

MIKROELEMENTINIŲ TRĄŠŲ POVEIKIS SKIRTINGU LAIKU PASĖTŲ ŽIEMINIŲ KVIEČIŲ DERLIUI IR KOKYBEI

Modestas STAKVILEVIČIUS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas modestas.stakvilevicius@vdu.lt

Ilna VAGUSEVIČIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: Ilna.vaguseviciene@vdu.lt

Santrauka

Ekspertas atliktas 2022–2023 metais Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje. Dirvožemio granulometrinėje sudėtyje vyravo vidutinio sunkumo priemolis. Dirvožemio ariamasis sluoksnis prieš eksperimento įrengimą buvo neutralios reakcijos (pH=7,0), vidutinio humusingumo (2,15 proc.), didelio fosforingumo (226 mg kg⁻¹) bei vidutinio kalingumo (143 mg kg⁻¹). Ekspertas vykdytas keturiais pakartojimais, pakartojimai išdėstyti randomizuotai. Dviejų veiksmių eksperimente buvo tirta skirtingo sėjos laiko ir papildomas tręšimo mikroelementiniais trąšomis įtaka žieminių kviečių derlingumui ir grūdų kokybei. Per vegetaciją žieminiai kviečiai azotinėmis trąšomis tręšti tris kartus, bendra N₁₆₀ norma.

Kviečius papildomai tręšiant mikroelementiniais trąšomis, grūdų derlingumas buvo esmingai didesnis, lyginant su papildomai netręštais. Didžiausias derlingumas (9,9–10,1 t ha⁻¹) nustatytas rugsėjo 20 d., pasėtų kviečių laukeliuose kuriuose mikroelementinių trąšų panaudojimas esmingai (0,2 t ha⁻¹) padidino derlingumą. Esmingai mažiausias derlingumas (9,0 t ha⁻¹) nustatytas laukeliuose, kuriuose žieminiai kviečiai buvo pasėti rugsėjo 13 d. ir papildomas tręšimas nebuvo atliktas. Esmingai didžiausia 1000 grūdų masė (53,9 g ir 52,3 g), bet mažiausias baltymų kiekis grūduose (10,9 g ir 10,7 g) nustatyta ankstyvos sėjos (rugsėjo 6 d.) kviečiuose. Vėliausios (rugsėjo 27 d.) žieminių kviečių sėjos pasėlyje esmingai mažiausia 1000 grūdų masė (44,2 g) nustatyta papildomai netręštuose, o esmingai didžiausias baltymų kiekis (12,8 proc. ir 13,0 proc.) tiek papildomai tręštuose, tiek netręštuose kviečių grūduose.

Reikšminiai žodžiai: žieminiai kviečiai, sėjos laikas, mikroelementų trąšos, derlingumas, kokybė.

Įvadas

Kvietys (*Triticum aestivum* L.) yra viena iš plačiausiai auginamų grūdinių augalų daugelyje pasaulio šalių. Kviečiai yra antri pasaulyje pagal auginamą plotą ir bendrą gamybos apimtį. Lietuvoje kviečiai 2023 metais užėmė 33 procentus viso deklaruojamo žemės ūkio paskirties ploto – 946 tūkstančius hektarų, kurių 88 procentus sudarė žieminiai kviečiai. Bendras kviečių derlius 2023 metais Lietuvoje siekė 4241,8 tūkstančius tonų (vid. derlingumas – 4,48 t ha⁻¹) (LŽŪEMTI, 2023).

Sparčiai keičiantis klimatui, sunkėjant žieminių kviečių auginimo sąlygoms, derliaus ir kokybės klausimas tampa vis svarbesnis. Metai iš metų tikimasi vis geresnių rezultatų ir atsižvelgus į investicijas bei žalą gamtai, progresyviai norima didinti kviečių produktyvumą. Genetinis tobulinimas ir agronominio valdymo prisitaikymas, pvz., sėjos datų, normų ir tręšimo optimizavimas, yra daug žadantys sprendimai, padedantys padidinti pasėlių produktyvumą esant visuotinei klimato kaitai (Dueri ir kt., 2022).

Sėjos laikas – bene svarbiausias ir aktualiausias klausimas, išskylantis besikeičiant klimatui. Sėjos datų koregavimas yra veiksmingas būdas užtikrinti stabilų ir didelį derlių. Nustatyta, kad vėlyvas sėjimas, naudojant didesnę sėklų normą, gali pagerinti kviečių naudojamos drėgmės efektyvumą. Vėlyva sėja taip pat galėtų pagerinti žieminių kviečių atsparumą išgulimui, išlaikant grūdų derlių ir azoto panaudojimo efektyvumą. Tuo tarpu pavėluota žieminių kviečių sėja gali bloginti peržiemojimą, sumažinti kviečių tankumą ir mažinti pasėlio derlingumą. (Liu ir kt., 2023)

Nors dirvožemyje mikroelementų kiekiai nedideli ir augalams jų reikia labai mažai, visgi mikroelementų įtaka derliui tokia pat svarbi, kaip ir pagrindinių mineralinių medžiagų. Varis (Cu) yra būtinas fotosintezei ir mitochondrijų kvėpavimui, anglies ir azoto metabolizmui, apsaugai nuo oksidacinio streso ir reikalingas ląstelių sienelių sintezei. Manganas (Mn) būtinas augalų metabolizmui ir vystymuisi. Cinkas (Zn) vaidina svarbų vaidmenį DNR ir RNR metabolizme, baltymų sintezėje ir ląstelių dalijimosi procesuose. Natūralu, jei jaučiamas nors vieno elemento trūkumas, tai neigiamai įtakoja žemės ūkio augalų derlingumą ir kokybę. Norint užtikrinti aukštą derlingumo potencialą, kviečių auginimo technologijose taikomas tręšimas per lapus skystomis mikroelementų trąšomis (Lebosol, 2017).

Tyrimo tikslas – nustatyti ir įvertinti mikroelementinių trąšų ir sėjos laiko įtaką žieminių kviečių derlingumui ir grūdų kokybei. Išskeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Įvertinti mikroelementinių trąšų ir sėjos laiko įtaką žieminių kviečių derlingumui.
2. Įvertinti mikroelementinių trąšų ir sėjos normos įtaką žieminių kviečių grūdų kokybei.

Tyrimų objektas ir metodai

Ekspertas atliktas 2022–2023 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje. Pagal Lietuvos geomorfologinį suskirstymą VDU ŽŪA Bandymų stoties teritorija yra Lietuvos vidurio lygumos Nemuno vidurupio ir Neries žemupio plynaukštės rajone. Reljefas – mažai banguota lyguma (Eidukevičienė ir kt., 2001). Tyrimų metais dirvožemio granulometrinėje sudėtyje vyravo vidutinio sunkumo priemolis. Dirvožemio ariamasis sluoksnis prieš eksperimento įrengimą buvo neutralios reakcijos (pH=7,0), vidutinio humusingumo (2,15 proc.), didelio fosforingumo

(226 mg kg⁻¹), vidutinio kalingumo (143 mg kg⁻¹). Eksperimente auginta žieminių kviečių veislė 'Skagen'. Eksperimentas vykdytas keturiais pakartojimais 4,0 mln. vnt. ha⁻¹ sėklos normos pasėlyje. Pakartojimai išdėstyti randomizuotai.

Dviejų veiksnių eksperimente buvo tirta 4 sėjos laikų ir papildomo tręšimo mikroelementinėmis trąšomis įtaka žieminių kviečių produktyvumui.

A veiksnys – sėjos laikas:

1. rugsėjo 06 d.;
2. rugsėjo 13 d.;
3. rugsėjo 20 d.;
4. rugsėjo 27 d.;

B veiksnys – Papildomas tręšimas mikroelementinėmis (Mn – 0,3 kg ha⁻¹, Cu – 0,05 kg ha⁻¹, Zn – 0,2kg ha⁻¹). Kviečiai papildomai tręšti du kartus – BBCH 30–31 ir BBCH 32–33 tarpsniais (žr. 1 lentelę).

Žieminiai kviečiai auginti pagal VDU Žemės ūkio akademijos bandymų stotyje taikomą technologiją. Pavasarį atsinaujinus vegetacijai (kovo 28 d.), kviečiai buvo patręšti amonio salietra – N₅₆, vėliau, balandžio 13 d., pasėliai pakartotinai tręšti amonio salietra – N₆₄, o gegužės 2 d. Paskutinį kartą patręšta amonio salietra – N₄₀.

1 lentelė. Eksperimento schema

Table 1. Scheme of the experiment

Nr.	Sėjos data <i>Sowing date</i>	Eksperimento laukeliai <i>Experiment fields</i>					
		1	2	3	4	5	6
1.	Rugsėjo 6 d. <i>September 6</i>	N	T	N	N	T	N
2.	Rugsėjo 13 d. <i>September 13</i>	N	N	T	N	T	N
3.	Rugsėjo 20 d. <i>September 20</i>	N	N	T	T	N	N
4.	Rugsėjo 27 d. <i>September 27</i>	N	T	N	N	T	N

* Pastaba: T – Papildomai tręšti mikroelementinėmis trąšomis; N – Papildomai netręšti.

Grūdų derlingumo nustatymas. Nukūlus javus 2023 m. liepos 28 dieną grūdų derlius (t ha⁻¹) nustatytas kombaine esančia kompiuterizuota svėrimo sistema. Rodikliai buvo perskaičiuoti kviečius visiškai išvalius ir išdžiovinus iki 14 proc. drėgmės.

Grūdų kokybės nustatymas. 1000 grūdų masė nustatyta paskleidus grūdus lygiu sluoksniu kvadrato forma ir padalijus į keturis trikampius. Iš kiekvieno trikampio be atrankos buvo suskaičiuota po 250 grūdų. Grūdai, atrinkti iš dviejų priešingų trikampių, sumaišyti į du ėminius po 500 grūdų. Ėminiai pasverti atskirai, suminė dviejų ėminių po 500 grūdų masė ir buvo 1000 grūdų masė. Baltymų kiekis nustatytas Kjeldalio metodu (LST EN ISO 20483). Esant absoliučiai sausai medžiagai nustatytas suminio azoto kiekis. Suminio azoto kiekį padauginus iš koeficiento 5,7 gautas baltymų kiekis.

Meteorologinės sąlygos vegetacijos periodu. 2022 m. rudenį žieminių kviečių dygimui ir vystymuisi sąlygos buvo nepalankios, nors ir temperatūra buvo artima daugiamečiam vidurkiui, bet iškritęs kritulių kiekis buvo daugiau, kaip 2 kartus mažesnis, lyginant su daugiamečių kritulių normomis. Žiema buvo šiltesnė lyginant su daugiamečiu vidurkiu. Taip pat nustatytas kritulių kiekis buvo mažesnis už daugiamečių vidurkį. Tai sumažino išmirkimo riziką, bei leido pasėliams sėkmingai perziemoti. Pavasarį žieminių kviečių vegetacija prasidėjo anksti. Tam teigiamos įtakos turėjo aukštesnė nei įprasta temperatūra. Tačiau krūmijimąsi ir tolimesnį vystymąsi neigiamai įtakojo mažesnis negu įprastai kritulių kiekis, kuris gegužės mėnesį buvo 3 kartus žemesnis už daugiamečių vidurkį. Vasaros pradžia buvo itin palanki kviečių vystymuisi, temperatūra buvo aukštesnė už daugiamečių vidurkį, o iškritęs artimas daugiamečiam vidurkiui kritulių kiekis leido augalams apsirūpinti maisto medžiagomis pirminiais grūdų pildymosi tarpsniais. Liepos mėnuo buvo palankus, vyravo artima daugiamečiam vidurkiui temperatūra ir iškrito mažesnis už daugiamečių vidurkį kritulių kiekis, kas leido grūdams tinkamai subręsti bei leido vykdyti sklandžius derliaus nuėmimo darbus.

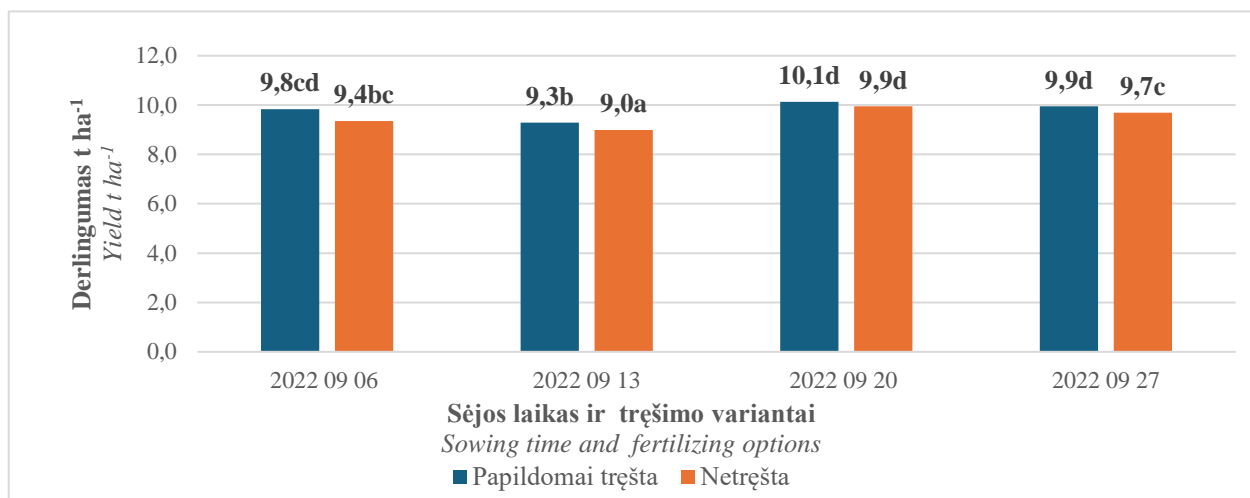
Statistinė analizė. Duomenų statistinis patikimumas įvertintas kiekybinių požymių dviejų veiksnių dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant programinį paketą SELEKCIJA. Duomenų statistinis patikimumas įvertintas mažiausio esminio skirtumo absoliutine riba R05 (esminiai skirtumai (p < 0,05) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis) (Tarakanovas, Raudonius, 2003).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Derlius yra agronomiškai svarbiausias pasėlių fenotipo aspektas. Kviečių derlius priklauso nuo aplinkos, genotipo ir jų sąveikos. Žieminių kviečių grūdų derlių ir kokybę įtakoja keli veiksniai, tarp kurių labai svarbus vaidmuo tenka pasėlių priežiūros valdymui. Norint pasiekti aukštą kviečių derlingumą, svarbu visapusiškai ir laiku atlikti visus technologinius darbus, atsižvelgiant į veislės savybes ir vyraujančias aplinkos sąlygas (Hawkesford, 2013).

Išanalizavę tyrimo rezultatus (1 pav.) galime teigti, kad augalus papildomai tręšiant mikroelementinėmis trąšomis, grūdų derlingumas buvo esmingai didesnis, lyginant su papildomai netręštais. Esmingai mažiausias derlingumas (9,0 t ha⁻¹) nustatytas laukeliuose, kuriuose žieminiai kviečiai buvo pasėti rugsėjo 13 d. ir papildomas tręšimas nebuvo atliktas.

Didžiausias derlingumas (9,9–10,1 t ha⁻¹) nustatytas rugsėjo 20 d., pasėtų kviečių laukeliuose, kuriuose esmingai (0,29 t ha⁻¹) didesnis derlingumas gautas papildomai patręšus mikroelementinėmis trąšomis. Sėjos laiko vėlinimas grūdų derlingumui įtakos neturėjo.



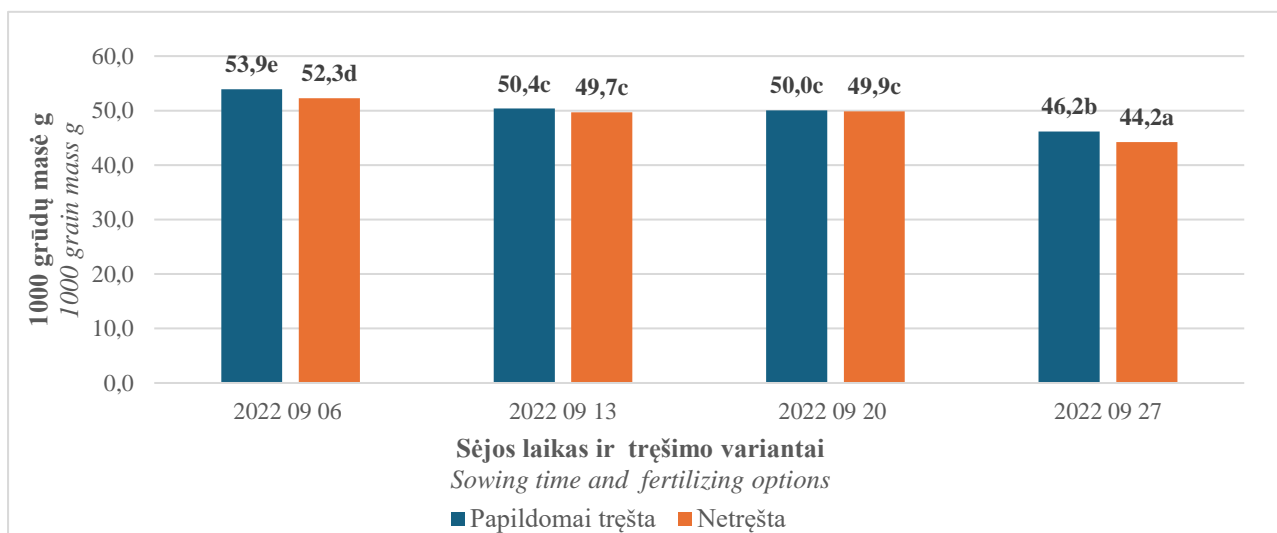
Pastaba: esminiai skirtumai ($p < 0,05$) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis

1 pav. Skirtingo sėjos laiko ir papildomo tręšimo mikroelementinėmis trąšomis įtaka žieminių kviečių derlingumui

Fig. 1. The influence of different sowing times and additional fertilization with micronutrient fertilizers on the yield of the winter wheat

1000 grūdų masė – tai orasausių ir nepažeistų grūdų svoris. Tai yra vienas iš derliaus struktūros elementų bei grūdų kokybės vertinimo parametru. 1000 grūdų masę įtakoja agroekologinės aplinkos sąlygos, agrotechninės priemonės, tokios kaip sėjos laikas ir kokybė, mineralinės mitybos elementų kiekis grūdo formavimosi ir augimo metu. Optimali sėjos data ir tinkamų auginimo sąlygų užtikrinimas apsprendžia didesnę 1000 grūdų masę. Vėlinant žieminių kviečių sėją sutrumpėja augalo vystymosi tarpsnių trukmė, o grūdų pildymosi laikotarpiu esant aukštesnei temperatūrai, susiformuoja mažesnė grūdų masė (Protič ir kt. 2007).

Įvertinus gautus duomenis (2 pav.) nustatyta, kad papildomas tręšimas mikroelementinėmis trąšomis, turėjo esmingos įtakos 1000 grūdų masei (1,6 g ir 2,0 g) tik vėlyvos sėjos laukeliuose lyginant su papildomai netręštais kviečiais.



Pastaba: esminiai skirtumai ($p < 0,05$) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis

2 pav. Skirtingo sėjos laiko ir papildomo tręšimo mikroelementinėmis trąšomis įtaka žieminių kviečių 1000 grūdų masei

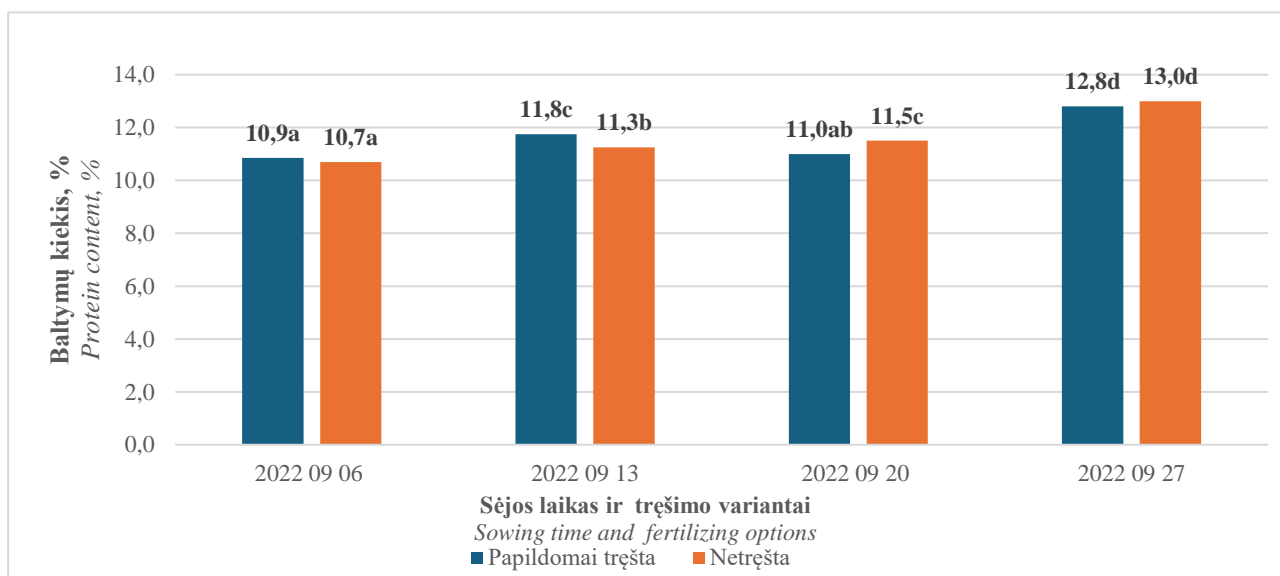
Fig. 2. The influence of different sowing times and additional fertilization with micronutrient fertilizers on the weight of 1000 grains of winter wheat

Įvertinus gautus duomenis (2 pav.) nustatyta, kad papildomas tręšimas mikroelementinėmis trąšomis, turėjo esmingos įtakos 1000 grūdų masei (1,6 g ir 2,0 g) tik vėlyvos sėjos laukeliuose lyginant su papildomai netręštais kviečiais. Optimaliu laiku (rugsėjo 13 d. ir 20 d.) pasėtų kviečių laukeliuose esminių 1000 grūdų masės skirtumų tarp tręštų ir netręštų kviečių nenustatyta. Didžiausia 1000 grūdų masė (53,9 g) nustatyta papildomai patręštuose, ankstyvos sėjos

(rugsėjo 6 d.) kviečiuose. Vėlinant sėjos laiką 1000 grūdų masė mažėjo, esmingai mažiausia 1000 grūdų masė (44,2 g) nustatyta vėliausiai sėtame (rugsėjo 27 d.) žieminių kviečių pasėlyje.

Kviečiai yra 35% pasaulio gyventojų vienu iš pagrindinių mitybos šaltinių. Pagrindinis kviečių kokybės rodiklis yra baltymų kiekis, kurį lemia genetinės pasirinktos veislės savybės, meteorologinės sąlygos, dirvožemio savybės, pasirinkta auginimo technologija. Labai svarbus subalansuotas tręšimas, ypač azotinėmis trąšomis, nes kuo daugiau azoto per vegetaciją sukaupia kviečiai, tuo grūdų baltymingumas būna didesnis (Zhao, 2019).

Analizuojant tyrimo rezultatus (3 pav.) nustatyta, kad papildomas tręšimas mikroelementinėmis trąšomis neturėjo esminės įtakos kviečių baltymingumui, išskyrus pasėtus rugsėjo 13 d. kuomet papildomas tręšimas esmingai (0,5 proc. vnt.) didino, o rugsėjo 20 d. sėjos kviečių grūduose esmingai (0,5 proc. vnt.) sumažėjo baltymingumas, lyginant su netręštais pasėliais. Esmingai mažiausio baltymingumo (10,7 proc.) grūdai susiformavo rugsėjo 6 d., papildomai netręstame kviečių pasėlyje. Vėlinant sėjos laiką pastebima tendencija, kad baltymų kiekis grūduose didėja, o esmingai didžiausias baltymingumas (13,0 proc.) nustatytas vėliausios (rugsėjo 27 d.) sėjos kviečių grūduose.



Pastaba: esminiai skirtumai ($p < 0,05$) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis

3 pav. Skirtingo sėjos laiko ir papildomo tręšimo mikroelementinėmis trąšomis įtaka žieminių kviečių grūdų baltymingumui
Fig. 3. The influence of different sowing times and additional fertilization with micronutrient fertilizers on the protein content of the winter wheat

Išvados

1. Kviečius papildomai tręšiant mikroelementinėmis trąšomis, grūdų derlingumas buvo esmingai didesnis, lyginant su papildomai netręštais. Didžiausias derlingumas (9,9–10,1 t ha⁻¹) nustatytas rugsėjo 20 d. pasėtų kviečių laukeliuose, kuriuose mikroelementinių trąšų panaudojimas esmingai (0,2 t ha⁻¹) padidino derlingumą. Esmingai mažiausias derlingumas (9,0 t ha⁻¹) nustatytas laukeliuose, kuriuose žieminiai kviečiai buvo pasėti rugsėjo 13 d. ir papildomas tręšimas nebuvo atliktas.

2. Esmingai didžiausia 1000 grūdų masė (53,9 g ir 52,3 g), bet mažiausias baltymų kiekis grūduose (10,9 g ir 10,7 g) nustatyta ankstyvos sėjos (rugsėjo 6 d.) kviečiuose. Vėliausios (rugsėjo 27 d.) žieminių kviečių sėjos pasėlyje esmingai mažiausia 1000 grūdų masė (44,2 g) nustatyta papildomai netręštuose, o esmingai didžiausias baltymų kiekis (12,8 proc. ir 13,0 proc.) tiek papildomai tręštuose, tiek netręštuose kviečių grūduose.

Literatūra

1. Žemės ūkio augalų pasėlių ploto, derlingumo ir derliaus prognozės 2023 metams. 2023. LŽŪEMTI. [Interaktyvus], [žiūrėta 2023-02-12]. Prieiga per internetą: <https://www.ekvi.lt/statistine-informacija/zemes-ukio-augalu-paseliu-ploto-derlingumo-ir-derliaus-prognozes-2023-m>
2. Dueri S., Brown H., Asseng S. et.al. 2022. Simulation of winter wheat response to variable sowing dates and densities in a high-yielding environment. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 73 (16), p. 5715–5729, Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1093/jxb/erac221>
3. Liu, J., He, Q., Zhou, G., Song, Y., Guan, Y., Xiao, X., Sun, W., Shi, Y., Zhou, K., Zhou, S et al. 2023. Effects of Sowing Date Variation on Winter Wheat Yield: Conclusions for Suitable Sowing Dates for High and Stable Yield. *Agronomy*, Vol. 13, p. 991. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.3390/agronomy13040991>

4. Lebosol Dünger GmbH Wiesengasse. 2017. LEBOSOL [Ineraktyvus], [žiūrėta 2024-02-12]. Prieiga per internetą: <https://www.lebosol.de>
5. Hawkesford, M. J., Araus, J., Park, R., Calderini, D., Miralles, D., Shen, T., Zhang, J., Parry, M. A. J. 2013. Prospects of doubling global wheat yields. *Food and Energy Security*, Vol. 2 (1), p. 34–48. <https://doi.org/10.1002/fes3.15>
6. Protić, R., Jovin, P., Protić, N., Janković, S., Jovanović, Ž. 2007. Mass of 1,000 grains in several winter wheat genotypes, at different dates of sowing and rates of nitrogen fertilizer. *Romanian Agricultural Research*, Vol. 24, p. 39–42.
7. Zhao H., Song X., Yang G., Li Z., Zhang D., Feng H. 2019 Monitoring of Nitrogen and Grain Protein Content in Winter Wheat Based on Sentinel-2A Data. *Remote Sensing*, Vol. 11(14), 1724. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.3390/rs11141724>
8. Tarakanovas, P., Raudonius, S. 2003. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. Akademija: Lietuvos žemės ūkio universitetas, p. 11.

THE EFFECT OF MICRO-ELEMENT FERTILIZERS ON THE YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT SOWN AT DIFFERENT TIMES

Summary

The experiment is carried out in 2022–2023 at the Experimental Station of the Academy of Agriculture of Vytautas Magnus University. The granulometric composition of the soil was dominated by medium loam. The arable layer of the soil before the installation of the experiment had a neutral reaction (pH=7.0), moderate humus content (2.15%), high phosphorus content (226 mg kg⁻¹) and moderate potassium content (143 mg kg⁻¹). The experiment was carried out in four repetitions, the repetitions were randomly arranged. In a two-factor experiment, the influence of 4 different sowing times and additional fertilization with micronutrient fertilizers on winter wheat yield and grain quality was investigated. During the growing season, winter wheat is fertilized with nitrogen fertilizers three times the total rate of N₁₆₀.

When wheat was additionally fertilized with micronutrient fertilizers, grain yield was significantly higher compared to non-fertilized wheat. The highest yield (9.9–10.1 t ha⁻¹) was determined on September 20, in the sown wheat fields where the application of micronutrient fertilizers significantly (0.2 t ha⁻¹) increased the yield. The significantly lowest yield (9.0 t ha⁻¹) was determined in fields where winter wheat was sown on September 13. and additional fertilization was not performed. Significantly the highest weight of 1000 grains (53.9 g and 52.3 g), but the lowest protein content in grains (10.9 g and 10.7 g) was found in early sowing (September 6) wheat. In the crop of the latest winter wheat sowing (September 27), the lowest mass of 1000 grains (44.2 g) was determined in the unfertilized, and the significantly highest protein content (12.8% and 13.0%) in both the additionally fertilized and unfertilized in wheat grains.

Keywords: winter wheat, sowing time, micronutrient fertilizers, productivity, quality.