

SĖJOS LAIKO IR SĖKLOS NORMOS ĮTAKA ŽIEMINIŲ KVIEČIŲ PRODUKTYVUMUI

Modesta BIELSKYTĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: modesta.bielskyte@vdu.lt

Santrauka

Žieminiams kviečiams rudenį, ypač svarbu parinkti optimalų sėjos laiką bei sėklos normą, kad užaugintų maksimalų grūdų derlių. Pagrindinis šio tyrimo tikslas – nustatyti sėjos laiko ir sėklos normos įtaką pasėlio produktyvumui. Lauko eksperimentas vykdytas 2023–2024 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje. Bandymas – dviejų veiksnų. A veiksnys – sėklos norma, B – sėjos laikas. Eksperimente žieminiai kviečiai pasėti keturiais skirtingai sėjos terminais: rugsėjo 7, 14, 21, 28 d. ir keturiomis sėklos normomis: 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 mln. vnt. sėklų ha⁻¹. Kiekvienas variantas buvo įrengtas šešiais pakartojimais. Per vegetacijos laikotarpį nustatytas tris kartus (BBCH 30–32, BBCH 57–58 ir BBCH 84–87) žieminių kviečių pasėlio tankumas. Lauko eksperimento dirvožemio granulimetrinė sudėtis – vid. sunkumo priemolis. Dirvožemio ariamasis sluoksnis – neutralios reakcijos (pH 7,1), vidutinio humusingumo (1,85 proc.), didelio fosforingumo (P₂O₅ 234 mg kg⁻¹) bei vidutinio kalingumo (K₂O 126 mg kg⁻¹). Priešsėlis – žieminiai kviečiai, pasirinkta veislė – 'Skagen'. Žieminiai kviečiai per visą vegetacijos laikotarpį patręšti: N₁₇₂, P₃₆, K₃₆ kg ha⁻¹. Esant augalams BBCH 30–32 tarpsnyje, esmingai tankiausias pasėlis susiformavo rugsėjo 14 d. 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ (1384 vnt. stiebų) pasėlyje, o esmingai rečiausi – kviečius pasėjus rugsėjo 7 d. 3 mln. vnt. ha⁻¹ ir rugsėjo 28 d. sėjant 4 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ norma. Antro matavimo metu (BBCH 57–58) nustatyta, kad redukavo nuo 10,0 iki 49,4 proc. stiebų, lyginant su pirmu matavimu. Atlikus trečią matavimą (BBCH 84–87) nustatyta, kad esmingai tankiausias (720 vnt. m⁻² stiebų) pasėlis susiformavo rugsėjo 28 d. 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ normos kviečiuose. Esmingai didžiausias derlingumas nustatytas rugsėjo 21 d. sėjos, 5 ir 4 mln. vnt. sėklos normos pasėliuose.

Reikšminiai žodžiai: žieminiai kviečiai, sėjos laikas, sėklos norma, pasėlio tankumas, derlingumas.

Įvadas

Žieminiai kviečiai yra svarbūs javai visame pasaulyje, kurie pirmauja tarp žemės ūkio kultūrinių augalų pagal pasėtus plotus, bendrą produkciją ir bendrą prekybą. Kviečių produkcija tenkina apie 20 proc. žmogaus kalorijų poreikio ir taip atlieka itin svarbų vaidmenį užtikrinant aprūpinimą maistu. Dešimtmečius grūdų poreikis didėja, o tai lemia pasaulio gyventojų skaičiaus augimas ir mitybos pokyčiai (Shiferaw et al. 2013; van Dijk et al., 2021). Siekiant patenkinti paklausą, reikia taikyti įvairias pasėlių auginimo sistemas, kurios didintų gaunamos produkcijos kiekį. Auginant kviečius susiduriama su keliais iššūkiais: rizika, kuri susijusi su klimato kaita, pasėlių plėtros apribojimais ir didėjančiu gėlo vandens trūkumu (Lange et al., 2020).

Pasaulinė klimato kaita turi įtakos pasėlių augimui dėl padidėjusios temperatūros, netolygaus ir kintančio kritulių kiekio, didesnio sausrų bei ekstremalių reiškinių masto (Mbow et al., 2019). Javų genetinis tobulinimas ir agronominių sistemų pritaikymas, pavyzdžiui, sėjos datų ir sėklos normų optimizavimas, yra perspektyvūs sprendimai, padedantys padidinti pasėlių produktyvumą, esant pasaulinei klimato kaitai (Bai, Tao, 2017). Žieminių kviečių sėjos laikas ir sėklos norma yra esminiai agronominiai veiksniai gerinantys maistinių medžiagų įsisavinimą ir didinantys derlingumą (Liu et al., 2021). Sėjos paankstinimas ar atidėjimas gali pakenkti visam žieminių kviečių genetiniam derliaus potencialui. Grūdų derlius mažėja, kai sėja atlikta per anksti arba per vėlai, lyginant su optimalia sėja (Yin et al., 2018; Ma et al., 2018; Zhu et al., 2019; Gandjaeva et al., 2019). Padidinus sėklos normą vėlyvos sėjos metu galima suformuoti didesnį augalų tankumą, tai sumažina prasto išdygimo ir išsikrūmijimo pasekmes (Wang et al., 2016; Ma et al., 2018). Optimalus sėjos laikas ir sėklos norma leidžia užtikrinti greitą ir tolygų grūdų sudygimą, kuris leidžia suformuoti maksimalų žieminių kviečių pasėlio tankumą ir būsimą derlingumą (Shah et al., 2020).

Tyrimo tikslas – nustatyti sėjos laiko ir sėklos normos įtaką žieminių kviečių pasėlio produktyvumui.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Įvertinti skirtingu sėjos laiku ir sėklos norma pasėtų žieminių kviečių pasėlio tankumą skirtingais augimo tarpsniais.
2. Nustatyti sėjos laiko ir sėklos normos įtaką žieminių kviečių derlingumui.

Tyrimų objektas ir metodai

Eksperimentas atliktas 2023–2024 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Bandymų stotyje. Bandymų stotis yra Kauno rajono pietvakariuose, Noreikiškių seniūnijos teritorijoje, kairiajame Nemuno krante. VDU ŽŪA Bandymų stotis pagal Lietuvos geomorfologinį suskirstymą yra Lietuvos vidurio lygumos Nemuno vidurupio ir Neries žemupio plynaukštės rajone. Reljefas – mažai banguota lyguma (Eidukevičienė ir kt., 2001).

Lauko eksperimente tirta sėjos laiko ir sėklos normos įtaka žieminių kviečių, pasėtų skirtingai sėjos terminais ir sėklos normomis pasėlio produktyvumui. Dviejų veiksnų eksperimente:

A veiksnys – sėklos norma:

- 5,0 mln. vnt. ha⁻¹;
- 4,0 mln. vnt. ha⁻¹;

- 3,0 mln. vnt. ha⁻¹;
 - 2,0 mln. vnt. ha⁻¹.
- B veiksnys – sėjos laikas:
- rugsėjo 7 d.;
 - rugsėjo 14 d.;
 - rugsėjo 21 d.;
 - rugsėjo 28 d.

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

Žieminiai kviečiai auginti pagal VDU ŽŪA Bandymų stotyje taikomą technologiją. Rudenį, prieš sėją buvo išbertos kompleksinės trąšos (NPK: 15–15–15+10S) 240 kg ha⁻¹. Amonio salietra tręšta 3 kartus. Pirmą kartą – anksti pavasarį (N₅₁), vėliau – balandžio pirmoje pusėje (N₅₁) ir gegužės pabaigoje (N₃₄). Pagal auginimo technologiją buvo naudojami augalų apsaugos produktai.

VDU ŽŪA Bandymų stoties dirvožemis – karbonatingas giliau glėjiškas išplautžemis (Lietuvos dirvožemiai, 2001). Granulimetrinėje sudėtyje vyravo vidutinio sunkumo priemolis. Dirvožemio ariamasis sluoksnis prieš eksperimento įrengimą buvo neutralios reakcijos (pK_{KCl} 7,1), vidutinio humusingumo (1,85 proc.), didelio fosforingumo (P₂O₅–234 mg kg⁻¹) bei vidutinio kalingumo (K₂O–126 mg kg⁻¹).

Žieminiams kviečiams meteorologinės sąlygos 2023–2024 m. ne visais vystymosi tarpsniais buvo palankios. Rudenį, rugsėjo mėnesį, prasidėjus žieminių kviečių sėjai oro temperatūra buvo aukštesnė 4,5 °C laipsniai nei daugiamečiai vidurkis, tačiau kritulių iškrito 11,6 mm, o tai yra 48,4 mm mažiau nei įprastai rugsėjo mėnesį. Tačiau esant tokioms sąlygoms sėkloms pakako drėgmės išbrinkti ir greitai sudygti. Kiti rudens mėnesiai buvo palankūs žieminių kviečių augimui ir vystymuisi. Žiemos paskutinis mėnuo (vasaris) buvo neįprastai šiltesnis. Vidutinė temperatūra siekė net 2,9 °C laipsnius šilumos, o tai yra 7,6 °C laipsniais šilčiau, lyginant su daugiamete temperatūra. Kovo pabaigoje pakilus temperatūrai daugiau nei 6 °C laipsniai šilumos atsinaujino žieminių kviečių vegetacija. Balandžio viduryje temperatūra sumažėjo ir balandžio 22 d. iškritę krituliai pasėlius padengė nemažu sniego sluoksniu. Sniegas ilgai neužsilaikė ir nutirpo, taip vienu metu iškrito 17,6 mm kritulių. Vėliau vyravo šilti ir augalams augti palankūs orai. Gegužės–birželio mėnesiais iškrito labai negausūs kiekiai kritulių 25,1 ir 36,8 mm, kai daugiamečių stebėjimų vidutinis kritulių kiekis 2,4 ir 2 kartus didesnis. Liepos mėn. iki derliaus nuėmimo (liepos 25 d.) iškrito labai netolygūs kritulių kiekiai. Visu, aktyvaus augalų vegetacijos laikotarpiu oro temperatūra buvo didesnė už daugiamečių temperatūras.

Pasėlio tankumas (vnt. m⁻²). Kiekviename žieminių kviečių laukelyje atsitiktine tvarka pasirinkta keturios vietos, kuriose buvo suskaičiuojami stiebai 1 m eilutėje, po to gautą kiekį padauginus iš 8 (tarpueilių plotis 12,5 cm) apskaičiuotas 1 m⁻² augalų tankumas.

Grūdų derlingumo (t ha⁻¹) nustatymas. Kiekvieno laukelio grūdų derlius nustatytas kombaine esančia kompiuterizuota svėrimo ir kokybės nustatymo sistema. Derlingumas perskaičiuotas prie 14 proc. drėgmės absoliučiai švaria grūdų mase.

Duomenų statistinis patikimumas įvertintas dvifaktoriaus dispersinės analizės metodu programa ANOVA, iš programinio paketo SELEKCIJA. Duomenų statistinis patikimumas įvertintas mažiausia esminio skirtumo absoliutine riba R₀₅ (esminiai skirtumai (p < 0,05) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis) (Raudonius, 2017).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

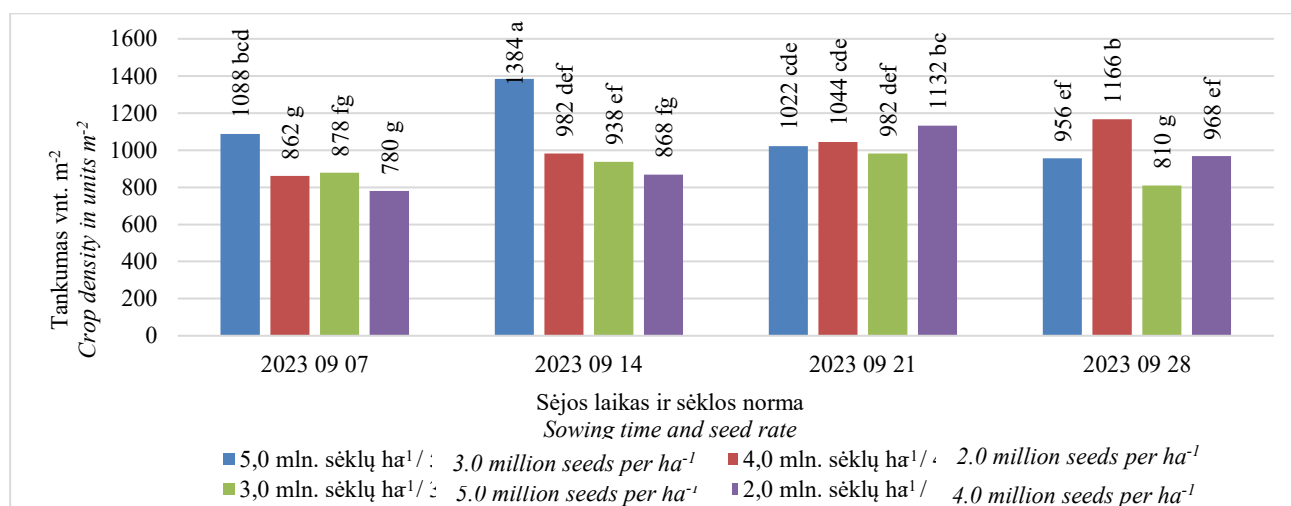
Augalų tankumas yra svarbus augalų augimui ir vystymuisi, turi įtaką jų dydžiui ir biomasės pasiskirstymui bei konkurencijai tarpusavyje (Luo et al., 2020, Moghimi et al., 2022). Sėjant per didelę sėklos normą ir per anksti, augalai suformuoja silpnus pagrindinius stiebus bei menkus šalutinius ūglius, dėl ko sumažėja jų žiemkentiškumas (atsparumas žiemos sąlygoms) (Šiuliauskas, 2015).

Atliekant pirmą pasėlio tankumo matavimą, augalams pradėjus bamblėti (BBCH 30–32) nustatyta, kad pasėlio tankumas siekė nuo 780–1384 vnt. stiebų m⁻² (skirtumas tarp šių tankumų siekė net 1,77 karto), lyginant visus variantus tarpusavyje. Suskaičiavus stiebus nustatyta, kad esmingai didžiausias tankumas (1384 vnt. m⁻²) susiformavo žieminius kviečius pasėjus rugsėjo 14 d. 5 mln. vnt. ha⁻¹ sėklos norma, o esmingai mažiausias – rugsėjo 21 ir 28 d., lyginant su didžiausia sėklos norma (5 mln. vnt. ha⁻¹). Žieminius kviečius pasėjus 4 mln. vnt. ha⁻¹ norma nustatyta, kad esmingai tankiausias pasėlis susiformavo rugsėjo 28 d. – tankumas siekė 1166 vnt. stiebų m⁻², esmingai rečiausias – rugsėjo 7 d. 862 vnt. stiebų m⁻² (skirtumas tarp šių sėjų siekė 26 proc.). Sėjant 3 mln. vnt sėklų ha⁻¹ nustatyta, kad esminių skirtumų nenustatyta rugsėjo 7, 14 ir 21 d. sėtose sėjose, tačiau esmingai mažiau stiebų suformavo rugsėjo 28 d. sėjos pasėlis (810 vnt. stiebų m⁻²). Žieminius kviečius pasėjus 2 mln. vnt. ha⁻², esmingai tankiausias pasėlis susiformavo rugsėjo 21 d. (1132 vnt. stiebų m⁻²), o esmingai rečiausi – rugsėjo 7 d. ir rugsėjo 14 d. (atitinkamai 780 ir 868 vnt. m⁻²) (žr. 1 pav.).

Tyrimai parodė, kad per didelis augalų tankumas mažina produktyvumo rodiklius bei didina konkurenciją tarpusavyje, todėl dėl maisto medžiagų bei drėgmės stygiaus didėja augalų dalių (šoninių stiebų, lapų) redukcija (Šiuliauskas, 2015, Zhu et al., 2021).

Žieminius kviečius sėjant rugsėjo 7, 14 d. 5 mln. vnt. ha⁻¹ sėklos norma ir rugsėjo 28 d. sėjant 4 mln. sėklos ha⁻¹ norma, nuo bamblėjimo tarpsnio iki plaukėjimo tarpsnio pabaigos, nustatyta, kad redukavusių stiebų skaičius siekė

atitinkamai net 48,0, 48,6 ir 49,4 proc., lyginant su pirmo matavimo rezultatais. Kitais sėjos terminais ir sėklos normomis pasėtų kviečių pasėlio tankumas skyrėsi nuo 10,0 iki 39,5 proc.



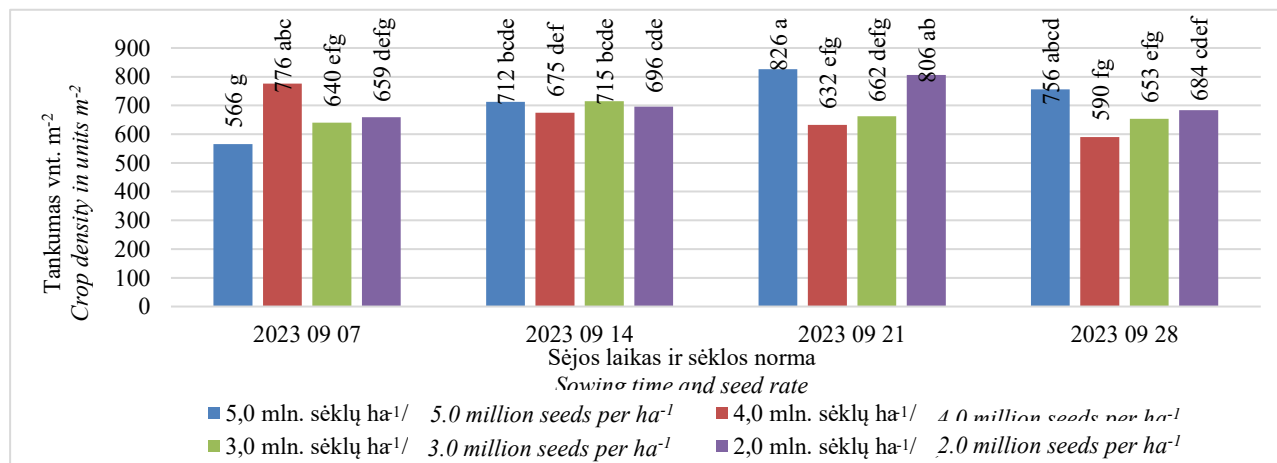
Pastaba: * – skirtingomis raidėmis (a, b, c) pažymėtos reikšmės skiriasi esmingai ($P<0,05$).

Note: * – differences between treatments marked on the columns with different letters (a, b, c) are significant at 95% probability level ($P<0.05$).

1 pav. Skirtingu laiku ir skirtinga sėklos norma pasėtų žieminių kviečių pasėlio tankumas (BBCH 30–32)

Fig. 1. Density of winter wheat sown at different times and seed rates.

Matavimą atlikus antrą kartą, augalams pasiekus plaukėjimo tarpsnio pabaigą (BBCH 57–59), pasėlio tankumas svyravo nuo 566 iki 826 vnt. stiebų m⁻² (skirtumas siekė 31,5 proc.). Esmingai tankiausias pasėlis nustatytas rugsėjo 7 d. sėjant 4 mln. sėklų ha⁻¹, o rečiausias – didžiausia sėklos norma (5 mln. vnt. ha⁻¹) pasėtame pasėlyje. Esminių skirtumų nenustatyta sėjant 3 ir 2 mln. sėklų ha⁻¹, lyginant rugsėjo 7 d. sėklos normas tarpusavyje. Rugsėjo 14 d. tarp sėklos normos esminių skirtumų nenustatyta. Rugsėjo 21 d. esmingai tankiausias pasėlis susiformavo žieminius kviečius pasėjus 2 ir 5 mln. vnt. ha⁻¹ (806 ir 826 vnt. stiebų m⁻²), tačiau esmingai retesnis pasėlis, kai sėklos norma 3–4 mln. vnt. ha⁻¹ (662 ir 632 vnt. stiebų m⁻²). Panaši tendencija vyrauja ir rugsėjo 28 d. sėjoje, kai esmingai tankiausias pasėlis – sėjant 5 mln. vnt. ha⁻¹, o esmingai rečiausias – sėjant 4 mln. vnt. ha⁻¹ (žr. 2 pav.).



Pastaba: * – skirtingomis raidėmis (a, b, c) pažymėtos reikšmės skiriasi esmingai ($P<0,05$).

Note: * – differences between treatments marked on the columns with different letters (a, b, c) are significant at 95% probability level ($P<0.05$).

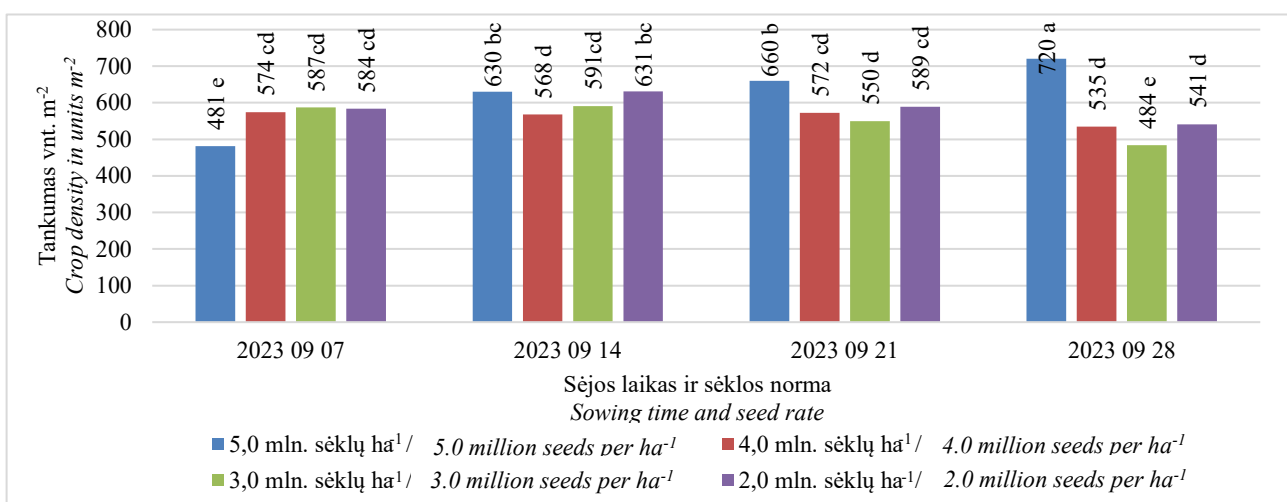
2 pav. Skirtingu laiku ir skirtinga sėklos norma pasėtų žieminių kviečių pasėlio tankumas (BBCH 57–59)

Fig. 2. Density of winter wheat sown at different times and seed rates.

Pasėlių tankumą efektyviau reguliuoti kontroliuojant javų krūmijimąsi ir savaiminį išretėjimą (redukciją) nei didinant sėklos normą. Optimalus sėjos laikas ir sėklos norma leidžia išauginti stipresnius augalus, geriau prisitaikančius prie aplinkos sąlygų ir užtikrinančius stabilesnį derlių (Šiuliauskas, 2015).

Lyginant pirmą (BBCH 30–32) ir paskutinį matavimus (BBCH 84–87) galima teigti, kad daugiausia stiebų redukavo rugsėjo 7 d. pasėtuose pasėliuose, sėjant 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ (55,8 proc.), sėjant 2, 3, 4 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ redukavo trečdalis stiebų. Sėjant žieminius kviečius rugsėjo 14 d. 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ norma, stiebų redukavo 54,5 proc., kitomis sėklų normomis (2, 3, 4 mln. vnt. ha⁻¹) – 27,3, 37,0 ir 42,2 proc. Rugsėjo 21 d., kai sėklos norma 5 mln. vnt. ha⁻¹ nustatyta, kad redukavo trečdalis stiebų, kitomis sėklos normomis – beveik pusė stiebų, lyginant su pirmo tankumo matavimu. Rugsėjo 28 d. daugiausia stiebų redukavo, sėjant 4 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ (54,1 proc.). Sėjant 2 ir 3 mln. vnt. ha⁻¹

¹ sėklos norma nustatyta, kad augalai atmetė daugiau kaip 40 proc. stiebų (atitinkamai 44,1 ir 40,2 proc.). Mažiausiai redukovusių stiebų 24,7 proc. nustatyta didžiausios sėklos normos laukeliuose.



Pastaba: * – skirtingomis raidėmis (a, b, c) pažymėtos reikšmės skiriasi esmingai ($P < 0,05$).
 Note: * – differences between treatments marked on the columns with different letters (a, b, c) are significant at 95% probability level ($P < 0.05$).

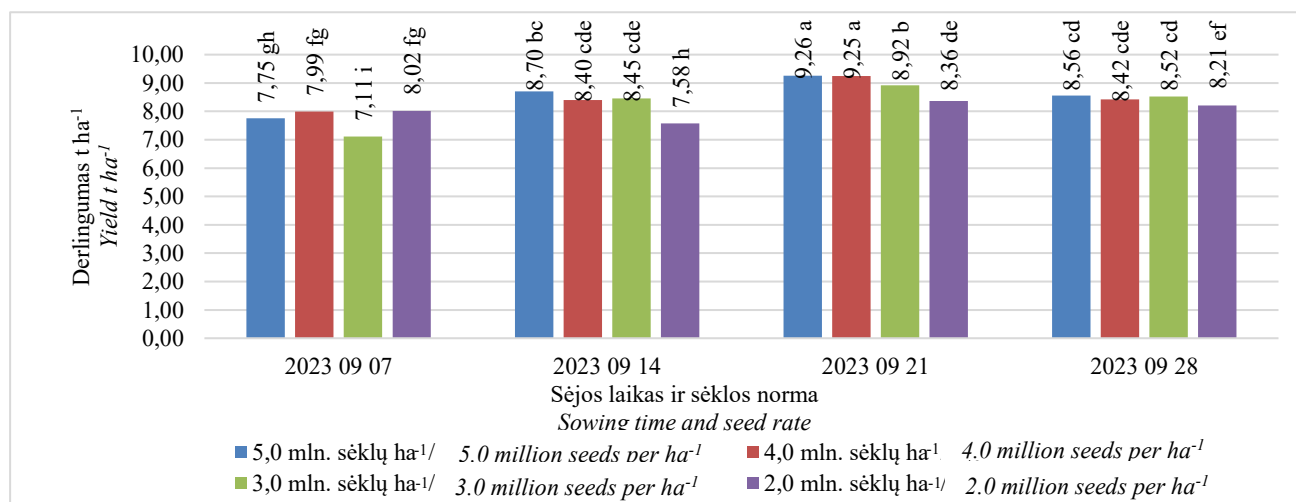
3 pav. Skirtingu laiku ir skirtinga sėklos norma pasėtų žieminių kviečių pasėlio tankumas (BBCH 84–87)

Fig. 3. Density of winter wheat sown at different times and seed rates.

Žieminiam kviečiui esant vaškinėje brandoje (BBCH 84–87) nustatyta, kad esmingai tankiausias (720 vnt. m⁻²) pasėlis išliko rugsėjo 28 d. 5 mln. vnt. ha⁻¹ sėklos norma pasėtame pasėlyje, rečiausias (481 vnt. m⁻²) – rugsėjo 7 d. sėjant 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ ir rugsėjo 28 d. sėjant 3 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ (484 vnt. m⁻²). Rugsėjo 7 d. sėjant 2–4 mln. vnt. ha⁻¹ esminių skirtumų nenustatyta, tačiau esmingai mažiausias tankumas nustatytas sėjant 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹, kur produktyvių stiebų kiekis siekė 481 vnt. m⁻². Rugsėjo 14 d. esminių pasėlio tankumo skirtumų nenustatyta sėjant 2, 3 ir 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ (stiebų skaičius siekė 631, 591 ir 630 vnt. m⁻²), esmingai retesnis pasėlis susiformavo sėjant 4 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ (568 vnt. stiebų m⁻²). Rugsėjo 21 d. sėjos kviečiuose nustatyta, kad esminių skirtumų nebuvo sėjant 2, 3, 4 mln. vnt. sėklų ha⁻¹, esmingai tankiausias pasėlis – sėjant 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹. Panaši tendencija vyravo rugsėjo 7 d. pasėtuose pasėliuose – esmingai tankiausias (720 vnt. m⁻²) pasėlis nustatytas žieminis kviečius pasėjus 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹, esmingai rečiausias (484 vnt. m⁻²) sėjant 3 mln. vnt. sėklų ha⁻¹.

Ren ir kt. (2019) teigia, kad sėjos data ir sėklos norma turi įtakos grūdų derliui. Mokslininkai nustatė, kad pagrindiniai veiksniai, lemiantys žieminių kviečių derlingumą, yra augalų išsivystymas prieš žiemą bei kritulių pasiskirstymas skirtingais augimo laikotarpiais.

Nuėmus žieminių kviečių derlių ir išanalizavus gautus rezultatus nustatyta, kad grūdų derlingumas svyravo nuo 7,11 iki 9,26 t ha⁻¹. Esmingai produktyviausias (9,26 ir 9,25 t ha⁻¹) pasėlis susiformavo kviečius pasėjus rugsėjo 21 d. 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ norma ir sėjant 4 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ norma. Esmingai mažiausias derlingumas (7,11 t ha⁻¹) nustatytas kviečius pasėjus rugsėjo 7 d. 3 mln. vnt. sėklų ha⁻¹, lyginant su kviečių, pasėtų kitomis sėklos normomis, derlingumu (žr. 4 pav.).



Pastaba: * – skirtingomis raidėmis (a, b, c) pažymėtos reikšmės skiriasi esmingai ($P < 0,05$).
 Note: * – differences between treatments marked on the columns with different letters (a, b, c) are significant at 95% probability level ($P < 0.05$).

4 pav. Skirtingu laiku ir skirtinga sėklos norma pasėtų žieminių kviečių derlingumas

Fig. 4. Yield of winter wheat sown at different times and seed rates

Optimaliais sėjos terminais (rugsėjo 14 d. ir rugsėjo 21 d.) pasėtų ir vėlyvos sėjos (rugsėjo 28 d.) pasėliuose, esmingai mažiausi derlingumai nustatyti sėjant 2 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ norma. Rugsėjo 14 d. ir rugsėjo 28 d. sėjose, esmingai didžiausius derlingumus susiformavo žieminiai kviečiai pasėti 3, 4 ir 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ norma, o rugsėjo 21 d. – 4, 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ normomis.

Išvados

1. Atlikus eksperimentą nustatyta, kad vegetacijos eigoje daugiausiai stiebų redukavo (54,5 proc.) žieminius kviečius pasėjus rugsėjo 14 d. 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ norma, o mažiausiai – pasėjus rugsėjo 28 d. 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ norma. Esmingai tankiausias (720 vnt. m⁻²) pasėlis nustatytas vėlyvos sėjos (rugsėjo 28 d.), 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ normos, o rečiausi (781 ir 484 vnt. m⁻²) – ankstyvos sėjos 5 mln. vnt. sėklų ha⁻¹ ir vėlyvos sėjos 3 mln. vnt. ha⁻¹ sėklos normos pasėliuose.

2. Esmingai didžiausias derlingumas (9,26 ir 9,25 t ha⁻¹) nustatytas žieminius kviečius sėjant optimaliu (rugsėjo 21 d.) sėjos laiku, 5 ir 4 mln. vnt. ha⁻¹ sėklos norma.

Literatūra

1. Bai, H., & Tao, F. (2017). Sustainable intensification options to improve yield potential and eco-efficiency for rice-wheat rotation system in China. *Field Crops Research*, 211, 89-105. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.06.010>
2. Eidukevičienė, M., Grybauskas, J., Vaičys, M. 2001. Dirvodarinės uolienos. Lietuvos dirvožemiai. Vilnius, p. 144–156.
3. Gandjaeva, L. (2019). Effect of sowing date on yield of winter wheat cultivars Grom, Asr and Kuma in Khorezm region. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/profile/Lola-Gandjaeva/publication/339434848_Effect_of_sowing_date_on_yield_of_winter_wheat_cultivars_Grom_Asr_and_Kuma_in_Khorezm_region/links/5e5168ca92851c7f7f4fca72/Effect-of-sowing-date-on-yield-of-winter-wheat-cultivars-Grom-Asr-and-Kuma-in-Khorezm-region.pdf (žiūrėta 2025 02 11).
4. Yin, L., Dai, X., & He, M. (2018). Delayed sowing improves nitrogen utilization efficiency in winter wheat without impacting yield. *Field crops research*, 221, 90-97. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.02.015>.
5. Lange, S., Volkholz, J., Geiger, T., Zhao, F., Vega, I., Veldkamp, T., et al. (2020). Projecting exposure to extreme climate impact events across six event categories and three spatial scales. *Earth's Future*, 11, e2020EF001616. <https://doi.org/10.1029/2020EF001616>.
6. Liu, K., Zhang, C., Guan, B., Yang, R., Liu, K., Wang, Z., Li, X., Wue, K., Yin, L., Wang, X. (2021). The effect of different sowing dates on dry matter and nitrogen dynamics for winter wheat: an experimental simulation study. *PeerJ*, 9, e11700. <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.11700>.
7. Luo, C. L., Zhang, X. F., Duan, H. X., Mburu, D. M., Kavagi, L., Naseer, M., Dai, Z. D., Nyende, A. B., Batool, A., Xiong, Y. C. (2020). Allometric relationship and yield formation in response to planting density under ridge-furrow plastic mulching in rainfed wheat. *Field crops research*, 251, 107785. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107785>.
8. Ma, S. C., Wang, T. C., Guan, X. K., & Zhang, X. (2018). Effect of sowing time and seeding rate on yield components and water use efficiency of winter wheat by regulating the growth redundancy and physiological traits of root and shoot. *Field Crops Research*, 221, 166-174.
9. Mbow C, Rosenzweig C, Barioni LG, et al. 2019. Food security. In: Shukla PR, Skea J, Calvo Buendia E et al., eds. Climate change and land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, p. 437–550. Prieiga per internetą: <https://www.ipcc.ch/srccl/download/> (žiūrėta 2025 02 11).
10. Moghimi, M. M., Shamshiri, G., Shabani, A., Kamgar-Haghighi, A. A., Fateh, M., & Mahmoudi, M. R. (2022). Determining optimum applied water and seeding rates for winter wheat by using AquaCrop and mathematical-economic analysis. *Irrigation and Drainage*, 71(2), 349-364. <https://doi.org/10.1002/ird.2657>.
11. Raudonius, S. 2017. Application of statistics in plant and crop research: important issues. *Žemdirbystė = Agriculture*, 104(4), 377–382.
12. Ren, A. X., Sun, M., Wang, P. R., Xue, L. Z., Lei, M. M., Xue, J. F., Gao, Z. Q., Yang, Z. P. (2019). Optimization of sowing date and seeding rate for high winter wheat yield based on pre-winter plant development and soil water usage in the Loess Plateau, China. *Journal of integrative agriculture*, 18(1), 33-42. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)61980-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)61980-X).
13. Shah, F., Coulter, J. A., Ye, C., & Wu, W. (2020). Yield penalty due to delayed sowing of winter wheat and the mitigatory role of increased seeding rate. *European Journal of Agronomy*, 119, 126120. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126120>.
14. Shiferaw, B., Smale, M., Braun, H. J., Duveiller, E., Reynolds, M., Muricho, G. (2013). Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food security*, 5, 291-317. <https://doi.org/10.1007/s12571-013-0263-y>
15. Šiuliauskas A. (2015). *Praktinė augalininkystė. Javai ir rapsai*. Vilnius, p. 95–172

16. Van Dijk, M., Morley, T., Rau, M. L., & Saghai, Y. (2021). A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050. *Nature Food*, 2(7), 494-501. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00322-9>
17. Wang, B., Zhang, Y., Hao, B., Xu, X., Zhao, Z., Wang, Z., & Xue, Q. (2016). Grain yield and water use efficiency in extremely-late sown winter wheat cultivars under two irrigation regimes in the North China Plain. *PloS one*, 11(4), e0153695. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153695>
18. Zhu, Y., Chu, J., Dai, X., & He, M. (2019). Delayed sowing increases grain number by enhancing spike competition capacity for assimilates in winter wheat. *European Journal of Agronomy*, 104, 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.01.006>
19. Zhu, S. Y., Cheng, Z. G., Tian, T., Gong, D. S., Lv, G. C., Wang, J., Xiong, Y. C. (2021). Screening optimum population density in response to soil water availability in dryland wheat: From laboratory to field. *Agricultural Water Management*, 257, 107147. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107147>

EFFECT OF SOWING TIME AND SEED RATE O THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT

Abstract

For winter wheat in autumn, it is particularly important to choose the optimum sowing time and seed rate for maximum grain yields. The main objective of this study was to determine the influence of sowing time and seed rate on crop productivity. The field experiment was carried out between 2023 and 2024 at the Experimental Station of the Academy of Agriculture of Vytautas Magnus University. The experiment is a two-factorial design. Factor A - seed rate, factor, B - sowing time. In the experiment, winter wheat was sown at four different sowing dates: 7, 14, 21, 28 September and at four seed rates: 5,0; 4,0; 3,0; 2,0 million seeds ha⁻¹. Each variant was installed in six replications. Winter wheat density was determined three times during the growing season (BBCH 30–32, BBCH 57–58 and BBCH 84–87). The soil of the field experiment had a medium loam soil grain size composition. The topsoil has a neutral reaction (pH 7,1), medium humus content (1,85 %), high phosphorus content (P₂O₅ 234 mg kg⁻¹) and medium calcium content (K₂O 126 mg kg⁻¹). The selected variety is 'Skagen'. Winter wheat was fertilised with N₁₇₂, P₃₆, K₃₆ kg ha⁻¹ throughout the growing season. At BBCH 30–32, the densest crop was formed in the optimum sowing (14 September) at a rate of 5 million seeds ha⁻¹ (1384 stems), and the sparsest crop was formed in the early sowing (7 September) at a rate of 3 million seeds ha⁻¹ and in the late sowing (28 September) at a rate of 4 million seeds ha⁻¹. The second measurement (BBCH 57–58) showed a reduction of between 10.0 and 49.4 % of the stems compared to the first measurement. The third measurement (BBCH 84–87) showed that the significantly densest crop (720 stems m⁻²) was formed in the late sown wheat at the rate of 5 million seeds ha⁻¹. Significantly the highest yields were found in the optimum sowing (21 September) at 5 and 4 million seed units per ha⁻¹ rate.

Keywords: winter wheat, sowing time, seed rate, crop density, yield.