

PAVASARINIO AKĖJIMO IR TRĖŠIMO AZOTU ĮTAKA ŽIEMINIŲ KVIEČIŲ PRODUKTYVUMUI

Gražvydas VYŠNIAUSKAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: grazvydas.vysniauskas@vdu.lt

Zita KRIAUCIŪNIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: zita.kriaciuniene@vdu.lt

Santrauka

Didėjanti žemės ūkio gamybos tvarumo svarba, griežtėjantys aplinkosauginiai reikalavimai skatina ieškoti naujų sprendimo būdų ir priemonių, galinčių padėti gerinti veiklos efektyvumą. Didelis dėmesys krypta į naujų agrotechninių priemonių paiešką ir panaudojimą. Viena tokių priemonių gali būti pavasarinis augalų akėjimas. Būtent šis žemės ūkio augalų priežiūros darbo procesas gali turėti reikšmingą poveikį žieminių kviečių augimui ir derliaus formavimuisi. Šio tyrimo tikslas – įvertinti pavasarinio akėjimo įtaką žieminių kviečių pasėlių produktyvumui skirtinguose tręšimo fonuose. Tyrimas atliktas lauko eksperimento sąlygomis Širvintų rajone, Alionių II kaime, taikant skirtingą akėjimo intensyvumą ir azoto tręšimo normas. Tyrimo metu vertinti augalų biometriniai duomenys, augimo ypatumai ir derlingumo potencialas. Duomenys apdoroti statistinės analizės metodais. Gauti rezultatai parodė, kad pavasarinis akėjimas turėjo įtakos žieminių kviečių produktyvumui, tačiau poveikis labiau priklausė nuo tręšimo fono. Tyrimo rezultatai gali būti naudingi žemės ūkio sektoriuje dirbantiems specialistams, siekiantiems optimizuoti ir tobulinti žieminių kviečių auginimo technologiją.

Reikšminiai žodžiai: *Triticum aestivum* L., akėjimas, biometriniai duomenys, derlingumas.

Įvadas

Paprastasis kvietys (*Triticum aestivum* L.) žieminė forma yra miglinių (*Poaceae*) šeimos augalai (Arendt, Zannini, 2013). Kviečiai yra kilę iš Artimųjų Rytų regiono, vadinamo „Derlingojo pusmėnulio“, apimančio dabartinės Turkijos, Sirijos, Irako ir Irano teritorijas (Sousa et al., 2021). Pasak istorijos, kviečių auginimas prasidėjo 10 000 m. pr. Kr. ir netgi buvo žymi „Neolito revoliucijos“ dalis, kada žemdirbystė pakeitė klajoklišką maisto rinkimą (Velimirovic ir kt., 2021). Pastebima, kad 8 000 m. pr. Kr. kviečiai jau buvo sukultūrinti rytinėje Viduržemio jūros pakrantėje.

Dabartiniame žemės ūkio kontekste, kviečiai yra plačiausias auginamas augalas Pasaulyje, kasmet auginamas apie 217 mln. ha plote (Reynolds et al., 2022). Remiantis Lietuvos statistikos departamento informacija (2025), 2021–2025 m. laikotarpiu Lietuvoje žieminių kviečių plotas padidėjo beveik 32 tūkst. ha, arba 4,0 proc., o derlingumas 0,76 t ha⁻¹, arba 15,8 proc.

Kviečių šaknų sistema yra kuokštinė. Ją sudaro pirminės (gemalinės) ir antrinės (krūmijimosi) šaknys, kurios susiformuoja skirtingu laiku (Kirby, 2002). Ankstyvaisiais augimo tarpsniais, rudenį, esant optimalioms sąlygoms, šaknys gali augti 12 mm per parą, stiebo ilgėjimo tarpsniu, pavasarį – 18 mm. Bendras žieminių kviečių šaknų ilgis gali viršyti 30 km m² (HGCA, 2008). Įprastai kviečių šaknys auga horizontaliai 30–60 cm gylyje, tačiau gausiai išsivysčiusios gali siekti netgi 200 cm (Giroux, 2011). Tuo tarpu lapai yra pagrindinės kviečių struktūros dalys, vykdančios fotosintezės procesą (Taiz et al., 2015).

Siekiant geresnio augalų produktyvumo akėjimas tampa veiksminga priemonė ir chemines priemones naudojančiuose ūkiuose. Augalai maisto medžiagas pasisavina tik aerobinėmis sąlygomis, todėl šaknys turi būti gerai aprūpintos fotosintezės produktais ir deguonimi. Būtent aeracija didina šaknų siurbiamąją galią ir skatina biologinius ir cheminius maisto medžiagų transformacijos procesus dirvožemyje. Tyrimais nustatyta, kad akėjimas gali turėti įtakos dirvožemio mineralinio azoto dinamikai ir kviečių produktyvumui (Steinmann, 2002; Gilbert et al., 2009).

Tyrimo tikslas – įvertinti pavasarinio akėjimo ir tręšimo įtaką žieminių kviečių produktyvumui.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Įvertinti poveikį žieminių kviečių biometriniais rodikliais.
2. Nustatyti įtaką žieminių kviečių fiziologiniams rodikliams.
3. Analizuoti įtaką žieminių kviečių derliaus struktūros elementams.

Tyrimų objektas ir metodai

Lauko eksperimentas atliktas 2025 m. ūkininko Vidmanto Vyšniausko ūkyje, esančiame Alionių II kaime, Širvintų rajone. Eksperimento lauko dirvožemis karbonatingas sekliai glėjiškas išplautžemis (*Calcari-Epihypogleyic Luvisol* – IDg8-k) (Žemės išteklių stebėsenos informacinė sistema, 2026). Dirvožemio ariamasis sluoksnis – 23–25 cm storio, jo pH – 5,99–6,66, judriojo fosforo kiekis – 76–109 mg kg⁻¹, judriojo kalio – 158–190 mg kg⁻¹, humuso – 1,83–3,09 proc. Dirvožemio agrocheminiai rodikliai pateikiami pagal 2017 m. atliktų dirvožemio agrocheminių tyrimų rezultatus. Žieminių kviečių sėja atlikta 2024 m. rugsėjo 16 dieną. Sėjos gylis – 4,5 cm. Sėjos norma 4,43 mln. daigų sėklų ha⁻¹ arba 260 kg ha⁻¹. Eksperimento laukeliuose akėjimo darbo procesui naudojamos „Hatzenbichler“ (Austrija) virbalinės aketėlės.

Augalų augimo stebėjimai atlikti plaukėjimo tarpsniu (BBCH 55), atsitiktine tvarka atrenkant 5 augalus iš kiekvieno laukelio. Vertinta akėjimo intensyvumo įtaka žieminių kviečių produktyvumui esant skirtingiems tręšimo fonams – N₁₂₀ ir N₁₆₀. Pirmas akėjimas atliktas ankstyvą pavasarį po pirmo azotinio trąšų barstymo. Variantuose su dviem akėjimais, pirmasis jų atliktas 2 dienos prieš pirmą azotinių trąšų barstymą, o antrasis – praėjus dviem savaitėms nuo pirmojo. Krūmijimosi tarpsniu (BBCH 32) taip pat buvo vertintas pirmojo akėjimo poveikis augalų augimui, tačiau šiame straipsnyje pateikiami tik pagrindinio bandymo rezultatai.

A veiksnys – tręšimo fonai (tręšimas per visą vegetaciją): N120 ir N160 kg ha⁻¹.

B veiksnys – akėjimo intensyvumas:

1. be akėjimo
2. akėta 1 kartą;
3. akėta 2 kartus.

Lauko eksperimentas atliktas keturiais pakartojimais. Eksperimentą sudarė 6 variantai, 4 pakartojimais, todėl iš viso buvo įrengti 24 laukeliai. Tarp variantų buvo apsauginė 12 m pločio juosta. Eksperimento laukelių dydis – 120 m². Stebėjimo laukelio plotis – 12 m (pagal akėčių plotį), o ilgis – 10 m. Tarp laukelių apsauginės juostos iš visų kraštų – po 1 m.

Biometriniai rodikliai. Atskirų augalų šaknų ilgis išmatuotas įprasta liniuote ir duomenys pateikti centimetrais (cm). Žalioji biomasė įvertinta augalus pasveriant. Duomenys pateikti gramais (g). Asimiliacinio lapų ploto matavimai atlikti naudojantis WinDias 3.3 (Delta-T) skenavimo sistema. Nustatytas lapų plotas išreikštas (cm²).

Chlorofilo koncentracijos matavimas. Chlorofilo koncentracija kviečių lapuose nustatyta naudojant mobilų matuoklį „Apogee instruments MC-100“. Matavimai atlikti ant viršutinių lapų. Vienoje vietoje matuota 3 kartus, kol buvo gautas vidurkis. Matuojama 10 skirtingų vietų. Matavimo vienetai μmol m⁻². Aparatas gali matuoti visų augalų chlorofilo kiekį.

Derliaus struktūros elementų tyrimai. Grūdų skaičius varpoje nustatytas rankiniu būdu. Iš kiekvieno bandymo varianto atsitiktine tvarka atrinktos varpos iškultos ir jose esantys grūdai suskaičiuoti. Duomenys pateikti kaip vidutinis grūdų skaičius vienoje varpoje.

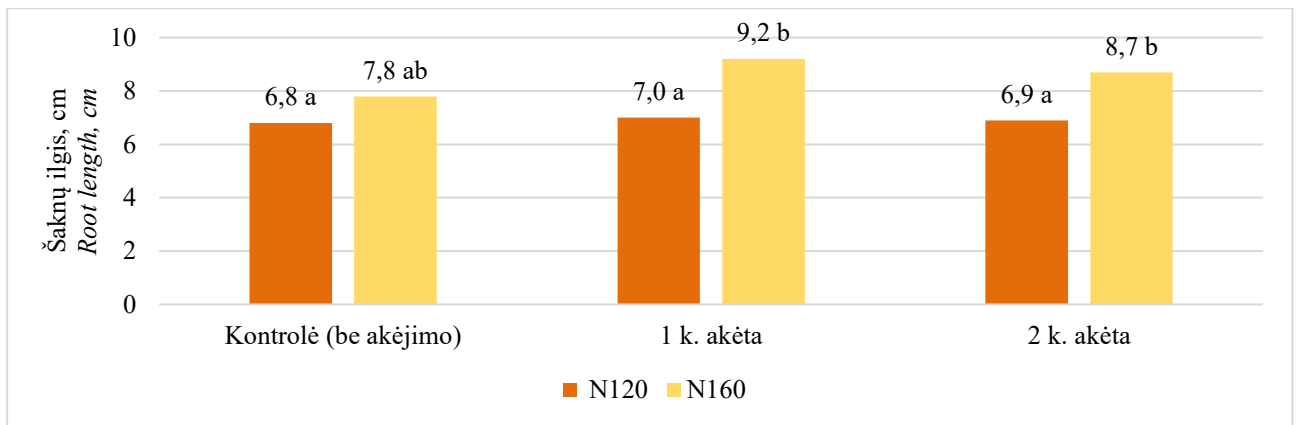
Tyrimo duomenų statistinis įvertinimas. Eksperimento duomenų statistinė analizė atlikta naudojant programų paketo SELEKCIJA programą STAT. Eksperimento variantų skirtumų reikšmingumas nustatytas taikant Fisherio LSD testą. Skirtumų reikšmingumo lygmuo – 95%, (P ≤ 0,05). Duomenų vidurkiai, pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, c), statistiškai reikšmingai skiriasi (Tarakanovas, Raudonius, 2003).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Eksperimento vykdymo laikotarpiu vidutinė oro temperatūra buvo aukštesnė už šalies daugiametę ir siekė 8,6 °C. Viso eksperimento vykdymo laikotarpiu kritulių kiekis buvo 593 mm. Žiemos periodas vyravo su švelnia oro temperatūra ir be didesnių kritulių, todėl žemės danga didesnio pašalo neįgavo. Vidutinė oro temperatūra balandžio mėnesį buvo 2,1 °C aukštesnė už daugiametę vidutinę. Tokios sąlygos augalams leido aktyviai atnaujinti pavasario vegetaciją, tačiau kritulių poreikis jau buvo pastebimas. Gegužės mėnuo buvo gerokai vėsesnis, kai vidutinė oro temperatūra nesiekė 10 °C. Liepos mėnesį fiksuotas žymus kritulių kiekio padidėjimas. Lyginant su daugiamėčiais duomenimis, šį mėnesį iškrito net 105,9 mm daugiau kritulių nei įprastai ir siekė 189,9 mm bendrą sumą. Didžiausias kritulių kiekis per parą fiksuotas 37,8 mm. Klimatinės sąlygos žieminiams kviečiams vystytis buvo gana palankios.

Atlikus eksperimentą nustatyta, kad tiek akėjimas, tiek azoto tręšimo fonas turėjo įtakos atskirų augalų šaknų augimui. Kontrolinio varianto laukeliuose nustatyta, kad naudojant N120 azoto normą, vidutinis šaknų ilgis buvo 6,8 cm, o N160 – 7,8 cm. Nors didesnė azoto norma lėmė ilgesnį šaknų ilgį, statistiškai reikšmingas skirtumas tarp šių variantų nenustatytas. Akėjimas vieną kartą turėjo žymų poveikį šaknų ilgiui. Šiame variante, naudojant N120 normą, šaknų ilgis siekė 7,0 cm, tuo tarpu taikant N160 tręšimo foną augalų šaknų ilgis buvo net 9,2 cm, t. y. beveik 18 % didesnis nei kontrolėje, ir šis skirtumas buvo esminis. Atlikus du akėjimus, šaknų ilgis buvo kiek mažesnis nei akėjant vieną kartą, tačiau didesnis nei kontroliniame variante, nors ir neesmingai. Taikant N120 tręšimo foną, augalų šaknų ilgis siekė 6,9 cm, o naudojant N160 – 8,7 cm, t. y. 11,5 % didesnis nei kontroliniame variante (žr. 1 pav.). Skirtumai tarp literatūroje pateikiamų ir šiame tyrime gautų šaknų ilgio rodiklių paaiškinami skirtinga vertinimo metodika – literatūroje dažniausiai pateikiamas bendras šaknų ilgis ploto vienetu (Giroux et al., 2011), o šiame tyrime vertintas atskirų augalų šaknų ilgis.

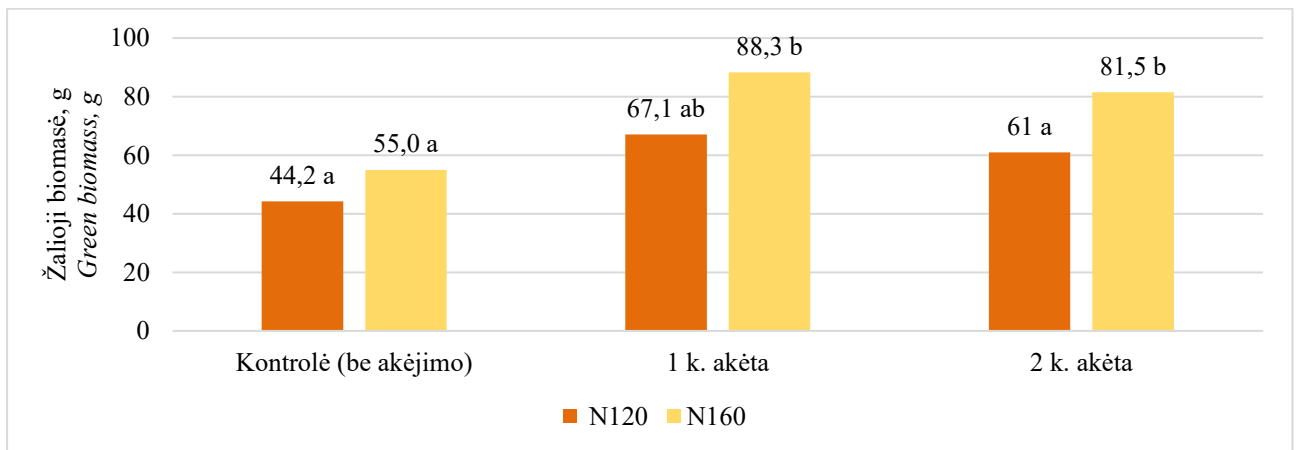
Didžiausia žieminių kviečių žalioji biomasė BBCH 55 augimo tarpsniu nustatyta vieno akėjimo ir didesnio azoto fono N160 variante, atitinkamai – 88,3 g. Šis rezultatas buvo didžiausias tarp visų nagrinėjamų tręšimo ir akėjimo variantų, tačiau statistiškai esmingai nesiskyrė nuo varianto, kur buvo akėta du kartus. Atliekant du akėjimus taip pat nustatytas didesnis žaliosios biomasės kiekis, ypač naudojant didesnę azoto normą. Šiame variante žalioji biomasė svėrė 81,5 g taikant N160 ir 61,0 g taikant N120 azoto normą. Nors šios reikšmės buvo didesnės nei kontrolėje, jos buvo kiek mažesnės nei vieno akėjimo variantuose. Mažiausia žalioji biomasė nustatyta kontroliniame variante, auginant žieminius kviečius N120 azoto fone ir netaikant akėjimo. Ši reikšmė siekė 44,2 g arba 34,1 % mažiau nei vieną kartą akėtame. Didesnė augalų žalioji biomasė fiksuota naudojant N160, variante be akėjimo – 55,0 g. Lyginant su vieno akėjimo variantu, žalioji biomasė kontrolėje buvo apie 38 % mažesnė. Nors didesnė azoto norma didino žaliosios biomasės kiekį kontroliniame variante, statistiškai reikšmingų skirtumų tarp šių dviejų variantų nenustatyta. Esminiai skirtumai nustatyti tik akėjant du kartus (žr. 2 pav.).



Pastaba: skirtingos raidės (a, b) rodo statistiškai reikšmingus skirtumus tarp vidurkių ($P < 0,05$). N120 ir N160 – azoto tręšimo normos (120 ir 160 kg ha⁻¹).
Note: different letters (a, b) indicate statistically significant differences between means ($P < 0.05$). N120 and N160 – nitrogen fertilization rates (120 and 160 kg ha⁻¹).

1 pav. Akėjimo ir tręšimo azotu įtaka žieminių kviečių šaknų ilgiui (BBCH 55).

Fig. 1. The influence of harrowing and nitrogen fertilization on the root length of winter wheat (BBCH 55).

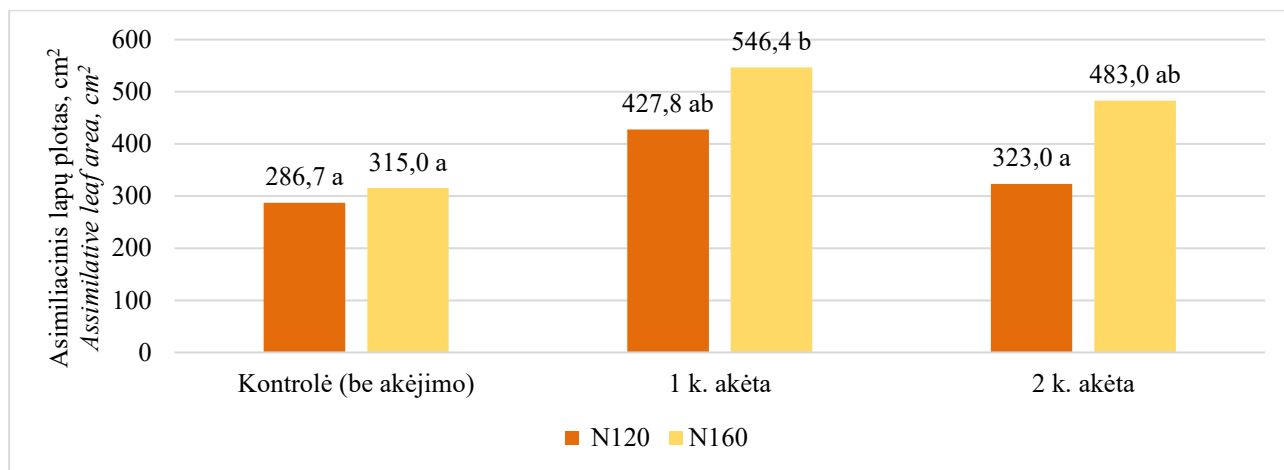


Pastaba: skirtingos raidės (a, b) rodo statistiškai reikšmingus skirtumus tarp vidurkių ($P < 0,05$). N120 ir N160 – azoto tręšimo normos (120 ir 160 kg ha⁻¹).
Note: different letters (a, b) indicate statistically significant differences between means ($P < 0.05$). N120 and N160 – nitrogen fertilization rates (120 and 160 kg ha⁻¹).

2 pav. Akėjimo ir tręšimo azotu įtaka žieminių kviečių žaliajai biomasei (BBCH 55).

Fig. 2. The influence of harrowing and nitrogen fertilization on the green biomass of winter wheat (BBCH 55).

Asimiliacinis lapų plotas yra vienas svarbiausių rodiklių, parodančių augalų fotosintezės potencialą ir produktyvumo formavimosi sąlygas (Taiz et al., 2015). Šis rodiklis nustatytas pagal metodikoje aprašytą tvarką. Atlikti tyrimai parodė, kad žieminių kviečių asimiliacinio lapų plotui reikšmingą įtaką turėjo akėjimo intensyvumas ir skirtingas tręšimo fonas. Didžiausias asimiliacinis lapų plotas nustatytas vieno akėjimo variante, taikant N160 azoto normą. Šiuo atveju lapų plotas siekė 546,4 cm² ir buvo didesnis nuo kontrolės 73,5 % ir varianto, kuriame buvo akėta du kartus ir tręšta mažesne azoto norma N120. Tai rodo, kad didesnė azoto norma ir akėjimas vieną kartą sudarė palankiausias sąlygas lapų ir pačio augalo vystymuisi. Vieno akėjimo variante naudojant kiek mažesnę azoto normą N120 asimiliacinis lapų plotas siekė 427,8 cm². Nors šis rezultatas ir neesmingai mažesnis nei taikant N160 normą, jis buvo didesnis nei variantuose be akėjimo, atitinkamai 49,2 % ir 35,8 % daugiau. Du kartus akėtame pasėlyje taip pat nustatytas didesnis asimiliacinis lapų plotas, lyginant su kontroliniu variantu, tačiau skirtumai nebuvo esminiai. Taikant N160 azoto normą lapų plotas siekė 483,0 cm² ir buvo 49,5 % didesnis nei naudojant N120. Gauti rodikliai leidžia daryti prielaidą, kad intensyvesnis akėjimas sukelia didesnius mechaninius pažeidimus ir gali pabloginti augimo sąlygas (žr. 3 pav.).

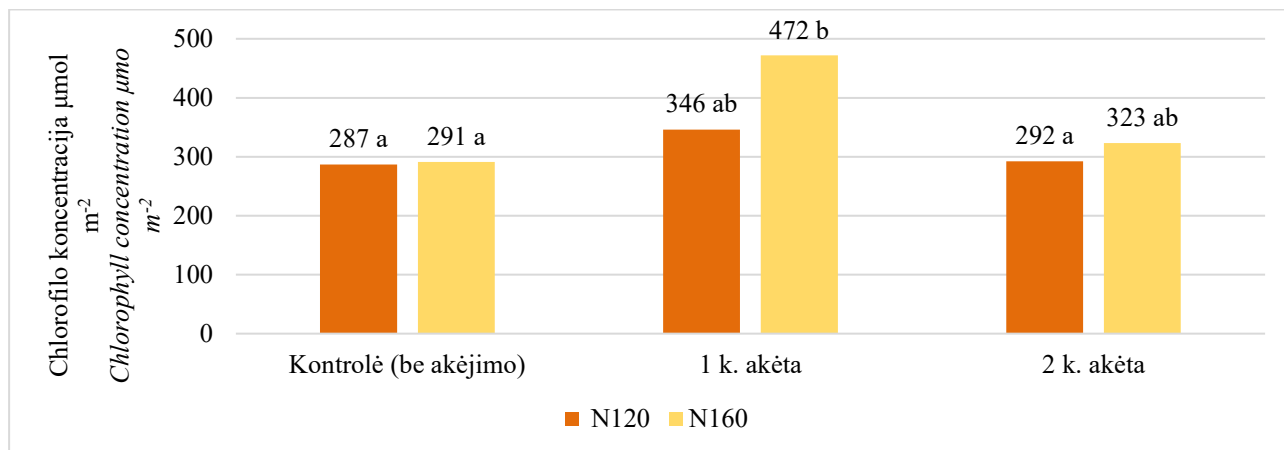


Pastaba: skirtingos raidės (a, b) rodo statistiškai reikšmingus skirtumus tarp vidurkių ($P < 0,05$). N120 ir N160 – azoto tręšimo normos (120 ir 160 kg ha⁻¹).
Note: different letters (a, b) indicate statistically significant differences between means ($P < 0.05$). N120 and N160 – nitrogen fertilization rates (120 and 160 kg ha⁻¹).

3 pav. Akėjimo ir tręšimo azotu įtaka žieminių kviečių lapų plotui (BBCH 55).

Fig. 3. The influence of harrowing and nitrogen fertilization on winter wheat leaf area (BBCH 55).

Siekiant įvertinti augalo fiziologinę būklę ir fotosintezės intensyvumą, svarbu atlikti chlorofilo koncentracijos matavimo tyrimus. Tyrimo rezultatai parodė, kad akėjimas ir naudojamos azoto tręšimo normos turėjo įtakos chlorofilo koncentracijai žieminiams kviečiams esant BBCH 55 tarpsnyje. Didžiausia chlorofilo koncentracija išmatuota augaluose, kurie buvo akėti vieną kartą, kai naudojama N160 azoto norma – 472. Mažesnė chlorofilo koncentracija, tačiau neesminga, fiksuota taikant mažesnę N120 azoto normą, bet atliekant taip pat vieną akėjimą. Nors šis rodiklis buvo mažesnis, tačiau didesnis nei variantuose, kur žieminiai kviečiai išvis neakėti, nors skirtumai ir nebuvo esminiai. Mažiausios chlorofilo koncentracijos reikšmės (287–291) nustatytos kontroliniuose variantuose, kur kviečiai auginti be akėjimo. Akėjimas du kartus reikšmingos įtakos chlorofilo koncentracijai neturėjo. Šios reikšmės buvo didesnės (292–323) nei kontrolėje, tačiau mažesnės nei vieno akėjimo variante. Tuo tarpu lyginant su vieno akėjimo variantais, chlorofilo koncentracija tiek N120, tiek N160 tręšimo fonuose buvo mažesnė, tačiau esminiai skirtumai nustatyti tik tarp skirtingų tręšimo normų ir akėjimo intensyvumo (žr. 4 pav.).

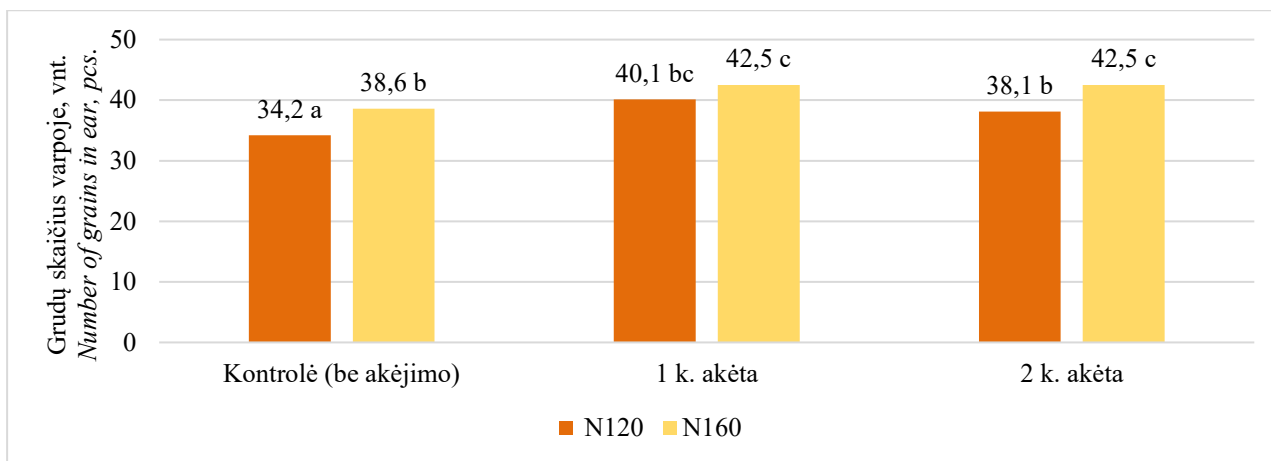


Pastaba: skirtingos raidės (a, b) rodo statistiškai reikšmingus skirtumus tarp vidurkių ($P < 0,05$). N120 ir N160 – azoto tręšimo normos (120 ir 160 kg ha⁻¹).
Note: different letters (a, b) indicate statistically significant differences between means ($P < 0.05$). N120 and N160 – nitrogen fertilization rates (120 and 160 kg ha⁻¹).

4 pav. Akėjimo ir tręšimo azotu įtaka žieminių kviečių chlorofilo koncentracijai (BBCH 55).

Fig. 4. The influence of harrowing and nitrogen fertilization on the chlorophyll index of winter wheat (BBCH 55).

Siekiant įvertinti nagrinėjamų veiksnių įtaką auginamų augalų produktyvumui, būtina analizuoti derliaus struktūros elementus (Arendt, Zannini, 2013). Atliktas eksperimentas parodė, kad akėjimas ir skirtingos azoto tręšimo normos turėjo įtaką grūdų skaičiui varpoje. Didžiausias grūdų skaičius varpoje nustatytas taikant N160 azoto normą ir vieną bei du akėjimus, atitinkamai 42,5 vnt. Gauti rezultatai rodo, kad didesnė azoto norma ir akėjimas teigiamai veikė žieminių kviečių derliaus struktūros elementus. Vieno akėjimo variante, taikant mažesnę azoto normą N120, grūdų skaičius varpoje siekė 40,1 ir buvo esmingai didesnis nei kontroliniame variante, atitinkamai 17,3 % daugiau (žr. 5 pav.).



Pastaba: skirtingos raidės (a, b) rodo statistiškai reikšmingus skirtumus tarp vidurkių ($P < 0,05$). N120 ir N160 – azoto tręšimo normos (120 ir 160 kg ha⁻¹).
Note: different letters (a, b) indicate statistically significant differences between means ($P < 0.05$). N120 and N160 – nitrogen fertilization rates (120 and 160 kg ha⁻¹).

5 pav. Akėjimo ir tręšimo azotu įtaka žieminių kviečių grūdų skaičiui varpoje (BBCH 89).

Fig. 5. The influence of harrowing and nitrogen fertilization on the number of winter wheat grains in the ear (BBCH 89).

Galima teigti, kad taikant mažesnę azoto normą kartu su akėjimu skatinamas produktyvesnis grūdų formavimasis varpoje. Esmingai mažiausias grūdų skaičius nustatytas kontroliniame variante naudojant N120 azoto normą – 34,2. Šiuo atveju grūdų skaičius buvo 14,7 % mažesnis nei vieną kartą akėtame variante ir 10,2 % mažesnis nei du kartus akėtame variante. Didesnė azoto norma N160 esmingai didino grūdų skaičių – nustatyta 38,6 vnt. grūdų varpoje t. y. 12,9 % daugiau (žr. 5 pav.).

Išvados

1. Akėjimas ir azoto tręšimo normos turėjo įtakos žieminių kviečių biometriniais rodikliams. Daugeliu atvejų akėjimas didino šaknų ilgį ir žaliosios biomasės kiekį. Didžiausi šaknų ilgio ir žaliosios masės rezultatai gauti taikant vienkartinį akėjimą kartu su N160 azoto norma. Šiame variante šaknų ilgis buvo 1,4 cm didesnis nei kontrolėje.
2. Chlorofilo koncentracijos ir asimiliacinio lapų ploto tyrimuose didžiausios reikšmės nustatytos taikant vienkartinį akėjimą ir didesnę azoto normą N160. Lyginant su kontrole, asimiliacinis lapų plotas buvo iki 231,4 cm² didesnis. Net ir taikant mažesnę azoto normą N120, akėjimas didino asimiliacinį lapų plotą, palyginti su neakėtu paseliu.
3. Nustatyta, kad akėjimo ir didesnės azoto normos derinys sudarė palankias sąlygas formuotis didesniai grūdų skaičiui varpoje. Didžiausias grūdų skaičius 42,5 vnt. nustatytas taikant N160 azoto normą ir akėjimą. Gauti rezultatai rodo, kad akėjimas didina azoto trąšų efektyvumą ir gali sudaryti prielaidas mažinti trąšų normas neprarandant derliaus potencialo.

Literatūra

1. Arendt, E. K., Zannini, E. (2013). Wheat and other *Triticum* grains. *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, 1–66, 67e.
2. Gilbert, P.-A., Vanasse, A., Angers, D. A. (2009). Harrowing for weed control: Impacts on mineral nitrogen dynamics, soil aggregation and wheat production. *Soil and Tillage Research*, 103(2), 373-380
3. Giroux, M., Bruckner, P., Akman, H. (2011). Wheat Root System, Genetics and Methodology for Evaluation of Root Characteristics: A Review. *Selcuk Agriculture and Food Science*, 25, 109-117.
4. HGCA. (2008). The wheat growth guide (2nd ed., Spring 2008). HGCA. Prieiga per internetą: https://farmpep.net/sites/default/files/2022-12/Wheat%20Growth%20Guide_2008_UK%20%281%29.pdf
5. Kirby, E. J. M. (2002). Botany of the wheat plant. *Bread Wheat. Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome*, 19-37.
6. Oficialiosios statistikos departamentas. Statistika pagal temas. *Žemės ūkis*. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/zemes-ukis1> (žiūrėta 2026-03-10).
7. Reynolds, M., Braun, H. (2022). Wheat Improvement. p. 3-15.
8. Sousa, T., Ribeiro, M., Sabeņa, C., Igrejas, G. (2021). The 10,000-Year Success Story of Wheat! *Foods*, 10(9), 2124.
9. Steinmann, H.-H. (2002). Impact of harrowing on the nitrogen dynamics of plants and soil. *Soil and Tillage Research*, 65(1), 53-59.
10. Taiz, L. Zeiger, E., Moller, I.M. and Murphy, A. (2015) *Plant Physiology and Development*. 6th Edition, Sinauer Associates, Sunderland, CT, 171-203

11. Tarakanovas, P., Raudonius, S. (2003). *Agrominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT*. Akademija.
12. Velimirović, A., Jovović, Z., Pržulj, N. (2021). From neolithic to late modern period: Brief history of wheat. *Genetika*, 407-41;
13. Žemės išteklių stebėsenos informacinė sistema (ŽISIS). *Dirvožemis*. Prieiga per internetą: <https://www.geoportal.lt/map/zisis/>

THE INFLUENCE OF SPRING HARROWING AND NITROGEN FERTILISATION ON THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT

Abstract

The increasing importance of the sustainability of agricultural production and the tightening of environmental requirements encourage the search for new solutions and measures that improve the efficiency of operations. Considerable attention is given to the search and use of new agrotechnical measures. One of such measures may be spring harrowing. This agricultural plant care work can have a significant impact on the growth of winter wheat and the formation of the harvest. The aim of this study was to assess the influence of spring harrowing on the productivity of winter wheat with different fertilization rates. The study was conducted under field experimental conditions in the village of Alionys II, Širvintos district, using different harrowing intensities and nitrogen fertilization rates. During the study, plant biometric data, growth characteristics and yield potential were assessed. The data were processed using statistical analysis methods. The results obtained showed that spring harrowing had an impact on the productivity of winter wheat, but the effect depended more on the fertilization rate. The results of the study may be useful for specialists working in the agricultural sector who seek to optimise and improve winter wheat cultivation technology.

Keywords: *Triticum aestivum* L., harrowing, biometric data, yield.