalui reikia ~ 55 kg azoto, 25 kg fosforo ir 50 kg kalio. Taip pat šie augalai suvartoja nemažą kiekį sieros – 15–20 kg t⁻¹. Didžiąją dalį maisto medžiagų pasisavina iš dirvožemyje esančių mikro- ir makroelementų, tačiau norint gauti didesnę ir kokybiškesnę derlių reikia ir papildomai tręšti mineralinėmis trąšomis (Kučinskas ir kt., 1999; Boyles et al., 2018). Labai didelę įtaką trąšų kiekiams ir jų pasirinkimui turi kaina. Ne visuomet panaudojus didelius kiekius trąšų bus gaunamas labai geras rezultatas. Teigiama, kad patręšus net ir mažesniais kiekiais tinkamai parinktų trąšų deriniais kartais galima gauti ne tik didesnę jų derlių, bet ir padidinti atsparumą nepalankioms sąlygoms (Šiuliauskas, 2015). Siekiant didesnio žieminių rapsų derlingumo, reikia augalus intensyviau aprūpinti maisto medžiagomis, dažnai tenka iš naujo įvertinti trąšų normas ir kitus pasėlių valdymo būdus, kad būtų užtikrintas augalų genetinio potencialo realizavimas. Tręšimas didesnėmis, nei reikia rapsų pasėliui, azoto trąšų normomis gali būti žalingas, nes skatina patogenų plitimą, mažina sėklų derlingumą ir sėklų kokybę, sumažėja aliejaus kiekis ir padidėja chlorofilo kiekis sėklose, taip pat didėja gamybos sąnaudos. Perteklinis azoto naudojimas padidina gamybos sąnaudas ir padidina trąšų praradimą auginimo sezono metu dėl garavimo, denitrifikacijos, paviršinio nuotėkio, išplovimo ir stabilizavimo į dirvožemio organines medžiagas molio koloidais, todėl padidėja N nuostoliai agroekosistemose.

Tyrimo tikslas – įvertinti azoto, kalio ir sieros trąšų, įterpiant jas skirtingu laiku, įtaką žieminio rapso sėklų derlingumui ir derliaus struktūros elementams.

Tyrimo uždaviniai – nustatyti žieminių rapsų sėklų derlingumą ir derliaus struktūros elementus.

Tyrimo metodai ir sąlygos

Lauko eksperimentas atliktas 2022 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje. Dirvožemis – giliau glėjiškas pasotintas palvažemis (*Endohipogleyic-Eutric Planasol*). Vidutinio sunkumo priemolis ant smėlingo lengvo priemolio. Ariamojo sluoksnio storis siekė 23–27 cm. Dirvožemio agrocheminės savybės: pH ~ 7,0, humuso ~2,86 %. Judriųjų maisto medžiagų dirvožemyje: K₂O – 154 mg kg⁻¹, P₂O₅ – 266 mg kg⁻¹.

Eksperimento schema:

1 variantas. Kontrolinis 0 – N₁₆₀S₆₀: 129 l ha⁻¹ KAS – vegetacijai atsinaujinus; po 1 savaitės – 250 kg ha⁻¹ amonio sulfato; dar po savaitės – 129 l ha⁻¹ KAS.

2 variantas. TR 1 – N₁₂₀S₆₀: 81 l ha⁻¹ KAS – vegetacijai atsinaujinus; po 1 savaitės – 250 kg ha⁻¹ amonio sulfato; dar po savaitės – 81 l ha⁻¹ KAS.

3 variantas. TR 2 – N₁₂₀S₂₇: 126 l ha⁻¹ KAS + 45 l ha⁻¹ Thio-Sul – vegetacijai atsinaujinus; po 2 savaitių – 126 l ha⁻¹ KAS + 30 l ha⁻¹ Thio-Sul.

4 variantas. TR 3 – N₁₂₀S₂₇: 126 l ha⁻¹ KAS + 45 l ha⁻¹ Thio-Sul – vegetacijai atsinaujinus, po 2 savaitių – 126 l ha⁻¹ KAS + 30 l ha⁻¹ Thio-Sul; 3 X 3 kg ha⁻¹ K-Leaf – 1) butonizacijos tarpsnio pradžioje, 2) butonizacijos tarpsnio pabaigoje, 3) 10 dienų po žydėjimo.

5 variantas. TR 4 – N₁₂₀S₂₇: 252 l ha⁻¹ KAS + 75 l ha⁻¹ Thio-Sul – vegetacijai atsinaujinus; 3 X 3 kg ha⁻¹ K-Leaf – 1) butonizacijos tarpsnio pradžioje, 2) butonizacijos tarpsnio pabaigoje, 3) 10 dienų po žydėjimo.

Lauko eksperimente buvo 15 laukelių, kurių kiekvieno pradinis (bruto) plotas – 50 m² (plotis 5 m, ilgis 10 m). Apskaitinio (neto) laukelio plotas – 20 m² (plotis 4 m, ilgis 5 m). Lauko eksperimentas atliktas 3 pakartojimais, laukeliai pakartojimų blokuose išdėstyti randomizuotai.

Tyrimo objektas : žieminių rapsų veislė – hibridinė, 'Cultus'. Priešsėlis – žieminiai kviečiai.

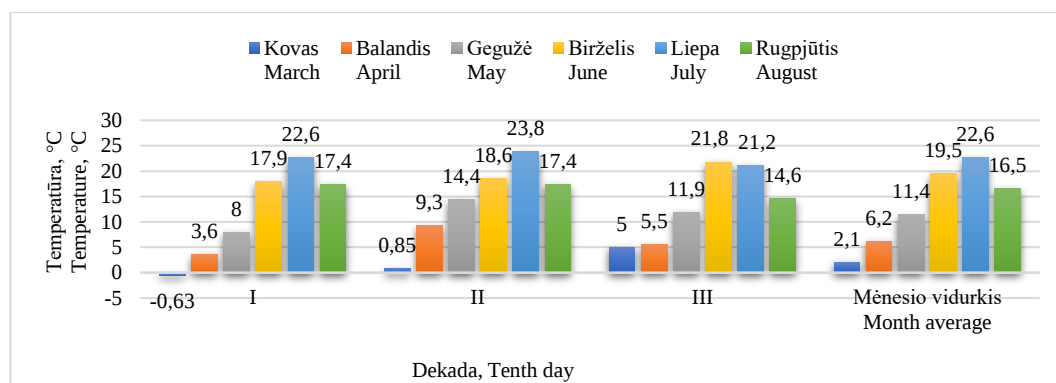
Žieminiai rapsai bandyme pasėti 2021 m. rugpjūčio 7 d. Sėklų norma – 2,5 kg ha⁻¹. Sėjos tarpueilių plotis – 12,5 cm. Įterpimo gylis – 2–3 cm. Prieš žieminių rapsų sėją išbertos mineralinės trąšos NPK 8–20–30, trąšų norma – N₂₄ P₈₀K₁₂₀. Iš karto po sėjos purkšta herbicidu. 5–6 lapelių tarpsnyje žieminiai rapsai apipurkšti fungicidu augimo reguliatoriumi. Pavasarį, prieš atsinaujinant vegetacijai, į gaudyklę įkritus pirmiesiems stiebiniams paslėptastraubliams, žieminiai rapsai apipurkšti insekticidu. Žieminio rapso butonams įgavus gelsvą spalvą, purkštas insekticidas. Žydėjimo pabaigoje žieminiai rapsai apipurkšti fungicidu.

Žieminiai rapsai azoto, kalio ir sieros trąšomis tręšti pagal bandymo schemą.

Derlius nuimtas liepos 25 d.

Žieminių rapsų derliaus struktūros elementai nustatyti pagal lauko bandymų vykdymo metodiką: rapsams pasiekus visišką brandą iš kiekvieno varianto skirtingų vietų 3 pakartojimais paimta po 10 augalų ir nustatyti derliaus struktūros elementai. Žieminių rapsų derlius nuimtas ir derlingumas įvertintas mažagabaritiniu kombainu *Wintersteiger Delta* su svėrimo ir drėgnumo nustatymo sistema. Gautas sėklų derlius iš laukelio perskaičiuotas į 100 proc. švarumo ir 8,5 proc. drėgnumo sėklų derlingumą t ha⁻¹.

Meteorologinės sąlygos. Analizuojant pastebėta, kad vidutinė kovo mėnesio temperatūra buvo 2,1 °C. Pirmoji dekada buvo vėsiausia, tačiau paskutinė dekada buvo šiek tiek tinkamesnė augalų vegetacijai atsinaujinti, tad šis mėnuo augalų vegetacijai nebuvo labai palankus. Gegužės mėnuo buvo pakankamai vėsus, temperatūra vidutiniškai buvo 6,2 °C, taigi tai galėjo šiek tiek sulėtinti atsinaujinusių augalų vegetaciją.



1 pav. Kovo – rugpjūčio mėnesių temperatūra, 2022 m.

Fig. 1. Temperatures in March - August 2022

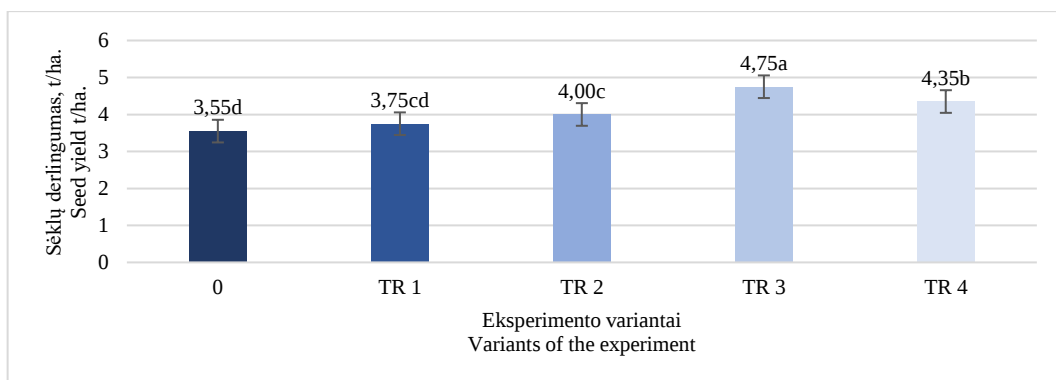
Birželio ir liepos mėnesių temperatūra buvo aukščiausia. Liepos mėnesį vidutinė temperatūra siekė 22,6 °C. Šiek tiek vėsėnis buvo rugpjūčio mėnuo, temperatūra vidutiniškai siekė 16,5 °C. Taigi augalams pasiekti brandą temperatūra buvo palanki.

Statistinė analizė. Duomenų dispersinė analizė buvo atlikta naudojantis kompiuterinėmis programomis ANOVA iš statistinių programų paketo SELEKCIJA (Raudonius ir kt., 2003). Tyrimų duomenys statistiškai įvertinti kiekybinių požymių vieno veiksnio dispersinės analizės metodu. Skirtumų tarp variantų esmingumas įvertintas naudojant F kriterijų ir LSD testą. Esminiai skirtumai žymimi raide (a, b, c,...). Tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide, skirtumai esminiai ($P \leq 0,05$).

Tyrimų rezultatai ir jų analizė

Analizuojant gautus duomenis (2 pav.) pastebėta, kad pritaikius skirtingus tręšimo būdus didžiausias sėklų derlingumas (4,75 t ha⁻¹) nustatytas žieminius rapsus tręšiant N₁₂₀S₂₇: 126 l ha⁻¹ KAS + 45 l ha⁻¹ Thio-Sul – vegetacijai atsinaujinus, po 2 savaitių – 126 l ha⁻¹ KAS + 30 l ha⁻¹ Thio-Sul; 3 X 3 kg ha⁻¹ K-Leaf: 1) butonizacijos tarpsnio pradžioje, 2) butonizacijos tarpsnio pabaigoje, 3) 10 dienų po žydėjimo (TR3). Tikėtina, kad ureazės inhibitorius užtikrino efektyvesnę azoto pasisavinimą, o kalis inicijavo maisto medžiagų judėjimą augale. Esminės įtakos sėklų derlingumui

nenustatyta rapsus tręšiant TR1 (KAS ir amonio sulfatas), o kitais atvejais nustatytas esminis rapsų sėklų derlingumo padidėjimas.



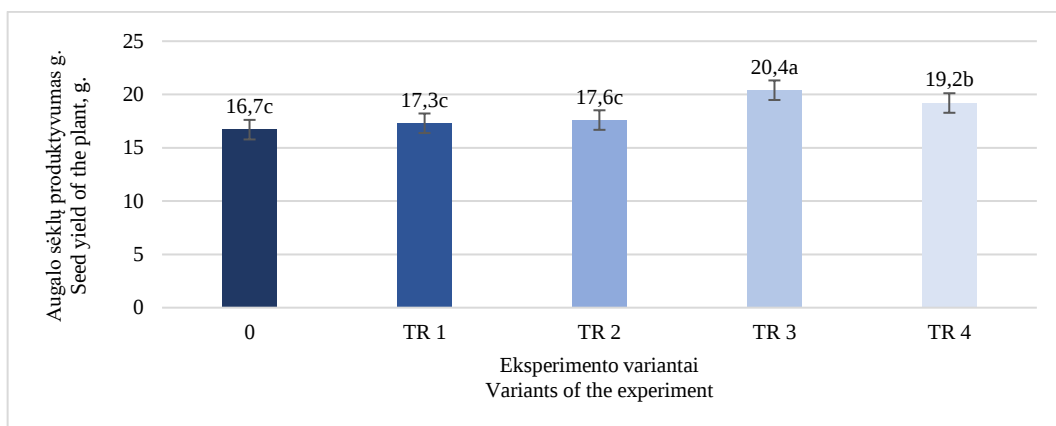
Pastaba*: variantų vidurkiai pažymėti ne ta pačia raide, skirtumai esminiai ($P \leq 0,05$).

Note*: averages of options are not marked with the same letter, the differences are substantial ($P \leq 0,05$).

2 pav. Azoto, kalio ir sieros trąšų įtaka žieminio rapso sėklų derlingumui, 2022 m.

Fig. 2. The influence of nitrogen, potassium, and sulfur fertilizers on the yield of winter rape seeds, in 2022

Tiriant vieno augalo sėklų produktyvumą (3 pav.), nustatyta, kad esmingai didžiausias (20,4 g) augalo sėklų produktyvumas buvo naudojant augalų tręšimą TR3, tai 3,7 g daugiau, lyginant su kontroliniu variantu.



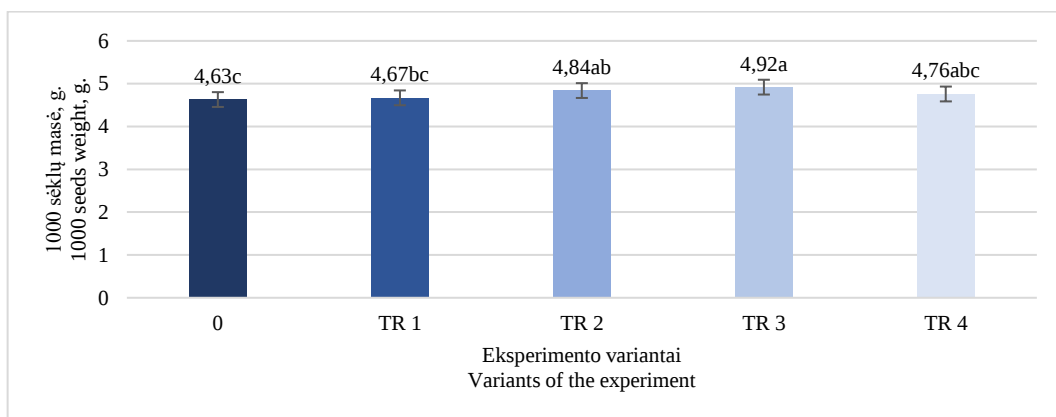
Pastaba*: variantų vidurkiai pažymėti ne ta pačia raide, skirtumai esminiai ($P \leq 0,05$).

Note*: averages of options are not marked with the same letter, the differences are substantial ($P \leq 0,05$).

3 pav. Azoto, kalio ir sieros trąšų įtaka žieminio rapso sėklų produktyvumui, 2022 m.

Fig. 3. The influence of nitrogen, potassium and sulfur fertilizers on the productivity of the winter rapeseed plant, in 2022

Tiriant vieno augalo produktyvumą, nustatyta, kad esmingai didžiausias (20,4 g) augalo sėklų produktyvumas buvo naudojant augalų tręšimą TR3, tai 3,7 g daugiau, lyginant su kontroliniu variantu.



Pastaba*: variantų vidurkiai pažymėti ne ta pačia raide, skirtumai esminiai ($P \leq 0,05$).

Note*: averages of options are not marked with the same letter, the differences are substantial ($P \leq 0,05$).

4 pav. Azoto, kalio ir sieros trąšų įtaka žieminio rapso 1000 sėklų masei, 2022 m.

Fig 4. The influence of nitrogen, potassium, and sulfur fertilizers on the weight of 1000 seeds of winter rapeseed, in 2022

Galima manyti, kad augalo produktyvumui įtakos turėjo augalų apipurškimas kalio ir sieros trąša K-Leaf. Darytina išvada, kad rapsų žydėjimo metu ribojantis veiksnys galėjo būti meteorologinės sąlygos, dėl vyravusių žemų oro temperatūrų augalai negalėjo pasisavinti pakankamai maisto medžiagų, tikėtina, kad kalis inicijavo maisto medžiagų apykaitą, o siera paskatino baltymų sintezę, taip pat ir efektyvesnį azoto įsavinimą. Galima daryti prielaidą, kad dėl tirtų trąšų sinergijos pagerėjo augalų aprūpinimas maisto medžiagomis, dėl to gautas didesnis augalo produktyvumas. Azotą ir sieros preparatą Thio-Sul išlaisčius vegetacijai atsinaujinus (TR4), taip pat nustatytas esmingai didesnis augalo sėklų produktyvumas, lyginant su kontroliniu variantu. Šiuo atveju augalo produktyvumas buvo 1,2 g mažesnis, lyginant su TR3, bet 2,5 g didesnis, lyginant su kontroliniu variantu (0). Rapsų tręšimui taikant TR1 ir TR2 tręšimo schemas, esminio augalo produktyvumo padidėjimo, lyginant su kontroliniu variantu, nenustatyta.

Aliejiniai augalai reaguoja į tręšimą azoto ir sieros trąšomis, be to, aliejinių augalų sieros poreikis yra didžiausias, palyginti su kitais augalais, o tai susiję su šio elemento vaidmeniu aliejaus biosintezėje. Siera yra augalų aminorūgščių sudedamoji dalis, nes jos yra baltymuose, vitaminuose ir fermentų sudėtyse. Seniai pastebėta, kad optimizavus rapsų tręšimą sieros trąšomis padidėja sėklų masė (Younis et al., 2020). 4 pav. pateikti duomenys rodo, kad didžiausia žieminio rapso 1000 sėklų masė buvo azoto ir sieros trąšas išpurškiant per du kartus (TR3). Galima manyti, kad rapsai tręšiant dviem etapais efektyviau įsavo azotą ir sukaupė atsargines maisto medžiagas stiebe, o 10 dienų po žydėjimo išpurkšta kalio bei sieros trąša pagerino sukaupytą maisto medžiagų pernešimą į generatyvinius organus, dėl to padidėjo 1000 sėklų masė. Azoto trąšas išpurškus per vieną kartą, esminio 1000 sėklų masės skirtumo, lyginant su kontroliniu variantu, nenustatyta, galima manyti, kad vėsūs orai trukdė augalams pasisavinti maisto medžiagas, vėliau dalis azoto išsiplovė ir augalai neteko dalies maisto medžiagų, tačiau 1000 sėklų masė tręšiant TR3 praktiškai nesiskyrė nuo TR4. Taigi esminių 1000 sėklų masės skirtumų tarp tręšimų TR2, TR3 ir TR4 nenustatyta.

Išvados

1. Eksperimente esmingai didžiausias ($4,75 \text{ t ha}^{-1}$) žiemiųjų rapsų sėklų derlingumas nustatytas žiemiųjų rapsus tręšiant TR3. Kitais tręšimo atvejais (TR2 ir TR4) žiemiųjų rapsų sėklų derlingumas taip pat esmingai didėjo, lyginant su kontroliniu variantu.

2. Didžiausias žieminio rapso augalo sėklų produktyvumas ($20,4 \text{ g}$) nustatytas tręšiant TR 3. Taikant TR1 ir TR2 tręšimą, esminių augalo produktyvumo pokyčių nenustatyta.

3. Esmingai didžiausia ($4,9 \text{ g}$) žieminio rapso 1000 sėklų masė, lyginant su kontroliniu variantu (0), buvo taikant TR3 žiemiųjų rapsų tręšimo schemą. Tręšiant žiemiųjų rapsus pagal TR1 ir TR4 schemą, esminio 1000 sėklos masės padidėjimo, lyginant su kontroliniu variantu, nenustatyta.

Literatūra

1. Boyles, M.; Bushong, J.; Sanders, H.; Stamm, M. 2018 Great Plains Canola Production Handbook. Manhattan, p. 1–5.
2. Buivydaite, V.; Motuzas, A.; Vaičys, M. 1999 Lietuvos dirvožemių klasifikacija. Akademijs: LŽŪU Leidybos centras, 2001. p. 85–87.
3. Kučinskas J.; Pekarskas J.; Pranskietienė I.; Vaišvila Z.J.; Žemaitis A. 1999. Agrochemija. Kaunas: Lututė, p. 301 – 302.
4. Younis, M. ;Muhammad, A. ; Alam, S.; Jalal, A., 2020. Sulphur doses and application times on yield and oil quality of canola grown in calcareous soil. *Grasas y Aceites*, Vol. 71(1), p. 262–274.
5. Šiuliauskas, A. 2015. Praktinė augalininkystė. Javai ir rapsai. Vilnius, p. 520–524.
6. Tarakanovas, P., Raudonius, S. 2003. Agronominių tyrimų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA iš paketo „Selekcija“ ir „Irristat“. Akademijs, Kėdainių r. p. 57.
7. Wu W.; Duncan R. W., B. L. Ma, 2021. Crop lodging, pod fertility and yield formation in canola under varying degrees of short-term heat stress during flowering. *Journal of Agronomy and Crop Science*, Vol. 207, Iss. 4, p. 1–2.

THE INFLUENCE OF NITROGEN, POTASSIUM AND SULFUR FERTILIZERS ON THE YIELD OF WINTER CANOLA (*BRASSICA NAPUS*) SEEDS

Summary

The field experiment was carried out at VDU Agricultural Academy Experimental Station ($54^{\circ}52' \text{ N}$, $23^{\circ}49' \text{ E}$) in 2022. The soil was a deeper clayey saturated loess (*Endohipogleyic-Eutric Planasol*).

The object of the research is the hybrid variety 'Cultus' winter rapeseed (*Brassica napus ssp. Oleifera*).

The purpose of the study is to evaluate the influence of nitrogen, potassium, and sulfur fertilizers on the productivity of winter rapeseed.

Research objectives: to determine the winter rape seeds yield and the elements of the yield structure.

The field tests were carried out in 3 repetitions, the fields were arranged randomly. Research data was processed by the method of variance analysis, using the computer program ANOVA from the program package: "Selekcija".

As a result of the research, it was found that the essential maximum (4.75 t ha^{-1}) yield of winter rape seeds was determined when winter rape was fertilized with TR3. In other cases of fertilization (TR2 and TR4), the yield of winter

rape seeds also significantly increased compared to the control. The highest productivity of the winter rapeseed plant (20.4 g) was determined when fertilizing using TR 3. When applying the TR1 and TR2 fertilization plans, no significant changes in plant productivity were found. The highest (4.9 g) mass of 1000 seeds of winter rapeseed were when nitrogen and sulfur fertilizers were applied twice (TR3).

Keywords: winter rapeseed, fertilization, nitrogen fertilizers, potassium fertilizers, sulfur fertilizers, productivity.