

BROJNOST I ZNAČAJ AKTINOMICETA U ZEMLJIŠTU U FAZI FIZIOLOŠKE ZRELOSTI ZRNA KUKURUZA (*Zea mays* L.)

Ljubica Šarčević¹, Todosijević¹, Ljubiša Živanović², Bojana Petrović¹,
Tatjana Marinković¹, Vera Popović³

Izvod: U ovom radu, određena je brojnost aktinomiceta, veoma raznovrsne grupe mikroorganizama, koja učestvuje u transformaciji zemljišne organske materije, u zavisnosti od tipa zemljišta, količine primenjenog azotnog (N) đubriva i načina obrade zemljišta. U fazi fiziološke zrelosti zrna kukuruza, utvrđena je veća brojnost aktinomiceta u černozemu, pod usevom kukuruza, kao i stimulatívni efekat azota.

Ključne reči: zemljište, aktinomicete, azot, kukuruz.

Uvod

U zemljištu žive različite grupe mikroorganizama, čija brojnost, biomasa i enzimatska aktivnost, predstavljaju najznačajnije pokazatelje plodnosti zemljišta (Jarak i sar., 2005). Mikroorganizmi koji učestvuju u procesima kruženja materije u zemljištu, uglavnom obuhvataju aerobne, anaerobne i fakultativno anaerobne bakterije i gljive (Simić, 1989; Jakovljević i Kresović, 2005). Utvrđivanje brojnosti aktinomiceta, može poslužiti kao indikator plodnosti zemljišta. Filogenetski, aktinomicete pripadaju grupi *Gram* - pozitivnih bakterija. Većina organizama ove grupe poseduje zajednička svojstva; štapićastog su do končastog oblika, aerobni organotrofi i uglavnom nepokretni u vegetativnoj fazi (Madigan et al., 1997). Postoje jednostavni oblici aktinomiceta, koji ne stvaraju micelijum, široko su rasprostranjeni u zemljištu i razvijaju se u obliku mikrokolonija, složenih parenhimatoznom masom ćelija, koje su često obojene crnom bojom. Aktinomicete sa razvijenim micelijumom od razgranatih hifa, imaju građu analognu eukariotskim gljivama, ali sa mnogo tanjim prokariotskim hifama, koje sadrže mnogo nukleoida i nisu uvek podeljene na posebne ćelije. To su zemljišni mikroorganizmi, prilagođeni na rast u relativno sušnim uslovima, sa izraženom hidroliznom aktivnošću prema različitim polimerima, a naročiti hitinoliznom aktivnošću na izumrlom gljivičnom supstratu (Đukić i Đorđević, 2004). Pored ogromne uloge koju imaju u biogeohemijskim ciklusima kruženja materije u biosferi (Odum, 1972), aktinomicete su objekat intenzivnih istraživanja u biotehnologiji zbog sposobnosti sinteze antibiotika, čija se približno polovina produkuje od strane mikroorganizma ove grupe. Navedena sposobnost nesumnjivo osigurava ovoj grupi organizama i veću konkurentnost u prirodi (Đukić i Đorđević, 2004). Sa aspekta sanitarne mikrobiologije zemljišta, značajno je napomenuti da neke od aktinomiceta zemljišta poseduju patogena svojstva. Aktinomikozna oboljenja se relativno retko sreću, a izvor infekcije su

¹Visoka zdravstveno-sanitarna škola strukovnih studija "Visan", Tošin bunar, 7a, Zemun, Beograd, Srbija (ljzarcevic@gmail.com);

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun, Beograd, Srbija;

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog, 30, Novi Sad, Srbija.

zemljište i vegetacija zagađeni prašinom (Đukić i sar., 2011). Antropogeni uticaji na mikrobne cenoze i plodnost zemljišta su veoma izraženi, pri čemu je primena azotnih đubriva jedan od najznačajnijih faktora (Albinska et al., 2002; Popović, 2010; Živanović et al; 2012; Glamočlija i sar., 2015; Popović et al., 2017).

U ovom radu, određivana je brojnost aktinomiceta u zemljištima tipa černoze i gajnjača, u fazi fiziološke zrelosti zrna kukuruza, na različitim koncentracijama primenjenog azotnog đubriva na ugaru i pod usevom kukuruza.

Materijal i metod rada

Istraživanja uticaja tipa zemljišta i količine azota na brojnost aktinomiceta, obavljena su na dva lokaliteta, i to: istočni Srem (Institut za kukuruz „Zemun Polje“) i centralna Šumadija (Rača Kragujevačka). Poljski mikroogledi izvedeni su metodom razdeljenih parcela (split plot), u četiri ponavljanja. Istraživanjem su bila obuhvaćena sledeća tri faktora:

1. tip zemljišta (A):
 A_1 – černoze (Zemun Polje),
 A_2 – gajnjača (Rača Kragujevačka);
2. količina azota (B):
 B_1 – kontrola (bez đubrenja),
 $B_2 - P_{90} K_{60} N_{30} \text{ kg ha}^{-1}$ (osnova, fon),
 $B_3 - P_{90} K_{60} N_{60} \text{ kg ha}^{-1}$,
3. način korišćenja zemljišta (C):
 C_1 – ugar, C_2 – usev
 $B_4 - P_{90} K_{60} N_{120} \text{ kg ha}^{-1}$,
 $B_5 - P_{90} K_{60} N_{180} \text{ kg ha}^{-1}$;

Primenjena agrotehnika na ogledima bila je standardna, kao za redovnu proizvodnju kukuruza. Mikrobiološkim analizama utvrđena je brojnost aktinomiceta. Aktinomicete su mikroorganizmi koji relativno sporo rastu. Izdvajaju se na podlogama sa skrobom i /ili glicerinom, pri visokom odnosu ugljenika prema azotu (Đukić i Đorđević, 2004). Uzorci zemljišta uzeti su (pod usevom kukuruza i na ugaru) sa dubine do 30 cm u fazi fiziološke zrelosti zrna kukuruza. Brojnost aktinomiceta (10^{-4}) određena je standardnom indirektnom metodom zasejavanja razređenih uzoraka zemljišta na selektivnu hranjivu podlogu skrobno-amonijačni agar, a zasejani uzorci su potom inkubirani na 28°C (Knežević-Vukčević i Simić, 1999; Đukić i Mandić, 2003). Brojnost je izražena na g apsolutno suvog zemljišta. Rezultati istraživanja su obrađeni metodom deskriptivne statistike.

Tabela 1. Hemijski sastav hranjive podloge skrobno-amonijačni agar
 Table 1. Chemical composition of nutritious substratum of starch-ammonia agar

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2,0 g
K_2HPO_4	1,0 g
MgSO_4	1,0 g
NaCl	1,0 g
CaCO_3	1,0 g
Skrob, Starch	10, 0 g
Agar	20,0 g
Destilovana voda, Distilled water	1000 ml

Rezultati istraživanja i diskusija

Aktinomicete predstavljaju grupu *Gram*-pozitivnih, morfološki veoma raznovrsnih bakterija. Brojne su u mikroflori zemljišta i imaju značajnog udela u transformaciji zemljišne organske materije. Iako pripadaju grupi mikroorganizama otpornih na sušu, veća količina padavina i povećanje vlažnosti zemljišta u fazi zrenja biljke, kao i visok sadržaj zaliha organske materije u ekosistemu, uzrokuju proliferaciju aktinomiceta (Madigan et al., 1997; Đukić i sar., 2007).

Brojnost aktinomiceta u černozemu Zemun Polja, kretala se od $0,1 - 17,7 \times 10^4 \text{ g}^{-1}$, a u gajnjači na lokalitetu Rača Kragujevačka od $2,1 - 9,0 \times 10^4 \text{ g}^{-1}$. Analizom varijanse je utvrđeno da su na brojnost aktinomiceta veoma značajno uticali svi ispitivani faktori i njihove interakcije (tabela 2).

Tip zemljišta delovao je veoma značajno na brojnost aktinomiceta. U fazi fiziološke zrelosti zrna, statistički vrlo značajno veća brojnost aktinomiceta utvrđena je u černozemu (tabela 2). Hemijska svojstva černozema uslovljena su njegovim bogatstvom u humusu i mineralnoj glini, kreču i adsorbovanom kalcijumu, zahvaljujući čemu je pH reakcija zemljišta neutralna. Izrazito veća brojnost aktinomiceta na černozemu, može se tumačiti činjenicom da aktinomicete spadaju u grupu mikroorganizama koji imaju izražen pH preferencijal prema baznim pH vrednostima. Istraživanja na više tipova zemljišta i lokacija, ukazuju da je i opšta biogenost najveća u černozemu, zatim ritskoj crnici, dok su najniže vrednosti utvrđene u pseudogleju i smonici (Milošević and Govedarica, 1997).

Na brojnost aktinomiceta značajno su uticale primenjene količine azota. Uočen je izražen efekat stimulacije azota. Najveća brojnost aktinomiceta u odnosu na kontrolu, uočena je u varijanti primene 120 kg N ha^{-1} ($17,7 \times 10^4 \text{ g}^{-1}$), uz statistički veoma značajne razlike. Ostale primenjene količine azota, takođe su delovale stimulatивно na brojnost aktinomiceta (tabela 2).

U studiji Epanchinov-a (1975), proliferacija aktinomiceta na černozemu pod usevom kukuruza, povećala se u varijanti primene $\text{N}_{30} \text{ kg ha}^{-1}$ u fazi 3-4 lista kukuruza. U kasnijim fazama razvika biljke, slična tendencija je uočena i nakon primene većih količina azota đubriva (N_{60} , $\text{N}_{120} \text{ kg/ha}$).

Đorđević (1998) navodi da primenjena mineralna đubriva na černozemu pod usevom kukuruza nisu uticala značajno na brojnost aktinomiceta u odnosu na kontrolu, ali je veća brojnost utvrđena u varijanti sa primenom veće količine NPK đubriva.

Na osnovu rezultata dvogodišnjih istraživanja, Šarčević (2010) i Šarčević et al., (2016), ističu da su primenjene rastuće količine azota đubriva uglavnom povećale brojnost ove grupe mikroorganizama.

Analizom varijanse je utvrđeno da je način korišćenja zemljišta (ugar ili usev) delovao značajno na brojnost aktinomiceta. U fazi fiziološke zrelosti zrna kukuruza, utvrđena je visoko signifikantno veća brojnost aktinomiceta pod usevom kukuruza (tabela 2).

Najaktivniji odnosi između biljaka i mikroorganizama uspostavljaju se u rizosferi, koja predstavlja interakciju zemljišta, biljke i mikroorganizama, odnosno zonu intenzivne mikrobiološke aktivnosti (Cvijanović, 2002).

Tabela 2. Uticaj tipa zemljišta, količine azota i načina korišćenja zemljišta na brojnost aktinomiceta ($10^4 g^{-1}$) u fazi fiziološke zrelosti zrna kukuruza
 Table 2. The influence of soil type, quantity of nitrogen and the manner of using soil on the number of actinomycetes ($10^4 g^{-1}$) in the stage of physiological corn kernel maturity

Tip zemljišta (A) Soil type (A)	Količina azota (B) Quantity of nitrogen (B)	Način korišćenja zemljišta (C) The manner of using soil (C)		Prosek AB Average AB	Indeks (%) Index (%)		
		Pod ugarom "Ugar"	Pod usevom "Under crop"				
Černozem "Cernozem"	Kontrola Control	3,7	0,1	1,9	28,8		
	PKN _{fon}	7,5	5,6	6,6	100,0		
	PKN _{phon}	0,1	6,5	3,3	50,0		
	PKN ₆₀	9,3	17,7	13,5	204,5		
	PKN ₁₈₀	5,1	7,2	6,2	93,9		
	Prosek AC Average AC	5,4	7,4	6,3	-		
	Indeks (%) Index (%)	100,0	137,0	-	100,0		
Gajnjača "Gajnjaca"	Kontrola Control	3,1	4,0	3,4	82,9		
	PKN _{fon}	2,2	5,9	4,1	100,0		
	PKN _{phon}	4,5	9,0	6,8	165,9		
	PKN ₆₀	6,4	7,0	6,7	163,4		
	PKN ₁₈₀	5,3	2,1	3,7	90,2		
	Prosek AC Average AC	4,3	5,6	5,0	-		
	Indeks (%) Index (%)	100,0	130,2	-	79,4		
Prosek BC Average BC	Kontrola Control	3,4	2,1	2,7	50,9		
	PKN _{fon}	4,9	5,8	5,3	100,0		
	PKN _{phon}	2,3	7,8	5,0	94,3		
	PKN ₆₀	7,9	12,4	10,1	190,6		
	PKN ₁₈₀	5,2	4,7	4,9	92,5		
	Prosek C Average C	4,7	6,5	5,6	-		
Indeks (%) Index (%)	100,0	138,3	-	-			
L S D	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
0,05	0,61	1,30	0,72	2,06	2,17	1,94	3,57
0,01	0,83	1,82	0,97	3,13	3,21	2,94	5,54

Paul and Clark (1996) navode da je u rizosferi od deset do pedeset puta veća zastupljenost mikroorganizama, a povećana brojnost mikroorganizama uslovljava i veću enzimatsku aktivnost (Jarak i sar., 2005). Mikroorganizmi u toku svojih metaboličkih procesa izlučuju u spoljašnju sredinu raznovrsne biotičke materije, kao što su vitamini, auksini, aminokiseline i dr., što direktno utiče na biljke, njihovo rastenje i razviće, proces fotosinteze, otpornost prema bolestima i štetočinama, a time i na prinos i kvalitet gajenih biljaka. S druge strane, biljke preko korenovih dlačica, izlučuju različite materije koje stimulatивно deluju na razvoj i aktivnost mikroorganizama.

Zaključak

Svi ispitivani faktori, tip zemljišta, količina azota i način korišćenja zemljišta, kao i njihove interakcije, delovali su veoma značajno na brojnost aktinomiceta. Brojnost aktinomiceta je veća u černozeu u odnosu na gajnaču. Najveća brojnost utvrđena je pri primeni N_{120} kg ha⁻¹, što je značajno više u poređenju s kontrolom. Ostale primenjene količine đubriva takođe su povećale brojnost aktinomiceta u odnosu na kontrolu. Ustanovljena je veća brojnost aktinomiceta pod usevom kukuruza, nego na ugaru (zemljištu bez useva).

Bliska veza, koja postoji između biljaka i mikroorganizama u zemljištu, predstavlja ključni faktor u održavanju plodnosti zemljišta.

Zahvalnica

Rad je nastao u okviru projekta TR 31025 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Albinska, D., Barabasz, W., Jansowska, M., Lipiec, J. (2002). Biological Effects of Mineral Nitrogen Fertilization on Soil Microorganisms. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 11. No. 3, 192-198.
- Cvijanović, G. (2002). Uticaj diazotrofa na prinos i mikrobiološku aktivnost u zemljištu pod usevom kukuruza, pšenice i soje. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet. Novi Sad.
- Đorđević, S. (1998). Aktivnost fosfomonoesteraza u zemljištu pod usevom kukuruza. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu.
- Đukić, D., Mandić, L. (2003). Praktikum iz mikrobiologije. Stylos. Novi Sad.
- Đukić, D., Đorđević, S. (2004). Prirodoslovna mikrobiologija. Stylos. Novi Sad.
- Đukić, D., Jemcev, V., Kuzmanova, J. (2007). Biotehnologija zemljišta. Budućnost. Novi Sad.
- Đukić, D., Jemcev, V., Mandić, L. (2011). Sanitarna mikrobiologija zemljišta. Agronomski fakultet u Čačku.
- Epanchinov, A. (1975). Effect of mineral fertilizers on the microflora of corn roots. Prikl. Biokhim. Mikrobiol. Russian, 258-263.

- Glamočlija, Đ., Janković, S., Popović, V., Kuzevski, J., Filipović, V., Ugrenović, V. (2015). Alternativne ratarske biljke u konvencionalnom i organskom sistemu gajenja. Monografija. IPN Beograd, ISBN 978-86-81689-32-5; 1-355. p. 201-212.
- Jakovljević, M., Kresović, M. (2005). Azot u zemljištu. U: Azot-agrohemijski, agrotehnički, fiziološki i ekološki aspekti (Kastori, R. ed.), Novi Sad, str. 37-79.
- Jarak, M., Milošević, N., Mrkovski, N., Đurić, S., Marinković, J. (2005). Mikrobiološka aktivnost - pokazatelj plodnosti i degradacije zemljišta. *Ekonomika poljoprivrede*, Vol. 52, br. 4, str. 483-493.
- Knežević - Vukčević, J., Simić, D. (1999). Metode u mikrobiologiji I. Biološki fakultet. Univerzitet u Beogradu.
- Madigan, M., Martinko, J., Parker, J. (1997). *Biology of Microorganisms*. Eighth Edition. Prentice Hall. International, Inc. New Y ersey.
- Milošević, N., Govedarica, M. (1997). Microbial Decomposition of Cellulose in Soil. *Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke*, 3, 43 - 54, Novi Sad.
- Odum, E.P. (1972). *Fundamentals of Ecology*. Third Edition. W.B. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Paul, E. A., Clark, F. E. (1996). Occurrence and distribution of soil organisms. *Soil Microbiology and Biochemistry*, 109 - 128. San Diego. California.
- Popović, V. (2010). Agrotehnički i agroekološki uticaji na proizvodnju semena pšenice, kukuruza i soje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 86-90.
- Popović, Vera, Tatić, M., Spalević, V., Rajičić, V., Filipović, V., Šarčević-Todosijević, Ljubica, Stevanović, P. (2017). Effect of nitrogen fertilization on soybean plant height of arid year. 2nd International and 14th National Congress of Soil Science Society of Serbia, 25-28.9.2017, Novi Sad, NSOIL2017.
- Simić, D. (1989). Mikrobiologija, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- Šarčević, M. Ljubica (2010). Uticaj količine azotnog đubriva na mikrobiološku aktivnost zemljišta pod usjevom kukuruza. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet. Beograd.
- Šarčević-Todosijević, Ljubica, Živanović, Lj., Janjić, S., Popović, Vera, Ikanović, Jela, Popović, S., Dražić, G. (2016): The influence of nitrogen fertilizer on the total number of microorganisms and aminoautotroph dynamics under "ugar" and sown maize. *Agriculture and Forestry*, 62 (3): 185-196. DOI: 10.17707/AgricultForest.62.3.16
- Živanović, Lj., Ikanović, Jela, Popović Vera, Kajgana M., Rakić S., Milutinović Marina (2012). The effect of nitrogen fertilization on yield of maize. Third International Scientific Symposium „ Agrosym Jahorina 2012“, 215-219. UDK 633.15-152, 10.7251/AGSY1203215Z, ISBN 978-99955-751-0-6, COBISS.BH-ID 3336984

THE NUMBER AND SIGNIFICANCE OF ACTINOMYCETES IN THE SOIL IN THE STAGE OF PHYSIOLOGICAL CORN (*Zea mays* L.) KERNEL MATURITY

Ljubica Šarčević - Todosijević¹, Ljubiša Živanović², Bojana Petrović¹, Tatjana Marinković¹, Vera Popović³

Abstract

In this work, it is determined the number of actinomycetes, a very diverse order of microorganisms, which take part in the transformation of the soil organic matter depending on the soil type, the quantity of applied N and the way of the soil treating. The stage of physiological corn kernel maturity shows the higher number of actinomycetes in "cernozem" under the sown maize as well as a stimulating effect of nitrogen.

Key words: soil, actinomycetes, nitrogen, maize.

¹High Medical and Sanitary College of Vocational Studies "Visan", Tošin bunar, 7a, Zemun, Belgrade, Serbia, (ljsarcevic@gmail.com);

²University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, Zemun, Belgrade, Serbia;

³Institute of Field and Vegetable Crops, Maxim Gorki, 30, Novi Sad, Serbia.