

MIKROELEMENTINIŲ TRĄŠŲ ĮTAKA SKIRTINGU LAIKU PASĖTŲ ŽIEMINIŲ KVIEČIŲ GRŪDŲ KOKYBEI

Erika BERENYTĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas,
el. paštas: erika.berenyte@vdu.lt

Santrauka

Tyrimo tikslas – įvertinti mikroelementinių trąšų įtaką skirtingu laiku pasėtų žieminių kviečių grūdų kokybei. Eksperimentas atliktas 2023–2024 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio Akademijos Bandymų stotyje. Bandymų stotis yra Kauno miesto pietvakarinėje pusėje, Noreikiškių seniūnijos teritorijoje. Tyrimui pasirinkta žieminių kviečių veislė 'Skagen', sėklos norma 2 mln. vnt. ha⁻¹, pasėta sėjama ACCORD „m-drill“ (Vokietija). Dviejų veiksmų eksperimente, keturiais skirtingais sėjos terminais (rugsėjo 7 d., rugsėjo 14 d., rugsėjo 21 d. ir rugsėjo 28 d.) pasėtuose žieminiuose kviečiuose buvo tiriama mikroelementinių trąšų poveikis grūdų kokybei. Duomenų statistinis patikimumas įvertintas dvifaktorišės dispersinės analizės metodu programa ANOVA, iš programinio paketo SELEKCIJA. Tyrimo metu nustatyta, kad ankstyva sėja ir mikroelementinių trąšų panaudojimas turėjo teigiamą įtaką žieminių kviečių grūdų kokybiniais rodikliais. Didžiausias baltymų (12,3 proc.), glitimo kiekis (25,0 proc.) ir hektolitro masė (71,7 kg hl⁻¹) buvo nustatyti ankstyvos sėjos (rugsėjo 7 d.) pasėlyje, kai žieminiai kviečiai buvo papildomai tręšti mikroelementinėmis trąšomis. Reikšmingai mažiausias baltymų (10,7–10,9 proc.), glitimo (20,3 proc.) kiekis ir hektolitro masė (68,5–68,7 kg hl⁻¹) nustatyti vėlyvos sėjos laukeliuose (rugsėjo 21 d. ir rugsėjo 28 d.), kurie nebuvo papildomai tręšti mikroelementinėmis trąšomis. Mikroelementinių trąšų panaudojimas buvo ypač svarbus vėlyvos sėjos atveju, nes esmingai didino grūdų kokybės rodiklius ir taip iš dalies padėjo kompensuoti nepalankias augimo sąlygas.

Reikšminiai žodžiai: mikroelementinės trąšos, žieminiai kviečiai, grūdų kokybė.

Įvadas

Žemės ūkis, kaip viena pagrindinių ekonomikos šakų, susiduria su daugybe problemų: klimato kaitos, dirvožemio alinimo, augalų ligų ir kenkėjų paplitimo, o taip pat – nuolatinių pokyčių, susijusių su technologijomis ir augalų auginimo metodais. Ateities iššūkiai žemės ūkyje neapsiriboja tik produktyvumo didinimu. Didėjantis gyventojų skaičius ir augantis maisto poreikis žemdirbius verčia atsižvelgti ir į tvarumo principus, užtikrinant derliaus didinimą be papildomo žalingo poveikio aplinkai. Vienas iš pagrindinių būdų, kaip galima užtikrinti tvarų žemės ūkio vystymąsi, yra pasitelkti pažangius metodus ir technologijas, skirtas derliaus kokybei ir kiekiui didinti (Klavins et al., 2021). Normaliam augimui ir vystymuisi augalams reikia maistinių medžiagų. Kiekvieno jų svarba ir vaidmuo gali padėti maksimaliai išnaudoti augalų genetinį potencialą ir gauti tinkamą derlių. Tręšimas per lapus yra veiksmingas būdas pašalinti maisto medžiagų trūkumą, pagerinti augalų mitybos būklę ir augalams padėti įveikti stresinius laikotarpius (Iancu et al., 2024). Neatsitiktinai vis didėja suinteresuotumas mikroelementų ir biostimuliacinių medžiagų taikymu žemės ūkyje, tai yra atsakas į besikeičiančias dirvožemio savybes ir būtinybę efektyviau naudoti trąšas, mažinant jų neigiamą poveikį aplinkai (Ahmed et al., 2024).

Sėjos laikas yra vienas svarbiausių agronominių veiksmų, darančių įtaką kviečių vystymuisi, žiemojimo sėkmei ir derlingumui. Per ankstyva sėja gali lemti pernelyg intensyvų vegetatyvinį augimą prieš žiemą, padidinant augalų jautrumą šalčiams, o per vėlyva sėja gali lemti nepakankamą krūmijimąsi ir silpną augalų vystymąsi (Fazily, 2021). Todėl sėjos laiko optimizavimas kartu su tinkama mikroelementų panaudojimo strategija gali būti esminiais veiksniais siekiant pagerinti žieminių kviečių kokybę.

Tyrimo tikslas – įvertinti mikroelementinių trąšų įtaką skirtingu laiku pasėtų žieminių kviečių grūdų kokybei.

Išskeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Nustatyti mikroelementinių trąšų ir sėjos laiko įtaką baltymų, glitimo ir hektolitro masei žieminių kviečių grūduose.

Tyrimų metodai

Eksperimentas atliktas 2023–2024 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio Akademijos (VDU ŽŪA) Bandymų stotyje. Bandymų stotis yra Kauno miesto pietvakarinėje pusėje, Noreikiškių seniūnijos teritorijoje.

Dviejų veiksmų eksperimente tirta purškimo mikroelementinėmis trąšomis įtaka žieminių kviečių, pasėtų keturiais skirtingais sėjos terminais, grūdų kokybei.

A veiksnys – sėjos laikas:

1. rugsėjo 7 d.;
2. rugsėjo 14 d.;
3. rugsėjo 21 d.;
4. rugsėjo 28 d.;

B veiksnys – papildomas tręšimas mikroelementinėmis trąšomis (žr. 1 lentelę).

Bendras laukelio plotas – 40 (4x10) m², apskaitinio – 20 (2x10) m². Eksperimente tirta žieminių kviečių veislė 'Skagen'. Eksperimentas vykdytas šešiais pakartojimais. Pakartojimai išdėstyti randomizuotai.

Žieminiai kviečiai auginti pagal VDU ŽŪA Bandymų stotyje taikomą technologiją. Pagrindiniai darbai įrengiant bandymą: rudeninis arimas, kultivavimas, tręšimas NPK trąšomis, sėja

1 lentelė. Eksperimento schema

Table 1. Scheme of the experiment

Nr.	Naudotos mikroelementinės trąšos <i>Microelement fertilizers</i>	BBCH
1.	Papildomai netręšta	
2.	Produktas nr. 1 (N 30 g/l, CaO 115 g/l, MgO 25 g/l, S 7 g/l, B 55 g/l, Cu 20 g/l, Mn 160 g/l, Mo 2 g/l) 1,0 l ha ⁻¹ + produktas nr. 2 (ascophyllum nodosum 150 g/l, algino rūgštis 24 g/l, laisvosios amino rūgštys 100 g/l, fulvinės rūgštys 58 g/l, organinė anglis 38 g/l, N-acetylo L-cisteinas, folio rūgštis 0,1 g/l) 1,0 l ha ⁻¹	31-33
3.	Produktas nr. 3 (Mn 100 g/l, S 67 g/l, amino rūgštys 50 g/l) 1,0 l ha ⁻¹ + produktas nr. 4 (K 400 g/l, amino rūgštys 40 g/l) 1,0 l ha ⁻¹	37

VDU ŽŪA Bandymų stoties dirvožemis – limnoglacialinis priemolis ant moreninio priemolio, karbonatingas giliau glėjiškas išplautžemis (*Calc(ar)-Endohypogleyic Luvisol*) (Lietuvos dirvožemiai, 2001). Granuliometrinėje sudėtyje vyraavo vidutinio sunkumo priemolis.

Grūdų kokybės nustatymas. Grūdų kokybės rodikliai nustatyti UAB „Scandagra“ Kėdainių grūdų supirkimo punkto laboratorijoje. Kokybės rodiklių nustatymo metodai:

Baltymų kiekis, proc. – 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.

Šlapiojo glitimo kiekis, proc. – instrumentiniu tešlos plovimo metodu pagal Perteną, naudojant „Gliutomatic“ prietaisą (LST 1571:1999), esant 14 proc. drėgnio grūdams;

Hektolitro masė, kg hl⁻¹ – LST EN ISO7971–3:2019 „Grūdai. Piltinio tankio, vadinamo hektolitro mase, nustatymas. 3 dalis. Įprastinis metodas (ISO 7971–3:2019)“.

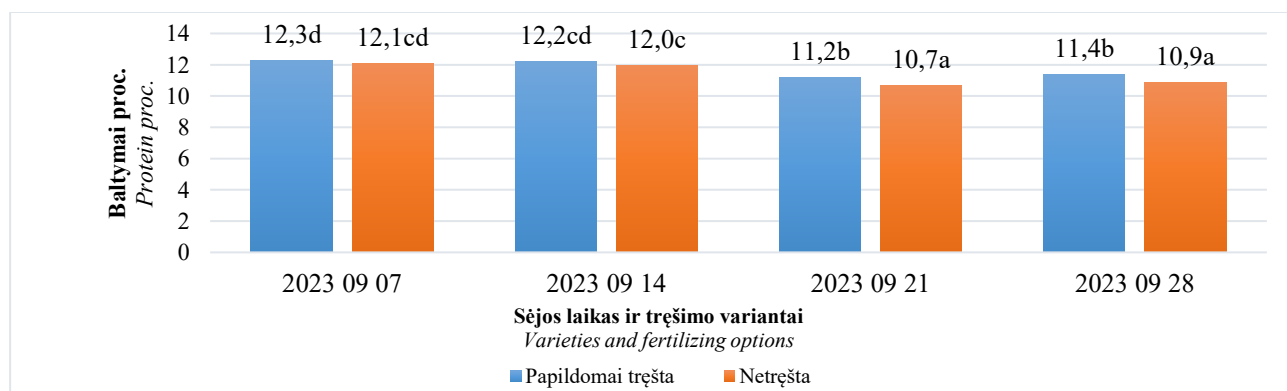
Statistinė analizė. Duomenų statistinis patikimumas įvertintas dvifaktoriaus dispersinės analizės metodu programa ANOVA iš programinio paketo SELEKCIJA. Duomenų statistinis patikimumas įvertintas mažiausia esminio skirtumo absoliutine riba R₀₅ (duomenų patikimumas: esminiai skirtumai (p < 0,05) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis) (Tarakanovas, Raudonius, 2003).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Siekiant gerų javų grūdų kokybės rodiklių, vėlesniais miglinių augalų vystymosi tarpsniais tenka sąmoningai atsisakyti maksimalaus derliaus potencialo, kad būtų išlaikyta geresnė grūdų kokybė. Mažesnę kiekį produktyvumo elementų augalas aprūpina gausiau ir kokybiškesniais metabolitais (Vagusevičienė, 2024). Įvairių mokslininkų tyrimų duomenimis buvo gauta rezultatų, kurie parodo, kad purškimas mikroelementinėmis trąšomis turi reikšmingos įtakos kviečių grūdų kokybiniais rodikliais. Ukrainoje buvo atliktas tyrimas, kuriame nustatyta, kad dėl mikroelementinių trąšų panaudojimo baltymų kiekis grūduose padidėjo 3,4–8,8 proc., o 1000 grūdų masė padidėjo 4,4–8,1 proc., palyginti su kontrole (Rudavskas et al., 2024).

Baltymų kiekis kviečių grūduose yra vienas svarbiausių kokybės rodiklių, lemiančių jų maistinę vertę ir technologines savybes. Šį rodiklį gali paveikti daugybė įvairių veiksnių, tokių kaip augalo rūšis, genetinės savybės, dirvožemio sudėtis, klimato sąlygos ir tręšimo intensyvumas. Kviečių grūduose ir miltuose baltymų kiekis paprastai svyruoja nuo 7 iki 22 proc., bet dažniausiai būna 10–15 proc. (Wieser et al., 2023).

Analizuojant tyrimo rezultatus (žr. 1 pav.) matoma tendencija, kad ankstyvesnė sėja (rugsėjo 7 d. ir rugsėjo 14 d.) lėmė didesnį baltymų kiekį grūduose – nuo 12,0 iki 12,3 proc., tuo tarpu vėlesnė sėja (rugsėjo 21 d. ir rugsėjo 28 d.) buvo susijusi su mažesniu baltymų kiekiu – nuo 10,7 iki 11,4 proc..



Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raidėmis (a, b, c...), skirtumai yra esminiai (P<0,05)

Note: Differences between means for options with different letters (a, b, c...) are significant (P<0.05)

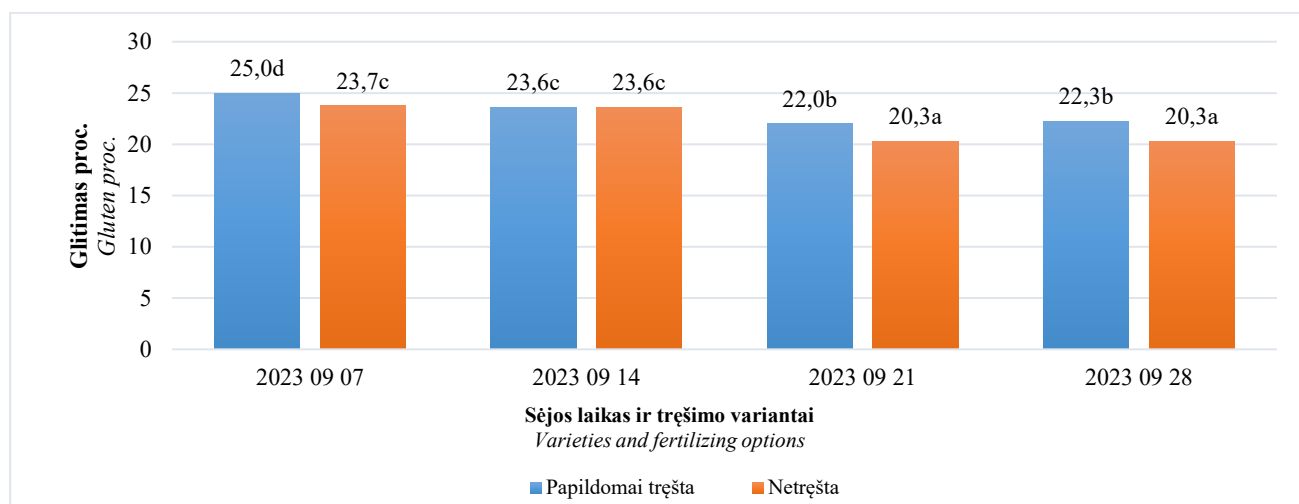
1 pav. Baltymų kiekis žieminių kviečių grūduose

Fig. 1. Protein content of winter wheat grains

Didžiausias baltymų kiekis (12,3 proc.) nustatytas ankstyviausios sėjos (rugsėjo 7 d.) grūduose, kai kviečiai buvo papildomai tręšti mikroelementais. Reikšmingai mažiausias baltymų kiekis (10,7–10,9 proc.) nustatytas vėliausiai sėtuose kviečiuose (rugsėjo 21 d. ir rugsėjo 28 d.), kurie nebuvo purkšti mikroelementinėmis trąšomis. Tai rodo, kad vėlyva sėja analizuojamu laikotarpiu nebuvo palanki aukštesniam baltymų kiekiui formuotis. Pastebėta, kad mikroelementinių trąšų panaudojimas reikšmingai padidino baltymų kiekį vėlyvos sėjos fonuose, rugsėjo 21 d. sėtuose kviečiuose tręšimas padidino baltymų kiekį nuo 10,7 iki 11,2 proc., o rugsėjo 28 d. – nuo 10,9 iki 11,4 proc. Taigi, ankstyva sėja kartu su mikroelementinių trąšų panaudojimu buvo efektyviausias derinys siekiant didesnio baltymų kiekio kviečių grūduose. Vėlyva sėja lėmė reikšmingai mažesnį baltymų kiekį, tačiau papildomas tręšimas padėjo iš dalies kompensuoti šį sumažėjimą.

Glitimo kiekis yra glaudžiai susijęs su duonos kepimui skirtų grūdų kokybe. Glitimas yra esminis duonos kokybės ir struktūros komponentas, kuris gali sudaryti lipnią ir rišlią masę, plėveles ir trimačius tinklus, kurie yra būtini kepimo savybėms, o jo kiekis didėja kartu su bendru baltymų kiekiu. Glitimo kiekis labai priklauso nuo klimatinių sąlygų auginimo metu ir genotipo (Linina, Ruza, 2015).

Analizuojant tyrimo rezultatus (žr. 2 pav.) nustatyta, kad ankstyvesnė sėja (rugsėjo 7 d. ir rugsėjo 14 d.) užtikrino didesnį glitimo kiekį kviečių grūduose – 23,6–25,0 proc., o vėlesnė sėja (rugsėjo 21 d. ir rugsėjo 28 d.) lėmė mažesnį glitimo kiekį – 20,3–22,3 proc.. Reikšmingai didžiausias glitimo kiekis (25,0 proc.) buvo nustatytas ankstyviausios sėjos (rugsėjo 7 d.) grūduose, kai kviečiai buvo papildomai tręšti mikroelementais – 25,0 proc. Esmingai mažiausias glitimo kiekis nustatytas vėliausiai (rugsėjo 21 d. ir rugsėjo 28 d.) sėtų ir mikroelementais netręštų kviečių grūduose – 20,3 proc.



Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raidėmis (a, b, c...), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$)

Note: Differences between means for options with different letters (a, b, c...) are significant ($P < 0.05$)

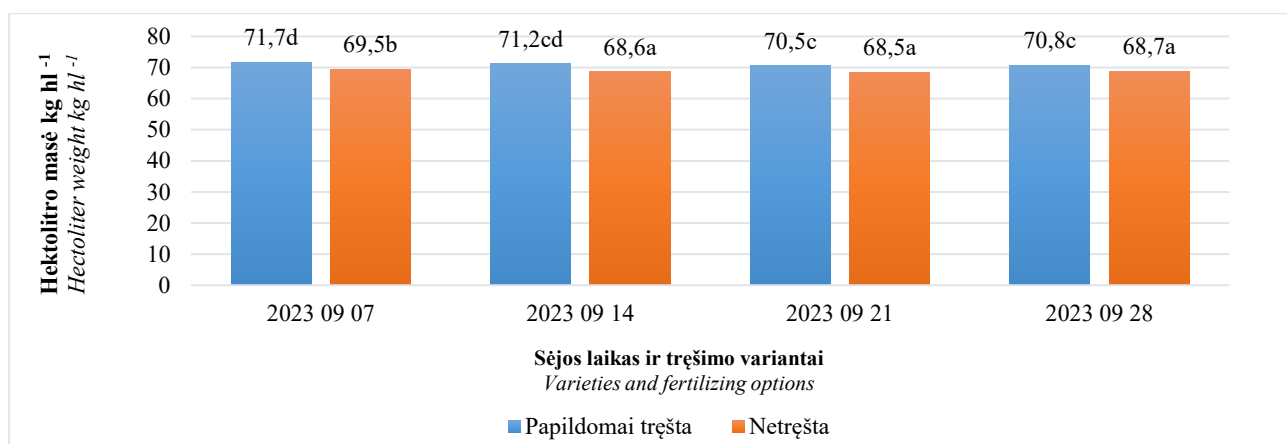
2 pav. Glitimo kiekis žieminių kviečių grūduose

Fig. 2. Gluten content of winter wheat grains

Pastebėta, kad mikroelementinių trąšų naudojimas turėjo reikšmingą poveikį glitimo kiekiui vėlyvos sėjos kviečių grūduose, rugsėjo 21 d. sėtuose kviečiuose tręšimas padidino glitimo kiekį nuo 20,3 iki 22,0 proc., o rugsėjo 28 d. – nuo 20,3 iki 22,3 proc. Apibendrinant galima teigti, kad tyrimo laikotarpiu ankstyva sėja kartu su mikroelementiniu tręšimu buvo efektyviausia, siekiant didesnio glitimo kiekio kviečių grūduose.

Hektolitro masė yra genetiškai nulemtas požymis, kuris labai kinta veikiamas aplinkos veiksnių. Hektolitro masė rodo vieno hektolitro kviečių masę, išreikštą kilogramais, ir dėl savo paprastumo bei greito nustatymo yra pripažįstama kaip kviečių kokybės matas. Ji taip pat gali būti orientacinė vertė kviečių grūdų malimo kokybei įvertinti ir svyruoja nuo 60 iki 84 kg hl⁻¹ (Madic et al., 2024).

Analizuojant tyrimo rezultatus (žr. 3 pav.) matoma tendencija, kad ankstyvas sėjos laikas ir purškimas mikroelementais turėjo įtakos hektolitro masei kviečių grūduose. Ankstyvesnė sėja (rugsėjo 7 d. ir rugsėjo 14 d.) lėmė šiek tiek didesnę hektolitro masę – nuo 68,6 kg hl⁻¹ iki 71,7 kg hl⁻¹, tuo tarpu vėlesnė sėja (rugsėjo 21 d. ir rugsėjo 28 d.) buvo susijusi su šiek tiek mažesne hektolitro mase – nuo 68,5 kg hl⁻¹ iki 70,8 kg hl⁻¹. Esmingai didžiausia hektolitro masė (71,7 kg hl⁻¹) nustatyta ankstyvos sėjos (rugsėjo 7 d.) atveju, kai kviečiai buvo papildomai tręšti mikroelementais. Esmingai mažiausia hektolitro masė (68,5–68,7 kg hl⁻¹) nustatyta žieminiuose kviečiuose, kurie buvo sėti rugsėjo 14 d., rugsėjo 21 d., rugsėjo 28 d. ir nebuvo papildomai tręšti mikroelementinėmis trąšomis. Tai rodo, kad ankstyva sėja kartu su papildomu mikroelementiniu tręšimu buvo palankesnė didesnei hektolitro masei formuotis.



Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raidėmis (a, b, c...), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$)
 Note: Differences between means for options with different letters (a, b, c...) are significant ($P < 0.05$)

3 pav. Hektolitro masė žieminių kviečių grūduose
Fig. 3. Hectoliter weight of winter wheat grains

Pastebėta, kad mikroelementinių trąšų panaudojimas reikšmingai padidino hektolitro masę, nepriklausomai nuo sėjos laiko. Šie rezultatai pabrėžia, kad tinkamas sėjos laikas ir tręšimo strategijos gali reikšmingai paveikti grūdų kokybę, ypač hektolitro masę, kuri yra svarbus rodiklis vertinant grūdų tinkamumą tolesniam perdirbimui ir prekybai.

Išvados

1. Didžiausias baltymų (12,3 proc.), glitimo (25,0 proc.) kiekis ir hektolitro masė (71,7 kg hl⁻¹) nustatyta ankstyvos sėjos (rugsėjo 7 d.) grūduose, kai žieminiai kviečiai buvo papildomai tręšti mikroelementinėmis trąšomis. Reikšmingai mažiausiu baltymų (10,7–10,9 proc.), glitimo (20,3 proc.) kiekiu ir hektolitro mase (68,5–68,7 kg hl⁻¹) išsiskyrė vėlyvos sėjos (rugsėjo 21 d. ir rugsėjo 28 d.) kviečiai, kurie nebuvo papildomai tręšti mikroelementinėmis trąšomis.

2. Mikroelementų panaudojimas buvo ypač svarbus vėlyvos sėjos žieminiams kviečiams, nes esmingai pagerino grūdų kokybės rodiklius ir taip iš dalies padėjo kompensuoti nepalankias augimo sąlygas.

Literatūra

- Ahmed, N., Zhang, B., Chachar, Z., Li, J., Xiao, G., Wang, Q., ... & Tu, P. (2024). Micronutrients and their effects on horticultural crop quality, productivity and sustainability. *Scientia Horticulturae*, 323, 112512.
- Eidukevičienė, M.; Vasiliauskienė, V. 2001. Lietuvos dirvožemiai: kolektyvinė monografija, *Lietuvos mokslas* 32 knyga, p.1244.
- Fazily, T. (2021). Effect of Sowing dates and seed rates on growth and yield of different wheat varieties: a review. *International Journal of Agricultural Sciences and Technology*, 8, 10-26.
- Iancu, P., Soare, M., & Păniță, O. F. (2024). Effect of micronutrients applied to winter wheat. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 67(1), 429-436.
- Klavins, M., Santa G., Vaira O., Gederts I. (2021). Comparative Study of Biostimulant Properties of Industrially and Experimentally Produced Humic Substances. *Agronomy* 11 (6), 1250. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061250>.
- Linina, A., & Ruza, A. (2015, June). Weather conditions effect on fresh and stored winter wheat grain gluten quantity and quality. In *Proc. 25th Congress (NJF) Nordic View to sustainable Rural Development* (pp. 16-18).
- Madic, M., Đurović, D., Stevović, V., Tomic, D., Biberdžić, M., Pavlović, N., & Marjanović, M. (2024). Grain yield and yield components of prospective homozygous winter wheat genotypes. *2nd International Symposium on Biotechnology*, 35-40. <https://doi.org/10.46793/SBT29.03MM>
- Rudavska, N., Tymchyshyn, O., Tkachenko, L., Stasiv, O., & Konyk, H. (2024). Influence of sowing dates and fertilisation on yield and quality of winter wheat grain. *Scientific Horizons*, 27(8), 80-89 <https://doi.org/10.48077/scihor8.2024.80>
- Tarakanovas, P.; Raudonius, S. 2003. *Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT*. Akademija, 58 p.
- Vagusevičienė, I. (2024). *Augalų produktyvumas (sudarytojas Duchovskis, P.)*. Prieiga per internetą: https://www.lammc.lt/data/public/uploads/2025/01/2024_augalu_produktyvumas.pdf
- Wieser, H., Koehler, P., & Scherf, K. A. (2023). Chemistry of wheat gluten proteins: Quantitative composition. *Cereal Chemistry*, 100(1), 36-55.

EFFECT OF MICRONUTRIENT FERTILISERS ON GRAIN QUALITY OF WINTER WHEAT SOWN AT DIFFERENT TIMES

Abstract

The aim of the study was to evaluate the effect of micronutrient fertilisers on grain quality of winter wheat sown at different times. The experiment was carried out in the years 2023-2024 at the Experimental Station of the Academy of Agriculture of Vytautas Magnus University. The test station is located in the south-western part of Kaunas city, in the territory of Noreikiškės municipality. The variety of winter wheat selected for the study was 'Skagen', with a seed rate of 2 million units ha^{-1} , sown with the ACCORD 'm-drill' (Germany) seed drill. In a two-factorial experiment, the effect of micronutrient fertilisers on grain quality was studied in winter wheat sown on four different sowing dates (7 September, 14 September, 21 September and 28 September). The statistical reliability of the data was evaluated by two-factor analysis of variance (ANOVA) from the software package SELECTION. The study showed that early sowing and the application of micronutrient fertilisers had a positive effect on the grain quality of winter wheat. The highest protein (12,3 proc.), gluten (25,0 proc.) and hectolitre weight (71,7 kg hl^{-1}) were found in the early sown crop (7 September), when winter wheat was additionally fertilised with micronutrients. Significantly the lowest protein (10,7-10,9 proc.), gluten (20,3 proc.) and hectolitre weight (68,5-8,7 kg hl^{-1}) were found in the late sown fields (21 September and 28 September) which were not subjected to any additional micronutrient fertilisation. The use of micronutrient fertilisers was particularly important in the case of the late sowing, as it significantly increased the grain quality parameters and thus partly compensated for the unfavourable growing conditions.

Keywords: micronutrient fertilisers, winter wheat, grain quality