

Povezanost polimorfizma *DGAT1* gena sa mesnim odlikama janjadi

Marijana Vrbančić¹, Ivan Vnučec², Tatjana Jelen¹, Jelena Ramljak², Miljenko Konjačić²

¹Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, Križevci, Hrvatska (e-mail: mvrbanacic@vguk.hr)

²Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Skroman je broj istraživanja na temu utjecaja genotipa na mesne odlike janjadi. Cilj ovog rada je prikazati rezultate dosadašnjih istraživanja pojavnosti frekvencija alelnih varijanti i genotipova *DGAT1* gena te povezanosti polimorfizama *DGAT1-C/T* s nekim mesnim odlikama janjadi (završna tjelesna masa, sastav trupa, kakvoća mesa). Dosadašnja istraživanja potvrdila su povezanost između *DGAT1* gena i nekih mesnih odlika janjadi. Postoji povezanost *C* alelne varijante *DGAT1* gena s većom tjelesnom masom i masom trupa janjadi, dok se alelna varijanta *T* povezuje s većim sadržajem intramuskularne masti i većim stupnjem mramoriranosti mesa.

Ključne riječi: janjad, *DGAT1* gen, polimorfizam, mesne odlike

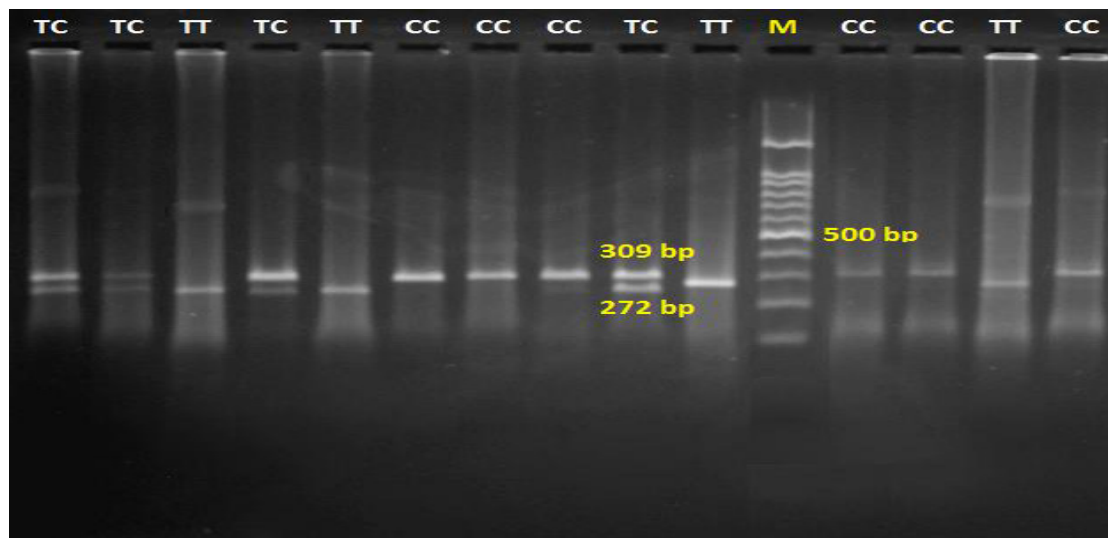
Uvod

Od početaka razvoja civilizacije ovce su bile jedna od najvrjednijih vrsta životinja koje je udomaćio čovjek, a uzgoj ovaca važna privredna grana koja se proširila na sve kontinente. Zbog naglašenog svojstva adaptabilnosti na različite klimatske i geografske uvjete uzgajaju se na područjima na kojim je smanjena mogućnost uzgoja drugih domaćih životinja. Među domaćim životinjama odlikuje ih najsvestranija korisnost i to kroz proizvodnju mesa, mlijeka, vune, kože i stajskog gnoja.

Prema podacima Jedinственог регистра ovaca i koza, u Republici Hrvatskoj se uzgaja oko 580.000 rasplodnih ovaca (MP, 2019). Brojno stanje uzgojno valjanih ovaca bilježi pozitivan trend zadnjih pet godina (MP, 2019). U posljednjih dvadesetak godina u zemljama Europske unije značaj ovčjeg, odnosno janječeg mesa kao glavnog proizvoda ovčarske proizvodnje, primjetno je porastao. U istom je razdoblju zamijećeno jače zanimanje potrošača za kvalitetom janječeg mesa (Knapik i sur., 2017). Ovčje i janjeće meso posjeduje jedinstvene kulinarske vrijednosti, poput mekoće, okusa i velike hranjive vrijednosti pa je stoga atraktivno i uživa veliku potražnju potrošača na mnogim stranim tržištima (Knapik i sur., 2017). Kvaliteta ovčjeg mesa ovisi o nizu čimbenika genetske i okolišne naravi kao što su npr. boja mesa, sposobnost zadržavanja vode, tvrdoća mesa i otpornost prema oksidacijskim promjenama (Rosenvold i Andersen, 2003). Svojstva koja određuju kvalitetu mesa su složena i kontrolira ih nepoznat broj gena tj. lokusa za kvantitativna svojstva (QTL) (Andersson i Georges, 2004). Korištenjem tradicionalnih uzgojnih programa teško je postići poboljšanje kvalitete mesa jer je stupanj nasljednosti (heritabilitet) tih svojstava nizak. Stoga je zadnjih desetaka godina uloženo mnogo rada na utvrđivanju povezanosti potencijalnih gena s kvalitetom mesa domaćih životinja. Već 80tih godina prošlog stoljeća bilo je poznato da se neki lokusi na genomu mogu koristiti kao markeri za susjedne lokuse koji utječu na kvantitativna svojstva (Tier i sur., 2007). Tako se tradicionalne metode selekcije nadopunjavaju genetskim analizama koristeći genetske markere u cilju dobivanja što točnije procjene proizvodnih osobina. Do sada, uporaba genetskih testova na molekularnom nivou u uzgojnim programima nije dovela do značajnijeg poboljšanja ekonomski važnih pokazatelja u proizvodnji janječeg mesa. Međutim, identifikacija i izravni odabir odgovarajućih gena može biti obećavajući, budući da pokazatelje proizvodnje janjadi karakterizira niska nasljednost (Koopaei i Koshkoiyeh, 2011). Posljednjih godina, otkriveno je nekoliko gena i sekvenca koji utječu na kvalitetu mesa domaćih životinja, posebice goveđeg i svinjskog mesa. Također, sve više je istraživanja koja proučavaju utjaj određenih gena na kvalitetu janječeg mesa. Stoga je cilj ovoga rada dati pregled dosadašnjih istraživanja povezanih s utjecajem *DGAT1* gena na neke odlike mesa janjadi.

Diacilglicerol O-aciltransferaza 1 gen

Diacilglicerol O-aciltransferaza 1 gen (*DGAT1*) kodira enzim diacilglicerol-0-aciltransferazu koji je ključan za metabolizam lipida. Igra ključnu ulogu u sintezi triglicerida u adipocitima (Winter i sur. 2002, Mahrous i sur., 2015) te djeluje kao modulator u taloženju masti (Cui i sur., 2011; Patel i sur., 2009, Mahrous i sur., 2015). Neka dosadašnja istraživanja pokazala su povezanost *DGAT1* gena s kvalitetom mesa različitih vrsta domaćih životinja (Giusti i sur., 2013; Borges i sur., 2014; Renaville i sur., 2015), uključujući i ovce (Xu i sur., 2009; Mohammadi i sur., 2013; Noshahr i Rafat, 2014; Nanekarani i sur., 2016; Armstrong i sur., 2017; Bayram i sur. 2019). Ovčji *DGAT1* gen veličine 8676 bp, lokaliziran je na kromosomu OAR 9. Za određivanje genotipova koristi se reakcijska smjesa s *AluI* restrikcijskom endonukleazom (Mohammadi i sur., 2013). Rezultati elektroforeze (slika 1.) pokazali su da SNP ima dvije alelne varijante C (309 bp) i T (272 i 27 bp) i tri genotipa *TT* (272 i 37 bp), *CT* (309, 272 i 37 bp) i *CC* (309 bp).



Slika 1. Uzorak elektroforeze polimorfizama unutar ovčjeg *DGAT1* gena: M – marker veličine 100 bp CC - 309 bp; CT - 309, 272, 37 bp; TT - 272, 37 bp (Nanekarani i sur, 2016).

U većini provedenih istraživanja u različitim populacijama ovaca dominira alelna varijanta C. Tako Mahrous i sur. (2015) navode veću frekvenciju alelna varijante C (0,75) u odnosu na frekvenciju alelna varijante T (0,25) *DGAT1* gena. Navedeni autori su u populaciji utvrdili samo *CC* i *CT* genotipove (0,50; 0,50). Bayram i sur. (2019) proveli su slično istraživanje na Akkaraman pasmini u kojem su frekvencije genotipova *DGAT1* gena iznosile: *CC* (0,91) i *CT* (0,09), dok *TT* genotip nije utvrđen. Iz navedenog je vidljivo da je frekvencija alelna varijante T vrlo niska (0,04) u odnosu na C varijantu (0,96). Suprotno, u ranijem istraživanju kineskih izvornih pasmina janjadi Xu i sur. (2009) utvrditi su veće frekvencije *TT* genotipa *DGAT1* gena (0,57) u odnosu na *CC* genotip (0,34), te sukladno veći udio frekvencije alelna varijante T u odnosu na frekvenciju alelna varijante C (0,62: 0,38).

Utjecaj *DGAT1* gena na intenzitet rasta i neke klaoničke pokazatelje janjadi

Rast je kvantitativna karakteristika koju kontroliraju mnogi geni. Mohammadi i sur. (2013) utvrdili su značajan utjecaj *DGAT1* gena na intenzitet rasta janjadi. Jedinke *CT* genotipa imale su najveću prosječnu masu trupa, a najmanji randman. Isti autori navode da su u trupovima janjadi *CC* genotipa utvrđene najveće vrijednosti za debljinu leđne potkožne masnoće i vrijednosti za randman. Slično istraživanje proveli su i Noshahr i Rafat (2014) koji su potvrdili da je alelna varijanta C povezana s većom masom toplog trupa i boljim randmanom. U njihovom istraživanju najveću masu toplog trupa imale su homozigotne jedinke *CC* genotipa. Armstrong i sur. (2017) slažu se s tvrdnjama Mohammadija i sur. (2013) i Noshahra i Rafata (2014). Oni u svome radu navode kako janjad *CC* genotipa Texel pasmine ima veću masu toplog trupa u odnosu na janjad *TT* genotipa. Navedeni rezultati nisu u suglasju s rezultatima istraživanja Xua i sur. (2009) koji su utvrdili da je najveća masa toplog trupa utvrđena u janjadi *TT* genotipa. Bayram i sur. (2019) su istraživali povezanost *DGAT1* gena s tjelesnom masom janjadi turske

Akkaraman pasmine pri čemu je janjad *CT* genotipa imala veću porodnu masu, dok je janjad *CC* genotipa imala veću tjelesnu masu u dobi od 30, 60 i 90 dana starosti. Međutim, razlika u tjelesnoj masi ova dva genotipa nije bila značajna.

Utjecaj DGAT1 gena na neke odlike trupa i mesa janjadi

Dosadašnja istraživanja pokazala su da je *DGAT1* gen povezan s nekim od čimbenika koji utječu na kvalitetu mesa različitih vrsta domaćih životinja (Giusti i sur., 2013; Borges i sur., 2014; Renaville i sur., 2015). Malo je istraživanja koja povezuju ovaj gen s kvalitetom janječeg mesa. Xu i sur. (2009) utvrdili su značajnu povezanost između genotipova ovog gena i odlika trupa i mesa janjadi. Isti autori navode da mutacija u egzonu 17 (Ala487Ala; *T>C*) *DGAT1* gena utječe na važne odlike mesa janjadi, odnosno da postoji povezanost alelne varijante *T* sa stupnjem mramoriranosti mesa i sadržajem intramuskularne masti. Naime, janjad *TT* genotipa ima značajno veći stupanj mramoriranosti mesa u odnosu na *CT* i *CC* genotipove. Također, janjad *TT DGAT1* genotipa ima značajno veći sadržaj intramuskularne masti, ali i nižu silu presijecanja i manji kapaoni gubitak u odnosu na janjad *CT* i *TT* genotipova. Pored toga, alel *T* imao je pozitivan učinak na mekoću mesa. Isto su potvrdili i Noshahr i Rafat (2014) koji navode da je *DGAT1* gen jedan od gena-kandidata za poboljšanje odlika trupa i mesa janjadi.

Boja je važno svojstvo mesa koje potrošač prilikom kupovine mesa može sam vizualnim putem procijeniti, odnosno, boja mesa ostavlja prvi dojam na potrošača. Xu i sur. (2009) navode kako ne postoji značajna povezanost *T* alelne varijante s bojom mesa (L vrijednost), pH vrijednosti, debljinom potkožne masnoće (mjerenom na 7. rebrenom isječku), površinom MLD-a i udjelom mesa u trupu. Mohammadi i sur. (2013) su u svom istraživanju ustanovili kako je alelna varijanta *C* povezana s debljinom potkožne masnoće. S navedenim se slažu i Armstrong i sur. (2017) koji su utvrdili povezanost *C* alelne varijante *DGAT1* gena s nekim odlikama trupa janjadi (debljina potkožne masnoće, površina MLD-a i masa plečke).

Zaključak

Razvojem molekularne genetike omogućena je izravna analiza genoma ovaca kao i identifikacija određenih gena povezanih s kvalitetom janječeg mesa. U posljednje vrijeme sve više istraživanja vezano je za utjecaj određenih gena na kvalitetu janječeg mesa. Dosadašnja istraživanja pokazala su povezanost *DGAT1* gena s nekim mesnim odlikama janjadi. Utvrđena je povezanost *C* alelne varijante s većom tjelesnom masom, masom trupa janjadi i boljim randmanom dok se alelna varijanta *T* povezuje s većim sadržajem intramuskularne masti i većim stupnjem mramoriranosti mesa, te pozitivnim učinkom na mekoću mesa. Janjad *CC* genotipa ima značajno veću završnu masu, veću masu toplog trupa, bolji randman i veću vrijednost za debljinu potkožne masnoće, ali i manji sadržaj intramuskularne masti u odnosu na janjad *TT* genotipa.

Literatura

- Andersson L., Georges M. (2004). Domestic animal genomics: deciphering the genetics of complex traits. *Nature Reviews Genetics* 5(3): 202.
- Armstrong E., Ciappesoni G., Iriarte W., Da Silva C., Macedo F., Navajas E. A., Postiglioni A. (2018). Novel genetic polymorphisms associated with carcass traits in grazing Texel sheep. *Meat science* 145: 202-208.
- Barillet F., Arranz J.J., Carta A. (2005). Mapping quantitative trait loci for milk production and genetic polymorphisms of milk proteins in dairy sheep. *Genetics selection evolution* 37: 109-123.
- Bayram D., Akyüz B., Arslan K., Özdemir F., Aksel E. G., Çınar M. U. (2019). *DGAT1*, *CAST* and *IGF-I* Gene Polymorphisms in Akkaraman Lambs and Their Effects on Live Weights up to Weaning Age. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 25(1): 9-15.
- Borges B.O., Curi R.A., Baldi F., Feitosa F.L.B., de Andrade W.B.F., de Albuquerque L.G., de Oliveira H.N., Chardulo L.A.L. (2014). Polymorphisms in candidate genes and their association with carcass traits and meat quality in Nellore cattle. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 49(5): 364-371.
- Cui J.X., Zeng Y.Q., Wang H., Chen W., Du J.F., Chen Q.M., Hu Y.X., Yang L. (2011). The effects of *DGAT1* and *DGAT2* mRNA expression on fat deposition in fatty and lean breeds of pig. *Livestock*

- science 140(1-3): 292-296.
- Fadiel A., Anidi I., Eichenbaum, K.D. (2005). Farm animal genomics and Informatics: An update. *Nucleic acids research* 33(19): 6308-6318.
- Giusti J., Castan E., Dal Pai M., Arrigoni M.D.B., Rodrigues Baldin S., De Oliveira H.N. (2013). Expression of genes related to quality of Longissimus dorsi muscle meat in Nellore (*Bos indicus*) and Canchim (5/8 *Bos taurus* × 3/8 *Bos indicus*) cattle. *Meat Science* 94(2): 247-252.
- Knapik J., Ropka-Molik K., Pieszka M. (2017). Genetic and nutritional factors determining the production and quality of sheep meat-a review. *Annals of animal science* 17(1): 23-40.
- Koopaei H.K., Koshkoiyeh A.E. (2011). Application of genomic technologies to the improvement of meat quality in farm animals. *Biotechnology and Molecular Biology Reviews* 6(6): 126-132.
- Mahrous K.F., Hassanane M.S., Abdel Mordy M., Shafey H.I., Rushdi H.E. (2015). Polymorphism of some genes associated with meat-related traits in Egyptian sheep breeds. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 5(3): 655-663.
- Ministarstvo poljoprivrede (2019). Godišnje izvješće o stanju uzgoja ovaca, koza i malih životinja u Republici Hrvatskoj za 2018. godinu. Hrvatska poljoprivredna agencija, Zagreb.
- Mohammadi H., Shahrehabak M.M., Sadeghi M. (2013). Association between single nucleotide polymorphism in the ovine DGAT1 gene and carcass traits in two Iranian sheep breeds. *Animal biotechnology* 24(3): 159-167.
- Morris C.A., Hickey S.M., Clarke J.N. (2000). Genetic and environmental factors affecting lamb survival at birth and through to weaning. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 43(4): 515-524.
- Nanekarani S., Kolivand M., Goodarzi M. (2016). Polymorphism of a mutation of DGAT1 gene in Lori sheep breed. *Journal of Advanced Agricultural Technologies* 3(1): 38-41.
- Noshahr A.F., Rafat A. (2014). Polymorphism of DGAT1 gene and its relationship with carcass weight and dressing percentage in Moghani sheep breed. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 4(2): 331-334.
- Patel R.K., Chauhan J.B., Singh, K.M., Soni K.J. (2009). Genotype and allele frequencies of DGAT1 gene in Indian Holstein bulls. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy* 3(4): 386-389.
- Renaville B., Bacciu N., Lanzon M., Corazzin M., Piasentier E. (2015). Polymorphism of fat metabolism genes as candidate markers for meat quality and production traits in heavy pigs. *Meat science* 110: 220-223.
- Rosenvold K., Andersen H. J. (2003). Factors of significance for pork quality a review. *Meat Science* 64(3): 219-237.
- Tier B., Crump R., Moser G., Sölkner J., Thomson P.C., Woolaston A., Raadsma H.W. (2007). Genome wide selection: issues and implications. *Proceeding of Association for the Advancement of Aand genetics* 17: 308-311.
- Winter A., Krämer W., Werner F.A., Kollers S., Kata S., Durstewitz G., Buitkamp J., Womack J.E., Thaller, G., Fries, R. (2002). Association of a lysine-232/alanine polymorphism in a bovine gene encoding acyl CoA: diacylglycerol acyltransferase (DGAT1) with variation at a quantitative trait locus for milk fat content. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99(14): 9300-9305.
- Xu Q.L., Chen Y.L., Ma R.X., Xue P. (2009). Polymorphism of DGAT1 associated with intramuscular fat-mediated tenderness in sheep. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89(2): 232-237.

Polymorphism of *DGAT1* gene on some meat characteristics of lambs

Abstract

There is a modest amount of studies considering the impact of certain genotypes on the meat characteristics of lambs. The aim of this paper was to present the results of studies to date frequencies of allelic variants and genotypes of *DGAT1* gene and to establish the association between *DGAT1*-C/T polymorphisms with some meat characteristics of lambs (final body weight, carcass composition, meat quality). Previous studies confirmed that the *DGAT1* gene is associated with some meat characteristics of lambs. There is an association of the C allelic variant of the *DGAT1* gene with higher final body weight and carcass weight, whereas the allelic variant T is associated with higher intramuscular fat content and higher degree of marbling.

Keywords: lambs, *DGAT1* gene, polymorphism, meat characteristics