

SĖJOS LAIKO IR SĖKLOS NORMOS ĮTAKA ŽIEMINIŲ KVIEČIŲ DERLIAUS STRUKTŪROS ELEMENTAMS IR DERLINGUMUI

Gabija ŽILYTĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas,
el. paštas: gabija.zilyte@vdu.lt

Santrauka

2023–2024 m. VDU Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje buvo atliktas lauko eksperimentas. Eksperimente buvo tirta žieminių kviečių (*Triticum aestivum* L.) veislė 'Skagen', kuri buvo sėjama skirtingais terminais, naudojant dvi sėklos normas – 2 ir 5 mln. vnt. ha⁻¹. Šio tyrimo tikslas – nustatyti sėjos laiko ir sėklos normos įtaką žieminių kviečių derliaus struktūros elementams ir derlingumui. Išanalizavus gautus rezultatus galima teigti, kad skirtingas sėjos laikas ir skirtinga sėklos norma turėjo esminės įtakos žieminių kviečių pasėlio tankumui skirtingais augimo tarpsniais. Vėlinant sėją 5 mln. ha⁻¹ normos pasėlyje pavasarį pasėlio tankumas turėjo tendenciją didėti. Prieš derliaus nuėmimą esmingai didžiausias produktyvių stiebų skaičius (662 vnt. m⁻²) nustatytas žieminių kviečių laukeliuose, pasėtuose rugsėjo 28 d., lyginant su ankstyviausia sėja. Didžiausia 1000 grūdų masė buvo ankstyvosios sėjos (rugsėjo 7 d.) laukeliuose – 44,46 g. Sėjos laiko pavėlinimas nuo rugsėjo 7 d. iki rugsėjo 28 d. reikšmingai padidino grūdų derlingumą 5 mln. ha⁻¹ sėklos normos pasėliuose. Vėlesnė sėja (rugsėjo 21 d.) lėmė didžiausią derlių, siekiantį 9,26 t ha⁻¹. Esmingai mažiausias derlingumas (7,58 t ha⁻¹) buvo nustatytas optimaliu sėjos laiku (rugsėjo 14 d.) sėtuose laukeliuose, kuriuose buvo 2 mln. ha⁻¹ sėklų norma.

Reikšminiai žodžiai: žieminiai kviečiai, sėjos laikas, sėklos norma, derlingumas, derliaus struktūriniai elementai.

Įvadas

Grūdų auginimas Lietuvoje išlieka viena iš perspektyviausių augalininkystės sričių. 2023 m. javų pasėliai Lietuvoje užėmė 1 366 530 ha, iš kurių žieminių kviečių pasėta net 837 163 ha (OSP, 2023). Žieminiai kviečiai – tai ne tik esminis maisto šaltinis, bet ir svarbi žaliava pramonės vystymuisi (Gaile, 2017).

Žieminių kviečių sėjos laikas yra svarbus veiksnys, lemiantis derliaus kiekį, kokybę ir augalų prisitaikymą prie aplinkos sąlygų (Vagusevičienė ir kt., 2024). Tinkamai pasirinktas sėjos laikas užtikrina sklandų augalų vystymąsi ir sumažina streso poveikį kritiniais augimo etapais. Be to, tinkamai pasirinktas sėjos laikas leidžia užtikrinti optimalią grūdų formavimosi tarpsnio trukmę, efektyvesnę vandens panaudojimą ir padidinti technikos panaudojimo našumą (Klepeckas ir kt., 2020).

Kintantis klimatas kelia didelius iššūkius augalininkystei visame pasaulyje. Vis labiau pastebimas temperatūros kilimas, kritulių pasiskirstymo pokyčiai, sumažėjęs vandens prieinamumas ir dažnėjantys ekstremalūs orų reiškiniai (Farooq et al., 2023). Dėl besikeičiančių meteorologinių sąlygų būtina iš naujo įvertinti žieminių kviečių sėjos laiką ir sėklos normą, siekiant užtikrinti optimalų pasėlių augimą ir derlingumą.

Vieni svarbiausių derliaus struktūros elementų: pasėlio tankumas, varpos produktyvumas ir 1000 grūdų masė. Kai kurių mokslininkų tyrimų duomenimis, žieminių kviečių derlius 69 proc. priklauso nuo pasėlio tankumo derliaus nuėmimo metu (Węgrzyn et al., 2022). Reguluojant sėklos normą ir tarpuelių plotį, galima sukurti optimalią augalų išsidėstymo struktūrą, kuri užtikrina šviesos, vandens ir maistinių medžiagų pasisavinimą. Toks išdėstymas mažina konkurenciją tarp augalų ir leidžia efektyviau išnaudoti turimus išteklius (Sciencia et al., 2023). Mažesnė sėklos norma pasirenkama sėjant anksti, tačiau svarbu užtikrinti, kad augalai galėtų tinkamai išsikrūmyti ir pasiekti optimalų tankumą, kad efektyviai išnaudotų turimą žemės plotą. Vėlinant sėją, sėklos norma didinama (Šiuliauskas, 2015). Mokslininkas W. Jarecki (2024) teigia, kad sėklos normos padidinimas 10 proc. vėlyvos sėjos atveju yra naudingas, nes pagerina derlingumą ir augalų augimo sąlygas.

Tyrimo tikslas: nustatyti sėjos laiko ir sėklos normos įtaką žieminio kviečio derliaus struktūros elementams ir derlingumui.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Palyginti skirtingu laiku ir skirtinga sėklos norma pasėtų žieminių kviečių pasėlio tankumą įvairiais augimo tarpsniais: BBCH 30–32, BBCH 45–48 ir BBCH 84–87.
2. Įvertinti sėjos laiko ir sėklos normos poveikį žieminių kviečių 1000 sėklų masei.
3. 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. Stotis yra įsikūrusi pietvakarinėje Kauno miesto dalyje, Noreikiškių seniūnijoje. Tyrimo objektas – žieminių kviečių pasėlis, kuriame taikytos skirtingos sėklų normos ir skirtingi sėjos terminai. Pasirinkta veislė – 'Skagen'.

Tyrimas buvo vykdomas šešiais pakartojimais dviejų veiksnių eksperimente: A veiksnys: sėjos laikas: rugsėjo 7 d. (ankstyvoji sėja), rugsėjo 14 d. (optimali sėja), rugsėjo 21 d. (optimali sėja) ir rugsėjo 28 d. (vėlyvoji sėja). B veiksnys – sėklos norma: 2 ir 5 mln. vnt. ha⁻¹. Vieno laukelio plotas – 40 m² (4×10 m), apskaitomasis plotas – 20 m² (2×10 m).

Žieminiai kviečiai sėti su sėjama „Kverneland ACCORD“ „m-drill“ (Vokietija). Sėjos gylis – 3 cm. Priešsėlis – žieminiai kviečiai. Žieminiai kviečiai auginti pagal VDU ŽŪA Bandytų stotyje taikomą technologiją. Derliaus nuėmimo data – liepos 25 d.

Pasėlio tankumas (vnt. m^{-2}) nustatytas suskaičiavus žieminį kviečių stiebus išilginėje vieno metro eilutėje ir gautą kiekį padauginus iš 8 (tarpueilių plotis 12,5 cm). Skaičiavimai atlikti kiekviename eksperimento laukelyje, 4-iose atsitiktinai pasirinktose vietose: bamblėjimo pradžioje (BBCH 30–32), vėliavinio lapo tarpsnyje (BBCH 45–48) ir prieš derliaus nuėmimą (BBCH 84–87).

1000 grūdų masė nustatoma iš grūdų ėminio pašalinus priemaišas. Grūdai buvo paskirstyti kvadrato forma ir padalyti į keturis trikampius. Iš kiekvieno trikampio be atrankos suskaičiuota po 250 grūdų. Grūdai iš dviejų priešingų trikampių sumaišyti, sudarant du ėminius po 500 grūdų. Kiekvienas ėminys buvo pasvertas atskirai $\pm 0,01$ g tikslumu, o jų suminė masė sudarė 1000 grūdų masę.

Kiekvieno laukelio grūdų derlius nustatytas kombaine esančia kompiuterizuota svėrimo sistema. Derlingumas perskaičiuotas prie 14 proc. drėgmės absoliučiai švaria grūdų mase.

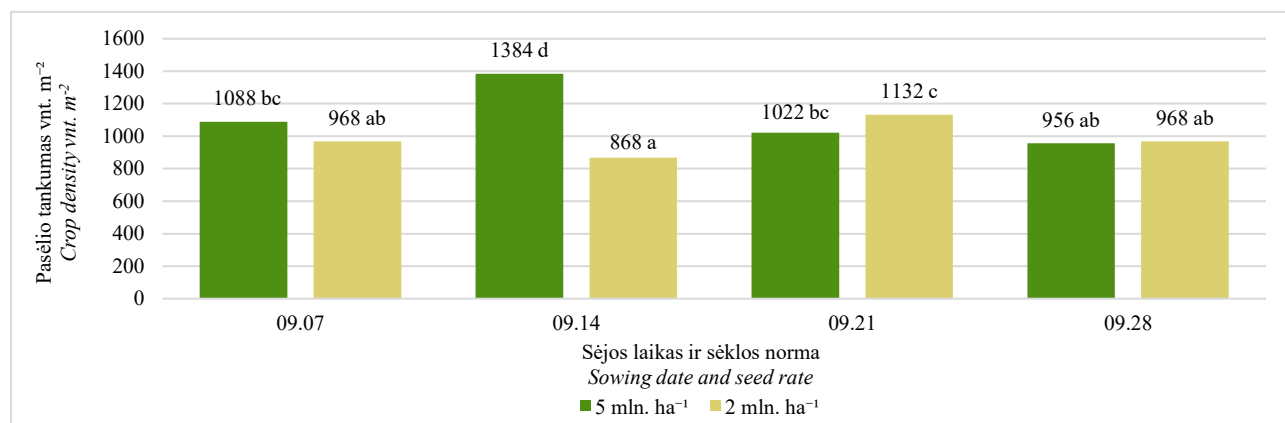
Duomenų statistinis patikimumas įvertintas kiekybinių požymių dviejų veiksmų dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant programinį paketą SELEKCIJA. Duomenų statistinis patikimumas įvertintas mažiausio esminio skirtumo absoliutine riba R05 (duomenų patikimumas: esminiai skirtumai ($p < 0,05$) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis) (Raudonius, 2017).

Meteorologinės sąlygos eksperimento vykdymo metais: 2023 m. rugsėjis buvo šiltas ($+17,1$ °C) ir sausas (11,6 mm kritulių). Spalį temperatūra krito iki $+5,97$ °C, o kritulių iškrito 99,1 mm – beveik dvigubai daugiau nei įprasta. Lapkritis buvo sausas (30,4 mm), o neigiama temperatūra pasirodė tik trečiąją dekadą. Gruodžio vidutinė temperatūra ($+0,47$ °C) viršijo daugiametę normą, o kritulių kiekis siekė 47,0 mm. 2024 m. sausį vidutinė temperatūra buvo $-3,99$ °C, o kritulių iškrito 31,7 mm. Vasaris buvo neįprastai šiltas ($+2,9$ °C) ir lietingas (60,2 mm). Kovą temperatūra siekė $+4,38$ °C, tačiau kritulių iškrito vos 13,55 mm. Balandis buvo $2,19$ °C šiltesnis nei įprasta, o kritulių (63 mm) iškrito daugiau nei norma. Gegužė buvo beveik 3 °C šiltesnė nei įprasta, bet kritulių iškrito tik 25,1 mm. Birželis buvo šiltas ($+17,8$ °C) ir sausas (36,8 mm), o mėnesio pabaigoje fiksuota $+25$ °C temperatūra. Liepa buvo šilčiausias mėnuo ($+20,06$ °C) ir lietingesnė nei įprasta (109,4 mm).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Skirtingu laiku ir skirtinga sėklos norma pasėti žieminiai kviečiai turėjo nevienodas sąlygas sėklų dygimui, todėl augalų išsivystymas ir pasiruošimas žiemojimui buvo skirtingas. Žieminį kviečių augimui ir vystymuisi didžiausią įtaką daro oro temperatūra ir kritulių kiekis (Rezaei et al., 2018; Slafer et al., 2015). Javų sudygimą galėjo neigiamai paveikti nepalankios meteorologinės sąlygos – per pirmąją rugsėjo dekadą iškrito vos 0,5 mm kritulių, antrąją – 3 mm, o trečiąją dekadą jų kiekis šiek tiek padidėjo ir siekė 8,1 mm. Nors augalams trūko drėgmės, oro temperatūra buvo palanki – vidutinė rugsėjo mėnesio temperatūra siekė $17,1$ °C, kai įprastai būna apie $12,6$ °C. Temperatūra pradėjo kristi tik spalio mėnesį, vidutinė spalio mėnesio temperatūra buvo $8,38$ °C.

Sėjos laikas ir sėklos norma yra esminiai veiksniai, darantys įtaką pasėlių derlingumui ir derliaus struktūros elementams (Vagusevičienė ir kt., 2024). Žieminį kviečių pasėlio tankumo vertinimo rezultatai bamblėjimo pradžioje (balandžio 29 d.) parodė, kad stiebų skaičius svyravo nuo 868 iki 1384 vnt. m^{-2} . Mažiausias pasėlio tankumas buvo nustatytas žieminį kviečių, pasėtų rugsėjo 14 d. 2 mln. vnt. ha^{-1} norma, pasėlyje, o reikšmingai didžiausias – sėjant tą pačią dieną, tačiau didesne, 5 mln. vnt. ha^{-1} norma (žr. 1 pav.).



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. Žieminį kviečių pasėlio tankumas (BBCH 30–32)

Fig. 1. Winter wheat crop density (BBCH 30–32)

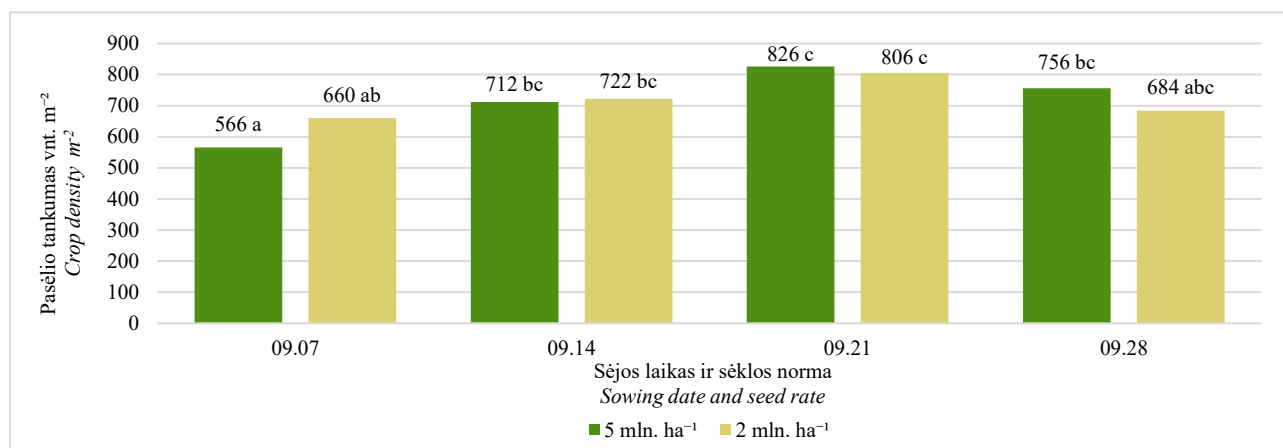
Rugsėjo 21 d. sėtų kviečių pasėlio tankumas buvo reikšmingai didžiausias (1132 vnt. m⁻²) nei kitais sėjos terminais pasėtuose, esant 2 mln. vnt. ha⁻¹ sėklos normai, laukeliuose. Ankstyvos (rugsėjo 7 d.), optimalios (rugsėjo 14 d.) ir vėlyvos (rugsėjo 28 d.) sėjos pasėlių, 2 mln. vnt. ha⁻¹ sėklos normos, tankumas esmingai nesiskyrė.

Pasėjus 5 mln. sėklų ha⁻¹ gautas didesnis pasėlio tankumas, lyginant su 2 mln. sėklų ha⁻¹. Reikšmingai didžiausias tankumas (1384 vnt. m⁻²) buvo žieminių kviečių, pasėtų rugsėjo 14 dieną. Mažiausias tankumas (956 vnt. m⁻²) buvo žieminių kviečių pasėlyje, kuris pasėtas rugsėjo 28 d. Tai 30,9 proc. retesnis pasėlis, nei pasėtas optimaliu laiku – rugsėjo 14 dieną.

Tiriant žieminių kviečių pasėlių tankumą gegužės 30 d. vėliavinio lapo formavimosi tarpsniu, nustatyta, kad 5 mln. sėklų ha⁻¹ normos pasėliuose redukavo daugiausiai stiebų (žr. 2 pav.). Remiantis pagrindiniu morfofiziologijos dėsniu, dažniausiai nunyks tie stiebai, kurie yra silpniau išsivystę, nevaisingi arba jų augimas atsilieka nuo stipriausių stiebų per du–tris organogenezės etapus, jų raida sustoja, organinės ir mineralinės medžiagos perskirstomos pirmiaujančio ūglio naudai (Duchovskis, 2024). Labai svarbu užtikrinti optimalias javų augimo sąlygas, siekiant išlaikyti jų produktyvumą. Daugiausiai stiebų redukavo optimalios (rugsėjo 14 d.) ir ankstyvos sėjos (rugsėjo 7 d.) pasėliuose – atitinkamai 48,6 proc. ir 48,0 proc. Vėlesnės (rugsėjo 21 d.) ir vėlyvos (rugsėjo 27 d.) sėjos pasėliuose produktyvių stiebų sumažėjimas buvo ne toks didelis – 20,9 proc. ir 19,2 proc.

2 mln. sėklų ha⁻¹ normos žieminių kviečių pasėliuose mažiausias stiebų praradimas nustatytas optimalios sėjos terminu (rugsėjo 14 d.) pasėtuose kviečiuose – 146 vnt. m⁻², tai sudarė 16,8 proc. Ankstyvos sėjos terminu (rugsėjo 7 d.) pasėtuose kviečiuose stiebų redukcija buvo didesnė – apie 31,8 proc. (308 vnt. m⁻²). Vėlesnės (rugsėjo 21 d.) ir vėlyvos (rugsėjo 28 d.) sėjos pasėliuose produktyvių stiebų sumažėjimas siekė 29,0 proc.

Žieminių kviečių tankumas, lyginant skirtingus sėjos terminus, reikšmingai nesiskyrė tarp optimalios (rugsėjo 14 d.), vėlesnės (rugsėjo 21 d.) ir vėliausios sėjos (rugsėjo 28 d.). Ankstyvos sėjos (rugsėjo 7 d.) žieminiai kviečiai, pasėti 2 mln. sėklų ha⁻¹ norma, suformavo mažiausiai produktyvių stiebų, lyginant su vėlesnių sėjos terminų pasėliais.



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 ($P < 0,05$)

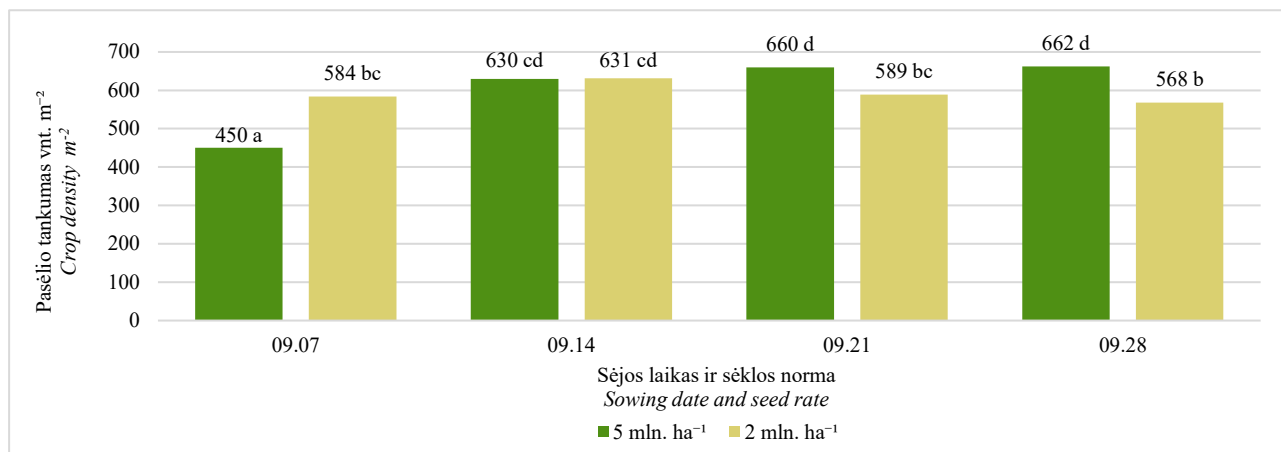
2 pav. Žieminių kviečių pasėlio tankumas (BBCH 45–48)

Fig. 2. Winter wheat crop density (BBCH 45–48)

Liepos pabaigoje (BBCH 85–89), prieš derliaus nuėmimą, buvo atliktas trečias pasėlių tankumo vertinimas (3 pav.). Išanalizavus rezultatus ir palyginus su pasėlių tankumu vėliavinio lapo formavimosi tarpsniu, kai naudota sėklos norma 2 mln. vnt. ha⁻¹, nustatytas mažiausias produktyvių stiebų praradimas ankstyvos sėjos (rugsėjo 7 d.) pasėliuose – 76 vnt. m⁻². Tuo tarpu didžiausias stiebų sumažėjimas per šį laikotarpį fiksuotas vėlesnės sėjos (rugsėjo 21 d.) pasėliuose, kur redukavo net 217 vnt. m⁻² stiebų, tai sudarė 26,9 proc. Pasėliuose, kurių sėklų norma buvo 5 mln. sėklų ha⁻¹, produktyvių stiebų redukavo mažiau – nuo 12,0 proc. iki 20,5 proc.

Siekiant optimalaus žieminių kviečių produktyvumo kvadratiniam metre turėtų augti apie 550–650 produktyvių stiebų (Klipakova et al., 2019). Vertinant žieminių kviečių pasėlių tankumą (žr. 3 pav.) prieš derliaus nuėmimą nustatyta, kad pasėjus 5 mln. sėklų ha⁻¹ norma rugsėjo 7 d., pasėlio tankumas buvo esmingai mažiausias – 450 stiebų m⁻², o pasėjus vėliausiai (rugsėjo 28 d.), pasiekė maksimalų produktyvių stiebų skaičių – 662 stiebus m⁻².

Pasėjus rugsėjo 14 d. 2 mln. sėklų ha⁻¹ normą, kviečių tankumas lyginant su vėlyvos sėjos (rugsėjo 27 d.) tankumu buvo esmingai – 63 vnt. m⁻² didesnis. Ankstyvos (rugsėjo 7 d.), vėlesnės (rugsėjo 21 d.) ir vėlyvos (rugsėjo 27 d.) sėjos pasėlių tankumas esmingai nesiskyrė.



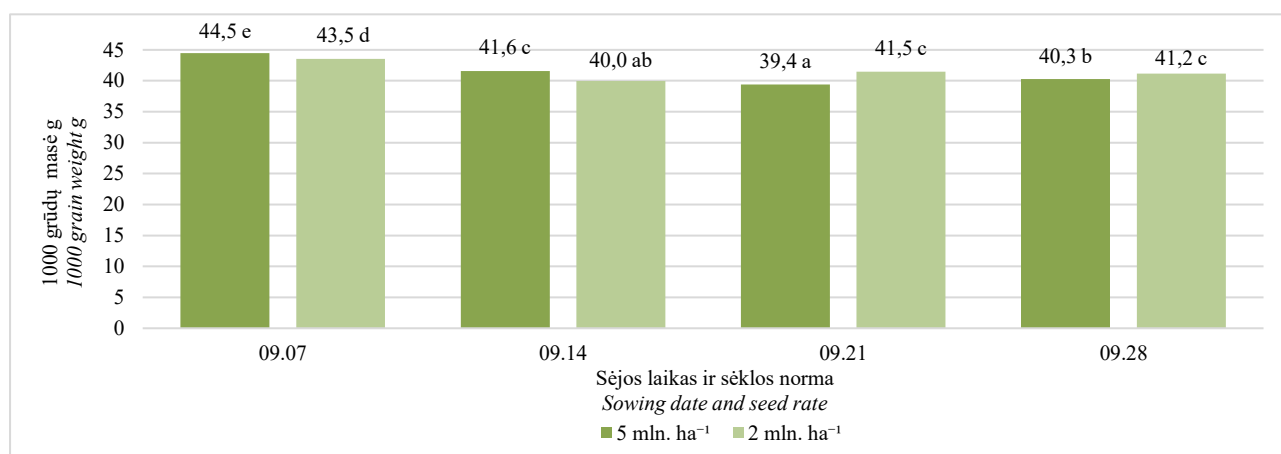
Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raidėmis (a, b, c...), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$)
 Note: Differences between means for options with different letters (a, b, c...) are significant ($P < 0,05$)

3 pav. Žieminių kviečių pasėlio tankumas (BBCH 84–47)

Fig. 3. Winter wheat crop density (BBCH 84-87)

Gauti rezultatai (žr. 4 pav.) rodo, kad sėjimo laikas ir sėklos norma turi įtakos grūdų stambumui. 'Skagen' veislės kviečiai stambūs, jų vidutinė 1000 grūdų masė – 47,6 g (Valstybinė augalininkystės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos, 2023). Analizuojant pasėlius pastebėta, kad esmingai mažiausia 1000 grūdų masė buvo kviečių, sėtų rugsėjo 21 d., 5 mln. ha⁻¹ sėklos norma – 39,4 g, o esmingai didžiausia – ankstyvosios sėjos – 44,5 g (rugsėjo 7 d.) Šiuose laukeliuose subrendusių kviečių 1000 grūdų masės skirtumas – 11 proc. Itin dideli skirtumai nustatyti tarp ankstyvos ir optimalios sėjos terminais pasėtų kviečių 1000 grūdų masės, kur skirtumas – 4,2 g.

Pasėjus 2 mln. vnt. ha⁻¹ nustatyta, kad stambiausi grūdai subrendo rugsėjo 7 d. sėtame pasėlyje – 43,5 g, o esmingai mažesnė 1000 sėklų masė (40,0 g) nustatyta optimaliu laiku sėtame pasėlyje. Tarp rugsėjo 21 d. ir rugsėjo 28 d. sėtų kviečių 1000 sėklų masės esminių skirtumų nenustatyta – atitinkamai 41,5 g ir 41,2 g. 1000 sėklų masė buvo didesnė tuose pasėliuose, kurių tankumas buvo mažesnis.

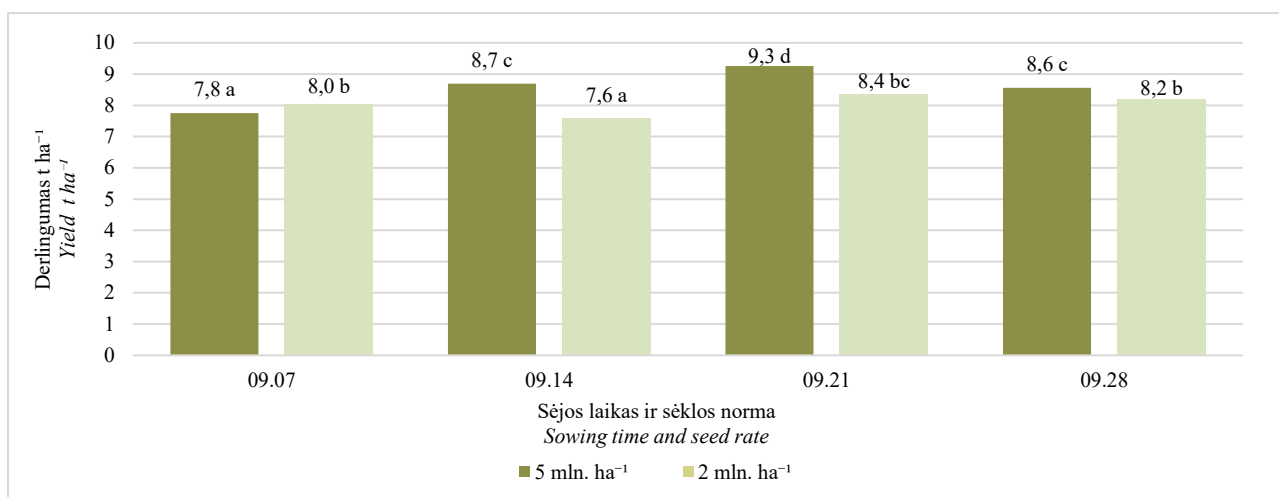


Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raidėmis (a, b, c...), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$)
 Note: Differences between means for options with different letters (a, b, c...) are significant ($P < 0,05$)

4 pav. Žieminių kviečių 1000 grūdų masė

Fig. 4. 1000 Grain weight of winter wheat

Temperatūra yra esminis veiksnys, lemiantis augalų augimą ir vystymąsi, todėl net mažas temperatūros svyravimas gali turėti reikšmingos įtakos kviečių derliui ir grūdų kokybei (Ren et al., 2019). Teigiama, kad vidutiniškai viena pavėlinta sėjos savaitė gali lemti 7,7 proc. arba 0,58 t ha⁻¹ derliaus sumažėjimą (Klepeckas ir kt., 2020). Tačiau dėl šiltesnio klimato augalai spėja išsikrūmyti ir pasiekti aukštą produktyvumą (Yin et al., 2024). Tyrimų rezultatai (žr. 5 pav.) parodė, kad kviečių sėjimo laiką pavėlinus nuo rugsėjo 7 d. iki rugsėjo 28 d., grūdų derlingumas esmingai padidėjo 5 mln. ha⁻¹ sėklos normos pasėlyje: sėją pavėlinus 7 dienomis derlingumas padidėjo 0,95 t ha⁻¹, o vėlesnės sėjos (rugsėjo 21 d.) bandymų laukeliuose derlingumas siekė 9,3 t ha⁻¹. Esmingai mažiausias derlingumas (7,6 t ha⁻¹) buvo nustatytas optimaliu sėjimo laiku (rugsėjo 14 d.) sėtuose laukeliuose, kuriuose taikyta 2 mln. ha⁻¹ sėklų norma. Pavėlinus sėją iki rugsėjo 21 d., žieminių kviečių derlingumas padidėjo iki 8,4 t ha⁻¹, o rugsėjo 28 d. sėtuose pasėliuose jis šiek tiek sumažėjo, bet esmingai nesiskyrė nuo septyniomis dienomis anksčiau sėtų javų – siekė 8,2 t ha⁻¹.



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 ($P < 0.05$)

5 pav. Derlingumas t ha⁻¹

Fig. 5. Yield t ha⁻¹

Išvados

1. Prieš derliaus nuėmimą esmingai mažiausias (450 stiebų m⁻²) pasėlio tankumas buvo rugsėjo 7 d. pasėjus 5 mln. sėklų ha⁻¹ norma, o pasėlyje sėtame vėliausiai (rugsėjo 28 d.), nustatytas didžiausias produktyvių stiebų skaičius – 662 vnt. m⁻².

2. Esmingai mažiausia 1000 grūdų masė nustatyta kviečių, sėtų rugsėjo 28 d. 5 mln. ha⁻¹ sėklos norma (39,38 g), o didžiausia 1000 grūdų masė – ankstyvosios sėjos (rugsėjo 7 d.) laukeliuose – 44,46 g. Tarp šiais sėjos terminais pasėtų, subrendusių kviečių 1000 grūdų masės skirtumas buvo 11 proc.

3. Sėjos laiko pavėlinimas nuo rugsėjo 7 d. iki rugsėjo 28 d. reikšmingai padidino grūdų derlingumą 5 mln. ha⁻¹ sėklos normos pasėliuose. Esmingai mažiausias derlingumas (7,58 t ha⁻¹) nustatytas optimaliu sėjos laiku (rugsėjo 14 d.) sėtuose laukeliuose, kuriuose buvo taikyta 2 mln. ha⁻¹ sėklų norma.

Literatūra

1. Duchovskis P. (2024). Augalų produktyvumas. Šiauliai, 304 p.
2. Farooq, A., Farooq, N., Akbar, H., Hassan, Z. U., & Gheewala, S. H. (2023). A Critical Review of Climate Change Impact at a Global Scale on Cereal Crop Production. *Agronomy*, 13(1), 162. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010162>.
3. Gaile, Z.; Ruza, A.; Kreita, D.; Paura, L. 2017. Yield Components and Quality Parameters of Winter Wheat Depending on Tillering Coefficient. *Agronomy Research*, 15, 79–90. https://agronomy.emu.ee/wp-content/uploads/2017/01/Vol15Nr1_Gaile.pdf.
4. Yin, L., Liao, Y., & Mou, X. (2024). Delayed Sowing Can Improve Potassium Utilization Efficiency and Grain Potassium Concentration in Winter Wheat. *Agriculture*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/agriculture14050678>.
5. Jarecki, W. (2024). Response of winter wheat to diversified sowing date and sowing density. *Journal of Central European Agriculture*, 25(4), 945–954. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/25.4.4131>.
6. Klepeckas, M., Januškaitienė, I., Vagusevičienė, I., & Juknys, R. (2020). Effects of different sowing time to phenology and yield of winter wheat. *Agricultural and food science*, 29(4), 346–358. <https://journal.fi/afs/article/view/90013>.
7. Klipakova, Ju., Priss, O., Bilousova, Z., & Jeremenko, O. (2019). Productivity of winter wheat depending on presowing cultivation of seeds. *Visnyk agrarnoi nauky*, 97(4), 16–23. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-03>.
8. Lietuvos statistikos departamentas (2023). *Oficialus statistikos portalas*. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/> (žiūrėta 2025-02-02)
9. Raudonius, S. (2017). Statistikos taikymas augalų ir pasėlių tyrimuose: Svarbiausi aspektai. *Žemdirbyste*, 104(4), 377–382. <https://doi.org/10.13080/z-a.2017.104.048>.
10. Rezaei, E.E.; Siebert, S.; Hüging, H.; Ewert, F. (2018). Climate change effect on wheat phenology depends on cultivar change. *Scientific Reports*, 8, 4891
11. Ren, A. xia, Sun, M., Wang, P. ru, Xue, L. zhu, Lei, M. miao, Xue, J. fu, Gao, Z. qiang, & Yang, Z. ping. (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](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)61980).

12. Sciencia, M. C. M., Creech, C. F., Frels, K. A., & Easterly, A. C. (2023). Optimizing agronomic practices for hard winter wheat production in the Great Plains with respect to seeding rate, row spacing, and variety. *Agronomy Journal*, 115(6), 2964–2978. <https://doi.org/10.1002/agj2.21414>.

13. Slafer, G.A.; Kantolic, A.G.; Appendino, M.L.; Tranquilli, G.; Miralles, D.J.; Savin, R. (2015) Genetic and environmental effects on crop development determining adaptation and yield. In *Crop physiology*, 2nd ed.; Sadras, V., Calderini, D., Eds.; Academic Press: San Diego, CA, USA.

14. Šiuliauskas A. (2015). *Praktinė augalininkystė, javai ir rapsai*. Vilnius, „Eugrimas“.

15. Vagusevičienė, I., Jodaugienė, D., Čepulienė, R., Rudinskienė, A., & Mažuolytė-Miškinė, E. (2024). The influence of sowing date and seed rate on winter wheat (*triticum aestivum* L.) productivity. In *Rural Development: Proceedings of the International Scientific Conference* (pp. 36-41).. <https://doi.org/10.15544/rd.2023.009>.

16. Valstybinė augalininkystės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos (2023). Prieiga per internetą: <https://vatzum.lrv.lt/media/viesa/saugykla/2023/11/NRIRckBXq2Y.pdf> (žiūrėta 2025-03-01)

17. Węgrzyn, A., Klimek-Kopyra, A., Dacewicz, E., Skowera, B., Grygierzec, W., Kulig, B., & Flis-Olszewska, E. (2022). Effect of Selected Meteorological Factors on the Growth Rate and Seed Yield of Winter Wheat—A Case Study. *Agronomy*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy12122924>.

THE IMPACT OF SOWING TIME AND SEED RATE ON WINTER WHEAT YIELD STRUCTURE COMPONENTS AND YIELD

Abstract

In 2023–2024, a field experiment was conducted at the Vytautas Magnus University Agricultural Academy Research Station. The study focused on the winter wheat variety ‘Skagen’, which was sown at different times using two seed rates—2 and 5 million seeds per hectare. The objective of this research was to determine the impact of sowing time and seed rate on the yield structure elements and productivity of winter wheat. The findings indicated that different sowing times and seed rates significantly influenced the crop density of winter wheat at various growth stages. It was observed that delaying the sowing with a seed rate of 5 million seeds per hectare resulted in an increased crop density in the spring. The maximum number of productive stems (662 stems m⁻²) was recorded in the winter wheat plots sown on September 28, compared to the earliest sowing date. The highest 1000-grain weight was found in the early sowing plots (September 7) - 44,46 g. Delaying the sowing from September 7 to September 28 significantly increased grain yield in plots with a seed rate of 5 million seeds per hectare. The later sowing date (September 21) resulted in the highest yield, reaching 9.26 t ha⁻¹. Conversely, the significantly lowest yield (7.58 t ha⁻¹) was recorded in plots sown at the optimal sowing time (September 14) with a seed rate of 2 million seeds per hectare.

Keywords: winter wheat, sowing time, seed rate, yield, yield structure elements.