



UDK: 631.147

## EKOLOŠKE POSLEDICE UPOTREBE BILJAKA ZA DOBIJANJE ENERGIJE

Snežana Oljača, Mičo V. Oljača, Dušan Kovačević, Đorđe Glamočlija

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** Globalna potrošnja hrane i energije je na putu da se udvostruči do 2050. godine. Korišćenje fosilnih goriva povećava količinu ugljen-dioksida u atmosferi sada, više nego tokom poslednjih pola miliona godina. Iako fosilna goriva čine 95% globalnog tržišta u sektoru transporta, proizvodnja biogoriva rapidno raste po stopi od 15% godišnje, što je stopa porasta deset puta veća od stope porasta proizvodnje nafte. Pod velikim pritiskom da poboljšaju energetske sigurnost i borbu protiv klimatskih promena, mnoge zemlje prelaze na etanol i biodizel, kako bi izašle u susret sve većim zahtevima tržišta. U 2005, SAD objavljuju da će duplirati proizvodnju etanola do 2012, a Evropska komisija je skoro objavila da će biogoriva zadovoljiti 10% potrošnje goriva u sektoru transporta do 2020. Biogoriva, ako se koriste kako treba, mogu pomoći u uspostavljanju ravnoteže između naših potreba za hranom, energijom i očuvanja i zaštite životne sredine. Da bi pomogli da se to desi, potrebno je imati nacionalnu politiku za biogoriva, koja će favorizovati najbolje rešenje. Trebalo bi da se odredi uticaj proizvodnje svake vrste goriva na koncentraciju atmosferskog ugljenika, pa odrediti koja mešavina goriva daje propisano smanjenje emisije gasova staklene bašte. Da bi se to postiglo, moramo imati znanje i tehnologije, koje će rešiti ove probleme.

**Ključne reči:** *energija, biogoriva, biomasa, životna sredina, hrana.*

### UVOD

Biomasa je najstariji izvor energije koji je čovek koristio i predstavlja opšti pojam za brojne, najrazličitije proizvode biljnog i životinjskog porekla. Biomasa se može podeliti na energetske biljke i ostatke ili otpadne materije. Energetske biljke mogu biti brzorastuće drveće, višegodišnje trave i usevi, dok ostaci uključuju poljoprivredni, šumarski i industrijski otpad, koji se koristi za proizvodnju toplotne i električne energije ili se prerađuje u biogas ili tečna biogoriva (Dolenšek et al, 2006). Biomasa je obnovljivi izvor energije koji uključuje ogrevno drvo, grane i drveni otpad iz šumarstva, piljevinu, koru i drveni otpad iz drvne industrije, kao i slamu, kukuruzovinu, stabljike suncokreta, ostatke pri rezidbi voća i vinove loze, životinjski izmet i ostatke iz stočarstva, komunalni i industrijski otpad organskog porekla.

Globalna potrošnja hrane i energije u svetu je na putu da se udvostruči do 2050. godine. Nalaženje i primena novih rešenja za konflikt između proizvodnje hrane i energije i zaštite životne sredine je jedan od najvećih izazova sa kojim se čovečanstvo susreće (Oljača et al, 2001; Dolenšek, Oljača, 2006). Veliko interesovanje koje u svetu vlada za biogorivima može se objasniti činjenicom, da je to potencijal, koji smanjuje zavisnost zemlje od uvoza naftnih derivata, umanjuje emisiju štetnog ugljen-dioksida, doprinosi ekonomskom razvoju ruralnih sredina. Pritom, motivacija nije samo očuvanje životne sredine i poštovanje obaveza koje je većina država sveta, pa i Srbija, prihvatila ratifikacijom Kjoto protokola, već i racionalno planiranje. Kao što je već dobro poznato, rezerve nafte se iscrpljuju i teško da će izdržati da služe čovečanstvu duže od stotina godina. Zbog toga se svetska industrija, posebno automobilska, okreće upotrebi alternativnih goriva, poput vodonika, etanola ili biodizela.

## 1. POTREBA ZA ENERGIJOM IZ BIOMASE

Rad na masovnoj primeni biogoriva započeo je posle naftne krize 1973, kada je Brazil uvezio više od 80 odsto goriva. Sledeći talas naftne krize (1979/80) Brazil je, zahvaljujući etanolu, dočekao sa uvozom od oko 46%, a prošle godine je objavljena potpuna energetska nezavisnost te zemlje. Prve količine komercijalno napravljenog biodizela pojavile su se u EU početkom devedesetih godina. Procenjen rast na nivou EU poslednjih nekoliko godina dostigao je 35% na godišnjem nivou. (Dolenšek et al, 2006). Očigledna je tendencija da se smanji zavisnost od uvoza fosilnih goriva u momentu kada cena nafte na svetskom tržištu raste.

*Tabela 1. Zastupljenost vrsta obnovljive energije u EU (mil t ekv. sirove nafte),  
Bela knjiga EU komisije*

I z v o r	Stanje 1995	Cilj 2010.	Povećanje
Vetar	0,35	6,90	6,55
Voda	26,40	30,55	4,15
Biomasa	44,90	135,00	<b>90,20</b>
Geotermalna energija	2,50	5,20	2,70
Sunčani kolektori	0,26	4,00	3,74
Ukupno:	74,31	181,91	107,60

Osim toga, ratifikacijom Protokola iz Kjota 2001. godine, EU se obavezala da do 2010. godine smanji emisiju CO<sub>2</sub> za osam odsto. Odgovarajući zakonskom regulativom evropskim zemljama naložena je zamena određene količine ukupno potrošenih goriva obnovljivim gorivima kao što su biodizel ili etanol.

Okvir za energetska proizvodnja biomase predstavlja Bela knjiga EU komisije iz 1997. godine, koja je još uvek aktualna.

Osnov su dva problema: toplogrejni gasovi (smanjenje emisije CO<sub>2</sub>) i uvozna energetska zavisnost EU, koja je sada već 50 %, i bez preduzetih mera do 2020. godine će biti 70% (Kopetz, 2005). Cilj bele knjige je dupliranje udela obnovljive energije i njen udeo od 12% u ukupnoj energiji do 2010 godine. Od toga biomasa treba da zameni

90,2 mil t sirove nafte (Tabela 1). Veće Evrope je 2003. godine usvojilo Direktivu o promociji upotrebe biogoriva u prometu, koja propisuje obavezu korišćenja biogoriva i to do kraja 2005. godine 2% od ukupnog prometa, a do kraja 2010. 5,75%. U EU je 2003. godine proizvedeno 1.434.000 t biodizela, što predstavlja 34,5% povećanja u odnosu na 2002, odnosno čak 26 puta više nego 1992. godine. Najviše biodizela u Evropi se proizvodi u Nemačkoj čak 715.000 t u 2003. godini (Oljača et al, 2006; Quirin et al, 2005).

U Srbiji oko 7% domaćinstava koristi drvo kao gorivo za lokalno grejanje. Prema Strategiji energetike Srbije do 2015. godine, ukupni iskoristljivi potencijal biomase iznosi oko 2.5 mtoe<sup>1</sup>, od čega se na drvo odnosi 1 mtoe. Pored toga, postoji određeni potencijal za proizvodnju tečnih biogoriva (biodizel i etanol). Potencijal semena od uljane repice je procenjen do 200.000 hektara. Prema Programu implementacije Strategije energetike Srbije, ukupni iskoristljivi potencijal biomase procenjen je do 2,4 mtoe godišnje, od čega se na drvo odnosi 1.0 mtoe godišnje a na biomasu iz poljoprivrede više od 1.4 mtoe (uključujući tečni stajnjak). Ostvarivanje ovog Programa dovelo bi u periodu 2007–2010 do ukupne dodatne proizvodnje obnovljive toplote, iz biomase i sagorevanjem otpada, u iznosu 156.438 MWh (0.0137 mtoe). Dodatno, proizvodnja od 500.000 tona tečnih biogoriva (320.000 tona biodizela i 180.000 tona etanola) se očekuje u istom periodu kao i vrlo male količine biogasa (0.0012 mtoe). Očekivana ukupna proizvodnja iz biomase u istom periodu bi iznosila 5.986.128.1 mtoe.

## 2. EKOLOŠKI PROBLEMI KORIŠĆENJA BIOGORIVA

Korišćenje fosilnih goriva povećava količinu ugljen-dioksida u atmosferi sada, više nego tokom poslednjih pola miliona godina. Iako fosilna goriva čine 95% globalnog tržišta u sektoru transporta, proizvodnja biogoriva rapidno raste po stopi od 15% godišnje, što je stopa porasta deset puta veća od stope porasta proizvodnje nafte. Pod velikim pritiskom da poboljšaju energetske sigurnost i borbu protiv klimatskih promena, mnoge zemlje prelaze na etanol i biodizel, kako bi izašle u susret sve većim zahtevima tržišta. U 2005, SAD objavljuju, da će duplirati proizvodnju etanola do 2012, a Evropska komisija je skoro objavila da će biogoriva zadovoljiti 10% potrošnje goriva u sektoru transporta do 2020 (Guidi, Best, 2003).

Međutim, nisu baš svi entuzijasti u pogledu “buma” u proizvodnji i potrošnji biogoriva. Kritičari naglašavaju potencijalne socijalne probleme i troškove vezane za životnu sredinu, uključujući posledice povećanja cena hrane za siromašne u svetu. Ovde dolazimo do prvog ograničenja u proizvodnji biogoriva - a reč je o tome da su sirovine, koje se koriste za njihovu proizvodnju, takođe i sirovine, koje se koriste u prehrambenoj industriji ili ishrani stoke. Postoje usevi koji se mogu gajiti uz manji utrošak energije i hemikalija od useva koji se trenutno koriste za dobijanje biogoriva. Takođe, oni se mogu gajiti na zemljištima slabijeg kvaliteta, pogotovo na degradiranim zemljištima, da bi se izbeglo dodatno širenje površina pod energetske usevima na račun useva gajenih za ljudsku ishranu. Po nekim statističkim podacima, Srbija ima više nego dovoljno napuštenih i neiskorišćenih zemljišta, na kojima bi se mogli gajiti ovi usevi, a da ne dođe do smanjenja postojećih obradivih površina (Oljača et al, 2007).

---

<sup>1</sup> 1 mtoe = 41.868 GJ = 11.63 MWh.

### 3. PREDNOSTI UPOTREBE BILJAKA ZA ENERGIJU- PRIMER BIODIZEL

Osnovna prednost upotrebe biodizela kao obnovljivog goriva je značajno smanjenje emisije CO<sub>2</sub>. Takođe je redukovana emisija sumpornih oksida, suspendovanih čestica i ugljen-monoksida. Prednosti i nedostaci upotrebe biodizela zavise od toga koja se mešavina koristi, kao i od rada motora odnosno vrste motora (Mitrović et al, 2006).

Ugljen-dioksid (CO<sub>2</sub>): Svaka tona fosilnog dizela dodaje oko 2,8 t CO<sub>2</sub> u atmosferu. Specifičan sadržaj ugljenika jedne tone biodizela je nešto manji, 2,4 t CO<sub>2</sub>. Može se pretpostaviti da će ovaj ugljenik biti u potpunosti iskorišćen sledeće godine od strane useva, koji će dati sirovinu za proizvodnju biljnog ulja, kao i apsorbovan kroz ugljenični ciklus (kao glicerol i čvrsti otpad). Zato se može reći da je neto CO<sub>2</sub> emisija prilikom upotrebe biodizela, skoro jednaka nuli.

Sumporni oksidi (SO<sub>x</sub>): Danas, 1 t konvencionalnog fosilnog dizela u EU sadrži maksimum 350 ppm sumpora u proseku. Kada dizel sagoreva, sumpor se oslobađa u atmosferu u obliku sumpordioksida, doprinoseći formiranju kiselih kiša. Biodizel skoro da nema sumpora (sadržaj sumpora 0-0.0024 ppm). Sa druge strane, u EU se konstantno promoviše upotreba dizel goriva sa malim sadržajem sumpora-ispod 50 ppm (Velika Britanija), ispod 10 ppm (Švedska).

Azotni oksidi (NO<sub>x</sub>): Emisija azotnih oksida iz biodizela može se povećati ili smanjiti u odnosu na emisiju iz fosilnog dizela, a u zavisnosti od generacije motora i procedure po kojoj se testiraju. Emisija azotnih oksida iz čistog biodizela se povećava za oko 6% u proseku u odnosu na fosilni dizel. Obzirom na nedostatak sumpora u biodizelu moguće je koristiti tehnike kontrolisanja azotnih oksida koje je nemoguće koristiti kod fosilnog dizela.

Ugljenmonoksid (CO): Biodizel sadrži oksigenate koji poboljšavaju proces sagorevanja i smanjuju emisiju. Ova činjenica značajno smanjuje (najmanje 20%) emisiju ugljenmonoksida.

Čvrste čestice: Udisanje suspendovanih čestica dokazano je kao ozbiljan problem i opasnost po zdravlje čoveka. Emisija u izduvnim gasovima ovih čestica je kod biodizela 40% manja nego kod fosilnog dizela.

Biodegradabilnost: Fosilni dizel se razlaže samo 50% u toku prvih 21 dan posle prosipanja, dok se biodizel razlaže 98% bez posledica, za isto vreme.

B100 smanjuje rizik od kancera za 94%, a B20 za 27%. U tabeli 2 date su emisije biodizela i fosilnog dizela, uzimajući da je emisija fosilnog dizela 100%. Upotreba biodizela (u poređenju sa fosilnim dizelom) pogodna je u smislu zaštite životne sredine tako što je smanjen efekat staklene bašte kao i emisija drugih zagađujućih materija.

Tabela 2. Promene u emisiji biodizela u poređenju sa emisijom fosilnog dizela (Mitrović et al, 2006).

Vrsta emisije	B100	B20
Ugljenmonoksid	-43,2%	-12,6%
Ugljovodonici	-56,3%	-11,0%
Čestice	-55,4%	-18,0%
Azotni oksidi	+5,8%	+1,2%
Toksične materije	-60%/ - 90%	-12%/ - 20%
Mutagene materije	-80%/ - 90%	-20%
Ugljendioksid (životni ciklus)	-78,3%	-15,7%

#### 4. PREDNOSTI UPOTREBE BILJAKA ZA ENERGIJU - PRIMER ETANOL IZ CELULOZE

Razvoj proizvodnje etanola iz celuloze mogao bi rešiti problem smanjenja poljoprivrednih površina pod usevima namenjenih ishrani ljudi i životinja, ali je zbog toga potrebno dodatno ulaganje u ove tehnologije, da bi one bile komercijalne i održive u pogledu životne sredine. Žetveni ostaci (slama, kukuruzovina, otpaci drveta), nadzemna biomasa prirodnih travnjaka, koji se ne koriste za ispašu, nadzemna biomasa ruderalne vegetacije (biljaka pored puteva, pruga, kanala, na rudinama itd.) se mogu iskoristiti za proizvodnju električne energije pomešane sa ugljem ili sličnim gorivima (Oljača et al, 2002). Iz ove biomase se može dobiti biogas ili se od nje proizvoditi etanol. Tehnologija bio-inženjeringa, koja omogućava razvoj enzima za razlaganje celuloze u šećer, a šećer u etanol, se ubrzano razvija.

Bilo da se pretvori u električnu energiju, etanol ili biogas, biomasa poželjna za neplodnih i neiskorišćenih površina, daje mnogo više nove korisne energije po jedinici površine od kukuruza, od koga se dobija etanol sa najplodnijih zemljišta.

Dalja korist se dobija i u smanjenju emisije gasova staklene bašte. Kada se iskorišćavaju biljke sa degradiranih površina, one usvajaju ugljen-doksid iz vazduha i akumuliraju ga u zemljištu. U stvari ove biljke obnavljaju rezerve ugljenika u zemljištu, tako da ova zemljišta postaju plodnija i manje degradirana, a korist od svega ovoga može trajati vekovima. Postoje podaci, da je neto usvajanje atmosferskog ugljen-dioksida sa ovih površina oko 1,5 t/ha i da proizvodnja energije na ovakav način doprinosi smanjenju koncentracije ugljen-dioksida u atmosferi (FAO 2000). Biogoriva, ako se koriste kako treba, mogu pomoći u uspostavljanju ravnoteže između naših potreba za hranom, energijom i očuvanja i zaštite životne sredine. Da bi pomogli da se to desi, potrebno je imati nacionalnu politiku za biogoriva, koja će favorizovati najbolje rešenje. Trebalo bi da se odredi uticaj proizvodnje svake vrste goriva na koncentraciju atmosferskog ugljenika i naći koja mešavina goriva daje propisano smanjenje emisije gasova staklene bašte. Da bi se to postiglo, moramo imati znanje i tehnologije koje će rešiti ove probleme.

#### ZAKLJUČAK

Prema mnogim autorima energija iz biomase se smatra kao posebno ekološka, pošto je emisija CO<sub>2</sub> neutralna, biološki razgradljiva, smanjuje potrošnju fosilnih izvora energije i pri sagorevanju ne ispušta skoro nikakve emisije sumpornih oksida. Za CO<sub>2</sub> u praksi to važi samo pri direktnom sagorevanju (naročito šumskog drveta).

Ako posmatramo čitav životni ciklus, naročito specijalne biljke za energiju, to izgleda drugačije. Za proizvodnju biljaka za energiju potroši se velika količina fosilnih goriva (proizvodnja đubriva, sredstava za zaštitu biljaka, rad mašina na njivama). Sve navedeno ima za posledicu emisiju CO<sub>2</sub> i N<sub>2</sub>O, koji se kod upotrebe sagorevanjem, praktično ne emituje. Ne sme se zaboraviti zagađenje od primene fosfata, nitrata, biocida. Ekološka prihvatljivost bioenergije nije uvek samo pozitivna.

Odluka proizvođača da proizvodi energiju umesto hrane, zavisi pre svega od njene cene, odnosno postignutog prihoda, kapaciteta na poljoprivrednom imanju i naravno subvencija države za takvu proizvodnju. Energetska upotreba biljaka neće bitno smanjiti proizvodnju biljaka za ishranu, ali je moguće da znatno utiče na podizanje cena poljoprivrednih proizvoda.

## LITERATURA

- [1] Dolenšek M., Oljača Snežana, Oljača M. (2006): Upotreba biljaka za proizvodnju energije. Poljoprivredna tehnika, God. XXXI, No. 3, 93-103.
- [2] Dolenšek M., Oljača Snežana (2006): Production of food or production of energy. New challenges in field crop production 2006. Proceedings of Symposium, Rogaška Slatina, Slovenija, 11-16.
- [3] FAO 2000. The energy and agriculture nexus. Env. and natural resources working paper No.4, Rome.
- [4] Guidi, D.; Best, G. (2003): The clean development mechanism. Implications for energy and sustainable agriculture and rural development projects. FAO, Rome: 44pp.
- [5] Kopetz, H. (2005): Die energetische Nutzung der Biomasse als Beitrag zum Klimaschutz und zur Energieversorgung. KTBL-Schrift 420: 7-18.
- [6] Ministarstvo rudarstva i energetike R. Srbije. Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine.
- [7] Oljača Snežana, Kovačević D., Cvetković R., Vrbničanić S. (2001): Status and changes of agroecosystems in modern agriculture. Book of Proceedings, 1<sup>st</sup> International Symposium "Food in 21<sup>st</sup> century", Subotica, 329-346.
- [8] Oljača Snežana, Kovačević D., Oljača M., Dolijanović Ž. (2002): Povećanje proizvodnog potencijala agroekosistema u sistemu održive poljoprivrede. Tematski zbornik radova, Eko-konferencija 2002: Zdravstveno bezbedna hrana. Knjiga II, Novi Sad, 13-19.
- [9] Oljača Snežana, Dolenšek M., Kovačević D., Oljača M. (2006): Čiste tehnologije u agroindustriji i očuvanje životne sredine. Poljoprivredna tehnika, God. XXXI, No. 4, 17-24.
- [10] Oljača Snežana, Oljača M., Kovačević D., Glamočlija Đ. (2007): Korišćenje biljaka za dobijanje energije-mogućnosti i ekološke posledice. Zbornik izvoda III Simpozijuma sa međunarodnim učešćem "Inovacije u ratarskoj i povrtarskoj proizvodnji", 28-29.
- [11] Quirin, M; Reinhart, G. A. 2005. Ökobilanzen von Bioenergieträgern – ein Überblick. KTBL-Schrift 420: 37 – 45.
- [12] Mitrović J., Janković V., Predin S., Furman T. (2006): Biodizel-ekološki značajan i energetske obnovljiv izvor energije. <http://www.biodizel.co.yu/?pg=26&lang=sr>

## ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF PLANT UTILIZATION FOR ENERGY

**Snežana Oljača, Mičo V. Oljača, Dušan Kovačević, Đorđe Glamočlija**

*Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** Global food and fossil energy consumption are on trajectories to double by 2050. Fossil fuel use has pushed atmospheric carbon dioxide higher than at any time during the past half-million years. While fossil fuels still account for more than 95 percent of the global transportation fuel market, biofuel production is growing roughly 15 percent per year, a rate over ten times that of oil. Under mounting pressure to improve domestic energy security and combat global climate change, countries are now turning to ethanol and biodiesel to meet rising transportation fuel demands. In 2005, the U.S.

pledged to nearly double ethanol production by 2012, and the European Community recently announced that biofuels will meet 10 percent of their transportation fuel needs by 2020. Biofuels, if used properly, can help us balance our need for food, energy and a habitable and sustainable environment. To help this happen, though, we need a national biofuels policy that favors our best options. We must determine the carbon impacts of each method of making these fuels, then mandate fuel blending that achieves a prescribed greenhouse gas reduction. We have to have the knowledge and technology to start solving these problems.

**Key words:** *energy, biofuels, biomass, environment, food.*