

UDK:632.954:632.95.024
Naučni rad-Scientific paper

Fitotoksičnost folijarno primenjenog imazamoksa za grašak u kome su primenjeni zemljišni herbicidi

Katarina Jovanović-Radovanov, Milena Jovanović
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni Fakultet Nemanjina 6, 11080 Beograd - Zemun
*email: katarinajr@agrif.bg.ac.rs

REZIME

Tokom 2016. godine na lokalitetu Sakule izveden je ogled selektivnosti kombinovane primene zemljišnih (pendimetalin+linuron) i folijarnog herbicida (imazamoks). Za ispitivanje su korišćene dve formulacije za komercijalnu upotrebu, preparati Sinamon i Pulsar-40, koji su primenjeni u maksimalno preporučenim i dvostruko većim količinama. Ogled je postavljen po tipu potpunog sličajnog blok sistema u četiri ponavljanja. Ocene ispoljenih efekata obavljene su 14 i 35 dana nakon primene imazamoksa (merenje visine biljaka, a u drugoj oceni i procena inhibicije cvetanja), kao i u vreme zrenja (vizuelna ocena). U prvoj oceni, osim jasne hloroze, utvrđeno je izrazito supresivno delovanje imazamoksa na biljke graška (smanjenjem rasta koje je u proseku iznosilo 12,03%, odnosno 52,47% za tretmane sa primenom imazamoksa u količini od 48, odnosno 96 g a.s./ha, tim redom). U drugoj oceni, prosečna inhibicija rasta iznosila je 8,54, odnosno 36,29% za primenjene tretmane imazamoksa, a utvrđena je i inhibicija (tačnije kašnjenje) cvetanja. U vreme zrenja nije bilo vizuelnih razlika u porastu biljaka, ali je zapaženo kašnjenje u zrenju, koje je značajnije bilo izraženo u tretmanu sa primenom veće količine imazamoksa.

Ključne reči: imazamoks, zemljišni herbicidi, fitotoksičnost, zrenje

UVOD

U Srbiji se grašak gaji na oko 13.000 ha sa tendencijom povećanja setvenih površina u poslednjih nekoliko godina. U proseku se ostvaruju prinosi od 2 do 8 t/ha (mlado zrno). Najveće površine pod graškom nalaze se u Banatu (zbog povoljnih uslova), jer ova biljka dobro uspeva u uslovima vlažne i prohladne klime, pri optimalnim temperaturama za rast i razviće od 8 do 24°C.

Grašak je biljka kratkog vegetacionog perioda: od nicanja do berbe prođe od 60 – preko 70 dana u zavisnosti od toga da li se gaje rane, srednje rane, srednje kasne ili kasne sorte. Na području Srbije najzastupljenija i najsigurnija, sa aspekta postizanja dobrih prinosa, je rano prolećna setva graška. Najbolje je usev zasnovati na ocednim zemljištima koja se lako suše, (setva može da se obavi na vreme) i koja su neutralne do blago kisele reakcije (pH 6-7). U proizvodnji graška preporučuje se obavezna osnovna obrada (jesenje oranje do 30 cm), a takođe i predsetvena priprema početkom februara.

Nega useva obuhvata tri mere koje se uvek moraju sprovoditi: uništavanje pokorice, suzbijanje korova i navodnjavanje (zbog slabog korena grašak teško podnosi sušu i mesečno mu je potrebno 60-70 litara po m² vode sve do berbe, pri čemu se u fazi cvetanja i rasta mahuna preporučuju male zalivne norme od oko 5 mm za povećanje relativne vlažnosti vazduha). U proizvodnji graška korovi su jedan od najznačajnijih faktora koji može dovesti do smanjenja prinosa i njegovog kvaliteta (Harker et al., 2001). U zavisnosti od prisutnih vrsta i njihove kompetitivne sposobnosti to smanjenje može biti od 20-40%. Redovno zalivanje, kao neophodna mera za uspešnu proizvodnju, doprinosi intenzivnijem naknadnom nicanju korova. Iz tih razloga primena zemljišnih herbicida (neophodnih da obezbede optimalne uslove usevu u najkritičnijim - ranim fazama razvoja) nije dovoljna, odnosno, neophodna je i primena folijarnih herbicida, kako bi se usev održao nezakorovljenim do potpunog sklapanja redova.

Imazamoks je herbicid iz grupe imidazolinona namenjen ranom post-em suzbijanju korova, pre svega u leguminoznim usevima (Carlson and Taylor, 1988; Nelson and Renner, 1998; Nelson et al., 1998; Blackshaw et al., 2000; Van Gessel et al., 2000). Biljke ga apsorbuju i korenom i preko lista, a treba ga primeniti kada su korovske biljke u fazi intenzivnog porasta (da nisu prekoračile preporučenu fazu razvoja). Herbicidno delovanje zasnovano je na inhibiciji enzima acetolaktat sintaze (ALS – EC4.1.3.18), koji katališe početne reakcije u biosintetskom putu aminokiselina valin, leucin i izoleucin (Shaner et al., 1984). Posebna vrednost primene imazamoksa ogleda se u rezidualnom delovanju onog dela primenjene količine koji dospe do zemljišta (bilo direktno, jer su gajene i prisutne korovske vrste još uvek malog porasta, bilo indirektno - spiranjem sa biljnih organa). Dužina rezidualnog delovanja uslovljena je perzistentnošću imazamoksa, a koja zavisi od prisutne populacije mikroorganizama,

sadržaja organske materije i gline, pH zemljišta, teksture, kao i temperature i sadržaja vlage (Ayeni et al., 1998; Cobucci et al., 1998; Bresnahan et al., 2002; Ball et al., 2003; Rood et al., 2012). Prema dosadašnjim istraživanjima imazamoks u zemljištu može perzistirati od 3 do 26 meseci, a utvrđene vrednosti poluživota variraju, zavisno od tipa i osobina zemljišta, kao i meteoroloških uslova nakon primene, u rasponu od 17 do 92 dana (Bauer and Calvet, 1999; Vischetti et al., 2002). Istraživanjima je utvrđeno da je adsorpcija imazamoksa u vlažnom zemljištu manja nego u suvom, što ga čini dostupnijim biljkama za usvajanje, pogotovu ako se ima u vidu činjenica da su imidazolinoni u zemljištu slabo pokretni, da se praktično ne ispiraju, već se zadržavaju u površinskom sloju (najčešće u prvih 10-15 cm dubine) (Mangels, 1991; Cobucci et al., 1998). Takođe, adsorpcija imazamoksa je sporija i manja u zemljištima sa višim pH vrednostima ($\text{pH} \geq 7$), što takođe doprinosi da veća količina ovog herbicida bude dostupna biljkama za usvajanje, naročito u prvih mesec dana nakon primene (Bresnahan et al., 2002; Aichele and Penner, 2005; Pannaci et al., 2006).

Imazamoks je selektivni herbicid za usev graška, kada se primenjuje sam, sa veoma dobrim spektrom delovanja na brojne širokolisne i neke travne korovske vrste (Harvey et al., 1995; Blackshaw, 1998; Ball, 2000; Yenish and Eaton, 2002). Izvesna oštećenja su, međutim, moguća i to rano u vegetaciji, u vidu hloroze mladog lišća koja je prisutna oko mesec dana nakon primene herbicida. U nepovoljnim uslovima zapaženo je kašnjenje cvetanja za oko 6-7 dana, kao i smanjenje broja mahuna po biljci, ali koje se nije statistički značajno razlikovalo od kontrole (Miller, 2003). Upravo zato se ne sme ignorisati verovatnoća od pojave oštećenja graška primenom imazamoksa, pa čak i opasnost od smanjenja prinosa.

U dostupnoj literaturi nema dovoljno podataka o uticaju prethodne primene zemljišnih herbicida na ispoljavanje selektivnosti imazamoksa. Treba imati u vidu da se u uslovima intenzivnog navodnjavanja produžava vreme aktivnosti zemljišnih herbicida, ali i omogućava imazamoksu da u biljke graška, osim preko lista, dospeva i preko korena i time poveća opasnost od ispoljavanja fitotoksičnosti zbog nemogućnosti biljaka da metabolišu usvojene herbicide.

Cilj ovog rada bio je utvrditi nivo i prihvatljivost ispoljenih simptoma oštećenja pri kombinovanoj primeni zemljišnih herbicida (pendimetalin+linuron) i folijarno primenjenog imazamoksa u usevu graška u realnim proizvodnim uslovima.

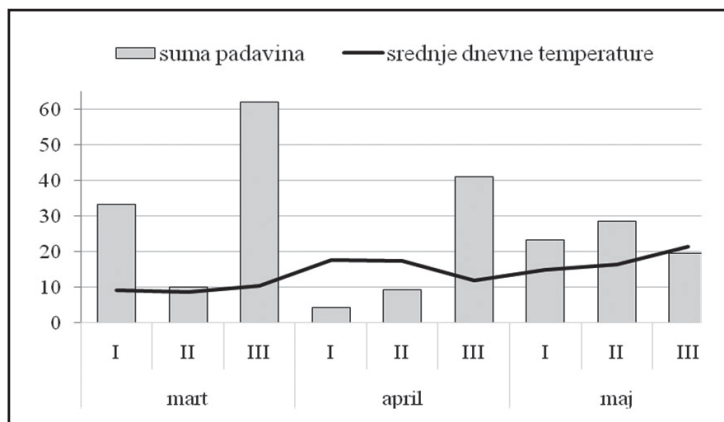
MATERIJAL I METODE

Tokom vegetacione sezone 2016. godine, na lokalitetu Sakule izveden je ogled selektivnosti kombinovane primene zemljišnih (pendimetalin+linuron) i folijarnog herbicida (imazamoks). Ogled je postavljen u realnim proizvodnim uslovima inten-

zivne ratarske proizvodnje na parceli lociranoj na 45°07'01,9" severne geografske širine, 20°33'12,8" istočne geografske dužine i na nadmorskoj visini od 84 m. Usev graška je zasnovan na zemljištu tipa praškasta ilovača (sadržaj peska 11,90%, praha 61,21% i gline 26,89%; sadržaj organskog ugljenika/humusa 2,3/3,95% i pH 7,2).

Setva graška (sorta Tiara) obavljena je 25.02.2016. u redove sa međurednim rastojanjem od 12,5 cm i rastojanjem u redu od 6-6,5 cm, i na dubini od 4 cm. Prime-na đubriva N:P:K (15:15:15) obavljena je 17.02.2016.godine, a utrošeno je 500 kg/ha. Odmah nakon setve obavljena je primena zemljišnih herbicida: 1320 g a.s./ha pen-dimetalina + 1000 g a.s./ha linurona (Pendistop – 4 l/ha+Linar – 2 l/ha). Zemljišni herbicidi primenjeni su na svim varijantama ogleda, uključujući i kontrolni tretman. Folijarni tretman je obavljen 04.04.2016. kada je usev bio u fazi II do III troliske primenom imazamoksa u količinama od 48 i 96 g a.s./ha (što odgovara količini preparata od 1,2 i 2,4 l/ha). Primenjeni tretmani odgovaraju maksimalno preporučenoj količini primene i dva puta većoj od maksimalno preporučene, a u skladu sa metodologijom ispitivanja selektivnosti prema EPP0/OEPP standardima. U ogledu su korišćene dve komercijalne formulacije imazamoksa: Sinamon i Pulsar-40. Ogled je postavljen po tipu potpunog slučajnog blok sistema u četiri ponavljanja.

Na proizvodnoj parceli bio je postavljen zalivni sistem, koji je, u zavisnosti od meteoroloških prilika, bio aktiviran da obezbedi usevu dovoljnu količinu zemljišne vlage. Prolećni deo vegetacije 2016. godine karakterisao se učestalom pojavom padavina, koja je pogodovala razvoju useva, ali i doprinela intenzivnom nicanju korova u dužem vremenskom periodu. Takođe, dovoljna količina vlage u zemljištu je obezbedila aktivaciju i dobro delovanje zemljišnih herbicida, kao i usvajanje iz zemljišta depozita imazamoksa koji je zaostao nakon folijarne primene. Osnovni meteorološki podaci prikazani su na grafikonu 1.

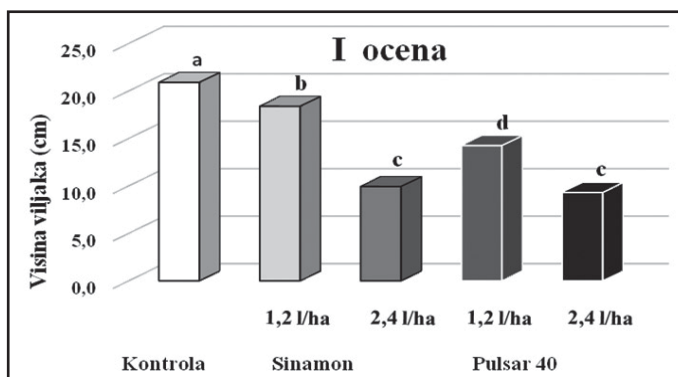


Grafik 1. Srednje dnevne temperature i sume padavina po dekadama (Sakule, 2016)

Ocene ispoljenih efekata obavljene su 14 i 35 dana nakon primene imazamoksa i obuhvatale su merenje visine biljaka, a u drugoj oceni i vizuelnu ocenu cvetanja. U vreme zrenja obavljena je samo vizuelna ocena useva. Podaci dobijeni merenjem visine biljaka obrađeni su primenom ANOVA-e, a LSD i t-testom je utvrđivano postojanje statistički značajnih razlika između primenjenih tretmana.

REZULTATI I DISKUSIJA

U prvoj oceni utvrđeno je izrazito supresivno delovanje imazamoksa u kombinaciji sa prethodno primenjenim zemljišnim herbicidima na biljke graška. Osim jasne hloroze, biljke su se karakterisale i smanjenjem rasta (Grafik 2). Inhibitorni efekat imazamoksa na porast graška prikazan je u tabeli 1.

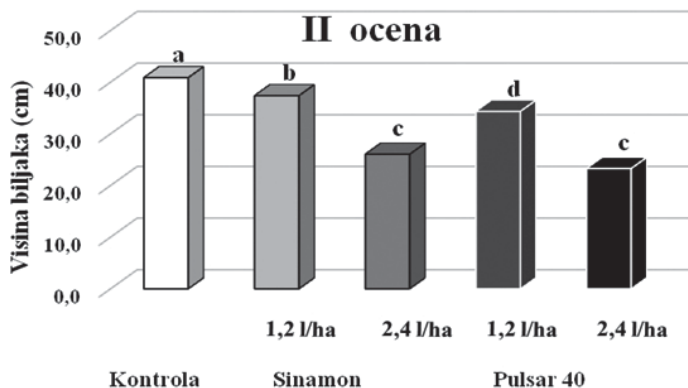


Grafik 2. Uticaj imazamoksa na rast biljaka graška (I ocena)
(tretmani obeleženi različitim slovima se međusobom statistički značajno razlikuju)

Tabela 1. Inhibitorno delovanje imazamoksa na biljke graška

Primenjeni tretmani	Inhibicije porasta biljaka graška, %		Inhibicija cvetanja, %
	I ocena	II ocena	
Sinamon 1,2 l/ha	12,3	8,54	26,25
Sinamon 2,4 l/ha	52,47	36,29	90,0
Pulsar-40 1,2 l/ha	31,85	15,97	53,75
Pulsar-40 2,4 l/ha	55,50	43,08	> 90

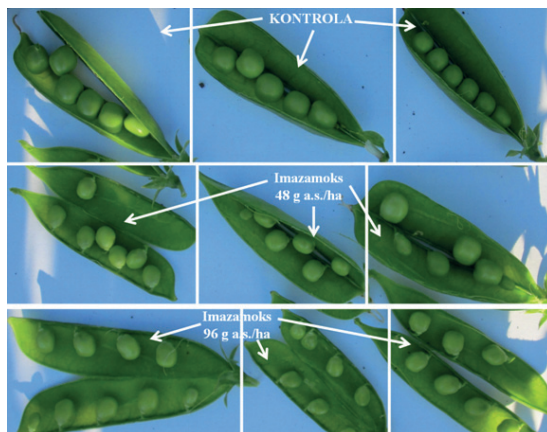
Analizom varijanse potvrđeno je postojanje statistički veoma značajnih razlika između svih primenjenih tretmana, izuzev dvostruko većih količina preparata Sinamon i Pulsar-40 (između ova dva tretmana nije bilo statistički značajnih razlika). U drugoj oceni, pored i dalje vidljive hloroze jasno se zapaža i neujednačeni porast biljaka (Grafik 3). Inhibicija rasta prikazana je u tabeli 1.



Grafik 3. Uticaj imazamoksa na rast biljaka graška (II ocena)
(tretmani obeleženi različitim slovima se međusobom statistički značajno razlikuju)

U drugoj oceni i dalje nema statistički značajnih razlika između tretmana (Sinamon i Pulsar-40) sa dvostruko većim količinama primene, dok je razlika između kontrole i primene Sinamon-a u količini 1,2 l/ha, kao i između obe komercijalne formulacije primenjene u maksimalno preporučenim količinama statistički značajna. Između svih ostalih tretmana i dalje su prisutne statistički veoma značajne razlike. Fitotoksično delovanje imazamoksa rezultiralo je i kašnjenjem cvetanja, koje je ocenjeno vizuelno i predstavljeno kao inhibicija cvetanja (Tabela 1).

U vreme zrenja nije bilo vizuelnih razlika u porastu biljaka, ali je zapaženo kašnjenje u zrenju, koje je značajnije bilo izraženo u tretmanu sa primenom veće količine imazamoksa. Manifestovalo se sitnijim, još nedovoljno razvijenim - nalivenim zrnima graška (Slika 1). Procena je da je na tim površinama zrenje kasnilo oko 15-20 dana u odnosu na kontrolu.



Slika 1. Uticaj imazamoksa na sazrevanje graška (orig.)

Grašak ispoljava visok nivo tolerantnosti prema imazamoksu (Harvey et al., 1995; Blackshaw, 1998; Ball, 2000; Yenish and Eaton, 2002), pogotovu ako se primena obavlja u ranijim fazama (prva do treća troliska), kada su oštećenja (ako se jave) blaga i prolazna i bez uticaja na prinos. Međutim, prethodna primena zemljišnih herbicida (pendimetalin+linuron) u uslovima navodnjavanja, koji sa jedne strane obezbeđuju duže delovanje navedenih herbicida, a sa druge strane utiču na sporiju i slabiju adsorptivnost imazamoksa (Bresnahan et al., 2002; Aichele and Penner, 2005) čineći ga dostupnijim biljkama za usvajanje, izazivaju veoma izraženu fitotoksičnost. Oštećenja koja se javljaju (hloroza i zastoj u porastu) prisutna su gotovo do zrenja, a evidentno je i značajno kašnjenje cvetanja i sazrevanja.

ZAKLJUČAK

Folijarna primena imazamoksa u grašku, u kome su prethodno primenjeni zemljišni herbicidi, rezultira izraženim simptomima fitotoksičnosti, a koji se manifestuju jasnom hlorozom i zaostajanjem u porastu. Ove promene su u direktnoj korelaciji sa količinom primene imazamoksa, ali su i prolaznog karaktera, tako da se do faze zrenja u potpunosti gube. Međutim, zapaženo je kašnjenje fenoloških faza u razvoju biljaka graška, odnosno cvetanja i sazrevanja.

Rezultati ovih istraživanja ukazuju na potrebu daljih ispitivanja u cilju preciznijeg utvrđivanja dužine kašnjenja (u danima) faze cvetanja i naročito zrenja (tenderometrijskom analizom). Takođe, da bi se u potpunosti sagledale sve opasnosti i rizici kombinovane primene zemljišnih herbicida i imazamoksa neophodno je, u daljim ispitivanjima, odrediti i sve parametra prinosa: broj mahuna po biljci, broj zrna po mahuni i prinos mladog zrna.

LITERATURA

Aichelle, T. M., Penner, D.: Adsorption, desorption and degradation of imidazolinones in soil. *Weed Technology*, 19, 154-159, 2005.

Ayeni, A. O., Majek, B. A., Hammerstedt, J.: Influence of soil type on activity of imazethapyr on maize. *Nigerian Journal of Weed Science*, 8, 19-25, 1998.

Ball, D. A.: Postemergence weed control in green pea. Oregon State University, Columbia Basin Ag Research Center, 2000. http://cbarc.aes.oregonstate.edu/sites/default/files/2000_pdf/00-201.pdf

Ball, D. P., Yennish, J. P., Alby III, T.: Effect of imazamox soil persistence on dryland rotational crops. *Weed Technology*, 17, 161-165, 2003.

Bauer, U., Calvet, R.: Fate of soil applied herbicides: experimental data and predic-

tors of dissipation kinetics. *Journal of Environmental Quality*, 28, 1765-1777, 1999.

Blackshaw, R. E.: Postemergence weed control in pea (*Pisum sativum*) with imazamox. *Weed Technology* 12, 64-68, 1998.

Blackshaw, R. E., Molnar, L. J., Muendel, H.-H., Saindon, G., Li, X.: Integration of cropping practices and herbicides improves weed management in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Technology*, 14, 327-336, 2000.

Bresnahan, G., Dexter, A., Koskinen, W., Lueschen, W.: Influence of soil pH-sorption interactions on the carry-over of fresh and aged soil residues of imazamox. *Weed Research*, 42, 45-51, 2002.

Carlson, S. J., Taylor, F.R.: Imazethapyr for annual weed control in edible beans and peas in the United States. *Proc. North Central Weed Cont. Conf.*, 43, 38, 1988.

Cobucci, T., Prates, H. T., Falco, C. L. M., Rezende, M. M. V.: Effect of imazamox, fomesafen and acifluorfen soil residues on rotational crops. *Weed Science*, 46, 258-263, 1998.

Harker, K. N., Blackshaw, R. E., Clayton, G. W.: Timming of weed removal in field pea (*Pisum sativum*). *Weed Technology*, 15, 277-283, 2001.

Harvey, R. G., Albright, J. W., Anthon, T. M., Kutil, J. L.: Annual weed control in canning peas. *Proc. N. Cent. Weed Sci. Soc.* 52, 16-17, 1995.

Mangels, G.: Behavior of the imidazolinone herbicides in soil – a review of the literature. In: *The imidazolinone herbicides* (Shaner, D.L., O'Connor, S. L., Eds.), CRC Press, Boca Raton, FL, 191-209, 1991.

Miller, T. W.: Effect of several herbicides on green pea (*Pisum sativum*) and subsequent crops. *Weed Technology*, 17, 731-737, 2003.

Nelson, K. A., Renner, K. A.: Weed control in wide- and narrow-row soybean (*Glycine max*) with imazamox, imazethapyr and CGA-277476 plus quizalofop. *Weed Technology*, 12, 137-144, 1998.

Nelson, K. A., Renner, K. A., Penner, D.: Weed control in soybean (*Glycine max*) with imazamox and imazethapyr. *Weed Science*, 46, 587-594, 1998.

Pannacci, E., Onofri, A., Covarelli, G.: Biological activity, availability, and duration of phytotoxicity for imazamox in four different soils of central Italy. *Weed Research*, 46, 243-250, 2006.

Rood, J., Campbell, J., Till, D., Ball, D., Bennet, L., Yenish, J., Nelson, J., Rood, R., Shafii, B., Price, W.: Tillage affects imazamox carryover in yellow mustard. *Weed Technology*, 26, 308-315, 2012.

Shaner, D. L., Anderson, P. C., Stidham, M. A.: Imidazolinones, potent Inhibitors of Acetohydroxyacid Synthase. *Plant Physiology*, 76, 545-546, 1984.

Van Gessel, M. J., Monks, D. W., Johnson, Q. R.: Herbicides for potential use in lima bean (*Phaseolus lunatus*) production. *Weed Technology*, 14, 279-286, 2000.

Vischetti, C., Casucci, C., Perucci, P.: Relationship between changes of soil microbial biomass content and imazamox and benfluralin degradation. *Biology and Fertility of Soils*, 35, 13-17, 2002.

Yenish, J. P., Eaton, N. A.: Weed control in dry pea (*Pisum sativum*) under conventional and no-tillage systems. *Weed Technology*, 16, 88-95, 2002.

Phytotoxicity of foliary applied imazamox in combination with soil herbicides for pea

Katarina Jovanović-Radovanov, Milena Jovanović

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni Fakultet Nemanjina 6, 11080 Beograd - Zemun

*email: katarinajr@agrif.bg.ac.rs

SUMMARY

The selectivity trial of combined application of soil herbicides (pendimethalin and linurone) and foliar herbicide (imazamox) was conducted in Sakule during vegetation season in 2016. Two commercial formulations of imazamox were used: Sinamon and Pulsar-40, both applied at maximum recommended doses and twice the recommended doses. The experiment was laid out in complete randomized block design, with four replications. Phytotoxicity assessments were performed 14 and 35 days after imazamox application (plants height measurement, and flowering inhibition in 2nd assessment) and at harvest time (visual assessment). In 1st assessment, except of obvious chlorosis, the highly suppressive effect of imazamox on plants was recorded (the average height reductions were 12.3 and 52.47% for imazamox treatments of 48 and 96 g a.i./ha, respectively). In 2nd assessment the average growth reductions were 8.54 and 36.29% for treatments applied. There was also very obvious flowering reduction (to be exact in form of delay). At the ripening time there were no visual differences in plants height, but there were significant ripening delay, especially in treatments with doubled doses of imazamox applied.

Keywords: imazamox, soil herbicides, phytotoxicity, ripening