

ISPITIVANJE EFEKTIVNOSTI AZOTOBAKTERA KOD NEKIH
HIBRIDA SUNCOKRETA
EXAMINATION OF AZOTOBACTER EFFECTIVENESS ON SOME
SUNFLOWER HYBRIDS

Mirjana Jarak, D. Škorić, M. Govedarica, Nada Milošević

UVOD

Veliki broj mikroorganizama može da vezuje elementarni azot iz vazduha živeći u zemljištu ili u rizosferi biljaka sa većom ili manjom prilagodenošću biljnoj vrsti (Dobereiner, 1972, Barea, 1978, Govedarica, 1987). Količina fiksiranog azota od strane slobodnih azotofiksatora zavisi od tipa zemljišta, biljne vrste kao i od fiksacione sposobnosti samog mikroorganizma, a iznosi 5-50 kg N/ha godišnje. Od slobodnih azotofiksatora sa različitih aspekata najviše je ispitivan rod *Azotobacter*. Prve rezultate o zastupljenosti azotobaktera u našim zemljištima dao je Starc (1941), a Vojinović (1969) navodi da azotobakter može poslužiti kao indikator dubrenja azotom. Uticaj mineralnih đubriva na zastupljenost azotobaktera ispitivan je u radovima Sarić (1978), Prša i sar. (1972), Mišković i sar. (1975). Zastupljenost azotobaktera u zavisnosti od biljne vrste također je ispitivan od mnogih autora (Sarić i Rašović, 1963, Rašović, 1971, Sarić, 1978). Na zastupljenost ove bakterije utiču i herbicidi (Sobieszczanski, 1982, Redžepović, 1982, Todorović i sar. 1983), kao i organski i neorganski kondicioneri zemljišta (Redžepović, 1982). U novije vreme nastoje se, koristeći efektivnost fiksacije azota, mogućnost adaptacije biljci i sposobnost preživljavanja, odabrati sojevi azotobaktera koji bi bili uže povezani sa hibridima i sortama biljaka (Govedarica, 1987).

Zbog značaja azotobaktera kao fiksatora azota i suncokreta, koji je u nas važna industrijska biljka, cilj rada je bio da se ispita efektivnost šest sojeva *Azotobacter chroococcum* kod deset hibrida suncokreta različitog geografskog porekla.

METODIKA

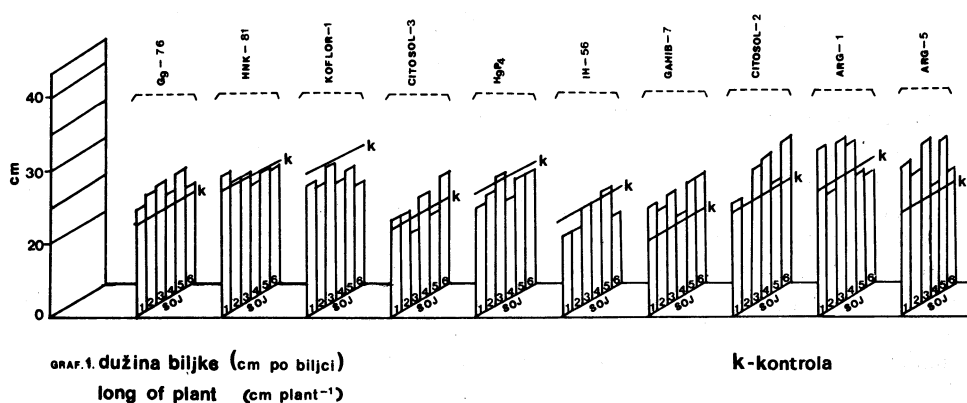
Sojevi azotobaktera gajeni su u tečnoj podlozi Fjodorova 24 sata na 28°C. Seme suncokreta sterilisano je sa 0,1% rastvorom HgCl₂ i etil-alkoholom, isprano više puta sterilnom vodovodnom vodom i zasejano u sterilan pesak. Svaka semenka inokulisana je sa 1 ml 10⁸ ćelija određenog soja azotobaktera. Biljke su gajene 30 dana u stakleniku i zalivane sa bezazotnim hranljivim rastvorom. Posle 30 dana određivana je dužina biljke u cm, težina suve mase biljke u mg i sadržaj azota po biljci u mg po Kjeldahlu. Ispitivanja su izvršena na sledećim hibridima suncokreta: 1. G₉/76., 2. HNK-81., 3. Koflor-1., 4. Citosol-3., 5. IH-56., 7. GAHIB-7., 8. Citosol-2., 9. Arg.1., 10. Arg. 5. Kontrolne biljke nisu inokulisane.

REZULTATI ISPITIVANJA

1. Uticaj sojeva azotobaktera na dužinu biljke

Sojevi azotobaktera su različito uticali na dužinu biljaka ispitivanih hibrida suncokreta, što je prikazano na grafikonu 1.

Graf. 1.



Dužina biljke kod hibrida I ($G_9/76$) iznosi od 23,79 cm na kontroli do 26,82 cm kod biljaka inokulisanih sa sojem 4. U odnosu na neinokulisane biljke sa svim sojevima dobiveno je povećanje dužine biljaka.

Dužina biljke u hibrida II (HNK-81) kreće se od 26,76 cm u biljaka inokulisanih sa sojem 4 do 29,22 cm u biljaka inokulisanih sa sojem 1.

U odnosu na neinokulisane biljke povećanje dužine dobiveno je sa sojevima 1, 2, i 3 a smanjenje sa sojevima 4, 5 i 6.

Dužina biljke u hibrida III (Koflor-1) kreće se od 29,59 cm kod neinokulisanih biljaka od 24,98 cm u biljaka inokulisanih sa sojem 6. U odnosu na kontrolne biljke sa svim sojevima je dobiveno veće ili manje smanjenje dužine.

U hibrida IV (Citosol-3) dužina biljke iznosi 20,72 cm u biljaka inokulisanih sa sojem 3 do 24,33 cm u biljaka inokulisanih sa sojem 4. U odnosu na kontrolne biljke povećanje dužine dobiveno je sa sojevima 1, 2, 4 i 6 a smanjenje sa sojevima 3 i 5.

U hibrida V (H_9P_4) dužina biljke iznosi od 24,92 cm do 28,66 cm. U odnosu na kontrolne biljke povećanje dužine utvrđeno je samo sa sojem 3, a sa ostalim sojevima dobiveno je smanjenje dužine.

Dužina biljaka kod hibrida VI (IH-56) kreće se od 20,69 cm u biljaka inokulisanih sa sojem 6 do 24,16 cm u biljaka inokulisanih sa sojem 5. U odnosu na kontrolu sa sojem 5 dobiveno je povećanje dužine, sa sojevima 3 i 4 dužina biljaka ista je kao na kontroli, a sa ostalim sojevima dobiveno je smanjenje. Kod hibrida VII (GAHIB-7) dužina biljke se kreće od 20,67 cm na kontroli do 25,86 cm u biljaka inokulisanih sa sojem 1. U odnosu na neinokulisane biljke povećanje dužine dobiveno je sa svim sojevima.

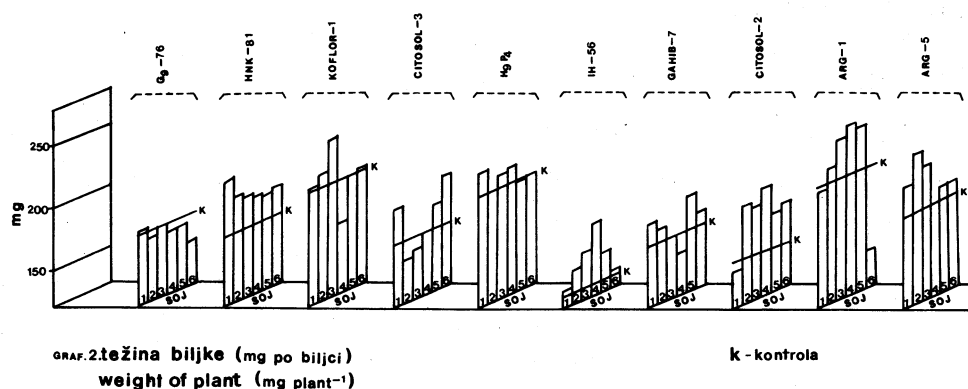
Dužina biljaka kod hibrida VIII (Citosol-2) kreće se od 24,28 cm na kontroli do 30,93

cm u biljaka inokuliranih sa sojem 6. U odnosu na kontrolu povećanje dužine biljaka dobiveno je sa svim sojevima izuzev soja 2, gde je dužina ista kao na kontroli. U hibrida IX (Arg. 1) dužina biljke se kreće od 25,44 cm u biljaka inokuliranih sa sojem 6 do 32,26 cm u biljaka inokuliranih sa sojem 3. U odnosu na kontrolne biljke povećanje dužine dobiveno je sa sojevima 1, 3 i 5 a smanjenje sa sojevima 2, 4 i 6. Dužina biljke u hibrida X (Arg. 5) kreće se od 24,22 cm na kontroli do 32,98 cm u biljaka inokuliranih sa sojem 3. U odnosu na neinokulirane biljke sa svim sojevima je utvrđeno povećanje dužine.

2. Uticaj sojeva azotobaktera na težinu biljke

Težina biljaka se razlikovala u zavisnosti od soja azotobaktera i hibrida suncokreta. Rezultati su prikazani na grafikonu 2.

Graf. 2.



GRAF. 2. težina biljke (mg po biljci)
weight of plant (mg plant⁻¹)

k - kontrola

U hibrida I (GPV9PV/76) težina suve mase kreće se od 154,78 mg kod biljaka inokuliranih sa sojem 6 do 181,93 mg kod biljaka inokuliranih sa sojem 1. U odnosu na neinokulirane biljke povećanje težine dobiveno je samo sa sojem 1. Sa sojem 3 utvrđena je ista težina kao na kontroli, a ostali sojevi usloveli su smanjenje težine.

Težina suve mase biljaka u hibrida II (HNK-81) kreće se od 176,25 mg kod neinokuliranih biljaka do 219,70 mg kod biljaka inokuliranih sa sojem 1. U odnosu na kontrolu povećanje težine dobiveno je sa svim sojevima.

U hibrida III (Koflor-1) težina suve mase kreće se od 214,59 mg na kontroli do 249,76 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 3. U odnosu na neinokulirane biljke povećanje težine dobiveno je sa sojevima 1, 2, 3 i 4, a sa sojevima 5 i 6 težina biljaka je identična kontrolnim.

Težina suve mase biljaka kod hibrida IV (Citosol-3) kreće se od 156,83 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 2 do 212,83 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 6. U odnosu na neinokulirane biljke povećanje težine dobiveno je sa sojevima 1, 5 i 6, a smanjenje sa sojevima 2, 3 i 4. Kod hibrida V (H₉P₄) težina suve mase iznosi od 207,44 mg kod biljaka inokuliranih sa sojem 2 do 233,10 mg kod biljaka inokuliranih sa sojem 1. U odnosu na neinokulirane biljke povećanje težine dobiveno je sa sojevima 1, 3, 4 i 6, ista težina kao na kontroli dobivena je sa sojem 2.

Težina suve mase biljaka u hibrida VI (IH-56) kreće se od 121,11 mg u neinokulisanih biljaka do 178,22 mg u biljaka inokulisanih sa sojem 4. U odnosu na neinokulisane biljke sa svim sojevima utvrđeno je povećanje težine biljaka.

U hibrida VII (GAHIB-7) težina suve mase biljke kreće se od 155,65 mg u biljaka inokulisanih sa sojem 5. U odnosu na kontrolne biljke povećanje težine dobiveno je sa sojevima 1, 2, 5 i 6 a smanjenje sa sojevima 3 i 4.

Težina suve mase biljaka u hibrida VIII (Citosol-2) kreće se od 150,61 mg u biljaka inokulisanih sa sojem 1 do 208,23 mg u biljaka inokulisanih sa sojem 4. U odnosu na neinokulisane biljke povećanje težine dobiveno je sa sojevima 2, 3, 4, 5 i 6, a smanjenje sa sojem 1.

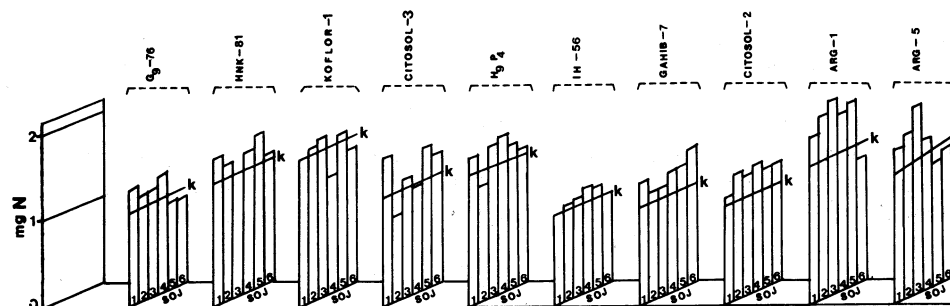
U hibrida IX (Arg. 1) težina suve mase kreće se od 157,54 mg u biljaka inokulisanih sa sojem 6 do 258,00 mg u biljaka inokulisanih sa sojem 4. U odnosu na neinokulisane biljke povećanje težine dobiveno je sojevima 2, 3, 4 i 5 a smanjenje sa sojevima 1 i 6.

Težina suve mase biljaka u hibrida X (Arg. 5) kreće se od 196,80 mg kod neinokulisanih biljaka do 245,50 mg u biljaka inokulisanih sa sojem 2. Povećanje težine dobiveno je sa sojevima 1, 2, 3, 5 i 6, a u biljaka inokulisanih sa sojem 4 težina je ista kao na kontroli.

3. Uticaj sojeva azotobaktera na sadržaj azota u biljci

U zavisnosti od hibrida suncokreta i soja azotobaktera sadržaj azota je različit. Rezultati su prikazani na graf. 3.

Graf. 3.



GRAF. 3. Sadržaj N (mg po biljci)
Nitrogen content (mg plant⁻¹)

k - kontrola

Sadržaj azota u biljci kod hibrida I (G₉ - 76) kreće se od 1,02 mg do 1,34 mg. U odnosu na neinokulisane biljke povećanje sadržaja azota dobiveno je sa sojevima 1, 2, 3 i 4 a smanjenje sa sojevima 5 i 6.

U hibrida II (HNK - 81) sadržaj azota po biljci se kreće od 1,43 mg na kontroli do 1,64 mg u biljaka inokulisanih sa sojem 5. U odnosu na neinokulisane biljke sa svim sojevima dobiveno je povećanje sadržaja azota.

Sadržaj azota u hibrida III (Koflor - 1) iznosi 1,35 mg u biljaka inokulisanih sa sojem

4 do 1,72 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 3. U odnosu na neinokulirane biljke povećanje sadržaja dobiveno je sa sojevima 1, 2, 3 i 5 a smanjenje sa sojevima 4 i 6.

U biljaka hibrida IV (Citosol - 1) sadržaj azota kreće se od 1,02 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 2 do 1,64 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 1. U odnosu na kontrolne biljke povećan sadržaj azota dobiven je sa sojevima 1, 3, 5 i 6 a smanjenje sa sojevima 2 i 4.

Sadržaj azota u biljci kod hibrida V (H₉P₄) kreće se od 1,29 mg do 1,74 mg. U odnosu na neinokulirane biljke povećanje sadržaja azota dobiveno je u biljaka inokuliranih sa sojevima 1, 3, 4, 5 i 6 a smanjenje sa sojem 2.

U hibrida VI (IH - 56) sadržaj azota po biljci kreće se od 0,92 mg na neinokuliranim biljkama do 1,08 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 4. U odnosu na kontrolne biljke povećan sadržaj azota dobiven je u biljaka inokuliranih sa sojevima 2, 3, 4 i 5, identičan sadržaj azota u biljci kao na kontroli dobiven je sa sojem 6, a smanjenje sadržaja azota sa sojem 1.

Sadržaj azota u biljci u hibrida VII (GAHIB - 7) kreće se od 1,08 mg na kontroli do 1,40 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 6. U odnosu na neinokulirane biljke sa svim sojevima je utvrđeno povećanje sadržaja azota.

Kod hibrida VIII (Citosol - 2) sadržaj azota u biljci se kreće od 1,01 mg na kontroli do 1,29 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 2. U odnosu na neinokulirane biljke sa svim sojevima je dobiveno povećanje sadržaja azota.

Sadržaj azota u biljci kod hibrida IX (Arg. 1) kreće se od 1,19 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 6 do 1,98 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 3. U odnosu na neinokulirane biljke povećanje sadržaja azota dobiveno je sa sojevima 1, 2, 3, 4 i 5 a smanjenje sa sojem 6.

Sadržaj azota u biljci kod hibrida X (Arg. 5) kreće se od 1,19 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 5 do 1,74 mg u biljaka inokuliranih sa sojem 3. U odnosu na neinokulirane biljke povećanje sadržaja azota dobiveno je sa sojevima 1, 2, 3 i 4 a smanjenje sa sojevima 5 i 6.

DISKUSIJA

Dobiveni rezultati pokazuju da su sojevi *Azotobacter chroococcum* različito uticali na dužinu, težinu i sadržaj azota u biljci ispitivanih hibrida suncokreta.

Poznato je da azotobakter sintetiše različite biološki aktivne materije - vitamine grupe B, riboflavin, biotin, tiamin a količina i vrsta materija zavisi od soja (*Rašović i Mišković, 1977*). U rezultatima *Daniljić i sar. (1975)* je dobivena stimulacija rasta pšenice i raži sa sojevima azotobaktera koji sintetišu melanin, a *Abzalov i Sokolova (1976)* su takođe utvrdili povoljan uticaj azotobaktera na rast pasulja, kukuruza, raži i pšenice. *Azcon i Barea (1975)* inokulisali su seme paradajza sa sojevima azotobaktera i utvrdili ranije pojavljivanje plodova. U ekstraktu ćelija azotobaktera sa kojima je inokulacija izvršena izdvojili su indolsirćetnu kiselinu koja je stimulator rasta biljaka. Pozitivan uticaj sojeva azotobaktera na težinu biljaka kukuruza i prosa utvrdili su i *Tilak i sar. (1982)*. Autori su u neinokuliranih biljaka kukuruza starosti 75 dana utvrdili težinu 40,25 g a u biljaka inokuliranih sa sojevima azotobaktera težina je bila 46,75 g po biljci. Slične rezultate autori su dobili i inokulacijom prosa.

Različiti utjecaj sojeva azotobaktera na dužinu, težinu i sadržaj azota u biljci kukuruza i pšenice dobili su i *Sarić i sar. (1987)* kao i *Govedarica (1987)*.

Naši rezultati pokazuju da sojevi azotobaktera utiču na dužinu, težinu i sadržaj azota

u suncokreta, ali ukazuju i na mogućnost odabiranja sojeva koji bi sa određenim hibridom suncokreta činili efektivniju asocijaciju iz koje bi rezultirala i veća količina fiksiranog azota.

ZAKLJUČCI

Na osnovu navedenih rezultata ispitivanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Inokulacija ispitivanih hibrida suncokreta sa sojevima **Azotobacter chroococcum** imala je različit uticaj na dužinu, težinu i sadržaj azota u biljci.
2. Najveći pozitivan efekat inokulacije dobiven je u sadržaju azota, zatim u težini a najmanji u dužini biljke.
3. Najefektivniji sojevi azotobaktera bili su 1 i 3 jer su u većine hibrida suncokreta usloveli povećanje sadržaja azota u biljci, težine i dužine biljke.
4. Povećanje sadržaja azota sa svim sojevima u odnosu na neinokulisane biljke utvrđeno je u hibrida II (HNK - 81), VI (IH - 56), VII (GAHIB - 7) i VIII (Citosol - 2), povećanje težine u hibrida II (HNK - 81), VI (IH - 56) i X (Arg. 5) a povećanje dužine biljke u hibrida I (G₉/76), VII (GAHIB - 7), VIII (Citosol - 2) i u hibrida X (Arg. 5).

SAŽETAK

Cilj rada bio je da se ispita efektivnost nekih sojeva *A. chroococcum* na 10 hibrida suncokreta različitog geografskog porekla.

Seme suncokreta sterilisano je a zatim inokulisano sa 1 ml 10⁸ ćelija *A. chroococcum*. Kontrole nisu inokulisane. Biljke su gajene 30 dana u stakleniku. Određivan je uticaj inokulacije na dužinu biljke u cm, težinu suve mase u mg i sadržaj azota po biljci u mg.

Sojevi azotobaktera su različito uticali na ispitivane parametre. Najveći pozitivan uticaj inokulacije bio je na sadržaj azota a najmanji na dužinu biljke.

SUMMARY

The aim was to examine effectiveness of *A. chroococcum* strains on 10 different sunflower hybrids.

The seed of sunflower hybrids was sterilized and inoculated with 1 ml 10⁸ *A. chroococcum* strains. The plants were grown in sand culture in a greenhouse. The dry weight, N content and length of plants were analysed after 30 days.

The effect of inoculation depended on *Azotobacter* strains and sunflower hybrids. The highest effect of inoculation was on N - content and dry weight. The increase of N - content was obtained with all *Azotobacter* strains. The increase of dry weight was obtained on 3 sunflower hybrids and the increase of length 4 sunflower hybrids.

LITERATURA

1. **Abzalov, R.Z., Sokolova, J.A. (1976):** Azotobakter kak stimulator rasta rastenii. Nauka, U - fa, 103 -106.
2. **Azcon, R., Barea, J.M. (1975):** Synthesis of auxins, gibberelins and cytokinins by *Azotobacter vinelandii* and *Azotobacter beijerinckii* related to effects produced on

- tomato plants. *Plant and Soil*, 43, No 3, 609 - 619.
3. **Barea, J.M., Ocampo, J.A., Azcon, R., Olivares, J., Montoya (1978):** Effects of ecological factors on the establishment of *Azotobacter* the rhizosphere. *Ecol. Bull.* No 26, 325 - 330.
 4. **Daniļčik, N.j., Malama, A.A., Bulanov, P.A. (1975):** Izučeniye vlijanija melaninovoga pigmenta *Azotobacter chroococcum* na rastenija. *Mikroorganizmi v prosi - sti ish.*, Minsk, 177 - 181.
 5. **Dobereiner, J., Daj., J.M., Dart, P.J. (1972):** Nitrogenase activity and oxigen senzitivity of *Paspalum notatum* - *Azotobacter paspali* association. *J.Gen.Microb.* 71, No 1, 103 - 116.
 6. **Govedarica, M. (1987):** Azotofiksatori i njihova aktivnost kod kukuruza. Dokt.dis. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
 7. **Krasiljnikov, N.A. (1958):** Počvenie mikroorganizmi i deistvie rastenie. Izd. AN SSSR.
 8. **Mišković Kruna, Rašović Branislava, Stanačev, S. (1975):** Uticaj đubrenja mineralnim đubrivima na mikrofloru zemljišta u dvopolju kukuruz-šećerna repa. *Zemljište i biljka*, V. 24, No 1 -2.
 9. **Prša Mara, Redžepović, S., Petrić, M. (1972):** Uticaj mineralnih gnojiva na mikrofloru tla u monokulturi kukuruza. *Acta Biol. Jugosl.* 9, No 53,54.
 10. **Rašović Branislava (1971):** Uticaj rizosferne i zemljišne bakterioflore pšenice, kukuruza, šećerne repe i soje na populaciju azotobaktera u zemljištu. Dok. dis. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
 11. **Rašović Branislava, Mišković Kruna (1977):** Uticaj nekih ekoloških faktora na biosintezu riboflavima kod sojeva iz roda *Azotobacterium*. *Matica srpska*, sv. 52.
 12. **Redžepović, S. (1982):** Utjecaj nekih herbicida na mikrofloru tla u ponovljenom uzgoju kukuruza. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 59, 243-270.
 13. **Redžepović, S. (1982):** Utjecaj organskih i anorganskih kondicionera strukture tla na aerobne asimbiotske fiksatore dušika. *Polj. znanstvena smotra*, 58, 130-149.
 14. **Sarić Zora, Rašović Branislava (1963):** Uticaj nekih biljaka na dinamiku azotobaktera u zemljištu. *Letopis naučnih radova Polj. fakulteta u Novom Sadu*.
 15. **Sarić Zora, Pejović, S., Mišković Kruna (1971):** Uticaj različitih doza mineralnih đubriva na populaciju azotobaktera u černozeu. *Mikrobiologija*.
 16. **Sarić Zora (1978):** Uticaj mineralnih đubriva na populaciju azotobaktera i oligonitrofila u černozeu. *Mikrobiologija*, V. 15, No 2, 153-166.
 17. **Sarić, M., Sarić Zora, Govedarica, M. (1987):** Specific relations between some strains of diazotrophs and corn hybrids. *Plant and Soil*, 99, 147-162.
 18. **Sobieszczanski, J., Mišković Kruna, Rašović Branislava (1982):** Uticaj različitih doza venzara na *Azotobacterium chroococcum* iz Jugoslovenskog černozeu. *Zemljište i biljka*, V. 31, No 3, 377- 384.
 19. **Starc, A. (1941):** Mikrobiološka studija nekih podzolastih tala Hrvatske. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, No 4.
 20. **Todorović, M., Kalinović, D., Milaković, Z., Vrbančić, J. (1983):** Uticaj herbicida na neke fiziološke grupe mikroorganizama u hidromelioriranoj ritskoj crnici pri gajenju šećerne repe. *Mikrobiologija*, V. 20, No 2, 133-144.
 21. **Tilak, K.V., Singh, C.S., Roy, N.K., Subba Rao, N.S. (1982):** *Azospirillum brasiliense* and *Azotobacter chroococcum* inoculum: effect on yield of maize (*Zea*

- mays) and sorghum (*Sorghum bicolor*). Soil biol. Biochem. V. 14, 417-418.
22. **Vojinović, Ž. (1969):** Azotobakter kao indikator racionalnog djubrenja azotom. Arhiv za polj. nauke, sv. 78, 66-78.

Adresa autora - Author's address:

Mr Mirjana Jarak
Dr Dragan Škorić
Dr Mitar Govedarica
Dipl. biol. Nada Milošević
Poljoprivredni fakultet
Novi Sad
V. Vlahovića 2.