
EFFECT OF MICROBIOLOGICAL PREPARATION ON NUMBER AND WEIGHT OF NODULAS IN DIFFERENT SOYBEAN GENOTYPES IN SUSTAINABLE PRODUCTION SYSTEM

Marija Bajagić

University Bijeljina, Faculty of Agriculture, RS, Bosnia and Herzegovina, bajagicmarija@yahoo.com

Gorica Cvijanović

Institute of Information Technologies University Kragujevac Serbia, cvijagor@yahoo.com

Vojin Cvijanović

Institute for Science Application in Agriculture, Serbia, cvija91@yahoo.com

Nemanja Stošić

Academy of applied studies Šabac, Unit for Agricultural and Business Studies and Tourism, Serbia, nemanjastosic87@gmail.com

Vera Rašković

Academy of applied studies Šabac, Unit for Agricultural and Business Studies and Tourism, Serbia, veraraskovic75@gmail.com

Abstract: In the 21st century, agriculture faces great problems. It is necessary to produce enough food for the growing population in conditions of declining arable agricultural land and major climate change. This leads to the intensification of agricultural production, which endangers the elements of the environment. Due to the growing needs for the production of safe food, the system of sustainable agricultural production is the most accepted in the world. Soybean is a plant species, which due to the chemical composition of grains (40% protein, 20-23% oil), satisfies 2/3 of the world's protein needs and 1/3 of the oil needs. In addition to protein and oil, soybeans contain easily digestible amino acids, fatty acids and minerals, and soybean is considered a food and medicine. Thanks to these properties, it is very common in the food and pharmaceutical industries, in the production of animal feed and in human nutrition. In sustainable agriculture, soybeans play a significant role in protecting the environment from the possible occurrence of excess nitrogen and in preserving soil fertility. The agrotechnical significance of soybeans stems from its genetic ability to live in symbiosis with nodule bacteria, which fix atmospheric nitrogen. The process of biological nitrogen fixation is very important because in this way 200 kg ha⁻¹ is fixed per year. It is necessary to inoculate soybean seeds before sowing with microbiological fertilizers containing highly active strains of Rhizobium/Bradyrhizobium bacteria. Symbiotic relationship with soybean is created by different groups of symbiotic bacteria (Bradyrhizobium japonicum, Bradyrhizobium elkanii and Sinorhizobium fredii). In this way, soybean plants satisfy 70% of their nitrogen needs, so only initial pre-sowing fertilization with 30-40 kg N ha⁻¹ is necessary for plant nutrition. The success of nodulation depends on the compatible ratio of plants and bacteria, soil pH, pre-culture, water-air properties of the soil, applied agro-technical measures, etc. The aim of the research was to examine the effect of the application of a microbiological preparation with effective microorganisms on the number and mass of nodules in the period 2016 and 2017 (factor A). Four soybean cultivars from two groups of grains were used for sowing: 0 (Galina and Valjevka) and I (Sava and NS Apolo) (factor B). Fertilization treatments (Factor C): T0 - control, inoculation of seeds with NS Nitragin, T1 - T0 + 32 kg N ha⁻¹ (NPK 8:15:15 + 3% Ca + 9% S in the amount of 400 kg ha⁻¹), T2 - T1 + effective microorganisms (EM Aktiv - trade name). The application of EM Aktiv was by incorporation before sowing in the amount of 20 l ha⁻¹ in relation to water 1:10 and two foliar treatments in the phase of plant development from three to four trefoils and budding phase, in the amount of 6 l ha⁻¹ in relation to water 1.5:100). EM Aktiv is a liquid microbiological fertilizer that contains over 80 different aerobic and anaerobic bacteria, fungi and yeasts. Fertilizer contains products of life activity of microorganisms (hormones, antibiotics, amino acids, indole-3-acetic acid and other stimulants of plant and root growth). Effective microorganisms (EM) represent the future in sustainable agriculture. Effective microorganisms (EM) represent the future in sustainable agriculture. In the phenophase of flowering, the number of nodules and the mass of nodules per plant were determined. Data were processed statistically by the method of analysis of variance by the method of two-factor split-plot experiments, and the significance of differences between treatments was tested by LSD test in the program DSASTAT Statistics 2011. The examined variables had different effects on the examined parameters. Factor A and T2 treatment in factor B had a statistically highly significant effect (p<0.01) on the number and mass of nodules in both years. The use of effective microorganisms increased the number of nodules by 199.16% compared to the control, and the mass of nodules by 62.5%. Based on the nodulation index, it can be concluded that the nodulation in the T1 treatment (4.70) was weak, while in the T2 treatment (7.15) it was of medium intensity.

Keywords: soybean, effective microorganisms, number of nodules, mass of nodules

EFEKAT MIKROBIOLOŠKOG PREPARATA NA BROJ I MASU NODULA KOD RAZLIČITIH GENOTIPOVA SOJE U ODRŽIVOM SISTEMU PROIZVODNJE

Marija Bajagić

University Bijeljina, Faculty of Agriculture, RS, Bosna i Hercegovina, bajagicmarija@yahoo.com

Gorica Cvijanović

Institute of Information Technologies University Kragujevac Serbia, cvijagor@yahoo.com

Vojin Cvijanović

Institute for Science Application in Agriculture, Serbia, cvija91@yahoo.com

Nemanja Stošić

Academy of applied studies Šabac, Unit for Agricultural and Business Studies and Tourism,
nemanjastosic87@gmail.com

Vera Rašković

Academy of applied studies Šabac, Unit for Agricultural and Business Studies and Tourism,
veraraskovic75@gmail.com

Rezime: U 21. veku pred poljoprivredom su veliki problemi. Neophodno je proizvesti dovoljno hrane za narastajuću populaciju u uslovima smanjivanja obradivih poljoprivrednih površina i velikih klimatskih promena. To dovodi do inteziviranja poljoprivredne proizvodnje, što ugrožava elemente životne sredine. Zbog sve većih potreba za proizvodnjom zdravstveno bezbedne hrane, u svetu je najviše prihvaćen sistem održive poljoprivredne proizvodnje. Soja je biljna vrsta koja zbog hemijskog sastava zrna (40% proteina, 20-23% ulja), zadovoljava 2/3 svetskih potreba proteinima i 1/3 potreba u ulju. Osim proteina i ulja u zrnju soje sadrži lako svarljive amino kiseline, masne kiseline i mineralne materije, te se smatra da je soja hrana i lek. Zahvaljujući ovim osobinama veoma je zastupljena u prehrambenoj, farmaceutskoj industriji, u proizvodnji stočne hrane i u ishrani ljudi. U održivoj poljoprivredi soja ima značajnu ulogu u zaštiti životne sredine od eventualne pojave viška azota i u očuvanju plodnosti zemljišta. Agrotehnički značaj soje proističe iz njene genetske sposobnosti da živi u simbiozi sa kvržičnim bakterijama, koje fiksiraju atmosferski azot. Proces biološke fiksacije azota je veoma značajan jer se na ovaj način fiksira 200 kg ha⁻¹ godišnje. Neophodno je seme soje pred setvu inokulisati sa mikrobiološkim đubrivom u kome se nalaze visoko aktivni sojevi bakterija *Rhizobium/Bradyrhizobium*. Simbiotski odnos sa sojom stvaraju različite grupe simbiotskih bakterija (*Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium elkanii* i *Sinorhizobium fredii*). Na ovaj način biljke soje zadovolje 70% svojih potreba za azotom, te je za ishranu biljaka neophodno samo startno predsetveno đubrenje sa 30-40 kgNha⁻¹. Uspešnost nodulacije zavisi od kompatibilnog odnosa biljaka i bakterija, pH zemljišta, predkulture, vodno-vazdušnih osobina zemljišta, primenjenih agrotehničkih mera i dr. Cilj istraživanja bio je da se ispita efekat primene mikrobiološkog preparata sa efektivnim mikroorganizmima na broj i masu nodula u periodu 2016. i 2017. godine (faktor A). Za setvu su korišćene četiri sorte soje iz dve grupe zrna: 0 (Galina i Valjevka) i I (Sava i NS Apollo) (faktor B). Tretmani đubrenja (Faktor C): T0 - kontrola, inokulacija semena sa NS Nitraginom, T1 - T0 + 32 kgNha⁻¹ (NPK 8:15:15 + 3% Ca + 9% S u količini od 400 kg ha⁻¹), T2 – T1 + efektivni mikroorganizmi (EM Aktiv – trgovački naziv). Primena EM Aktiva bila je inkorporacijom pre setve u količini 20 l ha⁻¹ u odnosu sa vodom 1:10 i dva folijarna tretmana u fazi razvoja biljaka od tri do četiri troliske i fazi butonizacije, u količini 6 l ha⁻¹ u odnosu sa vodom 1,5:100). EM Aktiv je tečno mikrobiološko đubrivo u kome se nalazi preko 80 različitih aerobnih i anaerobnih bakterija, gljiva i kvasaca. Đubrivo sadrži produkte životne aktivnosti mikroorganizama (hormone, antibiotike, amino kiseline, indol-3-piracetne kiseline i druge stimulatore rasta biljaka i korena). Efektivni mikroorganizmi (EM) predstavljaju budućnost u održivoj poljoprivredi. U fenofazi cvetanja određivan je broj nodula i masa nodula po biljci. Podaci su obrađeni statistički metodom analize varijanse po metodi dvofaktorijskog split-plot oglada, a značajnost razlika između tretmana testirana je LSD testom u programu DSAASTAT Statistika 2011. Ispitivane varijable su različito uticale na ispitivane parametre. Faktor A i tretman T2 kod faktora B imao je u obe godine statistički visoko značajan uticaj ($p < 0,01$) na broj i masu nodula. Primena efektivnih mikroorganizama je za 199,16% povećala broj nodula u odnosu na kontrolu, a masu nodula za 62,5%. Na osnovu nodulacionog indeksa može se zaključiti da je nodulacija pri tretmanu T1 (4,70) bila slaba, dok je pri tretmanu T2 (7,15) bila srednjeg inteziteta.

Ključne reči: soja, efektivni mikroorganizmi, broj nodula, masa nodula

1. UVOD

Soja (*Glycine max* L.) je biljka koja ima hemijski sastav zrna kojoj daju poseban značaj u proizvodnji hrane. Prema hemijskom sastavu zrna (40% proteina, oko 20-23% ulja, amino kiselina i mineralnih materija), veoma je značajna u prehrambenoj, farmaceutskoj industriji, u ishrani domaćih životinja i ljudi. Za soju se može reći da pripada grupi biljaka koje su hrana i lek. Od osamdesetih godina prošlog veka, površine pod sojom se šire, da bi danas zauzimale 112 miliona ha svetskih površina. U Srbiji soja se gaji na preko 120 hiljada ha, što joj daje veliki ekonomski značaj. Osim toga, ona ima značajan uticaj u održivim sistemima biljne proizvodnje. Posebna specifičnost soje jeste, njena genetska sposobnost da živi u simbiozi sa kvržičnim bakterijama, koje fiksiraju atmosferski azot. Zahvaljujući ovom odnosu, soja zadovoljava 70% svojih potreba za azotom, što značajno smanjuje upotrebu mineralnih đubriva. Simbiotski odnos sa sojom mogu da formiraju različite grupe bakterija (*Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium elkanii* i *Sinorhizobium fredii*) (Martinez Romero and Caballero-Mellado, 1996). Primena mikrobioloških đubriva sa kvržičnim bakterijama je neophodna i obavezna mera. Formiranje nodula na korenu soje zavisi od kompatibilnosti sa mikrosimbiontom, osobine zemljišta, prisustva teških metala, vrste i količine đubriva i drugih faktora. Velike količine mineralnog azota mogu da smanje nodulaciju (Stevanović i sar., 2017). Nodulacija korena leguminoza je pokazatelj uspešnosti simbioze između biljke i *Rhizobium/Bradyrhizobium*. Nodulacija (nodulacioni index) se ocenjuje na osnovu broja nodula (kvržica) po biljci: ako je broj nodula u rasponu od 0–5, nodulacija je slaba; ako ima 6-10 nodula, nodulacija je srednja; sa 11–15 nodula, nodulacija je dobra; sa 16–20 nodula, nodulacija je vrlo dobra i sa preko 20 nodula – nodulacija je odlična (<http://vasatwiki.icrisat.org>). Od efikasnosti i inteziteta fiksacije atmosferskog azota zavisi prinos i kvalitet zrna. Potencijal za simbioznu nitrofikaciju se procenjuje na osnovu pokazatelja simbiozne nitrofikacije, a to su: broj kvržica, masa kvržica i drugo (Milić i sar., 2002). U cilju povećanja prinosa i kvaliteta zrna soje postoji veliki broj istraživanja, koji se odnose na primenu različitih materija, kao što su Co i Mo (Cvijanović et al., 2011), folijarna primena vodenih ekstrata koprive i gaveza (Dozet i sar., 2018), stimulacija semena niskofrekventnim elektromagnetnim talasima (Bajagić et al. 2021) i aplikacija različitim grupama mikroorganizama na seme i folijarno. Cilj istraživanja bio je da se ispita efekat primene mikrobiološkog preparata sa efektivnim mikroorganizmima na broj i masu nodula.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Dizajn eksperimentalnih istraživanja - Eksperimentalna ogled bio je na području Srema – Dobanovci u periodu 2016 i 2017. godine. Površina elementarne parcele bila je 15 m². Parcelice su postavljene po planu podeljenih parcela u četiri ponavljanja. Na svakoj parcelici posejano je po šest redova soje sa međurednim razmakom od 50 cm i dužina redova od pet metara. Oko celog ogleda posejana je zaštitna zona od tri metra. Rubni redovi svake parcelice služili su kao izolacija, a četiri središnja reda služila su za analize. Predusev je bio kukuruz.

Faktor A: Meteorološki uslovi (temperatura i padavine) su često ograničavajući faktor u proizvodnji soje, te iz tog razloga se ne mogu izostaviti.

Faktor B: Genetski potencijal rodosti je pre svega sortna osobina koja je u interakciji sa abiotičkim faktorima i primenjenom agrotehnikom. Zato su na ogledu bile posejane četiri sorte soje različitih grupa zrenja: 0 (Galina i Valjevka) i I (Sava i NS Apolo).

Faktor C: Na svim varijantama ogleda primenjena je inokulacija semena soje mikrobiološkim preparatom NS Nitraginom u kome su visoko aktivni sojevi simbioznih azotofiksatora *Bradyrhizobium japonicum*, kao standardna agrotehnička mera u proizvodnji soje. Primenjene su sledeće varijante tretmana:

T0 – kontrola – NS Nitragin

T1 - NPK mineralno đubrivo formulacije 8:15:15 + 3% Ca + 9% S u količini od 400 kg ha⁻¹

T2 - NPK mineralno đubrivo formulacije 8:15:15 + 3% Ca + 9% S u količini od 400 kg ha⁻¹ + mikrobiološki preparat EM Aktiv (inkorporacija pre setve u količini 20 l ha⁻¹ u odnosu sa vodom 1:10 i dva folijarna tretmana u fazi razvoja biljaka od tri do četiri troliske i fazi butonizacije, u količini 6 l ha⁻¹ u odnosu sa vodom 1,5:100).

EM Aktiv je koncentrat u tečnom stanju, u kojem se nalazi smeša više od 80 sojeva glavnih anabiotičkih organizama koji su izolovani iz prirodnih staništa. Preparat ne sadrži genetski izmenjene mikroorganizme već čvrstu zajednicu aerobnih i anaerobnih mikroorganizama. I jedni i drugi bez obzira na različite oblike života, žive u jednoj sredini u režimu aktivne razmene izvora hrane, i to tako da produkti metabolizma jedne grupe predstavljaju hranu onoj drugoj grupi pri čemu dolazi do akumulacije pozitivnih osobina ujedinjenih mikroorganizama.

Analizirano je broj nodula na korenu i masa nodula (g). U fazi cvetanja soje uzimano je po 10 biljaka sa korenom iz svake osnovne parcelice. Koren biljaka je opran pod mlazom vode, osušen i skidane su formirane nodule i merene na analitičkoj vagi.

Meteorološki uslovi rasta biljaka - Srednje mesečne temperature vazduha u vegetativnom periodu soje su bile ujednačene 19.2°C do 19.7°C, ali više od višegodišnjeg proseka 18.1°C. Suma padavina bila je različita i odstupala

je od višegodišnjeg proseka. U 2016. godini bilo je više padavina 450.6 l m-2, što je bilo više za 75.6 l m-2 od višegodišnjeg proseka. U 2017. godini suma padavina iznosila je 316.5 l m-2, što je bilo manje za 58.5 l m-2 u odnosu na višegodišnji prosek (375.0 l m-2) (tab. 1).

Podaci su obrađeni po metodi dvofakrorijalnog split - plot ogleda (podeljenje parcele) u programu DSAASTAT Statistika 2011. Značajnost razlika između srednjih vrednosti tretmana testirana su sa LSD-testom. Rezultati su prikazani tabelarno.

Tab. 1. Prosečne mesečne temperature (°C) i suma padavina (mm) za vegetacioni period soje 2016 - 2017 godine

Godine	Srednje mesečne temperature vazduha						Prosek	Višegodišnji prosek
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	2016 - 2017	1964-2015
2016	14.2	16.9	21.7	22.8	21.1	18.5	19.2	18.1
2017	11.4	17.6	23.2	24.3	24.8	16.9	19.7	
Sume mesečnih padavina							Suma	Suma
2016	74.5	85.0	143.2	68.4	45.8	33.7	450.6	375.0
2017	57.0	82.9	65.7	12.0	17.4	81.5	316.5	

Izvor: http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Broj nodula na korenu po biljci soje

Analiza varijanse za sve ispitivane parametre na osnovu LSD testa pokazala je da glavni izvori varijacije, kao i njihove interakcije su imali veoma značajan uticaj na broj nodula, a dobijene razlike bile su statistički značajne ($p < 0,01$). Prosečan broj nodula bio je 4.75 (tab. 2). U 2016. godini, koja je bila povoljnija za razvoj soje, broj nodula je bio 7.89, što je bilo više za 24.25% nego u 2017. godini (6.35). Može se reći da su na ovakve razlike najviše uticale količine padavina u maju i junu mesecu 2016. godine. Posmatrajući istu godinu a različite sorte uočava se da je u 2016. godini najveći broj nodula imala sorta Galina (12.18), a u 2017. godini sorta Sava (11.23), što je statistički značajno u odnosu na druge sorte.

Tab. 2. Uticaj faktora ispitivanja na broj nodula na korenu po biljci soje u fazi cvetanja

		Varijante ogleda (C)					
Godina (A)	Sorta (B)	Kontrola	NPK	NPK+EM Aktiv	□ AxB	□ A	
2016	Galina	4.62	9.16	12.18	8.65	7.89	
	Valjevka	3.57	9.31	10.02	7.63		
	Sava	4.20	7.24	10.74	7.39		
	NS Apolo	3.83	8.67	11.12	7.87		
	□ AxC	4.06	8.60	11.02			
2017	Galina	3.30	4.63	10.13	6.02	6.35	
	Valjevka	3.02	5.75	10.29	6.35		
	Sava	2.54	4.52	11.23	6.10		
	NS Apolo	3.55	7.16	10.07	6.93		
	□ AxC	3.10	5.52	10.43	□ B		
□ B	Galina	2.64	4.60	7.44	4.89		
	Valjevka	2.20	5.02	6.77	4.66		
	Sava	2.25	3.92	7.32	4.50		
	NS Apolo	2.46	5.28	7.06	4.93		
	□ C	2.39	4.70	7.15			
Prosek 2016-2018					4.75		
LSD	A**	B**	C**	AxB**	AxC**	BxC**	AxBxC**
p<0.01	1.38	0.22	3.96	1.10	5.87	3.86	5.74
p<0.05	1.11	0.19	2.12	0.91	4.96	2.67	4.35

Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa Dozet i sar. (2017) i Carvalho i sar. (2020), koji ističu da genotip utiče na broj bakterijskih nodula. U zavisnosti od primenjenih varijanti (faktor C) razlike su bile visoko značajne. U proseku za sve sorte najveći broj kvržica je bio kod primene T2 (7.15), što više za 52.12% u odnosu na T1 i za 199.16% u odnosu na T0. Obzirom da je u varijanti T2 u zemljište unet veliki broj ćelija efektivnih mikroorganizama može se pretpostaviti da su uticali na dinamiku promene broja i aktivnosti autohtone mikrobne populacije (Eltreki i sar., 2020). Povećanim intezitetom njihovih biohemijskih reakcija dolazi do veće produkcije bioaktivnih materija koje utiču na razvoj i nodulaciju korena. Broj nodula je uslovljen kako unutrašnjim - genetskim i fiziološkim faktorom, tako i spoljašnjim - nivoom azota u zemljištu (Gibson i Harper, 1985). Međutim, na njihov broj značajan uticaj mogu da imaju i drugi abiotički faktori (pH, prisustvo toksičnih elemenata, stanje zemljišta, dostupnost bioaktivnim materijama, kompatibilnost simbiotičkih azotifikatora i dr.). U istraživanjima Đukić (2009) utvrđeno je da primena inokulacije soje ima značajan uticaj na broj i masu nodula. Različite količine mineralnog đubriva i prolećna primena mogu da utiču na smanjenje broja nodula i aktivnost biološke fiksacije azota, jačeg inteziteta nego đubrenje u jesen (Đukić i sar., 2021). Prema Stevanović i sar. (2016) na broj nodula soje značajno su uticali meteorološki uslovi u godinama ispitivanja, različite količine primenjenog azota na različitim tipovima zemljištima (černozem i pseudoglej). Autori su istakli da se sa povećanjem količine azota (100 i 150 kg ha⁻¹) u aridnoj godini broj nodula bio značajno manji u odnosu na humidnu godinu. Takođe, su utvrdili da je broj nodula bio veći kod biljaka gajenih na černozemu.

Masa nodula na korenu po biljci soje

Na osnovu analize varijanse na masu nodula po biljci statistički visoko značaj uticaj imao je factor A, C i interakcija AxB. Faktor B i interakcija BxC su na statičkom nivou od $p < 0,05$ uticali na razlike u masi nodula na korenu (tab. 3). U dvogodišnjim istraživanjima masa nodula na korenu bila je veća u 2016. godini (0.19 g), što je bilo više za 35.71% u odnosu na 2017. godinu (0.14 g). Najveću masu nodula na korenu imala je sorta NS Apolo (0.12 g). Između sorti Valjevka i Sava nije bilo statističke značajnosti jer je izmerena ista masa nodula (0.11 g). Veća masa nodula evidentirana je na varijanti T2 (0.13 g), što je bilo za 8.33% veće od T1 (0.12 g). U odnosu na varijantu T0 (0.08 g) povećanje mase nodula po biljci bilo je za 62.5%, što je bilo na nivou značajnosti od $p < 0.01$.

Tab. 3. Uticaj faktora ispitivanja na masu nodula na korenu po biljci soje (g) u fazi cvetanja

Godina (A)	Sorta (B)	Varijante ogleda (C)			□ AxB	□ A	
		Kontrola	NPK	NPK+EM Aktiv			
2016	Galina	0.13	0.18	0.19	0.17	0.19	
	Valjevka	0.16	0.22	0.25	0.21		
	Sava	0.13	0.22	0.24	0.20		
	NS Apolo	0.17	0.20	0.21	0.19		
	□ AxC	0.15	0.21	0.22			
2017	Galina	0.09	0.10	0.19	0.13	0.14	
	Valjevka	0.08	0.14	0.15	0.12		
	Sava	0.10	0.11	0.18	0.13		
	NS Apolo	0.12	0.22	0.19	0.18		
	□ AxC	0.10	0.14	0.18	□ B		
□ B	Galina	0.07	0.09	0.13	0.10		
	Valjevka	0.08	0.12	0.13	0.11		
	Sava	0.08	0.11	0.14	0.11		
	NS Apolo	0.10	0.14	0.13	0.12		
	□ C	0.08	0.12	0.13			
Prosek 2016-2018					0.11		
LSD	A**	B*	C**	AxB**	AxC*	BxC*	AxBxC*
p<0.01	0.047	0.052	0.042	0.033	0.110	0.119	0.130
p<0.05	0.036	0.023	0.018	0.021	0.053	0.052	0.108

Dobijeni rezultati su u saglasnostima Dozet i sar. (2021), koji su utvrdili da na broj i masu nodula statistički značajno utiče primena organskog đubriva i efektivnih mikroorganizama. Kombinacija NPK đubriva i primena efektivnih mikroorganizama ima značajan uticaj i na morfološke osobine soje (Cvijanović i sar. 2021). Ovakvi rezultati mogu se pripisati uticaju efektivnih mikroorganizama. Unošenjem u zemljište i aktiviranje autohtonih

mikroba dolazi do brže mineralizacije, organske materije u zemljišti pri čemu se izdvaja veća količina biogenih elemenata koji su dostupniji korenu biljaka i samim mikroorganizmima. Primenom efektivnih mikroorganizama u toku vegetacije dolazi do intezivnog porasta biljaka, bržeg fizioloških procesa, intezivnije fotosinteze kao i dinamike korenovog sistema. U ovakvim uslovima koren izdvaja u rizosferi veću količinu materija koje privlače i druge grupe zemljišnih mikroorganizama. Povećanjem njihovog broja i mase povećava se količina bioaktivnih materija koje značajno utiču na usvajanje vode i elemenata, a time izvora hrane i energije za aktivnost bakterija u nodulama, pri čemu se povećava masa nodula i intezitet azotofiksacije.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da se efektivni mikroorganizmi mogu uspešno primeniti u zemljište i u fenološkim fazama razvoja soje. Na ovaj način mogu se zadovoljiti osnovni principi održive proizvodnje. Takođe, može se ublažiti negativan efekat deficita vode u vegetaciji kod sve četiri ispitivane sorte soje. Najbolji efekat iskazan je u 0 grupi zrenja kod sorte Galina i NS Apollo, koja pripada I grupi zrenja.

LITERATURA

- Abduladim, E., Cvijanović, G., Đukić, V., Đurić, N., Miladinov, Z., Cvijanović, M., & Abduladim, M.A. (2020). Influence of effective microorganisms on soil biogenity parameters in the rhizosphere of different soybean genotypes and soybean yield, *Field and Vegetable Crops Research*, 57(3), 72-79, doi 10.5937/ratpov57-27962
- Bajagić, M., Đukić, V., Cvijanović, V., Nedeljković, M., Dozet, G., Stepić, V., & Cvijanović, G. (2021). Effect of seed treatment with low frequency electromagnetic fields on soybean productivity. *Journal of Agricultural Sciences*, 66(4), 321-334. <https://doi.org/10.2298/JAS2104321B>
- Carvalho, R.H., Coceição E.J, Favero O.V., Stralioetto R., & Araújo, A.P. (2020). The Co-inoculation Rhizobium and Bradyrhizobium increases the early nodulation and development common beans. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20, 860-864.
- Cvijanovic, G., Dozet, G., Djukic, V., Subić, J., & Cvijanovic, D. (2011). Effects of Nitrogen fertilising on the preceding crop and the application of Co and Mo on Azotobacter abundance in soya bean, *Romanian Biotechnological*, 16(1), 74-80.
- Cvijanović, G., Stepić, V., Cvijanović, M., Đukić, V., Đurić, N., & Dozet, G. (2019). Interaction of fertilization and maize and soybean cultivation systems on the preservation of biological soil activity and plant height *Proceedings PKB Agroekonomik Institute*, Belgrade, 25(1-2), 139-148.
- Dozet, G., Cvijanović, G., Vasić, M., Đurić, N., & Đukić, V. (2017). Influence of effective microorganisms on the yield of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in the organic system of cultivation. *Proceedings of the XXXI Conference of Agronomists, Veterinarians, Technologists and Agroeconomists*, Padinska Skela, Belgrade, *Institute PKB Agroekonomik*, 23 (1-2), 155-162.
- Dozet, G., Cvijanović, G., Đukić, V., Miladinov, Z., Dozet, D., Đurić, N., & Jakšić, S. (2018). Application of aqueous nettle extract in organic soybean production, *Proceedings 59. Conference Production and processing of oilseeds*, 17-22. June 2018, Herceg Novi, 79-84.
- Đukić, V. (2009). Morphological and production characteristics of soybeans examined in crop rotation with wheat and corn. Doctoral dissertation, University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Zemun, 1-127.
- Đukić, V., Miladinović, J., Miladinov, M., Mamić, Z., Dozet, G., Bajagić, M., Jovanović, M., & Cvijanović, V. (2021). Soybean yield depending on the time of npk fertilizer application, *Proceedings XXVI Conference on Biotechnology with International Participation*, Čačak, March 12-13, 43-48.
- Gibson, A.H. & Harper, J.E. (1985). Nitrate effect on nodulation of soybean by *Bradyrhizobium japonicum*. *Crop Science* 22: 153-155.
- Martinez-Romero, E., & Caballero-Mellado, J. (1996). Rhizobium phylogenies and bacterial genetic diversity. *Critical Rev. Plant Science*, 15, 113-140.
- Milić, V., Mrkovački, N.B., & Hrustić, M. (2002.). Relationship between nitrogen fixation potential and soybean yield. *Scientific Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad*, 36, 133-136.
- Stevanović, P., Popović, V., Glamočlija, Đ., Tatić, M., Spalević, V., Jovović, Z., Simić, D., & Maksimović, L. (2016). Influence of nitrogenous nutrients on soybean nodulation (*Glycine max*) on chernozem and pseudogley, *Papers from XXX conferences of agronomists, veterinarians, technologists and agroeconomists*. 22(1-2), 67-77.
- Stevanović, P., Popović, V., Filipović, V., Terzić, D., Rajčić, V., Simić, D., Tatić, M., & Tabaković, M. (2017). Influence of fertilization on nodule mass and nitrogen content in soybean nodules (*Glycine max* (L.) Merr). *Proceedings of the Institute PKB Agroekonomik. XXXI Conference of agronomists, veterinarians, technologists and agroeconomists*, 23(1-2), 119-127.