

TRAŠŲ IR BIOLOGINIŲ PRODUKTŲ ĮTAKA ŽIEMINIŲ KVIEČIŲ DERLIAUS STRUKTŪROS ELEMENTAMS

Dominyka ŽIČIŪTĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas:
dominyka.ziciute@vdu.lt

Santrauka

Šiame darbe nagrinėjama skirtingų azoto trąšų normų, kalio trąšų ir biologinių preparatų įtaka žieminių kviečių derlingumui ir derliaus struktūros elementams. Tyrimas buvo atliktas 2023–2024 m. Kėdainių r., Devynuonių kaime (55°32' N, 23.52' E). Tyrimo tikslas – ištirti 2 skirtingų azoto trąšų normų N_{150} , N_{180} ir azotą fiksuojančių bakterijų, jūros dumblių ekstrakto bei jų derinių ir kalio trąšų įtaką žieminių kviečių derlingumui ir derliaus struktūros elementams. Tyrimo objektas: žeminio kviečio (*Triticum aestivum* (L.)) pasėlis. Žieminių kviečių produktyvumo rodikliai nustatyti tiesioginio matavimo, skaičiavimo ir svėrimo būdu pagal priimtas lauko eksperimento vykdymo metodikas. Tyrimų duomenys statistiškai įvertinti 2 veiksnių kiekybinių požymių dispersinės analizės metodu, taikant kompiuterinę programą ANOVA.

Eksperimente nustatyta, kad tręšiant azoto trąšomis, papildomas biologinių preparatų bei kalio trąšų naudojimas augalų vegetacijos metu turėjo esminės įtakos žieminių kviečių derlingumui. Apibendrinus tyrimo rezultatus nustatytas esminis grūdų derlingumo, produktyvaus pasėlio tankumo bei varpos produktyvumo padidėjimas. Todėl vegetacijos eigoje parinkti biologiniai preparatai ir kalio trąšos gali turėti įtakos žieminių kviečių derlingumo didėjimui.

Reikšminiai žodžiai: žeminiai kviečiai, derlingumas, biologiniai preparatai, azotą fiksuojančios bakterijos, kalis, azotas.

Įvadas

Temos aktualumas – kviečių panaudojimas pasaulyje išlieka vis dar didelis. Lietuvoje ir pasaulyje plačiausiai yra auginami miglinių šeimos augalai – javai (FAO, 2023). Žeminiai javai vis dar išlieka kaip didžiausius plotus užimantys augalai. Lietuvoje žieminių javų plotas 2024 m. siekė (897 tūkst. ha), o iš jų net (729 tūkst. ha) sudarė žeminiai kviečiai (Žemės ūkio duomenų centras, 2025). Prie didėjančių auginimo plotų prisidėjo noras vartoti saugesnį, tvaresnį maistą, o tai skatina išauginti kokybišką ir gausų derlių. Todėl reikia nepamiršti naudoti efektyvias priemones aukštos kokybės produkcijai gauti.

Azotas veikia augalų augimą ir lemia derlių bei jo kokybę. Tačiau kartais siekiant maksimalių rezultatų lūkesčiai nėra pasiekiami, todėl trąšas reikia naudoti racionaliai, laikytis tręšimo principų, tokių kaip: tinkamas laikas, vieta, norma. Azotinių trąšų tipų ir efektyvaus panaudojimo optimizavimas yra vienas iš svarbiausių uždavinių, siekiant subalansuoti jų panaudojimą ir derlingumą (Duan et al., 2019). Netinkamas pesticidų kiekių naudojimas žaloja dirvožemį, sunaikinami dirvožemyje gyvenantys gyvieji organizmai. Dirvožemio atstatymui yra naudojami įvairūs būdai: sėjomainos laikymasis, biologinių preparatų naudojimas (Jakienė ir kt., 2008). Pasauliniai augalininkystės tyrimai parodė, kad 2050 m. planuoti maisto poreikiai neatitiks prognozuojamų kiekių (Ray et al., 2013). Itin svarbu kurti ir ieškoti tinkamų produktų savo laukams, mažinant trąšų ir pesticidų suvartojimą, taip prisidedant prie sveikesnės ateities. Priešingai nei ankštiniai augalai, migliniai negeba fiksuoti atmosferoje esančio azoto, todėl jų augimas ir produktyvumas priklauso nuo sintetinių trąšų naudojimo (Rosenblueth et al., 2018). Todėl mokslininkai skiria daug laiko kurdami mikrobiologinius produktus. Tyrimo hipotezė – manoma, kad papildomai vegetacijos eigoje panaudojus biologinius preparatus bei kalio trąšas augalai efektyviau įsisavins azotą, dėl to padidės augalų derlingumas.

Tyrimo tikslas – ištirti 2 skirtingų azoto trąšų normų N_{150} , N_{180} ir azotą fiksuojančių bakterijų, jūros dumblių ekstrakto bei jų derinių ir kalio trąšų įtaką žieminių kviečių derlingumui ir derliaus struktūros elementams.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie uždaviniai:

1. Nustatyti žieminių kviečių produktyvų pasėlio tankumą.
2. Nustatyti žieminių kviečių grūdų derlingumą.
3. Įvertinti žieminių kviečių varpos produktyvumą.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas: skirtingomis azoto (N) trąšų normomis tręštas ir papildomai vegetacijos eigoje biologiniais preparatais bei kalio trąšomis apdorotas paprastųjų kviečių (*Triticum aestivum* (L.)) žeminio porūšio pasėlis.

Lauko eksperimentas atliktas 2023–2024 m. Kėdainių r., Devynuonių kaime (55°32' N, 23.52' E). Eksperimento lauko dirvožemio balas vyrauja nuo 39,8 iki 56,6. Apskaitinio (neto) laukelio plotas – 50 m² (plotis 10 m, ilgis 5 m). Lauko eksperimentas atliktas 3 pakartojimais, iš viso 30 laukelių. Laukeliai pakartojimų blokuose išdėstyti randomizuotai.

Pasirinkta tyrimų schema:

Veiksnys A – skirtingos azoto (N) trąšų normos:

1. N_{150} – 150 kg ha⁻¹ (amonio salietra, bendras azoto (N) 34,4 proc.; nitratinis azotas (NO₃); amoniakinis azotas (NH₄) 17,2 proc.) (išberta pavasarį vegetacijai atsinaujinus);

2. $N_{180} - 180 \text{ kg ha}^{-1}$ (amonio salietra, bendras azoto (N) 34,4 proc.; nitratinis azotas (NO_3); amoniakinis azotas (NH_4) 17,2 proc.) (išberta pavasarį vegetacijai atsinaujinus).

Veiksny B – papildomas tręšimas biopreparatais ir kalio lapų trąšomis:

1. 0 – kontrolė;
2. BAK – biologinis produktas, kurio veiklioji dalis *Azotobacter* sp. – $0,5 \text{ l ha}^{-1}$ (BBCH 49);
3. MLR – biologinis produktas – 20 proc. *Ascohyllum nodosum* suspensija – $0,5 \text{ l ha}^{-1}$ (BBCH 45);
4. K – kalio lapų trąšos – 52 proc. K_2O (43 proc. K) ir 56 proc. SO_4 (18 proc. S). Cl – ne daugiau $0,3 \text{ proc.}$ – $4,0 \text{ kg ha}^{-1}$ (BBCH 49);
5. BAK+MLR – biologinis produktas, kurio veiklioji dalis – *Azotobacter* sp. – $0,5 \text{ l ha}^{-1}$ (BBCH 45) + biologinis produktas – 20 proc. *Ascohyllum nodosum* suspensija – $0,5 \text{ l ha}^{-1}$ (BBCH 45).

Nustatomi derliaus struktūros elementai. Po to apskaičiuoti vidutiniai rodikliai. Pasėlio tankumas nustatytas tiesioginio skaičiavimo būdu kiekviename laukelyje keturiose po $0,25 \text{ m}^2$ vietose;

Varpos produktyvumas g. apskaičiuojamas pagal formulę:

$$P = \frac{D}{T}$$

čia: D – grūdų derlius g m^{-2} ;

T – produktyvių stiebų kiekis vnt. m^{-2} ; Grūdų kiekis varpoje vnt. Apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K = \frac{1000P}{M}$$

čia: P – vidutinis varpos produktyvumas g;

M – 1000 grūdų masė g.

Subrendę žieminiai kviečiai nukulti kombainu „CLASS LEXION 770“. Kiekvieno laukelio grūdų derlius pasvertas svarstyklėmis. 1000 grūdų masė nustatoma iš ėminio išrinkus grūdines ir šiukšlines priemaišas, grūdai paskleidžiami lygiu sluoksniu kvadrato forma ir padalijama į keturis trikampius (pagal diagonalę). Iš kiekvieno trikampio be atrankos skaičiuojama po 250 grūdų. Grūdai, atrinkti iš dviejų priešingų trikampių, sumaišomi ir gaunami 2 ėminiai po 500 grūdų. Kiekvienas 500 grūdų ėminys pasveriamas atskirai $\pm 0,01 \text{ g}$ tikslumu. Suminė dviejų ėminių po 500 grūdų masė ir yra 1000 grūdų masė.

Tyrimų duomenys statistškai įvertinti 2 veiksnų kiekybinių požymių dispersinės analizės metodu, taikant kompiuterinę programą ANOVA (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Skirtumų tikimybės lygis tarp visų variantų įvertintas LSD testu.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Kaip teigia J. Wang ir kt. (2023), per didelis azoto kiekis gali pailginti kviečių brandą, sumažinti grūdų masę, o tai gali pakenkti kviečių derliaus didėjimui. Taip pat netolygus kritulių pasiskirstymas ir apgalvotas azoto trąšų naudojimas gali reikšmingai padidinti kviečių sausųjų medžiagų kaupimąsi ir grūdų derlingumą.

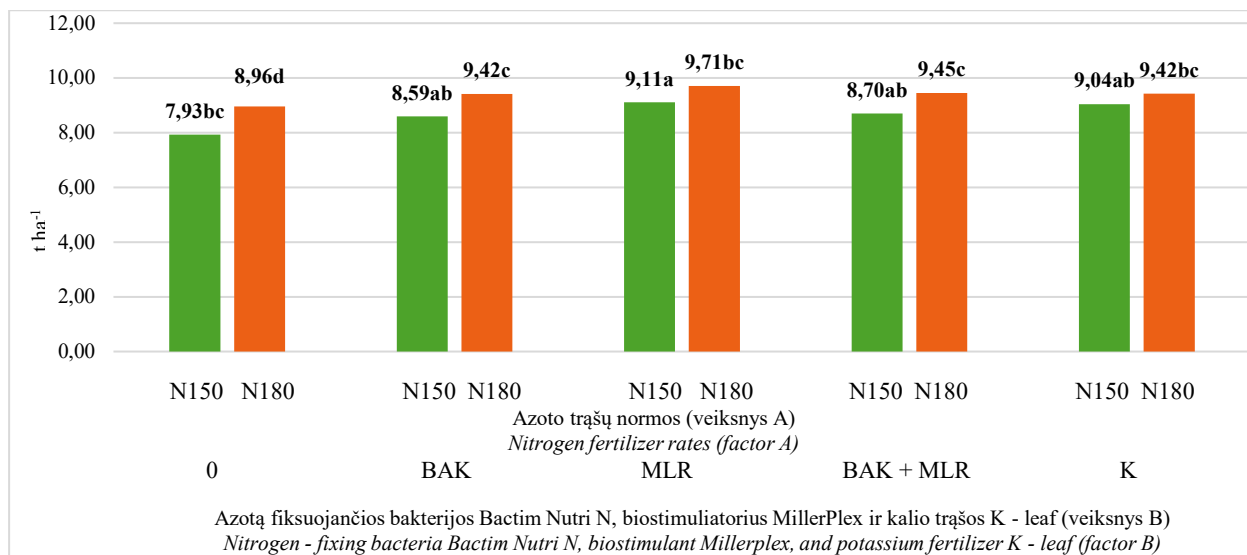
Padidinus azoto trąšų normą nuo N_{150} iki N_{180} žieminių kviečių grūdų derlingumas reikšmingai padidėjo (žr. 1 pav.). Grūdų derlingumo padidėjimas ($1,1 \text{ t ha}^{-1}$).

Išpurškus azotą fiksuojančių bakterijų preparatą (BAK) žieminių kviečių derlingumas tręšiant N_{150} reikšmingai nepadidėjo, nustatyta tik derlingumo didėjimo tendencija. Tręšiant N_{180} naudotas preparatas esmingai padidino žieminių kviečių derlingumą.

Tręšiant azoto trąšomis ir panaudojus jūros dumblių ekstraktą, nustatytas esminis derlingumo padidėjimas, lyginant su kontrole (0) naudojant abi azoto trąšų normas N_{150} ir N_{180} . Tręšiant mažesne azoto trąšų norma N_{150} , grūdų derlingumas, lyginant su kontrole, kur nebuvo naudoti priedai, padidėjo ($1,2 \text{ t ha}^{-1}$), o tręšiant N_{180} – ($0,7 \text{ t ha}^{-1}$). Naudoti jūros dumbliai padidino azoto trąšų įsisavinimą ir su mažesne azoto trąšų norma (N_{150}) galima gauti esminiai didesnę derlingumą, lyginant su didesne azoto trąšų norma (N_{180}). V. K. Dhargalkar ir kt. (2005) teigia, kad jūros dumblių ekstraktų naudojimas išpopuliarėjo dėl jų panaudojimo galimybių ekologinėje ir tvarioje žemdirbystėje, ypač vidutinio klimato zonoje, kaip priemonės, padedančios išvengti per didelio trąšų kiekio ir pagerinti mineralinių medžiagų įsisavinimą. Skirtingai nei cheminės trąšos, iš jūros dumblių gaunami ekstraktai yra biologiškai skaidūs, netoksiški, neteršiantys aplinkos ir nepavojingi žmonėms, gyvūnams ir paukščiams.

Naudojant azotą fiksuojančių bakterijų ir jūros dumblių derinį (BAK+MLR) tręšiant N_{150} , reikšmingo derlingumo padidėjimo nenustatyta, lyginant su kontrole. Tačiau padidinus azoto trąšų normą iki N_{180} ir naudojant (BAK+MLR), nustatytas esminis grūdų derlingumo padidėjimas.

Naudojant kalio lapų trąšas (K) didžiausias derlingumas nustatytas kartu naudojant azotą N_{180} ($9,4 \text{ t ha}^{-1}$), tačiau esminių skirtumų nesustatyta. Esminis skirtumas nustatytas naudojant N_{150} , gautas ($1,1 \text{ t ha}^{-1}$) didėjimas. Didėjant grūdų derlingumui, dirvožemyje mažėja kalio kiekis, taip pat dėl šaknų sistemos senėjimo vėlyvuju kviečių augimo tarpsniu silpnėja augalo gebėjimas pasisavinti maisto medžiagas, dėl to auginant kviečius ima trūkti kalio (Zhao et al., 2015).



Pastaba: esminiai skirtumai ($P < 0,05$) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis abėcėlės mažosiomis raidėmis. Sutrumpinimų reikšmės: Panaudota azoto norma: N150; N180; 0 – kontrolinis variantas; BAK – Bactim Nutri N ($0,5 \text{ l ha}^{-1}$); MLR – MillerPlex ($0,5 \text{ l ha}^{-1}$); BAK – Bactim Nutri N ($0,5 \text{ l ha}^{-1}$) + MLR – MillerPlex ($0,5 \text{ l ha}^{-1}$); K – K-leaf (4 kg ha^{-1}).

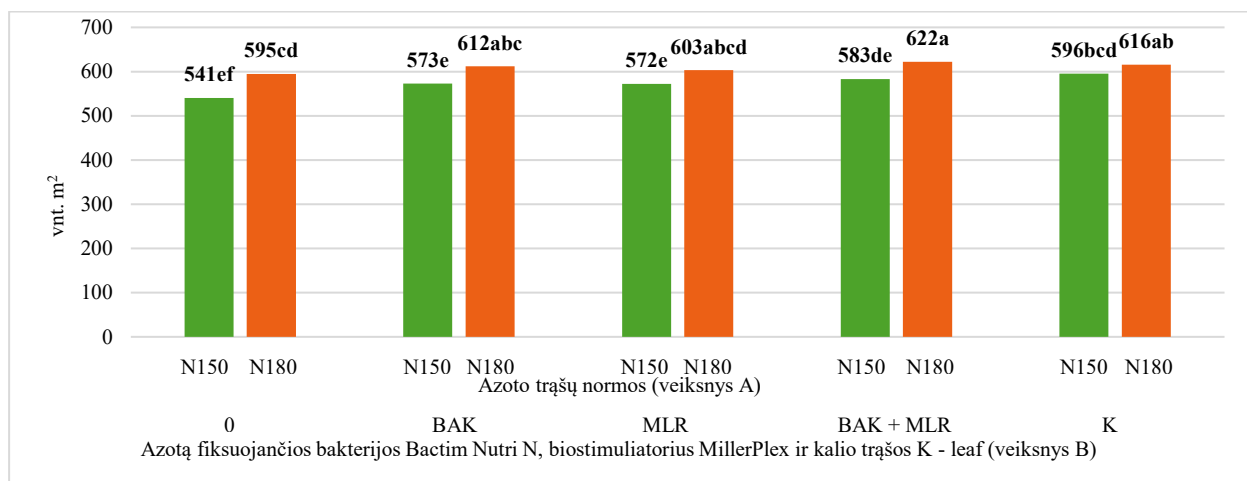
Note: Significant differences ($P < 0.05$) between means are marked with different lowercase letters. Abbreviation meanings: Applied nitrogen rates: N150; N180; 0 – control treatment; BAK – Bactim Nutri N (0.5 l ha^{-1}); MLR – MillerPlex (0.5 l ha^{-1}); BAK – Bactim Nutri N (0.5 l ha^{-1}) + MLR – MillerPlex (0.5 l ha^{-1}); K – K-leaf (4 kg ha^{-1}).

1 pav. Azoto trąšų normų, kalio ir biologinių preparatų įtaka derlingumui

Fig. 1. The effect of nitrogen fertilizer rates, potassium, and biological preparations on winter wheat grain yield

N. K. Fageria ir kt. (2009) teigia, kad augalų tręšimas per lapus turi daug privalumų, lyginant su tręšimu per dirvą, ir gali kompensuoti tręšimo biriomis trąšomis trūkumą. Kaip papildoma pagrindinio tręšimo priemonė, lapų trąšos gali pagerinti augalų maisto medžiagų pasisavinimą, todėl dažnai rekomenduojamas gamyboje. Tačiau, kai augalams aprūpinti reikia didelio maisto medžiagų kiekio, lapų trąšų poveikis yra ribotas. M. Pandey ir kt. (2020) teigia, kad kiekviena augalų mitybai reikalinga medžiaga pasižymi specifinėmis savybėmis ir augalo vystymosi procesuose atlieka skirtingas funkcijas. Šių medžiagų trūkumas gali neigiamai paveikti augalo augimą ir produktyvumą. Siekiant optimalaus augalo vystymosi ir augimo, būtina užtikrinti visų reikalingų maistinių medžiagų pusiausvyrą.

Kontroliniame variante (0), kuriame naudotos tik azoto trąšos, didžiausias pasėlio tankumas gautas naudojant azoto normą N_{180} (595 vnt. m^2) (žr. 2 pav.). Didinant azoto trąšų normą nuo N_{150} iki N_{180} nustatytas esminis produktyvaus pasėlio tankumo padidėjimas.



Pastaba: esminiai skirtumai ($P < 0,05$) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis abėcėlės mažosiomis raidėmis. Sutrumpinimų reikšmės: Panaudota azoto norma: N150; N180; 0 – kontrolinis variantas; BAK – Bactim Nutri N ($0,5 \text{ l ha}^{-1}$); MLR – MillerPlex ($0,5 \text{ l ha}^{-1}$); BAK – Bactim Nutri N ($0,5 \text{ l ha}^{-1}$) + MLR – MillerPlex ($0,5 \text{ l ha}^{-1}$); K – K-leaf (4 kg ha^{-1}).

Note: Significant differences ($P < 0.05$) between means are marked with different lowercase letters. Abbreviation meanings: Applied nitrogen rates: N150; N180; 0 – control treatment; BAK – Bactim Nutri N (0.5 l ha^{-1}); MLR – MillerPlex (0.5 l ha^{-1}); BAK – Bactim Nutri N (0.5 l ha^{-1}) + MLR – MillerPlex (0.5 l ha^{-1}); K – K-leaf (4 kg ha^{-1}).

2 pav. Azoto trąšų normų, kalio ir biologinių preparatų įtaka žieminių kviečių tankumui

Fig. 2. The effect of nitrogen fertilizer rates, potassium, and biological preparations on the density of winter wheat

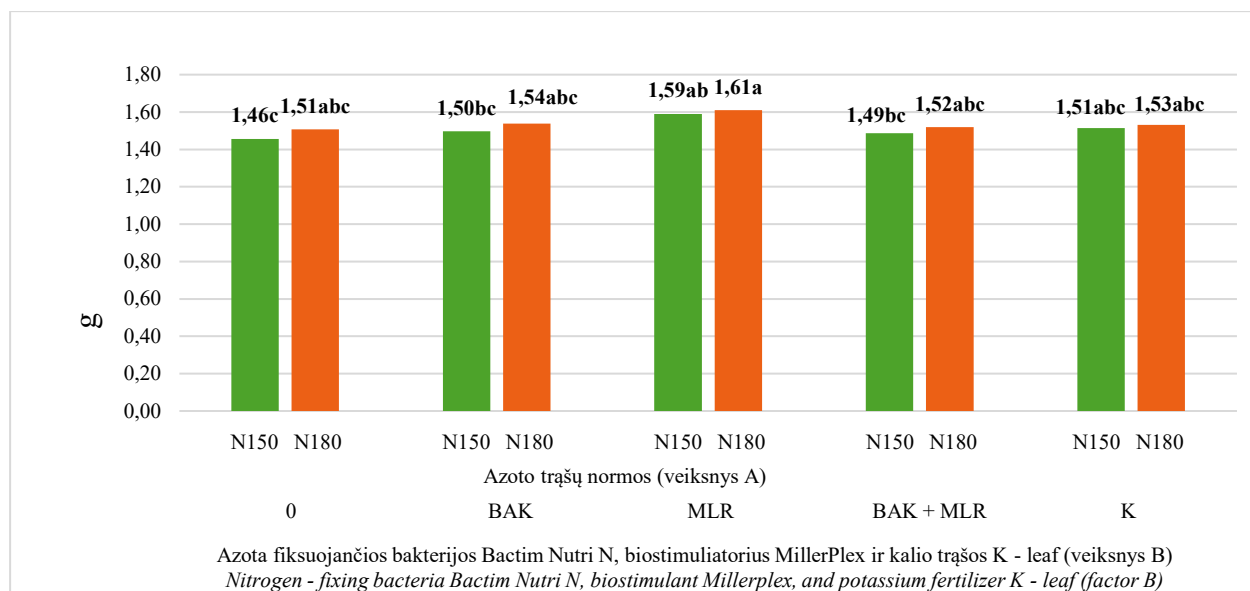
Didinant azoto normą iki N_{180} gautas didesnis žieminių kviečių tankumas (54 vnt. m^2), lyginant su N_{150} . Galima teigti, kad panaudojus mažesnę azoto normą, augalams trūko maisto medžiagų, todėl neišmaitino dalies šoninių ūglių, vertinant su N_{180} . Padidinus azoto normą iki N_{180} , esminių skirtumų nenustatyta, todėl galima teigti, kad naudojant didesnę

azoto normą augalams užteko maistinių medžiagų, todėl papildomai naudojant azotą fiksuojančias bakterijas, jos prisidėjo prie šoninių ūglių išmaitinimo, bet nebuvo toks ryškus skirtumas, kaip naudojant jas kartu su N₁₅₀. Lyginant N₁₅₀ su kontrole, gautas 32 vnt. m² padidėjimas, o su azoto norma N₁₈₀ (17 vnt. m²) padidėjimas. Todėl galima teigti, kad azotą fiksuojančios bakterijos padarė didesnę įtaką esant mažesnės azoto normos N₁₅₀.

Tyrimo metu naudojant biologinį preparatą (MLR) didžiausias kviečių tankumas nustatytas kartu naudojant azoto trąšas, kurių norma N₁₈₀ (603 vnt. m²). Naudojant biostimuliatorių (MLR) gautas neesminis didesnis skirtumas su kontrole (8 vnt. m²). Su mažesne azoto norma N₁₅₀ skirtumas su kontrole buvo didesnis (31 vnt. m²) ir buvo gautas esminis skirtumas. I. Panfili ir kt. (2019) teigia, kad biostimuliatoriai gali suteikti atsparumą abiotiniams veiksniams, kaip karštis, sausra, šaltis ir taip padėti išlaikyti produktyvumą. Derinyje (BAK + MLR) buvo nustatytas esminis skirtumas tręšiant N₁₅₀ ir N₁₈₀. Naudojant atskirai šiuos produktus esminiai skirtumai gauti panaudojus normą N₁₅₀. Kaip teigia S. Kumari ir kt. (2023), jūros dumblių ekstraktas *Ascophyllum nodosum* (L.) turi alginų rūgšties ir poliuronoidų, šie junginiai skatina augalų šaknų sistemos vystymąsi, didina mikrobų aktyvumą dirvožemyje, gerina mineralinių medžiagų pasisavinimą ir jų prieinamumą. Todėl naudojant biologinius preparatus derinyje padėjo pasisavinti daugiau maistinių medžiagų ir buvo gautas didžiausias kviečių tankumas.

Kalis turėjo esminės įtakos naudojant skirtingas azoto normas. Variante (K) su azoto trąšomis N₁₈₀ gautas (21 vnt. m²) didesnis tankumas, lyginant su kontrole. Tačiau didesnis kviečių tankumo skirtumas nustatytas su mažesne azoto norma N₁₅₀, kuri siekė (55 vnt. m²). Galima teigti, kad kalis padėjo pernešti maisto medžiagas, todėl nebuvo redukuojami šoniniai ūgliai.

Grūdų skaičius varpoje yra vienas iš svarbiausių kviečių produktyvumo rodiklių, turintis didelę įtaką galutiniam grūdų derliui. Didinant azoto trąšų normą nuo N₁₅₀ iki N₁₈₀ esminių skirtumų nenustatyta. Skirtumas tarp N₁₅₀ ir N₁₈₀, atsižvelgiant į varpos produktyvumą, nustatytas vos (0,05 g) (žr. 3 pav.).



Pastaba: esminiai skirtumai ($P < 0,05$) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis raidėmis. Sutrumpinimų reikšmės: Panaudota azoto norma: N150; N180; 0 – kontrolinis variantas; BAK – Bactim Nutri N (0,5 l ha⁻¹); MLR – MillerPlex (0,5 l ha⁻¹); BAK – Bactim Nutri N (0,5 l ha⁻¹) + MLR – MillerPlex (0,5 l ha⁻¹); K – K-leaf (4 kg ha⁻¹).

Note: Significant differences ($P < 0.05$) between means are marked with different lowercase letters. Abbreviation meanings: Applied nitrogen rates: N150; N180; 0 – control treatment; BAK – Bactim Nutri N (0.5 l ha⁻¹); MLR – MillerPlex (0.5 l ha⁻¹); BAK – Bactim Nutri N (0.5 l ha⁻¹) + MLR – MillerPlex (0.5 l ha⁻¹); K – K-leaf (4 kg ha⁻¹).

3 pav. Azoto trąšų normų, kalio ir biologinių preparatų įtaka žieminių kviečių varpos produktyvumui

Fig. 3. The influence of nitrogen fertilizer rates, potassium, and biological preparations on the productivity of winter wheat ear

Tyrimo panaudotos azotą fiksuojančios bakterijos (BAK) padidino varpos produktyvumą, bet esminių skirtumų nenustatyta. Kaip teigia B. R. Glick ir kt. (2012), simbiotiniai ryšiai tarp augalo ir azotą fiksuojančių bakterijų gali pagerinti augalų produktyvumą pagerinant azoto teikimą, taip pat padidinti atsparumą stresui. Jos gali sukelti hormonų pokyčius, dėl kurių pagerėja šaknų vystymasis, o tai padeda geresniam vandens įsisavinimui.

Eksperymente taip pat tirta biologinio preparato (MLR) įtaka varpos produktyvumui. Taikant azoto trąšų normą N₁₅₀, kartu naudojant (MLR) buvo nustatyti esminiai skirtumai, (0,13 g). Panaudojus (MLR) su N₁₈₀ azoto norma gautas didžiausias varpos produktyvumas (1,61 g), tačiau esminių skirtumų nenustatyta.

Kartu naudojant azotą fiksuojančias bakterijas ir jūros dumblių ekstraktą (BAK + MLR), nebuvo nustatyti esminiai skirtumai. Preparatų mišinio rodikliai neskaitant kontrolės buvo gauti mažiausi tiek su N₁₅₀ ir N₁₈₀ azoto norma.

Galima daryti prielaidą, kad (BAK + MLR) preparatų derinio varpos produktyvumas gautas mažiausias dėl anksčiau aptartame paveiksle (žr. 2 pav.) gauto didžiausio tankumo. Didelio tankumo augalai gali išauginti mažesnio produktyvumo varpas ir atvirkščiai mažesnio tankumo pasėlyje gali būti didesnis varpos produktyvumas.

Panašus rezultatas gautas panaudojus kalio trąšą (K), esminiai skirtumai nebuvo nustatyti su skirtingų fonų azoto trąšomis N₁₅₀ ir N₁₈₀.

Išvada

1. Esminiai didžiausias (9,7 t ha⁻¹), lyginant su kontrole (0), žieminių kviečių grūdų derlingumas gautas tręšiant kviečius N₁₈₀ ir naudojant biologinį jūros dumblių preparatą (MLR), taip pat didžiausias žieminių kviečių derlingumas gautas tręšiant N₁₅₀ ir naudojant tą patį jūros dumblių preparatą (MLR).

2. Didžiausias (622 vnt. m⁻²) žieminių kviečių pasėlio tankumas, lyginant su kontrole, buvo tręšiant N₁₈₀ ir naudojant biologinius preparatus derinyje, azotą fiksuojančios bakterijos kartu su jūros dumblių ekstraktu (BAK + MLR). Naudojant kalio lapų trąšas (K) žieminių kviečių pasėlio tankumas esminiai didėjo lyginant su kontrole, tačiau tarpusavyje lyginant su naudotais biologiniais preparatais, azotą fiksuojančiomis bakterijomis ir jūros dumblių ekstraktu (BAK + MLR) esminio skirtumo nenustatyta.

3. Atlikto eksperimento rezultatai rodo, kad esminiai didžiausias, lyginant su kontrole, žieminių kviečių varpos produktyvumas buvo naudojant jūros dumblių ekstraktą (MLR) (1,61 g) su N₁₈₀ azoto norma. Taip pat esminis skirtumas nustatytas naudojant jūros dumblių ekstraktą (MLR) su N₁₅₀ azoto norma (1,59 g). Lyginant tarpusavyje jūros dumblių ekstraktą (MLR) su skirtingomis azoto trąšų normomis esminio skirtumo nenustatyta.

Literatūra

1. Dhargalkar V.K., Pereira N. (2005). Seaweed: promising plant of the millennium. *Science and Culture*, 71, pp. 60-66
2. Duan, J., Shao, Y., He, L., Li, X., Hou, G., Li, S., ... & Xie, Y. (2019). Optimizing nitrogen management to achieve high yield, high nitrogen efficiency and low nitrogen emission in winter wheat. *Science of the Total Environment*, 697, 134088, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134088>
3. Fageria, N. K., Filho, M. B., Moreira, A., & Guimarães, C. M. (2009). Foliar fertilization of crop plants. *Journal of plant nutrition*, 32(6), 1044-1064, <https://doi.org/10.1080/01904160902872826>.
4. FAO. Agricultural production statistics. (2010–2023)
5. Glick, B. R. (2012). Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. *Scientifica*, 2012(1), 963401, <https://doi.org/10.6064/2012/963401>.
6. Jakienė E., Venskutonis V. (2008). Augimo reguliatoriai augalininkystėje. Akademija, p. 80.
7. Kumari, S., Sehrawat, K. D., Phogat, D., Sehrawat, A. R., Chaudhary, R., Sushkova, S. N., ... & Shende, S. S. (2023). *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, a pivotal biostimulant toward sustainable agriculture: A comprehensive review. *Agriculture*, 13(6), 1179, <https://doi.org/10.3390/agriculture13061179>.
8. Pandey, M., Shrestha, J., Subedi, S., & Shah, K. K. (2020). Role of nutrients in wheat: A review. *Tropical Agrobiodiversity*, 1(1), 18-23, <https://doi.org/10.26480/trab.01.2020.18.23>.
9. Panfili, I., Bartucca, M. L., Marrollo, G., Povero, G., & Del Buono, D. (2019). Application of a plant biostimulant to improve maize (*Zea mays*) tolerance to metolachlor. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67(44), 12164-12171, <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b04949>.
10. Ray, D. K., Mueller, N. D., West, P. C., & Foley, J. A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS one*, 8(6), e66428, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428>.
11. Rosenblueth, M., Ormeño-Orrillo, E., López-López, A., Rogel, M. A., Reyes-Hernández, B. J., Martínez-Romero, J. C., ... & Martínez-Romero, E. (2018). Nitrogen fixation in cereals. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1794, <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01794>.
12. Tarakanovas P., Raudonius S. (2003). Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterinę programą ANOVA, iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. Akademija, 57 p.
13. Wang, J.; Sun, X.; Hussain, S.; Yang, L.; Gao, S.; Zhang, P.; Chen, X.; Ren, X. (2023). Reduced nitrogen rate improves post-anthesis assimilates to grain and ameliorates grain-filling characteristics of winter wheat in dry land. *Plant Soil*, 49, 91–112, <https://doi.org/10.1007/s11104-023-06276-0>.
14. Zhao, H.; Si, L. (2015). Effects of topdressing with nitrogen fertilizer on wheat yield, and nitrogen uptake and utilization efficiency on the Loess Plateau. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 65, 681–687, <https://doi.org/10.1080/09064710.2015.1045933>.
15. Žemės ūkio duomenų centras 2025 m. Deklaruotas žemės ūkio naudmenų ir kitų plotų pagal klasifikatoriaus grupės plotas.

THE INFLUENCE OF FERTILIZERS AND BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE ELEMENTS OF WINTER WHEAT YIELD STRUCTURE

Abstract

This study examines the effect of different nitrogen fertilizer rates, potassium fertilizers, and biological preparations on the yield and yield structure elements of winter wheat. The research was conducted in 2023–2024 in

Devynduoniai village, Kėdainiai district (55°32' N, 23.52' E). The aim of the study was to investigate the impact of two different nitrogen fertilizer rates (N_{150} and N_{180}), nitrogen-fixing bacteria, seaweed extract, their combinations, and potassium fertilizers on the yield and yield structure elements of winter wheat. Research object, winter wheat (*Triticum aestivum* (L.)) crop. The productivity indicators of winter wheat were determined using direct measurement, counting, and weighing methods according to accepted field experiment methodologies. The research data were statistically analyzed using a two-factor quantitative trait analysis of variance (ANOVA) method, applying the ANOVA software program. The experiment revealed that, in addition to nitrogen fertilization, the use of biological preparations and potassium fertilizers during plant vegetation had a significant impact on the yield of winter wheat. Summarizing the research results, a significant increase in grain yield, productive crop density, and spike productivity was observed. Therefore, the selected biological preparations and potassium fertilizers during the growing season may contribute to an increase in winter wheat yield.

Keywords: winter wheat, yield, biological preparations, nitrogen-fixing bacteria, potassium, nitrogen.