

Bibliid: 0350-2953 (2012) 38, 2:121-130
UDK: 662.756.3:628.8

Originalni naučni rad
Original scientific paper

METODE ZA ODREĐIVANJE KVALITETA ENERGETSKIH PELETA OD BIOMASE

METHOD FOR DETERMINING QUALITY OF BIOMASS ENERGY PELLETS

Gluvakov Zorica, Brkić M., Janić T.
Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

SAŽETAK

U ovom radu su na osnovu postojećih standarda i prikupljene literature opisane metode za laboratorijsko ispitivanje kvaliteta energetskih peleta proizvedenih od biomase nakon presovanja i hlađenja sabijenog materijala. Na osnovu postojećih metoda obavljeno je ispitivanje oblika i dimenzija, sadržaja vlage, nasipne mase, sadržaja finih čestica, otiranja, sadržaja pepela i toplotne vrednosti energetskih peleta.

Na osnovu rezultata ispitivanja dobijen je niz podataka na osnovu kojih su procenjene fizičke karakteristike energetskih peleta od biomase na bazi postojeće literature i postojećih standarda. Poređenjem dobijenih rezultata sa postojećim standardima i literaturnim izvorima može se reći da su prihvatljive metode za ispitivanje navedenih parametara, jer nisu bila znatna odstupanja od propisanih.

Ključne reči: biomasa, pelet, energija, standardi, metode

1. UVOD

Reč „pellet” na engleskom znači loptica, kuglica ili valjak. Dakle, proces peletiranja označava sabijanje ili presovanje usitnjenog kabastog biljnog materijala u pogodan oblik, koji ima značajno manju zapreminu u odnosu na početnu sirovinu (Brkić et. al, 2011). Potencijali sirovina za proizvodnju energetskih peleta dati su u literature Brkić i Janić (2010).

U većini evropskih zemalja nema donetog specifičnog propisa za određivanje kvaliteta energetskih peleta. Uglavnom se primenjuju propisi za biomasu. Samo nekoliko zemalja ima specifične propise (Brkić i Janić, 2009). Zvanične standarde kvaliteta za čvrsta biogoriva trenutno imaju samo tri zemlje Austrija ÖNORM M 7135, Švedska SS 187120 i Nemačka DIN 51731 plus. Pored navedenog postoji i usvojen evropski standard EN/TS 14961.

Evropski komitet za standardizaciju, CEN pod komitetom TC335 objavio je 27 tehničkih specifikacija (pripremi standardi) za čvrsta goriva tokom 2003 - 2006 godine (Alakangas, 2010). Ove tehničke specifikacije dopunjene su i usvojene kao Evropski

Glavakov, Z., et al. (2012). Metode za određivanje kvaliteta energetske pelete od biomase. *Contemporary agricultural engineering 38(2):121-130.*

standardi (ENplus) 2010. godine. Kada su EN standardi postali važeći nacionalni standardi morali su biti povučeni ili prilagođeni ovim EN-standardima.

U tabeli 1 dat je Novi evropski standard za energetske pelete ENplus A1, A2 i B. Ovaj standard je proistekao iz standarda EN 14961.

Uslovi definisani standardom se moraju ispoštovati da bi se dobio energetska peleta standardizovanog kvaliteta koji se kao takav može plasirati na tržište, a samim tim i koristiti.

Tab.1. Novi evropski standard za energetske pelete ENplus

Tab.1. Nuw evropean standard for energy pellets ENplus

Parametar	Jedinica	ENplus-A1	ENplus-A2	ENplus-B
Prečnik (D)	mm	6 – 8mm (± 1)	6 – 8mm (± 1)	6 – 8mm (± 1)
Dužina (L)	mm	3,15 ≤ L ≤ 40 Max. 45mm (1%)	3,15 ≤ L ≤ 40 Max. 45mm (1%)	3,15 ≤ L ≤ 40 Max. 45mm (1%)
Nasipna masa (ρ)	kg/m ³	≥ 600	≥ 600	≥ 600
Toplotna vrednost(Q)	MJ/kg	≥ 16,5	≥ 16,5	≥ 16,0
Sadržaj vlage (M)	Ma.-%	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Sitne čestice (Fa)	Ma.-%	Količina fine prašine mora biti ≤ 1% računajući na količinu prašine kod pakovanja peleta ili kod krajnjeg kupca, ako se vrši rinfuzni transport. Količina fine prašine, može biti dogovor između proizvođača i kupca.		
Mehanička otpornost (Du)	Ma.-%	≥ 97,5	≥ 97,5	≥ 96,5
Sadržaj pepela (A)	Ma.-%	≤ 0,7	≤ 1,5	≤ 3,0
Tačka topljenja pepela (Tma)	°C	≥ 1200	≥ 1100	≥ 1100
Sadržaj hlora (Cl)	Ma.-%	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,03
Sadržaj sumpora (S)	Ma.-%	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05
Sadržaj azota (N)	Ma.-%	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 1,0
Sadržaj bakra (Cu)	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Sadržaj hroma (Cr)	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Sadržaj arsena (As)	mg/kg	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Sadržaj kadmiuma (Cd)	mg/kg	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Sadržaj srebra (Ag)	mg/kg	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Sadržaj olova (Pb)	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Sadržaj nikla (Ni)	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Sadržaj cinka (Zn)	mg/kg	≤ 100	≤ 100	≤ 100
Sadržaj žive (Hg)	mg/kg	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05

U našoj zemlji nije još donet standard za kvalitet energetske peleta od biomase. Za uspešnu primenu energetske peleta od izuzetnog je značaja standardizacija kvaliteta i pridržavanje usvojenih standarda u proizvodnji i isporuci. Standarde kvaliteta moguće je proveriti na osnovu metoda za ispitivanje definisanih parametara energetske peleta.

Energetske pelete od poljoprivredne biomase otežano se presuje u odnosu na pelete od drvene mase, a naročito u odnosu na pelete od stočne hrane. Zbog transporta na daljinu i upotrebe peleta u energetske svrhe neophodno je nakon procesa proizvodnje i hlađenja ispitati biološke, fizičke i termičke karakteristike energetske peleta od biomase. Dakle, cilj istraživanja u okviru ovog rada je da se prikupe, analiziraju i ispitaju metode za laboratorijsko ispitivanje kvaliteta energetske peleta proizvedenih od biomase nakon presovanja i hlađenja sabijenog materijala. Kvalitet energetske peleta mora biti u skladu sa evropskim standardom (tab. 1).

2. MATERIJAL I METODE RADA

Pri izradi ovog rada kao materijal za rad korišćene su energetske pelete od različitih vrsta sirovina koje su proizvedene u domaćim pogonima za peletiranje. Sirovine korišćene u procesu proizvodnje za dobijanje finalnog proizvoda (peleta) su pšenična slama, piljevina od jele, piljevina od bukve, kao i mešavina biomase. Na osnovu navedenih sirovina proizvedeno je pet različitih vrsta energetske peleta, a to su: pelete od pšenične slame, pelete od jele, pelete od bukve, pelete od 87,5% bukve i 12,5% čamovine i pelete od 50% jele, 30% bukve i 20% pšenične slame.

Uzimanje uzoraka energetske peleta za ispitivanje bioloških, fizičkih i termičkih karakteristika obavljeno je u proizvodnim pogonima firmi za proizvodnju peleta (Bački Petrovac, Titel, Zrenjanin i Šekovići (BiH)). Način uzimanja uzoraka utvrđen je uputstvom za uzimanje uzoraka žitarica (Uputstvo UP. 05.03.002, Laboratoriji za procesnu tehniku i energetiku, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad). Uzeti uzorci energetske peleta od 3 kg su stavljani u hermetički zatvorene vrećice i skladišteni u frižider do ispitivanja.

Metode rada zasnovane su na prikupljanju metoda istraživanja iz literature, standarda i propisa, analize prikupljenih metoda, izrade potrebne opreme i laboratorijske provere važnijih metoda za ispitivanje peleta. Provera metoda ispitivanja kvaliteta energetske peleta obavljena je u Laboratoriji za termotehniku i procesnu tehniku, Departmana za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu.

Metoda određivanja oblika i dimenzija energetske peleta

Oblik energetske peleta od biomase ustanovljen je vizuelno. Pod dimenzijom energetske peleta podrazumevaju se prečnik i dužine istih. U neophodan pribor za određivanje dimenzija energetske peleta spada kljunasto pomično merilo. Od uzetog prosečnog uzorka za određivanje dimenzija peleta od biomase izabrano je 20 peleta različitih dužina i pomičnim merilom izmerni su prečnik i dužina istih. Nakon toga je izračunata prosečna vrednost dimenzija energetske peleta.

Metoda određivanja sadržaja vlage u energetskim peletama

Pod sadržajem vlage (vlažnost) u peletama od biomase podrazumeva se "gubitak" mase koji usitnjena masa peleta izgubi pri sušenju u trajanju od 2 h na temperaturi vazduha 105 °C. Određivanje sadržaja vlage u peletama obavljena je prema standardu SRPS E. B8. 012.

U neophodan pribor za određivanje sadržaja vlage peleta spadaju: analitička vaga sa tačnošću od 0,1 g, laboratorijski mlin, metalne posudice za sušenje, električna sušnica sa mogućnošću regulacije temperature vazduha, podešena na temperaturu vazduha od 105 °C i eksikator.

Od prosečnog uzorka uzetog za određivanje sadržaja vlage peleta odmeri se 20 g i samelje. Svo dobijeno mlivo se stavi u predhodno izmerenu posudicu i nakon toga se odmah izmeri masa da ne bi uzorak upijao vlagu iz vazduha.

Posudice sa mlivom se unesu u sušnicu, zatim se suše u trajanju od 2 h. Vreme sušenja se računa od momenta kada se u sušnici postigne temperatura vazduha od 105 °C. Po završetku sušenja, posudice se uz pomoć zaštitne rukavice prenose do eksikatora gde se hlade na okolnu temperature. Kada se osušeni uzorak ohladi stavlja se na električnu vagu i meri mu se ukupna masa.

Za svako određivanje sadržaja vlage peleta potrebno je uraditi najmanje tri istovremena merenja. Razlika između tri merenja sadržaja vlage istog uzorka ne sme preći 0,2 % (apsolutna vrednost). Sadržaj vlage (vlažnost) uzorka se prikazuje kao srednja vrednost rezultata merenja zaokružena na dve decimale.

Metoda određivanja nasipne mase energetskih peleta

Nasipna masa (nasipna gustina) predstavlja odnos mase i ukupne zapremine nasutog materijala (energetskih peleta), prema Mohsenin (1980) i Singh i Goswami (1996).

U neophodan pribor za određivanje nasipne mase spadaju analitička vaga i menzura poznate zapremine (1,0 l). Prosečan uzorak peleta se sipa u menzuru do određene zapremine i zatim se na vagi meri masa uzetog uzorka. Masa uzorka je određena kao razlika između ukupne mase i mase menzure.

Metoda određivanja finih čestica energetskih peleta

Fine čestice energetskih peleta (uzorka) prema standardu DIN ISO 3310-1 predstavljaju čestice (primese) manje od 3,15 mm, kao i prašinu u datom uzorku (Gluvakov Zorica, 2012).

U neophodan pribor za određivanje finih čestica spadaju analitička vaga, posuda za merenje mase uzorka i sito dimenzija 3,15 mm. Masa uzorka je određena kao razlika ukupne mase i mase (tare) posude. Nakon prosejavanja posebno se na analitičkoj vagi izmeri uzorak (pelete), a posebno primese. Na osnovu odnosa ovih masa odredi se procenat finih čestica.

Za svako određivanje finih čestica energetskih peleta potrebno je uraditi najmanje tri merenja. Otiranje peleta se prikazuje kao srednja vrednost rezultata merenja finih čestica.

Metoda određivanja otiranja energetske peleta

Otpornost energetske peleta na otiranje (habanje) određuje se u rotacionom sanduku prema ASAE standardu 269.2. Korišćeni uređaj je izrađen prema ASAE standardu u radionici Departmana za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Prilikom određivanja otiranja uzimaju se uzorci mase od 1 kg sa odstupanjem ± 20 g, stavljaju se u sanduk dimenzija 300 x 300 x 450 mm, zatvaraju i okreću brzinom 13 o/min, u trajanju od 3 minuta. Nakon završetka sa okretanjem standardizovanog sanduka obavlja se prosejavanje uzorka i određivanje procenta finih čestica. Razlika 100 minus procenat finih čestica predstavlja otpornost peleta.

Metoda određivanja sadržaja pepela u energetskim peletama

Sadržaj pepela u uzorku energetske peleta predstavlja masu ostatka posle potpunog sagorevanja uzorka na temperaturi od 575 ± 25 °C, izraženu u procentima, prema standardu SRPS H.N8.136

U neophodna pribor za određivanje pepela upotrebljava se: platinski, kvarcni ili porculanski lončići, šoljice ili zdele, električna peć (tzv. peć za žarenje) sa regulacijom temperature na 575 ± 25 °C, hvatač za lončić, šoljicu ili zdelicu, laboratorijska sitnica i analitička vaga.

Od uzetog prosečnog uzorka za određivanje pepela odmeri se 20 g i usitni. Usitnjeni komadići odgovarajuće veličine se odmah stave u posudu i sagore oprezno na otvorenom plamenu do potpune karbonizacije (ugljenisanja uzorka). Nakon sagorevanja uzorka do potpune karbonizacije dobija se mešavina pepela i koksa. Iz posude se odmeri 1 g sagorelog uzorka i stavi u šoljicu. Šoljica se nakon toga stavlja u peć za žarenje, koja se postepeno zagreva. Žarenje se obavlja na 575 ± 25 °C naredna 3 h. Tokom žarenja potpuno sagori koks. Po završetku žarenja ostaje čist pepeo. Vađenje šoljica iz električne peći obavlja se pomoću metalnog "hvatača". Prilikom vađenja šoljica iz električne peći neophodno ih je prvo staviti na poklopac peći da se hlade 15 min, da ne bi bošlo do pucanja istih zbog velike razlike u temperaturama. Nakon hlađenja dobijeni pepeo se izmeri na analitičkoj vagi.

Sadržaj pepela energetske peleta je izračunat na sledeći način: prvo se izmeri masa uzorka usitnjenih peleta pre sagorevanja (20 g), zatim se izmeri ohlađena masa mešavine koksa i pepela, da bi se našao procenat učešća mešavine koksa i pepela u ukupnom uzorku peleta. Od ukupne mase mešavine koksa i pepela odmeri se 1 g uzorka za žarenje. Nakon žarenja izmeri se masa ohlađenog pepela i izračuna procenat učešća pepela u 1 g uzorka mešavine koksa i pepela. Nakon toga, odredi se masa pepela u ukupnoj masi mešavine koksa i pepela. Na kraju, na osnovu mase pepela u ukupnoj masi mešavine koksa i pepela odredi se procenat učešća pepela u ukupnoj masi uzorka peleta od 20 g.

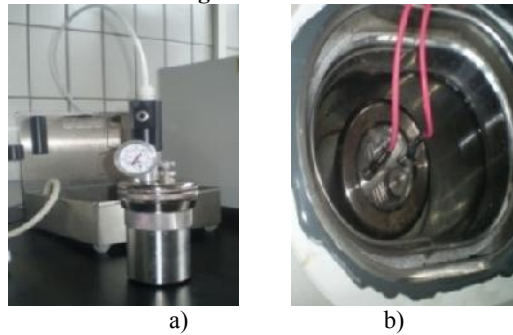
Metoda određivanja toplotne vrednosti energetskih peleta

Gornja toplotna moć peleta određuje se kalorimetrijski EN ISO 1716 . Na analitičkoj vagi meri se masa suvog samlevenog ili celog uzorka od 1 g i stavlja se u malu posudicu. U aparatu dolazi do procesa potpunog sagorevanja uzorka. Sagorevanjem uzorka oslobada se određena količina toplotne energije koju aparat beleži i dalje prenosi na računar.

Na slici 1 prikazan je kalorimetar, a na slici 2 pripremanje “bombe” sa uzorkom za ispitivanje pre postavljanja u kalorimetar.



Sl. 1. Kalorimetar
Fig. 1. Calorimeter



Sl. 2. Pripremanje “bombe” za ispitivanje
(a – punjenje “bombe” kiseonikom, b – postavljanje “bombe” u kalorimetar)
Fig. 2. Preparation of „bomb” for examination
(a – filling “bomb” with oxygen , b – placing “bomb” into calorimeter)

Za svako određivanje sadržaja pepela potrebno je uraditi najmanje tri merenja i nakon toga izračunati prosečnu toplotnu vrednost energetskih peleta zaokruženu na dve decimale.

Donja toplotna vrednost peleta dobija se iz obrasca:

$$h_g = h_d + 2500(9h + w)$$

gde je: h_g – gornja toplotna vrednost (kJ/kg), h_d – donja toplotna vrednost (kJ/kg), h – količina vode nastala sagorevanjem vodonika (kg), w – sadržaj vlage u relativnim jedinicama (%).

3. REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Laboratorijskim određivanjem oblika, dimenzija, sadržaja vlage, nasipne mase, sadržaja finih čestica, otiranja, toplotne vrednosti i čvrstoće energetskih peleta dobijeni su bazni rezultati navedenih ispitivanja. Obavljena su ispitivanja fizičko-mehaničkih i termičkih osobina energetskih peleta od jele, bukve, pšenične slame i mešavine biomase (čamovine i bukve; čamovine, bukve i slame). Tabela i grafički prikaz rezultata ispitivanja dat je u master radu Gluvakov Zorice (2012).

Poreklo materijala peleta je slama ili piljevina, a struktura materijala - usitnjena. Ispitivane energetske pelete su valjakstog oblika. Prečnik svih ispitivanih peleta je isti i iznosi 6 mm. Prosečna dužina ispitivanih uzoraka energetskih peleta od jele iznosi 14,5 mm, od bukve 14,9 mm, od pšenične slame 21 mm, od mešavine čamovine i bukve 21 mm, a kod mešavine peleta od čamovine, bukve i slame 23,7 mm. Na osnovu navedenih podataka može da se konstatuje da pelete od jele i bukve imaju istu dužinu, zatim pšenične slame i mešavine bukve i čamovine, takođe, imaju istu dužinu, a mešavina čamovine, bukve i pšenične slame imaju pelete sa najvećom dužinom.

Nasipna masa energetskih peleta od jele iznosi 0,735 kg/dm³, od bukve 0,655 kg/dm³, od pšenične slame 0,734 kg/dm³, od mešavine čamovine i bukve 0,554 kg/dm³, a od mešavine čamovine, bukve i pšenične slame 0,573 kg/dm³. Energetske pelete od mešavine sirovina imaju istu nasipnu masu, zatim pelete od jele i pšenične slame imaju, takođe, istu vrednost, i na kraju pelete od bukve imaju najmanju vrednost nasipne mase.

Sadržaj finih čestica ispod 3,25 mm ispitivanih uzoraka varirao je od 0,05 do 3,07 % u zavisnosti od uzorka peleta. Sadržaj finih čestica od jele iznosi 1,74%, od bukve 3,07%, od pšenične slame 0,05%, od mešavine čamovine i bukve 0,22%, a od mešavine čamovine, bukve i pšenične slame 0,45%. Najmanje finih čestica je bilo kod peleta od pšenične slame, što ukazuje na podatak da je kod njih bilo najmanje otiranje.

Otiranje ispitivanih uzoraka varirao je od 0,19 do 3,75 % u zavisnosti od uzorka peleta. Otiranje kod jele iznosi 2,03%, od bukve 3,75%, od pšenične slame 0,19%, od mešavine čamovine i bukve 0,55%, a od mešavine čamovine, bukve i pšenične slame 1,39%. Dakle, najmanje je otiranje peleta od pšenične slame, što navodi na konstataciju da su ove pelete otporne na habanje.

Sadržaj vlage energetskih peleta iznosio je kod peleta: od jele 9,54%, od bukve 10,63%, od pšenične slame 7,82%, od mešavine čamovine i bukve 8,81%, a od mešavine čamovine, bukve i pšenične slame 11,48%. Najniža vrednost sadržaja vlage bila je kod peleta od pšenične slame, a najviša kod peleta od mešavine više sirovina.

Sadržaj pepela u energetskim peletama od jele iznosi 1,170%, od bukve 0,64%, od pšenične slame 8,63%, od mešavine čamovine i bukve 2,840%, a od mešavine čamovine, bukve i pšenične slame 1,590%. Najniže vrednosti pepela imaju pelete od drveta, a najvišu vrednost ima slama. Zbog toga je dobro mešati slamu sa drvetom, da bi se smanjila količina pepela u peletama.

Toplotne vrednosti energetskih peleta iznose: od jele 16.400 kJ/kg (16,40 MJ/kg), od bukve 15.000 kJ/kg (15,00 MJ/kg), od slame 14.700 kJ/kg (14,70 MJ/kg), od mešavine čamovine i bukve 15.175 kJ/kg (15,17 MJ/kg), a od mešavine čamovine, bukve i slame

15.640 kJ/kg (15,64 MJ/kg). Najveće toplotne vrednosti imaju pelete od drveta, a pelete od slame imaju najnižu toplotnu vrednost.

Na osnovu dobijenih rezultata može da se konstatuje da je oblik svih ispitivanih energetskih peleta isti. Energetske pelete se ne razlikuju po prečniku. Razlike se mogu uočiti na osnovu izmerenih vrednosti dužina. Dakle, može da se konstatuje da oblik i prečnik energetskih peleta od biomase zadovoljavaju Nemački DIN standard, EN plus standard, EN 14961-1 standard, kao i literaturne izvore za prosečne karakteristike peleta. Dužine ispitivanih energetskih peleta su u propisanim vrednostima standarda. Dužine mešavine bukve i čamovine, pšenične slame i mešavine čamovine, bukve i pšenične slame zadovoljavaju interval za dužinu Nemačkog DIN standarda, a dužine peleta od jele i bukve zadovoljavaju literaturne izvore za prosečne karakteristike peleta. Dužine svih ispitivanih peleta su u propisanim vrednostima EN plus standarda, kao i EN 14961-1 standarda.

Na osnovu dobijenih rezultata za nasipnu masu može da se konstatuje da su nasipne mase energetskih peleta od jedne sirovine veće od nasipnih masa mešavine. Na osnovu literaturnog izvora prosečnih karakteristika peleta nasipna masa ispitivanih energetskih peleta od jedne sirovine je u propisanom literaturnom interval od 600 do 700 kg/m³, a kod energetskih peleta od mešavine je zabeležena zanemarljivo manja vrednost od minimalne nasipne mase literaturnog izvora. Nasipna masa energetskih peleta od biomase je definisana EN plus standardom (≥ 600 kg/m³), što se podudara sa konstatacijom navedenom u poređenju sa vrednostima za nasipnu masu iz literaturnih izvora za sve ispitivane pelete. Nasipna masa nije definisana u DIN standardu. Nasipna masa svih ispitivanih peleta je u propisanim vrednostima EN 14961-1 standarda (od 550 do 700 kg/m³).

Sadržaj finih čestica i otiranje predstavlja stepen otpornosti biogoriva na potrese ili oštećenja prilikom rukovanja ili transporta, međutim navedeni parametri nisu definisani DIN standardom, niti EN plus standardom, a ni literaturom. U EN 14961-1 standardu sadržaj finih čestica ($< 3,15$ mm) može biti u intervalu od 1 do 5 %.

Sadržaj vlage predstavlja jedn od glavnih problema za veću primenu biomase, jer na primer ne prosušena kukuruzovina može da ima i do 30% vlage. Sadržaj vlage svih ispitivanih uzoraka energetskih peleta od biomase je u propisanim vrednostima ($\leq 12\%$) DIN standarda, EN 14961-1 standarda ($\leq 10\%$ i $\leq 15\%$) i u literaturnom intervalu (7 - 12 %) prosečnih karakteristika peleta. Sadržaj vlage u EN plus standardu ima iste propisane vrednosti ($\leq 10\%$), što ukazuje na to da ispitivani uzorci energetskih peleta od mešavine sirovina i pšenične slame odgovaraju propisanim vrednostima EN plus standarda, dok su kod peleta od bukve i jele zabeležena odstupanja.

Prema literaturnim izvorima sadržaj pepela od biomase se kreće u opsegu od 0,40 do 8 %. Manji sadržaj pepela imaju piljevine od drveta (do 2%), a najveći slama (do 8%). Na osnovu literaturnih izvora može se konstatovati da je sadržaj pepela u peletama od drveta u propisanim granicama, dok kod pšenične slame dolazi do značajnog odstupanja, jer su ratarske kulture uslovnjene nizom faktora (lokacija, sorta, agrotehnika, itd.) i kao takav može da varira kod iste vrste. Sadržaj pepela ispitivanih energetskih peleta za drvo je u propisanim vrednostima ($< 1,5\%$) DIN standarda i literaturnog intervala (0,4 - 1,5 %) za jelu i bukvu, do odstupanja dolazi kod mešavine bukve i čamovine. U EN plus standardu definisani sadržaji pepela za drvo ima istu vrednost ($\leq 0,7\%$), znatno nižu od sadržaja

pepela u DIN standardu, tako da sadržaj pepela ispitivanih energetske peleta od drveta je znatno veći od propisanih vrednosti EN plus standarda. Sadržaj pepela energetske peleta od pšenične slame nije propisan u standardima zapadnih zemalja (Austrije, Nemačke i Švedske) a ni u literaturnim izvorima. Sadržaj pepela svih uzoraka od pšenične slame je u graničnim vrednostima EN 14961-1 standarda (od $\leq 0,5$ do ≤ 10 i preko 10%).

Toplotna moć biomase je, svakako jedan od najbitnijih podataka analize koja odlučuje o primenivosti i upotrebne vrednosti neke biomase kao biogoriva. Postoji izražena zavisnost toplotne moći od sadržaja vlage u gorivu. Dakle, dobijene toplotne vrednosti energetske peleta važe isključivo za navedenu vlažnost peleta. Toplotne vrednosti svih ispitivanih uzoraka nisu u propisanim intervalima DIN standarda (17,5 – 19,5 MJ/kg), niti EN plus standarda (16,5 – 19,0 MJ/kg), niti literaturnih izvora (16,92 – 17,64 MJ/kg) prosečnih karakteristika peleta. Toplotne vrednosti nisu definisane standardom EN 14961-1, ali predstavljaju minimalnu vrednost koju je neophodno navesti, u deklaraciji kao neto kalorijsku vrednost prema EN 14918.

Pored predhodno napomenutih parametara u DIN standardu su propisane i vrednosti za sadržaj sumpora, azota, hlora, arsenika, kadmijuma, hroma, bakra, žive, olova, cinka i ekstatovanih organskih čestica. U EN 14961-1 i EN plus standardima su za razliku od DIN standarda navedene samo vrednosti za sumpor, azot i hlor. DIN standardom nisu definisani aditivi, ali su definisane i EN plus standardom. Dakle, iz navedenih parametara standarda i literaturnih izvora možemo konstatovati da je neophodno definisati: prečnik, dužinu, sadržaj vlage, toplotne vrednosti, sadržaj pepela, nasipnu masu, otiranje, fine čestice i teške metale za definisanje kvaliteta i uspešnu primenu energetske peleta od biomase.

4. ZAKLJUČAK

Metode za ispitivanje energetske peleta od biomase potpuno definišu pokazatelje kvaliteta energetske peleta. Pokazatelji kvaliteta peleta dele se na biološke, hemijsko-termičke i fizičko-mehaničke. Biološki pokazatelji određeni su vrstom, strukturom, anatomskom građom i usitnošću biomase (veličinom čestice). Hemijsko-termički pokazatelji određeni su sadržajem pojedinih hemijskih elemenata u peletama, sadržajem pepela, sadržajem vlage i energetske vrednosti peleta. Fizičko-mehanički pokazatelji pokazuju geometrijske parametre peleta, gustinu peleta, abraziju i otpornost na pritisak.

Na osnovu dobijenih rezultata prikupljen je niz podataka na osnovu kojih su procenjene fizičko-mehaničke karakteristike energetske peleta od biomase na osnovu postojeće literature i postojećih standarda. Poređenjem dobijenih rezultata sa postojećim standardima i literaturnim izvorima dolazi se do zaključka da su prihvatljive metode za ispitivanje sledećih parametara: oblika i dimenzija, sadržaja vlage, nasipne mase, sadržaja finih čestica, otiranja, sadržaja pepela i toplotnih vrednosti energetske peleta, pošto nisu zabeležena znatna odstupanja istih od deklariranih standarda.

Metode koje je neophodno koristiti radi utvrđivanja kvaliteta energetske peleta od biomase su metode koje definišu sledeće parametre: prečnik, dužinu, sadržaj vlage, toplotne vrednosti, sadržaj pepela, nasipnu masu, otiranje, fine čestice i teške metale, koji mogu da se ispituju samo u hemijskim laboratorijama. Neophodno je da se što pre donese domaći

standard za definisanje kvaliteta energetske peleta i briketa od biomase. Domaći standard bi propisao i metode za ispitivanje kvaliteta energetske peleta i briketa od biomase.

5. LITERATURA

- [1] Alakangas E. (2010) New European Pellet Standard – EN 14961-1, EUBIONET 3, VTT, Jyväskylä, Finland, www.eubionet.net,
- [2] ASAE Standard 269.2, SAD
- [3] Brkić M, Janić T. (2009). “Briketiranje i peletiranje biomase”, monografija, Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, s. 168-172,
- [4] Brkić M, Janić T. (2010). Nova procena vrsta i količina biomasa Vojvodine za proizvodnju energije, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 36:2, 178-188.
- [5] Brkić M, Gluvakov Zorica, Janić T. (2011). Analiza procesa proizvodnje energetske peleta od biomase, 37:2, 203-212.
- [6] Evropski standard za energetske pelete CEN/TS 1496 2005 Aneks A,
- [7] Evropski komitet za standardizaciju: standard EN 14961, EN plus, EN ISO 1716
- [8] Gluvakov Zorica (2012) .Metode za ispitivanje energetske peleta od biomase, master rad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, s. 51-52,
- [9] Mohsenin, N., N., (1980). Structure, physical characteristics and mechanical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Press, New York,
- [10] Nemački standard za peletirana goriva, DIN 511731/DIN plus, 2003. (www.pelletcentre.info), kao i DIN ISO 3310-1,
- [11] Singh, K., K., Goswami, T., K. (1996) Physical properties of cumin seed. *J. Agric. Eng. Res.*, 64, p. 93 – 98,
- [12] Tešić M. (1978) Svojstva kobsova od slame, proizvedenim u presama sa valjcima, kao krmiva za preživare, časopis “Krmiva”, Zagreb, vol. XX, br. 2-3, s. 35-38,
- [13] Institut za standardizaciju: SRPS E.B8.012, SRPS H.N8.136, Beograd

SUMMARY

In this work, on the base of existing standards and collected literature, we described the methods for laboratory quality examination of biomass energy pellets after pressing and cooling the pressed material. On the base of existing methods, we did examinations on shape and dimensions, moisture content, bulk density, fine particle content, wipe away, ash content, calorific value of energy pellets.

On the base of examination result, a range of data is gathered and physical characteristics of biomass energy pellets are estimated on the base of existing literature and standards. Comparing obtained results with existing standards and literary sources it can be said that the methods for examination of mentioned parameters are acceptable, because there were no greater deviation from regular.

Key words: biomass, pellet, energy, standards, methods

Napomena: Ovaj rad predstavlja deo istraživanja na projektu MNTR br. III-42011 koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

Priljeno: 10.04.2012.

Prihvaćeno: 28.05.2012.