

UTICAJ INOKULACIJE SEMENA AZOTOFIKSIRAJUĆIM BAKTERIJAMA I SORTE NA MORFOLOŠKE OSOBINE I PRODUKTIVNOST SOJE (*Glicine max* L.)

Vladimir Miladinović^{1*}, Vladan Ugrenović¹, Stefan Kolašinac²,
Biljana Kiprovska³, Tara Grujić¹, Marina Jovković¹, Zora Dajić Stevanović²

Izvod

Preporučena agrotehnička mera koje se izvodi neposredno pred setvu soje (*Glicine max* L.) je inokulacija semena azotofiksirajućim bakterijama. Izvođenje eksperimenta imalo je za cilj ispitivanje uticaja faktora inokulacije i faktora genotipa na morfološke osobine, prinos i sadržaj primarnih metabolita zrna. Ispitivane su tri domaće sorte soje (Apolo, Gorštak i Trijulf), na parceli na kojoj je u plodoredu gajena soja, na zemljištu tipa černoze, na oglednom polju Instituta "Tamiš" - Pančevo. Proučavane su sledeće morfološke osobine i parametri prinosa: visina biljke, broj bočnih grana, broj spratova, visina biljke do prve mahune, broj mahuna po biljci, masa mahuna sa zrnom po biljci, masa zrna po biljci i prinos zrna po hektaru. Sadržaj ulja, azota i proteina, određen je standardnim analitičkim metodama. Inokulacija semena statistički je značajno uticala na visinu biljke do prve mahune, dok na ostale morfološke osobine i parametre prinosa inokulacija nije imala statistički značajan uticaj. Na sadržaj ulja, azota i proteina inokulacija nije delovala statistički značajno. Za većinu ispitivanih parametara, bio je značajan efekat genotipa. Prosečan prinos biljaka inokulisanog semena (1250 kg ha⁻¹) i neinokulisanog semena (1230 kg ha⁻¹) bio je daleko manji u odnosu na višegodišnji prosek, zbog značajno nižih količina atmosferskih padavina u odnosu na višegodišnji prosek i visokih prosečnih temperatura vazduha tokom vegetacionog perioda.

Ključne reči: azotofiksacija, proteini, ulja

Uvod

Soja (*Glicine max* L.), zbog njene zastupljenosti u ishrani stanovništva i gajenih životinja, kao i primene u privredi i industriji, pripada grupi najznačajnijih poljoprivrednih useva na planeti. Izražen je rast proizvodnih površina i proizvodnje soje u svetu tokom druge polovine dvadesetog veka i traje do danas. Šezdesetih godina 20. veka, svetska godišnja proizvodnja soje bila je 28 miliona tona, a od početka šeste decenije dvadesetog veka do 2007. godine, zabeležen je godišnji porast svetske proizvodnje za 4,6% (Masuda, 2009). Svetska proizvodnja soje nastavila je trend rasta u narednom godinama, i

u 2021. godini bila je 367 miliona tona (USDA, 2021), a u Srbiji u 2021. godini gajena je na površini od 220 000 hektara sa prosečnim prinosom od 2,89 tona po hektaru (USDA, 2021).

Bakterije roda *Bradyrhizobium* na korenu soje formiraju nodule ili kvržice u simbiozi sa biljkom. Ove bakterije vrše fiksaciju azota iz atmosfere i prevode ga u amonijačni oblik, dostupan biljkama. Sa druge strane, biljke bakterijama obezbeđuju ugljene hidrate kao hranu i energiju za azotofiksaciju, pa se tako odvija proces simbioze između biljke i bakterija (Biswas i Gresshoff, 2014). Proces azotofiksacije kod soje ima ekonomski, biološki i ekološki značaj

Originalni naučni rad (Original Scientific Paper)

¹ Miladinović V, Ugrenović V, Grujić T, Jovković M, Institut za zemljište u Beogradu, Teodora Drajzera 7, Beograd

² Dajić Stevanović Z, Kolašinac S, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 15, Zemun

³ Kiprovska B, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, Novi Sad

*e-mail: vladimir.miladinovic33@gmail.com

(Ugrenović i sar., 2010). Količine azotnih hrana koje se u osnovnoj i dopunskoj prihrani soje unose u zemljište su značajno niže u odnosu na ostale ratarske useve, jer biljka sebe kroz proces azotofiksacije obezbeđuje značajnim količinama azota. Velike količine unetog azota u zemljište đubrenjem, dovode do smanjenja broja formiranih nodula, tako da pri količini unetog azota od 90 kg ha⁻¹ ili više dolazi do potpunog prestanka stvaranja nodula (Belić i sar., 1987). Na nizak intenzitet procesa nodulacije, u smislu smanjenja broja stvorenih nodula i smanjenja količine fiksiranog azota, utiču: velike količine azota preostalih u zemljištu od preduseva, jako kisela ili jako alkalna zemljišta (visoka vrednost pH), kao i visoka vrednost poljskog vodnog kapaciteta. Takođe, na obrazovanje nodula na korenu soje mogu negativno uticati: suša (Da Silva et al., 2017), visoka koncentracija pesticida (Sharma, 2012; Rodriguez et al., 2020), kao i soli u zemljištu (Kibido et al., 2020). Pretpostavka je da određeni sojevi bakterija rizobijum vrsta imaju specifične međusobne odnose sa određenim genotipovima domaćina (Althabegoit et al., 2008).

Najznačajniji činioci razvoja korenovog sistema soje su vlaga i temperatura zemljišta, teksuturni sastav zemljišta, vreme setve i primenjena agrotehnika (Turman et al., 1995; Glinski and Lipiec 2018). Soja se ubraja u grupu dobrih preduseva, jer nakon njene žetve, zemljište ostaje obogaćeno azotom i dobre strukture (Glamočlija et al., 2015). Soja ima veliki privredni značaj, a razlog je velika hranljiva, energetska i vitaminska vrednost semena. Zrelo zrno soje u svom sastavu sadrži u najvećem procentu proteine i ulja. Zrno komercijalnih sorti soje može da sadrži proteine u rasponu od 30% do 53% (Sediyama et al., 1999). U poređenju sa ostalim leguminozama, zrno soje sadrži najbolji sastav aminokiselina i ima najviše sirovog proteina (Krishnan et al., 2007). U proseku, suvo zrno soje sadrži oko 19% ulja, s tim da zbog uticaja agroekoloških faktora i genetičkog potencijala, sadržaj ulja se može kretati u rasponu od 6,5 do 28,7% (Weselake et al., 2009). Ulje soje u svom sastavu sadrži zasićene (stearinsku (4%), palmitinsku (10%) i oleinsku (18-23%)), i nezasićene masne kiseline (linole-

insku (8-13%) i linolnu (55%)), (Clemente et al., 2009). Kvalitetu ulja zrna soje, doprinosi visoka zastupljenost linoleinske i linolne kiseline (Popović et al., 2020; Soboko et al., 2020). Tehnološki kvalitet zrna soje određen je sadržajem ulja i proteina, koji su u negativnoj korelaciji (Balesević-Tubić i sar., 2011). Povećanje sadržaja proteina za 2%, dovodi do smanjenja količine ulja za 1% (Schwender et al., 2003). Prema istraživanjima Carera et al. (2011) postoji negativna korelacija između sadržaja aminokiselina u zrnu i povišene vrednosti sunčevog zračenja i veće količine vode. Velike vrednosti sunčevog zračenja i količine vode utiče na veći ukupan prinos zrna soje, ali i manje količine proteina u zrnu (Wilcox, 2001). Na ukupan prinos i kvalitet zrna soje direktno utiču genetika, agroekološki uslovi i tehnologija proizvodnje. Uspesna proizvodnja soje, sa ciljem ostvarivanja visokog prinosa, zahteva odgovarajuće uslove sredine, kvalitetno sprovedenu agrotehniku i odabran kvalitetan sortiment (Popović i sar., 2016). U našoj zemlji, soja se na najvećem procentu površina gaji bez navodnjavanja, a suša potencijalno predstavlja ograničavajući faktor postizanju visokih prinosa (Ugrenović i sar., 2009). Naša zemljišta poseduju malu količinu azotofiksirajućih bakterija roda *Bradyrhizobium*, pa je preporučeno tretirati seme neposredno pred setvu preparatima sa odgovarajućim sojevima azotofiksirajućih bakterija (Milošević i Jarak 2005). Ovo je posebno značajno jer je u održivoj poljoprivredi poželjno da se biljke u što većoj meri hrane preko ekosistema zemljišta, a manje primenom rastvorljivih đubriva koja mu se dodaju (Ugrenović i sar., 2020).

Cilj ovog istraživanja bio je da se ispita uticaj faktora sorte i faktora inokulacije, u usloviima prirodnog vodnog režima, na polju gde je soja u plodoredu gajena više decenija i sejana inokulisanim semenom.

Materijal i metode

Biljni materijal

U eksperimentu su korišćene 3 sorte soje. Sorte „Instituta za ratarstvo i povrtarstvo“ Novi Sad su: Apolo (I grupa zrenja) i Trijumf (II grupa zrenja), a sorta soje firme „Delta Selsem“ je Gorštak (II grupa zrenja).

Tabela 1. Agrohemijske osobine zemljišta

Table 1. Agrochemical properties of soil

Parameter	pH		CaCO ₃	Humus	Total N	Available	
	nKCl	H ₂ O	%	%	%	P ₂ O ₅ mg 100 g ⁻¹	K ₂ O mg 100 g ⁻¹
	7,4	8,1	12,1	3,43	0,23	19,7	16,4

Opis ogleđa

Ogled je postavljen na oglednom polju Instituta „Tamiš“ u Pančevu (φN 44°55', λE 20°41', m.s.l. 89), na zemljištu tipa černoze na kome se soja gaji duži niz godina u četvoropoljnom plodoređu. Ogled je dvofaktorijalan, pri čemu su kao faktori posmatrani „sorta“ i „inokulacija semena“.

Setva je obavljena ručno početkom aprila 2015. godine, u dve jednake parcele. Obe parcele su posejane sa tri genotipa soje, s' tim da je u jednoj parceli posejano inokulisano seme bakterijskim sojem *Bradyrhizobium japonicum* (tretman), a na drugoj neinokulisano seme (kontrola). Tri sorte soje, u tri ponavljanja je činilo devet parcelica, tako da je ukupan ogled obuhvatao 18 parcelica dimenzija 5x2 m. Svaka parcelica je posejana sa po četiri reda biljaka, centralna dva za uzorkovanje, a prvi i četvrti kao izolacija. Razmaci između redova u okviru jedne parcelice bili su 0,5 m, između parcelica 0,5 m, a između ponavljanja 1 m. Razmak između biljaka u redu usklađivan je sa potrebama grupe zrenja: 4,5 cm kod (I) grupe zrenja sa 113 biljaka u redu, a 5 cm kod (II) grupe zrenja sa 100 biljaka u redu. Ukupna površina plota bila je 35 m x 6 m (210 m²).

Analiza zemljišta

Ogled je izvršen na zemljištu tipa černoze, koje se odlikuje kvalitetnim fizičkim i he-

mijskim osobinama. Ukupan azot je utvrđen Kjeldahl-ovom metodom, raspoloživi azot po Bremner metodi i raspoloživi P i K su određeni Al-metodom Egner-Riehm-a (Egner & Riehm, 1958). Sadržaj humusa je određen po modifikovanoj metodi Turin Simakova (ISO 14235: 1998). Kiselost zemljišta bila je 7,30. Rezultati analiza su pokazali da je zemljište na oglednoj parceli sadržalo značajne količine humusa (3,54), visok sadržaj karbonata (12,00), da je bilo dobro obezbeđeno azotom (0,20), fosforom i kalijumom (Tabela 1). Analize su obavljene u „Institutu za zemljište“, Beograd. Uzorci zemljišta su nasumično sakupljeni pre setve soje i tretirani su kao uzorak koji je korišćen za agrohemijsku i mikrobiološku procenu.

Mikrobiološka analiza zemljišta oglednog polja potvrdila je visok broj slobodnih aktivnih N-fiksatora (*Azotobacter* spp. i oligonitrofila) u okviru celokupne mikrobne flore, koja je opšta karakteristika černoze i pored činjenice da je parcela bila kontinuirano korisćena za proizvodnju soje (Tabela 2).

Meteorološki uslovi

Meteorološki podaci za godinu kada je ogled sproveden (2015) su preuzeti sa internet stranice Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (www.hidmet.sr.gov.rs)

Tabela 2. Mikrobiološke osobine černoze (vrednosti izražene po gramu apsolutno suvog zemljišta)

Table 2. Microbiological properties of chernozem soil (values expressed per gram of absolutely dry soil)

Parametar	Ukupan broj mikroorganizama (x10 ⁶ CFU g ⁻¹)	<i>Azotobacter</i> (x MPN g ⁻¹)	Slobodni azotofiksirajući mikroorganizmi (x10 ⁵ CFU g ⁻¹)
	10,33	173,75	49,00

Tabela 3. Prosečne temperature i količina padavina tokom vegetacione sezone 2015. godine

Table 3. Average temperatures and precipitation during the 2015 growing season

Mesec	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Prosek
Padavine (mm)	25,0	88,2	20,1	4,8	69,1	41,4
Temperatura (°C)	11,9	18,5	23,3	27,5	25,5	21,3

Zbir sume padavina tokom vegetacionog perioda od aprila do avgusta bio je 207 mm. Prosečne temperature tokom vegetacionog perioda od aprila do avgusta, bile su iznad višegodišnjeg proseka (Tabela 3). Na osnovu meteoroloških uslova, jasno je da su biljke bile izložene stresu suše tokom juna i jula meseca.

Morfološki parametri

Za ispitivanje morfoloških parametara na kraju vegetacionog perioda soje, u fazi pune zrelosti zrna posmatrano je 30 biljaka po genotipu (10 biljaka u 3 ponavljanja). Ocenjivane se sledeće osobine: visina biljke (cm), broj mahuna po biljci, broj bočnih grana, broj spratova, visina biljke do prve mahune (cm), masa mahuna sa zrnom po biljci, masa zrna po biljci, prinos zrna kg ha⁻¹.

Određivanje sadržaja ulja i proteina

Biljni materijal, seme ispitivanih sorti soje, je samleven na mlinu (*Ika M20 universal mill*) uz hlađenje i dalje je korišćen za analizu primarnih metabolita. Sadržaj vlage je određen gravimetrijski i to sušenjem na 105 °C 3h (ISO 24557:2009). Sadržaj ulja određen je po Soxhlet-u, ekstrakcijom ulja 8h na 70 °C. Određivanje sadržaja azota u semenu soje je izvršeno metodom po Kjeldahl-u (Proizvođačka specifikacija Gerhardt. 2003), a sadržaj ukupnih proteina preračunat je množenjem dobijene vrednosti (za sadržaj azota) faktorom za proteine soje, Nx6,25. Rezultati su izraženi kao % ulja, azota i proteina u suvoj masi semena. Određivanje sadržaja ulja i proteina obavljeno je u Laboratoriji za ispitivanje biljnih materijala i proizvoda, Odeljenje za alternativne kulture i organsku proizvodnju, "Instituta za ratarstvo i povrtarstvo" u Novom Sadu.

Statistička analiza

Dobijeni rezultati su izraženi kao srednje vrednosti ± standardna devijacija (SD). Za testiranje efekta inokulacije na ispitivane para-

metre korišćena je Analiza varijanse (ANOVA) dok je Dankanov test korišćen za naknadna poređenja značajnosti razlika ($p < 0,05$). Podaci su analizirani softverom SPSS 26.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL) i Statistica for Windows version 12 (Dell Software).

Rezultati i diskusija

Uticaj faktora genotipa i inokulacije bakterijskim sojem *Bradirhizobium japonicum* na morfološka svojstva soje, komponente prinosa i ukupan prinos zrna

Najveći prinos zrna kod inokulisanog semena soje ostvarila je sorta Gorštak (1516 kg ha⁻¹), a kod neinokulisanog takođe sorta Gorštak (1460 kg ha⁻¹) (Tabela 4). Nije bilo statistički značajne razlike u poređenju inokulisanog i neinokulisanog semena za ovaj parametar, dok je genotip uslovio statistički značajne razlike. U istraživanjima većeg broja autora (Campo et al., 2010; Furseth et al., 2011; Carciochi et al., 2019) na parcelama gde je u plodoredu primenjivana inokulacija semena, nije bilo statistički značajnih razlika u prinosu i morfološkim osobinama soje kod inokulisanog i neinokulisanog semena, što je u skladu sa našim rezultatima. Sa druge strane, istraživanja Ruiz Diaz et al. (2009), Tahir et al. (2009), Luca and Hungria (2014), na parcelama na kojima je prvi put gajena soja, efekat inokulacije na prinos zrna bio je statistički značajan u poređenju sa neinokulisanom kontrolom, a zabeleženi su značajno veći prinosi.

Najveći broj mahuna po biljci formirale su biljke sorte Gorštak i kod inokulisanog (78,11) i kod neinokulisanog (67,38) semena. Inokulacija nije statistički značajno uticala na broj mahuna po biljci (Tabela 4). Slično našim rezultatima, u istraživanjima Moretti et al. (2018) i Gebrehana and Dagnaw (2020), nije bilo razlike u poređenju tretmana i kontrole za broj mahuna po biljci. Suprotno našim rezultatima,

u više studija (Agha et al., 2004; Hussain et al., 2011; Patra et al., 2012; Ahiabor et al., 2014) broj mahuna nakon tretmana inokulacije bio je statistički značajno veći u odnosu na kontrolu. Solomon et al. (2012), ukazuju da je statistički značajno veći broj mahuna formiran na parceli gde prethodno nije gajena soja.

Najveća masa mahuna po biljci bila je kod sorte Gorštak (Tabela 4), kod inokulisanog semena 30,11 g, a kod neinokulisanog 26,56 g. Dobijeni rezultati mase mahuna sa zrnom po biljci, nisu pokazali statistički značajan efekat inokulacije u ogledu. Statistički značajne razlike za navedeni parametar, pokazale su se između različitih sorti. Prema istraživanju Ahiabor et al. (2014), na parceli gde je više godina gajena soja sa inokulisnim semenom, dobijeni su rezultati kao i u našem ogledu. Za razliku od našeg istraživanja, u ogledima Patra et al.

(2012), Lamptei et al. (2014), Ezekiel (2017) zabeležena je statistički značajno veća masa mahuna sa zrnom kod inokulisanog semena.

Najveću masu zrna po biljci, imala je sorta Gorštak u varijanti inokulisanog semena (20,39 g), odnosno, kod neinokulisanog semena, sorta Apolo (18,65 g). Statistički značajne razlike za ovaj parametar nisu utvrđene u ogledu (Tabela 4). Takođe, inokulacija nije postigla efekat u smislu značajne razlike u masi u poređenju tretmana i kontrole u ogledu. Značajne razlike zabeležene su poređenjem genotipova. Slične rezultate našim, za masu zrna po biljci, dobili su Herliana et al. (2019), bez značajne razlike između biljaka iz tretmana i kontrole. Suprotno našim rezultatima, Księżak and Bojarszczuk (2022), Stevanović i dr. (2016), Adeieie et al. (2017), dobili su statistički značajno veće vrednosti za biljke iz tretmana.

Tabela 4. Analiza varijanse za morfološke osobine, parametre prinosa i prinosa, za neinokulisane i inokulisane biljke soje. Podaci su srednja vrednost \pm standardna devijacija

Table 4. Analysis of variance for morphological traits, yield parameters and yield, for uninoculated and inoculated soybean plants. Data are mean \pm standard deviation

	Apolo	Gorštak	Trijumf
<i>Kontrola</i>			
Visina (cm)	59,73 ^{aA} \pm 6,70	89,72 ^{aC} \pm 5,44	62,20 ^{aB} \pm 4,00
Visina do prve mahune (cm)	8,63 ^{aA} \pm 1,27	9,77 ^{aB} \pm 0,77	8,00 ^{aA} \pm 0,92
Broj bočnih grana	3,00 ^{aA} \pm 0,74	3,33 ^{aA} \pm 0,76	3,50 ^{aB} \pm 0,61
Broj spratova	11,60 ^{aA} \pm 1,57	15,73 ^{aB} \pm 1,98	11,90 ^{aA} \pm 0,79
Broj mahuna po biljci	49,47 ^{aA} \pm 18,34	67,38 ^{aC} \pm 25,29	60,45 ^{aBC} \pm 11,36
Masa mahuna po biljci (g)	26,39 ^{aA} \pm 10,04	26,56 ^{aA} \pm 11,96	23,30 ^{aA} \pm 5,47
Masa zrna po biljci (g)	18,65 ^{aBC} \pm 7,34	17,58 ^{aC} \pm 8,54	15,10 ^{aAB} \pm 3,41
Prinos zrna (kg _{ha} ⁻¹)	1213,30 ^{aB} \pm 269,00	1460,00 ^{aB} \pm 55,70	1182,5 ^{aB} \pm 31,80
<i>Tretman</i>			
Visina (cm)	59,27 ^{aA} \pm 6,70	89,72 ^{aC} \pm 5,44	62,20 ^{aB} \pm 4,00
Visina do prve mahune (cm)	8,83 ^{aB} \pm 0,83	10,66 ^{bC} \pm 1,04	8,23 ^{aA} \pm 0,82
Broj bočnih grana	2,87 ^{aA} \pm 0,86	3,73 ^{aC} \pm 0,64	3,43 ^{aB} \pm 0,5
Broj spratova	11,50 ^{aA} \pm 1,63	15,41 ^{aC} \pm 1,32	12,33 ^{aB} \pm 0,88
Broj mahuna po biljci	46,57 ^{aA} \pm 20,30	78,11 ^{aC} \pm 28,44	67,77 ^{aB} \pm 24,72
Masa mahuna po biljci (g)	25,84 ^{aAB} \pm 7,96	30,11 ^{aB} \pm 13,24	27,94 ^{aAB} \pm 11,63
Masa zrna po biljci (g)	16,84 ^{aAB} \pm 5,06	20,39 ^{aC} \pm 9,67	17,67 ^{aBC} \pm 6,98
Prinos zrna (kg _{ha} ⁻¹)	1143,3 ^{aA} \pm 92,90	1516,7 ^{aB} \pm 76,40	1110,00 ^{aA} \pm 81,90

Prosečne vrednosti označene istim malim latiničnim slovima, između istih sorti za isti ispitivani parametar, ne razlikuju se statistički značajno ($p < 0,05$). Prosečne vrednosti označene istim velikim latiničnim slovima, između različitih sorti, u okviru istog reda, ne razlikuju se statistički značajno ($p < 0,05$).

Najvišu vrednost visine biljke, imala je sorta Gorštak u kontroli (91,17 cm), odnosno kod biljaka iste sorte iz tretmana (89,72 cm). Statistički značajne razlike nisu zabeležene kod sorti Apolo, Gorštak i Trijumf, u odnosu na to da li je seme navedenih sorti inokulisano ili ne. Statistički značajne razlike postignute su na nivou genotipa.

Slične rezultate našem istraživanju za visinu biljaka, zabeležili su Samudin and Kuswanto, (2018) i Dabesa and Tana, (2021). Takođe, inokulacija nije proizvela statistički značajan uticaj na parcelama gde je sejano inokulisano seme soje u višegodišnjem periodu (Ahiabor et al, 2014; Carciochi et al., 2019). Suprotno prethodnim oglelima, prema istraživanjima Janagard and Ebadi-Segherloo (2016) i Argaw (2014) inokulacija je uslovlila statistički značajno veće vrednosti za biljke iz tretmana.

Za morfološki parametar visina biljke do prve mahune, najviša vrednost uočena je kod sorte Gorštak i kod inokulisanog (10,66 cm) i kod neinokulisanog semena (9,77 cm). Faktor inokulacija delovao je značajno za ovaj parametar kod sorte Gorštak. Zabeležen je takođe značajan efekat faktora genotip u ogledu (Tabela 4).

Za morfološki parametar broj bočnih grana, najveća vrednost uočena je kod sorte Gorštak za inokulisano seme (3,73 cm), a za neinokulisano kod sorte Trijumf (3,5 cm). Statistički značajne razlike za broj bočnih grana, nisu utvđene u ogledu (Tabela 4). Inokulacija nije postigla efekat u smislu značajne razlike u ogledu, za razliku od genotipa koji je uslovio značajne razlike. Slično našem ogledu, u istraživanjima Bekere et al. (2013) i Adeieie et al. (2017) nije bilo statistički značajnih razlika u poređenju biljaka iz kontrole i tretmana. Su-

protno našem istraživanju, prema ogledu Tairo and Ndakidemi (2013), inokulisane biljke imale su statistički značajno više vrednosti broja bočnih grana. Prema istraživanju Dabesa and Tana (2021), broj bočnih grana bio je statistički značajno veći kod biljaka iz tretmana, sa samo jednim od primenjena dva različita inokulanta *Bradyrhizobium japonicum*, što ukazuje na različitu prijemčivost određenih sojeva bakterija prema različitim sortama soje.

Uticaj faktora genotipa i inokulacije bakterijskim sojem *Bradyrhizobium japonicum* na sadržaj ulja, azota i proteina u zrnu soje
Ukupnan sadržaj ulja, azota i proteina u zrnu soje

Za ocenu parametra sadržaj ulja u zrnu, najveća vrednost uočena je kod sorte Apolo (21,7%), kod neinokulisanog, odnosno, (21%) kod inokulisanog semena (Tabela 5). Inokulacija nije postigla efekat u smislu značajne razlike u sadržaju ulja u zrnu biljaka. Pokazale su se razlike na nivou genotipa. Slično našim rezultatima, inokulacija nije uslovlila statistički značajno veće vrednosti za biljke iz tretmana i kod oglela drugih autora (Marinković i sar., 2010; Janagard and Ebadi-Segherloo, 2016; Carciochi et al., 2019). Suprotno prethodnim rezultatima, inokulisano seme uslovlilo je statistički značajno veće vrednosti sadržaja ulja u zrnu usled specifičnih uslova spoljašnje sredine (Rahim et al., 2015; Flajšman et al., 2019; Yousaf et al., 2019).

Za ocenu parametra sadržaj azota u zrnu, najveća vrednost uočena je kod sorte Gorštak za neinokulisano seme (6,9%), odnosno, za inokulisano (6,5%). Za navedeni parametar utvrđene su statistički značajne

Tabela 5. Faktorska analiza varijanse sadržaja ulja u zrnu soje (%). Podaci su srednja vrednost \pm standardna devijacija

Table 5. Factor analysis of soybean oil content variance (%). Data are mean \pm standard deviation

Sorta	Kontrola	Tretman
Apolo	21,7 \pm 0,00	21,0 \pm 0,00
Gorštak	20,2 \pm 0,00	20,5 \pm 0,00
Trijumf	19,0 \pm 0,00	19,8 \pm 0,00

Tabela 6. Analiza varijanse sadržaja azota i proteina u zrnu soje (%). Podaci su srednja vrednost \pm standardna devijacija

Table 6. Analysis of variance of nitrogen content in soybean grain (%). Data are mean \pm standard deviation

Sorta	Sadržaj azota (%)		Sadržaj proteina (%)	
	Kontrola	Tretman	Kontrola	Tretman
Apolo	6,6 ^{aAB} \pm 0,16	6,4 ^{bA} \pm 0,03	41,5 ^{aAB} \pm 1,00	39,7 ^{bA} \pm 0,20
Gorštak	6,9 ^{ab} \pm 0,09	6,5 ^{bA} \pm 0,04	42,9 ^{ab} \pm 0,60	40,7 ^{bA} \pm 0,20
Trijumf	6,5 ^{aA} \pm 0,26	6,5 ^{aA} \pm 0,16	40,7 ^{aA} \pm 1,60	40,7 ^{aA} \pm 1,00

Prosečne vrednosti označene istim malim latiničnim slovima, u okviru istog reda, ne razlikuju se statistički značajno ($p < 0,05$). Prosečne vrednosti označene istim velikim latiničnim slovima, između različitih sorti, u okviru iste kolone, ne razlikuju se statistički značajno ($p < 0,05$).

razlike za sorte Gorštak i Apolo (Tabela 5). Inokulacija nije statistički značajno uticala u ogledu, prevashodan je bio uticaj sorte. Zabeleženi rezultati su u saglasju sa istraživanjima Campo et al. (2010), gde inokulacija nije delovala statistički značajno iz razloga bogate mikrobne flore u zemljištu, što je posledica sejanja inokulisanog semena u višegodišnjem plodoredu. Suprotno navedenim rezultatima, u istraživanjima nekih autora, inokulacija je delovala značajno na biljke iz tretmana (Sogut, 2006; Albareda et al., 2009; Solomon et al., 2012).

Najveća vrednost ukupnog sadržaja proteina u zrnu dobijena je za sortu Gorštak (42,9%) za seme iz kontrole, odnosno, (40,7%) za tretman (Tabela 6). Inokulacija nije uticala na značajne razlike za sadržaj azota u zrnu u ovom ogledu. Značajne razlike uočene su za faktor sorte.

Rezultati našeg ogleada su u saglasju su sa sličnim istraživanjima domaćih i inostranih autora, rađenim na parcelama sa višegodišnjom proizvodnjom soje (Kolarić i sar., 2009, Furseth et al., 2011; Popović i sar., 2015; Carciochi et al., 2019). Suprotno našim rezultatima, u specifičnim agroklimatskim uslovima, sa nižim prosečnim temperaturama vazduha i zemljišta, na zemljištima siromašnim azofiksirajućim bakterijama, inokulacija je proizvela statistički značajno više vrednosti proteina u zrnu biljaka iz tretmana (Egamberdiyeva et al., 2004; Zimmer et al., 2016; Pannecouque et al., 2018).

Uticaj klimatskih činilaca, atmosferskih padavina i temperature na prinos soje i kvalitet zrnu

Biljka soje za postizanje optimalnih prinosa zahteva tokom vegetacionog perioda količinu atmosferskih padavina od 430 do 450 mm (Srebrić i Perić, 2014). Tokom 2015. godine zabeležena je znatno manja količina padavina u periodu april – avgust (207,2 mm), (Tabela 3). Biljke su bile izložene vodnom deficitu i visokim temperaturama vazduha. Ovakvi agroklimatski uslovi usloveli su znatno niži prinos zrna u odnosu na prosečene vrednosti u optimalnim klimatskim uslovima. Vodni deficit i visoke temperature vazduha nisu uslovile promenu u sadržaju ulja, azota i proteina u zrnu, a ove vrednosti bile su na nivou prosečnih vrednosti za navedene sorte (Nenadić et al., 2008; Đorđević et al., 2012; Đukić et al., 2021). Ipak, zbog ukupno manjeg prinosa u 2015. proizvodnoj godini, ukupan prinos primarnih metabolita bio je manji.

Zaključak

Analizom rezultata ogleada, uočeno je da biljke iz tretmana - inokulisano seme bakterijskim sojem *Bradyrhizobium japonicum*, nisu ostvarile statistički značajno veće vrednosti za morfološke osobine, komponente prinosa, prinos i sadržaj primarnih metabolita: ulja, azota i proteina. Jedina statistički značajna razlika zabeležena je za morfološku osobinu: visina biljke do prve mahune kod sorte Gorštak.

Za sve analizirane parametre dominantan je bio efekat genotipa, gde su zabeležene značajne razlike. Izostanak efekta inokulacije u ovom ogledu, uzrokovan je postojanjem bogate mikrobne zajednice, nastale gajenjem soje na parceli u višegodišnjem plodoredu, što je u skladu sa sličnim studijama objavljenim u različitim časopisima od međunarodnog značaja. Prosečan prinos biljaka inokulisanog semena (1250 kg ha⁻¹) i neinokulisanog semena (1230 kg ha⁻¹) bio je daleko manji u odnosu na višegodišnji prosek (3220 kg ha⁻¹), zbog značajno nižih količina atmosferskih padavina u odnosu na višegodišnji prosek i visokih prosečnih temperatura vazduha tokom vegetacionog perioda. Sadržaj primarnih metabolita u zrnu soje: ulja, azota i proteina, bio je na nivou prosečnih vrednosti za navedene sorte. Vodni deficit i visoke temperature vazduha nisu uslovile promenu u odnosu na prosečne vrednosti.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (451-03-68 / 2020-14 / 200011 i 451-03-68/2022-14/200032).

Literatura

- Adeyeye AS, Togun AO, Olaniyan AB, Akanbi WB (2017): Effect of fertilizer and rhizobium inoculation on growth and yield of soybean variety (*Glycine max L. Merrill*). *Advances in crop science and Technology*, 5(01): 1-9.
- Agha SK, Oad FC, Buriro UA (2004): Yield and yield components of inoculated and un-inoculated soybean under varying Nitrogen levels. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3: 370-371.
- Ahiabor B (2014): Application of Phosphorus Fertilizer on Soybean [(*Glycine max L. (Merril)*)] Inoculated with Rhizobium and its Economic Implication to Farmers. *American Journal of Experimental Agriculture*, 4(11): 1420-1434.
- Albareda M, Rodríguez-Navarro DN, Temprano FJ (2009): Soybean inoculation: Dose, N fertilizer supplementation and rhizobia persistence in soil. *Field crops research*, 113(3): 352-356.
- Althabegoiti MJ, López-García SL, Piccinetti C, Mongiardini EJ, Pérez-Giménez J, Quelas, JI, Peticari A, Lodeiro AR (2008): Strain selection for improvement of *Bradyrhizobium japonicum* competitiveness for nodulation of soybean. *FEMS Microbiology Letters*, 282(1): 115-123.
- Argaw A (2014): Symbiotic effectiveness of inoculation with *Bradyrhizobium* isolates on soybean [*Glycine max (L.) Merrill*] genotypes with different maturities. *Springer-Plus*, 3(1): 753.
- Balesevic-Tubic S, Djordjevic V, Miladinovic J, Djukic V, Tatic M (2011). Stability of soybean seed composition. *Genetika*, 43(2): 217-227.
- Bekere W, Kebede T, Dawud J (2013): Growth and nodulation response of soybean (*Glycine max L.*) to lime, *Bradyrhizobium japonicum* and nitrogen fertilizer in acid soil at Melko, South western Ethiopia. *International Journal of Soil Science*, 8(1): 25.
- Bekere W, Kebede T, Dawud J (2013): Growth and nodulation response of soybean (*Glycine max L.*) to lime, *Bradyrhizobium japonicum* and nitrogen fertilizer in acid soil at Melko, South western Ethiopia. *International Journal of Soil Science*, 8(1): 25.
- Belić B, Nenadić N, Varga B (1987): Racionalizacija proizvodnje soje u Jugoslaviji. Zbornik radova "Hrana i razvoj", Beograd.
- Biswas B, Gresshoff PM (2014): The role of symbiotic nitrogen fixation in sustainable production of biofuels. *International journal of molecular sciences*, 15(5): 7380-7397.
- Campo RJ, Araujo RS, Mostasso FL, Hungria M (2010): In-furrow inoculation of soybean as alternative to fungicide and micronutrient seed treatment. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 34(4): 1103-1112.
- Carciochi WD, Rosso LHM, Secchi MA, Torres AR, Naeve S, Casteel SN, Kovács P, Davidson D, Purcell LC, Archontoulis S, Ciampitti IA (2019): Soybean yield, biological N₂ fixation and seed composition responses to additional inoculation in the United States. *Scientific reports*, 9(1): 1-10.

- Carrera CS, Reynoso CM, Funes GJ, Martínez MJ, Dardanelli J, Resnik SL (2011): Amino acid composition of soybean seeds as affected by climatic variables. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(12): 1579–1587.
- Clemente TE, Cahoon EB (2009): Soybean oil: genetic approaches for modification of functionality and total content. *Plant physiology*, 151(3): 1030–1040.
- Dabesa A, Tana T (2021): Response of soybean (*Glycine max* L.(Merrill)) to *Bradyrhizobium* inoculation, lime, and phosphorus applications at bako, western Ethiopia. *International Journal of Agronomy*, (6):1-12.
- Da-Silva JR, Alexandre A, Brígido C, Oliveira S (2017): Can stress response genes be used to improve the symbiotic performance of rhizobia? *AIMS microbiology*, 3(3): 365.
- Đorđević V, Vidić M, Miladinović J, Tubić SB, Đukić V, Ilić A (2012): Tehnološki kvalitet NS sorti soje. *Field & Vegetable Crops Research/Ratarstvo i povrtarstvo*, 49(3): 288-295.
- Đukić V, Miladinović J, Mamlić Z, Stojanović D, Marinković J, Dozet G, Vasiljević S (2021): Sadržaj i prinos proteina i ulja u NS sortama soje registrovanim u 2021. godini. *Uljarstvo*, 52(1): 21-25.
- Egamberdiyeva D, Qarshieva D, Davranov K (2004): Growth and yield of soybean varieties inoculated with *Bradyrhizobium spp* in N-deficient calcareous soils. *Biology and Fertility of Soils*, 40(2): 144–146.
- Enger H, Riehm H (1958): Die ammoniumlaktatessigsäure-methode zur bestimmung der leichtlöslichen phosphorsäure in karbonathaltigen böden. *Agrochimica*, 3(1): 49-65.
- Ezekiel-Adewoyin DT, Nana EM, Oluwafemi AO, Ogunleti DO, Adekunle AF, Kayode CO (2017): Nodulation, growth and yield response of soybean [(*Glycine max* L.(merril)] to inoculum (*Bradyrhizobium japonicum*) under phosphorus levels and compost amendment in Northern Ghana. *NJAS.*, 5(4): 141-150.
- Flajsman M, Santavec I, Kolmanic A, Kosmelj K, Kocjan-Acko D (2019): Agronomic performance and stability of seed, protein and oil yields of seven soybean cultivars determined in field experiments in Slovenia. *Genetika*, 51(1): 31–46.
- Furseth BJ, Conley SP, Ané JM (2011): Soybean response to rhizobia on previously flooded sites in southern Wisconsin. *Agronomy journal*, 103(3): 573-576.
- Getachew Gebrehana Z, Abeble Dagnaw L. (2020): Response of soybean to Rhizobial inoculation and starter N fertilizer on Nitisols of Assosa and Begi areas, Western Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 9(1): 14.
- Glamočlija Đ, Janković S, Popović V, Filipović V, Kuzevski J, Ugrenović V. (2015): Alternativne ratarske biljke u konvencionalnom i organskom sistemu gajenja. Monografija, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, Srbija, 176-185.
- Gliški J, Lipiec J (2018): Soil physical conditions and plant roots. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Herliana O, Harjoso T, Anwar AHS, Fauzi A (2019): The Effect of Rhizobium and N Fertilizer on Growth and Yield of Black Soybean (*Glycine max* (L) Merrill). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 255(1): 12-15.
- Hussain K, Islam M, Siddique MT, Hayat R, Mohsan S (2011): Soybean Growth and Nitrogen Fixation as Affected by Sulfur Fertilization and Inoculation under Rainfed Conditions in Pakistan. *International Journal of Agriculture & Biology*, 13(6): 951-956.
- ISO 24557:2009. International organization for standardization, ISO – methods, Mahunjače — Određivanje sadržaja vlage — Metoda sa primenom sušnice.
- Janagard MS, Ebadi-Segherloo A (2016): Inoculated soybean response to starter nitrogen in conventional cropping system in Moghan. *Journal of Agronomy*, 15(1): 26.
- Kibido T, Kunert K, Makgopa M, Greve M, Vorster J (2020). Improvement of rhizobium-soybean symbiosis and nitrogen fixation under drought. *Food and Energy Security*, 9(1), e177.
- Kolaric L, Glamočlija D, Živanović L, Srebric M, Perić V (2009): The effect of different

- amounts of nitrogen on soybean yield and quality of selected varieties. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 15(1-2): 73-80.
- Krishnan HB, Natarajan SS, Mahmoud AA, Nelson RL (2007): Identification of Glycinnin and β Conglycinin Subunits that Contribute to the Increased Protein Content of High-Protein Soybean Lines. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55(5): 1839-1845.
- Księżak J, Bojarszczuk J (2022): The Effect of Mineral N Fertilization and *Bradyrhizobium japonicum* Seed Inoculation on Productivity of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). Agriculture, 12(1): 110.
- Lamprey S, Ahiabor BDK, Yeboah S, Osei D (2014): Effect of rhizobium inoculants and reproductive growth stages on shoot biomass and yield of soybean (*Glycine max* (L.) merri). J. Agric. Sci., 6: 44-54.
- Luca MJD, Hungria M (2014): Plant densities and modulation of symbiotic nitrogen fixation in soybean. Scientia Agricola, 71(3): 181-187.
- Marinković J, Mrkovački N, Aćimović R, Đorđević V (2010): Uticaj primene NS-nitragina na prinosa i komponente prinosa kod soje. Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res. 47: 545-548.
- Masuda T, Goldsmith PD (2009): World Soybean Production: Area Harvested, Yield, and Long-Term Projections. International Food and Agribusiness Management Review, 12: 143-163.
- Miladinović V (2022): Uticaj formiranja azotofiksirajućih nodula na morfološke osobine, prinosa i kvalitet semena soje. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 1-140.
- Milošević N, Jarak M (2005): Značaj azotofiksacije u snabdevanju biljaka azotom. Azot-agrohemijski, agrotehnički, fiziološki i ekološki aspekti, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 305-352.
- Moretti LG, Lazarini E, Bossolani JW, Parente TL, Caioni S, Araujo RS, Hungria M (2018): Can additional inoculations increase soybean nodulation and grain yield? Agronomy Journal, 110(2): 715-721.
- Nenadić N, Nedić M, Živanović Lj, Kolarić Lj, Zeković J (2008): Prinosa i kvalitet sorti soje u različitim agroekološkim uslovima. Zbornik radova Institut PKB Agroekonomik, 14: 81-86.
- Pannecouque J, Goormachtigh S, Ceusters J, Debode J, Van Waes C, Van Waes J (2018): Temperature as a key factor for successful inoculation of soybean with *Bradyrhizobium spp.* under cool growing conditions in Belgium. The Journal of Agricultural Science, 156(4): 493-503.
- Patra RK, Pant LM, Pradhan K (2012): Response of soybean to inoculation with rhizobial strains: effect on growth, yield, N uptake and soil N status. World Journal of Agricultural Sciences, 8(1): 51-54.
- Popović V, Miladinović J, Vidić M, Vučković S, Dražić, G, Ikanović J, Đukić V, Filipović V (2015): Determining genetic potential and quality components of NS soybean cultivars under different agroecological conditions. Romanian Agricultural Research, 32: 35-42.
- Popović V, Tatić M, Sikora V, Ikanović J, Dražić G, Đukić V, Mihailović B, Filipović V, Dozet G, Jovanović Lj, Stevanović P (2016): Variability of yield and chemical composition in soybean genotypes grown under different agroecological conditions of Serbia. Romanian Agricultural Research, 33: 29-39.
- Popović V, Vučković S, Jovović Z, Rakašćan N, Kostić M, Ljubičić N, Mladenović-Glamočlija M, Ikanović J (2020): Genotype by year interaction effects on soybean morpho-productive traits and biogas production. Genetika-Belgrade, 52(3): 1055-1073.
- Proizvođačka specifikacija Gerhardt, 2003. Uputstvo za određivanje azota, Analiza po Kjeldahlu i sadržaj sirovih proteina u semenu i njihovim proizvodima. Metoda 5.1.3 (ICC-Standard No. 105 i AOAC Official Method 979.09, Protein in Grain)
- Rahim N, Kaleem Abbasi M, Hameed S (2015): Soybean Seed Quality Characteristics in Response to Indigenous *Bradyrhizobium* Inoculation and N Fertilization in Kashmir-Pakistan. Journal of the Ame-

- rican Oil Chemists' Society, 92(8): 1165–1174.
- RHMZS (2015): Available online: www.hidmet.sr.gov.rs
- Rodrigues TF, Bender FR, Sanzovo AWS, Ferreira E, Nogueira, MA, Hungria M (2020): Impact of pesticides in properties of *Bradyrhizobium spp.* and in the symbiotic performance with soybean. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36(11): 1-16.
- Ruiz Diaz DA, Pedersen P, Sawyer JE (2009): Soybean response to inoculation and nitrogen application following long-term grass pasture. *Crop science*, 49(3): 1058-1062.
- Samudin S, Kuswanto H (2018): Effect of Rhizobium inoculation to nodulation and growth of soybean [*Glycine max (L.) Merrill*] germplasm. *Legume Res*, 41(2): 303-310.
- Schwender J, Ohlrogge JB, Shachar-Hill Y (2003): A Flux Model of Glycolysis and the Oxidative Pentosephosphate Pathway in Developing Brassica napus Embryos. *Journal of Biological Chemistry*, 278(32): 29442–29453.
- Sediyama T, Teixeira RC, Reis MS (1999): Melhoramento da soja. In: Borem, A. (Org.) *Melhoramento de espécies cultivadas*, Ed. Ufv, Viçosa 1(1): 487–533.
- Sharma P (2012): Influence of pesticide-treated seeds on survival of Mesorhizobium sp. Cicer, symbiotic efficiency and yield in chickpea. *Plant Protection Science*, 48(1): 37-43.
- Sobko O, Zikeli S, Claupein W, Gruber S (2020): Seed yield, seed protein, oil content, and agronomic characteristics of soybean (*Glycine max L. Merrill*) depending on different seeding systems and cultivars in Germany. *Agronomy*, 10(7): 1020.
- Sogut T (2006): Rhizobium inoculation improves yield and nitrogen accumulation in soybean (*Glycine max*) cultivars better than fertiliser. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34(2): 115–120.
- Solomon T, Pant LM, Angaw T (2012): Effects of Inoculation by *Bradyrhizobium japonicum* Strains on Nodulation, Nitrogen Fixation, and Yield of Soybean (*Glycine max L. Merrill*) Varieties on Nitisols of Bako, Western Ethiopia. *Int. Sch. Res. Network, Agronomy: Article ID 2614758*.
- Srebrić M, Perić V (2014): Variability in grain yield components of soybean sister lines under drought conditions. *Selekcija i semenarstvo*, 20(1): 37-44.
- Stevanovic P, Popovic V, Ikanovic J, Sikora V, Filipovic V, Ugrenovic V, Kolaric, LJ, Tabakovic, M (2016): Effect of localities, nitrogen fertilization and seed inoculation NS nitragin biofertilizer the productivity of yield components of soybean (*Glycine max*). *Journal of Institute of PKB Agroekonomik*, 22(1-2): 85-95.
- Tahir MM, Abbasi MK, Rahim N, Khaliq A, Kazmi MH (2009): Effect of Rhizobium inoculation and NP fertilization on growth, yield and nodulation of soybean (*Glycine max L.*) in the sub-humid hilly region of Rawalakot Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *African Journal of Biotechnology*, 8(22): 6191-6200.
- Tairo V, Ndakidemi P (2013): Yields and economic benefits of soybean (*Glycine max L.*) as affected by *Bradyrhizobium japonicum* inoculation and phosphorus supplementation. *American Journal of Research Communication*, 1(11): 159-172.
- Turman PC, Wiebold WJ, Wrather JA, Tracy PW (1995): Effect of planting date and tillage system on soybean root growth. *Journal of Plant Nutrition*, 18(12): 2579–2594.
- Ugrenović V, Filipović V, Delić D, Popović V, Stajković Srbinović O, Buntić A, Dozet G, (2020): Maintenance of soil fertility on organic farm by modeling of crop rotation with participation alfalfa. *Matica Srpska J. Nat. Sci. Novi Sad*, 138: 71-82.
- Ugrenović V, Filipović V, Dujović D (2009): Analiza proizvodnje semenskih useva pšenice, kukuruza i soje u 2006. i 2007. godini na površinama PKB Korporacije Beograd. *Selekcija i semenarstvo*, 15(1): 63-73.
- Ugrenović V, Filipović V, Glamočlija Đ, Jovanović B (2010): Organsko seme - proizvodnja i sertifikacija na oglednom polju Instituta "Tamiš" Pančevo. *Selekcija i semenarstvo*, 16(1): 55-62.

- USDA (2021) Available online: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>
- Weslake RJ, Taylor DC, Rahman MH, Shah S, Laroche A, McVetty PBE, Harwood JL (2009): Increasing the flow of carbon into seed oil. *Biotechnology Advances*, 27(6): 866–878.
- Wilcox JR, Shibles RM (2001): Interrelationships among Seed Quality Attributes in Soybean. *Crop Science*, 41(1): 11–14.
- Yousaf S, Zohaib A, Anjum SA, Tabassum T, Abbas T, Irshad S, Javed U, Farooq N (2019): Effect of Seed Inoculation with Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Yield and Quality of Soybean. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 32(1): 177–184.
- Zimmer S, Messmer M, Haase T, Piepho HP, Mindermann A, Schulz H, Habekuß A, Ordon F, Wilbois KP, Heß J (2016): Effects of soybean variety and *Bradyrhizobium* strains on yield, protein content and biological nitrogen fixation under cool growing conditions in Germany. *European Journal of Agronomy*, 72: 38–46.

INFLUENCE OF SEED INOCULATION BY NITROGEN-FIXING BACTERIA AND VARIETIES ON MORPHOLOGICAL PROPERTIES AND SOYBEAN PRODUCTIVITY (*Glicine max* L.)

Vladimir Miladinović, Vladan Ugrenović, Stefan Kolašinac,
Biljana Kiprovski, Tara Grujić, Marina Jovković, Zora Dajić Stevanović

Abstract

Recommended agrotechnical measure that is performed immediately before sowing of soybean is the inoculation of grain with nitrogen-fixing bacteria. The purpose of the experiment was to examine the influence of inoculation and variety on morphological characteristics, yield and content of primary grain metabolites. Three domestic soybean cultivars (Apollo, Gorštak and Trijumf) were examined on the plot on which soybeans were previously grown, on chernozem-type land, at the experimental field of the Tamiš Pancevo Institute. The following morphological characteristics and yield parameters were studied: plant height, number of side branches, number of nodes, plant height to the first pod, number of pods per plant, the mass of pods per grain per plant, grain weight per plant and grain yield per hectare. The content of oil, nitrogen and protein was determined by standard analytical methods. Inoculation had a statistically significant effect on the morphological trait of plant height up to the first pod, while inoculation had no statistically significant impact on other morphological traits and yield parameters. Inoculation did not have a statistically significant effect on oil, nitrogen and protein content. For most of the examined parameters, the effect of genotype was observed. The average yield of plants of inoculated seed (1250 kg ha⁻¹) and non-inoculated seed (1230 kg ha⁻¹) was far lower than the multi-year average, due to significantly lower precipitation compared to the multi-year average and high average air temperatures during the growing season.

Key words: nitrogen-fixation, oil, proteins

Primljen: 20.05.2022.
Prihvaćen: 26.05.2022.