

PRODUKTIVNOST SOJE I MOGUĆNOST KORIŠĆENJA KAO ENERGENTA

Ljubiša Kolarić¹, Vera Popović^{2*}, Jela Ikanović¹, Ljubiša Živanović¹,
Snežana Janković³, Nikola Rakašćan⁴, Petar Stevanović⁵

Izvod

Žetveni ostatak suncokreta, kukuruza, uljane repice i soje, čine više od 50 odsto ukupnog prinosa biomase i mogu se koristiti i za dobijanje bioenergije. Kao izvoru bioenergije prednost se daje žetvenim ostacima koji sadrže više celuloze i ulja, kao što je na primer slama soje. Oplemenjivanje soje ima za cilj stvaranje sorti sa većom biomasom i povećanim prinosom ulja po hektaru, kao i stvaranje sorti koje bi više odgovarale industrijskoj preradi za proizvodnju tehničkih ulja. U ovoj studiji ispitivani su produktivni parametri soje u dvogodišnjem periodu, 2021. i 2022. Prosečni prinosi soje su varirali od 2,8 t ha⁻¹ (2022), do 2,9 t ha⁻¹ (2021). Ukupni prinosi biomase soje iznosili su 4,75 t ha⁻¹, dok je prinos biogasa iznosio 384,5 m³ ha⁻¹. Godina je imala značajan uticaj na proizvodnju soje. Povoljnija godina za proizvodnju bila je 2021. sa značajno većim prinosima zrna, biomase i biogasa u odnosu na 2022.

Ključne reči: soja, produktivnost, prinos zrna, prinos biomase, prinos biogasa

Uvod

U proteklim decenijama mnoge zemlje su, pod snažnim pritiskom da poboljšaju energetsku sigurnost sa aspekta zaštite životne sredine, ali i da smanje zavisnost od uvoza, počele da razvijaju programe proizvodnje alternativnih biogoriva metana, etanola i biodizela iz proizvoda biljnog porekla. U početku su za tu svrhu korišćeni glavni ratarski proizvodi, zrno i krmna biomasa, dok se u novije vreme razvijaju sistemi upotrebe otpada biološkog porekla sa posebnim naglaskom na sekundarne ratarske i šumske proizvode (Janković i sar., 2017). Postoje tri generacije biogoriva: 1) biogoriva (bioetanol i biodizel) dobijena konvencionalnom preradom ugljenih hidrata i biljnih ulja iz zrna ratarskih biljaka kao i iz životinjskih masnoća; 2) biogoriva iz

žetvenih ostataka i ostataka pri preradi drveta, voća i drugih njijskih biljaka nakon industrijske prerade i 3) biogoriva dobijena od algi.

U ratarskoj proizvodnji za dobijanje bioenergije važno mesto zauzimaju žetveni ostaci biljaka. Posle žetve glavnog proizvoda - zrna, na njivama ostaju velike količine žetvenih ostataka, koji kod suncokreta, kukuruza, uljane repice i soje, čine i više od 50 odsto ukupnog prinosa biomase. Kao izvoru bioenergije prednost se daje žetvenim ostacima koji sadrže više celuloze i ulja kao što je na primer slama soje. Da bi se dobila veća energetska korist od soje, oplemenjivanjem se ide u pravcu proizvodnje sorti sa većom biomasom i povećanim prinosom ulja po hektaru, kao i stvaranje sorti koje bi više odgovarale

* Originalni naučni rad (Original Scientific Paper)

¹ Kolarić Lj, Ikanović J, Živanović Lj, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun-Beograd, Srbija

² Popović V, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

³ Janković S, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Bulevar despota Stefana 68b, Beograd, Srbija

⁴ Rakašćan N, Biogas Energy doo, Alibunar, Srbija

⁵ Stevanović P, Tehnički fakultet i poljoprivreda, Evropski Univerzitet, Brčko, Bosna i Hercegovina

e-mail: vera.popovic@ifvns.ns.ac.rs

industrijskoj preradi za proizvodnju tehničkih ulja, sve sa ciljem da se ne smanjuju površine za proizvodnju soje za ishranu ljudi i životinja. Prednost soje je i to što je ona leguminoza koja usvaja atmosferski azot i ne zahteva veća dodatna đubrenja azotom (Popović et al., 2020a; Milanović et al., 2020; Rakašćan et al., 2021).

Janković i saradnici (2017) ističu da je soja biljna vrsta čija se celokupna nadzemna biomasa može iskoristiti. Zrno, kao glavni proizvod, a žetveni ostaci i ostaci posle prerade kao upotrebljivi sekundarni proizvodi. Čak i korenov sistem u zemljištu sa bakterijama azotofiksatorima i određenom količinom biološki vrednog azota predstavlja važnu organsku biomasu čijom se razgradnjom povećava prirodna plodnost zemljišta.

Upotreba biomase sekundarnih proizvoda za dobijanje biogoriva, predstavlja jedan od načina kojim bi zemlje mogle ispuniti obaveze prema *Kjoto protokolu* o klimatskim promenama, jer bi u celini smanjile emisiju štetnih gasova u atmosferu i efekat staklenika, kao osnovi činilac globalnog porasta temperature. Zahvaljujući razvoju novih tehnologija prerade biološkog otpada u energente, stopa porasta upotrebe alternativnih goriva značajno raste. Prema procenama stručnjaka iz oblasti energetike, ona u visokorazvijenim zemljama iznosi oko 15% godišnje. Globalne promene – socio-

ekonomske, ekološke i klimatske uslovljavaju pronalaženje novih rešenja za ruralni razvoj, obezbeđivanje hrane, produktivnost kao i useve najbolje prilagođene promenama (Janković i sar, 2017).

Zrno soje, zahvaljujući velikoj svarljivoj i nutritivnoj vrednosti, koristi se u ishrani na neposredan i posredan način. Od celog zrna u fazi mlečno-voštane ili pune zrelosti spravljaju se različita variva ili se koristi kao hranljivi dodatak mnogim jelima. Posredan način korišćenja soje je industrijska prerada zrna pri čemu se iz njega izdvajaju ulje, proteini, ugljeni hidrati i vitamini koji se koriste za izradu čitavog niza prehrambenih proizvoda (Popović et al., 2013; 2015; 2016; 2017; 2019a). Posle berbe zrna soje na njivi ostaje 4-5 t ha⁻¹ vegetativne biomase ostataka stabala i listova, a to je dvostruko više od prinosa glavnog proizvoda. Ovi ostaci, ili slama soje, mogu se iskoristiti na nekoliko načina i to kao kabasta stočna hrana, zatim kao prostirka za domaće životinje, kao sirovina za dobijanje biogoriva ili u daljoj industrijskoj preradi.

Da bi se ostvarila ekonomski održiva proizvodnja bioetanola iz lignoceluloznih sirovina neophodno je razviti i primeniti nova tehnološka rešenja. Cilj ove studije je da se utvrdi produktivnost soje u divergentnim godinama kao i mogućnost dobijanja biogasa iz soje.

Materijal i metode

Tokom 2021. i 2022. godine postavljen je poljski mikroogled po slučajnom blok sistemu u 3 ponavljanja sa veličinom osnovnih parcela 10 m² (5 m x 2 m) u Dolovu, na zemljištu tipa černozem. Predmet istraživanja bio je sorta soje Favorit, stvorena u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Primenjena je standardna agrotehnika za gajenje soje. Ispitivani su sledeći parametri: visina biljaka (cm), prinos zrna (t ha⁻¹), prinos suve biomase (t ha⁻¹) i prinos biogasa (m³ ha⁻¹). Za analizu visine biljke kao i produktivnih parametara uzeto je po 10 biljaka soje iz svakog ponavljanja, neposredno pre žetve. Prinos biogasa određen

je analizom silaže soje u laboratoriji Tehničkog fakulteta u Novom Sadu i preračunat na kubike po toni. Tehnologija dobijanja biogasa iz biomase soje je obavljena u biodigestoru, gde je prethodno biomasa samlevena i ubačena u biodigestor gde se vrši fermentacija i dobijanje biogasa.

Rezultati su obrađeni u statističkom programu STATISTICA 12 (StatSoft, USA). Za analizu stepena značajnosti razlika ispitivanih parametara korišćen je LSD test. Urađena je i korelacija ispitivanih faktora. Svi rezultati su predstavljani tabelarno i grafički.

Zemljišni uslovi

Ogledi su izvedeni na zemljištu tipa černo-
nozem. Černo-
nozem je zemljište semiaridnog
stepskog područja. Matični supstrat na kome
je formiran ovaj tip zemljišta je karbonatni les,
eolski sediment sa 20-30% CaCO₃. Na manjim

površinama černo-
nozem je nastao na pretalože-
nom lesu, aluvijumu i eolskom pesku. Meha-
nički sastav mu je vrlo povoljan, karakteriše
se dobrom mrvičastom strukturom, stabilnim
agregatima i dobrom propustljivošću za vodu.

Meteorološki uslovi

Proizvodnu 2022. godinu obeležile su niže
majske (za 0,9 °C), junske (za 1,9 °C) i julske
(za 3,4 C) temperature u odnosu na višegodišnji
prosek i znatno više količine padavina u maju
(za 51,1 C), avgustu i septembru, kao i manje
količine padavina u junu i julu mesecu. Proi-

zvodnu 2021. godinu obeležile su niže junske
(za 0,6 °C) temperature u odnosu na višegodišnji
prosek i znatno više količine padavina u maju
(za 18,6 °C), avgustu i septembru, kao i u junu
i julu mesecu (Tabela 1).

Tabela 1. Srednje mesečne temperature (°C) i padavine (mm), Dolovo- Pančevo, 2021-2022.

Table 1. Average monthly temperatures (°C) and precipitation (mm), Dolovo-Pančevo, 2021-2022.

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Prosek
Temperature							
2021	13,2	18,5	21,2	24,7	24,3	18,5	20,06
2022	13,4	17,1	20,3	20,7	23,1	16,7	18,55
Višegod. prosek	13,5	18,0	22,2	24,1	23,4	18,4	19,93
Padavine							
2021	41,5	100,7	74,5	28,6	92,3	99,9	437,5
2022	41,0	133,7	57,5	18,6	62,4	83,9	397,1
Višegod. prosek	43,8	82,6	82,8	49,9	57,8	52,8	369,7

Rezultati i diskusija

Prosečni prinosi zrna soje varirali su od
2,8 t ha⁻¹ (2022), do 2,92 t ha⁻¹ (2021). Ukupni
prinosi biomase soje iznosili su 4,75 t ha⁻¹, dok
je prinos biogasa iznosio 384,5 m³ ha⁻¹ (Tabela
2; Grafikoni 1 i 2). Godina 2021. bila je po-
voljnija za proizvodnju soje, gde su ostvareni
veći prinosi zrna i prinosi biomase i biogasa u
odnosu na 2022.

Visina biljke bila je veća u prvoj ispitivanoj
godini u odnosu na drugu za 0,66%, ali ta razlika
nije bila statistički značajna. Godina je imala
statistički značajan uticaj na prinos zrna, prinos
biomase i prinos biogasa, pri čemu su vrednosti
navedenih parametara bile veće u 2021. godini

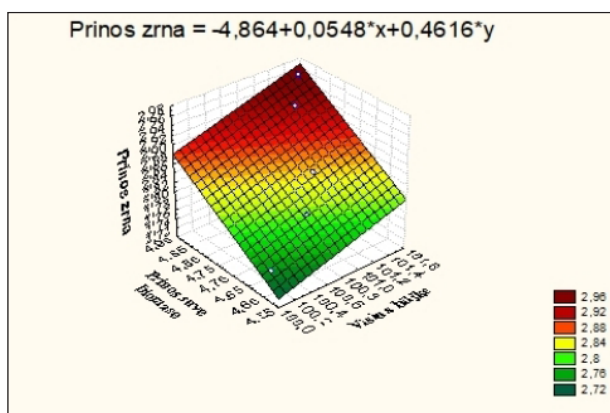
u odnosu na 2022. (Tabela 2).

Za ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa
kao ograničavajući faktor u proizvodnji soje jav-
lja se nedostatak vlage u kritičnim fazama rasta i
razvoja biljaka (Popović et al., 2015; 2016; 2019a;
2019b; 2020b). Dodatno, za ostvarivanje visokih
i stabilnih prinosa soje potrebno je odabrati
seme visokog kvaliteta, odnosno deklarirano
seme, a pažnju treba posvetiti i pravilnom izboru
sorti za pojedine regione gajenja (Vidić i sar.,
2010). Interakcija genotipa i spoljašnje sredine
(GxE) takođe ima značajan uticaj na proizvodnju
(Popović et al., 2020a; 2020b).

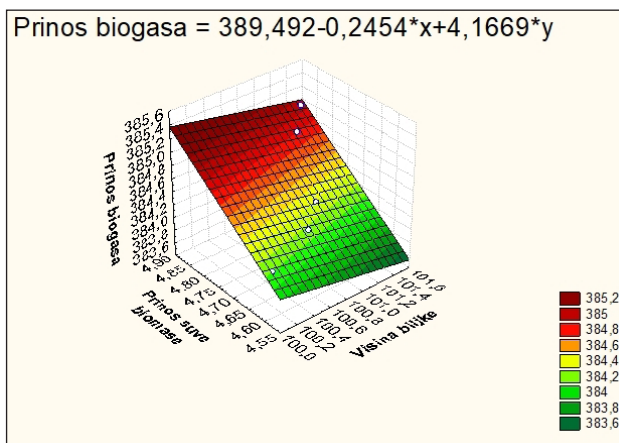
Tabela 2. Proizvodne osobine soje Favorit, u 2021. i 2022.

Table 2. Production characteristics of Favorit soybeans in 2021 and 2022

Godina	Visina biljke (cm)	Prinos zrna soje (t ha ⁻¹)	Prinos suve biomase (t ha ⁻¹)	Prinos biogasa (m ³ ha ⁻¹)
2021.	101,33	2,92	4,84	384,80
2022.	100,67	2,80	4,65	384,20
Prosek	101,00	2,86	4,75	384,50
Std. dev.	0,47	0,08	0,13	0,39
Std. greš.	0,21	0,03	0,04	4,63
LSD (0,5)	0,777	0,097	0,108	0,125
LSD (0,1)	1,289	0,161	0,179	0,207



Grafikon 1. 3 D prikaz površine za prinose zrna, biomase i visinu biljaka soje
Figure 1.3 D Surface plot for soybean grain and biomass yield and plant height



Grafikon 2. 3 D prikaz površine za prinose biogasa i biomase i visinu biljaka soje
Figure 2. 3 D Surface plot for soybean biogas and biomass yield and plant height

Za postizanje visokih i stabilnih prinosa soje u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji, pored pravilne i pravovremene primene agrotehničkih

mera, veoma je bitan odabir visokoprinosnih sorti koje će u određenim uslovima proizvodnje ostvariti maksimalan prinos i kvalitet zrna.

Aktuelni NS sortiment soje u 2023. godini je: Favorit, NS Kaća, NS Olympus (000 grupe zrenja - GZ), Merkur, Tajfun, NS Teona, NS Valantis (sorte 00 GZ), Galina, Valjevka, NS Maximus, NS Atlas, NS Viseris, NS Adonis (sorte 0 GZ), NS Apolo, NS Hogar, NS Ramonda, NS Zmaj, NS Deneris (sorte I GZ), Rubin, NS Kolos, NS Fantast, NS Validus (sorte II GZ). Potencijal za prinos NS sorti soje je veoma visok tako da su u izrazito nepovoljnoj, 2022. godini, sa mnogim NS sortama soje ostvareni visoki prinosi. Tako je u mreži makroogleda na lokalitetu Loznica sorta NS Apolo ostvarila prinos od 3867 kg ha⁻¹, sorta Rubin 3791 kg ha⁻¹, sorta NS Kolos 3704 kg ha⁻¹, sorta NS Fantast 3677 kg ha⁻¹, sorta NS Hogar 3670 kg ha⁻¹ (Đukić et al., 2022). Stoga bi se ove sorte, visokog potencijala rodnosti, mogle preporučiti ne samo za proizvodnju zrna,

već i za korišćenje njihovih žetvenih ostataka u proizvodnji bio-goriva.

Zakonom o energetici Republike Srbije, Strategijom razvoja Republike Srbije do 2025. godine definisan je razvoj svakog pojedinačnog sektora u proizvodnji električne energije iz obnovljivih izvora energije sa podsticajnim otkupnim cenama po proizvedenom kWh. U Srbiji je svake godine na raspolaganju oko 12 miliona tona biomase. Boljim i znatno većim korišćenjem biomase može se zadovoljiti oko 10% energetske potrebe Srbije, što bi povećalo udeo za oko 9% jer se do sada koristilo oko 1% potreba. Potrebno je da se dobijanje energije iz biomase realizuje na termoenergetskim postrojenjima visoke energetske, ekološke i ekonomske efikasnosti.

Korelacije ispitivanih osobina

Povezanost između parametara produktivnosti i prinosa biogasa, kao i njihova zavisnost/uslovljenost prosečnim padavinama i temperaturama u toku vegetacije, prikazana je u tabeli 3. Pozitivna visoko signifikantna korelacija

ostvarena je između prinosa zrna sa jedne strane i prinosa suve biomase ($r = 0,99^{**}$), prinosa biogasa ($r = 0,96^{**}$) i visine biljke ($r = 0,97^{**}$) sa druge strane. Pozitivna visoko signifikantna korelacija ostvarena je između padavina sa jedne strane i

Tabela 3. Korelacije ispitivanih osobina
Table 3. Correlation of tested traits

Parametar	Visina biljke	Prinos zrna	Prinos suve biomase	Prinos biogasa	Temperature	Padavine
Visina biljke	1,00	0,97 ^{**}	0,94 ^{**}	0,88 ^{**}	0,74 [*]	0,79 [*]
Prinos zrna	0,97 ^{**}	1,00	0,99 ^{**}	0,96 ^{**}	0,80 [*]	0,87 ^{**}
Prinos suve biomase	0,94 ^{**}	0,99 ^{**}	1,00	0,97 ^{**}	0,85 ^{**}	0,92 ^{**}
Prinos biogasa	0,88 ^{**}	0,96 ^{**}	0,97 ^{**}	1,00	0,77 [*]	0,88 ^{**}

prinosa suve biomase ($r = 0,92^{**}$), prinosa zrna ($r = 0,87^{**}$) i prinosa biogasa ($r = 0,88^{**}$) sa druge strane (Tabela 3). Takođe su utvrđene pozitivne značajne korelacije između visine biljaka i padavina, temperatura ($r = 0,78^*$; $r = 0,74^*$) kao i između prinosa biogasa i temperatura ($r = 0,77^*$).

Izložena istraživanja su u saglasnosti sa istraživanjima Popović et al. (2013; 2016) i Terzić et al. (2016; 2019) koji su utvrdili značajne interakcije i pozitivne zavisnosti ispitivanih faktora ($p < 0,05$). Popović i sar. (2016) navode da je ostvarena pozitivna korelacija između broja mahuna i padavina ($r = 0,85^*$), a takođe

je utvrđena pozitivna korelacija između prinosa suve materije i broja mahuna ($r = 0,42$). Nasuprot navedenim istraživanjima Srebrić i Perić (2021) u svojim istraživanjima ističu da nije utvrđena pouzdana povezanost između potomstava majki i odgovarajućih potomstava ukrštanja u punom srodstvu za proučavane osobine, sa izuzetkom visine biljke kod FS kombinacije L30 x L38. Nedostatak povezanosti između osobina i između potomstava ukrštanja u punom srodstvu i potomstava njihovih majki ukazuju na preovlađujući uticaj linije koja je korišćena kao otac.

Tehnička analiza biomase različitih ratarskih biljaka

Biomasa predstavlja najznačajniji potencijal obnovljivih izvora energije u Republici Srbiji, sa oko 63% od ukupnog potencijala, iako do sada njena iskorišćenost nije bila na zadovoljavajućem nivou. Od ukupnih količina 14,2·10⁴ TJ procenjuje se da je oko 9,6·10⁴ TJ neiskorišćeno. Žetveni ostaci suncokreta, kukuruza, uljane repice i soje, čine više od 50 odsto ukupnog prinosa biomase i mogu se koristiti i za dobijanje bioenergije. Prednost se daje onim žetvenim ostacima koji sadrže više celuloze i ulja, kao što je na primer slama soje.

Biomasa u svom sastavu ima manje ugljenika i vodonika, tako da sagoreva sa velikom količinom isparljivih materija (od 57,2 do preko 80%). Takođe, u svom sastavu ima veoma male količine sumpora i azota i ostavlja oko 10% pepela. Donja toplotna moć biomase varira u zavisnosti od biljne vrste i iznosi: za soju oko 15,6 MJ kg⁻¹ pri vlažnosti slame od 14%, za pšenicu oko 13,6 MJ kg⁻¹ pri vlažnosti slame od 14%. (Tabela 4). Važno je napomenuti da je sadžaj vlage u biomasi promenljiv i da u uslovima adekvatnog skladištenja varira od 10-15%.

Tabela 4. Termoenergetski potencijali biomase u Srbiji (Janković i sar., 2017.)

Table 4. The thermalenergy potential of biomass in Serbia (Janković et al., 2017).

Žetveni ostaci	Biomasa za sagorevanje, 25% od ukupne biomase	Toplotna moć, (MJ kg⁻¹)	Ekvivalentno EL ulje za loženje (10³ t)
Pšenice	672	14,2	249
Kukuruza	1415	13,6	505
Suncokreta	165	15,0	62
Soje	65	15,6	27
Uljane repice	25	17,5	12

Primena obnovljivih izvora energije poslednjih decenija beleži tendenciju rasta na globalnom nivou. Sve veća primena solarne energije, energije vetra i biomase u procesu proizvodnje električne energije, menja sliku svetskog tržišta energije i cene energenata (Mijailović et al., 2014; Glamočlija et al., 2015; Shane et al., 2017; Lakić et al., 2018). Zakonske regulative na globalnom nivou zahtevaju povećanje udela obnovljivih izvora energije u ukupnoj proizvodnji energije. Prema dopunjenoj Direktivi Evropske Unije iz 2018. godine, udeo obnovljivih izvora energije do 2030. godine treba da bude najmanje 32%, tj. na svetskom nivou instalirane kapacitete treba povećati za još oko 3000 GW, čime se u pogledu zaštite životne sredine teži zadržavanju porasta temperature okoline za dva stepena na globalnom nivou (CEER, 2018; Directive EU, 2018/2001).

U zemaljama EU se intenzivno radi na većoj primeni obnovljivih izvora energije i postizanju

planiranih ciljeva dok su zemlje Zapadnog Balkana, iako poseduju veliki potencijal i resurse, u velikom zaostatku za razvijenim zemljama. Stoga je veoma važno intenzivirati istraživanja u ovom pravcu. Da bi se postigli željeni rezultati potrebno je uspostaviti saradnju između sektora istraživanja i industrije. Tako je kompanija Biogas Energy od samog osnivanja uključena u istraživanja mogućnosti za poboljšanje snabdevanja biomasom za svoje potrebe na ekološki, ekonomski i energetski održiv način. Sa druge strane, naučno-istraživački instituti, kao što je Institut za ratarstvo i povrtarstvo, zbog savremenih trendova u proizvodnji energije kao jedan od ciljeva u svom programu oplemenjivanja soje postavljaju i stvaranje sorti sa većom biomasom i povećanim prinosom ulja po hektaru, kao i stvaranje sorti koje bi više odgovarale industrijskoj preradi za proizvodnju tehničkih ulja (Popović et al., 2020b).

Zaključak

Za ostvarivanje visokih prinosa najčešći ograničavajući faktor u proizvodnji soje je nedostatak padavina u kritičnim fazama rasta i razvoja biljaka. Setvom deklarisanog semena i pravilnim izborom sorti ostvaruju se stabilni prinosi. Prosečni prinosi ispitivanih sorti soje varirali su od 2,8 t ha⁻¹ (2022), do 2,92 t ha⁻¹ (2021). Ukupni prinosi biomase soje iznosili su 4,75 t ha⁻¹, dok je prinos biogasa iznosio 384,5

m³ ha⁻¹. Godina 2021. bila je povoljnija za proizvodnju soje, gde su ostvareni veći prinosi zrna i prinosi biomase i biogasa. Da bi se dobila veća energetska korist od soje, oplemenjivanje treba da ide u pravcu stvaranja sorti sa većom biomasaom i povećanim prinosom ulja po hektaru, kao i stvaranje sorti koje bi više odgovarale industrijskoj preradi za proizvodnju tehničkih ulja.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2023. godini između Instituta i Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, eviden-

cioni broj ugovora: 451-3-9/2023-14/200032; 200116 i 200045; Projekat Prizma: Preservation of agricultural land in rural areas as a function of energy stability – PALraFES.

Literatura

- Biogas report (2015): Available at <http://www.igu.org/sites/default/files/node-page> (15 May 2022)
- Glamočlija Đ, Janković S, Popović V, Filipović V, Ugrenović V, Kuzevski J (2015): Alternativne ratarske biljke u konvencionalnom i organskom sistemu gajenja. Monografija, Beograd.
- Directive EU (2018/2001): Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>, (18. July 2018).
- Đukić V, Miladinović J, Đorđević V, Marinković J, Jaćimović S, Ilić A, Valan (2022): Soja u 2022. godini. SAPS, 31.1.2022. Zlatibor, pp. 30-40.
- Janković S, Glamočlija Đ, Prodanović S (2017): Energetski usevi. Monografija, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd.
- Lakić Ž, Glamočlija Đ, Kondić D, Popović MV, Pavlović S (2018): Krmne biljke i žita u funkciji zaštite zemljišta od degradacije. Monografija. Banja Luka, ISBN 978-99938-93-47-9, 1-403.
- Mijailović I, Radojčić V, Ećim-Djuric O, Stefanović G, Kulic G (2014): Energy potential of tobacco stalks in briquettes and pellets production, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 15(3): 1034-1041.
- Milanović T, Popović V, Vučković S, Popović S, Rakaščan N, Petković Z (2020): Analysis of soybean production and biogas yield to improve eco-marketing and circular economy. *Economics of Agriculture, Belgrade*, 67(1): 50-60.
- Popović V, Glamočlija Đ, Sikora V, Đekić V, Červenski J, Simić D, Ilin S (2013): Genotypic specificity of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] under conditions of foliar fertilization. *Rom. Agricultural Research*, 30: 259-270.
- Popović V, Miladinović J, Vidic M, Vuckovic S, Drazic G, Ikanovic J, Djekic V, Filipovic V (2015). Determining genetic potential and quality components of NS soybean cultivars under different agroecological conditions. *Romanian Agricultural Research*, 32: 35-42.
- Popović V, Tatic M, Sikora V, Ikanovic J, Drazic G, Djukic V, Mihailovic B, Filipovic V, Dozet G, Jovanovic Lj, Stevanovic P (2016): Variability of Yield and Chemical Composition in Soybean Genotypes Grown Under Different Agroecological Conditions of Serbia. *Romanian Agricultural*

- tural Research, 33: 29-39.
- Popović V, Stevanović P, Vučković S, Radivojević M, Živanović Lj, Ikanović J, Simić D, Bojović R. (2017): Effect of fertilizing pseudogley soil with CAN on nitrogen content in root nodule of Glycine max. Ecological condition of the environment and the scientific and practical aspects of modern resource-saving technologies in agroindustrial complex, International Conference, Ryazan, Russia, p. 382-392.
- Popović V, Stevanović P, Vučković S, Ikanović J, Rajčić V, Bojović R, Jakšić S (2019a): Influence of CAN fertilizer and seed inoculation with NS Nitragin on Glycine max plant on pseudo-gley soil type. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Zagreb, 84(2):165-171.
- Popović V, Mihailović V, Vučković S, Ikanović J, Rajčić V, Terzić D, Simić D (2019b): Prospects of Glycine max Production in the World and the Republic of Serbia. Chapter 7. Ed. Janjev. I. Book Title: Serbia: Current Issues and Challenges in the Areas of Natural Resources, Agriculture and Environment. NOVA Science Publishers, USA, p. 1-383.
- Popović V, Ljubičić N, Kostić M, Radulović M, Blagojević D, Ugrenović V, Popović D, Ivosević B (2020a): Genotype x Environment Interaction for Wheat Yield Traits Suitable for Selection in Different Seed Priming Conditions. *Plants – Basel*. 9(12): 1804.
- Popović V, Vučković S, Jovović Z, Ljubičić N, Kostić M, Rakašćan N, Glamočlija-Mladenović M, Ikanović J (2020b): Genotype by year interaction effects on soybean morpho-productive traits and biogas production. *Genetika*, Belgrade, 52(3): 1055-1073.
- Rakašćan N, Dražić G, Popović V, Milovanović J, Živanović Lj, Remiković-Aćimić M, Malanović T, Ikanović J (2021): Effect of digestate from anaerobic digestion on Sorghum bicolor L. production and circular economy. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 49, 1: 1-13. DOI: 10.15835/nbha12270
- Shane, I, Gheewala S.H., Kafwembe Y. (2017): Urban commercial biogas power plant model for Zambian towns, *Renewable Energy*, 103: 1-14.
- Council of European Energy Regulators (2018): Status Review of Renewable Support Schemes in Europe for 2016 and 2017, Public report, Ref: C18-SD-63-03, <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/80ff3127-8328-52c3-4d01-0acbdb2d3bed>, Council of European Energy Regulators, 2018.
- Srebrić M, Perić V (2021): Korelacije prinosa zrna soje i komponenti prinosa između potomstava majki i ukrštanja u punom srodstvu. *Selekcija i semenarstvo*, 27(1): 33-40. doi: 10.5937/SelSem2101033S
- Terzić D, Popović V, Dinić B, Rajčić V, Ikanović J (2016). The effect of genotype on the morpho-productive characteristics of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] as a second crop. 7th International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2016" 06-09.10.2016 Jahorina (Bosnia), 215-225.
- Terzić D, Popović V, Malić N, Ikanović J, Rajčić V, Popović S, Lončar M, Lončarević V (2019): Effects of long-term fertilization on yield of siderates and organic matter content of soil in the process of recultivation. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 29(3): 790-795.
- Vidić M, Hrustić M, Miladinović J, Đukić V, Đorđević V, Popović V (2010): Novine u sortimentu soje. *Rat Pov/Field Veg Crop Res.*, 47(1): 347-355.

PRODUCTIVITY OF SOYBEAN AND THE POSSIBILITY OF USING IT AS ENERGY

Ljubiša Kolarić, Vera Popović, Jela Ikanović, Ljubiša Živanović,
Snežana Janković, Nikola Rakašćan, Petar Stevanović

Abstract

Harvest residues of sunflower, maize, oilseed rape and soybeans make up more than 50% of the total biomass yield and can also be used to obtain bioenergy. As a source of bioenergy, preference is given to harvesting residues that contain more cellulose and oil, such as soybean straw. Soybean breeding aims to create varieties with higher biomass and increased oil yield per hectare, as well as to create varieties that would be more suitable for industrial processing for the production of technical oils. In this study, the productive parameters of soybeans were investigated in two years, 2021 and 2022. The average yields of soybeans varied from 2.8 t ha⁻¹ (2022) to 2.9 t ha⁻¹ (2022). The total soybean biomass yield was 4.8 t ha⁻¹, while the biogas yield was 384.5 m³ ha⁻¹. The year had a significant impact on soybean production. The more favourable year for production was 2021, with significantly higher yields of grain, biomass and biogas, compared to 2022.

Key words: biogas yield, biomass yield, grain yield, productivity, soybean

Primljen: 26.05.2023.

Prihvaćen: 12.06.2023.