

UTICAJ RASE I NAČINA ISHRANE NA HEMIJSKI SASTAV LEĐNOG MASNOSTI SVINJA KAO POTENCIJALNE SIROVINE ZA BIODIZEL

**Mladen M. Popovac^{1*}, Dragan D. Radojković¹, Milica D. Petrović¹,
Marija P. Gogić², Dragan Ž. Stanojević¹, Nikola Z. Stanišić² i
Aleksandar B. Miletić³**

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet,
Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Srbija

²Institut za stočarstvo, Autoput 16, 11080 Zemun, Srbija

³Institut PKB Agroekonomik, Industrijsko naselje b.b.,
Padinska Skela 11213, Beograd, Srbija

Rezime: Cilj rada bio je da se ispita hemijski sastav leđnog masnog tkiva svinja rase mangulica i plemenitih mesnatih rasa i njihovih meleza, kao i svinja koje su hranjene hranom obogaćenom ili neobogaćenom uljem, a sve sa aspekta proizvodnje biodizela gde bi polazna sirovina za ovo gorivo bilo masno tkivo svinja. Ispitujući uticaj rase i sadržaja ulja u hrani ustanovljeno je statistički značajno variranje hemijskih karakteristika masnog tkiva svinja (sadržaja masti, vode, proteina, zasićenih i nezasićenih masnih kiselina) pod uticajem ovih faktora. Najveći sadržaj masti (89,39%) koji je ključni faktor konverzije sirovine u biodizel utvrđen je u leđnom masnom tkivu rase mangulica dok je najmanji sadržaj masti (86,10%) utvrđen u leđnoj slanini plemenitih mesnatih rasa i njihovih meleza. Najpovoljniji odnos zasićenih i nezasićenih masnih kiselina (37,92% : 62,07%) koje uslovljavaju neke fizičke osobine goriva utvrđen je u leđnoj slanini grla čija je hrana bila obogaćena uljem, a najveći udeo zasićenih masnih kiselina, odnosno najnepovoljniji masnokiselinski sastav (40,90% : 59,09%) utvrđen je u masnom tkivu grla koja su dobijala hranu siromašnu uljem. Najmanji sadržaj zasićenih masnih kiselina i vode (7,44%) kao ključnih faktora od kojih zavise cetanski broj i proces proizvodnje goriva ukazuje da je najpogodnija sirovina za proizvodnju biodizela masno tkivo grla čija je hrana sadržala određenu količinu ulja.

Ključne reči: biodizel, svinjsko masno tkivo, masne kiseline.

Uvod

Poslednje decenije karakteriše neprestana potraga za energijom i usavršavanje različitih tehnoloških procesa u proizvodnji energije koja potiče iz obnovljivih

* Autor za kontakt: e-mail: mlp@agrif.bg.ac.rs

izvora. Jedan od takvih izvora energije jesu različite masnoće animalnog (trigliceridi) i biljnog porekla koje se koriste za proizvodnju biodizela (Skala i Glišić, 2004). Dostupna literatura iz ove oblasti ukazuje na znatno veću zastupljenost i proizvodnju biodizela koji potiče iz biljnih ulja, dok su animalne masnoće (poreklom od svinja, živine, preživara i riba) još uvek nedovoljno uključene u proizvodnju ovog energenta, kako zbog svojih specifičnih karakteristika koje uslovljavaju nešto složeniji proces pripreme sirovine, tako i zbog svoje konkurentnosti u ishrani stanovništva, naročito u ekonomski nerazvijenim zemljama sveta.

Srbija predstavlja zemlju koja ima značajan potencijal za proizvodnju biodizela animalnog porekla, gde bi svakako po količini prednjačio biodizel proizveden iz svinjskih masnoća, obzirom na broj i učešće zaklanih svinja u zemlji. Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku (2012) u 2011. godini u Srbiji je zaklano 5,795 miliona svinja prosečne mase 98 kg, pri čemu su obrađeni trupovi svinja učestvovali sa preko 56% u ukupnoj masi obrađenih trupova svih zaklanih domaćih životinja, a količina masnog tkiva koje je proizvedeno iznosila je 42 miliona kilograma. Ovako značajne količine svinjske masnoće koje ostaju kao nusproizvod klanične industrije ukazuju na potrebu i značaj ispitivanja korišćenja ove sirovine u proizvodnji biodizela.

Hemijski sastav sirovine, odnosno sadržaj triglicerida u njoj predstavlja limitirajući faktor koji uslovljava konverziju iste u procesu esterifikacije u biodizel. U istraživanjima Bharata i Bhattacharya (2012) je ustanovljeno da veći sadržaj masti u animalnim sirovinama uslovljava i srazmerno veću količinu biodizela koji je proizveden iz tih sirovina. Ovo je za očekivati kada se radi o sirovinama (masnoćama) različitih vrsta životinja i uzetih iz i sa različitih delova tela (potkožno masno tkivo leđa, trbuha i sl., unutrašnje masno tkivo odnosno salo ili loj, koža, intra-muskularno odvojivo masno tkivo) koje imaju različit sadržaj triglicerida, vode, proteina i dr. Međutim, podaci o hemijskom sastavu masnog tkiva svinja uzetog sa istog dela tela životinja različitih rasa, sa aspekta proizvodnje biodizela nisu pronađeni u dostupnoj literaturi, pa je cilj ovog istraživanja proizašao iz potrebe da se ispita kako genotip i ishrana svinja utiču na hemijski sastav masnog tkiva i kvalitet triglicerida koji bi se koristili u proizvodnji ovog biološkog goriva.

Vrsta i koncentracija masnih kiselina u trigliceridima zavise od sirovine iz koje trigliceridi potiču, a utiču na fizičke osobine goriva kao što su: cetanski broj, gustina i tačka paljenja goriva (Koria i Nithya, 2012). Trigliceride animalnog porekla odlikuje visoko učešće zasićenih masnih kiselina koje uslovljavaju viši cetanski broj, višu gustinu i višu tačku paljenja što sve može uticati na nepotpuno sagorevanje ovog energenta (Knothe et al., 2003; Tomić et al., 2012), kao i na sam proces proizvodnje biodizela.

Različiti su razlozi koji favorizuju i daju prednost upotrebi masnog tkiva svinja u proizvodnji biodizela, počevši od hemijskih karakteristika sirovine, preko bioloških osobina ove vrste životinja pa sve do proizvodnih i ekonomskih karakteristika koje odlikuju ovu granu proizvodnje. Može se navesti više prednosti i razloga upotrebe svinjskih masnoća kao sirovine u proizvodnji biodizela:

1. Visok udeo triglicerida u masnom tkivu svinja, koji su jedan od limitirajućih faktora konverzije sirovine u biodizel (Bharat i Bhattacharya, 2012). Udeo triglicerida u lednoj slanini ide i do 90% (Wood et al., 2008).

2. Svinjske masnoće su neizbežan nusproizvod (većim delom) klanične industrije, jer savremene mesnate rase i njihovi melezi imaju prema istraživanjima Petričevića et al. (2001) od 23,8% (18,5 kg) do 28,0% (21,6 kg) masnog tkiva u trupu.

3. Krmače selekcionisane na niži udeo masnog tkiva u trupu imaju po pravilu lošije reproduktivne performanse u odnosu na grla prosečne mesnatosti (Szulc et al., 2013), što opet ukazuje na neminovnost dobijanja svinjskih masnoća iz ove grane stočarstva.

4. Masno tkivo svinja kao nusproizvod klanične industrije predstavlja veoma jeftinu sirovinu za proizvodnju biodizela, što u najvećoj meri utiče na ekonomičnost proizvodnje ovog energenta. Peters et al. (2011) navode da se cena čistih animalnih masnoća, među kojima dominira svinjska mast, na tržištu Evropske Unije u periodu 2006–2010. godine kretala od 380 do 800 evra po toni.

5. Visok udeo zasićenih masnih kiselina i nepovoljan odnos nekih polinezasićenih masnih kiselina u masnom tkivu svinja čine svinjske masnoće nepodesnim u ishrani ljudi, posebno onih sa poremećajima u metabolizmu, sa aspekta zdravlja (Wood et al., 2003; Petrović et al., 2010).

6. Gajenje autohtone masne rase svinja “mangulica” je u poslednje vreme u ekspanziji. Odrasla utovljena grla ove rase karakteriše 65–70% masnog tkiva u trupu (Egerszegi et al., 2003), koje bi većim delom moglo da se usmeri u proizvodnju biodizela.

7. Neiskorištene i neprerađene svinjske masnoće u klanicama predstavljaju potencijalne zagađivače vodotokova i životne sredine.

Cilj rada bio je da se ispita hemijski sastav lednog masnog tkiva svinja rase mangulica i plemenitih mesnatih rasa i njihovih meleza, kao i svinja koje su hranjene hranom obogaćenom ili neobogaćenom uljem, a sve sa aspekta proizvodnje biodizela gde bi polazna sirovina za ovo gorivo bilo masno tkivo svinja.

Materijal i metode

Uzeta su 24 uzorka masnog tkiva svinja od isto toliko zaklanih životinja u klanici. Uzorci su uzeti od dve grupe svinja. Prvu grupu je činilo 12 tovljenika plemenitih mesnatih rasa (veliki jorkšir, landras i durok) i njihovih meleza, a drugu

grupu je činilo takođe 12 tovljenika rase mangulica (beli i lasati soj). U okviru i jedne i druge grupe postajala su grla koja su hranjena na uobičajen način i grla koja su dobijala hranu koja je u sebi sadržala neke komponente sa visokim učešćem ulja (seme lana, zrno soje, ostatci hrane iz restorana sa visokim učešćem jestivog ulja).

Uzorci su uzeti od ledne slanine sa sredine leđa, ohlađenih levih svinjskih polutiki 24 časa posle klanja. Nakon skidanja ledne slanine primarna obrada svakog uzorka je obuhvatala skidanje kože i usitnjavanje masnog tkiva u blenderu koje je poslužilo za dalje analize. Masa ovako pripremljenog uzorka za analize iznosila je oko 200 g.

Osnovna hemijska analiza obuhvatala je utvrđivanje sadržaja masti, vode i proteina. Sadržaj vode određen je sušenjem uzorka do konstantne mase na temperaturi od $102\pm 2^{\circ}\text{C}$ (SRPS ISO 1442, 1998). Količina vode u uzorku je izražena u procentima ukupne mase.

Količina masti je utvrđena na aparatu Gerhardt (Gerhardt, Nemačka) metodom po Soxhlet-u (SRPS ISO 1444, 1998), a kao rastvarač korišćen je petrol-etar. Sadržaj masti je izražen u procentima mase.

Sadržaj belančevina je određen metodom po Kjeldahl-u, na aparatu Kjeltec system 1026 (Foss Tecator, Danska), a uzorak je prethodno mineralizovan korišćenjem koncentrovane H_2SO_4 uz dodatak katalizatora (SRPS ISO 937, 1992). Sadržaj proteina je izražen u procentima mase.

Izdvajanje masti iz masnog tkiva izvršeno je vlažnim postupkom dobijanja masti. Usitnjeno masno tkiva iz primarnih uzoraka pomešano je sa destilovanom vodom u odnosu 1:1 i dobijena masna pasta je kuvana u ekspres loncu na srednjoj temperaturi u trajanju od oko 15 minuta. Nakon toga je sadržaj ohlađen na temperaturi od oko 40°C i filtriran kako bi se odvojila čvrsta (otpadna) i tečna faza u kojoj se nalazila mast. Zatim je pomoću levka za razdvajanje izdvojena mast koja je poslužila za gasnu hromatografiju, kojom je utvrđen odnos zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u masnom tkivu.

Određivanje sadržaja masnih kiselina urađeno je metodom gasno-tečne hromatografije, na aparatu Shimadzu GC-17 (Shimadzu Scientific, Kyoto, Japan) sa plameno-jonizujućim detektorom (FID). Za razdvajanje metil estara korišćena je kapilarna kolona (Alltech AT-Wax), unutrašnjeg prečnika 0,25 mm, sa debljinom stacionarne faze od $0,25\ \mu\text{m}$ (polietilen). Kao noseći gas korišćen je helijum (radni pritisak od 147 kPa), temperatura injektora i detektora bila je podešena na 260°C , a program zagrevanja kolone bio je sledeći: 2 minuta na 70°C , zatim je temperatura povećana na 150°C (sa gradijentom od $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$), zatim zadržavanje od 3 minuta na ovoj temperaturi, zatim je temperatura povećana na 235°C (sa gradijentom od $4^{\circ}\text{C}/\text{min}$) i ta temperatura je bila konstantna tokom 10 minuta.

Priprema uzorka za hromatografsku analizu išla je sledećim redosledom: u 100 mg uzorka je dodato 2 ml benzena, a iz ovog rastvora je uzet alikvot od 100 μl i pomešan je sa 200 μl internog standarda (nonadekanska kiselina 19:0),

1 ml benzena, 2 ml metanola i 4 kapi koncentrovane H_2SO_4 . Smeša se zagrevala na $80^\circ C$ tokom 2 sata, da bi se odigrala transesterifikacija masnih kiselina. Dobijeni metil-estri masnih kiselina su odvojeni u levku za odvajanje, gde je dodato 10 ml heksana i 2 ml destilovane vode. Kako bi se u potpunosti kvantifikovao, uzorak je filtriran na celuloznom filter papiru, dodat je anhidrovani Na_2SO_4 , sušen na rotacionom isparivaču, a zatim je u uzorak dodat 1 ml heksana. Nakon toga, 1 μ l uzorka je injektovan u gasni hromatograf.

Hromatografskim odvajanjem dobijen je hromatogram uzorka, u kom su masne kiseline snimljene u obliku pikova odvojenih jedni od drugih po rastućoj dužini lanca (broju C atoma), a kod iste dužine lanca povećanjem stepena nezasićenosti (brojem dvostrukih veza). Poređenjem retencionih vremena pikova uzorka sa retencionim vremenima pikova standarda, urađena je identifikacija pojedinačnih masnih kiselina. Rezultati su izraženi kao udeo zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u ukupnim masnim kiselinama (EN ISO 5509, 2007).

Statistička obrada rezultata hemijskih analiza obuhvatala je utvrđivanje deskriptivnih statističkih pokazatelja i analizu varijanse primenom fiksnog modela.

Rezultati i diskusija

Prosečan sadržaj i interval variranja sadržaja masti, vode, proteina, zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u uzorcima lednog masnog tkiva koji su analizirani prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Sadržaj i interval variranja sadržaja masti, vode, proteina, zasićenih i nezasićenih masnih kiselina (%) u uzorcima lednog masnog tkiva svinja.

Table 1. The content and intervals of variation for fat, water, protein, saturated and unsaturated fatty acids (%) in samples of pig back fat tissue.

Sastav lednog masnog tkiva <i>Composition of back fat tissue</i>	Aritmetička sredina <i>Mean</i>	Standardna devijacija <i>Standard deviation</i>	Interval variranja <i>Interval of variation</i>
Masti <i>Fat</i>	87,75	2,39	83,07–91,43
Voda <i>Water</i>	8,55	1,84	5,83–12,15
Proteini <i>Proteins</i>	2,77	0,71	1,71–4,51
Zasićene masne kiseline <i>Saturated fatty acids</i>	39,68	1,76	36,99–42,42
Nezasićene masne kiseline (mononezasićene + polinezasićene) <i>Unsaturated fatty acids</i> (<i>monounsaturated+ polyunsaturated</i>)	60,31	1,76	57,56–63,00

Ispitujući uticaj rase i prisustva ulja u hrani ustanovljeno je da su rasa i hrana ispoljile statistički značajan uticaj ($p < 0,01$) na sadržaj masti, vode i proteina u masnom tkivu svinja. U tabeli 2 su prikazane prosečne vrednosti ovih komponenti masnog tkiva, kao limitirajućih faktora kvantiteta i kvaliteta u proizvodnji ovog biološkog goriva.

Tabela 2. Sadržaj masti, vode i proteina (%) u leđnom masnom tkivu prikazan po rasama i sadržaju ulja u hrani svinja.

Table 2. The content of fat, water and protein (%) in back fat tissue of pigs as influenced by breed and oil content in feed.

Faktori <i>Factors</i>	Mast <i>Fat</i>	Voda <i>Water</i>	Proteini <i>Proteins</i>
Mesnate rase i njihovi melezi <i>Meaty breeds and their crossbreds</i>	86,10	9,62	3,27
Mangulica (lasasti i beli soj) <i>Mangulica (black and white strain)</i>	89,39	7,48	2,27
p-vrednost (rase svinja) <i>p-value (pig breeds)</i>	0,000000	0,000005	0,000003
Ishrana bez učešća hraniva bogatih uljem <i>Nutrition without the participation of oil-rich feeds</i>	86,90	9,35	2,94
Ishrana sa hranivima bogatim uljem <i>Nutrition with oil-rich feeds</i>	88,93	7,44	2,54
p-vrednost (ishrana) <i>p-value (nutrition)</i>	0,000012	0,000010	0,002405

U tabeli 2 se može videti da su najviše masti u masnom tkivu imali tovljenici rase mangulica (89,39%), a najmanje tovljenici plemenitih mesnatih rasa (86,10%). S tim u vezi može se pretpostaviti da bi masno tkivo mangulice imalo najbolju konverziju sirovine u gorivo zbog visokog udela masti i niskog udela proteina (2,27%), koji ispoljavaju negativan uticaj na kvalitet goriva. Szabo et al. (2010) su utvrdili da je sadržaj masti u leđnoj slanini varirao pod uticajem rase, pri čemu se udeo masti između mangulice i mesnate rase razlikovao za više od 10%. Kada je u pitanju ishrana, grla koja su dobijala manju količinu hraniva bogatim uljima imala su veći sadržaj masti (88,93%) u leđnoj slanini u odnosu na grla hranjena hranom koja nije sadržala ulje (kod kojih je bio ustanovljen prosečan sadržaj masti u leđnom masnom tkivu od 86,90%). Takođe, najniži sadržaj vode (7,44%) u masnom tkivu grla koja su u ishrani imala manju količinu ulja čini masno tkivo ovih životinja podesnijim za preradu u biodizel, jer veći sadržaj vode predstavlja jedan od faktora koji utiču na neželjene reakcije (saponifikacija) u procesu esterifikacije sirovine u biodizel (Fedderm et al., 2011). Sagledavši hemijske

karakteristike sirovine ovde se nameće pitanje i potreba da se dalje ispita da li se sirovina sa ovako visokim udelom masti samo mehanički usitnjena i eventualno dehidrirana može direktno podvrgnuti procesu esterifikacije u proizvodnji biodizela.

Sadržaj zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u ispitivanim uzorcima leđnog masnog tkiva je statistički značajno varirao ($p < 0,01$) pod uticajem rase i sadržaja ulja u hrani. U tabeli 3 prikazan je sadržaj zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u leđnoj slanini kod grla ispitivanih rasa i prema sadržaju ulja u hrani koju su grla dobijala.

Tabela 3. Sadržaj zasićenih i nezasićenih masnih kiselina (%) u leđnom masnom tkivu prikazan po rasama i sadržaju ulja u hrani svinja.

Table 3. The content of saturated and unsaturated fatty acids (%) in back fat tissue of pigs as influenced by breed and oil content in feed.

Faktori <i>Factors</i>	Zasićene masne kislone <i>Saturated fatty acids</i>	Nezasićene masne kislone <i>Unsaturated fatty acids</i>
Mesnate rase i njihovi melezi <i>Meaty breeds and their crossbreeds</i>	38,91	61,08
Mangulica (lasasti i beli soj) <i>Mangulica (black and white strain)</i>	40,46	59,53
p-vrednost (rase svinja) <i>p-value (pig breeds)</i>	0,003663	0,003663
Ishrana bez učešća hraniva bogatih uljem, <i>Nutrition without the participation of oil-rich feeds</i>	40,90	59,09
Ishrana sa hranivima bogatim uljem <i>Nutrition with oil-rich feeds</i>	37,92	62,07
p-vrednost (ishrana) <i>p-value (nutrition)</i>	0,000001	0,000001

Odnos zasićenih i nezasićenih masnih kiselina sa aspekta kvaliteta sirovine za biodizel bio je najbolji (37,92% : 62,07%) kod grla koja su hranjena hranom sa većim učešćem ulja i kod grla plemenitih mesnatih rasa i njihovih meleza (38,91% : 61,08%). Bečková i Václavková (2007) navode da grla koja su dobijala laneno seme imaju statistički značajno veće učešće nezasićenih masnih kiselina u lipidima masnog tkiva u odnosu na grla koja su hranjena hranom siromašnom uljem. Sa druge strane uvažavajući navode Tomića (2012) da biodizel proizveden od životinjskih masti ima visoku vrednost (gornja granica) cetanskog broja zbog visokog udela zasićenih masnih kiselina u sirovini, može se zaključiti da je masno tkivo plemenitih rasa svinja i njihovih meleza i masno tkivo svinja koje su hranjene hranom koja je sadržala ulje pogodnije i prihvatljivije kao sirovina u proizvodnji biodizela zbog povoljnijeg odnosa zasićenih i nezasićenih masnih kiselina.

Zaključak

Rasa svinja i udeo ulja u hrani su statistički značajno uticali na sadržaj: masti, vode, proteina, zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u leđnom masnom tkivu koje bi se koristilo kao polazna sirovina za proizvodnju biodizela. Najveći sadržaj masti koja je presudna za konverziju u biodizel imale su svinje rase mangulica i svinje koje su u hrani imale određeni sadržaj ulja (89,39%; 88,93%). Najbolji masnokiselinski sastav, odnosno najmanje zasićenih masnih kiselina (37,92%) i najmanji sadržaj vode (7,44%) imalo je masno tkivo grla čija je hrana sadržala određenu količinu ulja. Ovi parametri predstavljaju ključne faktore koji, kada su sadržani u većoj količini, dovode do viših vrednosti cetanskog broja biodizela i do neželjenih reakcija u proizvodnji ovog bioenergenta.

Na osnovu svega može se dati konačan zaključak da je najpodesnija sirovina za biodizel sa aspekta kvantiteta i kvaliteta masno tkivo svinja koje su hranjene hranom koja je u sebi sadržala ulje, a najbolju konverziju u gorivo trebalo bi da ima masno tkivo mangulice.

Rezultati ovih istraživanja poslužili su kao polazna osnova za dalja istraživanja, u kojima je od ovih uzoraka masnog tkiva proizveden biodizel u različitim uslovima i sa različitim katalizatorima, čiji rezultati treba da budu objavljeni u narednom periodu.

Zahvalnica

Istraživanja u ovom radu su deo projekta TR-31081 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Bečková, R., Václavková, E. (2007): Factors influencing fatty acids composition in pork meat. *Research in Pig Breeding* 1(1):4-6.
- Bharat, T.K., Bhattacharya, A. (2012): The production and analysis of biodiesel from waste chicken skin and pork skin fat and a comparison of fuel properties to petroleum derived diesel fuel. *International Journal of Engineering Research and Development* 2(3):8-15.
- Egerszegi, I., Rátky, J., Solti, L., Brüssow, K. (2003): Mangalica - an indigenous swine breed from Hungary (Review). *Archiv Tierzucht* 46(3):245-256.
- EN ISO 5509 (2007): Animal and vegetable fats and oils - Preparation of methyl esters of fatty acids. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Feddern, V., Cunha A.Jr., Prá, M.C., Abreu, P.G., Filho, J.I.S., Higarashi, M.M., Sulenta, M., Coldebella, A. (2011): Animal fat wastes for biodiesel production. *Biodiesel – feedstocks and processing technologies*, pp. 45-77. www.intechopen.com.
- Knothe, G., Matheaus, A.C., Ryan, W.T. (2003): Cetane numbers of branched and straight-chain fatty esters determined in an ignition quality tester. *Fuel* 82:971-975.

- Koria, L., Nithya, G. (2012): Analysis of *Datura stramonium* Linn. biodiesel by gas chromatography - mass spectrometry (gc-ms) and influence of fatty acid composition on the fuel related. *Journal of Phytology* 4(1):6-9.
- Peters, D., Koop, K., Warmerdam, J. (2011): Information sheet on RED double counting of wastes and residues. *Info Sheet 10: Animal Fats*:1-11.
- Petričević, A., Kralik, G., Gutzmirtl, D., Crnjac, T., Margeta, V. (2001): Utjecaj hranidbe na kakvoću svinjskih polovica u obiteljskim gospodarstvima. *Poljoprivreda* 7:47-51.
- Petrović, M., Radović, Č., Parunović, N., Mijatović, M., Radojković, D., Stanišić, N. (2010): Kulen od mesa svinje rase mangulica i moravka. *Biotechnology in Animal Husbandry* 26 (spec. issue):81-94.
- Republički zavod za statistiku (2012): Statistički godišnjak Republike Srbije, Beograd.
- Skala, D., Glišić, S. (2004): Biodizel, istorijat, proizvodnja i standardi. *Hemijska industrija* 58(2): 73-78.
- SRPS ISO 937 (1992): Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja azota. Savezni zavod za standardizaciju.
- SRPS ISO 1442 (1998): Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja vlage. Savezni zavod za standardizaciju.
- SRPS ISO 1444 (1998): Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja slobodne masti. Savezni zavod za standardizaciju.
- Szabó, A., Viski, A., Egyházi, Z., Házas, Z., Horn, P., Romvári, R. (2010): Comparison of Mangalica and Hungarian Large White pigs at identical bodyweight: 1. Backfat histology. *Archiv Tierzucht* 53(2):141-146.
- Szulc, K., Knecht, D., Jankowska-Müakosa, A., Skrzypczak, E., Nowaczewski, S. (2013): The influence of fattening and slaughter traits on reproduction in Polish Large White sows. *Italian Journal of Animal Science* 12(3):16-20.
- Tomić, M. (2012): Uticaj fizičko-hemijskih karakteristika biljnih ulja na kvalitet biodizela. *Savremena poljoprivredna tehnika* 38(4):367-376.
- Wood, D.J., Richardson, I.R., Nute, R.G., Fisher, V.A., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, R.P., Enser, M. (2003): Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science* 66:21-32.
- Wood, D.J., Enser, M., Fisher, V.A., Nute, R.G., Sheard, R.P., Richardson, I.R., Hughes, I.S., Whittington, F. (2008): Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science* 78:343-358.

Primljeno: 19. februara 2014.

Odobreno: 29. aprila 2014.

THE EFFECTS OF BREED AND FEEDING REGIME ON THE CHEMICAL
COMPOSITION OF PIG BACK FAT AS A POTENTIAL RAW MATERIAL
FOR BIODIESEL PRODUCTION

**Mladen M. Popovac^{1*}, Dragan D. Radojković¹, Milica D. Petrović¹,
Marija P. Gogić², Dragan Ž. Stanojević¹, Nikola Z. Stanišić² and
Aleksandar B. Miletić³**

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture,
Nemanjina 6, 11080 Belgrade-Zemun, Serbia

²Institute for Animal Husbandry, Autoput 16, 11080 Zemun, Serbia

³Institute PKB Agroekonomik, Industrijsko naselje b.b.,
Padinska Skela 11213, Belgrade, Serbia

A b s t r a c t

The aim of this study was to evaluate the chemical composition of the back fat tissue of mangalitsa pig and meaty pig breeds and their crosses, and the pigs that were fed with feed that was enriched or unenriched with oil, from the aspect of the production of biodiesel, where the starting material for the fuel would be the fat tissue of pigs. By examining the impact of breed and oil content in feed, it was found that chemical parameters (fat, water, protein, saturated and unsaturated fatty acids) show statistically significant variation under the influence of these factors. The highest fat content (89.39%), which is essential for conversion of fat into biodiesel, was found in back adipose tissue of mangalitsa breed, while the lowest fat content (86.10%) was found in the back fat tissue of meaty breeds and their crosses. Favorable ratio of saturated to unsaturated fatty acids (37.92% : 62.07%), on which some physical properties of the fuel depend, was found in the back fat tissue of pigs that were fed with feed enriched with oil, and the largest proportion of saturated fatty acids, i.e. the most unfavorable fatty acid composition (40.90% : 59.09%) was found in the back fat tissues of pigs that were fed with feed unenriched with oil. The lowest content of saturated fatty acids and water (7.44%), as the key factors that determine the cetane number of the fuel and the fuel production process, indicates that the most suitable raw material for the production of biodiesel is the fat tissue of pigs that were fed with food that contained a certain amount of oil.

Key words: biodiesel, pork fat tissue, fatty acids.

Received: February 19, 2014

Accepted: April 29, 2014

*Corresponding author: e-mail: mlp@agrif.bg.ac.rs