

KUKURŪZŲ AUGINIMO TECHNOLOGIJŲ ĮTAKA AUGALŲ PARAMETRAMS IR DERLINGUMUI

Linus MARCINKEVIČIUS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija Agronomijos fakultetas,
el. paštas: linas.marcinkevicius1@vdu.lt

Santrauka

2024 m. Jonavos rajone, Užusalių seniūnijoje, atliktas dviejų veiksnių lauko eksperimentas keturiais pakartojimais, norint nustatyti skirtingų kukurūzų auginimo technologijų įtaką augalų biometriniais ir derliaus struktūros rodikliams. Buvo naudojamos tyrimų lauke ūkininko pasirinkta ir naudojama kukurūzų auginimo technologija arba ją keičiant sumažinus mikroelementinių trąšų kiekį (veiksny A), taip pat auginimo technologijos buvo pasirenkamos skirtingomis molibdeno, boro, cinko, mangano, geležies ir vario trąšų normomis, atsižvelgiant į spektrometro rekomendacijas (veiksny B). Iš kiekvieno pakartojimo laukelio buvo atsitiktinai pasirenkami 5 augalai ir matuojamas jų aukštis, augalų masė, burbulės masė, 1000 grūdų masė ir teoriškai apskaičiuojamas grūdų derlingumas. Tyrimo duomenimis, mikroelementinių trąšų panaudojimas esmingai padidino tiriamų augalų aukštį ir turėjo tendenciją didinti ir kitus tiriamus rodiklius, o geriausi rezultatai nustatyti naudojant ir mikroelementines trąšas, ir papildomai tręšiant vidutine molibdeno, boro, cinko, mangano, geležies ir vario trąšų norma pagal spektrometro rekomendacijas.

Reikšminiai žodžiai: kukurūzai, augalų mityba, mikroelementai, mikroelementinės trąšos.

Įvadas

Per paskutinį dešimtmetį pasauliniu mastu sunaudojamų trąšų kiekis sparčiai didėjo (World bank group, 2025), o tai sukelia įvairias ekologines problemas, tokias kaip: nitratų išsiplovimas į gruntinius vandenis ir eutrofikacijos procesų spartėjimas (International fertilizer industry association, 2000; Marmen et al., 2020), dirvožemio gyvųjų organizmų natūralios veiklos drumstimas, dirvožemio biologinio aktyvumo mažinimas (Piaulokaitė-Motūzienė, Končius, 2007), oro tarša didinimas ir kt. Siekiant sumažinti šiuos neigiamus šalutinius trąšų poveikius, svarbu surasti būdą, kaip padidinti naudojamų trąšų efektyvumą ir neprarasti auginamų augalų kokybinių rodiklių ir derlingumo, išlaikyti konkurencingus ir pelningus ūkius.

J. Lybigo dėsnis teigia, kad augalų derlingumas yra nulemiamas pagal jį labiausiai limituojantį veiksnį. Vienas iš jų gali būti mažiausiai augalui prieinama maistinė medžiaga. Nustačius, kuri maistinė medžiaga yra šiuo metu limituojanti augalą, ūkininkai galėtų koreguoti ir optimizuoti savo tręšimo planus, taip naudodami tik tas trąšas, kurių augalui šiuo metu trūksta. Nustatyti, kurios maistinės medžiagos šiuo metu augalui trūksta labiausiai, galėtų padėti spektrometro panaudojimas, kuris, nustatęs limituojantį veiksnį, pateiktų rekomendacijas tolimesniam augalų tręsimui.

Tyrimo tikslas – nustatyti skirtingų kukurūzų auginimo technologijų įtaką auginamų augalų aukščiui ir masei, burbulės masei, 1000 grūdų masei, derlingumui.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Įvertinti skirtingų kukurūzų auginimo technologijų įtaką augalų aukščiui ir masei.
2. Įvertinti skirtingų kukurūzų auginimo technologijų įtaką burbulės masei.
3. Įvertinti skirtingų kukurūzų auginimo technologijų įtaką 1000 grūdų masei.
4. Įvertinti skirtingų kukurūzų auginimo technologijų įtaką derlingumui.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – „Dorka MGT“ veislės paprastojo kukurūzo (*Zea mays* L.) pasėlis, purkštas įvairiais maitinamaisiais tirpalais ir jų normomis pagal spektrometro rekomendacijas. Tyrimai buvo atlikti 2024 m. Jonavos r. Užusalių sen. (54°59'48.4"N 24°12'25.4"E).

Vykdytas dviejų veiksnių eksperimentas, tokiais variantais:

Veiksny A – mikroelementinių trąšų naudojimas:

1. Augalai tręšiami pagal ūkininko naudojamą technologiją su mikroelementinėmis trąšomis;
2. Augalai tręšiami pagal ūkininko naudojamą technologiją be mikroelementinių trąšų.

Veiksny B – papildomas augalų maitinimas skirtingomis tręšimo normomis pagal spektrometro rekomendacijas:

1. Augalai papildomai netręšti (kontrolė);
2. 1/3 tręšimo norma;
3. 2/3 tręšimo norma;
4. pilna tręšimo norma.

Eksperimentas įrengtas laukelių skaidymo metodu, vykdytas 4 pakartojimais. Laukelių pradinis dydis – 60 m² (10x 6 m), apskaitomasis – 32 m² (8 x 4 m). Maistinių medžiagų trūkumai augaluose buvo vertinami atsitiktinai parenkant 4 augalus kiekviename pakartojime ir juos skenuojant spektrometru 5 kartus nuo 15 iki 75 augalų augimo tarpsnio pagal BBCH skalę. Tręšimai pagal spektrometro rekomendacijas buvo vykdomi 4 kartus. Per visus 4 tręsimus, 2 variantas buvo patręštas tokiomis trąšų normomis: Mo (26,8 g ha⁻¹), B (550 g ha⁻¹), Zn (400 g ha⁻¹), Mn (400 g ha⁻¹), Fe (400 g ha⁻¹),

Cu ($133,2 \text{ g ha}^{-1}$); 3 variantas – Mo ($53,6 \text{ g ha}^{-1}$), B (1100 g ha^{-1}), Zn (800 g ha^{-1}), Mn (800 g ha^{-1}), Fe (800 g ha^{-1}), Cu ($266,4 \text{ g ha}^{-1}$); ir 4 variantas – Mo ($80,4 \text{ g ha}^{-1}$), B (1650 g ha^{-1}), Zn (1200 g ha^{-1}), Mn (1200 g ha^{-1}), Fe (1200 g ha^{-1}), Cu ($399,6 \text{ g ha}^{-1}$). Ūkininkas savo technologijoje su mikroelementinėmis trąšomis naudojo tokias trąšas: N ($167,2 \text{ kg ha}^{-1}$), S (49 kg ha^{-1}), Mg (788 g ha^{-1}), Mo (108 g ha^{-1}), B (140 g ha^{-1}), Zn (227 g ha^{-1}), Mn (448 g ha^{-1}), Fe (368 g ha^{-1}), Cu ($97,5 \text{ g ha}^{-1}$), o ūkininko technologijoje be mikroelementinių trąšų buvo naudojama: N ($167,2 \text{ kg ha}^{-1}$), S (49 kg ha^{-1}), Mg (788 g ha^{-1}), Fe (368 g ha^{-1}), Mn (448 g ha^{-1}).

Augalų aukščiai buvo nustatomi prieš derliaus nuėmimą laukeliuose atsitiktinai pasirenkant 5 augalus ir išmatuojant jų aukštį nuo dirvožemio paviršiaus iki šluotelės viršaus.

Antžeminė augalo masė buvo nustatoma 5 atsitiktinai parinktus augalus džiovinant kambario temperatūroje iki pastovios masės ir pasveriant.

Burbuolių svoriai nustatyti iš 5 atsitiktinai parinktų augalų paimant pagrindines burbuoles, džiovinant jas džiovintuvu spintoje 50°C temperatūroje ir pasveriant.

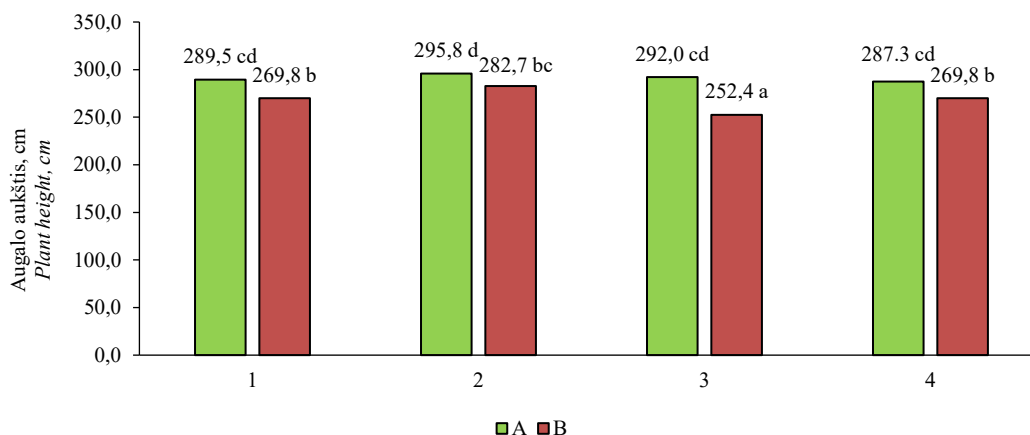
1000 grūdų masei nustatyti buvo naudojama tikslioji sėklų skaičiuoklė „Elmor“.

Derlingumas apskaičiuotas pagal pasėlio tankumą ir vieno augalo grūdų masę.

Atlikto tyrimo metu gauti duomenys statistiškai įvertinti pagal Fišerio kriterijų ir LSD testą. Tyrimo duomenų statistinė analizė atlikta naudojant kompiuterinę programą SPLIT-PLOT iš programų paketo SELEKCIJA (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Esminiai skirtumai nustatyti 95 proc. ($P < 0,05$) tikimybės lygiu.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Atlikto tyrimo metu nustatyta skirtingų auginimo technologijų įtaka kukurūzo augalo aukščiui (žr. 1 pav.)



Pastaba: variantų vidurkiai, pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, c, d) yra esmingai skirtingi ($P < 0,05$). A – ūkininko naudojama technologija su mikroelementinėmis trąšomis, B – ūkininko naudojama technologija be mikroelementinių trąšų, 1 – augalai nebuvo papildomai tręšiami, 2 – augalai papildomai patręšti 1/3 tręšimo norma, 3 – augalai papildomai patręšti 2/3 tręšimo norma, 4 – augalai papildomai patręšti pilna tręšimo norma.

Note: Significant differences are indicated by different letters (a, b, c, d) ($P < 0,05$). A - farmer's technology with micronutrient fertilizers, B - farmer's technology without using micronutrient fertilizers, 1 - no additional fertilizers were applied, 2 - 1/3 additional fertilization rate, 3 - 2/3 additional fertilization rate, 4 - full additional fertilization rate.

1 pav. Skirtingų auginimo technologijų įtaka kukurūzų augalo aukščiui

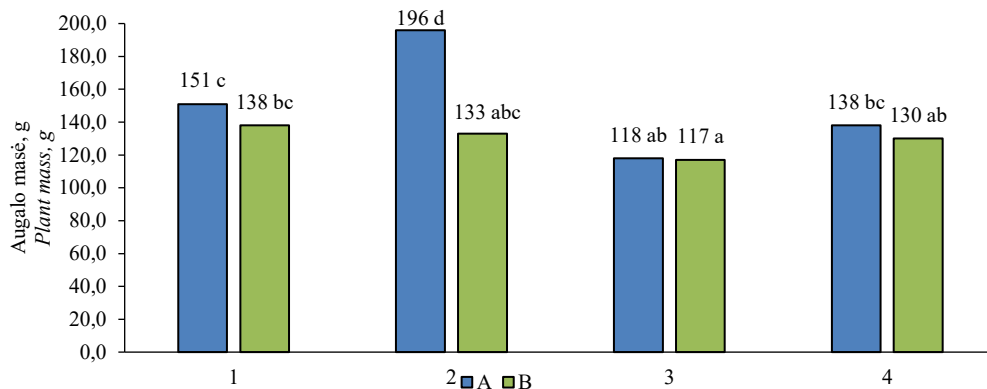
Fig. 1. The influence of different growing technologies on maize height

Visuose tyrimo variantuose, kuriuose buvo naudojamos mikroelementinės trąšos (A), užauginta nuo 7 iki 16 proc. aukštesni augalai, palyginus su variantais, kuriuose mikroelementinės trąšos nebuvo naudojamos (B). Lyginant rezultatus tarp skirtingų spektrometro rekomenduotų trąšų normų, kuriuose mikroelementinės trąšos buvo naudojamos variantų (A1; A2; A3; A4), aukščiausi kukurūzai užaugo variante, kuriame buvo naudota 1/3 trąšų norma (295,8 cm), o mažiausi – 287,3 cm), tačiau šie skirtumai tarp variantų nėra esminiai. Lyginant skirtingų spektrometro rekomenduotų trąšų normų mikroelementais netręštame variante (B1; B2; B3; B4), išsiskyrė 2/3 trąšų normos variantas (B3), kuriame užaugo esmingai ($P < 0,05$) mažesni augalai (252,4 cm), palyginus su kitais (B1; B2; B4) variantais, kuriuose augalai buvo aukštesni, atitinkamai apie 7 proc., 12 proc. ir 7 proc.

Tyrimo metu nustatyta, kad mikroelementinių trąšų (A) naudojimas turėjo tendenciją didinti užauginamų augalų masę, lyginant su variantais, kuriuose mikroelementinės trąšos nebuvo naudojamos (B) (žr. 2 pav.).

Nors tendencija didinti užauginamą augalų masę naudojant ūkininko pasirinktą technologiją matoma visuose variantuose, esminis skirtumas nustatytas tik variante, kuriame augalai buvo patręšti papildoma 1/3 trąšų norma (A2; B2). Šiame variante mikroelementais pamaitinti kukurūzai užaugo daugiau nei 47 proc. sunkesni, lyginant su variantu, kuriame mikroelementinės trąšos nebuvo naudojamos. Lyginant skirtingų trąšų normų įtaką mikroelementais patręštame variante matoma, kad 1/3 trąšų normos variante (A2) augalai užaugino esmingai didesnę masę (196 g), lyginant su visomis kitomis trąšų normomis (A1; A3; A4). Tarp mikroelementais nepatręštų variantų mažiausią augalų masę (117 g) užaugino 2/3 trąšų normos variante (B3) augę augalai, kurie parodė esmingai mažesnius rezultatus, palyginus su variantu, kuriame papildomi

tręšimai pagal spektrometro rekomendacijas nebuvo vykdyti (B1). Variantuose, kuriuose buvo naudota 1/3 trąšų norma (B2) ar pilna trąšų norma (B4) taip pat nustatyta tendencija mažinti užaugintų augalų masę, palyginus su variantu, kuriame papildomi tręšimai pagal spektrometro rekomendacijas nebuvo vykdyti (B1), tačiau esminių skirtumų nenustatyta.



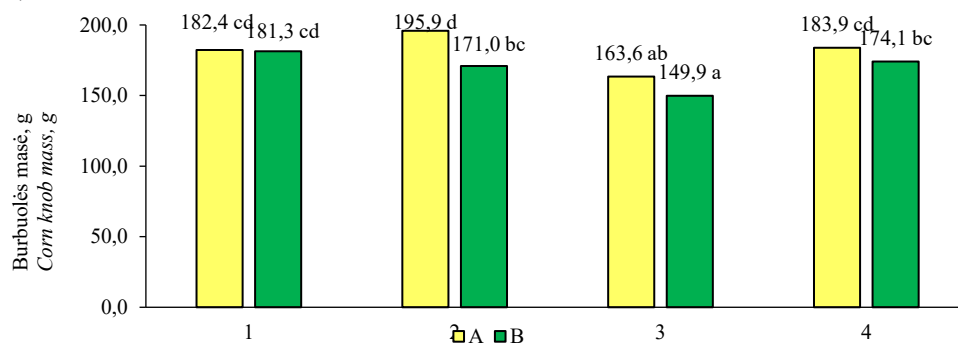
Pastaba: variantų vidurkiai, pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, c, d) yra esmingai skirtingi ($P < 0,05$). A – ūkininko naudojama technologija su mikroelementinėmis trąšomis, B – ūkininko naudojama technologija be mikroelementinių trąšų. 1 – augalai nebuvo papildomai tręšiami, 2 – augalai papildomai patręšti 1/3 tręšimo norma, 3 – augalai papildomai patręšti 2/3 tręšimo norma, 4 – augalai papildomai patręšti pilna tręšimo norma.

Note: Significant differences are indicated by different letters (a, b, c, d) ($P < 0,05$). A - farmer's technology with micronutrient fertilizers, B - farmer's technology without using micronutrient fertilizers, 1 - no additional fertilizers were applied, 2 - 1/3 additional fertilization rate, 3 - 2/3 additional fertilization rate, 4 - full additional fertilization rate.

2 pav. Skirtingų auginimo technologijų įtaka antžeminei augalo masei

Fig. 2. The influence of different growing technologies on mass of maize plant

Ištyrus skirtingų kukurūzų auginimo technologijų įtaką burbulės masei nustatyta, kad tiek mikroelementinių trąšų naudojimas, tiek ir skirtingos spektrometro rekomenduotos trąšų normos turėjo esminės įtakos užauginamai burbulės masei (žr. 3 pav.).



Pastaba: variantų vidurkiai, pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, c, d) yra esmingai skirtingi ($P < 0,05$). A – ūkininko naudojama technologija su mikroelementinėmis trąšomis, B – ūkininko naudojama technologija be mikroelementinių trąšų. 1 – augalai nebuvo papildomai tręšiami, 2 – augalai papildomai patręšti 1/3 tręšimo norma, 3 – augalai papildomai patręšti 2/3 tręšimo norma, 4 – augalai papildomai patręšti pilna tręšimo norma.

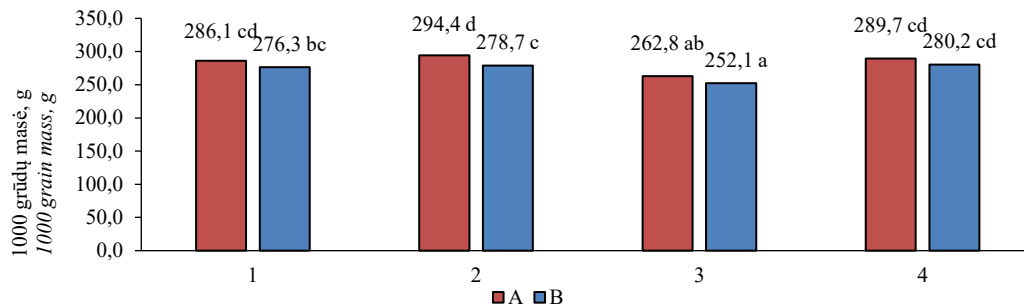
Note: Significant differences are indicated by different letters (a, b, c, d) ($P < 0,05$). A - farmer's technology with micronutrient fertilizers, B - farmer's technology without using micronutrient fertilizers, 1 - no additional fertilizers were applied, 2 - 1/3 additional fertilization rate, 3 - 2/3 additional fertilization rate, 4 - full additional fertilization rate.

3 pav. Skirtingų auginimo technologijų įtaka burbulės masei

Fig. 3. The influence of different growing technologies on knob mass

Vertinant mikroelementinių trąšų įtaką burbulės masei nustatyta, kad visuose variantuose, kuriuose buvo naudojamos mikroelementinės trąšos (A), kukurūzų burbulės užaugo didesnės, palyginus su mikroelementinėmis trąšomis neturėtais variantais (B), tačiau esminis skirtumas nustatytas tik tarp mikroelementinėmis trąšomis kartu su 1/3 papildomos trąšų normos patręšto varianto (A2) ir varianto, kuriame buvo naudojama 1/3 rekomenduojamų trąšų normos (B2) varianto, kuriame burbulės masė buvo mažesnė apie 14,5 proc. Vertinant skirtingų trąšų normų naudojimo įtaką užauginamų burbulių masei nustatyta, kad 2/3 trąšų normos naudojimas (A3) esmingai sumažino užauginamų burbulių svorį, lyginant su kitomis trąšų normomis (A1; A2; A4). Kitų trąšų normų variantai esmingai nesiskyrė. Variantuose, kuriuose nebuvo naudojamos mikroelementinės trąšos, mažiausios masės burbulės taip pat užaugino augalai, augantys 2/3 trąšų normos variante (B3), kurios buvo esmingai mažesnės, palyginus su kitais variantais, kuriuose mikroelementinės trąšos nebuvo naudojamos (B1; B2; B4). Sunkiausios burbulės užaugo mikroelementais patręštame ir su papildoma 1/3 trąšų norma variante (A2) (195,9 g), o mažiausios – mikroelementais netręštame su papildoma 2/3 trąšų norma variante (B3) (149,9 g).

Atlikto tyrimo duomenimis, augalų tręšimas pagal spektrometro rekomendacijas su pasirinkta 2/3 trąšų norma (A3; B3) turėjo esmingai neigiamos įtakos 1000 grūdų masei tiek mikroelementais patręštame, tiek ir netręštame variante (žr. 4 pav.).



Pastaba: variantų vidurkiai, pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, c, d) yra esmingai skirtingi ($P < 0,05$). A – ūkininko naudojama technologija su mikroelementinėmis trąšomis, B – ūkininko naudojama technologija be mikroelementinių trąšų, 1 – augalai nebuvo papildomai tręšiami, 2 – augalai papildomai patręšti 1/3 tręšimo norma, 3 – augalai papildomai patręšti 2/3 tręšimo norma, 4 – augalai papildomai patręšti pilna tręšimo norma.

Note: Significant differences are indicated by different letters (a, b, c, d) ($P < 0,05$). A - farmer's technology with micronutrient fertilizers, B - farmer's technology without using micronutrient fertilizers, 1 - no additional fertilizers were applied, 2 - 1/3 additional fertilization rate, 3 - 2/3 additional fertilization rate, 4 - full additional fertilization rate.

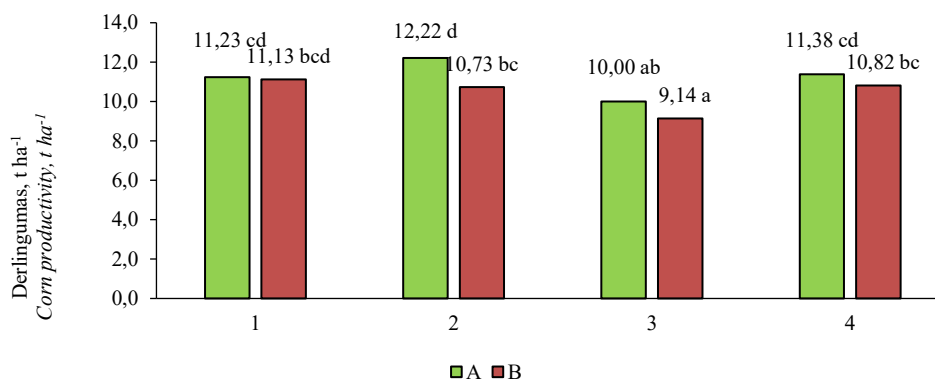
4

pav. Skirtingų auginimo technologijų įtaka 1000 grūdų masei

Fig. 4. The influence of different growing technologies on 1000 grain mass

Pagal 4 paveikslą pateiktus duomenis matoma tendencija, kad mikroelementinėmis trąšomis patręštuose variantuose (A) 1000 grūdų masė buvo užauginama didesnė, palyginus su mikroelementinėmis trąšomis nepatręštais variantais (B), tačiau esminis skirtumas tarp jų nustatytas tik 1/3 trąšų normos variantuose (A2; B2), kur mikroelementinėmis trąšomis patręštas variantas su papildoma 1/3 trąšų norma (A2) užaugino beveik 6 proc. didesnę 1000 grūdų masę, lyginant su mikroelementais nepatręštu variantu su papildoma 1/3 trąšų norma (B2) (atitinkamai 294,4 g ir 278,7 g).

Kukurūzų derlingumo priklausomumas nuo pasirinktos auginimo technologijos pavaizduotas 5 paveikslė. Tyrimo duomenimis, mikroelementinių trąšų naudojimas turėjo tendenciją didinti užauginamų kukurūzų derlingumą, palyginus su augalais, kurie augo netręštame mikroelementinėmis trąšomis variante, tačiau esminiai skirtumai nustatyti tik variante, kuriame augalai buvo papildomai tręšiami 1/3 trąšų norma (A2; B2). Lyginant skirtingas trąšų normas mikroelementais patręštame variante (A1; A2; A3; A4), didžiausias derlingumas apskaičiuotas 1/3 trąšų normos variante, kuriame nustatytas esmingai, daugiau nei 22 proc., didesnis derlingumas ($12,22 \text{ t ha}^{-1}$) nei variante, kuriame buvo naudota 2/3 trąšų norma (10 t ha^{-1}). Tarp variantų, kuriuose buvo naudojama ūkininko technologija su mikroelementinėmis trąšomis kartu su papildoma 1/3 trąšų norma (A2), pilna trąšų norma (A4) ar be papildomos trąšų normos (A1) esminių skirtumų nenustatyta.



Pastaba: variantų vidurkiai, pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, c, d) yra esmingai skirtingi ($P < 0,05$). A – ūkininko naudojama technologija su mikroelementinėmis trąšomis, B – ūkininko naudojama technologija be mikroelementinių trąšų, 1 – augalai nebuvo papildomai tręšiami, 2 – augalai papildomai patręšti 1/3 tręšimo norma, 3 – augalai papildomai patręšti 2/3 tręšimo norma, 4 – augalai papildomai patręšti pilna tręšimo norma.

Note: Significant differences are indicated by different letters (a, b, c, d) ($P < 0,05$). A - farmer's technology with micronutrient fertilizers, B - farmer's technology without using micronutrient fertilizers, 1 - no additional fertilizers were applied, 2 - 1/3 additional fertilization rate, 3 - 2/3 additional fertilization rate, 4 - full additional fertilization rate.

5 pav. Skirtingų auginimo technologijų įtaka grūdų derlingumui

Fig. 5. The influence of different growing technologies on corn productivity

Lyginant variantus, kuriuose buvo naudojamos skirtingos trąšų normos mikroelementinėmis trąšomis netręštame variante, nustatyta, kad mažiausias derlingas buvo 2/3 trąšų normos variantas (B3), kuriame apskaičiuotas derlingumas yra esmingai mažesnis ($9,14 \text{ t ha}^{-1}$), palyginus su visais kitais variantais, kuriuose mikroelementinės trąšos nebuvo naudojamos (B1; B2; B4).

Išvados

1. Mikroelementinių trąšų naudojimas (ūkininko taikoma technologija) turėjo tendenciją gerinti visus tyrimo metu nagrinėtus rodiklius (augalo aukštis, augalo masė, burbulės masė, 1000 grūdų masė, grūdų derlingumas), tačiau esminiai skirtumai nustatyti ne visuose variantuose.
2. Naudojant mikroelementines trąšas visuose variantuose kukurūzų aukštis buvo esmingai didesnis nei variantuose, kuriuose nebuvo naudotos mikroelementinės trąšos.
3. Visi tyrimo metu nagrinėti rodikliai buvo nustatyti didžiausi variante, kuriame buvo naudotos mikroelementinės trąšos su papildoma 1/3 trąšų norma pagal spektrometro rekomendacijas.

Literatūra

1. International Fertilizer Association (IFA), & United Nations Environment Programme (UNEP). (2000). The role of fertilizers in the future of food production and environmental protection. International Fertilizer Association. https://www.fertilizer.org/wp-content/uploads/2023/01/2000_ifa_unep_use.pdf.
2. Marmen, S., Blank, L., Al-Ashhab, A., Malik, A., Ganzert, L., Lalar, M., Grossart, H. P., & Sher, D. (2020). The role of land use types and water chemical properties in structuring the microbiomes of a connected lake system. *Frontiers in Microbiology*, 11, 89. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00089>.
3. Piaulokaitė-Motuzienė, L., & Končius, D. (2007). Azotą transformuojančių mikroorganizmų paplitimas esant skirtingoms aplinkos sąlygoms. *Žemės ūkio mokslai*, 14(3), 19–26.
4. Tarakanovas, P., Raudonius, S. (2003). Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT, iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. Akademija, p. 58.
5. World Bank Group. 2025 Fertilizer consumption (kilograms per hectare of arable land). Prieiga per internetą: <https://data.worldbank.org/indicator/AG.CON.FERT.ZS> (žiūrėta 2024 03 09).

THE INFLUENCE OF MAIZE GROWING TECHNOLOGIES ON PLANT PARAMETERS AND PRODUCTIVITY

Abstract

A two-way experiment was conducted in Jonava district, Užusaliai in 2024 in 4 repetitions in order to determine the influence of different maize growing technologies on maize plant's biometric and yield structure indicators. Different growing technologies were selected, such as growing technology the owner of the experimental field has already been using before the start of the experiment and owner's growing technology without use of micronutrients (factor A); growing technologies with different fertilization rates recommended by spectral reflectance sensor (factor B). 5 plants from each repetition field were randomly selected to measure plant's height and mass, knob mass, 1000 grain mass, grain productivity. According to research data, usage of micronutrient fertilizers had significant influence on plant's height and had a tendency to increase value of every other biometric and yield structure indicator, while best results were found using micronutrient fertilizers together with medium rate of fertilizers recommended by spectral reflectance sensor.

Keywords: maize, plant nutrition, micronutrients, agricultural fertilizers.