

UTICAJ HERBICIDA NA PROMENE FITINSKOG I NEORGANSKOG FOSFORA TOKOM POČETNIH FAZA RASTA LINIJA KUKURUZA

VESNA DRAGIČEVIĆ*, MILENA SIMIĆ, SLOBODANKA SREDOJEVIĆ
Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun Polje
*e-mail: vdragicevic@mrizp.rs

U semenskim usevima kukuruza, zbog specifične strukture setve se posebna pažnja obraća na kontrolu korova. Samooplodne linije kukuruza su inače osetljive prema brojnim stresnim faktorima. Primena herbicida može dovesti do pojave privremenog ili permanentnog stresa, zavisno od osetljivosti genotipa i agro-meteoroloških uslova. Cilj eksperimenta je bio da se ispita uticaj herbicida koji se primenjuju nakon nicanja kukuruza, na sadržaj fitinskog i neorganskog fosfora 48 sati nakon aplikacije herbicida (u fazi 4-6 listova), a potom nakon 21 dana, kao i na prinos zrna 10 komercijalnih ZP linija kukuruza.

Razliku u sadržaju fitinskog P nakon 21 dana od tretiranja pratila je promena prinosa kod većine linija. Takođe, smanjenje sadržaja fitinskog P pod uticajem herbicida u odnosu na kontrolu, 48 sati nakon tretiranja, a posebno nakon 21 dana bi moglo biti vezano za pozitivnu ulogu fitata u toleratnosti na stres, zahvaljujući njegovoj antioksidativnoj aktivnosti, tako da je kod većine tretiranih linija bio zabeležen privremeni stres, bez značajnijeg uticaja na prinos. Sa druge strane, sadržaj neorganskog fosfora u periodu do 21 dana od momenta tretiranja herbicidima u većem stepenu je bio u korelaciji sa sadržajem fitinskog fosfora, ne utičući značajnije na formiranje prinosa.

Ključne reči: samooplodne linije kukuruza, herbicidi, fitin, neorganski fosfor, prinos.

UVOD

Složenost semenske proizvodnje kukuruza se ogleda u uslovima koje je potrebno obezbediti biljkama samooplodnih linija, koje su osetljive prema brojnim

stresnim faktorima. Posebna pažnja pri tome obraća se kontroli korova u usevu. Primena herbicida može dovesti do pojave privremenog ili permanentnog stresa, zavisno od osjetljivosti genotipa i agro-meteoroloških uslova. Privremeni stres podrazumeva relativno brz oporavak biljaka, dok permanentni stres dovodi do smanjenja prinosa (de Carvalho i sar., 2009), uz sušenje i gubitak biljaka useva (Stefanović i sar., 2007).

Dobro je poznato da herbicidi i njihove rezidue mogu da indukuju proizvodnju reaktivnih oblika kiseonika, kako kod korovskih, tako i kod biljaka useva (Shaner, 2003; Luo i sar., 2004), što može predstavljati jedan od mehanizama njihovog dejstva. Tolerantnost na herbicide je, između ostalog, vezana i za aktivnost antioksidanata. Brza aktivacija detoksikacionih mehanizama utiče na smanjenje ili skraćenje prisutnog stresa i omogućava normalno plodonošenje.

Fosfor se u okviru živih organizama skladišti uglavnom u obliku fitata. Bez obzira na navedenu funkciju fitata, koja je ujedno i najznačajnija, manje je poznato da on ima i zaštitnu ulogu, služeći kao antioksidant u biljkama i životinjama (Graf i sar., 1987; Graf i Eaton, 1990; Doria i sar., 2009), a učestvuje kao i prekursor u sintezi askorbata (Zhang i sar., 2008). Zbog navedenog, promene sadržaja fitina mogu biti indikator tolerantnosti na stres kod biljaka (Graf i Eaton, 1990).

Cilj eksperimenta je bio da se ispita uticaj herbicida koji se primenjuju nakon nicanja kukuruza, na sadržaj fitinskog i neorganskog fosfora 48 sati nakon aplikacije herbicida (u fazi 4-6 listova), a potom nakon 21 dana, kao i na prinos zrna 10 komercijalnih ZP linija kukuruza.

MATERIJAL I METODE

Ogled je izveden tokom 2009. godine u Zemun Polju na slabo-karbonatnom černozeu u uslovima prirodnog vodnog režima. Ispitivan je uticaj herbicida koji se primenjuju nakon nicanja kukuruza na promene sadržaja fitinskog i neorganskog fosfora u izdanku 10 različitih ZP inbred linija (L1 - L10): 48 sati (faza I) i 21 dan (faza II) nakon tretiranja. Ogledni tretmani su predstavljali osnovnu parcelu, dok su redovi svake od ispitivanih linija, dužine 10m bili sub-parcele. Setva inbred linija je bila obavljena ručno 27. aprila, a herbicidi su primenjeni u fazi 4-6 listova (27. maja). Primenjeni su sledeći herbicidi: H1 – tembotrione + isoxadiphen-ethyl (Laudis) u količini od 88 i 44 g ha⁻¹ a.i., H2 – foramsulfuron (Equip) u količini 50.0 g ha⁻¹ a.i., H3 – topramezone (Clio) u količini od 50 g ha⁻¹ a.i. U ogled je bila uključena i kontrolna varijanta na kojoj nisu primenjeni herbicidi. Sadržaj fitinskog fosfora određivan je metodom po Jočić (1995), a sadržaj neorganskog fosfora metodom po Pollman-u (1991). Prinos zrna kukuruza je dobijen nakon berbe, na kraju vegetacionog ciklusa (14. Septembar) i obračunat

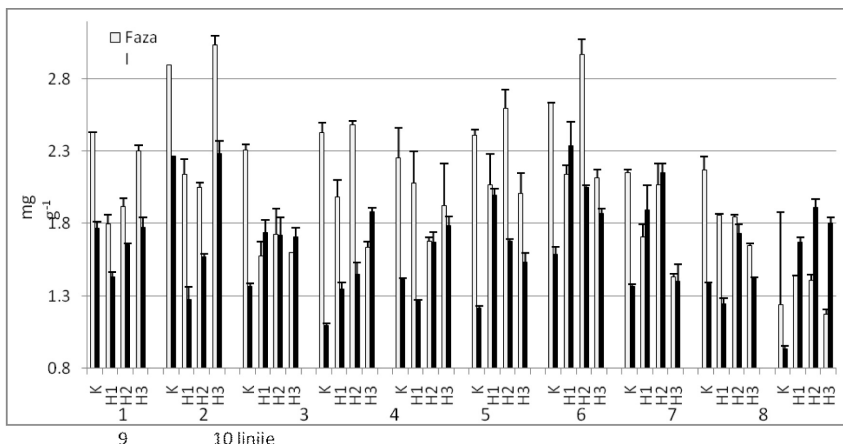
je sa 14% vlage. Rezultati prinosa su statistički obrađeni metodom analize varijanse (ANOVA), a razlike sredina su testirane LSD testom na nivou značajnosti $p < 0.05$.

Srednja mesečna temperatura tokom vegetacionog perioda bila je 21.9 °C, sa srednjom maksimalnom temperaturom zabeleženom u avgustu od 29.9 °C, dok je ukupna suma padavina iznosila 308 mm.

REZULTATI I DISKUSIJA

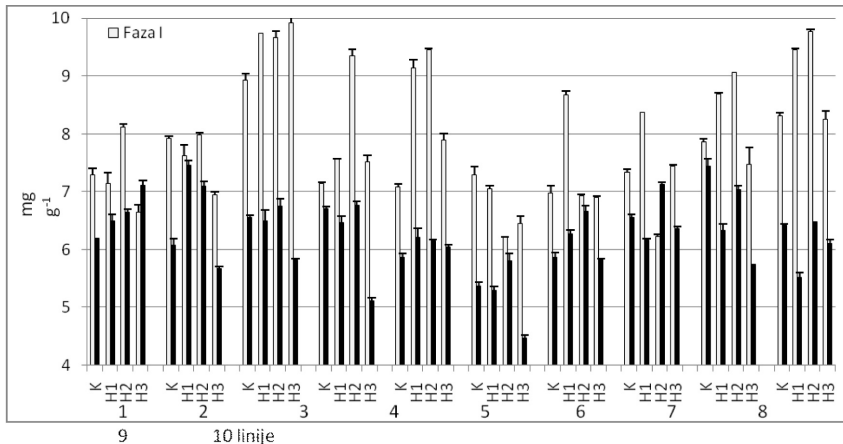
Promene u sadržaju fitinskog fosfora su uglavnom pokazale trend smanjenja od faze I do faze II, tako je primena herbicida smanjila sadržaj fitinskog fosfora za 24%, prosečno za sve linije i herbicide (Tabela 1). Sa druge strane, kod pojedinih linija su herbicidi doveli do povećanja sadržaja fitinskog P (i do 0.63 mg g⁻¹, kod L10, pri primeni topramezone). Značajno je istaći da je trend razlike u sadržaju fitinskog P od faze I do faze II (Grafikon 1) bio u skladu sa promenama prinosa kod većine genotipova (Tabela 1), tako su najmanji pad fitinskog P i najniži prinos bili zabeleženi: kod L3, L6, L7 i L8 pri tretiranju sa tembotrione + isoxadiphen-ethyl, kod L3 i L10 pri tretiranju sa topramezon-om, kod L1, L2 i L5 pri tretiranju sa foramsulfuron-om. Znatno smanjenje sadržaja fitinskog P pod uticajem herbicida u odnosu na kontrolu, 48 sati nakon tretiranja, a posebno nakon 21 dana, moglo bi biti vezano za pozitivnu ulogu fitata u toleratnosti na stres, zahvaljujući njegovoj antioksidativnoj aktivnosti (Graf i sar., 1987; Graf i Eaton, 1990), kao i ulozi koju ima u biosintezi askorbata (Zhang i sar., 2008). Povećanje sadržaja fitinskog P u odnosu na kontrolu, u fazi I kod L2, L4, L6 i L7, pod uticajem foramsulfuron-a i u manjoj meri topramezon-a, u saglasnosti je sa rezultatima Ormrod i Williams (1960) koji su zapazili rast nivoa organskog fosfora koji je rastvorljiv u kiselinama (koji uglavnom čini fitat), sa povećanjem doze 2,4-D kod *Trifolium hirtum* All. Za razliku od herbicida, kod kontrole je došlo do smanjenja sadržaja fitinskog P od faze I do faze II (za 85% manje fitinskog P za sve linije, Grafikon 1).

Što se tiče promena sadržaja neorganskog P, kod biljaka tretiranih herbicidima nije bilo značajnije korelacije između neorganskog P i prinosa, dok su promene njegovog sadržaja između faza I i II (Grafikon 2) bile paralelne sa promenama sadržaja fitinskog P. Navedeni trend potvrđuju rezultati Penner-a (1970), koji ukazuje da inhibitorni uticaj herbicida na aktivnost fitaze, enzima koji učestvuje u metabolizmu fitata. U fazi I, foramsulfuron je uticao na povećanje nivoa neorganskog P kod L1, L4, L5, L9 i L10 (i do 25%, u odnosu na kontrolu), dok su tembotrione + isoxadiphen-ethyl, a posebno topramezon doveli do smanjenja njegovog nivoa. Sličan trend se nastavio i u fazi II, gde je kod L3, L4, L6, L7, L8, L9 i L10 foramsulfuron doveo do povećanja nivoa neorganskog P (do 12%, u odnosu na kontrolu). Takođe, tembotrione + isoxadiphen-ethyl i topramezon su smanjili



Grafikon 1. - Uticaj herbicida na promene sadržaja fitinskog P u izdanku 10 linija kukuruza 48 sati (faza 1) i 21 dan (faza 2) nakon tretiranja; K - kontrola, H1 - tembotrione + isoxadiphen-ethyl, H2 - foramsulfuron i H3 – topramezone.

Graph. 1. - The influence of herbicides on the alterations of phytic P in shoots of 10 maize inbreds 48 hours (phase I) and 21 day (phase II) after application; K - control, H1 - tembotrione + isoxadiphen-ethyl, H2 - foramsulfuron and H3 – topramezone.



Grafikon 2. - Uticaj herbicida na promene sadržaja neorganskog P u izdanku 10 linija kukuruza 48 sati (faza 1) i 21 dan (faza 2) nakon tretiranja; K - kontrola, H1 - tembotrione + isoxadiphen-ethyl, H2 - foramsulfuron i H3 – topramezone.

Graph. 2. - The influence of herbicides on the alterations of inorganic P in shoots of 10 maize inbreds 48 hours (phase I) and 21 day (phase II) after application; K - control, H1 - tembotrione + isoxadiphen-ethyl, H2 - foramsulfuron and H3 – topramezone.

nivo neorganskog P, osim kod L1. Primenjeni herbicidi su uticali na intenzivnije smanjenje sadržaja neorganskog P između faza I i II kod L3, L4, L5, L9 i L10. Značajno je istaći da su primenjeni herbicidi, a posebno topramezon uticali istovremeno na smanjenje sadržaja neorganskog i povećanje udela fitinskog P kod L4 i L5, što sa jedne strane ukazuje na međuzavisnost ova dva oblika fosfora (Duff i sar., 2010), a sa druge strane na inhibitorni uticaj herbicida na enzime metabolizma fosfora, koji su osetljivi na stresne faktore (Penner, 170; Mishra i Dubey, 2008). Sadržaj neorganskog fosfora je pokazao značajnu i pozitivnu korelaciju u odnosu na prinos kod biljaka kotrole, i to posebno u fazi II ($R = 0.88$), ukazujući pri tome na značaj fosfora pri intenzivnom rastu biljaka (Duff i sar., 2010).

Tabela 1. - Promene prinosa zrna inbred linija kukuruza (L1 – L10), uzrokovane primenom herbicida.

Table 1. - The alterations of grain yield of maize inbreds (L1-L10), induced by herbicides application.

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	Prosek
Kontrola	5.38	3.71	5.69	8.37	4.80	4.12	4.27	5.65	11.07	5.61	5.87
Laudis	4.91	2.25	4.98	7.09	4.99	1.98	2.42	3.86	8.60	4.12	4.52
Equip	4.64	2.49	5.49	6.22	4.13	4.12	3.64	6.14	9.66	4.56	5.11
Clio	4.59	2.41	4.19	7.71	4.47	3.86	3.43	5.44	10.66	4.47	5.12
Prosek	4.88	2.71	5.09	7.35	4.60	3.52	3.44	5.27	10.00	4.69	5.15
LSD 0.05	Tretman		0.83	Genotip		3.89	Interakcija		4.22		

Prinos zrna ZP linija kukuruza je varirao zavisno od genotipa i upotrebljenog herbicida (Tabela 1). Bez obzira na opšti trend smanjenja prinosa zrna kukuruza kod linije L5 u tretmanu sa tembotrione + isoxadiphen-ethyl i L8 u tretmanu foramsulfuron-om je došlo do povećanja prinosa za 4 i 8%, što bi uz povećanje sadržaja fitinskog i neorganskog fosfora od faze I do faze II moglo biti vezano za intenziviranje metabolizma i mehanizama detoksikacije (Graf i sar., 1987; Graf i Eaton, 1990, Zhang i sar., 2008). Što se tiče uticaja pojedinih herbicida, jedino je tembotrione + isoxadiphen-ethyl uticao na značajno smanjenje prinosa (prosečno, za 23% niži prinos u odnosu na kontrolu), što ukazuje na prisustvo permanentnog stresa tokom vegetacije (de Carvalho i sar., 2009). Najveća variranja prinosa bila su prisutna kod L9, linije kod koje je bio zabeležen i najviši prinos, bez obzira na tretman, ali navedena variranja nisu bila značajna.

Na osnovu iznetih rezultata moglo bi se zaključiti da fitat ima značajnu ulogu u tolerantnosti linija kukuruza na stres izazvan herbicidima. Na bazi promena sadržaja fitinskog P kod većine tretiranih linija bio je zabeležen privremeni stres,

bez značajnijeg uticaja na prinos. Najviši rezultati prinosa su bili zabeleženi kod kontrole i tretmana, kod pojednih linija, gde je ujedno bio prisutan i najveći pad u sadržaju fitina između faza I i II. Sa druge strane, sadržaj neorganskog fosfora u periodu do 21 dana od momenta tretiranja herbicidima, je u većem stepenu bio u korelaciji sa sadržajem fitinskog fosfora, ne utičući značajnije na formiranje prinosa.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, preko projekta „Razvoj tehnologije gajenja kukuruza sa ekološkim pristupom“ (Ev. Br. TR-20007).

LITERATURA

- de Carvalho, S.J.P., Nicolai, M., Ferreira, R.R., de Oliveira Figueira, A.V., Christoffoleti, P.J. (2009): Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 66: 136-142.
- Doria, E., Galleschi, L., Calucci, L., Pinzino, C., Pulu, R., Cassani, E., Nielsen, E. (2009): Phytic acid prevents oxidative stress in seeds: evidence from a maize (*Zea mays* L.) low phytic acid mutant. *J. Exp. Bot.*, 3: 967-978.
- Duff, S.M.G., Sarath, G., Plaxton, W.C. (2010): The role of acid phosphatases in plant phosphorus metabolism. *Physiol. Plant.*, **90: 791** □ **800**.
- Graf, E.S., Le Empson, K., Eaton, J.W. (1987): Phytic Acid - a natural antioxidant. *J. Biol. Chem.*, 262: 11647-11650.
- Graf, E., Eaton, J.W. (1990): Antioxidant functions of phytic acid. *Free Rad. Biol. Med.*, 8: 61-69.
- Jočić, N. (1996): Ispitivanje sadržaja rastvorljivog fitina u semenu hibrida kukuruza F1 generacije u fazi mirovanja. Specijalistički rad, Hemijski fakultet, Beograd.
- Luo, X.-Y., Sunohara, Y., Matsumoto, H. (2004): Fluazifop-butyl causes membrane peroxidation in the herbicide-susceptible broad leaf weed bristly starbur (*Acanthospermum hispidum*). *Pest. Biochem. Physiol.*, 78: 93-102.
- Mishra, S., Dubey, R.S. (2008): Changes in phosphate content and phosphatase activities in rice seedlings exposed to arsenite. *Braz. J. Plant Physiol.*, 20: 9-28

- Ormrod, D.P., Williams, W.A. (1960): Phosphorus metabolism of *Trifolium Hirtum All.* as affected by 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and gibberellic acid. *Plant Physiol.*, 35: 81-87.
- Penner, D. (1970): Herbicide and Inorganic Phosphate Influence on Phytase in Seedlings. *Weed Sci.*, 18: 360-364.
- Pollman, R.M. (1991): Atomic absorption spectrophotometric determination of calcium and magnesium and colorimetric determination of phosphorus in cheese. Collaborative study. *J.Assoc.Anal.Chem.*, 74: 27-30.
- Shaner, D.L. (2003): Herbicide safety relative to common targets in plants and mammals. *Pest. Manag. Sci.*, 60: 17-24.
- Stefanović, L., Simić, M., Rošulj, M., Vidaković, M., Vančetović, J., Milivojević, M., Mišović, M., Selaković, D., Hojka, Z. (2007): Problems in weed control in Serbian maize seed production. *Maydica*, 52: 277-280.
- Zhang, W., Gruszewski, H.A., Chevone, B.I., Nessler, C.L. (2008): An Arabidopsis purple acid phosphatase with phytase activity increases foliar ascorbate. *Plant Physiol.*, 146: 431-440.

(Primljeno: 16.08.2010.)

(Prihvaćeno: 1.09.2010.)

THE INFLUENCE OF HERBICIDES ON CHANGES OF THE PHYTIC AND THE INORGANIC PHOSPHORUS DURING STARTING GROWTH OF MAIZE INBRED LINES

VESNA DRAGIČEVIĆ*, MILENA SIMIĆ, SLOBODANKA SREDOJEVIĆ
Maize Research Institute „Zemun Polje“, Belgrade-Zemun Polje, Serbia
*e-mail: vdragicevic@mrizp.rs

SUMMARY

The specific sowing structure of maize seed crops requires special attention to weed management. The maize inbred lines are susceptible to a range of stress factors, so as the herbicide application could introduce temporary or permanent stress, dependently on genotype susceptibility and agro-meteorological conditions. The aim of experiment was to investigate the influence of post-emergence herbicides on content of the phytic and inorganic phosphorus 48 hours after herbicide application (4-6 leaves phase) and then 21 days after application, as well as on the grain yield of 10 ZP maize inbreds.

The difference in phytic P content after 21 days was followed by yield alterations in the majority of inbreds. Decrease of the phytic P influenced by herbicides, in relation to control, 48 hours and particularly 21 days after application, could be tied to phytate positive impact to stress tolerance, owing to its antioxidative activity; so as, at the most of inbreds was observed permanent stress, with no significant influence on grain yield. Meanwhile, during the period of 21 days after herbicide application, the inorganic P content correlated with phytic P content, without significant alterations of grain yield.

Key words: maize inbred lines, herbicides, phytate, inorganic phosphorus, yield.

(Received: 16.08.2010.)

(Accepted: 1.09. 2010.)