

Uticaj upotrebe atrazina na količinu različitih oblika azota u zemljištu

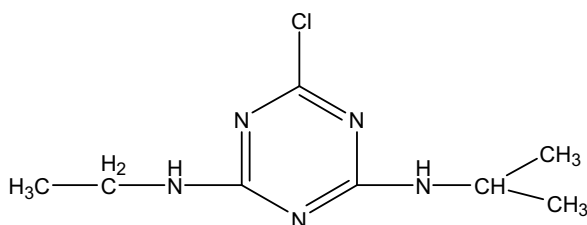
Ispitan je uticaj upotrebe triazinskog pesticida atrazina na količinu različitih oblika neorganskog azota (amonijačni – NH_4^+ , nitratni – NO_3^- i nitritni – NO_2^-) kao i količinu ukupnog azota u zemljištu. Ispitivanje je izvršeno na četiri parcele, od kojih su tri tretirane atrazinom različitim koncentracijama, dok četvrta, kontrolna, nije tretirana. Neorganski azot je određen direktnom destilacionom metodom, a ukupni metodom po Kjeldalu. Utvrđeno je da atrazin smanjuje količinu amonijskog, dok povećava sadržaje nitritnog i nitratnog azota u tretiranim uzorcima. Takođe je nađeno da atrazin ne utiče na količinu ukupnog azota u uzorcima. Pošto je već dokazan uticaj atrazina na mikroorganizme u zemljištu (Janjić V. 1996. Triazinski pesticidi. Beograd: Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbije), pretpostavlja se da on, u datim eksperimentalnim uslovima, deluje proaktivaciono na bakterije koje učestvuju u kruženju azota u prirodi tako što povećava prevođenje organskog azota u neorganski oblik. Postavlja se pitanje kakve su posledice ovakvog dejstva atrazina. Da bi se došlo do tačnog mehanizma proaktivacionog dejstva atrazina na nitrifikacione bakterije potrebno je sprovesti detaljnija istraživanja.

Uvod

Azot je jedan od najvažnijih biogenih elemenata. U zemljištu se nalazi u organskom i neorganskom obliku. Veći deo azota (oko 90%) je u organskom obliku. S druge strane, biljke asimiliraju neorganske oblike azota (amonijačni – NH_4^+ , nitratni – NO_3^- i nitritni – NO_2^-) koji se nazivaju pristupačni azot zemljišta i ključni su za plodnost tla (Jakovljević 1985). Nitrifikacione bakterije zauzimaju važno mesto u kruženju azota u prirodi. To su bakterije roda *Nitrosomonas*, koje oksiduju amonijačni azot do nitrata, i *Nitrobacter*, koje oksiduju nitrite do nitrata (Petrović *et al.* 1999). Pesticidi mogu da utiču na veliki broj mikroorganizama u zemljištu, i to na različite načine, u zavisnosti od hemijske strukture pesticida, kao i vrste i starosti organizama (Janjić 1996), pa je pretpostavka da na taj način, posredno, mogu da utiču i na količinu prisutnih oblika azota u zemljištu.

Igor Pašti (1984), Sombor, Save Kovačevića 23a, učenik 4. razreda Gimnazije "Veljko Petrović" u Somboru

Atrazin (2-hlor-4-etilamino-6-izopropilamino-1, 3, 5-triazin, slika 1) je jedan od najčešće korišćenih triazinskih pesticida. Spada u III grupu otrova (Janjić 1996), a dokazano je i njegovo mutageno i fitotoksično dejstvo (Marinković *et al.* 2001). Pored toga, dokazan je uticaj atrazina na količinu izdvojenog ugljenik(IV)oksida (CO₂) iz zemljišta, kao i količinu kiseonika (O₂) koju ono usvaja, što potvrđuje njegov uticaj na mikroorganizme u zemljištu. Treba pomenuti da jedan od osnovnih načina razgradnje atrazina u tlu predstavlja razgradnja mikroorganizmima, pri čemu, kao intermedijeri na putu do konačnih proizvoda, nastaju biološki aktivna heterociklična jedinjenja (amelin, amelid, cijanurova kiselina i dr.) (Janjić 1996). Kao takav, atrazin predstavlja pogodan objekat za ispitivanje interakcije pesticida sa životnom sredinom.



Slika 1.
Strukturna formula atrazina

Figure 1.
Structure formula of atrazine

Cilj ovog istraživanja je da se ispita uticaj upotrebe atrazina na količinu ukupnog i različitih oblika neorganskog azota u zemljištu.

Materijal i metode

Istraživanje je izvršeno na četiri parcele dimenzija 2×2 m, koje su pre postavljanja eksperimenta očišćene od rastinja i prekopane. Tri parcele su tretirane atrazinom (Atrazin-SC, tehničke čistoće 96%, "Galenika" Zemun) različitih koncentracija (0,4, 0,9 i 1,5 cm³ atrazina na litar vode, uz utrošak vode 0,5 dm³ po kvadratnom metru), dok četvrta, kontrolna, nije tretirana atrazinom. Za vreme trajanja eksperimenta parcele su bile natkrivene najlonskom folijom na visini od 50 cm, a svakih 7 dana su zalivane vodom u količini od 10 dm³/m² zemljišta. Uzorci zemljišta su uzeti pre i posle tretiranja parcela atrazinom (nakon 70 dana). Sa svake parcele je uzeto 20 uzoraka koji su nakon sušenja usitnjeni i homogenizovani, tako da je uzorak sa jedne parcele predstavljao srednju probu (Jakovljević *et al.* 1985). U ovako pripremljenim uzorcima određen je amonijačni, nitratni, nitritni, kao i ukupni azot.

Amonijačni, nitratni i nitritni azot su određeni direktnom destilacionom metodom. Metoda je zasnovana na prevođenju određenih oblika neorganskog azota iz uzorka u amonijak koji se potom destiluje vodenom parom. Destilovani amonijak iz probe je volumetrijski određen sumpornom kiselinom (H₂SO₄) koncentracije 0,01 mol/dm³, a zatim je sadržaj amonijačnog,

nitratnog i nitritnog azota preračunat na jedan gram uzorka (Jakovljević *et al.* 1985). Ukupni azot je određen metodom po Kjeldalu u Institutu "Tamiš" u Pančevu.

Rezultati i diskusija

Direktnom destilacionom metodom dobijeni su sledeći rezultati za sadržaje amonijačnog, nitratnog i nitritnog azota u ispitivanim uzorcima (tabela 1):

Tabela 1. Sadržaji neorganskog azota u uzorcima pre i nakon tretiranja atrazinom

Koncentracija atrazina (cm^3 na dm^3 vode)	Udeo neorganskog azota [$\mu\text{g/g}$]					
	Pre tretiranja atrazinom			Nakon tretiranja atrazinom		
	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-
0 (kontrola)	46 \pm 4	48 \pm 6	18 \pm 5	46 \pm 4	48 \pm 6	18 \pm 5
0.4	46 \pm 4	48 \pm 6	18 \pm 5	42 \pm 4	48 \pm 6	27 \pm 5
0.9	46 \pm 4	48 \pm 6	18 \pm 5	32 \pm 4	132 \pm 6	31 \pm 5
1.5	46 \pm 4	48 \pm 6	18 \pm 5	32 \pm 4	144 \pm 6	49 \pm 5

U uzorcima uzetim pre tretiranja atrazinom na sve četiri parcele su jednaki sadržaji amonijačnog, nitratnog i nitritnog azota. S druge strane, vrednosti za sadržaje istih parametara u uzorcima nakon tretiranja pokazuju izvesna odstupanja. Za kontrolnu parcelu nema promene nijednog parametra, što je bilo očekivano i može se objasniti održanjem prirodne ravnoteže između ova tri oblika neorganskog azota u zemljištu. Međutim, na parcelama tretiranim atrazinom došlo je do poremećaja ove ravnoteže i do promene odnosa između amonijačnog, nitratnog i nitritnog azota.

Sa povećanjem koncentracije atrazina dolazi do pada sadržaja amonijačnog azota u zemljištu sa 46 na 32 $\mu\text{g/g}$ zemljišta. Istovremeno sa padom sadržaja amonijačnog azota dolazi do skoro linearnog povećanja sadržaja nitrita (od 18 do 49 $\mu\text{g/g}$) i do naglog porasta sadržaja nitrata (od 48 do 144 $\mu\text{g/g}$ uzorka). Takođe se uočava povećanje ukupnog sadržaja neorganskog azota u zemljištu usled povećanja koncentracije atrazina.

Rezultati dobijeni za sadržaj ukupnog azota su analizirani Studentovim t-testom (Simonović 1991) i nije utvrđena statistički značajna razlika ni za jedan uzorak (analizirani su sadržaji pre i nakon tretiranja atrazinom). Dobijeni rezultati za sadržaj ukupnog azota (u procentima mase uzorka) dati su u tabeli 2.

Tabela 2. Sadržaji ukupnog azota u uzorcima pre i nakon tretiranja atrazinom

Koncentracija atrazina (cm ³ na dm ³ vode)	Udeo ukupnog azota (u procentima mase uzorka)			
	pre tretiranja atrazinom		nakon tretiranja atrazinom	
	sadržaj	SD	sadržaj	SD
0 (kontrola)	0.28	0.01	0.27	0.01
0.4	0.28	0.01	0.28	0.04
0.9	0.28	0.04	0.27	0.01
1.5	0.28	0.04	0.27	0.02

Pošto nema statistički značajne promene sadržaja ukupnog azota u ispitivanim uzorcima, na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da atrazin povećava prevođenje organskog azota u neorganske oblike. Kako zemljište predstavlja veoma složen ekološki sistem tačan mehanizam ovog dejstva atrazina ostaje nepoznat. Atrazin bi mogao da utiče na količinu neorganskog azota u zemljištu preko nitrifikacionih bakterija koje učestvuju u kruženju azota u prirodi. U okviru ove pretpostavke, a na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da atrazin, u datim uslovima, povećava njihovu aktivnost, kao i da je taj uticaj najveći kod bakterija roda *Nitrobacter*, koje oksiduju nitrite do nitrata.

Jedno od pitanja koja se postavljaju iz ovog istraživanja je da li ovo dejstvo atrazina zavisi i od vremena izloženosti zemljišta atrzinu i kako, pošto je analiza sadržaja azota u zemljištu izvršena samo nakon 70 dana. Takođe je pitanje da li sam atrazin ima aktivirajuće dejstvo na nitrifikacione bakterije, ili se to dejstvo može pripisati produktima njegovog raspada. Samo povećanje količine neorganskih oblika azota u zemljištu poboljšava uslove za gajenje biljnih kultura, ali se ne smeju zaboraviti negativne posledice korišćenja pesticida (zagađenje, uticaj na zdravstveno stanje ljudi i dr.). Potrebno je zapitati se kakve posledice povlači za sobom povećanje količine neorganskog azota u tlu, usled složenosti odnosa između žive i nežive prirode, što bi odgovorilo na pitanje da li je i koliko ono zaista povoljno.

Zaključak

Ovim eksperimentom je pokazan očigledan je uticaj atrazina na količinu različitih oblika neorganskog azota u zemljištu. Kako nema značajne promene u sadržaju ukupnog azota, dobijeni rezultati ukazuju na to da atrazin, u uslovima koji su vladali u eksperimentu, povećava prevođenje organskog azota u neorganski oblik. On povećava sadržaje nitritnog

i nitratnog, kao i ukupnog neorganskog azota, dok smanjuje sadržaj amonijačnog azota. Postavlja se pitanje kako atrazin utiče na odnos neorganskih oblika azota, kao i na povećanje ukupne količine neorganskog azota u zemljištu. Kako je već dokazan njegov uticaj na mikroorganizme u zemljištu, jedan od mogućih načina uticaja je putem mikroorganizama koji učestvuju u kruženju azota u prirodi. Za tačno utvrđivanje mehanizma ovog dejstva atrazina potrebno je sprovesti podrobnija istraživanja. Ovim se otvaraju nove mogućnosti ispitivanja interakcije ne samo atrazina, već i velikog broja drugih pesticida sa elementima žive prirode sa kojima dolaze u dodir, kao i ispitivanje opravdanosti njihove upotrebe.

Zahvalnost. Mr Dušanki Brojanoski, istraživaču, rukovodiocu laboratorije Instituta "Tamiš", za analize sadržaja ukupnog azota i gđin-u Viktoru Despotoviću, za pomoć oko prevoda na engleski jezik

Literatura

Jakovljević M., Pantović M., Blagojević S. 1985. *Praktikum iz hemije zemljišta i voda*. Beograd-Zemun: Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

Janjić V. 1996. *Triazinski pesticidi*. Beograd: Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija

Marinković D., Janković M., Đuričić B. 2001. *Biologija za IV razred gimnazije prirodno-matematičkog smera*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva

Petrović V., Pašić M., Čulafić Lj., Cvijić G. 1999. *Biologija za III razred gimnazije prirodno-matematičkog smera*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva

Simonović V. 1991. *Uvod u teoriju verovatnoće i matematičku statistiku*. Beograd: Građevinska knjiga

Igor Pašti

Influence Atrazin Usage on Quantity of Different Forms of Nitrogen in Soil

Nitrogen is one of the most important biogen elements. There are two forms of nitrogen in soil: organic and inorganic. Plants can use only inorganic nitrogen, so its presence is vital for soil fertility (Jakovljević *et al.* 1985). There are certain microorganisms (nitrification bacteria *Nitrosomonas* and *Nitrobacter*) that take part in nitrogen circling. Their function is to transform organic nitrogen into inorganic (Petrović *et al.* 1999). Atrazin (2-chloro-4-ethylamino-6-izopropylamino-1, 3, 5-tryazin) is one of

the most frequently used pesticides. On the other hand, it has been proved that atrazin influences many microorganisms in soil (Janjić 1996). Our assumption is that atrazin exerts influence on the mentioned microorganisms and, in a certain way, on the quantity of inorganic nitrogen species.

The aim of this project is to investigate the influence of the pesticide atrazin on the quantity of different inorganic nitrogen species (ammonia – NH_4^+ , nitrate – NO_3^- and nitrite – NO_2^-) and the quantity of total nitrogen in soil.

The investigation was carried out on four parcels sized 2×2 m. Three of them were treated with different concentrations of atrazin (4, 9 and 15 cm^3 per one liter of water, respectively; Atrazin-SC, technical purity 96%, “Galenika” Zemun), while the fourth (control parcel) was not treated. Inorganic nitrogen was determined by the direct distillation method, which is based on the transforming of certain inorganic nitrogen forms into ammoniac, and its determination by volumetric analysis with sulfuric acid (H_2SO_4 concentration 0.01 mol/dm^3) (Jakovljević *et al.* 1985). Total nitrogen was determined using the Kjeldahl’s method in the “Tamiš” Institute in Pančevo.

It was found that atrazin decreases the quantity of the ammonia nitrogen in treated samples, while it increases the contents of the nitrate and nitrite nitrogen. The results for the quantity of total nitrogen were analyzed by Student’s t-test (Simonović 1991), but no important statistical difference was found, so it can be concluded that atrazin has no influence on quantity of total nitrogen in treated samples.

Since the influence of atrazin on microorganisms in soil has already been proved (Janjić 1996), and since no influence on the quantity of total nitrogen has been found, it is our hypothesis that atrazin, in the conditions of this experiment, has a proactive effect on microorganisms that take part in the circling of nitrogen. This effect is followed by an increase of transformation of organic nitrogen into inorganic. There is also the dilemma as to whether this effect is in correlation with the time of exposition of soil to atrazin and, if so, in which way. What the consequences of this effect are is questionable. The determination of the correct mechanism of this effect of atrazin requires more detailed researches.

