

REAKCIJE SAMOOPLODNIH LINIJA KUKURUZA NA FOLIJARNU PRIHRANU

Milan Brankov^{1*}, Dušan Nikolić², Marijenka Tabaković¹

Izvod

Folijarna prihrana je agrotehnička mera koja pored osnovne prihrane, kojom se biljkama obezbeđuju makroelementi, može da snabde gajeni usev mikroelementima, fitohormonima, aminokiselinama. Cilj ovih istraživanja je bio da se ispita uticaj folijarnih đubriva na morfološke osobine (sveža nadzemna masa, indeks površine listova, visina) i prinos zrna pet samooplodnih linija kukuruza Instituta za kukuruz „Zemun Polje“ u periodu 2019-2021. godina. Folijarna đubriva su primenjena u različitim fazama kukuruza: Đ1 – đubrivo sa povišenim sadržajem azota i aminokiselinama primenjeno je kada je kukuruz bio u fazi 5-6 razvijenih listova. Drugo ispitivano đubrivo sa povećanim sadržajem fosfora Đ2 – je primenjeno nešto kasnije, u fazi 11-12 listova. Ogljed je sadržao i kontrolnu varijantu na kojoj nisu primenjena folijarna đubriva. Na osnovu dobijenih rezultata, đubrivo Đ1 se pokazalo kao bolje u odnosu na Đ2, što ukazuje na mogućnost primene ovog đubriva u cilju povećanja visine biljaka, sveže nadzemne mase i prinosa zrna.

Ključne reči: inbred linije, dopunska ishrana, prihrana biljaka

Uvod

Sadržaj dostupnih makro- i mikro elemenata u zemljištu ima značajnu ulogu za rast i razviće biljaka. U idealnim slučajevima kada su biljke optimalno snabdevene mineralnim elementima, moguće je da dostignu pun genetski potencijal (Marschner, 2012). Iz tog razloga je potrebno biljke redovno prihranjivati. Optimalno snabdevene biljke su bolje kondicije i otpornije na razne biotičke i abiotičke stresove (Fageria et al., 2009). Sa druge strane, pojedine tipove zemljišta karakteriše ili visoka ili niska pH vrednost, prisustvo nepristupačnih elemenata što čini makro i mikroelemente nedostupnim za gajene biljke (Rengel, 2015).

Zbog činjenice da lisno tkivo ima istu morfološku građu kao i tkivo korenovog sistema (poreklo od meristemskog tkiva), biljke su sposobne da usvajaju rastvorene minerale preko listova (Martinka et al., 2014). Prema tome, postoji

mogućnost da se primenom folijarnih hraniva nadomesti njihov nedostatak u zemljištu (Tejada et al., 2018). Pošto sama folijarna prihrana predstavlja dodatnu tehničku operaciju, sve češće se ovaj tip đubrenja kombinuje sa primenom herbicida u toku vegetacije. U tom slučaju je moguće smanjiti takozvani herbicidni stres kod gajenih biljaka, koji biljka u tom slučaju brže i lakše prevaziđe (Nikolić et al., 2007). Prema rezultatima Brankov i saradnici (2020), postoji mogućnost primene herbicida i folijarnih đubriva, naročito kod osetljivih genotipova kukuruza na herbicide, kod kojih je herbicidni stres u manjoj meri uticao na morfološke parametre i prinos zrna, što je potvrđeno u kontrolisanim, kao i u poljskim uslovima.

Današnje, savremene formulacije folijarnih đubriva mogu da sadrže mikroelemente i na osnovu rezultata Ivanova i saradnika (2019)

Originalni naučni rad (Original Scientific Paper)

¹ Brankov M (0000-0002-5462-6477), Tabaković M (0000-0002-4478-9088), Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Slobodana Bajića 1, 11185, Beograd, Srbija

² Nikolić D (0009-0007-8851-555X), Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Bulevar despota Stefana 68b, 11000 Beograd, Srbija

*e-mail: brankovmilan@gmail.com

folijarno đubrivo obogaćeno cinkom (Zn) je pokazalo pozitivne efekte na prinos i kvalitet merkantilnog kukuruza. Slično nevedenom, Jakab i saradnici (2017) su prijavili značajno povećanje prinosa kukuruza u tretmanima sa folijarnom prihranom u toku vegetacije.

S obzirom na to da su pozitivni efekti folijarne prihrane potvrđeni u ranijim istraživanjima,

cilj naših istraživanja je bio da se ispita uticaj dva folijarna đubriva na morfološke parametre i prinos zrna pet samooplodnih linija kukuruza, imajući u vidu da je tehnologija proizvodnje semenskog kukuruza dosta zahtevnija u odnosu na konvencionalni kukuruz, gde su biljke značajno niže, što ostavlja dosta međurednog prostora za korove, ali su i prinosi značajno niži.

Materijal i metode

Istraživanja su sprovedena na oglednom polju Instituta za kukuruz „Zemun Polje“ (2019-2021), Beograd, Srbija. Pet samooplodnih linija različitih FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) grupa zrenja, Instituta za kukuruz, je ispitivano u ogledima. Ispitivane su sledeće samooplodne linije: L1 – PL38, L2 – PL39, L3 – L335-99, L4 – L375-25-6 i L5 – L155/18-4/1 RfVg. U ogledima je primenjena standardna agrotehnika, uključujući osnovno - jesenje i dopunsko đubrenje u proleće na osnovu prethodno urađenih analiza zemljišta. Korovi iznikli tokom sezone su ručno okopavani dva puta.

Folijarna đubriva su primenjena u različito vreme, a u skladu sa fenofazama razvića kukuruza. Đubrivo Đ1 je primenjeno kada su biljke kukuruza razvile 5-6 listova (15-16 BBCH – Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie), a đubrivo Đ2 kada su biljke razvile 11-12 listova (21-22 BBCH), a u skladu sa preporukama datim od strane proizvođača (Angibaud & Specialiets, La Rochelle, France). Preporuka za đubrivo Đ1 je da se primeni ranije u toku vegetacije, s obzirom na to da je neophodno da se u početnim fazama rasta i razvića biljke snabdeju azotom i aminokiselinama, za razliku od Đ2 kod kojeg je fosfor glavni element, i preporuka je da se primeni kasnije u vegetaciji.

Svaka od pet ispitivanih linija kukuruza je posejana u četiri reda sa razmakom 0,7 m između redova i 0,25 m u redu. Folijarna đubriva su primenjena pomoću CO₂ prskalice (Bellspray INC dba R&D Sprayers, Opelousas, LA, USA), pri čemu su korišćene XR11002 dizne uz utrošak vode od 140 L po hektaru uz radni pritisak od 275,8 kPa. Folijarno đubrivo Đ1 (preparat Activeg) je primenjeno u količini od 4 L po hektaru, a Đ2 (Solueg Green) u količini od 250 g po hektaru.

Mereni su sledeći parametri kukuruza 21 dan posle primene svakog đubriva: sveža nadzemna masa, indeks lisne površine, visina i prinos na kraju vegetacije obračunat na 14% vlage. Merenje površine listova je urađeno pomoću LI-COR 3100 (LICOR Biosciences, Lincoln, NE, USA).

Prve dve godine ogleda (2019. i 2020.) su bile povoljne za gajenje kukuruza sa optimalnim količinama padavina. Sa druge strane, 2021. godina je bila sušna i topla, i prinosi linija kukuruza su bili značajno manji u poređenju sa prve dve godine ispitivanja.

Dobijeni podaci su analizirani metodom analize varijanse (ANOVA), a razlike sredina testirane pomoću LSD testa na nivou značajnosti od 0,05.

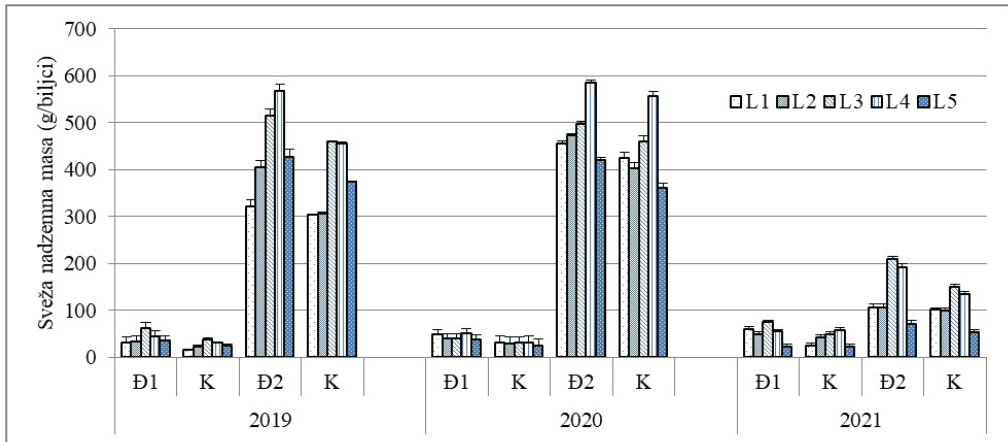
Rezultati i diskusija

Na osnovu dobijenih podataka, sveža nadzemna masa linija kukuruza je povećana pod uticajem folijarnih đubriva (Grafikon 1). U prvoj i drugoj godini ogleda, sveža masa je povećana u rasponu od 5,5-51,6% primenom đubriva Đ1, kao i 5,1-24,1% primenom đubriva Đ2. Sličan trend je zabeležen i u trećoj godini, kada je

primena Đ1 povećala masu linije L1, L2 i L3 u rasponu od 14,3-60,0%. Takođe, veća nadzemna masa je zabeležena kod svih linija primenom Đ2 (5,0-29,5%). Površina listova, odnosno indeks lisne površine (LAI) je imao sličan trend kao i sveža nadzemna masa (Grafikon 2). U prvoj godini, veće vrednosti LAI u iznosu od 25-50%

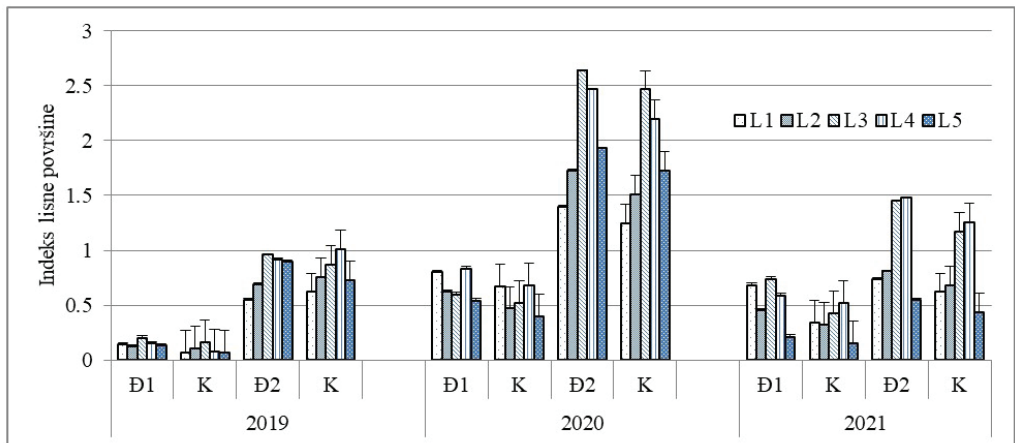
su zabeležene primenom Đ1, osim kod linije L2. I u drugoj i trećoj godini ogleda povećan je LAI kod svih linija u rasponu od 24-50%. Slične vrednosti su dobijene i primenom đubriva Đ2: u prvoj godini linije L3 i L5 su najbolje reagovale na primenu folijarnog đubriva u poređenju sa kontrolom, za razliku od druge i treće godine kada je kod svih linija zabeležen značajno po-

većan indeks lisne površine. Prema Fageria i saradnicima (2009) azot značajno utiče na sadržaj sveže i suve mase gajenih biljaka. Takođe, druga istraživanja ukazuju da je prinos žitarica i leguminoza značajno povećan prihranom useva azotom (Scharf et al., 2002; Fageria et al., 2011; Fageria and Santos, 2013; Brankov i sar., 2014).



Grafikon 1. Sveža nadzemna masa linija kukuruza u zavisnosti od primenjenih folijarnih đubriva. Đ1 i Đ2 – folijarna đubriva, K – kontrola

Figure 1. Fresh above-ground mass of maize lines depending on applied foliar fertilizers. Đ1 and Đ2 – foliar fertilizers, K – control

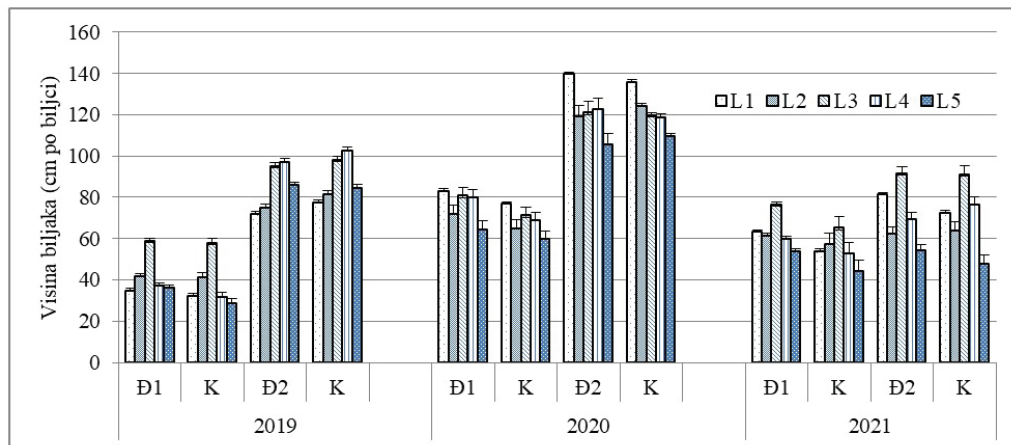


Grafikon 2. Indeks lisne površine linija kukuruza u zavisnosti od primenjenih folijarnih đubriva. Đ1 i Đ2 – folijarna đubriva, K – kontrola

Figure 2. Leaf area index of corn lines depending on applied foliar fertilizers. Đ1 and Đ2 – foliar fertilizers, K – control

Visina biljaka nije pratila trendove povećanja sveže nadzemne mase i indeksa lisne površine (Grafik 3). U prvoj godini (2019) kod linije L4 zabeleženo je povećanje visine od 15% i linije L5 (21,6%) u odnosu na kontrolu. U drugoj i trećoj godini sve linije su pozitivno reagovala na

folijarnu prihranu, 7,4-13,7% (2020) i 7,0-18,0% (2021). Folijarno đubrivo Đ2 nije imalo efekte na visinu ispitivanih linija u prvoj i drugoj godini, a u trećoj kod linija L1 i L5 zabeleženo je povećanje visine (10,9 i 11,6%).



Grafikon 3. Visina linija kukuruza u zavisnosti od primenjenih folijarnih đubriva. Đ1 i Đ2 – folijarna đubriva, K – kontrola
Figure 3. The height of maize lines depending on the applied foliar fertilizers. Đ1 and Đ2 – foliar fertilizers, K – control

Prinos zrna samooplodnih linija kukuruza bio je značajno uvećan primenom folijarnih đubriva (Tabela 1). Primenom folijarnog đubriva Đ1 u prvoj godini zabeleženo je povećanje prinosa zrna kod sledećih linija: L1 (32%), L2 (13,9%), L4 (10,6%) i linije L5 (10,2%). Nije zabeleženo povećanje prinosa primenom Đ2. U drugoj godini, sve linije su pozitivno reagovala

na folijarnu prihranu, osim linije L5 primenom Đ2. Procentualno, najbolje je reagovala linija L1 sa povećanjem prinosa od 32%. U trećoj godini ogleđa, usled suše i visokih temperatura izostali su efekti primenjenih folijarnih đubriva. Slično ovome, Brankov i saradnici (2020) navode da je prinos zrna linija kukuruza bio značajno povećan primenom folijarnih đubriva u odnosu

Table 1. Morphological characteristics of the investigated hybrid combinations

Tabela 1. Morfološke karakteristike ispitivanih hibridnih kombinacija

Hybrid combinations	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Pericarp thickness (mm)	Number of chambers	Number of fruits per plant	Dry matter content (%)
LPK027 x HM6	121.30**	16.60	4.28	4.20	2.00 ^{ns}	15.40*	10.50**
LPK042 x HM6	113.06	16.80	4.44	3.60	2.00	9.60	8.53
LPK050 x HM6	103.26	15.80	4.50**	4.20	2.00	12.40	8.40
LPK062 x HM6	101.50	19.00**	3.78	3.80	2.00	12.20	9.00
LPK072 x HM6	97.00	17.90	3.92	4.40 ^{ns}	2.00	12.00	8.70
LPK080 x HM6	84.46	17.10	3.88	4.00	2.00	13.80	7.60
LPK090 x HM6	81.60	15.60	4.16	3.60	2.00	14.60	9.80
Average	100.31	16.97	4.14	3.97	2.00	12.86	8.93
LSD 0.05	13.47	1.54	0.41	0.85	0.45	3.44	0.35
LSD 0.01	18.25	2.08	0.55	1.15	0.62	4.67	0.47

na iste tretmane bez đubriva.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata, merenjem sveže nadzemne mase, visine biljaka i indeksa lisne površine, kao i prinosa zrna ispitivanih linija kukuruza može se zaključiti da folijarna prihrana pozitivno utiče na merene parametre. Kao bolje đubrivo se pokazalo Đ1 koje sadrži

povećan sadržaj azota i aminokiseline. Rezultati ukazuju da bi trebalo razmotriti mogućnost uključivanja folijarne prihrane u tehnologiju komercijalne proizvodnje kako hibridnog, tako i osnovnog semena kukuruza.

Doprinos autora

Konceptualizacija, M.B.; Metodologija, M.B.; Softver, M.T.; Priređivanje podataka, D.N.; Formalna analiza, M.T.; Istraživanje, M.B.; Resursi, M.B.; Upravljanje projektom, M.T.; Nadzor,

D.N.; Vizualizacija, M.T.; Validacija D.N.; Obezbeđivanje finansiranja, M.B.; Pisanje — M.B, M.T.; Pisanje — pregled i uređivanje, D.N., M.T.

Literatura

- Brankov M, Simić M, Vrbničanin S, Dragičević V, Spasojević I (2014): Mogućnosti primene sulfonilurea i triketonskih herbicida u usevu samooplodnih linija kukuruza. *Acta herbologica*, Vol 23 (2): 111-117. <https://doi.org/10.5937/ActaHerb1402111B>
- Brankov M, Simić M, Mesarović J, Kresović B, Dragicević V (2020): Integrated effects of herbicides and foliar fertilizer on corn inbred line. *Chil. J. Agric. Res.* Vol 80 (1): 50-60. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392020000100050>
- Fageria KN, Barbosa Filho MP, Moreira A, Guimar CM (2009): Foliar Fertilizing of Crop Plants. *J. Plant Nutr.* Vol 32 (6): 1044-1066. <http://dx.doi.org/10.1080/01904160902872826>
- Fageria KN, dos Santos AB (2013): Lowland rice growth and development and nutrient uptake during growth cycle. *J. Plant Nutr.* Vol 36 (12): 12. <https://doi.org/10.1080/01904167.2013.816727>
- Fageria KN, Moreira A, Castro C (2011): Response of Soybean to Phosphorus Fertilization in Brazilian Oxisol. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* Vol 42 (22): 2716-2723. <https://doi.org/10.1080/00103624.2011.622819>
- Jakab P, Gabor Z, Festo D, Komarek, L (2017): Investigation of Foliar Fertilization in Maize Production. *Adv. Res. Life Sci.* Vol 1 (1): 1-6. <https://doi.org/10.1515/arls-2017-0001>
- Ivanov K, Tonev T, Nguyen N, Peltekov A, Mitkov A, (2019): Impact of foliar fertilization with nanosized zinc hydroxy nitrate on maize yield and quality. *Emir. J. Food Agric.* Vol 31 (8): 597-604. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i8.2003>
- Marschner P (2012): Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 3-5.
- Martinka M, Vaculík M, Lux A (2014): Plant Cell Responses to Cadmium and Zinc. In Nick P, Opatrný Z (Eds.), *Applied Plant Cell Biology: Cellular Tools and Approaches for Plant Biotechnology*, Plant Cell Monographs. Springer, Berlin, Heidelberg, 209-246. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41787-0_7
- Nikolić B, Drinić G, Janjić V, Marković A (2007): Different aspects of inhibition of growth

and photosynthesis of maize (*Zea mays* L.) by the phosphate herbicide sulphosate. *Acta herbológica*, 16: 41-49.

Rengel Z (2015): Availability of Mn, Zn and Fe in the rhizosphere. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* Vol 15 (2): 397-409. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162015005000036>

Scharf CP, Wiebold JW, Lory AJ (2002): Corn Yield Response to Nitrogen Fertilizer Timing and Deficiency Level. *Agron. J.* 94: 435-441.

<https://doi.org/10.2134/agronj2002.4350>

Tejada M, Rodríguez-Morgado B, Paneque P, Parrado J (2018): Effects of foliar fertilization of a biostimulant obtained from chicken feathers on maize yield. *European Journal of Agronomy*, 96: 54-59. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.03.003>

THE EFFECTS OF FOLIAR FERTILIZATION ON MAIZE INBRED LINES

Milan Brankov, Dušan Nikolić, Marijenka Tabaković

Summary

Foliar fertilization is a cropping practice measure that, in addition to basic fertilization, which provides plants with macroelements, can supply the cultivated crop with microelements, phytohormones, and amino acids. This research aimed to examine the influence of foliar fertilizers on the morphological characteristics (fresh above-ground mass, leaf area index, and height) and grain yield of five Maize Research Institute "Zemun Polje" maize inbred lines, during the period 2019-2021. Foliar fertilizers were applied in different stages of maize: Đ1 – fertilizer with increased nitrogen content and amino acids was applied when the maize was in the stage of 5-6 developed leaves. The second tested fertilizer with an increased phosphorus content, Đ2, was applied a bit later, at the stage of 11-12 leaves. The experiment also included a control variant on which no foliar fertilizers were applied. Based on the obtained results, fertilizer Đ1 proved to be better compared to Đ2, which indicates the possibility of applying this fertilizer in order to increase plant height, fresh above-ground mass and grain yield.

Key words: inbred lines, supplementary nutrition, plant feeding

Primljen: 09.03.2024.

Prihvaćen: 07.05.2024.