

AZOTO TRĄŠŲ IR BIOLOGINIŲ PREPARATŲ ĮTAKA KUKURŪZŲ (*ZEА MAYS L.*) GRŪDŲ DERLINGUMUI

Ignas SEREIKA, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: ignassereika@gmail.com

Vytautas LIAKAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: vytautas.liakas@vdu.lt

Santrauka

Lauko eksperimentas atliktas VDU Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje 2022 m. Bandomojo lauko dirvožemis yra PLb-g4 Endohypogleyic-Eutric Planasol.

Tyrimo objektas – kukurūzų (*Zea mays L.*) pasėliai. Tyrimo tikslas – įvertinti azoto trąšų normų ir biologinių preparatų įtaką kukurūzų grūdų derliui. Lauko bandymai buvo atliekami 3 pakartojimais, laukai buvo išdėstyti atsitiktine tvarka.

Tyrimo duomenys apdoroti dispersinės analizės metodu, naudojant kompiuterinę programą ANOVA iš programų paketo: „Selekcija“.

Tyrimais nustatyta, kad didžiausias kukurūzų grūdų derlius (10,2 t ha⁻¹) gautas tręšiant N180 ir naudojant biologinį preparatą Bactoforce (BF) (1,0 l ha⁻¹ laistant kartu su KAS-32). Biologinis preparatas Azofix plus (AP) (1,0 l ha⁻¹ laistant kartu su KAS-32) turėjo įtaką kukurūzų grūdų derliui, lyginant su kontroliniu, visuose tręšimo azoto trąšomis fonuose. Biologinio preparato CitoHelp (CH) (0,6 l ha⁻¹ purškiant kukurūzus 6 lapų tarpsnyje) įtaka kukurūzų grūdų derliui buvo mažesnė nei preparatų AP ir BF. Eksperimentiniai duomenys parodė, kad naudojami preparatai padidino azoto trąšų efektyvumą. Nenaudojant biologinių preparatų, padidinus azoto trąšų normą nuo N100 iki N180, kukurūzų grūdų derlius padidėjo 1,6 t ha⁻¹, naudojant biologinį preparatą BF, derlius padidėjo 2,0 t ha⁻¹. Nupurškus biologine priemone AP, grūdų derlius padidėjo 1,8 t ha⁻¹, o naudojant priemonę CH - 1,5 t ha⁻¹. Vertinant dalinį azoto efektyvumą kukurūzų grūdų derliui, nustatyta, kad tręšiant mažesnėmis (N100) azoto normomis, dalinis azoto efektyvumas buvo didesnis lyginant su tyrime naudotomis didesnėmis azoto trąšų normomis (N140 ir N180).

Reikšminiai žodžiai: kukurūzai (*Zea mays L.*), tręšimas, azoto trąšos, biologiniai preparatai, grūdų derlius, dalinis azoto efektyvumas.

Įvadas

Jungtinių Tautų maisto ir žemės ūkio organizacija ataskaitoje apie pasaulio dirvožemio išteklių būklę (FAO, 2015) pranešė, kad kiekvienais metais dėl dirvožemio erozijos ir degradacijos javų derlius pasaulyje sumažėja 0,3 %, o prognozėse matyti, kad iki 2050 m. pasaulyje javų derlingumas sumažės dar 10 %. 2018 m. Jungtinės Tautos pranešė, kad pasaulinė žemės degradacija neigiamai veikia mažiausiai 3,2 milijardo žmonių – daugiau nei trečdalis žmonijos – gerovę (IPBES, 2018). Augalų mityba azotu yra labai svarbi norint pasiekti planuojamą augalų produktyvumą (Hansen ir kt., 2019). Neefektyviai naudojamos azoto trąšos yra tvarų augalininkystės vystymą ribojantis veiksnys. Pasaulyje azoto trąšų efektyvumo vidurkis yra 35 % (Omara ir kt., 2019). Net ir taikant inovatyvias augalininkystės technologijas, azoto trąšos gali lengvai patekti į aplinką amoniako (NH₃) dujų, azoto oksido pavidalu (NO), diazoto oksidas (N₂O) ir azoto (N₂), taip pat dėl amonio (NH₄⁺), nitritų (NO₂⁻), nitratų (NO₃⁻) ir ištirpusio organinio N išplovimo ir nuotėkio (Sharma ir kt. 2017). Šie nepageidaujami azoto nuostoliai sukelia daug diskusijų ne tik dėl augalų derlingumo mažėjimo, bet ir dėl aplinkos taršos. N₂O yra šiltnamio efektą sukeliančios dujos, kurių pasaulinio atšilimo potencialas yra 265 kartus didesnis už CO₂ (Maienza ir kt., 2014). Naudojant skirtingus biologinius preparatus, įvairiose šalyse augalų produktyvumas vidutiniškai padidėja nuo 0,8 iki 10,2 %, priklausomai nuo auginamų augalų (Cantarella ir kt., 2018). Tačiau priklausomai nuo klimato zonos ar meteorologinių sąlygų biologiniai preparatai gali būti mažiau efektyvūs (Cantarella ir kt., 2018). Dirvožemio sveikata ir pasėlių produktyvumas yra tiesiogiai proporcingi vienas kitam, o remiantis dirvožemio sveikatos sąvoka, galima įvertinti augalų mitybos kokybę (Hunter, 2019). Plečiant kukurūzų auginimą grūdams labai svarbu taikyti tvarias technologijas, kurios būtų paremtos biologinių preparatų naudojimu, siekiant sumažinti azoto trąšų normas.

Tyrimo tikslas – įvertinti azoto trąšų normų ir biologinių preparatų įtaką kukurūzų grūdų derlingumui ir daliniam azoto efektyvumui.

Tyrimo hipotezė – tikėtina, kad naudojant biologinių preparatų ir azoto trąšų derinius reikės mažesnių azoto trąšų normų planuojamam kukurūzų grūdų derlingumui pasiekti.

Tyrimų metodai ir sąlygos

Eksperimento vykdymo vieta ir dirvožemis

Lauko eksperimentas atliktas 2022 m. VDU Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje. Eksperimento lauko dirvožemis buvo giliau glėžiškas pasotintasis palvažemis (PLb-g4 Endohypogleyic-Eutric Planasol – Ple-gln-w, pagal FAO),

vidutinio sunkumo priemolis ant smėlingo lengvo priemolio. Ariamasis sluoksnis – 23–27 cm storio. Dirvožemis neutralus (pH ~ 6,7), vidutinio humusingumo ~ 2,86 % , vidutinio kalingumo ~ 134 mg kg⁻¹ ir didelio fosforingumo ~ 266 mg kg⁻¹.

Ekspimento variantai

Lauko eksperimento veiksniai: *veiksny A* – skirtingos azoto trąšų normos: 1). 100 kg N ha⁻¹; 2) 140 kg N ha⁻¹; 3) 180 kg N ha⁻¹; *veiksny B* – biologinių preparatų naudojimas: 1) biologiniai preparatai nenaudoti (0); 2) naudotas biologinis preparatas Azofix plus (AP); 3) naudotas biologinis preparatas Bactoforce (BF); 4) naudotas biologinis preparatas Citohelp (CH).

Lauko eksperimente tirtų A ir B veiksnių charakteristikos pateiktos 1 ir 2 lentelėse.

1 lentelė. Veiksny A – skirtingos azoto (N) trąšų normos

Table 1. Factor A – nitrogen (N) fertilizer rates

Veiksny A Factor A	Charakteristika Characteristics
N ₁₀₀	238 l ha ⁻¹ KAS-32 (karbamido CO(NH ₂) ₂ ir amonio salietros NH ₄ NO ₃ tirpalas) išlaistytą ant dirvos paviršiaus iškart po sėjos / 238 l ha ⁻¹ KAS-32 (a solution of urea CO(NH ₂) ₂ and ammonium nitrate NH ₄ NO ₃) applied to the soil surface immediately after sowing
N ₁₄₀	333,2 l ha ⁻¹ KAS-32 (karbamido CO(NH ₂) ₂ ir amonio salietros NH ₄ NO ₃ tirpalas) išlaistytą ant dirvos paviršiaus iškart po sėjos / 333.2 l ha ⁻¹ KAS-32 (a solution of urea CO(NH ₂) ₂ and ammonium nitrate NH ₄ NO ₃) applied to the soil surface immediately after sowing
N ₁₈₀	428,4 l ha ⁻¹ KAS-32 (karbamido CO(NH ₂) ₂ ir amonio salietros NH ₄ NO ₃ tirpalas) išlaistytą ant dirvos paviršiaus iškart po sėjos / 428.4 l ha ⁻¹ KAS-32 (a solution of urea CO(NH ₂) ₂ and ammonium nitrate NH ₄ NO ₃) applied to the soil surface immediately after sowing

2 lentelė. Veiksny B – biologinių preparatų naudojimas

Table 2. Factor B – use of biological preparations

Veiksny B Factor B	Charakteristika Characteristics
Kontrolinis variantas (0)	Biologiniai preparatai nenaudoti / Biological preparations were not used
AP	Azofix plus (1,0 l ha ⁻¹ laistoma kartu su KAS-32) / (1.0 l ha ⁻¹ sprayed together with KAS-32)
BF	Bactoforce (1,0 l ha ⁻¹ laistoma kartu su KAS-32) / (1.0 l ha ⁻¹ sprayed together with KAS-32)
CH	Citohelp (0,6 l ha ⁻¹ išpurškiama kukurūzų 6 lapelių tarpsniu) / (0.6 l ha ⁻¹ sprayed at the 6 leaves stage of maize)

Ekspimento laukelių dydis ir išdėstymas. Lauko eksperimente buvo 36 laukeliai, kurių kiekvieno pradinis (bruto) plotas – 45 m² (plotis – 4,5 m, ilgis – 10 m), apskaitinio (neto) laukelio plotas – 24 m² (plotis – 4 m, ilgis – 6 m). Laukeliai pakartojimų blokuose išdėstyti randomizuotai. 3 pakartojimai. Auginta ankstyvojo brendimo (FAO 180) hibridinių kukurūzų veislė P7326 (selekcijos kompanija DuPont Pioneer).

Ekspimento agrotechnika

Priešsėlis – kukurūzai. Ruošiant dirvožemį sėjai, ražienoms supurenti panaudotas lėkštinis kultivatorius „Vaderstad Carrier 300“ (Švedija). Arta tradiciniu plūgu, o sėjai dirva paruošta kultivatoriumi. Sėta su šešių eilių sėjama „Kuhn Planter“ (Vokietija).

Kukurūzai pasėti gegužės 13 dieną. Sėklų norma – 80 000 vnt. sėklų ha⁻¹. Sėta 75 cm tarpueiliais. PK trąšos visuose laukeliuose išbertos ir įterptos prieš kukurūzų sėją: fosforo trąša – dvigubas superfosfatas Ca(H₂PO₄)₂H₂O, tręšimo norma – 60 kg ha⁻¹ P₂O₅; kalio trąša – kalio chloridas KCl, tręšimo norma – 60 kg ha⁻¹ K₂O. Kukurūzai BBCH 16 tarpsniu purkši herbicidu (1,0 l ha⁻¹), kurio veikliosios medžiagos – mezotrionas 75 g l⁻¹ + nikosulfuronas 30 g l⁻¹. Derlius nuimtas spalio 17 d.

Tyrimų metodika

Dirvožemio savybių tyrimai atlikti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro (LAMMC) Agrocheminių tyrimų laboratorijoje.

Kukurūzams pasiekus fiziologinę brandą, t. y. kai ant grūdo prisegimo prie burbulės vietos pasirodė juodas taškas, buvo paimti augalų ėminiai iš kiekvieno laukelio, atsitiktiniu būdu atrinkus po 5 augalus (15 iš varianto) ir sudaryti ėminiai kukurūzų grūdų derlingumui nustatyti (Velička et al., 2004). Nuskintos burbulės išdžiovintos džiovykloje, išlukštentos ir iškultos, grūdai pasverti, apskaičiuotas grūdų derlingumas (14 % drėgnio) (t ha⁻¹). Dalinis azoto panaudojimo efektyvumas (PFPN) apskaičiuotas pagal šią formulę:

$$PFPN = YN \div FN ,$$

čia YN – kukurūzų derlius, panaudojus azoto trąšas (kg ha⁻¹), FN – tręšimo norma (kg ha⁻¹) (Dobermann, 2005).

Statistinė analizė

Duomenų dispersinė analizė atlikta naudojantis kompiuterinėmis programomis ANOVA iš statistinių programų paketo SELEKCIJA (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Tyrimų duomenys statistiškai įvertinti kiekybinių požymių dviejų veiksnių dispersinės analizės metodu. Tarp variantų vidurkių, neturinčių bendrų raidžių (a,b,c...), skirtumai yra esminiai (P<0,05).

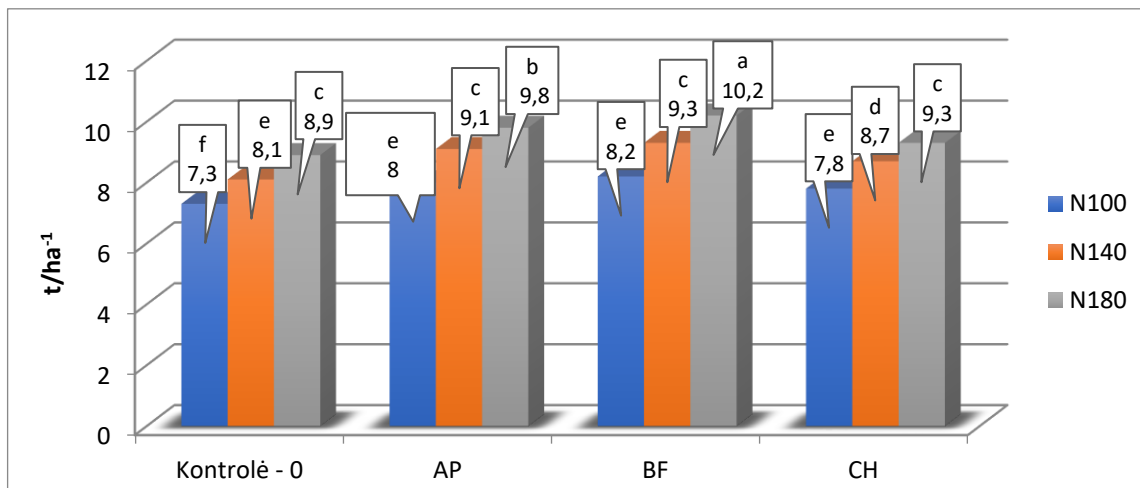
Tyrimo laikotarpio meteorologinės sąlygos

Gegužės mėnesį iškrito didesnis nei daugiamečiai vidurkiai kritulių kiekis, tačiau vyravo žema oro temperatūra, vidutinė paros temperatūra pirmąjį mėnesio dešimtadienį neviršijo 8°C. Aukščiausia oro temperatūra buvo liepos mėnesį, tačiau šį mėnesį iškrito mažai kritulių, ypač sausas buvo 2 mėnesio dešimtadienis. Birželio mėnuo taip pat buvo

sausringas, ypač 1 ir 2 dešimtadieniai. Lietingi ir vėsūs orai vyravo rugpjūčio mėnesį. Galima teigti, kad meteorologinės sąlygos kukurūzams nebuvo palankios, ypač pirmoje vegetacijos pusėje.

Tyrimų rezultatai ir analizė

Iš gautų tyrimų rezultatų matyti, kad panaudojus biologinį preparatą BF ir tręšiant N_{180} gautas didžiausias kukurūzų grūdų derlingumas – $10,2 \text{ t ha}^{-1}$, tai $1,3 \text{ t ha}^{-1}$ didesnis derlingumas, lyginant su kontroliniu variantu (1 pav.). Iš paveiksle pateiktų duomenų matyti, kad biologinis preparatas AP taip pat didino kukurūzų grūdų derlingumą, tręšiant N_{180} ir lyginant su kontrole.



Pastaba. Kontrolinis variantas (0) – biologiniai preparatai nenaudoti; AP – Azofix plus ($1,0 \text{ l ha}^{-1}$ laistoma kartu su KAS-32); BF – Bactoforce ($1,0 \text{ l ha}^{-1}$ laistoma kartu su KAS-32); CH – Citohelp ($0,6 \text{ l ha}^{-1}$ išpurškiama kukurūzų 6 lapelių tarpsnyje). Variantų vidurkiai pažymėti ne ta pačia raide, skirtumai esminiai ($P \leq 0,05$).

Note: Control (0) – Biological preparations were not used; AP – Azofix plus (1.0 l ha^{-1} sprayed together with KAS-32); BF – Bactoforce (1.0 l ha^{-1} sprayed together with KAS-32); CH – Citohelp (0.6 l ha^{-1} sprayed at the 6 leaves stage of maize). Averages of options are not marked with the same letter, the differences are substantial ($P \leq 0,05$).

1 pav. Tirtų tręšimo derinių įtaka kukurūzų grūdų derlingumui, t ha^{-1}

Fig. 1. Influence of fertilization on maize grain yield, t ha^{-1}

Didžiausias derliaus priedas ($1,0 \text{ t ha}^{-1}$), lyginant su kontroliniu variantu, nustatytas naudojant biologinį preparatą AP ir tręšiant N_{140} . Tręšiant N_{100} naudotų biologinių preparatų įtaka kukurūzų grūdų derlingumui esmingai nesiskyrė, tačiau, lyginant su kontroliniu variantu, biologiniai preparatai grūdų derlingumą padidino $0,5\text{--}0,9 \text{ t ha}^{-1}$. Eksperimento duomenys parodė, kad naudoti preparatai didina azoto trąšų efektyvumą. Nenaudojant biologinių preparatų ir azoto trąšų normą padidinus nuo N_{100} iki N_{180} , kukurūzų grūdų derlingumas padidėjo $1,6 \text{ t ha}^{-1}$, o naudojant biologinį preparatą BF derlingumas padidėjo $2,0 \text{ t ha}^{-1}$. Išpurškus biologinį preparatą AP, grūdų derlingumas padidėjo $1,8 \text{ t ha}^{-1}$, o naudojant preparatą CH – $1,5 \text{ t ha}^{-1}$.

Vertinant kukurūzų grūdų derlingumą, nustatyta, kad dalinis azoto efektyvumas, didinant azoto trąšų normas, mažėjo (3 lentelė).

3 lentelė. Dalinis azoto efektyvumas, vertinant kukurūzų grūdų derlingumą, 2022 m.

Table 3. The partial factor productivity of applied N, evaluating the maize grain yield, 2022

Tręšimas Fertilization		PFPN kg kukurūzų grūdų $\text{kg}^{-1} \text{ N}$ kg maize grain $\text{kg}^{-1} \text{ N}$	
2	N_{100}	Kontrolinis variantas(0)	73,0
		AP	80,0
		BF	82,0
		CH	78,0
5	N_{140}	Kontrolinis variantas(0)	57,9
		AP	65,0
		BF	66,4
		CH	62,1
9	N_{180}	Kontrolinis variantas(0)	49,4
		AP	54,4
		BF	56,7
		CH	51,7

Pastaba. Kontrolinis variantas (0) – biologiniai preparatai nenaudoti; AP – Azofix plus ($1,0 \text{ l ha}^{-1}$ laistoma kartu su KAS-32); BF – Bactoforce ($1,0 \text{ l ha}^{-1}$ laistoma kartu su KAS-32); CH – Citohelp ($0,6 \text{ l ha}^{-1}$ išpurškiama kukurūzų 6 lapelių tarpsnyje). Variantų vidurkiai pažymėti ne ta pačia raide, skirtumai esminiai ($P \leq 0,05$).

Note: Control (0) – Biological preparations were not used; AP – Azofix plus (1.0 l ha^{-1} sprayed together with KAS-32); BF – Bactoforce (1.0 l ha^{-1} sprayed together with KAS-32); CH – Citohelp (0.6 l ha^{-1} sprayed at the 6 leaves stage of maize). Averages of options are not marked with the same letter, the differences are substantial ($P \leq 0,05$).

Didžiausias (82,0 kg kg⁻¹N) azoto efektyvumas buvo tręšiant N₁₀₀ ir panaudojus BF, padidinus trąšų normą iki N₁₈₀ dalinis azoto efektyvumas sumažėjo iki 56,7 kg kg⁻¹ N. Naudojant AP ir tręšiant N₁₀₀, dalinis azoto efektyvumas buvo 80,0 kg kg⁻¹ N. Šiuo atveju taip pat didinant azoto trąšų normą iki N₁₄₀ bei N₁₈₀ dalinis azoto efektyvumas mažėjo iki 65 ir 54,4 kg kg⁻¹N atitinkamai. Naudojant biologinį preparatą CH ir tręšiant kukurūzus N₁₀₀, dalinis azoto efektyvumas buvo 78,0 kg kg⁻¹N. Dažnai tikimasi, kad didesnis efektyvumas bus pasiekiamas didinant azoto trąšų normas, tačiau eksperimento rezultatai rodo, kad naudojant CH ir didinant trąšų normą iki N₁₄₀, dalinis azoto efektyvumas sumažėjo iki 62,1 kg kg⁻¹N, o patręšus N₁₈₀, sumažėjo iki 51,7 kg kg⁻¹N. Mažiausias (49,4 kg kg⁻¹N) dalinis azoto efektyvumas buvo kontroliniame variante – nenaudojant biologinių preparatų ir tręšiant N₁₈₀. Sumažinus azoto normą iki N₁₀₀, dalinis azoto efektyvumas kontroliniame variante buvo 73,0 kg kg⁻¹N, o tręšiant N₁₄₀ – 57,9 kg kg⁻¹N.

Išvados

1. Azoto trąšų normų didinimas turėjo įtakos kukurūzų grūdų derlingumui. Didžiausias (8,9 t ha⁻¹) grūdų derlingumas gautas kukurūzus tręšiant N₁₈₀. Biologiniai preparatai turėjo įtakos kukurūzų grūdų derlingumui didžiausias (10,2 t ha⁻¹) derlingumas nustatytas tręšiant N₁₈₀ ir naudojant biologinį preparatą Bactoforce (1,0 l ha⁻¹ laistant kartu su KAS-32). Biologiniai preparatai visais atvejais didino azoto trąšų efektyvumą, lyginant su kontroliniu variantu.

2. Vertinant dalinį azoto efektyvumą kukurūzų grūdų derlingumui, nustatyta, kad tręšiant mažesne (N₁₀₀) azoto norma, dalinis azoto efektyvumas buvo didesnis, lyginant su tyrime naudotomis didesnėmis azoto trąšų normomis (N₁₄₀ ir N₁₈₀).

Literatūra

1. Cantarella, H.; Otto, R.; Soares, J. R.; De Brito Silva, A. G. 2018. Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor: A review. *Journal of Advanced Research*, vol. 13, p. 19–27.
2. Draper, N.; Smith H. 1998. Applied Regression Analysis (Wiley Series in Probability and Statistics). Canada. P. 697.
3. FAO. 2015. In L. Montanarella, et al. (Eds.), Status of the world's soil resources. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
4. Hansen, L. B., Termansen, M., Hasler, B. 2019. The potential for nitrogen abatement trading in agriculture: a hypothetical market experiment. *Journal of Agricultural Economics*, Vol. 70(3), p. 812-839.
5. Hunter, M. C.; Schipanski, M. E.; Burgess, M. H.; Lachance, J. C.; Bradley, B. A.; Barbercheck, M. E.; Kaye, J. P.; Mortensen, D. A. 2019. Cover crop mixture effects on maize, soybean, and wheat yield in rotation. *Agricultural and Environmental Letters*, Vol. 4, p. 1–5.
6. IPBES. 2018. In R. Scholes, et al. (Eds.), Summary for policymakers of the thematic assessment report on land degradation and restoration of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services. Bonn, Germany: IPBES Secretariat.
7. Maienza, A., Bååth, E., Stazi, S.R., Benedetti, A., Grego, S., Dell'abate, M.T. 2014. Microbial dynamics after adding bovine manure effluent together with a nitrification inhibitor (3,4 DMPP) in a microcosm experiment. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 50, p. 869–877.
8. Omara, P., Aula, L., Oyebiyi, F., Raun, W.R. 2019. World cereal nitrogen use efficiency trends: review and current knowledge. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, Vol. 2 (1), p. 1–8. <https://doi.org/10.2134/age2018.10.0045>
9. Sharma, H. S.; Fleming, C.; Selby, C.; Rao, J. R.; Martin, T. 2014. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*, Vol. 26, p. 465–490.

INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZERS AND BIOLOGICAL PREPARATIONS ON MAIZE (*ZEA MAYS L.*) GRAIN YIELD

Summary

The field experiment was carried out at the Experimental Station of the VDU Agricultural Academy in 2022. The soil of the experimental field is PLb-g4 *Endohypogleyic-Eutric Planasol*.

The research object was maize (*Zea mays L.*) crop. The purpose of the research is to evaluate the influence of nitrogen fertilizer rates and biological preparations on the yield of corn grains.

The field tests were carried out in 3 repetitions, the fields were arranged randomly. Research data were processed by the method of variance analysis, using the computer program ANOVA from the program package: "Selekcija".

Research has shown that the highest yield of corn grains (10.2 t ha⁻¹) was obtained by fertilizing N₁₈₀ and using the biological preparation Bactoforce (BF) (1.0 l ha⁻¹ when watering together with KAS-32). The biological preparation Azofix plus (AP) (1.0 l ha⁻¹ when irrigated together with KAS-32) had an effect on the grain yield of maize compared to the control, in all backgrounds of fertilization with nitrogen fertilizers. The influence of the biological preparation CitoHelp (CH) (0.6 l ha⁻¹ when spraying corn at the 6 - leaf stage) on the yield of corn grains was lower than that of preparations AP and BF. The experimental data showed that the preparations used increased the efficiency of nitrogen

fertilizers. Without using biological preparations, increasing the rate of nitrogen fertilizers from N_{100} to N_{180} , the yield of corn grain increased by 1.6 t ha^{-1} , with the use of biological preparation BF, the yield increased by 2.0 t ha^{-1} . After spraying the biological agent AP, grain yield increased by 1.8 t ha^{-1} , and by using the agent CH - 1.5 t ha^{-1} . When evaluating the partial efficiency of nitrogen for corn grain yield, it was found that when fertilizing with lower (N_{100}) nitrogen rates, the partial nitrogen efficiency was higher compared to the higher nitrogen fertilizer rates used in the study (N_{140} and N_{180}).

Keywords: maize (*Zea mays* L.), fertilization, nitrogen fertilizers, biological preparations, grain yield, partial nitrogen efficiency.