

UDK: 620.952

Originalni naučni rad
Original scientific paper

POTENCIJAL ŽETVENIH OSTATAKA ULJANE REPICE U SRBIJI

Branislav Veselinov, Milan Martinov*, Marko Golub, Miodrag Višković, Savo Bojić, Đorđe Đatkov

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu, Novi Sad, Srbija

Sažetak: Slama uljane repice potencijalni je izvor obnovljive energije, ali i značajan izvor organske mase u zemljištu. Količina žetvenih ostataka, slame, koja je na raspolaganju, po hektaru, nije dovoljno poznata. Prekomerno skidanje žetvenih ostataka može da izazove negativne posledice u pogledu plodnosti zemljišta, uklanjanje nutrijenata, organskog ugljenika u zemljištu i erozije vetra. Cilj istraživanja bio je da se utvrdi ukupna količina žetvenih ostataka uljane repice, količine, koje mogu da se ubere i količine nadzemnih žetvenih ostataka, kao podloge za donošenje mera za očuvanje plodnosti zemljišta. Prikupljeni su uzorci nadzemne mase osam reprezentativnih sorti sa tri lokacije, 2013. godine (koja je bila sa umerenom sušom) i šest sorti sa jedne lokacije 2014. godine (u toku koje je bila umerena do ekstremna vlažnost). Uzorci biljaka su podeljeni na delove: zrno, stabljika i mahune. Utvrđen je žetveni indeks, prinos i relativni prinos žetvenih ostataka. Stabljike su podeljene u sekcije po visini, izmerene mase i kreiran dijagram kumulativne mase po visini. Za uobičajeni postupak ubiranja slame, presovanjem, ocenjena je količina žetvenih ostataka, koja može da se ubere za dve odabrane visine rezanja. Prosečan žetveni indeks u sezoni 2013. bio je 0,34, dok je u 2014. bio niži i iznosio je 0,29. Procenat žetvenih ostataka, koji može da se ubere bio je između 35 i 51 % od ukupne biljne mase nadzemnih žetvenih ostataka. Tehnički prinos pri lošim klimatskim uslovima bio je za oko 46 % niži, što bi trebalo da se uzme u obzir u slučaju planiranja raspoložive količine. Procenjeno je da bi energetska potencijal, uzimajući u obzir i očuvanje plodnosti zemljišta, uljane repice mogao da bude 1,1 do 2,0 Mg ha⁻¹. Nadzemna masa žetvenih ostataka može, uz primenu obrade zemljišta bez

* Kontakt autor. E-mail adresa: MilanMartinov@uns.ac.rs

Razvoj novih sorti i poboljšanje tehnologija proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite namenem (TR 31025), Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja

prevrtanja, da osigura zaštitu zemljišta od erozije vetra i doprinese očuvanju plodnosti zemljišta, organske mase i organskog ugljenika. Žetveni ostaci uljane repice mogu da budu dobra podloga za sprovođenje upravljanja organskom materijom, primenom odgovarajućeg plodoređa, te da se koriste za kompenzovanje organske materije koja se iznosi ubiranjem žetvenih ostataka drugih biljnih vrsta, na primer, pšenice, soje i kukuruza. Buduća istraživanja trebalo bi da budu usmerena ka oceni primenljivosti žetvenih ostataka repice za očuvanje plodnosti zemljišta.

Ključne reči: uljana repica, žetveni ostaci, energija, zemljište

UVOD

Uljana repica (*Brassica napus* L.) je treća u svetu po značaju, kao industrijska – uljana biljna vrsta. Pre svega, ubraja se u veoma važnu vrstu energetskog bilja, jer njeni delovi – seme – stabljika i ostali nusproizvodi semena, kao što je esterifikovano ulje, hladno ceđeno ulje, pogača, mogu da se koriste kao obnovljivi izvor energije. Takođe, ulje repice može da se koristi kao sirovina za motorna ulja, ulja za transmisije i hidraulične sisteme i antikoroziivnih maziva sa povoljnijim osobinama od onih mineralnog porekla [10].

Najvažniji deo biljke je seme, koje sadrži 40-48 % ulja i 18-25 % proteina. Pored korišćenja kao jestivog ulja, u poslednje dve decenije najviše se koristi za proizvodnju biodizela. Prema [11], uljana repica učestvuje sa čak 84 % u sirovinskoj bazi ukupne svetske proizvodnje biodizela, za razliku od suncokretovog, odnosno sojinog ulja, koji učestvuju sa 13 %, odnosno 1 %, respektivno. Navodi se da je potrebno da se posveti veća pažnja širenju ove biljne vrste, pri čemu su najveće rezerve za povećanje površina u centralnoj Srbiji, na nivou od oko 150.000 ha.

U svetu je, u sezoni 2013/2014, s uljanom repicom različitih sorti (ozima, proletnja, gorušica i neke međuforme), bilo zasejano oko 35 miliona hektara [2], pri čemu je, prema [14], ubrano oko 72,5 miliona Mg semena sa prosečnim prinosom 2 Mg ha⁻¹. U Srbiji je 2012. godine, s oko 2,6 miliona hektara pod ratarskim usevima, prema [15], s uljanom repicom zasejano svega oko 8.250 ha (0,3 %) i požnjeveno oko 20.000 Mg semena, sa prosečnim prinosom 2,78 Mg ha⁻¹, značajno manje nego prethodne godina (15.350 ha, 44.500 Mg i 2,9 Mg ha⁻¹, respektivno). U istom periodu je, na primer, u Češkoj Republici prema [16], koja ima približno istu površinu pod ratarskim usevima kao Srbija, oko 2,5 miliona hektara, s uljanom repicom je bilo zasejano oko 400.000 ha (16 %), a u Slovačkoj Republici, sa oko 1,4 miliona hektara, zasejano je oko 145.000 ha (10 %), [18]. Takođe, u Nemačkoj, vodećoj članici EU u pogledu proizvodnje biodizela, na oko 10,7 miliona ha pod ratarskim usevima bilo zasejano oko 1,4 miliona ha uljane repice (13 %), [17]. Razlog zašto se uljana repica u sveta gaji značajno više nego kod nas je zbog korišćenja njenog semena za, pre svega, proizvodnju biodizela, a i za druge potrebe u poljoprivredi i industriji, što je već navedeno na početku ovog rada, a što ukazuje na opravdanost politike favorizovanja njenog gajenja.

Žetveni ostaci sastoje se od korenovog sistema, stabljika sa grančicama i ostacima mahuna (slama). Oni se u Srbiji, po pravilu, nakon žetve semena, usitnjene inkorporiraju u zemljište. U Nemačkoj, na primer, prema [8], za prosečan prinos zrna oko 3,5 Mg ha⁻¹ na poljima, posle ubiranja zrna, ostaje oko 10 Mg ha⁻¹ nadzemnih žetvenih ostataka u formi slame, odnosno, ako se uzme u obzir ukupna zasejana površina, oko 14 miliona Mg biomase. Od toga, velika količina usitnjene slame, oko 50 %, ostavlja se na poljima kao supstrat za formiranje humusa. Preostalih 50 %, oko 7 miliona Mg, se

ubere i odnosi sa njiva kako bi se upotrebrilo, na primer, kao prostirka na farmama, za proizvodnju izolacionog materila, pa i kao gorivo.

Obnovljivi izvori energije sve više dobijaju na značaju, pa se u tom smislu razmatra i mogućnost većeg korišćenja žetvenih ostataka uljane repice. Prema [8] donja toplotna moć suve mase slame je $17,1 \text{ MJ kg}^{-1}$, što je na nivou žetvenih ostataka većine ratarskih biljnih vrsta. Najčešće se razmatra korišćenje slame za sagorevanje, ali se čine pokušaji i drugačijeg energetskog korišćenja, na primer, za proizvodnju lignoceluloznog bioetanol [3], mada takav postupak nije dostigao komercijalnu zrelost.

U Srbiji, uglavnom, ne postoji praksa ubiranja slame uljane repice i njenog korišćenja, posebno kao obnovljivog izvora energije. Jedan od razloga je sigurno to što danas prevlađuje gajenje sa manjim brojem biljaka, koje su više, sa debljim stabljikama. Pored toga, u našim klimatskim uslovima stabljika se često lomi, te je manje pogodna za presovanje.

Uklanjanje biljnih ostataka uljane repice sa njive može da ima negativne efekte, jer biljni ostaci sadrže makro i mikro hraniva i izvor su organske materije i organskog uljenika [12]. Oni doprinose poboljšanju strukture i plodnosti zemljišta, smanjenju vodene i vetro erozije i zato njihovo uklanjanje treba da se sprovodi na održiv način. Prema [7], uklanjanje biljnih ostataka posle žetve tokom vremena u zemljištu dovodi do smanjenja količine azota za oko $3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$ i organskog ugljenika za oko $40\text{--}90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$ po Mg ubranih biljnih ostataka, a Sekulić i dr. [13] su ukazali, na osnovu analize sadržaja organske materije, tj. bilansa organskog ugljenika (SOC), žetveni ostaci mogu da se uklanjaju samo na zemljištima na kojima nema deficita humusa. Sa druge strane, Allmaras et al. [1] smatraju da odnošenje nadzemnih delova biljnih ostataka ne utiče značajno na smanjenje sadržaja organskog ugljenika u zemljištu, jer se najveći deo, do 80 %, nalazi u korenu i rizosferi. Blum et al. [4], takođe su proučavali primenu biljaka kao izvora energije i uticaj na plodnost zemljišta. Prema navodima, žetveni ostaci uljane repice ubrajaju se u najizdašnije u pogledu količine organske materije, te bi gajenjem repice u plodoredu omogućilo kompenzaciju za odnošenje žetvenih ostataka drugih biljnih vrsta.

Da bi se obezbedila efikasna zaštita od klimatskih uticaja, vetra, vode, zemljište treba da ima 30 % do 50 % svoje površine pokriveno biljnim ostacima, poželjno učvršćenih za zemlju [9]. ASAE EP291.3 definiše minimalnu količinu biljnih ostataka useva, koji obezbeđuju zaštitu zemljišta od vetro erozije [19]. Ona je ekvivalentna vrednosti $1.100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ SGe}$ (small grain equivalent), pri čemu su Hickman and Schoenberger [5] ustanovili dijagrame, koji omogućavaju određivanje specifične vrednosti za žetvene ostatke pšenice, kukuruza, soje i suncokreta.

Cilj istraživanja bio je da se utvrdi ukupni prinos nadzemnih žetvenih ostataka uljane repice, a zatim i da se oceni količina žetvenih ostataka koja može da se ubere, kao i količina koja ostaje na njivi. Na osnovu tih podataka moguće je da se proceni potencijal biomase, kao i da se daju podloge za definisanje održivog korišćenja žetvenih ostataka uljane repice.

MATERIJAL I METODE RADA

U radu je korišćena sledeća terminologija:

1. Teoretski potencijal – ukupna nadzemna masa žetvenih ostataka; utvrđen merenjem.
2. Tehnički potencijal – količina žetvenih ostataka koja može da se ubere; ocenjen na bazi postupka ubiranja, i uz razmatranje, pre svega očekivanih gubitaka.
3. Održivi potencijal – količina žetvenih ostataka koja može da se ubere, a da se ne ugrozi plodnost zemljišta; u radu dati podaci za ocenu ovog potencijala.

4. Energetski potencijal – količina žetvenih ostataka koja bi mogla da se upotrebi kao energent ili sirovina za goriva; dobija se tako da se od održivog potencijala oduzme količina koja bi se koristila za druge svrhe, na primer, prostirku.

U okviru istraživanja utvrđivani su teoretski i tehnički potencijal žetvenih ostataka. Za definisanje održivog potencijala date su podloge, a ocenu bi sprovodili stručnjaci za ovu oblast, uzimajući u obzir brojne uticaje.

Tokom sezone ubiranja zrna ozime uljane repice 2013. i 2014. godine, u fazi zrelosti zrna, uzeti su uzorci ukupne nadzemne mase. Na osnovu vrednosti standardizovanog indeksa padavina (SPI), prema podacima Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije, Odeljenje za agrometeorologiju, za teritoriju Vojvodine u 2013. godini su uslovi bili umereno sušni, a u 2014. umereno do ekstremno vlažni. U 2013. uzeti su uzorci osam reprezentativnih sorti: Jasna, Zorica, Jelena, Branka, Champlain, Triangle, Turan, Banačanka, sa 3 lokacije, a 2014. šest sorti: Jasna, Zorica, Jelena, Branka, Slavica i Banačanka, sa jedne lokacije. Sve lokacije bile su u Vojvodini sa sličnim agroekološkim uslovima, a svi uzorci su uzeti na gazdinstvima sa primenom savremene tehnologije proizvodnje.

Sa svake parcele, od svake sorte, uzeto je pet nasumično raspoređenih uzoraka ukupne nadzemne biljne mase sa jednog kvadratnog metra. Svaki uzorak podeljen je na sledeće delove: zrna, stabljike i mahune. Izmerena je njihova masa sa tačnošću 0,1 g. Obavljeno je merenje sadržaja vlage svih delova u skladu sa ASAE S352.2 [20] za zrno i ASAE S358.2 [21] za ostale delove biljke. Prinos suve materije svih delova izračunat je na osnovu izmerene mase i sadržaja vlage. Izračunati su žetveni indeks (*ŽI*) i udeo prinosa mase stabljike i mahuna u odnosu na masu zrna.

Stabljike su sečene na pet delova: do 10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm, 30–40 cm i preko 40 cm i izmerena je masa svakog dela, te na osnovu toga formirani dijagrami raspodele mase, zbirnog masenog udela po visini.

Na osnovu iskustava u praksi, pretpostavljeno je da može da se ubere samo stabljika, dok mahune pikap uređaj presa ne podiže. Visina sečenja kosionog uređaja je obično je u dijapazonu 20 do 30 cm, pa su pri proračunu mase koja može da se ubere u obzir uzete ove dve vrednosti. Na osnovu visine reza i dijagrama koji prikazuje zbirni maseni udeo, utvrđene su količine stabljike koje ostaju na strnjištu. Pretpostavljeno je da su gubici pri presovanju 10 % u svim slučajevima. Takođe je poznato da su gubici zrna pri ubiranju uljane repice obično u dijapazonu 5 do 10 % (minimalno oko 3 %). Pošto su razmatrani uspešni proizvođači, usvojena je, za proračun mase koja na polju ostaje u obliku zrna, 6 %.

Proračun procene pokrivenosti polja ukupnim nadzemnim žetvenim ostacima uljane repice posle žetve, da bi se postigao maksimalan otpor eroziji vetra i vode, obavljen je prema [9]. Za sva merenja sprovedena je statistička analiza radi određivanja standardnog odstupanja rezultata (*SD*).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Rezultati ispitivanja udela nadzemnih delova uljane repice prikazani su u Tab. 1.

Prosečni prinos zrna, suve materije, u 2013. godini bio je 2,79 Mg ha⁻¹, a u 2014. za oko 20 % viši, 3,29 Mg ha⁻¹, što je posledica povoljnijih klimatskih uslova.

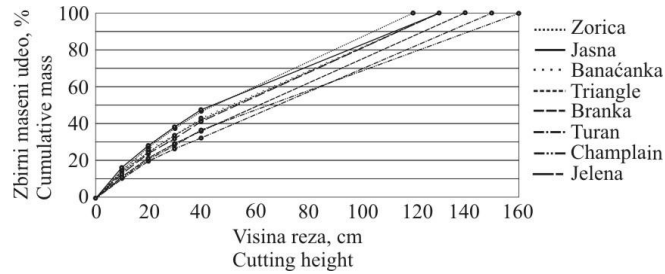
Prosečan žetveni indeks 2013. bio je 0,34, a 2014. iznosio je 0,29. Ovi podaci dobro se slažu sa onim vrednostima koje navodi Hühn [6] za deset sorti uljane repice, najmanja 0,223, a najviša 0,340. Srednja vrednost je 0,285, što se dobro poklapa sa vrednostima dobijenim merenjem, u ovom radu.

Na Sl. 1 prikazan je zbirni maseni udeo stabljika uljane repice po visini (visina reza kosionog aparata) u sezoni 2013, a na sl. 2 u 2014.

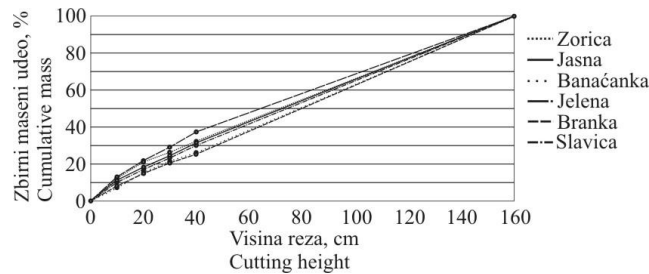
Tabela 1. Biološke karakteristike nadzemnog dela uljane repice (vrednosti mase su date za suhu materiju) u sezonama 2013. i 2014. godine
 Table 1. Biological characteristics of the aboveground parts of rapeseed (mass for dry matter), seasons 2013 and 2014

Zrno – Grain										
Sorta Variety	W		Prinos Yield, (Mg ha ⁻¹)		SD prinos SD Yield, (Mg ha ⁻¹)		ŽI** (-)		SD ŽI (-)	
	Sezona – Season									
	2013.	2014.	2013.	2014.	2013.	2014.	2013.	2014.	2013.	2014.
Jasna	5,47	7,32	2,56	2,58	0,30	0,52	0,36	0,29	0,01	0,04
Zorica	6,02	7,55	1,87	2,92	0,17	0,49	0,33	0,29	0,01	0,03
Jelena	5,62	7,41	2,35	2,70	0,37	0,65	0,32	0,30	0,01	0,01
Branka	6,04	8,28	3,43	4,11	0,60	0,66	0,36	0,30	0,01	0,02
Slavica	NP***	7,52	NP	3,83	NP	0,98	NP	0,30	NP	0,02
Champlain	5,62	NP	4,01	NP	0,73	NP	0,33	NP	0,01	NP
Triangle	6,49	NP	2,32	NP	0,33	NP	0,33	NP	0,02	NP
Turan	5,63	NP	3,59	NP	0,79	NP	0,35	NP	0,02	NP
Banačanka	5,29	8,17	2,22	3,58	0,26	1,23	0,30	0,28	0,01	0,02
Prosek, Average	5,77	7,71	2,79	3,29			0,34	0,29		
SD****	0,36	0,37	0,72	0,58			0,02	0,01		
Stabljika – Stalks										
Sorta Variety	W*		Prinos Yield, (Mg ha ⁻¹)		SD prinos SD Yield (Mg ha ⁻¹)		Udeo mase prema zrnu Yield relative to grain (%)		SD udeo mase prema zrnu SD Yield relative to grain (%)	
	Sezona – Season									
	2013.	2014.	2013.	2014.	2013.	2014.	2013.	2014.	2013.	2014.
Jasna	10,6	12,3	2,8	4,6	0,3	0,4	111	177	3,3	46
Zorica	14,3	11,8	2,4	4,9	0,2	0,8	130	169	10,8	24
Jelena	10,6	11,3	2,8	4,0	0,4	0,8	122	148	3,0	6
Branka	12,2	13,3	3,3	6,2	0,4	0,8	97	151	7,7	13
Slavica	NP	13,6	NP	6,1	NP	0,9	NP	159	NP	21
Champlain	10,7	NP	4,8	NP	0,6	NP	120	NP	8,4	NP
Triangle	10,9	NP	2,4	NP	0,2	NP	105	NP	9,2	NP
Turan	10,3	NP	3,7	NP	0,5	NP	103	NP	9,4	NP
Banačanka	10,5	12,6	2,9	6,5	0,3	1,8	131	182	4,4	23
Prosek, Average	11,2	12,5	3,2	5,4			115	164		
SD	1,3	0,8	0,7	0,9			12	13		
Mahune – Hulls										
Sorta Variety	W*		Prinos Yield, (Mg ha ⁻¹)		SD prinos SD Yield, (Mg ha ⁻¹)		Udeo mase prema zrnu Yield relative to grain (%)		SD udeo mase prema zrnu SD Yield relative to grain (%)	
	Sezona – Season									
	2013.	2014.	2013.	2014.	2013.	2014.	2013.	2014.	2013.	2014.
Jasna	12,7	11,6	1,6	1,8	0,1	0,15	65	72	5,1	12,0
Zorica	11,5	13,2	1,3	2,3	0,1	0,69	69	78	2,4	14,7
Jelena	11,5	12,3	2,1	2,2	0,2	0,51	89	80	4,6	3,2
Branka	11,7	15,7	2,8	3,3	0,4	0,47	83	81	2,4	7,7
Slavica	NP	12,6	NP	2,8	NP	0,57	NP	73	NP	7,1
Champlain	10,5	NP	3,3	NP	0,6	NP	8	NP	7,0	NP
Triangle	10,7	NP	2,2	NP	0,3	NP	94	NP	7,3	NP
Turan	10,4	NP	2,9	NP	0,4	NP	81	NP	9,7	NP
Banačanka	10,9	12,0	2,2	2,8	0,3	0,76	98	78	4,9	9,0
Prosek, Average	11,3	12,9	2,3	2,5			83	77		
SD	0,7	1,3	0,6	0,5			11	3,4		

* W – sadržaj vlage, moisture content, ** ŽI – žetveni indeks, harvest index, *** NP – nema podataka, no data, **** SD – standardno odstupanje, standard deviation

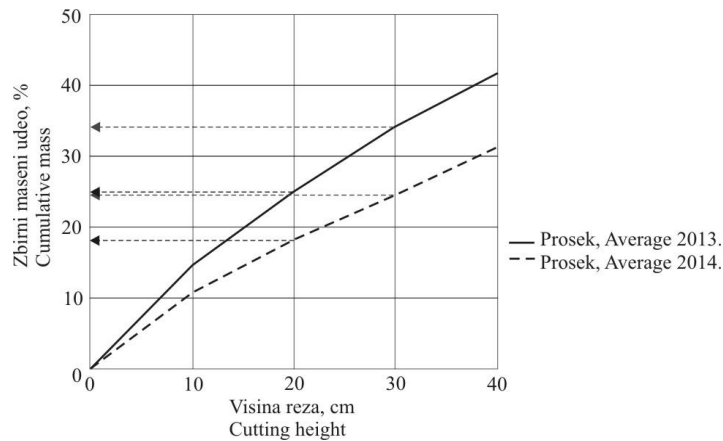


Slika 1. Zbrini maseni udeo stabljika uljane repice po visini, sezona 2013.
 Figure 1. Cumulative mass of rapeseed stalks by height, season 2013



Slika 2. Zbrini maseni udeo stabljika uljane repice po visini, sezona 2014.
 Figure 2. Cumulative mass of rapeseed stalks by height, season 2014

Krive zbirnog masenog udela, slične su za većinu ispitivanih sorti. Jedino sorte Jasna i Zorica pokazuju značajnije razlike u pogledu veće mase delova stabljike, koje su do 30 cm visine od tla, u sezoni 2013, zbirni maseni udeo 39,8 i 39,7 %, respektivno, a sorta Turan zbog manje mase delova stabljike, zbirni maseni udeo 27,7 %. Sezone 2014. najviše mase delova stabljike do 30 cm visine od tla imala je sorta Jelena, zbirni maseni udeo 29,3 %, a najmanje sorta Branka, zbirni maseni udeo 20,9 %.



Slika 3. Zbirni maseni udeo stabljika uljane repice po visini, prosek merenja 2013. i 2014.
 Figure 3. Cumulative mass of rapeseed stalks by height, average of samples in 2013 and 2014

Prosečne vrednosti zbirnog masenog udela svih ispitanih sorti i lokaliteta u zavisnosti od visine reza, za obe sezone ispitivanja, prikazane su na sl. 3. Sezone 2013. bila je uočljiva razlika u visinama stabljika, koja je u proseku iznosila 136 cm, u odnosu na sezonu 2014. kada je bila 160 cm (na dijagramu je prikazan dijapazon do visine 40 cm).

Prosečna visina stabljika bila je 2013. ispod 1,4 m, a 2014. su sve sorte imale visinu oko 1,6 m. Udeo mase stabljika, koja ostaje na strnjištu, iznosio je, u sezoni 2013, u proseku 24,8 % za visinu reza 20 cm i 33,8 % za visinu reza 30 cm, a u 2014. iznosio je 18,0 % i 24,6 %, redom.

Na osnovu prosečnih vrednosti za sve uzorke u sezoni 2013. i 2014. izračunata je ubrana masa, tehnički potencijal i masa koja ostaje na polju, Tab. 2.

Tabela 2. Prosečne vrednosti za ubranu masu i masu koja ostaje na polju
Table 2. Average values for harvestable and on field remained mass

Sezona - Sesson		2013.	2014.
Ukupni nadzemni deo žetvenih ostataka/stabljike <i>Total above ground mass of crop residues/stalks (Mg ha⁻¹)</i>		5,5/ 3,2	7,9/ 5,4
Masa koja se ubire za visinu reza <i>Harvestable mass for cutting height (Mg ha⁻¹)</i>	20 cm	2,2	4,0
	30 cm	1,9	3,7
Udeo ubrane mase u odnosu na ukupnu <i>Percentage of harvested in total mass (%)</i>	20 cm	40	51
	30 cm	35	47
Masa koja preostaje na polju (Mg ha ⁻¹) <i>On field remained mass</i>	20 cm	3,3	3,9
	30 cm	3,6	4,2
Preostala masa uključujući i gubitak zrna <i>Remained mass including grain losses (Mg ha⁻¹)</i>	20 cm	3,5	4,1
	30 cm	3,8	4,4

Ubrana masa, odnosno tehnički potencijal, bila je u 2013. godini 1,9 do 2,2 Mg ha⁻¹, a u 2014. 3,6 do 4,0 Mg ha⁻¹. Ovi podaci ukazuju na značaj potencijala slame uljane repice, ali i o uticaju vremenskih prilika na potencijal, pa tako i na sigurnost snabdevanja slamom uljane repice.

Za slamu strnih žita i kukuruzovinu se orijentaciono računa da je energetski potencijal u proseku oko jedne trećine od teoretskog. To nije primenljivo za slučaj repice, jer se kod nje, zbog ranije navedenih razloga, žetveni ostaci češće koriste za obogaćivanje zemljišta organskom materijom. Načelno bi moglo da se računa sa četvrtinom ili čak petinom teoretskog potencijala. To bi, za razmatrane sezone, 2013. i 2014, bilo oko 1,4 i 1,1 Mg ha⁻¹, odnosno 2,0 i 1,6 Mg ha⁻¹, računajući četvrtinu i petinu respektivno. Ovakvi prinosi podrazumevaju i povremeno ostavljanje celokupne količine slame, kao meru za unošenje organske materije u zemljište.

Pri nepovoljnim klimatskim uslovima, kao što je bilo sezone 2013, tehnički potencijal umanjen je za 45 i 47 %, za visinu reza 20 i 30 cm, respektivno. Ovo bi trebalo da se uzme u obzir kao pokazatelj sigurnosti snabdevanja, ukoliko bi se slama uljane repice koristila kao izvor energije, ili sirovina za proizvodnju biogoriva.

Masa koja preostaje na polju (suva materija), sezone 2013. bila je 3,3 i 3,6 Mg ha⁻¹, a 2014. iznosila je 3,9 i 4,2 Mg ha⁻¹, za visinu reza 20 i 30 cm respektivno. Na osnovu proračuna procene pokrivenosti biljnim ostacima uljane repice prema [9], posle žetve zrna na polju je ostalo, u sezoni 2013. 81 i 85 % biljnih ostataka za visinu košenja 20, odnosno 30 cm, respektivno, a u sezoni 2014. 89 % i 92 %, respektivno. Pokrivenost se

smanjuje u zavisnosti od primenjene obrade zemljišta [5]. Tako bi za primenu razrivača umanjeње bilo za 30 %, a pri primeni oranja 90 %. Ukoliko se primenjuje prolećna setva, trebalo računati i sa umanjeњem usled dejstva padavina i vetra, množenjem sa 0,9. Za slučaj primene razrivača do trenutka sprovođenja prolećne setve pokrivenost polja bila bi 51 do 58 %. Dakle, u svim slučajevima iznad 30 %, te je ostvarena zaštita od vetro erozije. Ukoliko bi se primenjivalo oranje, to ne bi moglo da se ostvari.

ZAKLJUČAK

Slama uljane repice u Srbiji bi mogla da postane obnovljivi izvor energije ili sirovina za biogoriva. Značajno ograničenje za njeno ubiranje je to što se osušena slama lomi, te je otežano presovanje. Slama uljane repice je prema mnogim izvorima pogodna kao izvor organske materije, pa i organskog ugljenika. Ukoliko se primenjuje u plodoredu sa pšenicom i kukuruzom, čiji se žetveni ostaci uklanjaju, pogodno je da se slamom uljane repice nadoknadi odneta organska materija. Naravno, da bi efekti bili povoljni, potrebno je da se ovakvo upravljanje žetvenim ostacima sprovede u konsultaciji sa stručnim licima.

Ispitivanje količine žetvenih ostataka, koje je sprovedeno 2013, u nepovoljnim klimatskim uslovima, te 2014. godine pri povoljnim klimatskim uslovima, rezultiralo je podacima o žetvenom indeksu, tehničkom prinosu i uticaju na zaštitu od erozije vetra. Prosečan žetveni indeks bio je 0,34 i 0,29 za 2013. i 2014. respektivno. Tehnički potencijal, suva masa žetvenih ostataka koja može da se ubere, u 2013. iznosila je 2,2 i 1,9 Mg ha⁻¹, a 2014. 4,0 i 3,7 Mg ha⁻¹, za visinu reza 20 i 30 cm respektivno. Ubrani prinos iznosio je 35 do 51 % od ukupnih nadzemnih žetvenih ostataka.

Procenjeno je da bi energetska potencijal bio u dijapazonu 1,1 do 2,0 Mg ha⁻¹ suve mase. Utvrđeno je da je prinos, odnosno tehnički potencijal pri nepovoljnim klimatskim uslovima bio za 45 do 47 % niži, što bi trebalo da se uzme u obzir pri planiranju korišćenja kao obnovljivog izvora goriva, ali i organske materije za zemljište.

U svim slučajevima, uz sprovođenje obrade zemljišta bez prevrtanja, moglo bi da se ostvari da tokom zime po površini polja ostane dovoljno žetvenih ostataka za zaštitu od erozije vetra, dakle, pokrivenost površine više od 30 %.

Žetveni ostaci uljane repice mogli bi da budu dobar izvor za nadoknađivanje obrane organske mase drugih biljnih. Ova uloga uljane repice trebalo bi da se u budućnosti elaborira i nađe njeno mesto u plodoredu.

LITERATURA

- [1] Allmaras, R.R., Linden, D.R., Clapp, C.E. 2004. Corn residue transformations into root and soil carbon as related to nitrogen, tillage, and stover management. *Soil Science Society of America Journal*, 68 (4), pp. 1366–1375.
- [2] Angenendt, J.P. 2014. Rape, a by-product par excellence – what opportunities exist on the global market? *In conference transcript 3rd International Claas Symposium Biomass*, 8th and 9th January 2014 at Claas Technoparc, Harsewinkel, pp. 72–86.

- [3] Arvaniti, Efthalia. 2012. Ethanol production from rape straw: Part of an oilseed rape biorefinery. Technical University of Denmark, Risø National Laboratory for Sustainable Energy, Roskilde.
- [4] Blum, W.E.H., Gerzabek, M.H., Hackländer, K., Horn, R., Reimoser, F., Winiwarter, W., Zechmeister-Boltenstern, S., Zehetner, F. 2010. *Ecological consequences of biofuels*. In: Lal, R. and Stewart B.A.: *Soil quality and biofuel production*, pp. 63-91. Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- [5] Hickman, J.S., Schoenberger, D.L. 1989. Estimating soybean and sunflower residue, Cooperative Extension Service. Manhattan: Kansas.
- [6] Hühn, M. 1993. Comparison of harvest index and grain/straw-ratio with applications to winter oilseed rape. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 170(4), pp. 270–280.
- [7] Jay, S.G., Izaurralde, R.C. 2010. Effect of crop residue harvest on long-term crop yield, soil erosion and nutrient balance: trade-offs for a sustainable bioenergy feedstock. *Biofuels*, vol. 1, no. 1, pp. 69–83.
- [8] Kaltschmitt, M., Hartmann, H., Hofbauer, H. 2009. *Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren*. Springer, Dordrecht / Heidelberg/ London / New York.
- [9] Kline R. 2000. Estimating crop residue cover for soil erosion control. *Soil Factsheet*, USA – British Columbia Ministry of Agricultural and Food, No. 641.220-1, Agdex: 573/517
- [10] Leśmian-Kordas, Ruta, Bojanowska, Milena. 2010. Rapeseed biomass – a renewable source of energy – current state and development perspectives. *Scientific Journals Zeszyty Naukowe Maritime University of Szczecin*, 24(96), pp. 17–24.
- [11] Marinković, R., Marjanović-Jeromela, Ana, Mitrović, P., Milovac, Ž., Jocković, M. 2011. Mogućnost obezbeđenja sirovina za proizvodnju biodizela u R. Srbiji. *Traktori i pogonske mašine*, 16(3), pp. 39–50.
- [12] Powlson, D.S. 2006. Cereals straw for bioenergy: Environmental and agronomic constraints, *In Proc. Expert Consultation: Cereals Straw Resources for Bioenergy in the European Union*. Pamplona, Spain, 14–15 October, pp. 45–59.
- [13] Sekulić, P., Ninkov, Jordana, Hristov, N., Vasin, J., Šeremešić, S., Zeremski-Škorić, Tijana. 2010. Sadržaj organske materije u zemljištima AP Vojvodine i mogućnost korišćenja žetvenih ostataka kao obnovljivog izvora energije. *Ratarstvo i povrtarstvo/Field and Vegetable Crops Research*, 2(47), pp. 591–597.
- [14] Anonim. 2014. *Domeins: Production – Crops (2013)*. Food and agriculture organisation of the United Nations. Statistics Division, Rome.
- [15] Anonim. 2013a. *Statistički godišnjak Republike Srbije*. Republički zavod za statistiku, Beograd, R. Srbija.
- [16] Anonim. 2013b. *Statistická ročenka České republiky*. Český statistický úřad, oddělení informačních služeb a podpory uživatelů ústředí, Na padesátém 81, Praha 10, Czech Republic.
- [17] Anonim. 2013c. *Statistisches Jahrbuch Deutschland und Internationales*. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Deutschland.
- [18] Anonim. 2012. *Olejníny Situačná a výhľadová správa k 30. 6. 2012*. Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky. Bratislava, Slovenská Republika.
- [19] Anonim. 2009. ASAE EP291.3. Terminology and Definitions for Soil Tillage and Soil-Tool Relationships, American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Mich.
- [20] Anonim. 2008. ASAE S352.2. Moisture measurement—unground grain and seeds. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Mich.

- [21] Anonim. 2004. ASAE S358.2. Moisture measurement–forages, American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Mich.

POTENTIALS OF RAPESEED CROP RESIDUES IN SERBIA

**Branislav Veselinov, Milan Martinov, Marko Golub, Miodrag Višković,
Savo Bojić, Đorđe Đatkov**

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Environmental Engineering and Occupational Safety, Novi Sad, Serbia

Abstract: Rapeseed straw is potential source of renewable energy, but important source of soil organic matter as well. The amount of crop residues, available for energy use, per hectare, is not well known. Excessive offtake of crop residues can be followed by reduction of soil fertility, removal of nutrients, organic carbon and wind erosion. The objective of the investigation was to define total and harvestable amount of crop residues – straw, and amount that remain on the field, which can be background for the calculation of soil fertility preservation. In 2013 (climatic conditions characterized as moderate dry) samples of aboveground mass of eight varieties were collected from three locations, and in 2014 (characterized as moderate to extreme humid) six varieties for one location. The samples were divided into: grain, stalks and hulls. It has been defined yield of fractions and calculated harvest index. The stalks were split along their lengths, parts measured and created cumulative mass distribution. For common harvest procedures have been defined harvestable mass, potential, for two selected cutting heights. Average harvest index was in 2013 0.34, and in 2014 lower, 0.29. Percentage of harvestable mass was between 35 and 51 % of total aboveground residual mass. Harvestable yield was in 2013 about 46 %, due to less favorable climatic conditions. This should be considered by the planning of any use of this material as energy source. It was assessed that the energy potential of rapeseed straw, including measures for preservation of soil fertility, is 1.1 to 2.0 Mg ha⁻¹, in average. On field remained residual mass can ensure, if proper tillage is applied, protection of wind erosion and increase of soil organic matter and soil organic carbon. It is concluded that rapeseed straw can be used for soil amelioration if adequate crop rotation is applied, and can compensate offtake of residues of other crops, e.g. wheat straw and corn stover. Future investigation should be oriented toward this utilization of rapeseed straw.

Key words: rapeseed, crop residues, energy, soil

Prijavljen: 16.02.2015.
Submitted:
Ispravljen:
Revised:
Prihvaćen: 21.08.2015.
Accepted: