

## POVEZANOST RYR1 GENA S PROIZVODNIM I KLAONIČKIM SVOJSTVIMA SVINJA

## RELATIONSHIP OF RYR1 GENE WITH PRODUCTION AND SLAUGHTER TRAITS OF PIGS

**V. Margeta, Gordana Kralik, T. Jović, Ivona Đurkin, Polonca Margeta**

Izvorni znanstveni članak  
Primljeno: 1. travnja 2010.

### SAŽETAK

Cilj ovog rada bio je istražiti utjecaj RYR1 gena na proizvodna i klaonička svojstva utovljenih svinja, tj. utvrditi povezanost polimorfizma ovog gena s najznačajnijim klaoničkim i proizvodnim svojstvima svinja. Istraživanje je provedeno na 60 svinja križanaca velikog jorkšira i njemačkog landrasa (VJ x NJL) na strani majke te duroka na strani oca. Dobiveni rezultati pokazali su da RYR1 gen značajno utječe na debljinu leđne slanine i mišića, mesnatost i vrijednost gubitka mesnog soka. Nisu utvrđene statistički značajne razlike između vrijednosti električne provodljivosti, konzistencije i svojstva zadržavanja vode, kao i svojstava koja određuju senzorsku kvalitetu mišićnog tkiva. Dobiveni rezultati ukazuju na djelomičnu potvrdu dosadašnjih istraživanja kako polimorfizam RYR1 gena utječe na proizvodna svojstva živih te na svojstva kakvoće trupova i mišićnog tkiva zaklanih svinja. Da bismo dobili potpuniju sliku i točniju procjenu utjecaja polimorfizma u RYR1 genu na navedena svojstva, potrebno je provoditi daljnja sustavna istraživanja na većem broju jedinki.

Ključne riječi: RYR1 gen, klaonička svojstva, maligna hipertermija

### UVOD

Kao posljedica intenzivne selekcije na mesnatost pojavio se kod svinja sindrom stresne osjetljivosti (Porcine Stress Syndrome – PSS) koji se manifestira u stresnim situacijama simptomima maligne hipertermije (MHS syndrome). Simptomi maligne hipertermije su: ubrzano disanje, ubrzani puls, mišićni tremor, povišena tjelesna temperatura, djelomična do potpuna ukočenost mišića te poremećaji u metabolizmu, a kod težih slučajeva može doći i do uginuća životinje. Stresne situacije za svinje se javljaju u transportu, kada su izložene naglom fizičkom i

psihičkom opterećenju, kao i nepravilni postupci sa svinjama prije klanja. Jedan od najvećih problema u klaoničkoj industriji je pojava bijelog, mekanog i vodnjikavog mesa (BMV mesa) te, rjeđe, tvrdog, čvrstog i suhog mesa (TČS mesa) koji nastaju kao posljedica poremećaja metabolizma u stresno osjetljivih svinja. Takvo meso je slabije tehnološke vrijednosti, što znači da dolazi do većih gubitaka mase

---

Mr. sc. Vladimir Margeta, prof. dr. sc. dr. h. c. Gordana Kralik, Tihomir Jović, dipl. ing., Ivona Đurkin, dipl. ing., dr. sc. Polonca Margeta – Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Trg sv. Trojstva 3, 31000 Osijek - Hrvatska.

tijekom obrade i konzerviranja mesa i mesnih pre-  
rađevina.

Stresna osjetljivost u svinja je uvjetovana tzv. RYR1 genom koji se još naziva i halotan ili MHS genom. RYR1 gen dobio je ime po tome što se mutacija koja uzrokuje stres osjetljivost kod svinja odvija na 1843. nukleotidu ryanodin receptor-1 gena na kromosomu br. 6. Halotan gen je naziv koji se koristi zbog toga što stresno osjetljive svinje nakon inhaliranja anestetika halotana reagiraju simptomima maligne hipertermije.

Brojni autori pronašli su da MHS-nositelji (nn) imaju povećani sadržaj mišićnog tkiva u trupovima (Aalhus i sur., 1991., Pommier i sur., 1992., Rosner i sur., 2003), ali da su ova svojstva vrlo jasno povezana sa stres osjetljivošću svinja i da, posljedično tome, uzrokuju slabija svojstva kakvoće mesa (Denborough, 1998., Houde i sur., 2001). U nekim istraživanjima autori su utvrdili da svinje nositelji MHS-gena rastu brže nego MHS-negativni heterozigoti (Luescher i sur., 1979., Monin i sur., 1999). Drugi pak autori navode da nisu pronašli razlike u brzini rasta između spomenutih genotipova (Simpson i Webb, 1989., Sather i sur., 1991., Pommier i sur., 1992). Neki su autori utvrdili viši dnevni prirast kod homozigotno negativnih svinja (Jensen i sur., 1985). Miller i sur. (2000) utvrdili su nižu dnevnu konzumaciju hrane, koja je za posljedicu imala sporiji rast kod jedne od dviju linija sastavljenih od svinja nositelja MHS genotipa, ali u odnosu na druge linije nositelja i negativne linije nisu pronađene različitosti u istraživanim svojstvima rasta. Autor smatra da ovo nije bio rezultat MHS gena samog po sebi, već prije svega, visoka uključenost pietrena u ispitivanim linijama. Hamilton i sur. (2000) zaključuju da bi uklanjanje recesivnih alela halotan gena iz populacije svinja dovelo do poboljšanja kakvoće svinjskog mesa. Za razliku od prethodno navedenih autora Bertram i sur. (2000) navode da je, unatoč gotovo potpunom uklanjanju MHS- gena iz danske populacije svinja, još uvijek u znatnoj mjeri prisutan problem slabije kakvoće mesa, prije svega u pogledu niskog pH i slabe sposobnosti vezanja vode.

## MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno na 60 svinja križanaca velikog jorkšira i njemačkog landrasa (VJ x NJL) na

strani majke te duroka na strani oca. Svinje su bile smještene u tovilištu s punim podom, u oborima od po 20 tovljenika, i hranjene su standardnim krmnim smjesama za tovne svinje.

Hranidba za vrijeme tova bila je po volji, a smjesa kojom su hranjene svinje bila je proizvedena u tvornici stočne hrane tvrtke "Žito d.o.o". Tov se provodio sa svrhom proizvodnje tovljenika koji će poslužiti kao sirovina za proizvodnju pršuta visoke kvalitete. S obzirom na cilj pokusa svinje su bile u produženom tovu do završnih težina od 130 do 150 kg. Prije useljavanja u objekt izvršeno je kontrolno vaganje prasadi i naseljavanje u obore ujednačenih grla kako tijekom tova ne bi došlo do zaostajanja u razvoju lakših grla. Svinje su zaklane u klaonici Papuk d.o.o., Požega. Na liniji klanja uzet je uzorak krvi za genetske analize. Na toplim svinjskim polovicama izmjerene su dužina polovice, a i b, but te debljina leđne slanine i mišića za procjenu udjela mišićnog tkiva u trupu metodom "dvije točke" - DT (Pravilnik, 2003). Nakon 45 minuta post mortem izmjereni su pH ( $pH_{45}$ ) i električna provodljivost ( $EP_{45}$ ). Uzete su mjere završnog pH ( $pH_{24}$ ) i završne elektro provodljivosti ( $EP_{24}$ ). U visini između 13. i 14. rebra uzeti su uzorci MLD kako bi se utvrdila boja, sposobnost zadržavanja vode sposobnost otpuštanja masnog soka.

Za određivanje vrijednosti boje mesa koristio se uređaj Minolta.

Konzistencija se izražava u  $cm^2$ , a predstavlja površinu koju prekriva tanki sloj komprimiranog mišićnog tkiva u postupku utvrđivanja sposobnosti zadržavanja vode.

Vrijednosti otpuštanja mesnog soka u metodi "drip loss" (Kauffman, 1992) izražene su u postotku, a dobivene su kao gubitak težine nakon što je uzorak MLD-a debljine 3 cm i dužina 4 cm držan u plastičnim vrećicama 48 sati pri temperaturi od 4°C. Za utvrđivanje sposobnosti zadržavanja vode koristi se metoda kompresije prema Grau i Hammu (1953).

Genomska DNA izolirana je iz krvi korištenjem standardnog protokola za ekstrakciju pomoću fenol-kloroform-izoamil (25:24:21) alkohola (Ausubel i sur., 2000).

Restrikcija RYR1 gena pomoću HhaI restriksijskog enzima provedena je u ukupnom volumenu od 10,3  $\mu$ l, od čega je 1,3  $\mu$ l bio 10x restriksijski pufer, 0,3  $\mu$ l enzima i 9  $\mu$ l PCR uzorka.

Statistička obrada podataka obavljena je korištenjem statističkog programa SASSTAT, v 8. (SAS Institute INC, 2002). Deskriptivna statistika načinjena je u programu Microsoft Excel 2000. (Microsoft Corp., 2000).

Na temelju literarnih podataka određene su početnice (primeri) i restrikcijski enzim (*HhaI*) za umnožavanje specifičnog fragmenta sekvence RYR1 gena lančanom reakcijom polimerazom i "rezanje" umnoženog fragmenta.

Kao produkt djelovanja restrikcijske endonukleaze na umnoženi fragment RYR1 gena nastaju tri genotipa:

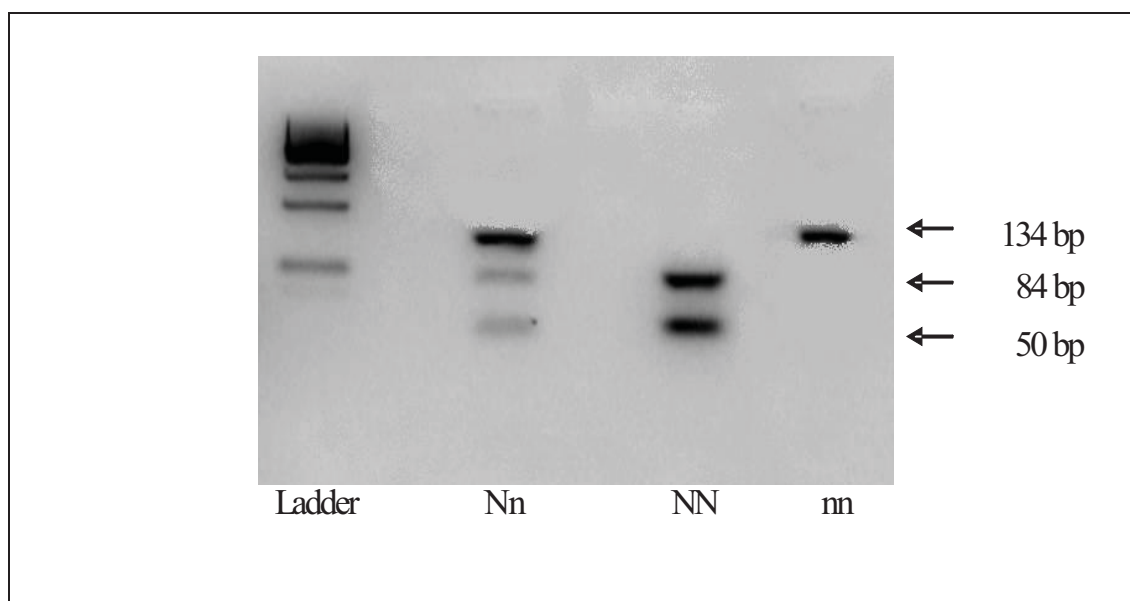
NN homozigot – na gelu pokazuje dvije trake (*eng.* bend) dužine 84 bp i 50bp;

nn homozigot – na gelu pokazuje jednu traku, dužine 134 bp

Nn heterozigot – na gelu pokazuje tri trake, dužine 134 bp, 84 bp i 50 bp.

svinja, dok je genotip Nn imao 27%-tnu zastupljenost. Među ispitivanim svinjama nisu utvrđeni recesivni homozigoti (nn). Nakon utvrđivanja zastupljenosti pojedinih polimorfizama RYR1 gena, utvrđena je njihova mozebitna povezanost s klaoničkim svojstvima ispitivanih svinja.

Na tablici 1 prikazani su statistički pokazatelji za izmjerena klaonička svojstva i njihova povezanost s različitim genotipovima gena za malignu hipertermiju. Kao što je vidljivo iz tablice 1, heterozigotne svinje imale su nešto veću težinu toplih polovica na liniji klanja, međutim razlike u odnosu na svinje NN genotipa nisu bile statistički značajne ( $P>0,05$ ). Debljina leđne slanine (S) kod zaklanih svinja NN genotipa bila je statistički visoko značajno veća ( $P<0,01$ ) u odnosu na svinje Nn genotipa. Isto tako, kod heterozigotnog genotipa ispitivanih svinja izmjerena debljina mišića bila je statistički značajno veća ( $P<0,05$ ) u odnosu na vrijednosti utvrđene za NN genotip. Ista razina značajnosti ( $P<0,01$ ) utvrđena je



Slika 1. Različiti oblici RYR1 genotipa kod svinja  
Figure 1. Different RYR1 genotype configuration in pigs

Na temelju PCR-RFLP analize utvrđena je frekvencija *HhaI* polimorfizama u ispitivanoj populaciji svinja. Homozigotni oblik RYR1 genotipa (NN) imao je zastupljenost od 73% u ispitivanoj populaciji

i za vrijednosti mesnatosti svinjskih polovica utvrđenih metodom "dvije točke" između ispitivanih genotipova.

Tablica 1. Svojstva polovica različitih genotipova ispitivanih svinja

Table 1. Carcass traits of different pig genotypes

Svojstvo - Trait	Statistički pokazatelji Statistical indicator	Genotip - Genotype	
		NN	Nn
Težina toplih polovica (kg) Weight of warm carcass (kg)	$\bar{x}$	109,97	110,61
	sd	6,29	6,92
	vk	6,01	5,44
	s $\bar{x}$	1,64	1,33
Debljina slanine – S (mm) Beckfat thickness – S (mm)	$\bar{x}$	21,36 <sup>A</sup>	17,88 <sup>B</sup>
	sd	3,24	3,56
	vk	18,33	19,36
	s $\bar{x}$	0,89	0,86
Debljina mišića – M (mm) Muscle thickness – M (mm)	$\bar{x}$	77,92 <sup>B</sup>	80,43 <sup>A</sup>
	sd	7,69	9,36
	vk	8,17	10,58
	s $\bar{x}$	1,93	2,76
Mesnatost polovica – DT (%) Carcass meatiness – DT (%)	$\bar{x}$	54,21 <sup>B</sup>	57,13 <sup>A</sup>
	sd	2,96	3,31
	vk	5,42	5,95
	s $\bar{x}$	0,84	0,75
Dužina polovica – a (cm) Carcass length – a (cm)	$\bar{x}$	98,75	99,46
	sd	2,01	4,08
	vk	2,03	4,15
	s $\bar{x}$	0,58	0,82
Dužina polovica – b Carcass length – b (cm)	$\bar{x}$	114,58	115,30
	sd	3,50	3,73
	vk	3,06	3,24
	s $\bar{x}$	1,01	0,75
Dužina buta (cm) Ham length(cm)	$\bar{x}$	36,75	36,40
	sd	1,22	1,19
	vk	3,31	3,27
	s $\bar{x}$	0,35	0,24
Opseg buta (cm) Ham circumference (cm)	$\bar{x}$	82,54	81,76
	sd	1,86	2,49
	vk	2,29	3,04
	s $\bar{x}$	0,54	0,50
Indeks buta Ham index	$\bar{x}$	0,45	0,44
	sd	0,01	0,01
	vk	3,08	3,26
	s $\bar{x}$	0,00	0,00

<sup>A,B</sup> = P<0,05

Navedeni rezultati u skladu su s dosadašnjim istraživanjima i potvrđuju tezu da svinje nositelji gena za malignu hipertermiju imaju bolje pokazatelje u pogledu ukupnog prinosa mišićnog tkiva u svinjskim polovicama, te tanju slaninu i veću debljinu mišića. Upravo je to i jedan od glavnih razloga zašto je zastupljenost svinja nositelja RYR1 gena u heterozigotnom obliku vrlo zastupljena u uzgoju i tovu.

Na tablici 1 prikazane su mjere dužine polovica i mjere buta. Kao što je vidljivo, nisu utvrđene statistički značajne razlike ( $P>0,05$ ) između pojedinih genotipova za navedena svojstva zaklanih svinjskih trupova.

Podaci iz literature za povezanost klaoničkih svojstava s polimorfizmima RYR1 gena su oprečni. Web i Jordan (1976) su svojim istraživanjem utvrdili da halotan pozitivne svinje imaju veći udio mesa u polovicama, bolje iskorištavaju hranu, ali imaju slabije dnevne priraste, veću učestalost pojave BMV mesa, veću smrtnost i manji broj prasadi u leglu.

Aalhus i sur. (1991), Pommier i sur. (1992) te Rosner i sur. (2003) navode da MHS-nositelji imaju povećani sadržaj mišićnog tkiva u trupovima, ali da su ova svojstva vrlo jasno povezana sa stresnom osjetljivošću svinja i da, posljedično tome, uzrokuju slabija svojstva kakvoće mesa

Svojstva tehnološke i senzorske analize mišićnog tkiva prikazana su na tablicama 2a, 2b i 3. Vrijednosti  $pH_{45}$  i  $pH_{24}$  u butu i najdužem leđnom mišiću (MLD) u granicama su koje determiniraju tzv. "normalno" meso prema Blendlu i sur. (1991). Ovi autori navode granične vrijednosti za "normalno" meso  $pH_{45}>5,80$  i  $pH_{24}<5,80$ . Granične pH vrijednosti za BMV meso razlikuju se prema pojedinim autorima.

Tako Hofmann (1994) navodi da  $pH_{45}$  vrijednost: manja od 5,8 determinira BMV meso, vrijednosti  $pH_{45}$  između 5,8 i 6,0 ukazuju da je meso sumnjivo na BMV, a vrijednosti  $pH_{45}$  veće od 6,0 determiniraju tzv. "normalno" meso.

Međutim, Forest (1998) i Van Laack (1999) navode  $pH_{24}$  manju od 5,5 odnosno 5,7 kao indikator pojave BMV mesa, te bi se na temelju ovih kriterija moglo govoriti o pojavi BMV mesa kod ispitivanih svinja. Između ispitivanih genotipova nisu utvrđene

statistički značajne razlike ( $P>0,05$ ) u pogledu pH vrijednosti, kako u butu tako i u najdužem leđnom mišiću. Isti autor također predlože kao kriterij ocjene kakvoće i električnu provodljivost mesa mjerenu 24 sata post mortem ( $EP_{24}$ ) prema kojemu svinjsko meso ima normalnu kakvoću ako je  $EP_{24}$  vrijednost  $<7 \text{ mS/cm}^2$ , ako je između 7-9  $\text{mS/cm}^2$  meso je "sumnjivo" na BMV, a ako je provodljivost  $>9 \text{ mS/cm}^2$  meso je blijedo, mekano i vodnjikavo. Prema ovim kriterijima, izmjerene vrijednosti ispitivanih skupina svinja ukazuju da je meso buta sumnjivo na BMV, dok su iste vrijednosti u MLD-u u granicama koje determiniraju "normalno" meso.

Između ispitivanih skupina svinja nisu utvrđene statistički značajne razlike ( $P>0,05$ ) za vrijednosti električne provodljivosti ( $EP_{45}$  i  $EP_{24}$ ) izmjerene u butu i MLD-u. Kao i za pH vrijednosti, tako i za EP vrijednosti postoje različiti kriteriji koji determiniraju BMV i tzv. "normalno" meso. Blendl i sur. (1991) predložili su vrijednosti električne provodljivosti 45 min. post mortem  $<5 \text{ mS/cm}^2$  za "normalno" meso, za meso "sumnjivo" na BMV 5-8  $\text{mS/cm}^2$ , a za BMV meso  $EP_{45}>8 \text{ mS/cm}^2$ . Kriterij koji predlaže Hofmann (1994) malo je stroži jer je granica za normalno meso  $EP_{45}<4 \text{ mS/cm}^2$ , za sumnjivo na BMV 4-7  $\text{mS/cm}^2$ , a vrijednosti  $EP_{45} >7 \text{ mS/cm}^2$  ukazuju na BMV meso.

Svojstva sposobnosti zadržavanja vode i konzistencije u MLD-u (tablica 2b) nisu se statistički značajno razlikovale ( $P>0,05$ ) između genotipova ispitivanih svinja.

Vrijednosti gubitka mesnog soka (drip loss) koje su izmjerene kod svinja nositelja RYR1 gena statistički su se značajno razlikovale ( $P<0,05$ ) od istih vrijednosti izmjerenih u svinja nenositelja. Kod oba genotipa svinja izmjerene vrijednosti ukazuju na sumnju na BMV meso ako uzmemo u obzir kriterije prema Hofmann-u (1994) koji za meso sumnjivo na BMV navodi vrijednosti gubitka mesnog soka veće od 3,5%. Također, izmjerene vrijednosti sposobnosti zadržavanja vode ukazuju na meso sumnjivo na BMV i to prema kriterijima Blendla i sur. (1991), koji navode da se granične vrijednosti za "normalno" meso kreću između 4 i 8  $\text{cm}^2$ .

Tablica 2a. Svojstva kakvoće mišićnog tkiva različitih genotipova ispitivanih svinja

Table 2a. Muscular tissue quality traits of different pig genotypes

Svojstvo – Trait	Statistički pokazatelji Statistical indicators	Genotip – Genotype	
		NN	Nn
pH <sub>45</sub> But – Ham	$\bar{x}$	6,24	5,99
	sd	0,29	0,32
	vk	4,64	5,07
	s $\bar{x}$	0,08	0,06
pH <sub>24</sub> But – Ham	$\bar{x}$	5,73	5,50
	sd	0,15	0,13
	vk	2,74	2,26
	s $\bar{x}$	0,07	0,05
pH <sub>45</sub> MLD	$\bar{x}$	6,28	6,01
	sd	0,23	0,35
	vk	3,55	5,47
	s $\bar{x}$	0,07	0,07
pH <sub>24</sub> MLD	$\bar{x}$	5,61	5,51
	sd	0,07	0,07
	vk	1,26	1,26
	s $\bar{x}$	0,02	0,01
EP <sub>45</sub> But - Ham	$\bar{x}$	4,64	5,17
	sd	1,12	2,65
	vk	24,43	49,37
	s $\bar{x}$	0,32	0,53
EP <sub>24</sub> But - Ham	$\bar{x}$	7,98	8,39
	sd	3,02	1,83
	vk	34,84	22,17
	s $\bar{x}$	0,87	0,37
EP <sub>45</sub> MLD	$\bar{x}$	3,56 <sup>B</sup>	4,28 <sup>A</sup>
	sd	0,82	2,15
	vk	24,37	51,44
	s $\bar{x}$	0,24	0,43
EP <sub>24</sub> MLD	$\bar{x}$	4,07 <sup>B</sup>	5,36 <sup>A</sup>
	sd	1,72	2,36
	vk	43,40	45,78
	s $\bar{x}$	0,50	0,47

<sup>A,B</sup> = P<0,05

**Tablica 2b. Svojstva kakvoće mišićnog tkiva različitih genotipova ispitivanih svinja****Table 2a. Muscular tissue quality traits of different pig genotypes**

Svojstvo - Trait	Statistički pokazatelji Statistical indicators	Genotip - Genotype	
		NN	Nn
Sposobnost zadržavanja vode Water holding capacity (cm <sup>2</sup> )	$\bar{x}$	6,76	6,87
	sd	1,38	1,17
	vk	17,76	13,63
	s $\bar{x}$	0,40	0,43
Konzistencija Consistency (cm <sup>2</sup> )	$\bar{x}$	3,79	3,46
	sd	0,51	0,54
	vk	13,43	15,37
	s $\bar{x}$	0,15	0,11
Drip Loss (%) Gubitak mesnog soka	$\bar{x}$	4,10 <sup>B</sup>	4,78 <sup>A</sup>
	sd	1,41	1,41
	vk	33,95	31,33
	s $\bar{x}$	0,41	0,28

A<sup>B</sup> = P<0,05

Vrijednosti boje mišićnog tkiva predočene su na tablici 3. Parametri boje mesa izražavaju se kao vrijednosti L\* (odnosi se na bljedoću), a\* (stupanj crvenila mesa tj. crveno-zeleni spektar) i b\* vrijednost (mjeri stupanj žute boje tj. žuto-plavi spektar). Navedeni parametri nazivaju se CIE (Commission Internationale de l' Eclairage, 1976) vrijednostima (Van Oeckel i sur., 1999). Između nave-

denih svojstava koja određuju senzorsku kvalitetu mišićnog tkiva nisu utvrđene statistički značajne razlike (P>0,05) između ispitivanih skupina svinja, ali su vrijednosti CIE L\* iznad granica koje determiniraju "normalno" meso prema Hofmannu (1994). Autor navodi da su CIE L\* vrijednosti BMV mesa veće od 53 te se na temelju toga može izraziti sumnja da se radi o BMV mesu.

**Tablica 3. Senzorska svojstva kakvoće mišićnog tkiva različitih genotipova ispitivanih svinja****Table 3. Sensoric traits of muscular tissue of different pig genotypes**

Svojstvo - Trait	Statistički pokazatelji Statistical indicators	Genotip - Genotype	
		NN	Nn
CIE L*	$\bar{x}$	54,11	54,86
	sd	1,90	3,34
	vk	3,51	6,12
	s $\bar{x}$	0,55	0,67
CIE a*	$\bar{x}$	9,01	9,84
	sd	1,88	1,70
	vk	20,70	19,43
	s $\bar{x}$	0,54	0,34
CIE b*	$\bar{x}$	7,01	7,13
	sd	1,59	1,46
	vk	22,69	22,29
	s $\bar{x}$	0,46	0,29

Channon i sur. (2000) ispitivali su učinak načina manipuliranja sa svinjama prije klanja, kao i načine klanja, na kakvoću svinjskog mesa. Utvrdili su da i kod MHS-pozitivnih i kod heterozigotnih MHS-nositelja ( $Hal^{Nn}$  i  $Hal^{nn}$ ), u odnosu na MHS-negativne svinje ( $Hal^{NN}$ ), dolazi do znatno bržeg opadanja pH vrijednosti 45 minuta *post mortem*, da im je povećan postotak otpuštanja vode te da su imali izrazito svijetlu boju mišićja kod lošijeg postupanja sa životinjama prije klanja, kao i kod električnog omamljivanja. Autori zaključuju da je MHS status glavni čimbenik koji utječe na kakvoću svinjskog mesa te da u određenoj mjeri na kakvoću mesa i trupova utječu manipuliranje sa životinjama prije klanja i način omamljivanja.

Predočeni rezultati ukazuju na djelomičnu potvrdu dosadašnjih istraživanja kako polimorfizam RYR1 gena utječe na proizvodna svojstva živih te na svojstva kakvoće trupova i mišićnog tkiva zaklanih svinja. Da bismo dobili potpuniju sliku i točniju procjenu utjecaja polimorfizma u RYR1 genu na navedena svojstva, potrebno je provoditi daljnja sustavna istraživanja na većem broju jedinki .

## ZAKLJUČAK

Rezultati PCR – RFLP metode pomoću koje smo utvrdili frekvenciju *Hhal* polimorfizma u svinja, govore da je homozigotni oblik RYR1 genotipa (NN) bio zastupljen sa 73% u ispitivanoj populaciji, dok je genotip (Nn) bio zastupljen s 27%. Heterozigotne svinje imale su nešto veću težinu toplih polovica na liniji klanja, međutim razlike u odnosu na svinje NN genotipa nisu bile statistički značajne ( $P>0,05$ ). Debljina leđne slanine (S) kod zaklanih svinja NN genotipa bila je statistički visoko značajno veća ( $P<0,01$ ) u odnosu na svinje Nn genotipa. Kod heterozigotnog genotipa ispitivanih svinja izmjerena debljina mišića bila je statistički značajno veća ( $P<0,05$ ) u odnosu na vrijednosti utvrđene za NN genotip. Ista razina značajnosti ( $P<0,01$ ) utvrđena je i za vrijednosti mesnatosti svinjskih polovica utvrđenih metodom "dvije točke" između ispitivanih genotipova. Između ispitivanih skupina svinja nisu utvrđene statistički značajne razlike ( $P>0,05$ ) za vrijednosti električne provodljivosti ( $EP_{45}$  i  $EP_{24}$ ) izmjerene u butu i MLD-u. Svojstva sposobnosti zadržavanja vode i konzistencije u MLD-u nisu se statistički značajno razlikovala

( $P>0,05$ ) između genotipova ispitivanih svinja. Dobivene vrijednosti gubitka mesnog soka (drip loss) koje su izmjerene kod svinja nositelja RYR1 gena statistički su se značajno razlikovale ( $P<0,05$ ) od istih vrijednosti izmjerenih u svinja nenositelja. Između svojstava koja određuju senzorsku kvalitetu mišićnog tkiva nisu utvrđene statistički značajne razlike ( $P>0,05$ ) između ispitivanih skupina svinja. Dobiveni rezultati ukazuju na djelomičnu potvrdu dosadašnjih istraživanja da polimorfizam RYR1 gena utječe na proizvodna svojstva živih te na svojstva kakvoće trupova i mišićnog tkiva zaklanih svinja. Da bismo dobili potpuniju sliku i točniju procjenu utjecaja polimorfizma u RYR1 genu na navedena svojstva, potrebno je provoditi daljnja sustavna istraživanja na većem broju jedinki.

## LITERATURA

1. Ausubel, F. M., Brent, R., Kingston, R. E., Moore, D. D., Seidman, J. G., Smith, J. A., Struhl, K. (2000): Current Protocols in Molecular Biology. Vol. I, section 2 and 3, John Wiley and Sons, Inc., New York, USA.
2. Aalhus, J. L., Jones, W. M., Robertson, W. M., Tong, A. K. W., Sather, A. P. (1991): Growth characteristics and carcass composition of pigs with known genotypes for stress susceptibility over a weight range of 70 to 120 kg. Anim. Prod. 52, 347.
3. Blendl, H., Kalleweit, E., Scheper, J. (1991.) : Qualitatanbieten: Schwine-fleisch, AID, 1103, Bonn.
4. Bertam, H. C., Petersen, J. S., Andersen, H. J. (2000): Relationship between RN genotype and drip loss in meat from Danish pigs. Meat Science, 56, 49-55.
5. Bertam, H. C., Jorgensen, H. S., Karlsson, A. H., Andersen, H. J. (2002): Post mortem energy metabolism and meat quality of porcine *M. longissimus dorsi* as influenced by stunning method – A  $^{31}P$  NMR spectroscopic study. Meat Science, 62, 113-119.
6. Channon, H. A., Payne, A. M., Warner, R. D. (2000): Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. Meat Science, 56, 291-299.
7. Denbrough, M. (1988): Malignant Hyperthermia, Lancet 352, 1131-1136.
8. Forrest, J. C. (1998): Line speed implementation of various pork quality measures. [www.nsisf.com/conferences/1998/forrest.htm](http://www.nsisf.com/conferences/1998/forrest.htm)
9. Houde, A., Godbout, D., Garipey, C. (2001) : Major Genes and Meat Quality, Advances in pork science, 12, 139 – 142.



10. Luscher, U., Schneider, A., Jucker, H. (1979): Genetic of halothane sensivity and change of performance, carcass and meat quality traits inducende by selection against halothane sensivity. In "Proc. 30<sup>th</sup> Annual Meeting of the EAAP", Harrogate, England.
11. Gibson, J. P., Ball, R. O., Uttaro, B. E., O'Brein, O. J. (1996) : The Effects of PSS Genotype on Growth and Caracass Characterictics, Vol. 2000.
12. Laube, S., Henning, M., Brandt, H., Kallweit, E. Glodek, P. (1999.): Die Fleischbeschaffenheit von Schweinekreuzungen mit besonderen Qualitätseigenschaften im Vergleich zum heutigen Standard- und Markenschweineangebot. Arch. f. Tierz. , 43, 463.-76
13. Miller, K. D., Ellis, M., Brandt, H., Kalleweit, E., Glodek, P. (2000): Influence of sire line and halotane genotype on growth performance carcass characteristic and meat quality in pigs. Can.J. Anim. Sci. 80, 319-327.
14. Pommier, S. A., Houde, A., Rousseau, F., Savoie, Y. (1992): The effect of the maligan hiperthermia genotype as determinated by restriction endonuclease assay on carcass characteristic of commercial crosbred pigs. Can.J. Anim. Sci. 72,973-976.
15. Sather, A., Murray, A. C., Zawadski, S. M., Johnson, P (1991): The effect of the halotane gene on pork production and meat quality of pigs reared under commercial conditions. Can.J. Anim. Sci. 71, 959.
16. Simpson, S., Webb, A. J. (1989): Growth and carcass performances of British Landrace pig heterozygous at the halotane locus. Anim. Prod. 49, 503.
17. Schmitt, F. (1977): Mit dem halothan – test stresstabile Schwinezüchten, Landwirtschaftes Wochenblatt Westfalen – Lippe 134, 27, 24 – 27.
18. Van Laack, R. I. J. M., Kauffman, R. G. (1999): Glycolytic potential of red soft, exudative pork longissimus muscle. J.Anim. Sci. 77:2971-2973.
19. Webb, A. J., Smith, C. (1976): Preliminary observations on the inheritance and application halothane – induced MHS pigs, Proceedings of the 3rd International Conference on production Disease in Farm Animals, Wageningen.

#### SUMMARY

The aim of this work was to investigate the influence of RYR1 gene on economic and slaughter traits of fattening pigs, i.e., to determine connection of the RYR1 gene polymorphism with important economic and slaughter traits of pigs. Investigations were performed on 60 crossbreed pigs between large white and German Landrace (LW x GL) on the dam side, and Duroc on the sire side. The results showed that RYR1 gene had a great influence on muscle and backfat thickness, meat percentage and drip loss value. Statistically differences between electric conductivity, consistency and sensoric traits of muscle tissue were not found. These results partially confirm former investigations on the influence of RYR1 gene on productive traits of live pigs and carcass and meat traits of slaughter pigs. To get a thorough picture and precise valuation of impact of the RYR1 gene polymorphism on mentioned traits, further investigations on the larger pig populations are necessary.

Key words: RYR1 gene, slaughter traits, Malignant hyperthermia

