

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Dora Radovanić

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

Mogućnosti upotrebe uljane repice

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Dora Radovanić

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

Mogućnosti upotrebe uljane repice

Završni rad

Povjerenstvo za obranu rada:

1. Prof. dr. sc. Manda Antunović, mentor
2. Dr. sc. Ivana Varga, član
3. Doc. dr. sc. Dario Iljkić, član

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo, smjer Ratarstvo

Završni rad

Dora Radovanić

Mogućnosti upotrebe uljane repice

Sažetak: Uljana repica jedna je od najstarijih uljanih kultura. U svijetu se uzgaja na 30,2 milijuna hektara uz tendenciju stalnog povećanja površina. Može se koristiti za zelenu gnojidbu, proizvodnju biodizela, dobivanje jestivog ulja iz sjemena te kao stočna hrana bilo u obliku pogače i sačme ili kao sjeno ili silaža. Za svaku namjenu za koju se repičino ulje namjerava koristiti svojom kvalitetom mora zadovoljiti propisane standarde. Priprema sjemena uljane repice za izdvajanje ulja sastoji se od čišćenja, usitnjavanja, prešanja usitnjenog materijala i ekstrakcije organskim otapalom. Ulje uljane repice ima visoku zdravstvenu vrijednost te je jedno od rijetkih ulja s optimalnim 2:1 odnosom linolne (omega-6, 20%) i α -linolenske (omega-3, 11%) masne kiseline. Biodizel je važan obnovljiv izvor energije na svjetskoj razini. Trenutna proizvodnja biodizela na svjetskoj razini iznosi oko 30 bilijuna litara, a očekuje se povećanje na 39 bilijuna litara do 2024. godine. Najveći proizvođač biodizela ulja uljane repice je Europska Unija (38%). Zbog izuzetno povoljnih agroekoloških uvjeta za uzgoj uljane repice, Republika Hrvatska može povećati površine zasijane uljanom repicom i ostvariti samodostatnost za uljem i sačmom te višak ulja koristiti za proizvodnju biodizela.

Ključne riječi: uljana repica, biodizel, ulje

20 stranica, 4 tablice, 4 slike, 11 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Professional study Plant production

Final Thesis

Dora Radovanić

Possibilities of rapeseed usage

Summary: Rapeseed is one of the oldest oil crops. Grown is on 30.2 million hectares in the world with a tendency of constant increase. Can be used for green manure, biodiesel production, preparation of edible oil from seeds also as animal feed either as pellets or cakes or as hay or silage. For every purpose for which the rapeseed oil intends to use its quality must meet the standards. The preparation of rapeseed seed for oil segregation consists of cleansing, crushing, pressing of crushed material and extraction with organic solvent. Rapeseed oil has a high health value and is one of the few oils with an optimal 2:1 ratio of linoleic (omega-6, 20%) and α -linolenic (omega-3, 11%) fatty acids. Biodiesel is an important renewable energy source at world level. The current biodiesel production worldwide is about 30 trillion liters and is expected to increase to 39 trillion liters by 2024. The largest biodiesel producer rapeseed oil is the European Union (38%). Due to the extremely favorable agroecological conditions for cultivation of rapeseed, Republic of Croatia can increase areas sown by rapeseed and achieve self-sufficiency in oil and meal whereas excess oil can be used for biodiesel production.

Key words: rapeseed, biodiesel, oil

20 pages, 4 tables, 4 figures, 11 references

Final work is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Sadržaj

1. UVOD	1
2. MATERIJAL I METODE.....	2
3. PROIZVODNJA ULJANE REPICE U REPUBLICI HRVATSKOJ	3
4. PROIZVODNJA ULJANE REPICE U SVIJETU.....	5
5. NAČIN IZDVAJANJA ULJA IZ SJEMENA ULJARICA	7
5.1. Čišćenje.....	7
5.2. Usitnjavanje sjemena uljane repice.....	7
5.3. Prešanje usitnjenog materijala	8
5.4. Ekstrakcija organskim otapalom – pogače uljane repice.....	8
6. UPOTREBA NUSPROIZVODA ULJANE REPICE.....	10
7. KEMIJSKI SASTAV SJEMENA ULJANE REPICE	12
8. UPOTREBA ULJA ULJANE REPICE	15
9. ZAKLJUČAK	19
10. LITERATURA	20

1. UVOD

Uljana repica, *Brassica napus* L. susp. *oleifera*, podrijetlom iz Azije i Europe jedna je od najstarijih uljanih kultura. Jednogodišnja je biljka koja pripada rodu Krstašica (*Brassica*) porodice *Cruciferae*. Repica je nađena u starim germanskim naseljima iz brončanog doba prije 5 500 godina. U Indiji se spominje prije 3 do 4 000 godina, a u Kini je unešena prije više od 4 000 godina vjerojatno iz Koreje (Mustapić i sur., 1984.).

U Hrvatskoj se uzgaja ozima uljana repica. Optimalno vrijeme sjetve je 25.8. – 10.9. Žetva se obavlja u drugoj polovici lipnja kada vlaga zrna iznosi ispod 14%, obavlja se u večernjim, noćnim i jutarnjim satima. Ulje uljane repice je jestivo ulje, a velike količine se koriste za dobivanje biodizela. Sjeme uljane repice se sastoji od 40 – 48% ulja te 18 – 25% bjelančevina. Osim za dobivanje ulja, uljana repica se uzgaja za zelenu krmu i proizvodnju biodizela. Proizvodnja uljane repice je izuzetno porasla kada su uvedene nove sorte sa značajno smanjenim sadržajem eruka kiselina i glukozinolata tako da se ulje može koristiti i u ljudskoj prehrani.

Biljka uljane repice odlikuje se vretenastim korijenom koji prodire u dubinu od 80 - 125 cm. Stabljika je uspravna, razgranata, zeljasta, a može narasti u visinu do 1,5 m. Listovi izbijaju po cijeloj dužini stabljike. Plavozelena boja lista svojstvena je uljanoj repici, a žutozelena ogrštici. Cvjetovi se sastoje od 4 listića čaške, 6 prašnika, 4 listića krunice i tučka. Plod je komuška dužine 5 - 10 cm sa 25 - 40 sjemenki. Sjeme je sitno, okruglo i tamno smeđe boje. Kupusna uljana repica je biljka kojoj odgovaraju toplije i vlažnije klime. Ozima kupusna uljana repica negativno djeluje na nagle promjene u temperaturi tijekom jeseni i zime. Može izdržati niske temperature i preko minus 10 °C, a pod snijegom i preko minus 20 °C (Gagro, M. 1998). Ne podnosi monokulturu. Odgovarajući predusjevi su rani krumpir ili povrće, ozimi ječam, zob, raž i pšenica jer napuštaju tlo dovoljno rano da se stigne pripremiti za sjetvu uljane repice i nemaju zajedničkih bolesti. Uljana repica se pokazala kao vrlo dobar predusjev za veliki broj žitarica jer rano napušta tlo i ostavlja dovoljno vremena za pripremu tla te pravovremenu sjetvu. Od agrotehnike bitno je obaviti obradu tla, gnojidbu, njegu usjevu (suzbijanje korova, bolesti i štetnika). Stanje tla, dubina sjetve kao i raspored biljaka mogu dovesti do smanjenja prinosa (Pospišil, 2013.).

2. MATERIJAL I METODE

U završnom radu „Mogućnosti upotrebe uljane repice“ prikazana je svrha i namjena uljane repice. U radu je opisana proizvodnja uljane repice u Republici Hrvatskoj i u svijetu, kemijski sastav sjemena te sam način dobivanja ulja iz sjemena uljarica. Provedeno je istraživanje na benzinskim crpkama osječko-baranjske županije. Benzinska crpka Crodux (Crodux Derivati) se nalazi u ulici Kneza Trpimira 18, 31000 Osijek. Tifon se nalazi u ulici Vladimira Nazora 139 b, 31215 Ernestinovo. Treća benzinska crpka na kojoj je provedeno istraživanje je Petrol u ulici Kneza Trpimira 16, 31000 Osijek. Istraživanje obuhvaća utvrđivanje postotka biodizela u benzinskim gorivima, dizelskim gorivima i plinovitim gorivima, te svrhu biodizela.

Pri pisanju rada korištene su internet stranice, podatci statističkog ljetopisa, FAOSTAT baza podataka o proizvodnji uljane repice, te znanstvena i stručna literatura.

3. PROIZVODNJA ULJANE REPICE U REPUBLICI HRVATSKOJ

U Republici Hrvatskoj uzgaja se ozima kupusna uljana repica. Optimalno vrijeme za sjetvu uljane repice je od 25. 8. do 10. 9. U Hrvatskoj se uljana repica uzgaja od početka 18. stoljeća, a nastala je krajem 17. stoljeća križanjem kelja i ogrštice. Repica, naročito njena ozima forma je opisana kao najvažnija uljana biljka umjerene zone. Kada i gdje je prvi put uvedena u kulturu nije do danas sa sigurnošću utvrđeno (Mustapić i sur., 1984.).

U Hrvatskoj je uljana repica zasijana na oko 19,50 ha, prosječna proizvodnja iznosi oko 50,83 t, a prinos oko 2,36 t/ha (Tablica 1.). Prema zasijanim površinama uljana repica još uvijek nije toliko velika kao u pojedinim zemljama u svijetu iako ima povoljne agroekološke uvjete za proizvodnju u Republici Hrvatskoj. Najmanje zasijana površina je bila 2006. godine sa prinosom od 2,4 t/ha. Najveći prinos je zabilježen u 2017. godini, a iznosio je 3,1 t/ha. Površina, proizvodnja i prinos dosta variraju u razdoblju od 2000. - 2017. godine (Tablica 1.). Jedan od razloga manjka zasijanih površina pod uljanom repicom je niski poticaj, ali se bilježi i porast što daje nadu za budućnost ove kulture. Sama proizvodnja uljane repice potvrđuje siguran otkup i dobru cijenu.

Tablica 1. Površine, prosječni prinosi i proizvodnja uljane repice u Hrvatskoj u razdoblju od 2000. - 2017. godine (Statistički ljetopis Republike Hrvatske, 2019.)

Godina	Površina (ha)	Proizvodnja (t)	Prinos (t/ha)
2000.	12 886	29 436	2,3
2001.	10 319	22 456	2,2
2002.	13 041	25 585	2,0
2003.	15 524	28 596	1,8
2004.	14 282	31 392	2,2
2005.	20 149	41 275	2,0
2006.	8 413	19 996	2,4
2007.	13 069	39 330	3,0
2008.	22 372	62 942	2,8
2009.	28 732	80 424	2,8
2010.	16 339	33 047	2,0
2011.	17 563	49 483	2,8
2012.	9 893	26 406	2,7
2013.	17 972	47 827	2,7
2014.	23 122	71 228	3,1
2015.	21 977	56 783	2,6
2016.	36 778	112 990	3,1
2017.	48 616	135 810	2,8
Prosjek	19,50	50,83	2,36

4. PROIZVODNJA ULJANE REPICE U SVIJETU

Uljana repica se u svijetu uzgaja na 30,2 milijuna hektara uz tendenciju stalnog povećanja površina (Pospišil, 2013.). Kina, Indija i Kanada (Tablica 2.) su vodeće zemlje u proizvodnji uljane repice sa 63,2% površine od ukupnih površina na kojima se uzgaja uljana repica. U Kanadi se uzgaja jara uljana repica zbog uvjeta koji ne zadovoljavaju uzgoj ozime uljane repice. To su sorte diploidne vrste koje su otporne na niske temperature. Prosječan prinos sjemena uljane repice u svijetu iznosi oko 2 t/ha (Tablica 3.).

Proizvodnja sjemena uljane repice u svijetu iznosi 55,7 milijuna tona. Stvaranje i uvođenje u proizvodnju novih sorata i hibrida uljane repice „00“ kvalitete omogućilo je brzo širenje ove kulture, osobito u Europi gdje je postala najvažnija uljarica (Pospišil, 2013.). Na svjetskom tržištu raste zainteresiranost za proizvodnju uljane repice (Slika 1.), uzgaja se u 30 zemalja, a zbog njenog značaja je među najvažnijim uljanim kulturama u svijetu. Proizvodnja uljane repice konstantno raste jer se osim za dobivanje ulja koristi i za dobivanje biodizela. Najveći proizvođači uljane repice u Europi su Francuska, Poljska, Njemačka i Danska. Njena najveća proizvodnja je započela tek nakon drugog svjetskog rata. Kanada se nalazi među većim svjetskim izvoznicima zrna uljane repice, a Europska unija među uvoznicima.



Slika 1. Uljana repica (Dora Radovanić)

Tablica 2. Površine uljane repice u svijetu u razdoblju od 2014. - 2017. godine (FAOSTAT, 2019.)

Zasijana površina (ha)				
	2014.	2015.	2016.	2017.
Kina	75 879	702 801	662 301	665 301
Indija	664 574	579 100	576 200	600 000
Kanada	834 380	832 200	799 030	844 308
Velika Britanija	674 570	652 000	579 000	562 000
Poljska	951 109	947 076	822 624	914 266
Njemačka	139 420	128 550	132 257	130 890

Tablica 3. Prinos uljane repice u svijetu u razdoblju od 2014. - 2017. godine (FAOSTAT 2019.)

Prosječan prinos (t/ha)				
	2014.	2015.	2016.	2017.
Kina	1,95	2,24	2,23	2,22
Indija	1,18	1,09	1,18	1,32
Kanada	1,97	2,20	2,46	2,52
Velika Britanija	3,64	3,89	3,07	3,86
Poljska	3,44	2,86	2,70	2,95
Njemačka	4,48	3,91	3,45	3,27

5. NAČIN IZDVAJANJA ULJA IZ SJEMENA ULJARICA

Priprema sjemena uljane repice za izdvajanje ulja sastoji se od čišćenja, usitnjavanja, prešanja usitnjenog materijala i ekstrakcije organskim otapalom.

5.1. Čišćenje

Cilj čišćenja je uklanjanje nepoželjnih nečistoća tijekom prerade i u krajnjim proizvodima. Obično se obavlja strojevima koje su posebne konstrukcije prilagođenim uljanom sjemenu. Nečistoće mogu biti kamenčići, dijelovi biljaka, komuške, prašina i dr.

Za temeljnije odvajanje nečistoća koriste se sita. Vibraciono sito funkcionira tako da sjeme propada kroz otvore, a ostatak nečistoća ostaje na situ ne dolazeći u dodir sa sjemenom. Nakon toga, na drugom situ sjeme ostaje, a nečistoće propadaju. Sito se sastoji od dva koso postavljena četvrtasta sita koji se nalaze jedan iznad drugog. Ukoliko čišćenje nije dobro obavljeno može se ponoviti. Čistoća ima veliku ulogu u prodaji i cijeni, a treba iznositi barem 98% (Mustapić i sur., 1984.). Ukoliko ima nekih nepravilnosti kod sjemena to se znatno odražava na otkupnu cijenu.

5.2. Usitnjavanje sjemena uljane repice

Usitnjavanje očišćenog sjemena uljane repice sa sadržajem vlage od oko 5 - 7% se obavlja na mlinovima s valjcima. Najčešći tip mlina za usitnjavanje je mlin sa dva para valjaka koji su vertikalno postavljeni jedan iznad drugog. Također postoje i mlinovi sa pet valjaka. Valjci su glatki sa promjerom od 400 mm ili 800 mm, gornji valjak može biti i blago nazubljen. Brzina valjka je različita što može dovesti do razvlačenja materijala prilikom usitnjavanja, njegova konstrukcija se podešava prema tehnološkim zahtjevima prerade.

Pod usitnjenim materijalom pripadaju dijelovi ljuske sjemena koji su izlomljeni, razvučeni u pločice ili pločasto zgnječeni. Usitnjavanje sjemena ima za cilj da stvori takvu strukturu materijala koja će biti dovoljno prikladna za dalju termičku i mehaničku obradu, kako bi se sa što manjim utroškom energije odvojilo ulje iz proteinsko-celulozne strukture sjemena, a da se pri tome željena svojstva izlazećih proizvoda trajno sačuvaju (Mustapić i sur., 1984.).

5.3. Prešanje usitnjenog materijala

Ono obuhvaća kondicioniranje samljevenog materijala kao pripremnu fazu te mehaničko tiještenje tako pripremljenog materijala, a cilj je da se dobije ulje i čvrsti ostatak koji se naziva pogača. Predgrijavanje ili kondicioniranje materijala je proces kojim se usitnjeni materijal zagrijava te vlaži. Cilj je da se usitnjeni materijal dovede do željenog stupnja vlažnosti, zagrijanosti i do spremnog stanja za mehaničko cijedenje na kontinuiranim presama. Predgrijač je aparat koji je u obliku uspravnog cilindra, dvostrukih stijenki sa horizontalnim etažama opskrbljen miješalicom. Svaka etaža ima krila miješalice tako konstruirana da materijal na putu od vrha prema dnu razgrću kod okretanja u jednoj etaži od centra prema periferiji, gdje su smješteni otvori kroz koje materijal propada na sljedeću, nižu, etažu. Najčešće se sastoji od pet etaža. Zagrijavanje se obavlja vodenom parom. Etaža se sastoji od termometra, miješalice i dovodima direktne pare pomoću kojih se usitnjeni materijal zagrijava te vlaži prema potrebi.

Također postoji i prešanje kontinuiranim presama kojima je cilj da mehaničkim tiještenjem tako pripremljeni materijal bude u dobrim uvjetima za cijedenje i odvajanje ulja od pogače (čvrstog dijela materijala).

Ovom obradom se dobije sirovo prešano ulje i pogača. Kod kapaciteta dnevne prerade iznad 100 tona primjenjuje se prešanje kao operacija obrade materijala do stupnja pogodnog za ekstrakciju pogače. Ovo prešanje se naziva predprešanje i obavlja se također mehaničkim kontinuiranim prešanjem materijala u jednom prolazu kroz presu (Mustapić i sur., 1984.). U izlazećoj pogači zaostane od oko 20 - 22% ulja. Zatim se pogača melje i ide na završno prešanje s pužnom prešom pomoću kojeg se dobije sirovo ulje i druga pogača u kojoj zaostalo ulje iznosi 5 - 7%.

5.4. Ekstrakcija organskim otapalom – pogače uljane repice

Ekstrakcija otapalom je najefikasniji način izdvajanja ulja, a njome se izdvajaju pojedini sastojci koji su otopljeni u nekom organskom otapalu. Ova metoda ekstrakcije se vrlo brzo razvila i našla veliku primjenu u industriji. Estrakcijski benzen i heksan su dvije vrste otapala koje se koriste u našoj industrijskoj praksi. Heksan je najčešće korišteno otapalo jer mu je područje ključanja od 65 °C do 75 °C, a ekstrakcijskom benzenu 55 – 95 °C. Prednost ovih ekstrakcijskih otapala je racionalno korištenje toplinske energije i dobiveno ulje je kvalitetnije.

Postoje šaržni i kontinuirani ekstraktori u kojima se odvija ekstrakcija pogače. Šaržni su oni koji čine skupinu tzv. specifične konstrukcije koje su povezane međusobno. Cilj je da se materijal obrađuje pomoću otopine ulja (čisto otapalo), a nakon toga vodenom parom. Dobiveni materijal se zatim ispušta u transportere i nakon toga odlazi na sušenje. Kontinuirani ekstraktori su aparati koji se sastoje od različitog broja rotirajućih ćelija, one služe za smještanje pogače za ekstrakciju, svako dno ćelije mora biti sitasto jer pomoću toga se dobije dobro ocijeđen materijal. Košare prolaze kroz zone gdje se serijom ugrađenih pumpi osigurava, recirkulacijom, tiještenje miscelom, polumiscelom i čistim otapalom (Mustapić i sur., 1984.).

6. UPOTREBA NUSPROIZVODA ULJANE REPICE

Ulje se iz sjemena dobiva prešanjem (nusproizvod pogača) i ekstrakcijom organskim otapalom (nusproizvod sačma). Jedan od nusproizvoda je i vlaknasta ljuska sa manjim postotkom ulja i sirovih bjelančevina koja se dobije izdvajanjem ulja iz uljarica, a koristi se kao balast u stočnoj hrani. Sačma i pogača se koriste u hranidbi stoke, no ipak moraju zadovoljavati neke od uvjeta tj. ne smiju biti truli, užegli, sadržavati otapala pomoću kojih je obavljena ekstrakcija, imati više od 1% stranih primjesa niti veliki postotak štetnih tvari. Za svaku namjenu za koju se repičino ulje namjerava koristiti svojom kvalitetom mora zadovoljiti propisane standarde. Ulje uljane repice pripada u skupinu polusušivih ulja s jednim brojem 105 – 126 (Pospišil, 2013.).

Repičino ulje proizvodi se od hibrida i sorata uljane repice s niskim sadržajem eruka kiselina i niskim sadržajem glukozinolata u sačmi te ima viši sadržaj esencijalnih masnih kiselina. Eruka kiseline su kiseline bez hranjive vrijednosti koji oštećuju krvni sustav ljudi i životinja, a prilikom prerade sjemena zadržavaju se u ulju. Koriste se za proizvodnju maziva i aditiva te za gurmansku industriju. Stare sorte su imali visok postotak glukozinolata. Glukozinolati su štetni sumporni spojevi koji se razlažu na tvari otrovne za stoku, a nakon prerade zadržavaju se u sačmi. Sačma je od bitnog značaja za preradu. Navedeno je da se ulje iz sjemena dobiva prešanjem (oko 50 - 60 kg pogače od 100 kg sjemena) uslijed čega dolazi do nusproizvoda zvanog pogača koja je nastala hidrauličkim ili mehaničkim prešanjem tehnički pripremljenog sjemena. Tehnički pripremljeno sjeme je oljušteno, mljeveno, zagrijano, prešano sjeme, klica ili jezga. Ona nema velikog značaja jer se iz pogače ekstrakcijom organskim otapalima dobiva sačma i sirovo ulje. Sačma uljane repice u prosjeku sadrži 34,7% bjelančevina, 2,2% masti, 12,9% vlakana i 32,5% nedušične ekstraktivne tvari (NET) pri 11% vlage (Grbeša, 2004.). Proteinska je hrana (35 - 40% proteina) koja je po svome kemijskom sastavu i biološkoj vrijednosti najbliža sojinoj sačmi. Sačma dobivena od „00“ sorata je poznata po svojoj kvalitetnoj vrijednosti jer ima nizak sadržaj eruka kiselina i nizak sadržaj glukozinolata.

Uspjesi koji su nastali u selekciji su vrlo pozitivni. Sadržaj eruka kiselina smanjen je sa 50% na <1%, smanjen je sadržaj glukozinolata u pogačama ispod 15 umol/g, poboljšana je odnos linolne prema linoleinskoj kiselini, te je povećan prinos i kvaliteta ulja. Osim ulja koji je osnovni proizvod uljane repice ima i drugih pozitivnih namjena i strana, kao što su da može dati najraniju proljetnu i najkasniju jesensku zelenu stočnu krmu, može se koristiti za zelenu

gnojidbu, prva je paša s koje pčele mogu skupiti znatne količine nektara i peluda u proljeće. Ovisno o sorti ili hibridu, daje oko 50 kg/ha meda (Pospišil, 2013.). Dobiveni med je bitan za proljetni razvoj pčelinjih zajednica, a žetveni ostaci se mogu koristiti kao biomasa.

7. KEMIJSKI SASTAV SJEMENA ULJANE REPICE

Plod uljane repice je komuška dužine 4 - 11 cm. Na jednoj biljci se može nalaziti 100 – 600 komuški, a u komuški 20 – 40 sjemenki koje su pupčanom vrpcom vezane za središnju lamelu. Njihov broj ovisi o dužini komuške. Broj sjemenki po biljci uz masu 1000 sjemenki predstavlja najvažniju komponentu prinosa. Sjemenka (Slika 2.) je dužine 1,8 - 2,8 mm, sitna i okruglasta, može biti crno–smeđe i plavičasto–crne boje i glatke površine, a koristi se u proizvodnji ulja. Masa 1000 sjemenki varira od 4 – 8 g, hektolitarska masa od 65 do 70 kg. Masa i hektolitarska masa ovise o sorti ili hibridu. Za sjetvu se koriste priznate sorte sa certifikatom iz kontrolirane proizvodnje (Pospišil, 2013.).



Slika 2. Sjeme uljane repice (Dora Radovanić)

U tablici 4. prikazan je sastav masnih kiselina ulja uljane repice u %.

Tablica 4. Sastav masnih kiselina ulja uljane repice u % (Pospišil, 2013.)

Kvaliteta ulja	Palmitinska C16:0	Oleinska C18:1	Linolna C18:2	Linoleinska C18:3	Eruka C22:1
Repičino ulje („00“ odnosno canola)	4	60	20	10	<2
Repičino ulje s visokim udjelom eruka masne kiseline	3	15	13	9	58°
Repičino ulje s niskim udjelom linolenske masne kiseline	4	60	30	2	<2
Repičino ulje s visokim udjelom oleinske masne kiseline	3	84	5	4	<2
Repičine ulje s visokim udjelom oleinske/niskim udjelom linolenske masne kiseline	3	84	7	2	<2

*uključuje 8 % eikosenske kiseline (C20:1)

Ulje uljane repice ima visoki sadržaj esencijalnih masnih kiselina (α -linolenska kiselina) te je bogato fenolnim spojevima, koji se nalaze u koncentraciji 6,4 - 12,8 g/kg. Te spojeve čine esterificirane fenolne kiseline sa oko 80% ukupnih fenolnih kiselina. Sinapinska kiselina koji je najveći predstavnik nalazi se u esterima s 71 - 97%, manje značajne su ferulinske, o-kumarinske, i p-kumarinske kiseline koje su mogu nalaziti u hladno prešanom repičinom ulju sa sadržajem 3 - 4 mg/kg. Sinapini su prisutni u uljanoj repici kao sinapoilkolina, feruloilkolina, izoferuloilkolina, kumaroilkolina, 4-hidroksibenzoilkolina i 3,4-dimetoksibenzoilkolina. U uljanoj repici detektirane su i hidroksicimentne i hidroksibenzojeve fenolne kiseline, a prisutne su u slobodnom i esterificiranom obliku. Trans-sinapinska kiselina je dominantna fenolna kiselina uljane repice, a prisutnost

cis-sinapinske kiseline je posljedica izomerizacije uzrokovane izlaganju sjemenki repice UV zračenju (Schulz-Borck,H. 1980.).

Sastav masnih kiselina ovisi o utjecaju vremenskih prilika tijekom nalijevanja sjemena, a određuje se plinskom kromatografijom. Promjena sastava masnih kiselina može značajno utjecati na nutritivne vrijednosti. Uljana repica je među rijetkim uljaricama s optimalnim 2:1 odnosom linolne (omega-6, 20%) i α -linolenske (omega-3, 11%) masne kiseline. Postoje dokazi da omega-3 masne kiseline imaju ulogu u prevenciji i terapiji brojnih kroničnih bolesti, osobito u smanjenju rizika od srčanih bolesti. Navedeno je jedna od važnijih karakteristika ulja uljane repice. Masne kiseline se dijele na nezasićene (oleinska) koje svojim sadržajem pridonose kvaliteti ulja, i zasićene (palmitinska i stearinska), cis, trans, slobodne i hidroksi masne kiseline. Rafinirano ulje je bogato nezasićenim masnim kiselinama, ulje koje se koristi u domaćinstvima i prehrambenoj industriji, također je visokokvalitetno i dobije se mješavinom suncokretovog i sojinog ulja. Eruka kiseline su kiseline bez hranjive vrijednosti koje su štetne za krvi sustav ljudi i životinja, njihov sadržaj je smanjen na <1%. Namirnice koje sadrže više od 5% eruka kiselina su zabranjene u mnogim državama svijeta (Trautwein, 2001.).

8. UPOTREBA ULJA ULJANE REPICE

Provedeno je istraživanje na benzinskim crpkama (Crodux, Tifon i Petrol) kako bi se utvrdio postotak biodizela u gorivima. Biodizel se dobiva iz ulja svih uljarica, ali najviše iz ulja uljane repice i iz rabljenog jestivog ulja, a može se dobiti i iz životinjske masti (Pospišil, 2013.).

Pri njegovoj proizvodnji nusproizvodi su sačma koja se koristi u krmnim smjesama, talog koji služi kao gnojivo u poljoprivredi i glicerol kao sirovina koja služi u farmaceutskoj industriji. Prvi biodizel iz biljnog ulja proizveli su znanstvenici E. Duffy i J. Patrick 1853. godine. Rudolf Diesel, izumitelj dizelskog motora s unutarnjim izgaranjem, proučavao je različita goriva za pogon svojih motora, od ugljena u prahu do ulja kikirikija. Upravo je ulje od kikirikija koristio kao gorivo za jedan od svojih motora na Pariškoj izložbi 1900. godine. Prva naftna kriza u 20. stoljeću (1970-ih) dala je poticaj mogućnosti korištenja biljnih ulja za proizvodnju biodizela kao alternative dizelu dobivenom iz fosilnih izvora. Biljna ulja su lako dostupna, prijenosna, obnovljiva, biorazgradiva, sadrže više topline i manje sumpora i aromatskih tvari. Međutim, korištena biljna ulja su izrazito viskozna, čak 10 – 20 puta viskoznija od naftnog dizela, što predstavlja glavni problem pri njihovoj upotrebi u motorima s unutarnjim izgaranjem. Zbog toga se moraju obraditi kako bi se mogla nesmetano koristiti kao izvor za dobivanje biodizela. Jedna od najzastupljenijih metoda korištenih za smanjenje viskoznosti biljnog ulja u industriji biodizela je transesterifikacija biljnog ulja ili životinjskih masti alkoholom (Bušić i sur., 2018.).

Biodizel se može proizvesti od različitih biljnih vrsta, a odabir istih ovisi o klimi i geografskom položaju uzgoja. Sukladno tomu, ulja uljane repice i suncokreta su glavni izvori za dobivanje biodizela u Europi, ulje soje u SAD-u, uljana repica (canola) u Kanadi, a palmino ulje u tropskim državama. S obzirom da se sva navedena ulja koriste u prehrani ljudi, njihovo korištenje za proizvodnju biodizela postavlja pitanje opravdanosti i etičnosti. Međutim, 28,9 milijuna litara biodizela proizvedeno je 2013. godine na svjetskoj razini. Očekuje se da će proizvodnja biodizela na svjetskoj razini dosegnuti 39 milijuna litara do 2024. godine što je povećanje za 27% u odnosu na 2014. godinu. Trenutno je Europska Unija najveći proizvođač biodizela (38%), a zajedno za SAD-om (16%), Brazilom (14%), Argentinom (7%), Indonezijom (6%) i Tajlandom (4%) proizvodi 85% ukupne svjetske količine biodizela (Kummamuru, 2016.). Postotak biodizela u dizelskim gorivima mora iznositi 7% te toliko i iznosi na benzinskim crpkama koje su navedene. Republika Hrvatska

se mora držati zakona o postotku jer je članica Europske Unije. U razdoblju od 2006. – 2010. postotak biodizela također izrečen zakonom iznosio je 2,75% - 5,75%.

Prednosti biodizela su:

1. U ispušnim plinovima ima manje CO₂ koji izaziva efekt staklenika, odnosno smatra se da je to ona količina CO₂ koju je biljka tijekom vegetacije usvojila iz atmosfere. Na taj način razina CO₂ ostaje ista u atmosferi
2. U ispušnim plinovima nema sumpornih spojeva. Sumporni spojevi izazivaju kisele kiše
3. Nije lako zapaljiv
4. Biodizel je biorazgradiv i nije otrovan
5. U ispušnim plinovima ima određeni postotak kisika
6. Obnovljiv je izvor energije
7. Zapošljavanje stanovništva u proizvodnji

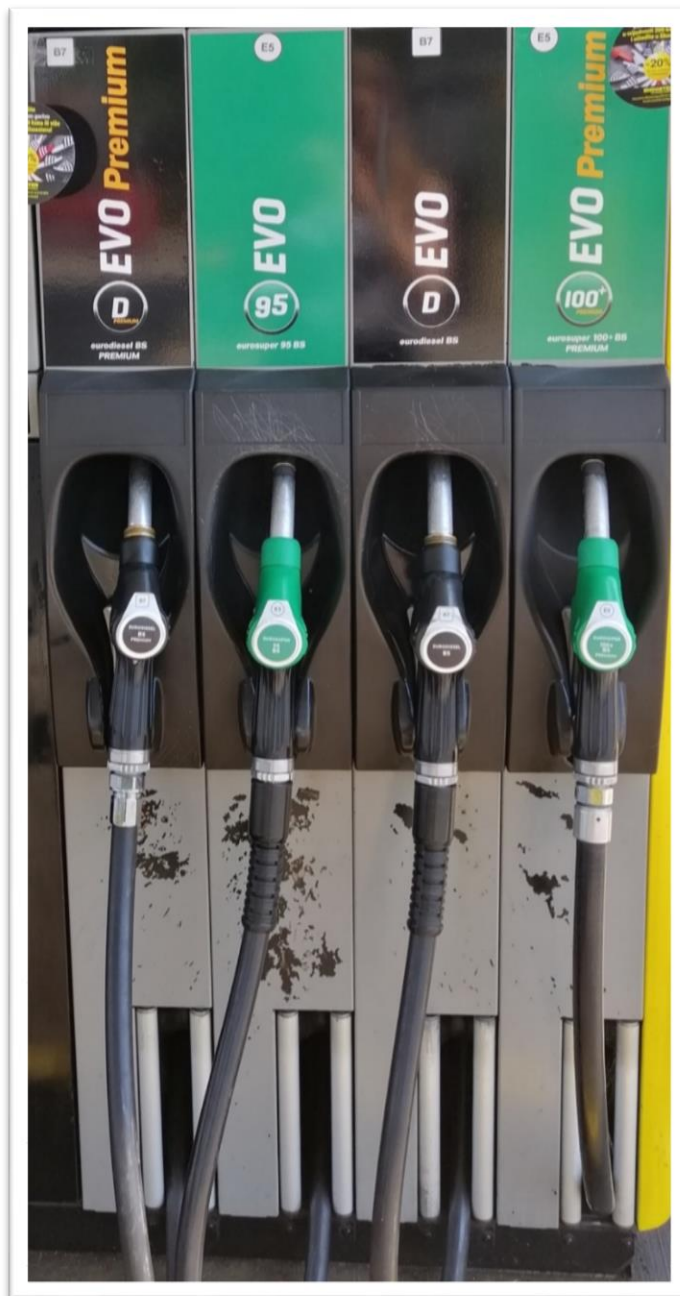
Nedostaci biodizela ukoliko se koristi kao pogonsko gorivo:

1. U zimskim uvjetima lošija je kvaliteta biodizela od dizelskog goriva
2. U prijevoznim vozilima starijih godina može doći do otapanja boje
3. Negativno djelovanje na brtvila u motorima
4. Začepljivanje filtera
5. Veća potrošnja

Ukoliko se prelazi na biodizelsko gorivo na starijim automobilima to je potrebno obaviti sa većim oprezom i preporučljivo je obaviti servis prije ugradnje. Zanimljiva činjenica je da se biodizelska goriva znatno brže razgrađuju od dizelskih goriva, znatno manje su toksična i imaju mali postotak ispušnih plinova, što se nalazi među važnijim prednostima (Mustapić i sur., 2006).

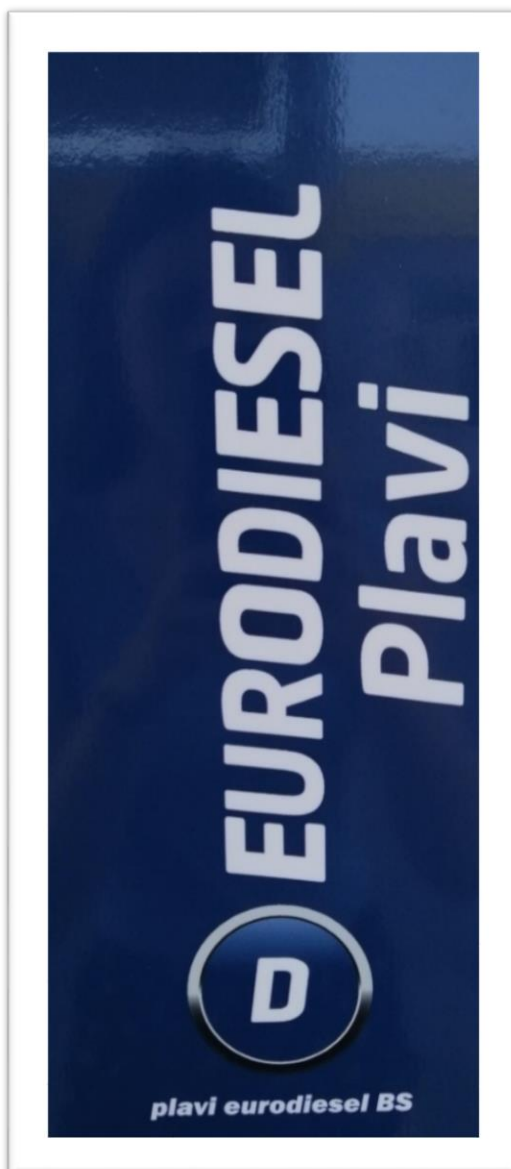
Postoje benzinska, dizelska i plinovita goriva od kojih svako ima svoju oznaku. Oznake motornih benzina su: E5, E10 i E85. E označava bio-komponentu/etanol prisutnu u benzinu. Dizelskih goriva: B7, B10, XTL. B označava bio-komponentu/biodizel prisutnu u dizelu, a XTL predstavlja sintetičko dizelsko gorivo te označava da nije dobiveno iz sirove nafte. Plinovitih goriva: H2, CNG, LPG, LNG. Navedene oznake su samo vizualna pomagala potrošačima prilikom provjere da su ispravno odabrali odgovarajuće gorivo za svoje vozilo. Slika 3. Prikazuje oznaku E5 što označava eurosuper 95 BS i eurosuper 100 + BS

PREMIUM , oznake pripadaju kategoriji bezinskih goriva, te B7 oznaka pod nazivom eurodiesel BS PREMIUM i eurodiesel BS koja pripadaju u kategoriju dizelskih goriva.



Slika 3. Benzinska (E5) i dizelska goriva (B7) (Dora Radovanić)

Slika 4. Prikazuje eurodiesel plavi pod oznakom D. Eurodiesel plavi se koristi u poljoprivrednim strojevima .



Slika 4. Eurodiesel plavi (D) (Dora Radovanić)

9. ZAKLJUČAK

Svrha uzgoja uljane repice je dobivanje ulja, ali je i izvrsna sirovina za proizvodnju biodizela. Sjeme za sjetvu trebalo bi biti čisto i kvalitetno, iz kontrolirane proizvodnje sa naznačenim certifikatom. Izbor hibrida ili sorte također ima veliku ulogu u sjetvi jer utječe na prinos sjemena, sadržaj ulja, sadržaj glukozinolata u sačmi, otpornost na smrzavanje, na bolesti te polijeganje i pucanje komuški. Neminovno je da je biodizel vrlo važan obnovljiv izvor energije na svjetskoj razini. Pod pretpostavkom da će u budućnosti proizvoditi sve više biodizela iz ulja uljane repice, Republika Hrvatska, zbog izuzetno povoljnih agroekoloških uvjeta za uzgoj iste, može napraviti jasnu strategiju povećanja površina zasijanih uljanom repicom za 4 – 5 puta u odnosu na trenutne površine (oko 40000 hektara). Povećanjem površina zasijanih uljanom repicom moguće je ostvariti samodostatnost za uljem i sačmom uljane repice te višak ulja koristiti za proizvodnju biodizela, a otvorila bi se i mogućnost prodaje na strana tržišta.

10. LITERATURA

1. Bušić, A., Kundas, S., Morzak, G., Belskaya, H., Marđetko, N., Ivančić Šantek, M., Komes, D., Šantek, B. (2018). Recent trends in biodiesel and biogas production. *Food technology and biotechnology*, 56(2), 152-173.
2. Državni zavod za statistiku. PC-Axis baze podataka. poljoprivreda, lov, šumarstvo i ribarstvo. Biljna proizvodnja. <http://www.dzs.hr/> (pristupljeno: 15. 4. 2019.)
3. FAOSTAT (2019.) Database. Crops. <http://www.fao.org/faostat/en#/data/QC> (pristupljeno: 17.4.2019.)
4. Gagro, M. (1998) : Ratarstvo obiteljskog gospodarstva: industrijsko i krmno bilje. Zagreb: Hrvatsko agronomsko društvo.
5. Grbeša, D. (2004.) : Metode procjene i tablice kemijskog sastava i hranjive vrijednosti krepkih krmiva. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
7. Mustapić, Z; Vratarić M; Rajčić L. (1984.) :Proizvodnja i prerada uljane repice. Sarajevo: NIRO » ZADRUGAR « - Izdavačka djelatnost, Sarajevo.
8. Mustapić, Z., Krička, T., & Stanić, Z. (2006.) : Biodizel kao alternativno motorno gorivo. *Energija*, 55(6), 634-657.
9. Pospišil, M. (2013.) : Ratarstvo II. dio – industrijsko bilje. Zrinski d.d., Čakovec
10. Schulz-Borck, H. (1980.): Zum Arbeitszeitaufwand in privaten Haushalte. *Hauswirtschaft und Wissenschaft*, 28, 117-128.
11. Trautwein, E. (2001.) : n-3 Fatty acids—physiological and technical aspects for their use in food. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103(1), 45-55.