

SKIRTINGŲ TRĄŠŲ NORMŲ IR JŲ LOKALIZACIJOS POVEIKIS VASARINIŲ KVIEČIŲ AUGIMUI VEGETACINĖMIS SĄLYGOMIS

Aiva STANKAITYTĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas:
aiva.stankaityte@vdu.lt

Santrauka

Trąšų normos ir jų lokalizacijos poveikis augalų augimui yra svarbus veiksnys, lemiantis maisto medžiagų pasisavinimą, tačiau trąšų lokalizacijos įtaka tebėra mažiau nagrinėta. Vegetacinis eksperimentas buvo vykdytas 2025 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Atviros prieigos Žemės ir miškų jungtinio tyrimų centro šiltnamyje. Tyrimas įrengtas dviejų veiksmų: A veiksmas – trąšų norma (150 ir 250 kg ha^{-1}), B veiksmas – trąšų lokalizacija (greta sėklos ir 5 cm nuo sėklos). Tyrimo tikslas buvo nustatyti trąšų normos ir jų lokalizacijos nuo sėklos poveikį vasarinių kviečių augimo rodikliams vegetacinio bandymo sąlygomis. Tyrimo rezultatai parodė, kad tiek trąšų norma, tiek jų lokalizacija turėjo esminės įtakos vasarinių kviečių antžeminės dalies sausosios medžiagos kiekiui. Didžiausias, statistiškai reikšmingas, antžeminės dalies sausosios medžiagos kiekis nustatytas naudojant 150 kg ha^{-1} trąšų normą ir trąšas išdėstant greta sėklos. Šaknų sausosios medžiagos kiekiui nei trąšų norma, nei jų lokalizacija esminės įtakos neturėjo, tačiau pastebėta tendencija, kad trąšas išdėstant 5 cm atstumu nuo sėklos, šaknys kaupė didesnę sausosios medžiagos kiekį. Esmingai didžiausias ūglių skaičius susiformavo kviečiuose, tręštuose 250 kg ha^{-1} trąšų norma, kai trąšos buvo išdėstytos greta sėklos, o esmingai mažiausias – naudojant 150 kg ha^{-1} trąšų normą ir trąšas išdėstant greta sėklos.

Reikšminiai žodžiai: vasariniai kviečiai, trąšų norma, trąšų lokalizacija, vegetacinis bandymas.

Įvadas

Mineralinių trąšų naudojimas yra vienas svarbiausių veiksnių, lemiančių vasarinių kviečių (*Triticum aestivum* L.) augimą ir vystymąsi. Augalų augimas ir biomasės kaupimasis yra sąlygojami ne tik trąšos cheminės sudėties bei normos, bet ir trąšos lokalizacijos dirvoje, kuri lemia maisto medžiagų prieinamumą šaknų sistemai (Nkebiwe et al., 2016). Trąšų lokalizacija, pritaikyta prie augalo šaknų sistemos, galėtų pagerinti maisto medžiagų pasisavinimą ir skatinti biomasės augimą tiek antžeminėje dalyje, tiek šaknų sistemoje. Daugelyje naujausių tyrimų daugiausia dėmesio skiriama kompleksinių trąšų įterpimo gyliui ir jo poveikiui augalų augimui bei biomasės kaupimuisi. Nustatyta, kad optimalus trąšų įterpimo gylis gali reikšmingai pagerinti šaknų sistemos vystymąsi, padidinti maisto medžiagų pasisavinimą ir skatinti vegetacinį augimą. Pavyzdžiui, trąšų įterpimas 15 cm gylyje padidino azoto pasisavinimą, nes buvo skatinamas šaknų ilgio ir paviršiaus ploto tankis, taip pat šaknų fiziologinis aktyvumas, o tai lėmė didesnę lapų ploto indeksą ir intensyvesnę sausosios medžiagos kaupimąsi (Chen et al., 2022). Tokios lokalizuotos tręšimo strategijos pagrindžia hipotezę, kad trąšos, dedamos tam tikru atstumu nuo sėklos, gali skatinti didesnę biomasę nei trąšos, padėtos tiesiai greta sėklos. Ankstesnės meta-analizės taip pat patvirtina, kad trąšų įterpimo gylis gali padidinti maisto medžiagų prieinamumą, pagerinti augalų vystymąsi ir derlių (Wu et al., 2024).

Vis dėlto, nors trąšų įterpimo gylis yra plačiai tirtas, mažiau dėmesio skiriama trąšų lokalizacijai sėjos eilėje tame pačiame gylyje. Atsižvelgiant į tai, kad šaknų sistemos architektūra ir jos gebėjimas pasiekti maisto medžiagas priklauso ne tik nuo vertikalios, bet ir nuo horizontalios trąšų lokalizacijos, galima daryti prielaidą, jog trąšų atstumas nuo sėklos eilėje taip pat gali turėti reikšmingą įtaką augalų maisto medžiagų pasisavinimui ir biomasės kaupimuisi.

Taigi šiame tyrime keliama hipotezė, kad trąšos, padėtos tam tikru atstumu nuo sėklos, sudaro palankesnes sąlygas vasarinių kviečių augimui ir turėtų didinti antžeminės dalies bei šaknų biomasę.

Tyrimo tikslas – nustatyti trąšų normos ir jų lokalizacijos poveikį vasarinių kviečių augimo rodikliams vegetacinio bandymo sąlygomis. Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Įvertinti trąšų normos ir jų lokalizacijos poveikį vasarinių kviečių antžeminės dalies ir šaknų sausosios medžiagos kiekiui vegetacinio bandymo sąlygomis;
2. Nustatyti trąšų normos ir jų lokalizacijos poveikį vasarinių kviečių ūglių skaičiui vegetacinio bandymo sąlygomis.

Tyrimų objektas ir metodai

Vegetacinis eksperimentas buvo vykdytas Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Atviros prieigos Žemės ir miškų jungtinio tyrimų centro šiltnamyje 2025 metais. Vegetacinis eksperimentas įrengtas dviejų veiksmų: A veiksmas – trąšų norma 1. 150 kg ha^{-1} 2. 250 kg ha^{-1} . B veiksmas – vieta tręšiant: 1. Greta sėklos. 2. Nuo sėklos 5 cm .

Bandymas atliktas keturiais pakartojimais. Vasariniai kviečiai buvo auginami 1000 cm^3 talpos vegetaciniuose induose, kurie prieš sėją buvo palaikyti dviejų parų laikotarpiu vandenyje, užtikrinant pakankamą drėgmę. Eksperimento metu vasariniai kviečiai buvo auginami kompostinėje žemėje. Šis substratas užtikrina tolygų augalų aprūpinimą drėgme

ir sudarė vienodas augimo sąlygas visuose vegetaciniuose induose. Kompostinė žemė taip pat leido išvengti piktžolių sėklų bei dirvožemio sudėties netolygumo, dažnai pasitaikančio natūraliuose dirvožemiuose. Tyrimas buvo vykdomas vegetacinėmis sąlygomis, naudojant vazonus. Kiekviename inde buvo auginami du vasarinių kviečių augalai. Tyrime naudotos mineralinės trąšos (NPK 10-20-20, granuliuotos) taikant dvi normas: 150 ir 250 kg ha⁻¹. Trąšų kiekis kiekviename vazone buvo tiksliai apskaičiuotas atsižvelgiant į indo plotą, o siekiant užtikrinti vienodą ir tikslų paskirstymą, trąšos buvo ištirpinamos prieš paskirstymą. Trąšos buvo dedamos dviem būdais, atsižvelgiant į atstumą nuo sėklos: prie pat sėklos (PS) arba 5 cm atstumu nuo sėklos (5cm). Trąšos, dedamos prie sėklos, buvo tiksliai dozuojamos automatinės pipetės pagalba, šalia kiekvienos sėklos, o trąšos, dedamos 5 cm atstumu, buvo įpilamos į vazono vidurį, taip užtikrinant nustatytą atstumą nuo augalų. Sėklos buvo pasėtos pagal nustatytą išdėstymą po du augalus šone, šalia paskirstytų trąšų.

Vegetacijos metu augalai nebuvo papildomai tręšiami, o laistymas buvo atliekamas reguliariai, kas tris dienas, siekiant palaikyti vienodą drėgmės lygį. Tokiu būdu buvo užtikrintos kontroliuojamos sąlygos augalų augimui ir galimybė objektyviai įvertinti skirtingų trąšų normų ir lokalizacijos poveikį augalų vystymuisi vegetacinėmis sąlygomis. Eksperimento sąlygos buvo palaikomos pastovios: santykinė oro drėgmė – apie 65 %, oro temperatūra – 18–24 °C. Šviesos režimas sudarė 14 val. dienos ir 10 val. nakties periodus. Laistymas buvo atliekamas kas trečią dieną.

Ūglių skaičius nustatytas bamblių pradžioje (BBCH 30–32).

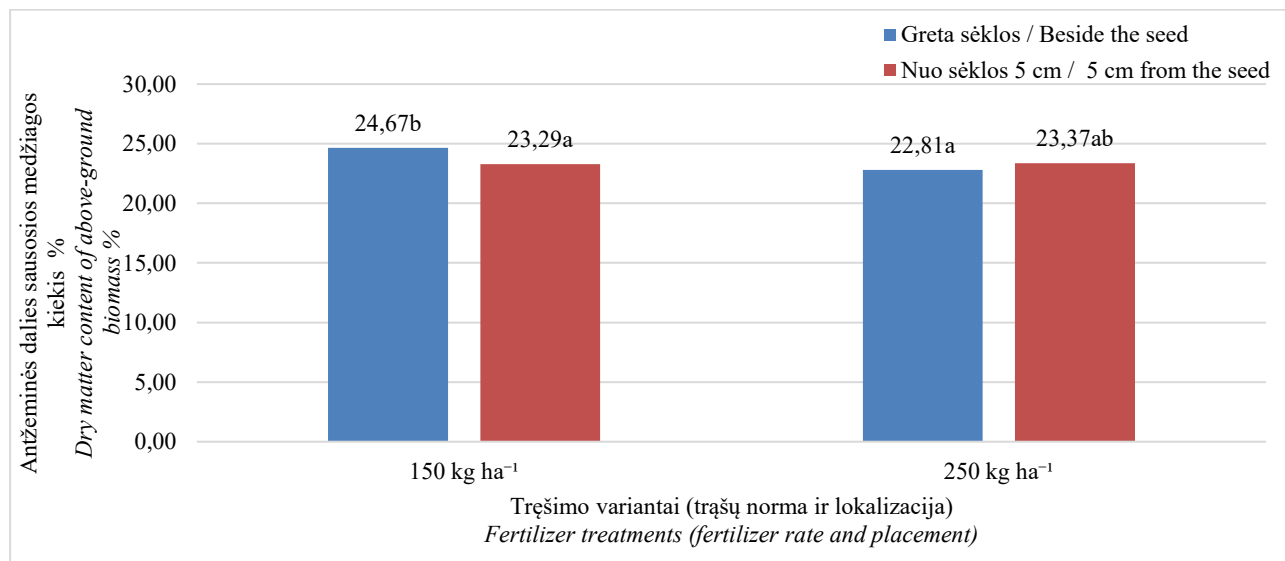
Sausųjų medžiagų kiekis (%) augaluose nustatytas antžeminės ir išplautų šaknų ėminių išdžiovinus iki visiškai sausos masės 105 °C laipsnių temperatūroje, ir apskaičiavus sausų medžiagų kiekį (LST ISO 751:2000). Sausų medžiagų kiekis g perskaičiuotas procentais.

Tyrimų duomenys buvo įvertinti dviejų veiksnių dispersinės analizės metodu naudojant programą ANOVA iš programinio paketo STATISTIKA (STATISTICA10) (Sakalauskas, 2003). Bandymų duomenų statistinis patikimumas buvo įvertintas mažiausia esminio skirtumo riba (R₀₅), taikant Fišerio testą.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Augalų cheminę sudėtį apibūdina įvairūs rodikliai, tarp jų ir sausųjų medžiagų kiekis, kuris gali turėti įtakos augalinės žaliavos bei iš jos gaminamų produktų kokybei.

Išanalizavus vasarinių kviečių antžeminės dalies sausosios medžiagos kiekio duomenis dviejų veiksnių dispersinės analizės metodu nustatyta, jog vegetacinėmis sąlygomis esminės įtakos turėjo tiek trąšų norma, tiek jų padėtis (1 pav.).



Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų skirtingomis abėcėlės raidėmis, yra esminiai skirtumai ($p < 0,05$)

Note: differences between treatment averages signed with different letter (a, b, ...) are significant ($P < 0.05$)

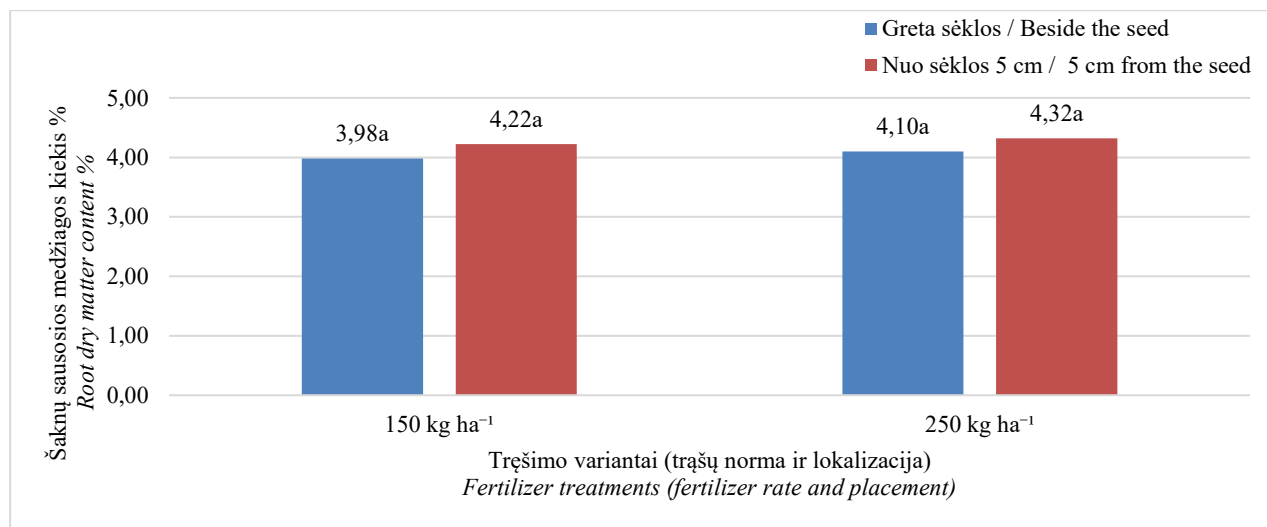
1 pav. Trąšų normos ir jų lokalizacijos poveikis vasarinių kviečių antžeminės dalies sausosios medžiagos kiekiui procentais
Fig. 1. Effect of fertilizer rate and placement on dry matter content of above-ground biomass of spring wheat in percent

Esant 150 kg ha⁻¹ trąšų normai, statistiškai didžiausias sausosios medžiagos kiekis nustatytas trąšas išdėstant greta sėklos 24,67 proc., o jas perkėlus 5 cm atstumu šis rodiklis reikšmingai sumažėjo iki 23,29 proc. Tręšiant 250 kg ha⁻¹ trąšų norma, antžeminės dalies sausosios medžiagos kiekis siekė 22,81 proc., kai trąšos buvo dedamos greta sėklos, ir 23,37 proc., kai jos buvo išdėstytos 5 cm atstumu, šie skirtumai nebuvo statistiškai reikšmingi.

Gauti rezultatai rodo, kad mažesnė trąšų norma, derinama su jų lokalizacija greta sėklos, sudarė palankesnes sąlygas ankstyvam maisto medžiagų pasisavinimui ir intensyvesniam biomasės kaupimuisi. Tuo tarpu didesnės normos atveju trąšų lokalizacijos reikšmė sumažėjo, tikėtina dėl pakankamo maisto medžiagų kiekio dirvožemyje.

Jeigu antžeminė dalis daugiausia kaupia sausąją medžiagą fotosintezės produktams ir derliui, šaknys atlieka atsargų kaupimo bei vandens bei maistinių medžiagų įsisavinimo funkciją. Todėl ypač svarbu tirti, kaip skirtingos tręšimo strategijos veikia šaknų augimą ir struktūrinius parametrus.

Išanalizavus vasarinių kviečių šaknų sausosios medžiagos kiekio duomenis nustatyta, jog esminių skirtumų neturėjo tiek tręšimo norma, tiek jų lokalizacijos sėklos atžvilgiu (2 pav.).



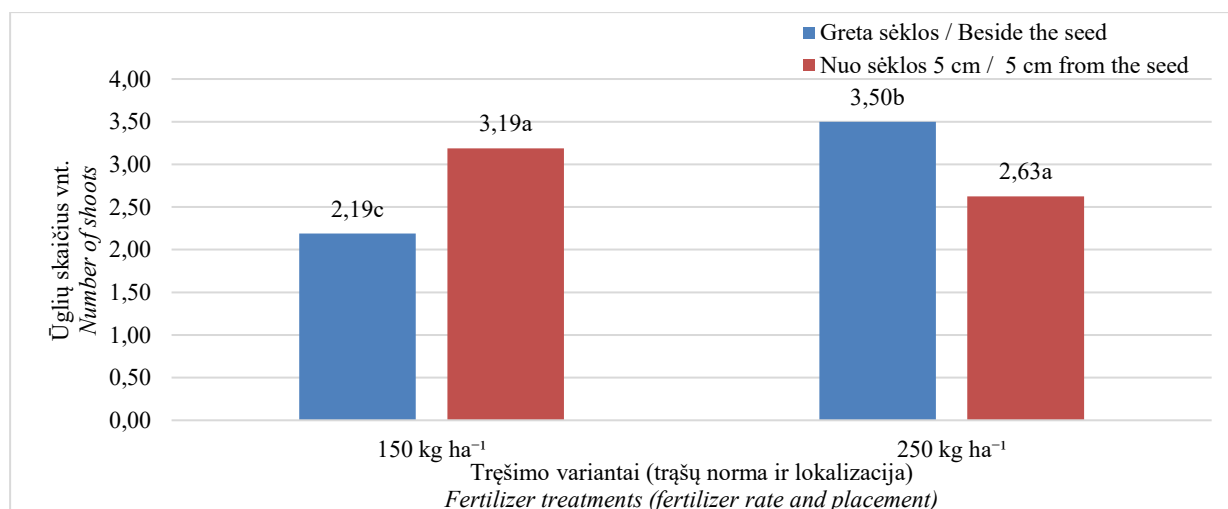
Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų vienodomis abėcėlės raidėmis, nėra esminių skirtumų ($p > 0,05$)
 Note: differences between treatment averages signed with different letter (a, b, ...) are not significant ($P < 0.05$)

2 pav. Trąšų normos ir jų lokalizacijos poveikis vasarinių kviečių šaknų sausosios medžiagos kiekiui procentais
Fig. 2. Effect of fertilizer rate and placement on root dry matter content of spring wheat, expressed in percent

Naudojant 150 kg ha⁻¹ trąšų normą, šaknų sausosios medžiagos kiekis šalia sėklos siekė 3,98 proc., o 5 cm nuo sėklos – 4,22 proc. Esant didesnei 250 kg ha⁻¹ trąšų normai, šaknų sausosios medžiagos kiekis šalia sėklos buvo 4,10 proc., o 5 cm nuo sėklos – 4,32 proc. Nors ir skirtumai nėra esmingi, tačiau galima pastebėti, kad didesnė trąšų norma šiek tiek padidina šaknų sausosios medžiagos kiekį, o didesnis atstumas nuo sėklos – 5 cm gali lemti didesnę šaknų sausosios medžiagos kaupimąsi nei trąšas dedant šalia sėklos.

Panašias tendencijas aprašo ir ankstesni tyrimai, kuriuose nustatyta, kad arčiau sėklos t. y. 1 cm įterptos trąšos gali lokaliai padidinti pH, elektrinį laidumą bei NH₄⁺ koncentraciją, o tai ankstyvaisiais tarpsniais gali slopinti šaknų augimą. Tuo tarpu didesnis atstumas – 2,5 cm ar daugiau sudaro palankesnę cheminę aplinką šaknų vystymuisi (Zhang et al., 2002). Taigi tendencija rodo, kad trąšų padėjimas šiek tiek toliau nuo sėklos gali skatinti šaknų augimą ir sausosios medžiagos kaupimąsi.

Skaiciuojant ūglius bamblėjimo pradžioje nustatyta, jog esminės įtakos jų skaičiui turėjo tiek tręšimo norma, tiek trąšų lokalizacija (3 pav.).



Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų skirtingomis abėcėlės raidėmis, yra esminiai skirtumai ($p < 0,05$)
 Note: differences between treatment averages signed with different letter (a, b, ...) are significant ($P < 0.05$)

3 pav. Trąšų normos ir jų lokalizacijos poveikis vasarinių kviečių ūglių skaičiui (BBCH 30-32)
Fig. 3. Effect of fertilizer rate and placement on the number of shoots (BBCH 30-32)

Esant 150 kg ha⁻¹ trąšų normai, statistiškai didesnis ūglių skaičius nustatytas trąšas įterpus 5 cm atstumu nuo sėklos – 3,19 vnt., palyginti su tręšimu greta sėklos – 2,19 vnt. Tai rodo, kad mažesnės normos atveju didesnis atstumas tarp sėklos ir trąšų buvo palankesnis vasarinių kviečių ūglių formavimuisi. Tuo tarpu padidinus trąšų normą iki 250 kg ha⁻¹, nustatyta priešinga tendencija. Šiuo atveju didžiausias ūglių skaičius – 3,50 vnt. buvo gautas trąšas įterpus greta sėklos, o 5 cm atstumu įterptos trąšos lėmė mažesnę ūglių skaičių – 2,63 vnt.

Gauti duomenys leidžia teigti, kad ūglių skaičius augale priklauso ne tik nuo pasirinktos trąšų normos, bet ir nuo jų įterpimo vietos. Esant mažesnei normai palankesnis buvo didesnis atstumas nuo sėklos, o esant didesnei normai – trąšų lokalizavimas greta sėklos.

Išvados

1. Nustatyta, kad trąšų norma ir jų lokalizacija reikšmingai veikia vasarinių kviečių antžeminės dalies sausosios medžiagos kaupimąsi vegetacinėmis sąlygomis, tuo tarpu analizuojant šaknų sausosios medžiagos kiekį esminių skirtumų nenustatyta, tačiau pastebėta tendencija, kad šaknų biomasė didėjo trąšas išdėstant toliau nuo sėklos.

2. Trąšų norma ir jų lokalizacija turėjo reikšmingą įtaką vasarinių kviečių ūglių formavimuisi – didesnė trąšų norma, ypač jas išdėstant greta sėklos, skatino intensyvesnę ūglių formavimąsi. Tai patvirtina, kad tinkama trąšų norma ir jų lokalizacija gali būti svarbus veiksnys reguliuojant augalų vegetacinę vystymąsi ir potencialų produktyvumą.

Literatūra

1. Chen, G., Cai, T., Wang, J., Wang, Y., Ren, L., Wu, P., Zhang, P., Jia, Z. (2022). Suitable Fertilizer Application Depth Enhances the Efficient Utilization of Key Resources and Improves Crop Productivity in Rainfed Farmland on the Loess Plateau, China. *Frontiers in Plant Science*, 13, 900352. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.900352>
2. Nkebiwe, P. M., Weinmann, M., Bar-Tal, A., Müller, T. (2016). Fertilizer placement to improve crop nutrient acquisition and yield: A review and meta-analysis. *Field Crops Research*, 196, p. 389-401. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.07.018>
3. Sakalauskas V. (2003). *Duomenų analizė su STATISTIKA*. Vilnius: Margi raštai. P. 235.
4. Wu, P., Wu, Q., Huang, H., Xie, L., An, H., Zhao, X., Wang, F., Gao, Z., Zhang, R., Bangura, K., Xue, J., Sun, M., Zhang, P., Jia, Z., Gao, Z. (2024). Global meta-analysis and three-year field experiment shows that deep placement of fertilizer can enhance crop productivity and decrease gaseous nitrogen losses. *Field Crops Research*, 307, 109263. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109263>
5. Zhang XK, Rengel Z. (2002) Temporal dynamics of gradients of phosphorus, ammonium, pH, and electrical conductivity between a di-ammonium phosphate band and wheat roots. *Australian Journal of Agricultural Research* 53, 985–992. <https://doi.org/10.1071/AR01149>

EFFECT OF DIFFERENT FERTILIZER RATES AND THEIR PLACEMENT RELATIVE TO THE SEED ON THE GROWTH OF SPRING WHEAT UNDER CONTROLLED CONDITIONS

Abstract

The effect of fertilizer rate and placement on plant growth is an important factor influencing nutrient uptake; however, the impact of the distance of fertilizer from the seed remains less studied. A pot experiment was conducted in 2025 in the greenhouse of the Open access Joint Research Centre of Agriculture and Forestry at Vytautas Magnus University Agriculture Academy. The study was arranged in a two-factorial design: Factor A – fertilizer rate (150 and 250 kg ha⁻¹), and Factor B – fertilizer placement (next to the seed and 5 cm away from the seed). The aim of the study was to determine the effects of fertilizer rate and placement relative to the seed on the growth parameters of spring wheat under pot experiment conditions. The results showed that both fertilizer rate and placement significantly affected the dry matter content of the above-ground biomass. The highest statistically significant above-ground dry matter content was observed with a fertilizer rate of 150 kg ha⁻¹ applied next to the seed. Neither fertilizer rate nor placement had a significant effect on root dry matter content, although there was a tendency for higher root dry matter accumulation when fertilizer was applied 5 cm away from the seed. The highest number of tillers was recorded in wheat fertilized with 250 kg ha⁻¹ placed next to the seed, while the lowest number was observed with 150 kg ha⁻¹ applied next to the seed.

Keywords: spring wheat, fertilizer rate, fertilizer placement, pot experiment.