

## BILJNI OSTACI REZIDBE VOĆNJAKA KAO BIOMASA I OBNOVLJIVI IZVOR ENERGIJE

### PRUNNING ORCHARD RESIDUES AS BIOMASS AND RENEWABLE ENERGY SOURCES

Dr Rade RADOJEVIĆ, dr Milovan ŽIVKOVIĆ, dr Mirko UROŠEVIĆ,  
dr Todor Vulić, mr Dragan Radivojević  
Poljoprivredni fakultet, 11080 Beograd, Nemanjina 6

#### REZIME

*Biomasa predstavlja raznorodni energetska izvor, jer se od nje može dobiti električna struja, toplota, gorivo za pogon i dr. Energija iz biomase doprinosi većoj zaposlenosti, smanjuju se emisije sumpor-dioksida, ugljen-dioksida i azot-dioksida, u odnosu na sagorevanje fosilnih goriva. Osnovna prednost biomase kao goriva u odnosu na klasična fosilna čvrsta goriva, pre svega ugalj, je njena "ekološka vrednost". Stvaranjem CO<sub>2</sub> pri sagorevanju biomase se ne narušava ravnoteža CO<sub>2</sub> u globalnim razmerama, jer se u sezonskom obnavljanju proizvedene biomase koristi CO<sub>2</sub> iz vazduha, pa nema povećanja sadržaja CO<sub>2</sub> u atmosferi. Određena je optimalna tehnologija i tehnička rešenja korišćenja biljnih ostataka rezidbe voćnjaka, radi poboljšanja energetske efikasnosti proizvodnje. Postupci prikupljanja, obrade, pripreme, kao i korišćenja biljnih ostataka, u našim uslovima nisu naišli na širu primenu, zbog ekstenzivnog načina proizvodnje i nedomaćinskog načina poslovanja. Ekonomski efekti u zemljama sa manje razvijenom voćarskom proizvodnjom ukazuju da se tom pitanju mora posvetiti adekvatna pažnja i pravilno usmeriti proizvodnja, koja sa svojim sekundarnim proizvodima može doprineti pozitivnijem rezultatu.*

**Cljučne reči:** Ostaci rezidbe, voćnjak, energija, korišćenje biomase.

#### SUMMARY

*Biomass is specific energetic resource, because of a possibility of getting electricity, heat, fuel etc. This kind of energy contribute to higher labour employment, reduce emission of SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, comparing to other fossile fuels. Biomass has main advantage in comparison to other fossile fuels, especialy to coal, having ecological value. It can be explained that during its combustion there is CO<sub>2</sub> as result of this process, but in general it doesn't change total quantity of it, because of fact that during plant growing CO<sub>2</sub> has been used in photosynthesis. In order to increase energetic efficiency of its production, optimal technology and adequate technical solutions for using plant residues, are determined. Because of extensive production in our country, processes like gathering, treatment, preparing and using of biomass vaste are not in common use. There are some experiances in countries with undeveloped orchard production, that redirected production process to better use of secondary products can significantly improve economic effects.*

**Key words:** Prunning residues, Orchard, Energy, Biomass use.

#### UVOD

Rast bogatstva društva prati proizvodnja sekundarnih proizvoda, uključujući i otrovne i opasne supstance, a zagađenje zemlje, voda i vazduha se širi. Spoznaja datog stanja svakim danom povećava brigu o iskorišćavanju prirodnih resursa i globalno isticanje potrebe uspostavljanja uslova na Zemlji za održiv razvoj, uspostavljanje striktno kontrole emisije štetnih materija, korišćenje izvora energije sa malim sadržajem ugljenika, širenje primene čistih i obnovljivih izvora energije (OIE) i prirodnih obnovljivih izvora materijala (OIM).

Računa se da planeta Zemlja sadrži oko 1800 milijardi tona ugljenika u vezanom obliku u unutrašnjosti zemljine kore i 170 milijardi tona C u stanju ustaljene cirkulacije pri razmeni materije između živih organizama i okoline, kao i u drugim procesima. Biomasa može da podmiri 14 % ukupne svetske potrebe za energijom /12/. Sa ekološkog stanovišta posebno je značajna činjenica da biomasa u svom elementarnom sastavu u principu ne sadrži sumpor, ili je sadržaj sumpora bar za red veličine manji od sadržaja u fosilnim gorivima. Pozitivan efekat korišćenja biomase se postiže i supstitucijom dela uglja u sistemima za sagorevanje, odnosno zajedničkim sagorevanjem biomase i uglja - ko-sagorevanjem.

Osnovu razvoja tehnologija za korišćenje biomase za proizvodnju posebnih vrsta biogoriva i upotrebnih oblika energije čine klasične tehnologije termohemijskog pretvaranja. Pretvaranje biomase u tečna goriva je takođe proces u fazi intenzivnih

istraživanja, ali iz tehno-ekonomskih razloga još uvek ne može da bude u široj primeni. Pri razmatranju karakteristika biomase treba uočiti i njene nedostatke (mala gustina, heterogenost sastava, vremenska promenljivost sastava i količinska raspoloživost), kao i probleme vezane sa prikupljanjem, transportom i skladištenjem biomase /14/.

Ukupna količina ostataka rezidbe voća, vinove loze i prerade voća iznosi oko 200000 t /6/. Ukupni energetska potencijal ostataka biomase u našoj zemlji je procenjen na 115 000 TJ/god., dok je ukupni energetska potencijal ostataka poljoprivredne biomase iznosi oko 65 000 TJ/god. Prema podacima iz 2000. godine proizvodnja uglja iz Kolubarskog i Kostolačkog basena bila je izraženo u energetskim jedinicama oko 247 600 TJ, proizvodnja uglja iz rudnika sa podzemnom eksploatacijom bila je oko 10 700 TJ. Sve ukupno to iznosi 258 300 TJ /9/.

Obnovljivi izvori energije će se u našoj zemlji u bliskoj budućnosti prvenstveno koristiti za zadovoljenje niskotemperaturnih toplotnih potreba (grejanje, priprema potrošne tople vode, sušenje, klimatizacija), a znatno manje za visokotemperaturne potrebe (proizvodnja električne energije, procesna toplota).

#### MATERIJAL I METOD RADA

U ukupnoj svetskoj proizvodnji voća breskva zauzima osmo mesto, a od listopadnih voćaka je na trećem mestu. U tabeli 1 je prikazan broj stabala najvažnijih voćnih vrsta u Srbiji.

Tabela 1. Broj stabala voćaka u Srbiji /13/  
Table 1. Number of fruit trees in Serbia /13/

Godina Year	Jabuka Apple	Kruška Pear	Dunja Quince	Šljiva Plum	Trešnja Cherry	Višnja Sour cherry	Kajsija Apricot	Breskva Peach	Orah Walnut
	stabla, trees hilj. thous.	stabla, trees hilj. thous.	stabla, trees hilj. thous.	stabla, trees hilj. thous.	stabla, trees hilj. thous.	stabla, trees hilj. thous.	stabla, trees hilj. thous.	stabla, trees hilj. thous.	stabla, trees hilj. thous.
1947	2516	1375	439	24436	898	689	508	781	698
1955	3598	2024	659	38711	1125	1019	805	1194	1104
1966	6144	3546	592	46706	1490	1668	1185	2166	1108
1970	7561	3873	655	50096	1644	2376	1133	2615	1234
1975	9274	4467	739	51158	1844	3372	1254	3043	1395
1980	11777	5330	733	51066	1932	5365	1403	3615	1460
1985	14150	7029	797	49405	1970	10150	1470	3744	1614
1990	13824	7604	887	47757	1991	9772	1623	3975	1708
1995	13818	6772	957	46101	1958	8907	1548	3599	1720
2000*	14265	5872	945	43103	1900	8336	1544	3563	1757
2001*	14176	5384	920	42597	1864	8428	1550	3569	1748
2002*	14445	5278	950	42383	1851	8397	1609	3946	1739

U našoj zemlji breskva je po broju stabala na petom mestu, sa 3946000 stabala u 2002. godini, iza šljive sa 42383000 stabala, jabuke sa 14445000, višnje sa 8397000 i kruške sa 5278000 stabala.

Rezidba je, sa ostalim zahvatima u voćarstvu, usavršavana i prilagođavana biološkim osobinama, ne samo vrste nego i sorte voćala. Ona i danas predstavlja složenu veštinu i vrlo odgovornu operaciju u proizvodnji voća. U toku godine voćke se orezuju u periodu mirovanja i periodu vegetacije, i uobičajena je podela rezidbe na: zimsku (rezidba na zrelo) i letnju (zelenu rezidbu) /1/.

Breskva je interesantna voćna vrsta jer daje najviše ostataka rezidbe od svih voćnih vrsta, svetski prosek oko 2,9 t/ha /2/, sa oko 8 kg po stablu /3/, što pokazuju i podaci sa Ogladnog školskog dobra Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu "Radmilovac" (tabela 2) /8/.

Tabela 2. Masa ostataka orezane mase u 1999/2000. god. na školskom dobru "Radmilovac" Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu

Table 2. Pruning residue mass in 1999/2000. year on School experimental property "Radmilovac" of Faculty of Agriculture in Belgrade

Vrsta Variety	Sorta Cultivar	Broj stab. po ha Number trees per ha	Prosek (kg stablo <sup>-1</sup> ) Average (kg tree <sup>-1</sup> )	Ukupno (kg/ha) Total (kg/ha)
Breskva Peach	Samerset Summerset	500	5,08	2540
	Krestheven Cresthaven	500	6,59	3295
	Redheven Redhaven	500	9,88	4940
Šljiva Plum	Stenli Stenly	500	5,79	2895
	Požegača Damson plum	500	9,56	4780
Jabuka Apple	Ajdared Idared	2190	1,19	2606
	Jonagold Jonagold	2190	1,82	3422

Gornja toplotna vrednost ostataka rezidbe je, takođe, najveća od svih voćnih vrsta, i iznosi 19,4 MJ/kg (tabela 3) /10/.

Kratak životni i proizvodni ciklus breskve u odnosu na druge voćne vrste utiče na stalno iznalaženje novih rešenja, kako u pogledu oblika, tako i u pogledu metoda gajenja. Zimska rezidba je usmerena na buduću vegetativnu sezonu, dok letnja rezidba utiče i na proizvodnju u tekućoj godini i jednim delom, indirektno, i na sledeću godinu /5/. Sa istim uzgojnim oblikom, a pri gustoj sadnji, stabla ispoljavaju manji porast i veličinu od retke sadnje breskve, što je uslovljeno većom međusobnom konkurencijom, odnosno smanjenim prostorom za nesmetani rast. Zimskom rezidbom se kod breskve odstrani i do 40 % ukupne mase drveta. Količina drveta odbačenog rezidbom je u direktnoj zavisnosti od bujnosti stabla. Količina drveta odbačena rezidbom kod razvijenijih stabala vretenstog žbuna može biti dva puta veća nego kod vretena sa manjim dimenzijama krošnje /11/.

Istraživanja su obavljena u zasadu breskve, koji se nalazi na površinama Eksperimentalnog školskog dobra "Radmilovac", Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu. Zasad je podignut 1995. Zemljište u zasadu se održava kombinacijom čiste obrade i malča. Između redova primenjuje se konvencionalna obrada, sa dubokim zimskim oranjem i nekoliko plitkih obrada u toku vegetacije. U trakama duž redova, širine 1,5-2 m, vrši se košenje u kasno proleće, a pokošena trava ostaje rasturena po zemljištu kao malč. Dubrenje breskvika se obavlja u proleće mineralnim azotnim đubrivima, sa normom đubrenja od 50 kg/ha čistog azota.

Tabela 3. Karakteristike ostataka rezidbe nekih voćnih vrsta sa 40 % vlažnosti

Table 3. Characteristics of residues pruning same fruit variety with moisture value 40 %

Karakteristike Characteristics	Voćne vrste/Fruit variety						
	Breskva Peach	Kruška Pear	Jabuka Apple	Kajsija Apricot	Trešnja Cherry	Mandarina Tangerine	Badem Almond
Proizvod/ostaci odnos Product/Residue ratio	2,51	1,26	1,20	2,84	1,20	1,55	0,28
Gornja toplotna vrednost Higher heating Value (MJ/kg)	19,4	18,0	17,8	19,3	19,1	17,6	18,4

U okviru zasada ogleđom su obuhvaćene tri privredno značajne sorte breskve, različitog vremena zrenja: Redheven, Krestheven i Samerset, koje su okalemljene na neselekcionisanim sejancima vinogradarske breskve. Stabla su na rastojanju 5 x 4 m. Kod ispitivanih sorti formirana su četiri uzgojna oblika (oblika krune): pal špindel, veronsko vreteno, veronska vaza i kotlasta kruna. Struktura je formirana u prvih pet godina nakon sadnje. Kotlasta kruna je tradicionalni oblik krune, koji je korišćen kao kontrolna varijanta. Ostala tri predstavljaju modifikaciju već postojećih uzgojnih oblika.

Uticao uzgojnih oblika na vegetativni potencijal stabala breskve ispitivan je tokom dve godine (1999. i 2000.), u petoj i šestoj godini starosti zasada. Oglad je postavljen po potpuno slučajnom planu, pri čemu je svaka kombinacija sorte i uzgojnog

oblika imala pet ponavljanja, a svako ponavljanje predstavljeno je jednim stablom. Rezultati, koji su dobijeni u obe godine ispitivanja, korišćeni su za izračunavanje prosečnih vrednosti pokazatelja mase drveta koja se uklanja sa stabla zimskom rezidbom (kg stablo<sup>-1</sup>).

## REZULTATI I DISKUSIJA

Dobijeni rezultati su proistekli iz ispitivanja neposrednog uticaja uzgojnog oblika na jedan od pokazatelja vegetativnog potencijala - masu orezanog drveta. U tabeli 4 date su prosečne količine odbačenog drveta zimskom rezidbom.

Masa drveta odbačena rezidbom kreće se od 4,13 kg po stablu do 9,83 kg po stablu. Kod sorti Redheven i Samersset najviše drveta se ukloni kod kotlaste krune, a najmanje kod pal špindela. Kod sorte Krestheven najviše drveta se oreže kod veronske vaze, a najmanje kod veronskog vretena. Može se konstatovati da je masa odbačenog drveta u velikoj zavisnosti od bioloških osobina sorte. Kod sorte Redheven masa odbačenog drveta je 8,66 kg po stablu. Masa orezanog drveta kod sorte Krestheven je manja i iznosi 6,16 kg po stablu, a kod sorte Samersset je najmanja, 4,51 kg po stablu. Razlike koje postoje između srednjih vrednosti su statistički vrlo značajne.

Tabela 4 Prosečna masa drveta koja se uklanja sa stabla zimskom rezidbom (kg po stablu)

Table 4 Average tree residues mass gained in winter pruning (kg per tree)

Uzgojni oblik Tree shape	Sorta Cultivar			— $\bar{x}$ oblika $\bar{x}$ shape
	Redheven Redhaven	Kres- theven Cresthave n	Samersset Summer- set	
Pal špindel Pal spindle	7,18	6,48	4,13	5,93
Veronsko vre- teno Veronese spindle	8,04	4,87	4,21	5,71
Veronska vaza Veronese vase	9,61	6,96	4,70	7,08
Kotlasta krana Open vase	9,83	6,33	5,06	7,07
— $\bar{x}$ sorte $\bar{x}$ cultivar	8,66	6,16	4,51	

Uzgojni oblik je ispoljio manji uticaj na količinu drveta koja se odbacuje rezidbom. Može se konstatovati veće odbacivanje drveta rezidbom kod otvorenih uzgojnih oblika, bez centralne vodice, a znatno manje kod uzgojnih oblika sa centralnom vodičom. Sa stabala sa uzgojnim oblikom veronska vaza i kotlasta krana uklanja se skoro istovetna količina drveta. Najmanje drveta se odbaci kod stabala veronskog vretena. Ispoljene razlike među srednjim vrednostima nisu statistički značajne.

Nešto veće redukovanje drveta kod stabala bez centralne vodice uslovljeno je jačom pojavom vodopija u središnjem delu krune, koje se moraju zbog velike bujnosti uklanjati rezidbom. Razlike u vegetativnoj aktivnosti između različitih uzgojnih oblika su evidentne, posebno kada se poredi težina drveta orezanog tokom letnje i zimske rezidbe. Količina orezanog drveta je takođe u korelaciji sa bujnošću stabla, koja je uslovljena naslednim biološkim osobinama sorti breskve. Zbog toga je sa stabala sorte Redheven, koja je ispoljila najveću bujnost, orezana najveća masa drveta.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata tokom ispitivanja uticaja uzgojnih oblika na vegetativni potencijal tri sorte breskve, izražen preko mase orezanog drveta, može se izvesti zaključak da sorta Redheven daje najveću masu ostataka rezidbe, bez uticaja uzgojnog oblika. Najveće odbacivanje drveta je kod otvorenih uzgojnih oblika (kotlasta krana i veronska vaza), što je posledica jačeg izbivanja vodopija usled nedostatka centralne vodice. Najmanje drveta se oreže kod veronskog vretena i kod sorte Samersset.

## LITERATURA:

- [1] Bulatović, S.: Biologija voćaka i rezidba, Nolit - Partenon, 1996.
- [2] Di Blasi, C., Tanzi, V. And Lanzetta, M.: A study on the production of agricultural residues in Italy, *Biomass and Bioenergy*, Vol. 12, No. 5, (1997), pp. 321-331.
- [3] De Salvador, F.R., Fideghelli, C.: Peach training systems to improve management efficiency and reduce cost, *Acta Horticulturae*, (1993) 349, 33-37.
- [4] Đajić, N.: Novi i obnovljivi izvori - šansa za održivi razvoj energetike Jugoslavije, "Alternativni izvori energije i budućnost njihove primene u zemlji", naučni skupovi, knjiga 58, odjeljenje prirodnih nauka, knjiga 7, (2002), Podgorica, 15-20.
- [5] Gvozdenović, D.: Breskva, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, DP Porečje, Vučje, 1997.
- [6] Ilić, M., Grubor, B., Tešić, M.: The state of biomass energy in Serbia, *Thermal science*, (2004) 8:2, 5-20.
- [7] Miljković, Biljana, Stepanov, B., Pešenjanski, I.: Jednodimenzioni model stacionarnog sagorevanja balirane slame, VIII međunarodna konferencija fleksibilne tehnologije, Novi Sad, (2003), 155-156.
- [8] Novaković, D., Đević, M., Vulić, T.: Produkti rezidbe voćaka i vinove loze kao energetski materijal, "Alternativni izvori energije i budućnost njihove primene u zemlji", naučni skupovi, knjiga 58, odjeljenje prirodnih nauka, knjiga 7, (2002), Podgorica, 107-112.
- [9] Oka, S., Jovanović, Lj.: Biomasa u energetici, Biomasa - obnovljivi izvori energije, monografija, Biblioteka naučnoistraživačkih dostignuća, Jugoslovensko društvo termičara, Beograd (1997).
- [10] Pigaht, M., Janssen, R., Passalacqua, F., Zaetta, C., Laura Vegas, Karapanagiotis, N.: Trends in pellets utilisation : prospects and reasons for variations in Italy, Spain and Greece, *Pellets for Europe. Contract 4.1030/C/02-160, Task 3.2.1, Deliverable 17 (trends analysis)*.
- [11] Radivojević, D.: Uticaj uzgojnih oblika na vegetativni i generativni potencijal sorti breskve, magistarska teza, Beograd, 2002.
- [12] Rakin, P.: Obnovljivi izvori energije na početku trećeg milenijuma, "Alternativni izvori energije i budućnost njihove primene u zemlji", naučni skupovi, knjiga 58, odjeljenje prirodnih nauka, knjiga 7, (2002), Podgorica, 21-29.
- [13] Statistički godišnjak Srbije, Republički zavod za statistiku Srbije, (2003).
- [14] Todorović, Marija, Kosi, F.: Obnovljivi izvori energije i sirovina - tehnologije korišćenja biomase za energiju i industriju, "Informacione tehnologije i razvoj poljoprivredne tehnike", DPT '98, Beograd, (1998), 29-36.

Primljeno: 10.03.2005.

Prihvaćeno: 12.03.2005.

