

ENERGETSKA I FERTILIZACIJSKA VRIJEDNOST ŽETVENIH OSTATAKA SOJE

D. Kiš ⁽¹⁾, B. Sučić ⁽²⁾, L. Šumanovac ⁽¹⁾, Manda Antunović ⁽¹⁾

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

SAŽETAK

Cilj ovog rada bio je utvrditi količinu i ogrijevnu vrijednost biomase istraživanih sorti soje i količinu hraniva dobivenu zaoravanjem biomase. U istraživanje su uključene sorte soje: „Tisa“, „Podravka“, „Neoplanta“, „Ika“ i „Vita“. Prosječan prinos sjemena ispitivanih sorti soje bio je 3,06 t/ha. Uporabom 80 % požnjevene slame soje, najbolje je rezultate pokazala sorta „Tisa“ sa 48,97 GJ/ha ili je to zamjenica 1375,19 Nm³/ha zemnoga plina ili 1,194 t/ha mazuta, zatim slijede sorta „Neoplanta“, „Podravka“, „Ika“ i „Vita“. To su velike količine energije koju možemo iskoristiti za sušenje soje na skladišnu vlagu te zadovoljiti ostale potrebe za energijom. Utvrđena fertilizacijska vrijednost žetvenih ostataka soje u rangu je svježega goveđega ili konjskoga stajskoga gnojiva, odnosno do 40% fertilizacijske vrijednosti kompostiranoga stajskoga gnojiva.

Ključne riječi: soja, prinos, biomasa, energetska vrijednost, fertilizacijska vrijednost

UVOD

Fosilna su goriva primarni izvor energije koji se danas koristi. Za korištenje tih goriva vezano je i nekoliko značajnih problema. Ponajprije je izražen problem zagađenja okoliša, zbog štetnih produkata izgaranja, te velika ovisnost država koje ne posjeduju njihove vlastite izvore. Jedan od ozbiljnih problema vezanih za budućnost korištenja tih goriva je i iscrpljivanje njihovih izvora. Naime, fosilna su goriva neobnovljiva. U ne tako dalekoj budućnosti, izvori fosilnih goriva bit će iscrpljeni te će se morati pronaći novi izvori energije (Kiš i sur., 2006., Janušić i sur., 2008., Brdarić i sur., 2009., Kukić i sur., 2010.), jer posljedice gubitka opskrbe energijom gotovo su nezamislive. Moguće je rješenje i uvođenje novih alternativnih oblika energije, kao što su biljni ostaci nastali u poljoprivrednoj proizvodnji, organski otpad, životinjski izmet i drugo (Bioen, 1998.).

Velika je prednost tih izvora energije njihova obnovljivost, odnosno ne postoji bojazan od njihovog iscrpljivanja. Druga izuzetno bitna činjenica je manje zagađenje okoliša u odnosu na fosilna goriva. Jedan od danas premalo korištenih izvora energije je i biomasa. Biomasa poljoprivrednoga porijekla, pa tako i slama soje, vrlo je prihvatljivo gorivo s gledišta utjecaja na okoliš, pogotovo opterećenja atmosfere tzv. stakleničkim plinovima (Miller, 1992.). Emisija SO₂ pri izgaranju slame manja je

od emisije pri izgaranju ugljena i teškog ulja za loženje, a veća od emisije pri izgaranju prirodnoga plina, dok je emisija NO_x pri izgaranju slame znatno niža nego u ostalim promatranim gorivima. Kao i ostala biomasa, slama se općenito smatra CO₂-neutralnim gorivom (EC, 1997). Uz sve prednosti korištenja biomase za proizvodnju energije, ipak moramo imati u vidu da postoji opasnost osiromašivanja tala ukoliko se s proizvodnih površina odnesu svi žetveni ostaci, odnosno da se ne smije zanemariti sadržaj hraniva i organske tvari u tlu.

Cilj ovoga rada bio je utvrditi količinu i ogrijevnu vrijednost biomase istraživanih sorti soje i količinu hraniva vraćenu u tlo zaoravanjem biomase.

MATERIJAL I METODE

U istraživanje je bilo uključeno pet sorti soje i to: „Tisa“, „Podravka“, „Neoplanta“, „Ika“ i „Vita“. Izbor sorti obavljen je na osnovi sortne liste Republike Hrvatske od 2006. godine. Odabrane su sorte koje se uzgajaju na većim površinama, a istraživanja su provedena tijekom 2007. godine. Pet različitih sorti soje zasijano je na polji-

(1) Prof.dr.sc. Darko Kiš (dkis@pfos.hr), prof.dr.sc. Luka Šumanovac, prof.dr.sc. Manda Antunović - Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1 d, 31000 Osijek, (2) Mr.sc. Branko Sučić (branko.sucic@gmail.com), Srednja poljoprivredna škola u Iloku, M. Gupca 168, 32236 Ilok

ma Zavoda za sjemenarstvo i rasadničarstvo u Osijeku, na standardnim pokusnim parcelama.

Poljski pokus i mjerenja obavljena su na smeđem lesiviranom tlu na području Osijeka, na lokaciji Zavoda za sjemenarstvo i rasadničarstvo. Gnojidba soje provedena je primjereno rezultatima kemijskih analiza u 2007. godini (Tablica 1.) i plodnosti tla. Ukupna količina dodanih hraniva kroz osnovnu i predsjetvenu gnojidbu iznosila je: 126,2 kg/ha N, 67,5 kg ha⁻¹ P₂O₅ i 82 kg ha⁻¹ K₂O.

Tablica 1. Rezultati analize kemijskih svojstava tla

Table 1. Soil chemical properties

Humus (%)	pH (KCl)	CaCO ₃ (%)	P ₂ O ₅ (mg/100 g)	K ₂ O (mg/100 g)
1,52	5,9	1,34	32,5	27,8

Na svim pokusnim parcelama provedena je uobičajna agrotehnika. Duboko jesensko oranje na dubinu od 30 cm uz osnovnu gnojidbu. U proljeće je obavljeno zatvaranje brazde i gnojidba. Predsjetvena priprema tla obavljena je rotirajućom drljačom i sjetvospremačem, a tlo je uređeno do mrvičaste strukture. Površina je tla bila dobro poravnana, da bi sjetva, nicanje i sazrijevanje biljaka bilo ravnomjernije. Sjetva na pokusnim parcelama svih pet sorti obavljena je u optimalnome agrotehničkome roku 17.04.2007. godine, a sjeme nije inokulirano kvržičnim bakterijama. Sjetva je obavljena mehaničkom sijačicom „Wintersteiger“ na dubinu oko 5 cm. Površina pokusne parcele iznosila je 10 m², dužine 8 m i širine 1,25 m. Pokus navedenih sorata soje postavljen je u tri ponavljanja. U suzbijanju jednogodišnjih i nekih višegodišnjih širokolisnih i uskolisnih korova na svim pokusnim parcelicama korišten je „Sencor WP 70“ + „Dual Gold 960 EC“ (0,7 + 1,0 l/ha). Zaštita na pokusnim parcelicama protiv bolesti nije provedena, jer zato nije bilo potrebe. Skidanje biljaka na pokusnim parcelicama obavljeno je ručno, škaricama, rezom pri tlu, 30.08.2007. godine. Svojstva biljke soje utvrđena su na 30 slučajno odabranih biljaka po svakoj repeticiji za svaku ispitivanu sortu. Vлага stabljike i sjemenki soje utvrđene su standardom Medunarodne organizacije za standardizaciju ISO/R 665 (N.N. 36/72). Uzorak se suši na temperaturi 103°C ± 2°C u sušionici do konstantne mase. Sadržaj vlage u postotcima u odnosu na masu proizvoda tel-qel, izračunava se pomoću izraza:

$$Vlaga = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (\text{NN,1972.})$$

gdje je: M₁ - masa posude s uzorkom prije sušenja (g), M₂ - masa posude s uzorkom poslije sušenja (g), M₀ - masa posude (g)

Poznavanjem gore navedenih pokazatelja veličina utvrđena je stvarna količina raspoložive slame/ha te izračunata donja ogrjevna vrijednost biomase, odnosno utjecaj vlage biomase na potrebnu količinu. Naime, pri-

likom izgaranja biomasa troši vlastitu energiju na isparavanje vode, što uvelike utječe na energetske bilancu kogeneracijskih postrojenja. Laboratorijskom obradom uzoraka stabljika istraživanih kultivara, u laboratoriju „Kreka“ Tuzla, izračunati su osnovni energetske podaci važni za korištenje biomase kao goriva. Donja ogrjevna vrijednost određena je kalorimetrom C 4000, a ostali elementi izgaranjem u keramičkim lončićima na temperaturi 900°C. Laboratorijskom obradom uzoraka stabljika istraživanih kultivara, u laboratoriju Poljoprivrednoga fakulteta u Osijeku, utvrđena je ukupna fertilizacijska vrijednost žetvenih ostataka soje uporabom računalnoga modela za ocjenu organskih gnojiva (Lončarić i sur., 2009.). Kao ulazni podatci za ocjenu fertilizacijske vrijednosti korišteni su sadržaj ukupnoga dušika, sadržaj ukupnog organskog ugljika, C/N odnos, sadržaj ukupnoga fosfora i kalija, kao i koncentracija Fe, Mn, Zn i Cu u žetvenim ostacima soje. Svi uzorci pripremljeni su i analizirani prema propisima TMECC (Thompson, 2001.) destilacijom (N), spektroskopijom (P) ili atomskom apsorpcijskom spektrometrijom (K, Fe, Mn, Zn, Cu). Statistička obrada podataka uključivala je izračunavanje deskriptivnih statističkih parametara analiziranih svojstava te analizu varijance. Analiza deskriptivnih statističkih parametara za ispitivana svojstva provedena je na 450 pojedinačnih biljaka u pokusu. Za analizu prinosa istraživanih sorti soje korištena je analiza varijance (LSD).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Prinos i sklop istraživanih sorti soje

U žetvi je određen prinos sjemena i broj biljaka po jedinici površine. Analizom varijance prinosa i sklopa istraživanih sorti soje dobiveni su rezultati prikazani u Tablici 2. Analizom varijance i F-testom utvrđen je visokosignifikantan utjecaj sorte na prinos zrna. Prosječan prinos zrna svih ispitivanih sorti soje bio je 3,06 t/ha. Najniži prinos zrna imala je sorta „Tisa“ (2,94 t/ha), a najviši prinos ostvarile su sorte „Ika“ i „Neoplanta“ (3,15 t/ha). Najveći sklop (broj biljaka/m²) utvrđen je kod sorti „Podravka“ (71 biljka/m²), a najniži sklop imala je sorta „Tisa“ (52,20 bilj./m²). Najviši broj mahuna po biljci imala je sorta Neoplanta (20,7), zatim Ika (19,4), Podravka (17,4), Vita (15,7) i najmanje Tisa (13,9).

Energetska vrijednosti žetvenih ostataka soje

Laboratorijskom obradom uzoraka stabljika istraživanih sorti, u laboratoriju „Kreka“ Tuzla, izračunati su osnovni energetske podaci važni za korištenje biomase kao goriva. Donja ogrjevna vrijednost određena je kalorimetrom C 4000, a ostali elementi izgaranjem u keramičkim lončićima na temperaturi 900°C (Tablica 2.).

Tablica 2. Vrijednosti biomase kao goriva za istraživane sorte soje

Table 2. Value of biomass as a fuel for the studied soybean varieties

Analitički podatci (<i>Analytical data</i>)		Ika	Neoplanta	Tisa	Podravka	Vita
Gruba vlaga (<i>Coarse Moisture</i>)	%	20,10	20,13	20,07	20,10	20,15
Vlaga uzorka (<i>Moisture samples</i>)	%	8,63	8,46	8,34	8,35	8,45
Sadržaj pepela (<i>Ash Content</i>)	%	3,16	2,08	2,60	3,43	2,75
Isparljive tvari (<i>Volatile matter</i>)	%	71,17	73,46	71,73	70,69	71,95
Sagorljive tvari (<i>Combustible matter</i>)	%	88,21	89,44	89,06	88,22	88,80
C – fix	%	17,04	15,98	17,33	17,53	16,85
Koks (<i>Coke</i>)	%	20,20	18,06	19,93	20,96	19,60
Sumpor sagorljivi (<i>Sulfur flammable</i>)	%	0	0	0	0	0
Sumpor vezani (<i>Sulfur bound</i>)	%	0	0	0	0	0
Donja ogrijevna vrijednost (<i>Lower heating value</i>)	kJ/kg	16 993	16 856	17 070	16 785	16 644
Hlapljivi sastojci (volatili) bez vlage i pepela (<i>Volatile compounds (volatiles) free of moisture and ash</i>)	%	80,68	82,13	80,54	80,13	81,02

Poznavajući gore navedene podatke, mogu se odrediti ložišta u kojima će se ista biomasa najbolje energetski iskoristiti. Ložišta koja se mogu koristiti za istraživane kultivare su: ložište za biomasu, s ravnom mehaničkom rešetkom, jer u istim može izgarati biomasa vlage do 65%; šahna ložišta, jer u istima može izgarati biomasa vlage do 40% i s velikim sadržajem hlapljivih sastojaka (volatila); ložišta s donjim dovodom biomase, jer u istima može izgarati biomasa s velikim sadržajem hlapljivih sastojaka 70-78%; kombinirana ložišta; ložišta s vrtložnom komorom izgaranja i ložišta za

izgaranje biomase u balama (Vølund–Danska). Moguća izvedbena rješenja ložišta potvrđuje i Bioen (1998., 2001.). Poznavajući analitičke podatke iz Tablice 2., broj biljka po m² s grubom vlagom od w₁ = 20%, donju ogrijevnu vrijednost za grubu vlagu od w₁ = 20%, uz 80% iskorištenje žetvenih ostataka (mehanizirano prikupljanje s gubicima do 20% slame), izračunata je ekvivalentna količina zemnoga plina, ekvivalentna količina tekućega lakoga goriva i ekvivalentna količina mazuta po jedinici površine, tj. jednom hektaru. Navedeni podaci prikazani su u Tablici 3.

Tablica 3. Prosječna energetska vrijednost biomase i ekvivalenta drugih goriva za istraživane sorte soje

Table 3. The average energy value of biomass and other fuels equivalent researched soybean varieties

Sorte soje (<i>Soybean varieties</i>)	Masa žetvenih ostataka (<i>Mass of residues</i>) kg/ha w ₁ = 20%	Energetska vrijednost (<i>Energy value</i>), MJ/ha w ₂ = 20%	MJ/ha η = 80%	Ekvivalent prirodni plin (<i>Natural gas equivalent</i>), Nm ³ /ha	Ekvivalent lako tekuće ulje (<i>Highly liquid oil equivalent</i>), kg/ha	Ekvivalent mazut (<i>Fuel oil equivalent</i>), kg/ha
Ika	2731,794	46421,37	37137,10	1043,00	882,60	905,77
Neoplanta	3394,475	57217,27	45773,82	1285,56	1087,86	1116,42
Tisa	3585,619	61206,51	48965,21	1375,19	1163,71	1194,26
Podravka	2997,015	50304,90	40243,92	1130,25	956,44	981,55
Vita	2850,794	47448,61	37958,89	1066,08	902,13	925,82

Uz uporabu 80% žetvenih ostataka, najbolje rezultate pokazala je sorta „Tisa“ sa 48,97 GJ/ha ili je to zamjenica 1375,19 Nm³/ha zemnoga plina ili 1,194 t/ha mazuta. Energetska vrijednost sorte „Neoplanta“, s 80% iskorištenja slame ukupne količine stabljike (Tablica 3.), iznosila je 45,774 GJ/ha ili je to zamjenica 1285,56 Nm³/ha zemnoga plina ili 1,116 t/ha mazuta. Sorta „Podravka“ imala je energetska vrijednost 40,244 GJ/ha ili je to zamjenica 1130,25 Nm³/ha zemnoga plina ili 0,956 t/ha lakoga tekućega ulja. To su velike količine energije koja se može iskoristiti za sušenje soje na skladišnu vlagu te zadovoljiti ostale potrebe za energijom. Dosadašnja istraživanja (Krička i sur. 2000.) pokazuju sličan trend.

Fertilizacijska vrijednost žetvenih ostataka soje

Laboratorijskom analizom uzoraka stabljika istraživanih sorti soje, u laboratoriju Poljoprivrednoga fakulteta u Osijeku, utvrđena je ukupna fertilizacijska vrijednost žetvenih ostataka soje uporabom računalnoga modela za ocjenu organskih gnojiva (Lončarić i sur., 2009.). Kao ulazni podaci za ocjenu fertilizacijske vrijednosti korišteni su sadržaj ukupnoga dušika, fosfora i kalija (osnovna fertilizacijska vrijednost) te sadržaj ukupnog organskog ugljika, C/N odnos, kao i koncentracija Fe, Mn, Zn i Cu u žetvenim ostacima soje (dopunska fertilizacijska vrijednost). Dobiveni rezultati prikazani su u Tablici 4.

Tablica 4. Prosječne koncentracije hranjiva, C/N odnosi i fertilizacijski indeksi žetvenih ostataka sorata soje

Table. 4. Average nutrient concentration, C/N ratio and fertilizer index of crop residues of soybean cultivars

Sorte soje (Soybean varieties)	N, g/kg	C/N	P, g/kg	K, g/kg	Fe, g/kg	Mn, mg/kg	Zn, mg/kg	Cu, mg/kg	Fertilizacijski index (Fertilizer index)
Ika	4,1	100	4,9	4,3	155	6,2	5,7	3,6	4,53/10
Neoplanta	3,2	128	1,5	4,2	180	6,7	4,2	2,6	4,00/10
Tisa	3,1	133	2,0	5,4	224	7,2	7,4	4,4	4,47/10
Podravka	3,8	109	2,9	6,2	109	5,9	6,5	5,5	4,57/10
Vita	4,8	81	1,0	2,8	147	6,5	3,8	3,5	3,40/10

Ukupne koncentracije dušika bile su u rasponu 3,1 (sorta "Tisa") do 4,8 g/kg (sorta "Vita"), ali je u žetvenim ostacima sorte "Vita" utvrđena najniža koncentracija fosfora (1,0 g/kg) i kalija (2,8 g/kg). Istovremeno, najveća koncentracija fosfora utvrđena je u sorti "Ika" (4,9 g/kg) i najveća koncentracija kalija u sorti "Podravka" (6,2 g/kg). Ti su podaci rezultirali najvećim osnovnim fertilizacijskim vrijednostima (2,57; 2,53 i 2,47) za sorte "Podravka", "Ika" i "Tisa". Međutim, razlike između navedenih sorti nisu bile statistički značajne. Statistički značajno niža fertilizacijska vrijednost utvrđena je za sorte "Neoplanta" (1,5) i "Vita" (1,0), najviše zbog vrlo niske koncentracije fosfora (Tablica 5.). Analizirani žetveni ostaci mogu imati određenu dopunsku fertilizacijsku vrijednost u slučaju povoljnoga C/N odnosa i/ili visoke koncentracije mikrohraniva. Međutim, C/N odnosi nisu rezultirali dopunskim fertilizacijskim vrijednostima, jer su utvrđeni u rasponu od visokoga C/N odnosa 81 (sorta "Vita") do još višega (133) za sortu "Tisa". Utvrđeni C/N odnosi previsoki su zbog predvidive mikrobiološke fiksacije dušika tijekom dekompozicije žetvenih ostataka, ali taj bi deficit trebao biti neutraliziran mineralnim dušikom fiksiranim simbiotskim bakterijama tijekom vegetacije soje. Relativno visoke koncentracije analiziranih mikrohraniva (Fe, Mn, Zn i Cu) u žetvenim ostacima svih sorti soje rezultirali su dopunskom fertilizacijskom vrijednosti (2,0). Konačno, ukupni fertilizacijski indeks utvrđen zbrajanjem dopunske (2,0) i osnovne (1,40 do 2,57) fertilizacijske vrijednosti, iznosio je od 3,40 (sorta "Vita") do 4,57 (sorta "Podravka"), tj. 34 do 45,7% maksimalno moguće vrijednosti (10). Utvrđene osnovne fertilizacijske vrijednosti 10-60% niže su od fertilizacijske vrijednosti svježega govedega ili konjskoga stajskoga gnojiva, a dopunske fertilizacijske vrijednosti 10 % niže do 100% više od svježega govedega ili konjskoga stajskoga gnojiva. Sumarno, prosječna fertilizacijska vrijednost žetvenih ostataka soje u rangu je svježega govedega stajskoga gnojiva (sorta "Vita") ili 25-35 % viša (ostale sorte). Usporedbom s kompostiranim stajskim gnojivima, utvrđeno je da su žetveni ostaci soje fertilizacijski u rangu do 40% fertilizacijske vrijednosti kompostiranoga svinjskoga stajskoga gnojiva.

ZAKLJUČAK

Temeljem provedenog istraživanja, mogu se izvući sljedeći zaključci:

- Prosječan prinos svih ispitivanih sorti soje bio je 3,06 t/ha. Najniži prinos zrna imala je sorta Tisa (2,94 t/ha), koja je imala i najmanji broj mahuna po biljci, a najviši prinos ostvarile su sorte Ika (3,15 t/ha) i Neoplanta (3,14 t/ha). Prinos sorti Podravka i Vita bio je, također, gotovo identičan (3,06 t/ha, odnosno 3,03 t/ha).
- Uporabom 80% slame soje prosječno se po ha može proizvesti 42,02 GJ energije. Najbolje rezultate pokazala je sorta „Tisa“ sa 48,97 GJ/ha ili je to zamjenica 1375,19 Nm³/ha zemnoga plina ili 1,194 t/ha mazuta, sorta „Neoplanta“, s 80 % iskorištenja slame ima energetska vrijednost 45,774 GJ/ha ili je to zamjenica 1285,56 Nm³/ha zemnoga plina ili 1,116 t/ha mazuta, sorta „Podravka“ imala je energetska vrijednost 40,244 GJ/ha ili je to zamjenica 1130,25 Nm³/ha zemnoga plina ili 0,956 t/ha lakoga tekućega ulja. „Ika“ ima najmanju energetska vrijednost, 37,14 GJ/ha ili je to zamjenica 1,043 Nm³/ha zemnoga plina ili 0,88 t/ha lakoga loživoga ulja. To su velike količine energije koja se može iskoristiti za sušenje soje na skladišnu vlagu te zadovoljiti ostale potrebe za energijom.
- Znajući energetska vrijednost, sadržaj koksa, C–fix, sadržaj pepela i količine hlapljivih tvari, ložišta koja se mogu koristiti za izgaranje slame istraživanih sorti soje su: konvencionalni sustavi (ložište za biomasu s ravnom mehaničkom rešetkom, šahtna ložišta, ložišta s donjim dovodom biomase, kombinirana ložišta; ložišta s vrtložnom komorom izgaranja i ložišta za izgaranje biomase u balama) i rasplinjavanje biomase.
- Utvrđena fertilizacijska vrijednost žetvenih ostataka soje u rangu je svježega govedega ili konjskoga stajskoga gnojiva, odnosno do 40% fertilizacijske vrijednosti kompostiranoga stajskoga gnojiva. Pozitivna su svojstva žetvenih ostataka soje sadržaj mikrohraniva i dušika, sadržaj kalija i fosfora, a potencijalno nepovoljno svojstvo je visok C/N odnos.

LITERATURA

1. Bioen (1998.): Program korištenja biomase i otpada I. Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb.
2. Bioen (2001.): Program korištenja biomase i otpada II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb.
3. Bioen (2001.): Projekt Biodizel - uvođenje proizvodnje biodizelskog goriva u Republiku Hrvatsku. Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb.

4. Biomass for Energy (1996): Danish Solutions. Danish Energy Agency, www.folkecenter.dk.
5. Brdarić, D., Kralik, D., Kukić, S., Spajić, R., Tunjić, G. (2009.): Konverzija organskog gnoja u bioplin. *Poljoprivreda*, 15(2): 3.-7.
6. EC (1997): White paper for a Community Strategy and Action plan. Energy for the Future, Document (95), Luxembourg, 682.
7. Janušić, V., Čurić, D., Krička, T., Voča, N., Martin, A. (2008.): Predtretmani u proizvodnji bioetanola iz lignocelulozne biomase. *Poljoprivreda*, 14(1): 53.-58.
8. Kiš, D., Jurić, T., Emert, R., Plaščak, I. (2006.): Alternativno gorivo - biodizel. *Poljoprivreda*, 12(1): 41-46.
9. Krička, Tajana, Voča, N., Jukić, Ž., Hrsto, D. (2000.): Biodizel gorivo kao prekretnica u hrvatskoj poljoprivrednoj proizvodnji. 16. hrvatsko savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Stubičke Toplice, 1.-16.
10. Kukić, S., Bračun, B., Kralik, D., Burns, R.T., Rupčić, S., Jovičić, D. (2010.): Comparison between biogas production from manure of laying hens and broilers. *Poljoprivreda*, 16(1):67-72.
11. Lončarić, Z., Vukobratović, M., Ragalyi, P., Filep, T., Popović, B., Karalić, K., Vukobratović, Ž. (2009): Computer model for organic fertilizer evaluation, *Poljoprivreda*, 15(2): 38-46.
12. Miller, G.T. (1992): Living in the environment. 7th ed Wadsworth, Belmont, 233.
13. Određivanje vode i isparljivih materijala – ISO/R – 665. Narodne novine br. 36, 1972., Zagreb.
14. Sučić, B. (2011.): Biomasa soje kao obnovljivi izvor energije. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
15. Thompson, W.H. (2001): Test Methods for the Examination of Composting and Compost. The United States Department of Agriculture. USA.
16. Vukadinović, V. (1985.): Primjena mikroročunala u regresijskoj analizi. Znanost i praksa u poljoprivredi i poljoprivrednoj tehnologiji, 15(1-2).

ENERGY AND FERTILIZATION VALUE OF SOYBEAN RESIDUES

SUMMARY

The objectives of this study were to determine the quantity and calorific value of biomass of the varieties investigated as well as the amount of nutrients in plowed biomass. Soybean varieties in the research were: "Tisa", "Podravka", Neoplanta", "Ika" and "Vita". Average yield of all examined soybean varieties was 3.06 t/ha. By using 80% soybean straw the best results showed variety Tisa with 48.97 GJ/ha or it is substitute for 1375.19 Nm³/ha of natural gas or 1194 t/ha of oil fuel. They are followed by Tisa, Neoplanta, Podravka, Ika and Vita. These are huge amounts of energy that can be used for soybean drying process and it can be used as energy source for other uses. The estimated fertilization value of harvest soybean leftovers are in the same level as fresh cow or horse manure. Namely, it represents 40% of fertilization value of composted farm manure.

Key-words: soybean, yield, biomass, energy value, fertilization value

(Primljeno 21. ožujka 2013. - prihvaćeno 21. svibnja 2013.; Received on 21 March 2013 - accepted on 21 May 2013)