



**DESETLJEĆE
PRAĆENJA
MALIGNE
HIPERTERMIJE
U HRVATSKOM
SVINJOGOJSTVU**



HPA

HRVATSKA POLJOPRIVREDNA AGENCIJA



Nakladnik
HRVATSKA POLJOPRIVREDNA AGENCIJA

Za nakladnika
dr. sc. Marija Vukobratović

Urednici
dr. sc. Mato Čačić
Nenad Zirdum, mag. ing.
Željko Mahnet, dipl.ing.

Autori
dr. sc. Mato Čačić
Nenad Zirdum, mag. ing.
Željko Mahnet, dipl.ing.
Vesna Orehovački, struč.spec.ing.agr.
Mr. sc. Jadranka Šurina
Katarina Svetić, mag. ing.
Vedran Klišanić, dipl.ing.
Nađa Lubina Malus, dipl.ing.
Vladimir Prpić, dipl. ing.
Milomir Uzelac, ing.
Ana Bošnjak, mag. ing.

Recenzenti:
dr. sc. Maja Dražić
dr. sc. Marija Špehar

Grafička priprema i tisak:
Hlad-plus d.o.o., Zaprešić

Naklada
500 primjeraka

Godina izdanja
2015.

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu
Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 000912014

ISBN: 978-953-6526-67-3

Copyright © - HRVATSKA POLJOPRIVREDNA AGENCIJA
Sva prava autora pridržana. Nijedan dio ove knjige ne smije se reproducirati u bilo kojem obliku ili na bilo koji način, niti pohranjivati u bazu podataka bilo koje namjere bez prethodnog pismenog odobrenja nakladnika, osim u slučajevima kratkih navoda u stručnoj literaturi. Zabranjena je izrada kopija bilo kojeg dijela ove knjige.

HRVATSKA POLJOPRIVREDNA AGENCIJA

**DESETLJEĆE PRAĆENJA
MALIGNE HIPERTERMIJE U
HRVATSKOM SVINJOGOJSTVU**

Zagreb, rujan 2015.

SADRŽAJ

UVODNA RIJEČ	7
PREDGOVOR	9
UVOD	11
1. ODJEL ZA RAZVOJ SVINJOGOJSTVA	13
2. ODJEL ZA SREDIŠNJU BANKU ANIMALNIH GENA	14
2.1. Laboratorijski protokol utvrđivanja statusa maligne hipertermije ...	16
3. TRENDOWI U HRVATSKOM SVINJOGOJSTVU U RAZDOBLJU OD 2003. DO 2014. GODINE	18
3.1. Konvencionalne pasmine svinja i hibridi	18
3.1.1. Testiranje nerasta iz hrvatskog uzgojnog programa	21
3.1.2. Testiranje nazimica iz hrvatskog uzgojnog programa	22
3.2. Izvorne i zaštićene pasmine svinja	25
3.3. Vizija budućnosti hrvatskog svinjogojstva	28
4. SINDROM STRESA SVINJA	30
4.1. Što je sindrom stresa svinja?	30
4.2. Što čini neke svinje stresno osjetljivim?	32
4.3. Uzrok i simptomi	32
4.4. Genetski čimbenici stres osjetljivosti	33
4.5. Način nasljeđivanja	33
4.6. Smještaj na kromosomu	34
4.7. Učestalost i frekvencije gena	35
4.8. Fiziologija sindroma stresa	35
4.9. Metode otkrivanja stres sindroma	36
4.10. Utjecaj na majčinske osobine	38
4.11. Povezanost sindroma stresa s kvantitativnim svojstvima trupa	41
4.12. Povezanost sindroma stresa i kvalitete mesa	43
4.13. Manipulacija svinjama prije klanja i sprječavanje pojave BMV mesa	45
5. REZULTATI SUSTAVNOG PRAĆENJA STATUSA MALIGNE HIPERTERMIJE U HRVATSKOM SVINJOGOJSTVU	48
6. UTVRĐIVANJE STATUSA MALIGNE HIPERTERMIJE U POPULACIJAMA HRVATSKIH IZVORNIH PASMINA SVINJA	52
7. ZAKLJUČAK	55
8. LITERATURA	57
9. IZVORI FOTOGRAFIJA	62

UVODNA RIJEČ

Sustavno praćenje maligne hipertermije svinja kojeg provodi Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA), jedna je u nizu mjera unaprjeđenja svinjogojске proizvodnje u Republici Hrvatskoj. Provedba sustava maligne hipertermije svinja, odnosno testiranje rasplodnih svinja metodom molekularne genetike, provodi se laboratoriju Odjelu za Središnju banku animalnih gena HPA.

Iako smo svjedoci padu broja svinja u ukupnoj populaciji posljednjih godina, učinkovita provedba selekcijskih mjera rezultirala je pozitivnim trendovima u proizvodnosti svinja. Provedba sustava kontrole maligne hipertermije svinja utjecala je na kontinuirani rast udjela testiranih nerasta i izlučivanje iz proizvodnje nerasta nepoželjog genotipa.

Sustav praćenja maligne hipertermije trenutno se provodi na komercijalnim pasminama svinja, a u budućnosti treba razmisliti o uključivanju u praćenje i neraste naših izvornih i zaštićenih pasmina svinja. Specifičnost izvornih i zaštićenih pasmina turopoljske i crne slavonske svinje, te samim tim i njihovih proizvoda, čini ih prepoznatljivim na tržištu. Vjerujemo da će kvaliteta proizvoda od izvornih i zaštićenih pasmina svinja rezultirati pozitivnim reakcijama potrošača odnosno potrošnjom tih proizvoda, što će u konačnici, utjecati i na povećanje proizvodnje.

HPA intenzivno radi na daljnjem povećanju proizvodnih sustava i organizaciji proizvodnje, kako bi uz unaprjeđenje proizvodnih rezultata, osigurali i prepoznatljivost cjelokupne nacionalne svinjogojске proizvodnje.

Djelovanje HPA kroz Odjel za razvoj svinjogojstva i Odjel za Središnju banku animalnih gena svim tehničkim i operativnim sredstvima usmjereno je na sustavno unaprjeđenje proizvodnje i kvalitete svinjogojstva u Republici Hrvatskoj.

Ravnateljica HPA
Dr. sc. Marija Vukobratović

PREDGOVOR

Proteklih desetak godina u hrvatskom svinjogojstvu vidljiv je pad ukupnog broja svinja, ali i uzgojne populacije. Nekadašnje društvene farme su privatizirane, neke od njih su restrukturirane, a neke su prekinule s proizvodnjom. Na većini restrukturiranih farmi promijenjena je genetska struktura, te ih većina svoju proizvodnju temelji na genetici stranih hibridnih kompanija. Na obiteljskim gospodarstvima također dolazi do pada broja svinja kao direktna posljedica neorganizirane proizvodnje i malog broja rasplodnih krmača po gospodarstvu. Iako je broj svinja u uzgojnoj populaciji pao, proizvodni rezultati su vrlo blizu rezultatima svinjogojske proizvodnje ekonomski razvijenih zemalja članica Europske unije, što je posljedica dosljednog i kontinuiranog provođenja selekcijskih mjera, ali i uvoza rasplodnih grla.

Više od desetak godina provodi se i nacionalni program očuvanja hrvatskih izvornih i zaštićenih pasmina svinja, crne slavonske i turopoljske svinje. Dok je kod crne slavonske svinje zabilježen kontinuiran rast populacije, kod turopoljske svinje, nakon početnog rasta već se nekoliko godina bilježi stagnacija.

Maligna hipertermija svinja (MHS) predstavlja veliki ekonomski problem u svinjogojskoj proizvodnji zbog većih gubitaka prasadi u uzgoju i frekventnije pojave gubitaka (uginućem) u transportu, posebice pri povišenim temperaturama. Stresno osjetljive svinje imaju slabiju kakvoću mesa, a pri preradi mesa svinja podložnih MHS-u se pojavljuju veći gubici u procesima prerade, što se sve odražava na kvalitetu trajnih prehrambenih proizvoda.

U Republici Hrvatskoj, sustavno praćenje statusa MHS molekularno genetskim metodama u populacijama komercijalnih pasmina svinja se provodi od 2003. godine kao sastavni dio provedbe nacionalnog programa uzgoja svinja. Testiranje odabranih rasplodnih svinja provodi se u laboratoriju Odjela za Središnju banku animalnih gena Hrvatske poljoprivredne agencije, koji je zadužen za sustav praćenja MHS na nacionalnoj razini. Status MHS sustavno se prati metodom molekularne genetike, koja se imenuje kao lančana polimerazna reakcija (PCR).

Cilj ove publikacije je prikazati rezultate praćenja statusa MHS u hrvatskom svinjogojstvu od 2003. do 2014. godine s osvrtom na strana istraživanja, u kojem je ukupno testirano 4363 nerasta komercijalnih pasmina svinja. Rezultati laboratorijskog testiranja rasplodnih nerasta i praćenja MHS statusa u hrvatskom svinjogojstvu u razdoblju dužem od jednog desetljeća,

ukazuju na uspješnost postavljenog protokola praćenja i izlučivanja iz uzgoja stres osjetljivih muških rasplodnih jedinki komercijalnih pasmina svinja. Ovaj zaključak potvrđuje kontinuirani porast udjela testiranih nerasta poželjnih genotipova Hal^{NN} i Hal^{Nn}, odnosno smanjenje udjela genotipa Halⁿⁿ.

Laboratorijsko testiranje na MHS provodi se za sve mlade neraste koji su odabrani za rasplod. Bez obzira na proizvodne, fenotipske i rodoslovne podatke, mladi nerasti kod kojih se utvrdi sklonost na MHS, izlučuju se iz uzgoja, izuzev ukoliko se radi o pasmini pietren koja se koristi u terminalnom križanju.

Kao jedna od spoznaja pri analizi navedenog razdoblja je i činjenica da se obvezno praćenje statusa MHS u Republici Hrvatskoj odnosi samo na komercijalne pasmine, ali ne i na dvije izvorne pasmine svinja (crnu slavonsku i turopoljsku) od kojih se proizvode kvalitetni tradicijski suhomesnati proizvodi, zbog čega bi upravo bilo značajno uvesti redovno praćenje MHS statusa i u ove dvije populacije.

Autori



Foto 1. Nerast pasmine durok

UVOD

U svinjogojskoj proizvodnji kontrola čimbenika stresa važna je mjera kojom se utječe na proizvodne rezultate, dobrobit životinja i posljedično na kakvoću mesa. Kvaliteta svinjskog mesa suma je međusobno interaktivnih svojstava na koja utječu brojni čimbenici kao što su svojstva mišića, proizvodni, okolišni i genetski čimbenici. Kvantitativna svojstva svinjskih trupova karakterizira srednja do visoka nasljednost, što omogućuje uspješan selekcijski napredak, ali uvjetuje da je njihovo mjerenje skupo i izvedivo jedino *post mortem*. No, alati molekularne genetike nude mogućnost prevladavanja tih ograničenja analizom genetske varijabilnosti na razini DNK molekule. Odgovor na stres u svinja usko je povezan s genom stresne osjetljivosti (*Hal genom*), a poremećaj se zove *maligna hipertermija svinja* (MHS) ili *stresna osjetljivost svinja* (PSS – eng. Porcine Stress Syndrome).

Simptomi MHS su ubrzano disanje i puls, mišićni tremor, povišena tjelesna temperatura, djelomična do potpuna ukočenost mišića i poremećaji metabolizma, a kod težih slučajeva i uginuće. Brojna istraživanja potvrđuju slabije tehnološke vrijednosti takvog mesa i veće gubitke tijekom obrade i konzerviranja mesa i mesnih prerađevina.

MHS ima veliki utjecaj na proizvodna svojstva svinja i prehrambenih proizvoda od svinjskog mesa. Lošiju kvalitetu mesa kod svinja nepoželjnog genotipa (Hal^{nn}) utvrđuju Leach i sur. (1996), Fisher i sur. (2000), Otto i sur. (2007), Salajpal (2007) i drugi. Kod svinja genotipa Hal^{Nn} i Hal^{nn} Aalhus i sur. (1991), Pommier i sur. (1992) i Rosner i sur. (2003) utvrđuju izražajniju mesnatost, povećan sadržaj mišićnog tkiva u trupovima, ali na liniji klanja lošiju kvalitetu mesa u odnosu na jedinke genotipa Hal^{NN} , te navode da su rezultati istraživanja vrlo jasno povezani sa stresnom osjetljivošću i da je posljedično tome i lošija kvaliteta mesa. Lacković i sur. (1998) utvrđuju bolje tovne sposobnosti i izražajniju mesnatost u jedinki genotipa Hal^{Nn} . Margeta i sur. (2010) utvrđuju da MHS utječe na debljinu leđne slanine, mesnatost i gubitak mesnog soka, te da jedinke genotipa Hal^{Nn} imaju poželjnija proizvodna i preradbenja svojstva. Nešto kasnije, Margeta i sur. (2012) utvrđuju lošiju plodnost krmača nerastima genotipa Hal^{Nn} . Alves i sur. (2014) pronalaze manji udio masnog tkiva u butovima jedinki genotipa Hal^{Nn} .



Foto 2. Nerast pasmine pietren

1. ODJEL ZA RAZVOJ SVINJOGOJSTVA

Odjel za razvoj svinjogojstva uz razvojne odjele drugih grana stočarstva, jedan je od temeljnih odjela Hrvatske poljoprivredne agencije, a u svom radu usko surađuje s područnim uredima Hrvatske poljoprivredne agencije. Neke od djelatnosti odjela su: vođenje središnjeg popisa uzgojno valjanih svinja svih pasmina i hibrida, te vođenje upisnika uzgajivača. U suradnji s drugim ustrojbenim jedinicama HPA i drugim ustanovama, Odjel organizira kontrolu proizvodnosti uzgojno valjanih svinja, provodi testiranja te obrađuje i objavljuje rezultate kontrole proizvodnosti, također radi na procjenama uzgojnih vrijednosti uzgojno valjanih životinja.

U cilju provođenja uzgojnih postupaka Odjel je uspostavio informacijski sustav za praćenje i obradu uzgojno selekcijskih podataka. Odjel izdaje uzgojnu dokumentaciju za uzgojno valjane svinje u prometu. Također, Odjel pruža pomoć uzgajivačima kod prodaje i nabave rasplodnih grla, radi izračune srodstva za potencijalne roditeljske parove, izrađuje izvješća za potrebe pojedinih uzgajivača. Kako bi se promovirali rezultati uzgoja, Odjel sudjeluje u organizaciji izložbi i manifestacija. Odjel provodi i edukacije uzgajivača, a jednom godišnje organizira Savjetovanje uzgajivača svinja u Republici Hrvatskoj. Na Savjetovanjima uzgajivača, izlažu se aktualnosti u svinjogojskoj proizvodnji, što postaje tradicija, a znanja prenose najeminentniji domaći i strani stručnjaci, dok skup okuplja sve sudionike u svinjogojskoj proizvodnji.

Odjel sudjeluje i u provedbi Nacionalnog programa očuvanja izvornih i zaštićenih pasmina domaćih životinja radom na našim dvjema izvornim pasminama crnoj slavonskoj i turopoljskoj svinji. Odjel je razvio dobru suradnju s uzgojnim udrugama i uzgajivačkim savezom, a bio je i jedan od inicijatora za formiranje istih. Djelatnici Odjela sudjeluju u radu povjerenstava koje formira Ministarstvo poljoprivrede, a koja se bave problematikom svinjogojstva te sudjeluju u izradi razvojnih projekata u svinjogojstvu.

2. ODJEL ZA SREDIŠNJU BANKU ANIMALNIH GENA

Uspostava Banke gena domaćih životinja Republike Hrvatske temelji se na odredbama Nacionalnog programa očuvanja izvornih i zaštićenih pasmina domaćih životinja u Republici Hrvatskoj, a sukladno točki 6.4.4. izrađen je Operativni program uspostave banke gena domaćih životinja u Republici Hrvatskoj (dalje u tekstu i: Operativni program) koji je usvojen 2012. godine od strane Ministarstva poljoprivrede Republike Hrvatske (MPRR RH, 2012.). Zadatak Operativnog programa je istaknuti i nabrojati glavne akcije (mjere) potrebne za uspostavu Banke gena koje će se provoditi u razdoblju od 2012. do 2016. godine. Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA) je sukladno Nacionalnom programu definirana kao Nacionalna kontakt točku (NKT) i Koordinacijsko-informacijski centar (KIC) zadužena za vođenje Banke gena. Sukladno propisanim zaduženjima u Nacionalnom programu, početkom 2013. godine u HPA je utemeljen Odjel za Središnju banku animalnih gena koji izravno preuzima poslove definirane u Nacionalnom i Operativnom programu. Lokacija smještaja banke gena i laboratorija Odjela je prostor HPA u Poljani Križevačkoj.



Foto 3. Laboratorij Odjela za središnju banku animalnih gena

Odjel za Središnju banku animalnih gena provodi postupke organizacije prikupljanja, obrade, pohrane, čuvanja i distribucije genetskog materijala sukladno propisanim postupcima. Odjel pohranjuje informacije o sakupljenom genetskom materijalu koji se sprema u Zbirku Banke gena, dokumentira u dokumentacijsko-informacijskom sustavu vođenja Banke gena (CRYO-IS HR). Podaci CRYO-IS HR baze podataka usklađuju se s oznakama na samim uzorcima genetskog materijala pohranjenog u Središnju banku animalnih gena. Osim temeljnih informacija o životinjama, interni informacijski sustav Banke gena (CRYO-IS HR) mora sadržavati i dodatne podatke, koji su relevantni za određenu životinju (rezultat pregleda genetskog materijala; oznaka ugovora između Banke gena i vlasnika životinja, promjene statusa genetskog materijala i drugo). U Odjelu se podaci pravovremeno unose na osnovi temeljnih informacija (identifikacijski broj jedinke, informacije o porijeklu, vrsti pohranjenog genetskog materijala, broju doza i mjestu skladištenja).

Osim poslova izravno vezanih za rad Banke gena, Odjel za Središnju banku animalnih gena izravno je uključen u i provedbu komercijalnih uzgojnih programa u svinjogojstvu preko provedbe laboratorijskog testiranja odabranih rasplodnih svinja na MHS.

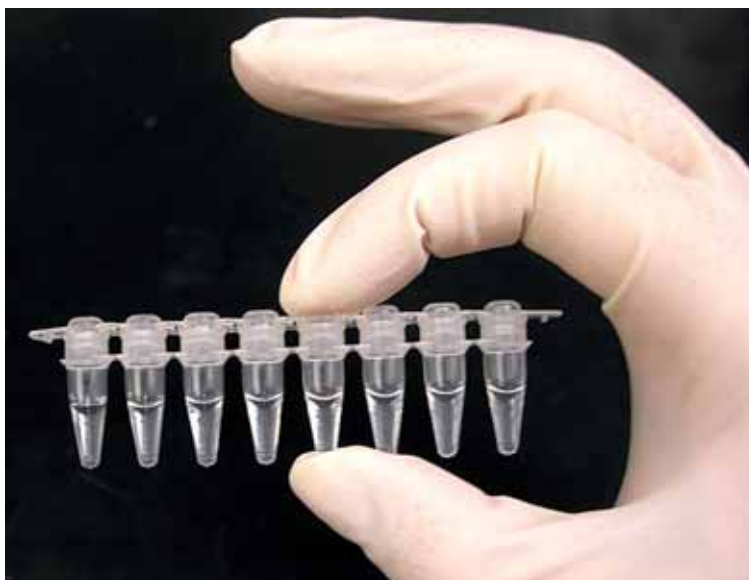


Foto 4. Izolirana DNK iz dlake nerasta za utvrđivanje genotipa obzirom na stres osjetljivost

2.1. Laboratorijski protokol utvrđivanja statusa maligne hipertermije

Testiranje svinja na malignu hipertermiju sastoji se od nekoliko koraka:

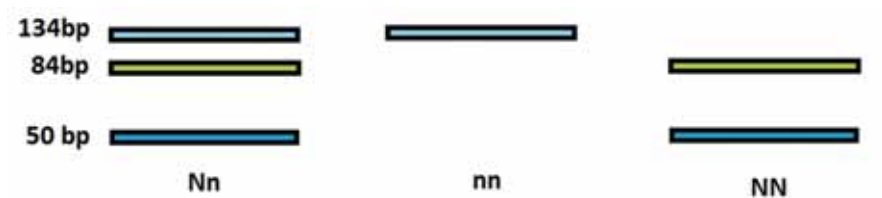
1. prikupljanja uzoraka,
2. izolacije DNK,
3. obrade DNK (PCR analiza i obrada restrikcijskim enzimima),
4. očitavanje rezultata na gel elektroforezi
5. izrada potvrde o rezultatu analize.

Za izolaciju DNK svinja potrebno je prikupiti biološke uzorke iz kojih se izolacija vrši. Kao biološki uzorak za analizu u laboratoriju Odjela za Središnju banku animalnih gena uglavnom se koristi uzorak dlake s folikulom, izuzev za pasminu pietren kod koji se radi deficita dlačnog pokrivača u ovu svrhu kliještima s kivetom uzorkuje komadić tkiva uha. Ako se radi o dlaci, potrebno je uzorkovati od 300 do 400 dlaka koje su čiste i nezaprljane blatom, gnojem i ostalim nečistoćama. Za uzorkovanje tkiva potrebno je koristiti nove i čiste kivete kako bi se izbjegla kontaminacija uzoraka i pogrešno utvrđivanje genotipa. Kako bi se uzorci u laboratoriju što lakše i preglednije obradili, uzorke je potrebno označiti podacima o pasmini, spolu, datumu i mjestu uzorkovanja te životnom broju grla kako ne bi došlo do miješanja uzoraka i zabuna. Biološki uzorci dlake i tkiva transportiraju se u laboratorij.

Metoda utvrđivanja genotipa i prisutnosti mutiranog gena je modificirana metoda PCR - RFLP (eng. *Polymerase Chain Reaction - Restriction fragment length polymorphism*).

Metoda koja se primjenjuje za utvrđivanje statusa MHS, a koja se provodi u laboratoriju Odjela za Središnju banku animalnih gena, nije normirana. Metoda je modificirana u istom laboratoriju, te validirana.

Prikaz 1. grafički prikazuje mogući izgled očitavanja restrikcijskih fragmenata DNK na agaroznom gelu.



Prikaz 1. Položaj vrpce na gelu nakon obrade restrikcijskim enzimima:

- 2 vrpce – svinja ne nosi mutirani gen (genotip N/N);
- 1 vrpca – svinja je recesivni homozigot, tj. podložna je bolesti (genotip n/n);
- 3 vrpce – svinja je heterozigot, tj. zdravi nositelj (genotip N/n).

Kod očitavanja nema vidljivog fragmenta kod negativne kontrole, dok kod pozitivne ima jedan vidljivi fragment. Ostali uzorci se očitavaju uspoređujući broj vidljivih odvojenih restrikcijskih fragmenata DNK ovisno o veličini fragmenta (foto 5).

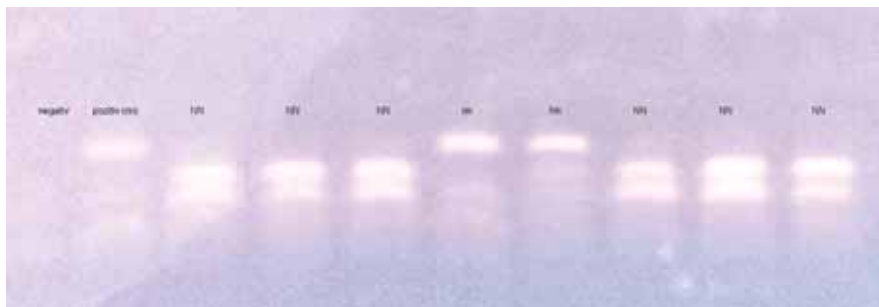
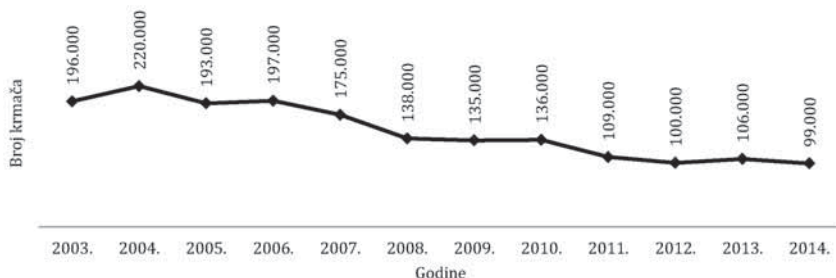


Foto 5. Različitost MHS genotipova na gel elektroforezi

3. TRENDOWI U HRVATSKOM SVINJOGOJSTVU U RAZDOBLJU OD 2003. DO 2014. GODINE

3.1. *Konvencionalne pasmine svinja i hibridi*

Zadnjih desetak godina u svinjogojskoj proizvodnji u Republici Hrvatskoj dogodio se niz promjena. Nekadašnje velike društvene svinjogojske farme su privatizirane, dio njih je zbog dotrajalosti doživio adaptaciju, a dio je i zatvoren. Nakon propadanja nekadašnjih zadruga i svakog vida organizirane proizvodnje, urušila se i svinjogojska proizvodnja na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima (OPG). Proizvodnja na obiteljskim gospodarstvima se još uvijek u većini slučajeva odvija u malim proizvodnim jedinicama. Temeljem veterinarskih pregleda gospodarstava u periodu od lipnja 2012. do lipnja 2013. godine i godišnjih dojava brojnog stanja svinja na gospodarstvu za 2013. godinu, na preko 97% farmi držalo se do 10 krmača i suprasnih nazimica. Ovakva struktura ne može odgovoriti na zahtjeve tovljača svinja količinom i kvalitetom prasadi za tov. Zbog relativno male zarade po tovljeniku, tovlilišta moraju biti većeg kapaciteta kako bi se mogao akumulirati određen prihod. Iz tog razloga u zadnjih desetak godina velik broj tovljača okrenuo se uvozu prasadi za tov kao jednostavnijem i lakšem načinu popunjavanja svojih tovnih objekata, što je još više utjecalo na smanjenje ukupnog broja krmača koje se drže u Hrvatskoj (graf 1).



Graf 1. Ukupan broj krmača od 2003. do 2014. godine (izvor DZS)

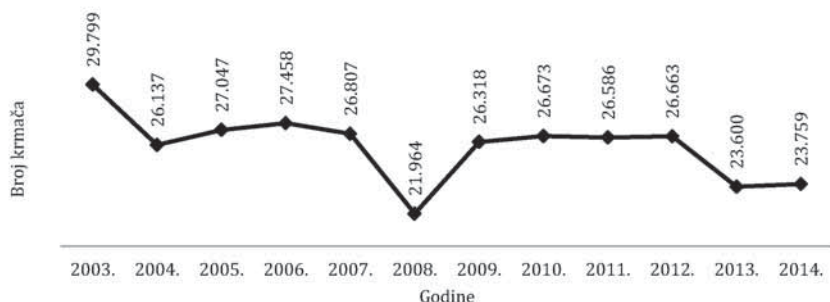
Današnja svinjogojska proizvodnja u Hrvatskoj se može podijeliti na tri tipa. Prvi tip proizvodnje odvija se u velikim i dobro organiziranim sustavima, koji najčešće imaju zatvoreni sustav proizvodnje kroz organizaciju tova u vlastitim objektima ili u objektima kooperanata. Ti sustavi su tehnološki vrlo

dobro opremljeni i imaju uposlen stručni kadar koji organizira proizvodnju. Drugi tip proizvodnje odvija se u malim proizvodnim jedinicama koje međusobno nisu ni na koji način povezane. Na tim proizvodnim jedinicama najčešće nema primjene novih tehnologija izuzev malog broja farmi koje imaju veći broj životinja, a izgrađene su upravo u zadnjih desetak godina. Treći tip su specijalizirani tovljači svinja koji proizvodnju baziraju na nabavi prasadi, a u većini slučajeva se radi o nabavci izvan granica Republike Hrvatske. Dio specijaliziranih tovljača ima vlastite tovne farme, a dio proizvodnju organizira u objektima kooperanata.



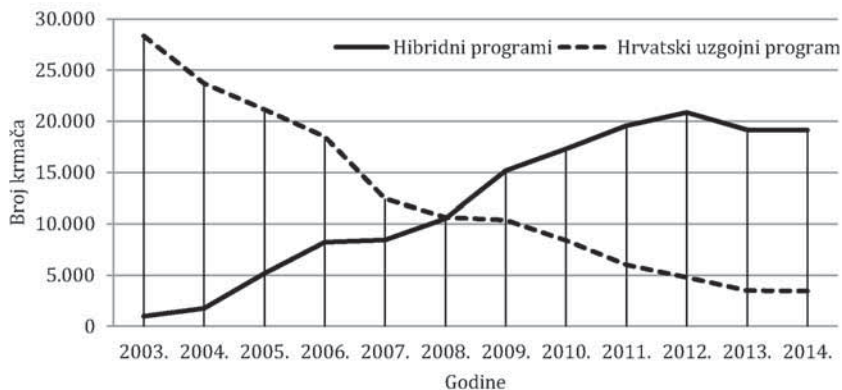
Foto 6. Označavanje prasadi tetoviranjem

Broj krmača pod kontrolom proizvodnosti također je doživio određena kolebanja (graf 2). Najveći pad je zabilježen 2008. godine. U tom periodu neke velike svinjogojske farme su radi rekonstrukcijskih zahvata u potpunosti depopularizirane. Već 2009. godine situacija se normalizirala, a 2013. godine prestale su s radom dvije velike svinjogojske farme što je uzrokovalo pad od 3000 uzgojno valjanih krmača. Od 2010. godine opada broj uzgojno valjanih krmača na OPG-ima što je rezultat ukidanja poticaja za držanje uzgojno valjanih krmača, odnosno uvođenje poticaja za rasplodne krmače bez obzira na njihovo podrijetlo i proizvodne pokazatelje.



Graf 2. Broj krmača pod kontrolom proizvodnosti od 2003. do 2014. godine

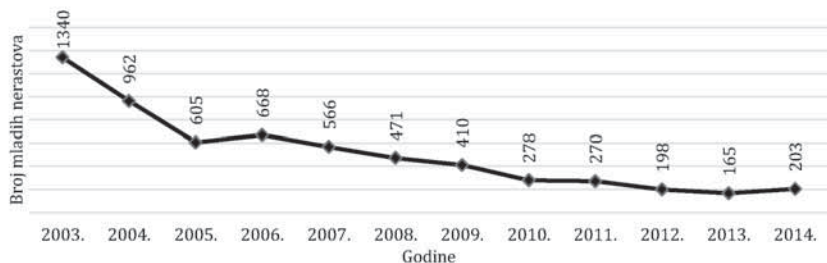
Paralelno s rekonstrukcijom ili izgradnjom novih farmi u sklopu velikih svinjogojskih sustava, došlo je i do promjene genetske strukture u njima. Veliki svinjogojski sustavi su nakon modernizacije proizvodnih objekata zamijenili krmače iz nacionalnog uzgojnog programa krmačama određenih hibridnih programa (graf 3). U 2014. godini udio krmača hibridnih programa bio je zastupljen sa 80% u ukupnom broju uzgojno valjanih krmača.



Graf 3. Odnos u kretnju broja krmača pod kontrolom proizvodnosti iz hrvatskog uzgoja i stranih hibridnih programa

3.1.1. Testiranje nerasta iz hrvatskog uzgojnog programa

Smanjenje broja uzgojno valjanih krmača kao i promjena pasminske strukture, praćena je i smanjenjem broja testiranih mladih nerasta pasmina iz hrvatskog uzgojnog programa (graf 4).



Graf 4. Broj testiranih mladih nerasta pasmina iz hrvatskog uzgojnog programa od 2003. do 2014. godine



Foto 7. Nerast pasmine landras

Smanjenje broja testiranih nerasta iz nacionalnog uzgojnog programa u najvećoj mjeri se dogodio u velikim farmskim sustavima koji su ranije opskrbljivali rasplodnim materijalom zemaljsku populaciju. Uvođenjem hibridnih programa u velikim farmskim sustavima i potpunim prelaskom

na iste hibride, prestaje proizvodnja nerasta za prodaju u uzgoj izvan farmi. Trenutno se proizvodnja uzgojno valjanih rasplodnih nerasta odvija gotovo isključivo kod uzgajivača na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima. Razlog za smanjenu proizvodnju mladih uzgojno valjanih nerasta je smanjena potražnja za njima. Do smanjene potražnje dolazi diijelom zbog smanjenja ukupnog broja krmača, dijelom i zbog povećanja obujma umjetnog osjemenjivanja, ali i nažalost zbog korištenja u uzgoju nerasta zemaljske populacije koji nisu uzgojno valjani.

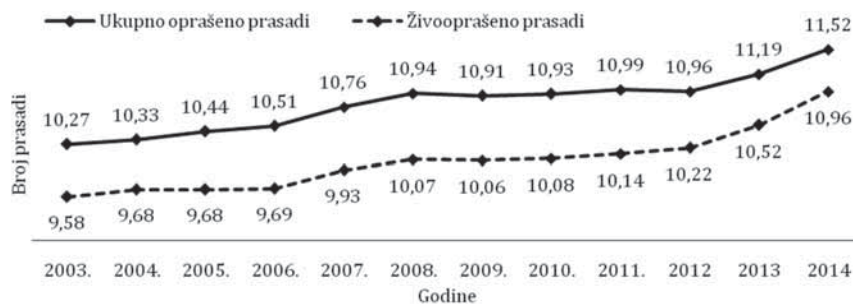
3.1.2. Testiranje nazimica iz hrvatskog uzgojnog programa

Unatoč smanjenju ukupnog broja krmača kao i broja uzgojno valjanih krmača, uzgojno selekcijskim postupcima i planskim korištenjem rasplodnjaka iz inozemnih populacija, ostvaren je znatan napredak u plodnosti krmača majčinskih pasmina i križanki iz hrvatskog uzgojnog programa (grafovi 5, 6, 7, i 8.).

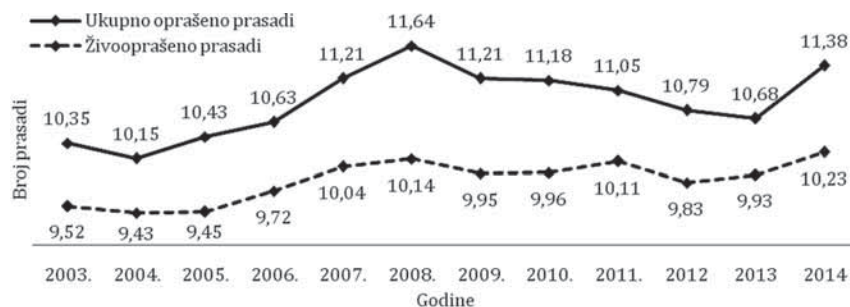


Foto 8. Nazimica pasmine landras

Osobito je to izraženo kod programskih križanki čiji se rezultati mogu usporediti s rezultatima hibridnih programa zastupljenih u Republici Hrvatskoj. U proteklih 12 godina plodnost se povećala za oko dva praseta po leglu.



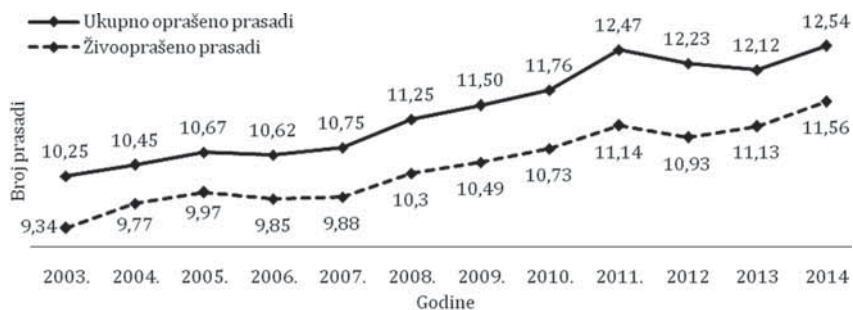
Graf 5. Rezultati praćenja plodnosti krmača pasmine landras



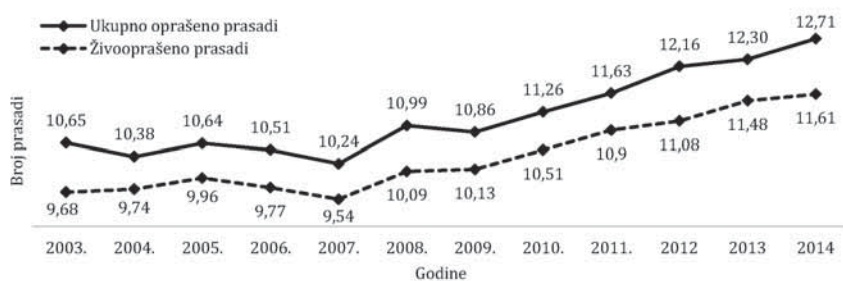
Graf 6. Rezultati plodnosti krmača pasmine veliki jorkšir



Foto 9. Dvodnevno leglo prasadi



Graf 7. Rezultati plodnosti krmača programskih križanki veliki jorkšir x landras



Graf 8. Rezultati plodnosti krmača programskih križanki landras x veliki jorkšir

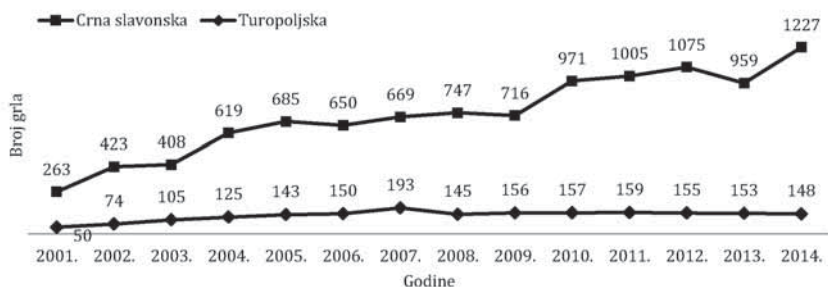


Foto 10. Veliko leglo prasadi rezultat je uspješne selekcije na plodnost

3.2. Izvorne i zaštićene pasmine svinja

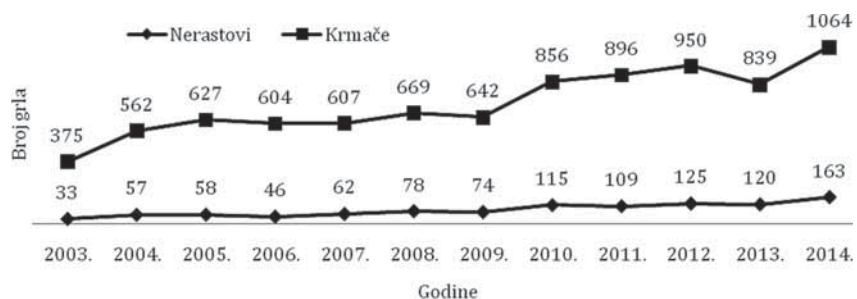
U Republici Hrvatskoj danas su priznate dvije izvorne i zaštićene pasmine svinja, turopoljska svinja i crna slavonska svinja (Popis izvornih i zaštićenih pasmina i sojeva domaćih životinja nastalih na prostoru Republike Hrvatske; Narodne novine 127/98, 73/03, 39/06, 126/07, 70/09, 80/13). Program njihovog očuvanja započeo je koncem 90-ih godina prošlog stoljeća, a od početka je praćen određenim nacionalnim novčanim potporama za držanje izvornih pasmina svinja.

Iako se radi o samo dvije hrvatske izvorne pasmine svinja, uočava se velika razlika u brojčanom razvoju populacija ove dvije pasmine (graf 9). Za istaknuti je da su obje pasmine istodobno uvrštene u nacionalni popis priznatih izvornih pasmina domaćih životinja i da im je kroz uzgojno – selekcijski rad posvećena ista pažnja, pri čemu treba ipak istaknuti da je početna populacija pri utemeljenju pasminskog registra turopoljske svinje bila brojčano pet puta manja. Moguće objašnjenje za nejednak razvoj populacija ove dvije izvorne pasmine svinja je u boljoj organizaciji uzgajivača crne slavonske svinje, ali i boljoj marketinškoj podlozi temeljenoj na proizvodnji tradicijskih suhomesnatih proizvoda, posebice slavonskog kulena (kulina).



Graf 9. Trend razvoja populacija izvornih pasmina svinja u razdoblju 2001. – 2014.

U populaciji crne slavonske svinje se uočava kontinuiran trend povećanja broja jedinki (graf 10). Iako se crna slavonska svinja danas uzgaja na skoro cijelom prostoru Republike Hrvatske, glavnina uzgoja je ipak u Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji. Zahvaljujući kvaliteti mesa i relativno niskim troškovima držanja, crna slavonska svinja se polako vraća na prostore u kojima je nekada bila dominantna pasmina.



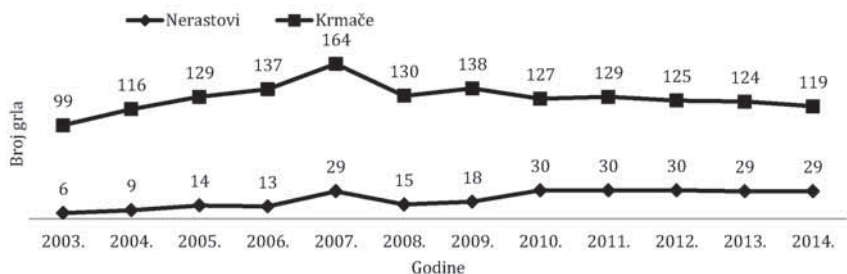
Graf 10. Kretanje broja krmača i nerasta crne slavonske svinje u periodu 2003. - 2014.



Foto 11. Crna slavonska svinja

Veličina populacije turopoljske svinje imala je blagi pozitivan trend povećanja do 2007. godine, nakon čega započinje blagi pad broja grla i svojevrсна stagnacija koja traje do danas (graf 11). Turopoljska svinja uzgaja se na relativno uskom prostoru Turopolja u Zagrebačkoj županiji, izuzev nekoliko manjih uzgoja u Sisačko-moslavačkoj i Koprivničko-križevačkoj županiji. Za razliku od crne slavonske, do sada nije pokrenuta nikakva proizvodnja proizvoda od mesa turopoljske svinje što je zasigurno jedan od

razloga populacijske stagnacije. Drugi razlog je i struktura vlasništava, jer se većina uzgajivača turopoljske svinje može svrstati u hobi uzgajivače koji svinje ove pasmine drže isključivo radi zadovoljavanja potreba svojeg gospodarstva.



Graf 11. Kretanje broja kрмаča i nerasta turopoljske svinje u periodu 2003. - 2014.

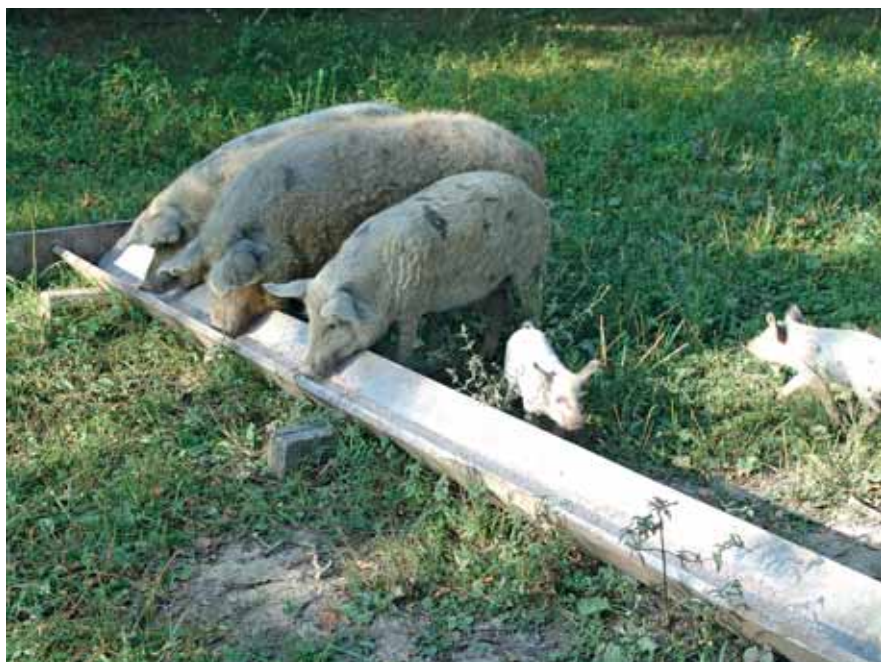


Foto 12. Turopoljska svinja

3.3. Vizija budućnosti hrvatskog svinjogojstva

Osim kontinuiranog uzgojno selekcijskog rada u svim pasminama koje se uzgajaju u Republici Hrvatskoj, u budućnosti je potrebno raditi na uspostavljanju proizvodnih sustava i organizirane svinjogojске proizvodnje te promociji domaće proizvodnje kroz marketinške projekte. Navedeno se odnosi na konvencionalnu proizvodnju, ali i na proizvodnju naših izvornih i zaštićenih pasmina koje zbog svoje specifičnosti zasigurno mogu pronaći mjesto na tržištu.



Foto 13. Leglo prasadi prije odbića



Foto 14. Utvrđivanje udjela mišića u trupu metodom “jedne točke”



Foto 15. Utvrđivanje udjela mišića u trupu metodom “dvije točke”



Foto 16. Slavonski tradicijski suhomesnati proizvodi od svinjskog mesa

4. SINDROM STRESA SVINJA

4.1. Što je sindrom stresa svinja?

Sindrom stresa svinja je poremećaj koji je izazvao zabrinutost proizvođača u svinjogojskoj proizvodnji 1960-tih i 1970-tih godina te je u današnjoj proizvodnji ponovno postao značajan problem. Poremećaj, kada se očituje, uglavnom je povezan s visoko mišićavim životinjama, a rezultat poremećaja je iznenadna i neobjašnjiva smrt životinje. Životinje koje imaju poremećaj često pokazuju znakove nervoze i mogu imati mišićne tremore koji se očituju brzim tremorom repa. Kada su izložene stresnim situacijama kao što su promjena okoline, nagle promjene u vremenu, vakcinacija, kastracija, estrus ili parenje, svinje često reagiraju pretjeranom uzbuđenošću i stvaranjem crvenkastih mrlja na koži, mišićnim grčevima i ukočenosti koje prati brzo i umarajuće disanje. Tjelesna temperatura također počinje rasti te životinje pokazuju znakove toplinskog stresa čak i po hladnom vremenu. Kada dođe do toga, većina proizvođača pokušava spasiti životinje prskajući ih vodom, ali brza progresivnost poremećaja onemogućuje da se životinje rashlade dovoljno brzo.

Već 60-ih godina prošlog stoljeća postalo je jasno da u velikom broju slučajeva fizički stres osjetljivih svinja izaziva kolaps i smrt životinje, te pojavu blijedog, mekanog i vodnjikavog (BMV) mesa (eng. PSE – pale, soft, exudative). Već 1972. godine pretpostavljeno je da se stres osjetljivost genetski nasljeđuje, što je kasnije u mnogim studijama i potvrđeno. Molekularne studije kasnije su potvrdile genetsko nasljeđivanje.

Prijelomni korak u istraživanju stresne osjetljivosti svinja i pojavu BMV mesa je saznanje da se sindrom maligne hipertermije može izazvati kratkotrajnim izlaganjem plinu halotanu. Prilikom izlaganja plinu, u svinja se pokrene mehanizam stresne reakcije i kod osjetljivih jedinki se razvijaju znakovi stres sindroma izraženi malignom hipertermijom i ukočenošću mišića. Životinje podložne malignoj hipertermiji sporije se oporavljaju nakon prestanka djelovanja ovog anestetika, a kod produženog djelovanja je uočeno frekventnije javljanje uginuća.

Istraživanja temeljena na reakciji pri izlaganju halotan plinu dokazala su da se sindrom stresne osjetljivosti nasljeđuje recesivno. Gen odgovoran za preosjetljivost na halotan stoga je i nazvan *halotan gen* (*Hal gen*). Utvrđeno je da gen ima dva alela: N (normalan, dominantan) i n (mutirani, recesivan). Glavni nedostatak ovog testa je bio otkrivanje samo onih jedinki podložnih

bolesti (recesivnih homozigota), a ne i „nositelja“ bolesti (heterozigota). Obzirom na postojanje dva alela Hal gena, moguće je pojavljivanje tri genotipa koji definiraju status MHS: Hal^{NN} – dominantni homozigot, Hal^{Nn} – heterozigot i Halⁿⁿ – recesivni homozigot.

Maligna hipertermija svinja je nasljedna, neuromuskularna bolest koja se očituje poremećajem kontrakcije skeletnih mišića, metaboličkom acidozom, hipertermijom, tahikardijom, tahipneom, povećanom potrošnjom kisika, cijanozom, srčanom aritmijom, respiratornom acidozom, nestabilnim arterijskim krvnim tlakom i smrti. Stres sindrom je prvi puta opisan kao fizički stres kod svinja sklonih bolesti, koji se manifestira kolapsom i stanjem šoka te smrću (foto 17).



Foto 17. Ukočenost tijela stres osjetljivih svinja nakon uginuća

Smrtni gubici uzrokovani poremećajem često se dešavaju tijekom manipulacije i prijevoza životinja u klaonice. K tome, smrtnost je povećana u ljetnim mjesecima kada su temperature više, a svinje su u nemogućnosti rješavanja povišene tjelesne temperature.

Mnogo pažnje pridavano je utjecaju gena stresne osjetljivosti na kvalitetu mišića i proizvodna svojstva svinja. Povećanje potražnje nemasnog mesa od strane proizvođača i potrošača dovelo je do povećane uporabe terminalnih nerasta s jednom ili dvije kopije MHS gena. Potražnja se javila kod proizvođača svinja za tržište zbog želje za proizvodnjom svinjetine koja je nemasna i povećano mišićava. Velike proporcije svinja homozigotnog recesivnog (nn) genotipa pozitivnog na MHS i svinja heterozigotnog (Nn) genotipa koje su nositelji jedne kopije gena dovode do proizvodnje trupova s inferiornim karakteristikama mišića. Rasprave se još vode oko uporabe MHS gena, pogotovo u linijama terminalnih nerasta.

Napredak molekularne genetike dotveo je do stvaranja i razvoja jednostavnog i relativno jeftinog postupka za utvrđivanje MHS genotipova sa točnošću od 100%. Proizvođači svinja mogu osigurati biološke uzorke (dlake, kože i krvi) pojedinih svinja te u certificiranim laboratorijima saznati MHS genotip molekularnim metodama. Nakon saznanja o statusu genotipova u populacijama svojih svinja, pojedini proizvođači tada mogu utvrditi razinu uporabe MHS gena u ostvarivanju svojih uzgojnih ciljeva.

4.2. Što čini neke svinje stresno osjetljivim?

Iako osnove metaboličke sindroma stresa nisu u potpunosti shvaćene, istraživanja su otkrila mnoge činjenice o ovom problemu. Svinje osjetljive na stres teško se nose sa stresnim situacijama u kojima se nalaze tijekom proizvodnih procesa. Kada su izložene stresu, prolaze kroz nekoliko stresnih reakcija, uključujući i ubrzani gubitak mišićnih energetske rezerve. Kako se zalihe energije mišića smanjuju, dolazi do povećanja koncentracije mliječne kiseline u mišićima i u krvi. Normalne (zdrave) svinje mogu ukloniti mliječnu kiselinu iz mišića i krvi dovoljno brzo da ne dolazi do pretjeranog nakupljanja. Nasuprot tome, svinje s poremećajem proizvode tolike količine mliječne kiseline da je ne mogu ukloniti iz mišića. Bolesne svinje izložene stresnoj situaciji zbog povećane proizvodnje mliječne kiseline i otpuštanja kiseline u krv oboljevaju također od metaboličke acidoze zbog povećane kiselosti krvi. Acidozu prati i nakupljanje topline zbog procesa potrošnje i korištenja glikogena kao energije.

Primarni defekt oboljelih svinja najvjerojatnije će biti sama struktura mišića. Određeni mišićni organeli ne mogu vezati kalcij. Povećane količine nevezanog kalcija izazivaju mišićne kontrakcije i razgradnju energijom bogatih fosfata. To izaziva serije reakcija koje dovode do povećane količine mliječne kiseline.

4.3. Uzrok i simptomi

Razni fizički čimbenici (stresori) mogu rezultirati ekspresijom stres sindroma. Vježbanje, borba, manipulacija prije klanja, cijepljenje, kastracija, estrus, parenje, porod i pretjerano toplo vrijeme su primjeri stresora koji mogu uzrokovati MHS.

Simptomi koji se izražavaju kod svinja tijekom napada stres sindroma

su grčenje mišića i repa, otežano i nepravilno disanje, promjene boje kože (mrlje i crvenilo), nagli porast tjelesne temperature, kolaps, ukočenost mišića te na kraju smrt. Jednom kada je MHS potaknut, svinje pokazuju simptome relativno brzo. Jedan od samo nekoliko lijekova za MHS je natrij dentrolen koji se aplicira intravenozno. Natrij dentrolen je mišićni relaksant koji djeluje na mišićne stanice, ali nema utjecaja na srčani mišić i stanice glatkih mišića, a nakon aplikacije natrij dentrolena, simptomi stresa brzo popuštaju.

4.4. Genetski čimbenici stres osjetljivosti

Niti jedna pasmina nije u potpunosti lišena poremećaja stresne osjetljivosti, ali se također niti jedna pasmina ne može kategorizirati kao stresno osjetljiva. Kod nekih europskih pasmina pojava poremećaja je izrazito visoka, dok je kod nekih izrazito niska. Svojstvo se prenosi kroz generacije jednostavnim recesivnim nasljeđivanjem što znači da oba roditelja (nerast i krmača) moraju biti nositelji gena za stresnu osjetljivost kako bi na potomke prenijeli recesivne (mutirane) varijante gena. U prosjeku, jedno od četvero prasadi biti će pozitivno na poremećaj, dvoje od četvero će biti nositelji, dok će jedno od četvero biti zdravo. Prema tome, ukoliko u stadu postoji problem stresne osjetljivosti, najbrže i najekonomičnije rješenje je zamjena bolesnog nerasta drugim nerastom za kojega se može potvrditi da nije sklon stresu ili nositelj poremećaja.

Obzirom da je poremećaj stresa često utvrđen kod životinja s povećanom mišićnom masom, nije nužno žrtvovati mesnatost trupa zbog sklonosti prema stresu. Umjesto toga, moguće je uklopiti mesnatiji tip grla u uzgojno stado koje je bilo testirano i za koja je utvrđeno da nemaju poremećaj ili njemu nisu sklona. Svinje s poremećajem uobičajeno imaju veći udio mišića u odnosu na koštanu masu, ali imaju i neke nedostatke koji uključuju manji tjelesni okvir, niži unos hrane, manji dnevni prirast i manje rođene i othranjene prasadi.

4.5. Način nasljeđivanja

Opće je poznato da je za MHS odgovoran samo jedan gen te da se nasljeđuje recesivno. Dodatno, brojna istraživanja potvrdila su da recesivni genotip (nn) nema kod svake svinje jednak utjecaj (nepotpuno pojavljivanje). Molekularna istraživanja također su potvrdila ovakav način nasljeđivanja. Nagađa se da je samo jedna mutacija u genomu jedne životinje u prošlosti bila začetnik stanja sindroma stresa, te da se mutacija pojavila u Njemačkoj u ranom dvadesetom

stoljeću, jer je meso neprikladno za industriju kobasica prvi put uočeno 1914. godine. Također se sumnja da je novoformirani recesivni gen bio poticaj za razvoj pasmina pietren u Belgiji i razvoja poland china-e u SAD-u. Recesivni MHS gen je vjerojatno došao u genome drugih pasmina u svijetu preko migracija, a ne daljnjim mutacijama.

4.6. Smještaj na kromosomu

Gen stresne osjetljivosti lociran je na 6-tom kromosomu (regija 6p1.1-q2.1) i kodira rijanodinski receptor 1 (RYR1) odnosno Ca^{2+} propustljive kanale membrane sarkoplazmatskog retikuluma mišićnih stanica. U više studija u svinja podložnih malignoj hipertermiji utvrđena je točkasta mutacija koja je smještena u rijanodin receptor genu (RYR), lociranom na šestom kromosomu u regiji 6p1.1-q2.1 na poziciji 1843 u slijedu nukleotida, gdje je citozin (C) zamijenjen timinom (T), što ima za posljedicu zamjenu cisteina (Cys) argininom (Arg) u aminokiselinskom slijedu. Mutacija C1843T unutar RYR1 gena rezultira promjenama u propusnosti membrane i pojačanim otpuštanjem Ca^{2+} iona iz sarkoplazmatskog retikuluma, kao odgovor na djelovanje jakog stresora, što inducira pojačanu metaboličku aktivnost unutar mišićne stanice i posljedično pojavu MHS.

Svinje podložne stres sindromu su utvrđene nakon reakcije na anestetik halotan. To je dovelo do utvrđivanja odgovornog gena za MHS nazvanog Hal genom, a marker lokus u blizini Hal gena dodijeljen je povezanoj Hal grupi. Povezana grupa sastoji se od nekoliko marker lokusa za Hal gen koji su korišteni za predviđanje MHS čak i prije razvoja DNK testa. Hal gen i njegova grupa dodijeljeni su šestom kromosomu kod svinja.

Nakon otkrića defektne lokacije unutar genoma svinja, mutacija odgovorna za MHS je također poznata kao Hal-1843. Genotipsko imenovanje svinja otpornih na stres, nositelja stresne osjetljivosti i pozitivnih na stres vodi se preko oznaka NN, Nn i nn. Nakon patentiranja molekularnog testa na Sveučilištu u Torontu, svim životinjama testiranim ovom metodom dodijeljena je oznaka HAL-1843. Klasifikacija otpornih na stres, nositelja stresne osjetljivosti i pozitivnih na stres po tom sustavu je karakterizirana kao: nemutirani (nm), mono-mutirani (mm) i di-mutirani (dm).

4.7. Učestalost i frekvencije gena

Frekvencije recesivnog genotipa (nn) variraju obzirom na pasminu i državu porijekla. U progenom testiranju čistokrvnih svinja od 1991. do 1993. godine provedenom u SAD-u za National Barrow ShowTM, utvrđena je ukupna prosječna frekvencija gena od 0,07 unutar osam čistokrvnih pasmina (tablica 1). Procjene unutar pasmina iznosile su od 0,00 kod pasmine Chester White do 0,43 u svinja pasmine Poland China. Istraživanje frekvencije gena prema pasminama rezultiralo je spoznajom da je pasmina pietren imala najveću frekvenciju gena (0,50), a Chester White najnižu (0,00).

Tablica 1. Frekvencija halotan gena po pasminama (Goodwin, 1994.)

Pasmina	Frekvencija
Berkšir	0,14
Chester White	0,00
Durok	0,05
Hempšir	0,08
Landras	0,07
Poland China	0,43
Spotted	0,09
Jorkšir	0,07
Prosjek:	0,07

4.8. Fiziologija sindroma stresa

Rana istraživanja utvrdila su da je MHS povezan s proizvodnjom blijedog, mekog i vodnjikavog (BMV) mesa. Također je utvrđeno da energija pohranjena u mišićima naglo pada kod trupova koji pokazuju BMV meso nakon klanja. Rezultat otpuštanja energije je nagli pad pH u mišićima trupa i pojava BMV mesa. Okolišni utjecaj (stres) rezultira povišenom potrošnjom energije iz mišića i mišićnim kontrakcijama koje dovode do povećane proizvodnje mliječne kiseline, ugljičnog dioksida i topline unutar mišića. Mišićne stanice kod životinja zahvaćenih MHS genom imaju nemogućnost normalne regulacije protoka kalcijevih iona. Svojstva mišića heterozigotnih (Nn) svinja pokazuju da su intermedijarna u odnosu na zdrave i bolesne jedinke što ukazuje da kod tih grla postoji kodiranje regulacije razine Ca^{2+} iona u mišićnim stanicama od strane normalnog, ali i mutiranog gena.

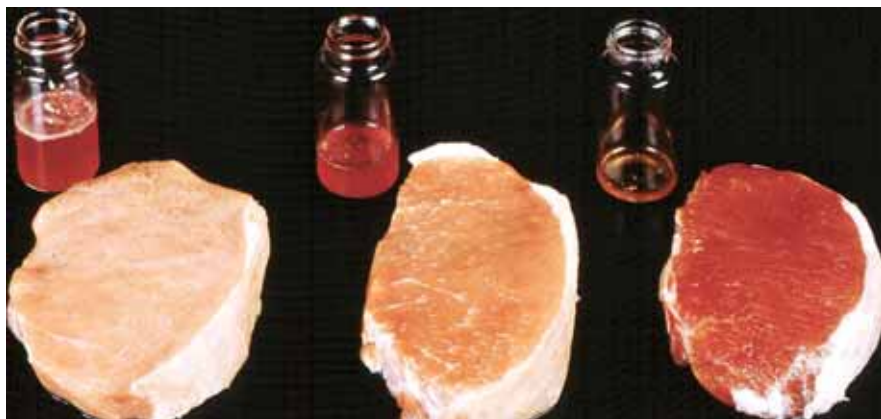


Foto 18. Meso stres osjetljivih svinja je blijedo i brzo gubi značajne količine mesnog soka

4.9. Metode otkrivanja stres sindroma

Metode za otkrivanje svinja podložnih stres sindromu razvile su se kako su nove tehnologije postale dostupne. Najnoviji alat koji proizvođači svinja mogu koristiti kako bi utvrdili status sindroma stresa u svom uzgojnom stadu je DNA molekularni test. Fuji i sur. (1991.) razvili su brz, jednostavan i točan molekularni test za MHS koji može razlikovati sva tri genotipa (NN, Nn i nn), i to s točnošću od gotovo 100%.

Moguće je objektivno utvrditi kandidate za uzgojno stado koristeći dva testa. Jedan od testova koji točno utvrđuje oboljele svinje je anestezija plinom halotanom koji je u osnovi hlapivi anestetik (foto 19). Oboljele životinje pokazuju izrazite znakove reakcije na halotan, koji se očituju izazivanjem MHS-a. Jedan od najčešćih znakova reakcije je ekstremna mišićna ukočenost koja se pojavljuje otprilike nakon 3 minute izloženosti halotan plinu.

Ponekad životinja neće odmah pokazati znakove, ali nakon dužeg tretmana zasigurno hoće, ali to je rijetkost. Ovaj test daje rezultate istovremeno tokom provođenja, ali je oprema za provođenje skupa te su za provođenje testa potrebni uvježbani stručnjaci. Razine halotana od 3 do 6% i protok kisika od 1 do 2 litre u minuti primijenjeni u poluzatvorenom sustavu u kojem se plinovi udišu i izdišu pokazali su najbolje rezultate. Plin se životinji pruža preko velike maske za lice. Stražnji se udovi pažljivo promatraju. Test je generalno pogodan za testiranje mladih svinja, međutim nije ga dobro ponavljati za svinje mlađe od 7 tjedana. Iako je test pogodan za starije svinje, rizik smrtnosti zbog prevelikog

izlaganja plinu povećava se sa starošću životinje. Razne su europske zemlje koristile halotan test uspješno kao kriterij selekcije, ali test kao takav ne može utvrditi genotipsku razliku između nositelja mutiranog gena i zdravih svinja, tako da se gen nikada ne može utvrditi koristeći ovu metodu.



Foto 19. Izlaganje svinje halotan plinu (halotan test)

Tipiziranje krvi korišteno u kombinaciji s halotan testom omogućuje bolju identifikaciju oboljelih životinja i nositelja bolesti. Znanstvenici su otkrili da se lokusi za dvije krvne grupe nazvane H i S te tri druga lokusa nazvana Phi, Pgd i Po-2, nalaze na istom kromosomu koji nosi gen za osjetljivost na halotan. Poznata su dva ili više različitih gena (alela) za svaku lokaciju. S obzirom da su svi ti geni blisko povezani u bloku s halotan genom, svi genski faktori na tom području kromosoma vjerojatno se nasljeđuju zajedno kao jedan blok. Poznavanje koji je od ovih gena povezan s genom stresne osjetljivosti, kod pozitivno testiranih svinja omogućuje utvrđivanje prasadi koja nosi samo jedan neželjeni gen, a koja nosi više njih. Ova metoda testiranja je u fazi širenja u Švedskoj. Znanstvenici u SAD-u trenutno modificiraju metodu za terensku uporabu. Drugi test uključuje analiziranje krvi na kreatin fosfatazu, enzim seruma koji je izrazito visok kod oboljelih svinja. Potrebno je uzorak krvi dostaviti u laboratorij koji je opremljen za provođenje testa. Važno je da krv za test bude izvađena najmanje 2 sata, a najbolje 8 – 12 sati nakon fizičkog stresa poput izlaganja svinja trčanju na otprilike stotinjak metara ili vožnje kamionom desetak kilometara. Krv mora biti vađena iz ušne vene ili neke druge površinske vene tako da krv ne bude onečišćena mišićnim tkivom.

Otkriće kanadskih znanstvenika omogućilo je revolucionarno testiranje na sindrom stresa kod svinja. Točkasta mutacija otkrivena je na genu za mišićne receptore koji vežu rijanodin. Receptori su proteini kalcijevih kanala sarkoplazmatskog retikuluma te kontroliraju protok kalcijevih iona iz sarkoplazmatskog retikuluma u citoplazmu mišićnih stanica. Poremećaj kod osjetljivih svinja izaziva hipersenzitivnost otvora kalcijevih kanala te se oni lakše otvaraju nego kod zdravih životinja, a teže se zatvaraju. Rezultat toga su mišićne kontrakcije, hipermetabolizam te hipertermija karakteristična za poremećaj. Mutacija na nukleotidnom mjestu 1843 opisana je kao zamjena jedne nukleotidne baze u drugu, točnije zamjena citozina u timin te promjena aminokiselinskog slijeda, arginina u cistein, a može biti uočena elektroforezom amplificiranih DNK segmenata nakon što su bili obrađeni restriktivnim enzimima. Navedena mutacija se pojavljuje unutar pet pasmina, a najvjerojatnije je imala zajedničko porijeklo, pretka nositelja mutacije.

Metodama genetskog inženjerstva utvrđena je veza između nasljeđivanja mutacije i pojave simptoma bolesti, a test za analizu temelji se na lančanoj reakciji polimeraze (PCR) i omogućuje otkrivanje sva tri genotipa za MHS. Ispitivanje se temelji na selektivnom amplificiranju mutiranog dijela RYR1 gena koristeći PCR i obradi segmenata restriktivskih DNK fragmenata. Test je vrlo točan i omogućuje brzo testiranje velikog broja jedinki u kratkom vremenu i otkrivanje sva tri MHS genotipa. Općenito, utemeljeno je mišljenje da informacije na razini DNK molekule mogu pomoći svinjogojskoj proizvodnji u izlučivanju nepoželjnih gena iz pojedinih populacija svinja, a time i posljedice utjecaja takvog gena na kvalitetu mesa svinja. Osim toga, ove informacije pomažu i u selekciji kvantitativnih svojstava, uključujući i ona na koje se može utjecati tradicionalnim oblicima selekcije.

4.10. Utjecaj na majčinske osobine

Više istraživanja imalo je za temu utjecaj MHS na majčinske osobine. Stalder (1995.) je istražio utjecaj MHS na majčinske performanse stresno osjetljivih linija svinja (tablica 2). Krmače genotipa Nn oprasile su više prasadi od NN krmača i nn krmača. K tome, Nn krmače imale su teža legla u usporedbi s NN krmačama, te teža legla u odnosu na nn krmače. Krmače genotipa Nn oprasile su veći broj žive prasadi od krmača genotipa NN i nn. Ženke nositeljice gena imale su veće ukupne težine žive prasadi od nn i NN krmača. Razlika proporcija živorođenih svinja koje su preživjele od rođenja do prebacivanja u drugu fazu tova nije bila signifikantna između različitih MHS genotipova.

Tablica 2. Prosjek svojstava pri rođenju i BLUP procjene razlika prosjeka ($\pm SG^a$) između različitih genotipova stresne osjetljivosti svinja (Stalder, 1995)

Svojstvo	Prosjek	Odnos genotipova					
		NN-Nn	SG	Nn-nn	SG	NN-nn	SG
Broj rođenih	10,16	-0,94*	$\pm 0,39$	0,61**	$\pm 0,32$	-0,33	$\pm 0,44$
Porodajna masa (kg)	13,34	-1,07*	$\pm 0,49$	0,74**	$\pm 0,39$	-0,34	$\pm 0,52$
Prilagođen broj rođenih ^b	9,98	-0,91*	$\pm 0,39$	0,69*	$\pm 0,32$	-0,22	$\pm 0,43$
Težina legla živorođenih (kg)	13,05	-0,91**	$\pm 0,47$	0,77*	$\pm 0,38$	-0,14	$\pm 0,49$
Preživljavanje do transfera (%)	90,48	-6,29	$\pm 5,30$	2,51	$\pm 4,01$	-3,79	$\pm 5,88$

a Standardna greška razlika prosjeka dvaju genotipova u odnosu

b Prilagođeno koristeći kombinirane faktore pasmine (Brubaker i sur., 1994.)

* Ukazuje na signifikantnu razliku između genotipova ($P < 0,05$)

** Ukazuje da su razlike blizu signifikantnosti ($P < 0,10$)



Foto 20. Stres otpornije krmače imaju veću plodnost

Zdrave krmače imale su veći broj odbijene prasadi s 21. danom od nn krmača nakon prilagodbe podataka s obzirom na fizičke mjere i dob svinja pri odbiću (tablica 3). Razlike nisu utvrđene između krmača genotipa NN i Nn s obzirom na broj prasadi pri odbiću s 21. danom. Krmače genotipa NN dale su

teža legla s 21. danom u usporedbi s krmačama nn i Nn genotipa. Dodatno, teže leglo utvrđeno je u dobi od 21. dana kod Nn krmača u usporedbi s krmačama nn genotipa. Proporcija svinja preživjelih do 21 dana favorizira NN krmače s 13,1% i 9,3% u usporedbi s nn i Nn krmačama.

Tablica 3. Prosjeci i BLUP procjene razlika prosjeka ($\pm SE^a$) za reproduktivna svojstva krmača različitih MHS genotipova s 21 i 42 dana (Stalder, 1995)

Svojstvo	Prosjek	Odnos genotipova					
		NN-Nn	SE	Nn-nn	SE	NN-nn	SE
Prilagođen broj s 21. danom	10,41	0,28	$\pm 0,21$	0,21	$\pm 0,17$	0,49*	$\pm 0,24$
Prilagođena težina legla s 21. danom ^b (kg)	50,65	2,86*	$\pm 1,46$	3,34**	$\pm 1,19$	6,20**	$\pm 1,66$
Stopa preživljavanja s 21. danom (%)	88,06	9,33*	$\pm 3,71$	3,75	$\pm 0,15$	13,07**	$\pm 4,42$
Broj s 42. danom	7,35	0,24	$\pm 0,23$	0,33	$\pm 0,20$	0,57*	$\pm 0,28$
Prilagođena težina legla s 42. danom (kg)	81,41	3,06	$\pm 3,05$	5,16*	$\pm 2,49$	8,22*	$\pm 3,53$
Stopa preživljavanja s 42. danom (%)	82,39	3,21	$\pm 2,72$	4,48*	$\pm 2,22$	7,69*	$\pm 3,11$

a Standardna greška razlika prosjeka dvaju genotipova u odnosu

b Prilagođeno koristeći kombinirane faktore pasmine (Brubaker i sur., 1994)

* Ukazuje na signifikantnu razliku između genotipova ($P < 0,05$)

** Ukazuje da su razlike blizu signifikantnosti ($P < 0,01$)

Stalder (1995) također uspoređuje majčinske performanse krmača genotipa NN i Nn pasmine landras, te ne utvrđuje signifikantne razlike između NN i Nn krmača za analizirana svojstva (tablica 4). Zdrave krmače i nositeljice imale su gotovo identičan broj živorođene prasadi. Broj živorođene prasadi s 21. danom je bio sličan između NN i Nn krmača. Iako nesignifikantno, NN krmače su proizvele legla koja su prosječno bila 0,45kg teža u dobi legla od 21. dan u odnosu na legla Nn krmača. Prosječan broj prasadi preživjelih do 21. dana je bio gotovo sličan između NN i nn krmača. Slično je i sa intervalom prasenja koji se za samo 0,44 dana razlikovao između Nn i NN krmača.

Tablica 4. Reproductivna svojstva i BLUP procjena razlika prosjeka ($\pm SG^a$) između genotipa normalnih (NN) i krmača nositelja (Nn) (Stalder, 1995)

Svojstvo	Prosjek	Odnos genotipova	
		NN - Nn	$\pm SG$
Prilagođeni broj živorođenih	10,82	0,00	0,14
Prilagođeni broj s 21. danom ^b	12,17	-0,03	0,05
Prilagođena težina legla s 21. danom (kg)	68,71	0,45	0,48
Preživljavanje do 21. dana (%)	95,48	0,06	0,44
Interval prasenja (u danima)	172,00	0,45	1,80

a Standardna greška razlika između prosjeka genotipova

b Specifična prilagodba prema Landrasu (Brubaker i sur., 1994)

Prethodno predstavljeno istraživanje snažno odvrća od korištenja nn krmača u većini komercijalnih stada svinja. Genotipizirane NN i Nn krmače očito imaju prednosti što se tiče majčinskih osobina u odnosu na nn krmače. Osim toga, kada se loša majčinska svojstva nn krmača s visokom smrtnošću životinja kombiniraju s povećanim troškovima uzgoja, njihovo korištenje u komercijalnim uzgojnim programima nije preporučljivo. Manje je poznato da li bi Nn krmače trebale biti zadržane u uzgoju. Ako se Nn krmače žele zadržati u stadu, trebalo bi doći do značajnijeg napretka u majčinskim osobinama u odnosu na NN krmače. Ekonomske prednosti trebale bi nadoknaditi potencijalne ekonomske gubitke zbog povećane smrtnosti i lošije kvalitete mišića koji se javljaju kada se Nn krmače osjemene terminalnim nerastima Nn ili nn genotipa.

4.11. Povezanost sindroma stresa s kvantitativnim svojstvima trupa

Christian i Rothschild (1992.) su utvrdili sličan prosječan prinos, konverziju hrane i konzumaciju hrane između svinja sva tri genotipa (tablica 5). Trupovi Nn i nn životinja imali su manje ledne masti kod desetog rebra (BF10) i veće mišićno područje slabina (LMA). Suprotno tome svinje genotipa NN i nn imali su manje zamašćeno meso. Randman je bio sličan za sva tri genotipa. Iako rezultati prikazani u Tablici 6. nisu reprezentativni za svako pojedino svojstvo i ne mogu se primijeniti na današnje tržišne svinje, relativne su razlike osobina sva tri genotipa slične.

Tablica 5. Hranidba, rast, sastav trupa i prosjeci performansi kvalitativnih svojstava trupa ($\pm$ SG) MHS genotipova (Christian i Rothschild, 1992.)

Svojstvo	Genotip		
	NN ($\pm$ SG)	Nn ($\pm$ SG)	nn ($\pm$ SG)
Konzumacija hrane (kg po danu)	2,70 $\pm$ 0,06	2,57 $\pm$ 0,05	2,57 $\pm$ 0,06
Konverzija hrane (hrana/prirast)	3,60 $\pm$ 0,18	3,50 $\pm$ 0,08	3,45 $\pm$ 0,09
Prosječan dnevni prirast (kg po danu)	0,76 $\pm$ 0,01	0,76 $\pm$ 0,01	0,77 $\pm$ 0,01
Prosječno ledne masti (cm)	3,98 $\pm$ 0,07	3,91 $\pm$ 0,07	4,11 $\pm$ 0,10
Mast desetog rebra (cm)	3,91 $\pm$ 0,10	3,68 $\pm$ 0,10	3,68 $\pm$ 0,12
Površina slabinskih mišića (cm ²)	35,66 $\pm$ 0,97	36,76 $\pm$ 0,77	39,99 $\pm$ 1,16
Randman	73,60 $\pm$ 0,30	74,10 $\pm$ 0,20	74,70 $\pm$ 0,30
Nemasno meso (%)	42,00 $\pm$ 0,90	43,10 $\pm$ 0,09	44,70 $\pm$ 1,00
Masno meso (%)	40,70 $\pm$ 1,10	39,50 $\pm$ 1,10	39,40 $\pm$ 1,20
pH (45 min)	6,42 $\pm$ 0,06	6,15 $\pm$ 0,05	5,73 $\pm$ 0,06
Refleksija boje	22,50 $\pm$ 0,80	24,60 $\pm$ 0,70	29,00 $\pm$ 0,90

Tablica 6. Razlike svojstava hranidbe, rasta, kvalitativnih i kvantitativnih svojstava trupa između svinja genotipa NN i Nn (*National Genetic Evaluation - National Pork Producers Council, 1995*)

Svojstvo	Razlika NN - Nn	NS
Prosječni dnevni prirast (kg po danu)	-0,0045	NS ^a
Dana potrebno za 112,5 kg	0,13	S ^b
Prirast nemasnog (kg po danu)	0,00765	S ^b
Leđna mast desetog rebra (cm)	-0,00254	NS ^a
Površina slabinskih mišića (cm ²)	-1,87	S ^b
Duljina trupa (cm)	0,45	S ^b
Prinos trupa (%)	-0,376	S ^b
Boja slabinskih mišića (1 - 5)		S ^b
Mramoriranost slabinskih mišića (1 - 5)	0,21	S ^b
Čvrstoća slabinskih mišića (1 - 5)	0,24	S ^b
Refleksija boje - Minolta (%)	-1,707	S ^b
Krajnji pH	0,018	S ^b
Gubitak vode slabinskih mišića (%)	-0,48	S ^b
IMF slabinskih mišića (%)	0,33	S ^b

a Nesignifikantna razlika između normalnih i svinja nositelja

b Signifikantna razlika između normalnih i svinja nositelja (P < 0,05)

Jansen i Barton-Gade (1995.) procijenili su rast i svojstva trupa kod danskog landrasa za sva tri genotipa. Zdrave svinje su imale veći prosječni dnevni prirast od Nn i nn svinja. Slična konverzija hrane utvrđena kod sva tri genotipa. Kraća dužina trupa utvrđena je kod nn svinja. Na linearnoj ocjeni, svinje nn genotipa daju trupove superiornih, Nn intermedijarnih, a svinje genotipa NN najlošijih karakteristika (udio u trupu mišića slabina, šunki i leđne masti).

Aalhus i sur. (1991.) utvrđuju signifikantan linearni efekt gena povezan s dobi pri klanju u pasmini svinja lacombe. Svinje genotipa NN su se pokazale superiornima, Nn intermedijarnima, a nn najlošijima za dob na tržištu. Linearni efekt također je utvrđen za težinu trupa. Zdrave su životinje proizvele najmanje trupove, dok su Nn nositelji dali trupove intermedijarne duljine, a nn životinje dale su najveće trupove. Svinje genotipa nn bile su superiorne u odnosu na svinje genotipa Nn i NN za zamašćenost mesa i debljinu leđne masti. Relativni udio zamašćenosti i debljine leđne masti kod superiornih nn svinja rastao je s povećanjem žive mase.

Goodwin i sur (1994.) su procijenili razlike između 1298 NN i 181 Nn svinja za brojna proizvodna i svojstva trupa (tablica 6). Svinje genotipa NN imale su superiorniji prosječni dnevni prirast u usporedbi s Nn životinjama. Životinje nositelji imale su mršavije trupove od 10 rebra, veće mišićno područje slabina i veći randman od NN životinja. Duljina trupova NN i Nn životinja nije se razlikovala.

4.12. Povezanost sindroma stresa i kvalitete mesa

Mnogo je rečeno o procjenama kvalitete svinjetine kod izbora životinja za uzgojno stado. Istina je da će mnoge životinje podložne stresu dati BMV meso. Međutim, sve svinje koje su dale trupove zadovoljavajuće kvalitete ne moraju biti zdrave. Kvaliteta svinjetine je povezanost genetskih čimbenika i okolišnih uvjeta u kojima su svinje bile klane. Poznato je da je većina svinjetine loše kvalitete rezultat poremećaja stresne osjetljivosti, ali znanstvenici smatraju da su genetski i okolišni čimbenici blisko povezani. Životinje koje su sklone stresu mogu uginuti prilikom odlaska s farme na tržište, a ukoliko prežive do klanja, daju BMV meso. U populacijama svinja kod kojih genetski faktori ne dovode do BMV mesa, postupci pred klanje i samo klanja znatnije utječu na kvalitetu mesa.

Visoko kvalitetna, neočvrsnuta svinjetina je crvenkasto roza boje, dobre teksture, bez površinskih sokova te posjeduje određen stupanj mramoriranosti (za određene potrošače). Takvi zahtjevi mesa rezultiraju sočnim, mekim, okusom bogatim, hranjivim proizvodom ukoliko se ispravno obradi prilikom kuhanja. Dodatno tome, kvalitetna će svinjetina zadržati većinu sokova tijekom rezanja, pakiranja, zamrzavanja i kuhanja, a također i prilikom stvrdnjavanja, dimljenja te emulgiranja u procesu proizvodnje prerađenih proizvoda.

S druge strane, BMV meso je loše kvalitete zbog sljedećih razloga:

- meko je, kašasto, bez teksture, blijedo i neprivlačno;
- mišići postaju kiseli, pogotovo u ranijim fazama nakon klanja, a posljedično tome, proteini gube sposobnost vezanja vode;
- stanje se frekventnije pojavljuje u mišićima slabina i šunki dajući različite nijanse boje mesa prilikom rezanja;
- zahvaćeni mišići imaju malo ili nimalo mramoriranosti;
- u neprerađenom obliku, meso otpušta sokove prilikom rezanja i obrade (skupljanje je ponekad veće od 7%), a u pakiranju postaje sivkasto što odbija potrošače te ima kraći vijek boravka na policama prodavaonica od normalne svinjetine;

- kada se koristi za mesne prerađevine (dimljeni proizvodi, kobasice) dodatno se stisne (3 do 10% više od normalno kuhane šunke), nedostaje mu ujednačena boja stvrdnjavanja, pokazuje odvajanje pojedinačnih mišića i može biti teško za rezanje;
- smrznuti rezovi gube povećanu količinu soka prilikom odmrzavanja.

Više čimbenika može utjecati na bliski odnos stresa i BMV mesa. Razina reakcije na stres koju razvijaju pojedine svinje u trenutku klanja određuje uvijete reakcije i stanje unutar mišića. Ako je svinja podložna stresu, a preživi stresnu situaciju i reakciju u kojoj su zalihe energije u mišićima potrošene, dati će meso koje je tamno, čvrsto i suho, jer je nakon klanja bilo lišeno proizvodnje mliječne kiseline. Meso koje je tamno, čvrsto i suho također je neprivlačnog izgleda, ali nema neke velike nedostatke poput BMV mesa te je sklono kvarenju zbog visokog pH. Ukoliko su uvjeti pred klanje idealni, svinje sklone BMV mesu mogu kroz proces proći bez reakcije i dati meso zadovoljavajućih karakteristika. Ovakvi komplicirani čimbenici govore ukazuju da je bolje ocjenjivati životinje i selekciju bazirati na temelju izravnih mjerenja nego na temelju karakteristika kvalitete mesa prasadi.

Općenito, boja mesa (mišića), čvrstoća, vlažnost i mramoriranost važni su parametri koji utječu na prihvaćenost svinjetine od strane potrošača. Svježja svinjetina bi trebala biti podjednako ružičaste boje. Meko i vodnjikavo meso ima loš kapacitet zadržavanja vode i može se smanjiti u volumenu i do 7% tijekom obrade, ujedno ga čineći nepoželjnim za prerađivače i potrošače. Blaga mramoriranost i intramuskularna masnoća su poželjni za sočan i ukusno pripremljen proizvod.

Blijedo, meko i vodnjikavo (BMV) meso, te tvrdo, čvrsto i suho (TČS) meso su lošije vrijednosti u prerađivačkoj industriji zbog loših kapaciteta vezanja vode. Takvo se meso koristi za proizvodnju manje skupih prehrambenih proizvoda, a ne za korištenje u proizvodnji skupljih svježih proizvoda.

Do blijedog, mekog i vodnjikavog mesa dolazi zbog pada pH u mišićima prilikom omamljivanja, što je izazvano genetskim i okolišnim čimbenicima. Treba spomenuti da se primjenom raznih metoda utjecaj nekih okolišnih čimbenika koji pridonose lošijoj kvaliteti svinjetine, može djelomično i ublažiti.

Sindrom stresa svinja je jedan od genetskih čimbenika koji može dovesti do BMV mesa. Promjena pH tijekom prvih 45 minuta *post mortem* rezultira povećanim ili smanjenim oslobađanjem energije iz mišića i nakupljanjem mliječne kiseline u mišićima, a to su glavni faktori za stvaranje BMV ili TČS mesa.

Christian i sur. (1993.) su primijenili subjektivne i objektivne metode mjerenja kvalitete mišića za određivanje MHS genotipova. Signifikantni linearni efekti, uvijek favorizirajući NN životinje, a kategorizirajući Nn životinje kao intermedijarne bili su utvrđeni za vizualnu boju, mramoriranost i čvrstoću, instrumentalno određenu boju, gubitak vode tijekom 24 sata te pH vrijednost.

Jedna od malo složenijih procjena kvalitete svinjetine provedeno je od strane *Savjeta nacionalnih proizvođača svinjetine* (National Pork Producers Council, 1995.). Projekt je uključio više od 3200 tržišnih svinja. Kompletne točne osobine, sastav trupa te kvalitativna i senzorna procjena je određena za svaku životinju. Zdrave (NN) životinje imale su superiornije instrumentalno mjerene rezultate boje, vizualnu ocjenu boje, mramoriranosti i čvrstoće u usporedbi s Nn životinjama. Dodatno, NN životinje proizvele su trupove s višim sadržajem lipida u mišićima slabina i bolje ocjene mehaničkog mjerenja mekoće. Nije utvrđena razlika za genotipove NN i Nn za prosječan dnevni prirast. Razlike koje favoriziraju NN genotipove su uočene za svojstva duljine trupa i masnoće na zadnjem rebru. Razlike koje favoriziraju Nn genotipizirane svinje, utvrdile su prirast nemasnog mesa i područje slabinskih mišića. Prethodno spomenuto istraživanje očito navodi kako je upitno korištenje životinja Nn genotipova na tržištu orijentiranom prema kvaliteti mesa.

4.13. Manipulacija svinjama prije klanja i sprječavanje pojave BMV mesa

Određeni okolišni čimbenici mogu biti pogodni zdravim svinjama, ali svinjama koje imaju stres poremećaj mogu uzrokovati nelagodu i strah. Posljedično, nemoguće je rukovanje svinjama u praktičnim uvjetima bez izazivanja nekog oblika stresa.

Neke od neželjenih karakteristika mesa mogu biti svedene na najmanju mjeru praćenjem managementa i manipulacije. Navedeni su neki od načina sprečavanja gubitaka prilikom prometa svinja na tržištu.

- Spriječiti prenapučenost boksova za prihvaćanje i kamiona. Važno je da su utovarne i istovarne jedinice dobro dizajnirane kako bi se umanjilo uzbuđenje svinja. Potrebni su trenirani i iskusni ljudi za rukovanje sa životinjama te strpljivost.

- Eliminirati prilike za sukobe između životinja, ali i između životinja i ljudi. Nije poželjno miješati životinje koje nisu odrasle zajedno. Kod manipulacije svinjama, nije dozvoljeno vikati ili koristiti električne štapove.



Foto 21. Manipulacija tovljenicima prije klanja ima veliki utjecaj na kvalitetu mesa

- Izbjeći ekstremne temperature i druge ekstremne okolišne uvjete. Ne seliti svinje za vrijeme najtoplijih dijelova dana.
- Koristiti generalne mjere opreza u svim fazama rukovanja. Ne očekivati da svinje hodaju na velike udaljenosti, ne tjerati svinje preko klizavih površina, ne hraniti svinje 12 do 24 sati prije odlaska sa farme te dopustiti svinjama da se tokom određenog vremena prilagode.
- Uključiti dvosatni do četverosatni period odmaranja prije klanja. Izbjeći klanje odmah pri dolasku u klaonicu. Koristiti prskalice i tuširanje vodom za hlađenje ukoliko su temperature visoke. Preseliti svinje iz boksova za prihvat u sobu za omamljivanje što opreznije kako bi se izbjeglo naguravanje i uzbuđivanje.



Foto 22. Pravilna manipulacija svinjama nakon klanja također utječe na kvalitetu mesa

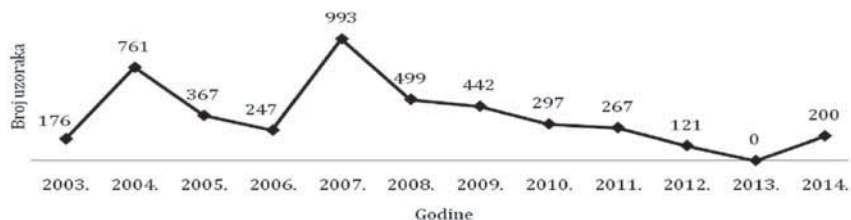
5. REZULTATI SUSTAVNOG PRAĆENJA STATUSA MALIGNE HIPERTERMIJE U HRVATSKOM SVINJOGOJSTVU

U razdoblju od 2003. – 2014. godine ukupno je analizirano na MHS 4363 mladih nerasta odabranih za rasplod, od čega su 4147 (95 %) čistokrvni predstavnici pasmina, a 216 (5 %) hibridi i međupasminski križanci (tablica 7). Prema udjelu najviše je testirano nerasta pasmine landras, zatim slijede pietren, veliki jorkšir i durok, što je posljedica razvoja komercijalnog programa uzgoja svinja u kojem se pasmine landras i veliki jorkšir u križanju koriste u stvaranju generacije kvalitetnih rasplodnih krmača (F1), a nerasti pasmina pietren i durok kao rasplodnjaci u terminalnom križanju i proizvodnji kvalitetne prasadi za tov (F2).

Tablica 7. Broj testiranih rasplodnih nerasta na MHS prema pasminama kroz godine

		Godina												Ukupno	
Pasmina / Križanci		2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	Broj grla	%
Pietren		59	382	64	27	252	94	76	68	87	45	-	32	1186	27,1
Veliki jorkšir		22	92	84	64	120	54	48	30	14	4	-	15	547	12,5
Landras		95	161	199	89	572	344	300	192	154	69	-	132	2307	52,9
Durok		-	52	14	1	3	5	8	5	3	3	-	13	107	2,5
Landras × Veliki jorkšir		-	40	-	12	30	-	-	-	-	-	-	-	82	1,9
Durok × Veliki jorkšir		-	6	4	1	3	-	-	-	-	-	-	-	14	0,3
Pietren × Durok		-	12	2	-	5	-	-	-	-	-	-	-	19	0,4
Durok × Landras		-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	24	0,6
Veliki jorkšir × Pietren		-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	8	0,2
Landras × Pietren		-	-	-	-	-	2	10	2	9	-	-	-	23	0,5
Križanci - ostalo		-	-	-	46	-	-	-	-	-	-	-	-	46	1,1
Ukupno prema godinama	No.	176	761	367	240	993	499	442	297	267	121	0	200	4363	100
	%	4,2	17,5	8,5	5,5	22,8	11,5	10,5	6,8	5,3	2,8	0	4,6	100	

Promatrano prema godinama broj svinja pod selekcijskim obuhvatom kontinuirano opada, te sukladno tome sa stajališta praćenja statusa MHS se smanjuje i broj analiziranih rasplodnih nerasta (graf 12).



Graf 12. Ukupan broj testiranih nerasta na MHS kroz godine

Laboratorijske analize nerasta u cilju praćenja MHS statusa u Republici Hrvatskoj pokazuju očekivanu zastupljenost sva tri MHS genotipa (Hal^{NN} , Hal^{Nn} i Hal^{nn}) (tablica 8). Omjer genotipova Hal^{NN} : Hal^{Nn} : Hal^{nn} iznosi 72,7 : 24,1 : 3,2, dok frekvencija alela N : n ima omjer 84,74 : 15,26. Promatrajući zastupljenost genotipova kroz godine, uočeno je povećanje udjela poželjnih genotipova Hal^{NN} i Hal^{Nn} , odnosno smanjivanje pojavljivanja nepoželjnog haplotipa Hal^{nn} .

Tablica 8. Ukupan broj testiranih rasplodnih nerasta na MHS prema frekvencijama genotipova kroz godine

Godine	Genotip		
	NN Broj grla (%)	Nn Broj grla (%)	nn Broj grla (%)
2003.	106 (60,2)	52 (29,5)	18 (10,2)
2004.	529 (69,5)	189 (24,8)	43 (5,6)
2005.	251 (68,4)	96 (26,1)	20 (5,4)
2006.	158 (66,5)	76 (30,2)	6 (2,5)
2007.	621 (62,5)	336 (33,8)	36 (3,6)
2008.	364 (72,9)	132 (26,4)	3 (0,6)
2009.	378 (85,5)	63 (14,2)	1 (0,2)
2010.	256 (86,2)	40 (13,4)	1 (0,3)
2011.	227 (85,0)	35 (13,1)	5 (1,8)
2012.	105 (86,7)	11 (9,1)	5 (4,1)
2013.	0 (0)	0 (0)	0 (0)
2014.	174 (87,0)	24 (12,0)	2 (1,0)
Ukupno (Prosječna frekvencija genotipa)	3170 (72,7)	1054 (24,10)	140 (3,2)
Frekvencija alela (N : n)	84,74 : 15,26		

Promatrano prema pasminama, u nerasta pasmine durok osim genotipa Hal^{NN} nije utvrđeni niti jedan drugi genotip (tablica 9). U nerasta pasmine veliki jorkšir nije utvrđeno pojavljivanje nepoželjnog genotipa Hal^{nn} , dok se isti genotip u vrlo malom udjelu (0,4 %) pojavio u nerasta pasmine landras. Očekivano, u pasmini pietren utvrđeno je najviše stres osjetljivih nerasta (10,9 %). Prosječan omjer alela N : n iznosi 84,9 : 15,1 u čistokrvnih nerasta.

Tablica 9. Ukupan broj čistokrvnih testiranih rasplodnih nerasta na MHS prema pasminama kroz godine

Pasmina	Genotip	Godine												Ukupno:	Frekvencija (u %)	
		2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.		Genotip	Aleli
															N	n
Pietren	NN	14	202	7	7	41	30	42	36	51	30	-	13	473	39,9	
	Nn	30	138	40	15	178	61	33	31	31	10	-	17	584	49,2	64,5
	nn	15	42	17	5	33	3	1	1	5	5	-	2	129	10,9	35,5
Veliki jorkšir	NN	21	77	79	62	107	53	45	30	14	4	-	15	507	92,7	
	Nn	1	15	5	2	13	1	3	-	-	-	-	-	40	7,3	96,3
	nn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,7
Landras	NN	71	140	147	72	427	274	278	184	152	68	-	129	1942	84,2	
	Nn	21	21	49	17	142	70	22	8	2	1	-	3	356	15,4	91,8
	nn	3	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	9	0,4	8,2
Durok	NN	-	52	14	1	3	5	8	5	3	3	-	13	107	100	
	Nn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
	nn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ukupno prema genotipu:	NN	106	471	247	149	578	362	373	255	220	105	-	170	3036	73,1	
	Nn	52	174	94	34	333	132	58	39	33	11	-	20	980	23,6	84,9
	nn	18	42	20	5	36	3	1	1	5	5	-	2	138	3,3	15,1
Ukupno prema godini:		176	687	361	188	947	497	432	295	258	121	-	192	4154		

U nerasta međupasminskih križanaca, u odnosu na čistokrvne, utvrđuje se manji udio genotipova Hal^{NN} za 8,3 % i Halⁿⁿ za 2,4 %, te veći udio genotipa Hal^{Nn} 10,6 % (tablice 10). Izračun frekvencije alela ukazuje na veći udio alela n za 2,9 % u odnosu na čistokrvne neraste.

Usporede li se rezultati ove analize s ranijim studijama koje su proveli Lacković i sur. (1997) i Lacković i sur. (1998), obje studije obuhvaćaju grla oba spola te znatno manji broj jedinki svinja (285 i 637) u odnosu na ovo istraživanje koje je obuhvatilo rezultate laboratorijske analize statusa MHS na 4363 grla isključivo muškog spola, odnosno nerasta odabranih za rasplod. Usporedbu s ranijim istraživanjima statusa MHS u populaciji komercijalnih pasmina i njihovih križanaca u Republici Hrvatskoj i ovog istraživanja prikazuje Tablica 11. U odnosu na prethodna istraživanja utvrđena je veća frekvencija recesivnog alela (n) kao nositelja mutacije koja uzrokuje stres osjetljivost kod svinja, što se dijelom može objasniti znatno većim brojem analiziranih grla u ovom istraživanju u odnosu na ranije provedena. Mišljenje se temelji na činjenici da kada se promatraju rezultati analize samo nerasta u istraživanju Lackovića i sur. (1997) u usporedbi s rezultatima ovog istraživanja, uočava se

da autori utvrđuju veći udio genotipa Hal^{NN} i manju zastupljenost genotipova Hal^{Nn} i Halⁿⁿ. S druge strane, u istraživanju koje također provodi Lacković i sur. (1998) na većem broju svinja utvrđen je manji udio genotipova Hal^{NN} i Halⁿⁿ, ali značajno veći udio genotipa Hal^{Nn} u odnosu na prethodno istraživanje istih autora, dok je u odnosu na isto istraživanje u nerasta u ovom istraživanju utvrđen veći udio genotipova Hal^{NN} i Halⁿⁿ, a manji udio genotipa Hal^{Nn}.

Tablica 10. Broj testiranih nerasta međupasminskih križanaca na MHS kroz godine

Godina															Ukupno:	Frekvencija (u %)	
Pasmina	Genotip	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	Genotip		Aleli	
																N	n
Landras × Veliki jorkšir	NN	-	30	-	5	30	-	-	-	-	-	-	-	65	79,3	89	11
	Nn	-	9	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	16	19,5		
	nn	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1,2		
Durok × Veliki jorkšir	NN	-	5	4	1	3	-	-	-	-	-	-	-	13	92,9	96,4	3,6
	Nn	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7,1		
	nn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pietren × Durok	NN	-	9	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	11	57,9	78,9	21,1
	Nn	-	3	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	8	42,1		
	nn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Durok × Landras	NN	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	18	75	87,5	12,5
	Nn	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	25		
	nn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Veliki jorkšir × Pietren	NN	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	8	100	100	-
	Nn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	nn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Landras × Pietren	NN	-	-	-	-	-	2	5	1	7	-	-	-	15	65,2	82,6	17,4
	Nn	-	-	-	-	-	-	5	1	2	-	-	-	8	34,8		
	nn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Križanci - ostalo	NN	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	21,7	59,7	40,3
	Nn	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	35	76,1		
	nn	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2,2		
Ukupno prema genotipu:	NN	-	58	4	16	43	2	5	1	7	-	-	4	140	64,8	81,9	18
	Nn	-	15	2	42	3	-	5	1	2	-	-	4	74	34,2		
	nn	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,9		
Ukupno prema godini:	-	-	74	6	59	46	2	10	2	9	-	-	8	216			

Tablica 11. Usporedba praćenja statusa MHS s ranijim istraživanjima

Istraživanje	Broj analiziranih svinja	Broj i % homozigota NN	Broj i % heterozigota Nn	Broj i % homozigota nn	Frekvencija n alela
Lacković i sur. (1997)	Ukupno	285	250 (87,72)	32 (11,23)	3 (1,05)
	Nerasti	133	113 (85)	18 (13,5)	2 (1,5)
Lacković i sur. (1998)	Ukupno	637	587 (92,15)	40 (6,28)	10 (1,57)
	Nerasti	151	102 (67,44)	47 (31,24)	2 (1,32)
Čačić i sur. (2015)	Nerasti	4363	3170 (72,7)	1054 (24,1)	140 (3,2)

6. UTVRĐIVANJE STATUSA MALIGNE HIPERTERMIJE U POPULACIJAMA HRVATSKIH IZVORNIH PASMINA SVINJA

Izvorne i zaštićene pasmine domaćih životinja genetsko su naslijeđe stvarano stotinama i tisućama godina, te je njihovo očuvanje značajno s povijesnog, gospodarskog, kulturnog i znanstvenog stajališta. Očuvanje poželjnih genotipova u populaciji garancija je održivosti u vremenima klimatskih promjena, pojave bolesti i drugih razloga, zbog kojih komercijalne pasmine neće moći ostvarivati očekivanu proizvodnju. Sa stajališta bioraznolikosti, veća dohodovnost i brojno povećanje uzgoja crne slavonske i turopoljske svinje značajno doprinosi očuvanju pasmina u budućnosti.



Foto 23. Ekstenzivan način uzgoj hrvatskih izvornih pasmina svinja

Praćenje MHS statusa danas nije dio uzgojnog programa hrvatskih izvornih pasmina svinja, čime se propušta učiniti dodatan selekcijski korak u proizvodnji više kvalitetnijeg mesa za tradicijske prehrambene suhomesnate proizvode, koji su kroz desetljeća na nacionalnoj i međunarodnoj razini postali prepoznatljivi hrvatski brandovi.

Osim obiteljskih gospodarstava koja se bave uzgojem i proizvodnjom tradicijskih suhomesnatih proizvoda od izvornih pasmina svinja, korist od postavljanja sustava praćenja statusa MHS imati će i prerađivači i proizvođači tradicijskih suhomesnatih proizvoda, jer status MHS značajno utječe na svojstva kvalitete mesa kao sirovine. Uvođenje praćenja MHS statusa biti će korisno i za stručne institucije i uzgojne organizacije izvornih pasmina svinja koje će dobiti relevantne podatke za unaprjeđenje svojeg uzgojnog programa, odnosno uzgoja.

Praćenjem statusa MHS stvorili bi se uvjeti za unaprjeđenje uzgoja i brojno povećanje uzgoja naših izvornih pasmina svinja, a rezultat je veća proizvodnja kvalitetnijih tradicijskih suhomesnatih proizvoda kao hrvatskih brendova. Povećanje populacija izvornih pasmina u izvornim uvjetima držanja znači veće korištenje zemljišnih površina koja nisu pogodna za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju, čime se doprinosi aktiviranju istih površina u društvenu korist i očuvanju okoliša. Sa znanstvenog stajališta, istraživanje statusa MHS u populacijama hrvatskih izvornih pasmina svinja do sada nije provedeno i o tome nemamo nikakve spoznaje.



Foto 24. Slavonski tradicijski suhomesnati proizvodi OPG Boris Mladen iz Požege



Foto 25. Krmača crne slavonske pasmine s leglom



Foto 26. Krmača turopoljske pasmine s leglom

7. ZAKLJUČAK

Na nacionalnoj razini u Republici Hrvatskoj sustavno praćenje statusa MHS molekularno genetskim metodama u populacijama komercijalnih pasmina svinja provodi se od 2003. godine kao sastavni dio provedbe nacionalnog programa uzgoja svinja. Rezultati laboratorijskog testiranja rasplodnih nerasta i praćenja MHS statusa u hrvatskom svinjogojstvu u razdoblju dužem od jednog desetljeća, ukazuju na uspješnost postavljenog protokola praćenja i izlučivanja iz uzgoja stres osjetljivih muških rasplodnih jedinki komercijalnih pasmina svinja.

Iako je nažalost trend broja komercijalnih pasmina svinja pod selekcijskim obuhvatom u Republici Hrvatskoj u kontinuiranom padu, te posljedično i broj analiziranih rasplodnih nerasta, uočava se kontinuirani porast udjela testiranih nerasta poželjnih genotipova Hal^{NN} i Hal^{Nn}, odnosno smanjenje udjela genotipa Halⁿⁿ. U odnosu na dosadašnja istraživanja koja imaju za temu status MHS u hrvatskim populacijama svinja, ovo istraživanje temeljeno na velikom broju testiranih muških jedinki možemo smatrati istraživanjem koje do sada najvjerodostojnije prikazuje status MHS u hrvatskom svinjogojstvu. Stoga, ovo istraživanje treba uzeti kao mjerilo kvalitete i temelj daljnjeg praćenja statusa MHS u uzgoju svinja, kako s genetskog, tako i s organizacijskog stajališta praćenja MHS u Republici Hrvatskoj kojeg provodi HPA.

No, u sustavno praćenje MHS statusa nisu uključene crna slavonska i turopoljska svinja, kao jedine dvije izvorne pasmine svinja koje baštini Republika Hrvatska (NN 127/98). Danas, kada dominira industrijalizirana poljoprivredna proizvodnja, postoji više razloga za očuvanje i unaprjeđenje naših izvornih pasmina, od kojih se proizvode vrlo interesantni tradicijski prehrambeni suhomesnati proizvodi, zbog čega je značajno utvrditi i pratiti MHS status u populacijama naših dviju izvornih pasmina svinja.



Foto 27. Tovljenici crne slavonske svinje u poluintenzivnom načinu držanja

8. LITERATURA

1. Aalhus, J. L., S. D. Jones, W. M. Robertson, A. K. W. Tong, A. P. Sather (1991): Growth characteristics and carcass composition of pigs with known genotypes for stress susceptibility over a weight range of 70 to 120 Kg. *British Society of Animal Science*, 2 (52): 347-353.
2. Alves, L. R., R. C. Antunes, R. B. Andrade, A. A. Storti, S. L. B. Reis, L.G. Carrazza, C. F. Osava, N. V. Costa (2014): Effect of the halothane genotype on intramuscular fat deposition in swine. *Genetics and Molecular Research* 13 (1): 363-370.
3. Andresen, E., P. Jensen P. (1977): Close linkage established between the HAL locus for halothane sensitivity and the PHI (phosphohexose isomerase) locus in pigs of the Danish Landrace breed. *Nord. Vet. Med.*, 29 (11): 502-504.
4. Christian, L. L. (1972): A review of the role of genetics in animal stress susceptibility and meat quality. In: Cassens, R.G., F. Giesler, Q Kolb, Editors, *Pork Quality Symposium*. University of Wisconsin, Madison: 91-115
5. Christian, L. L. (1974): Halothane test for PSS-field application. *American association of swine practitioners conference*, Des Moines, Iowa: 6-13.
6. Christian, L. L., M. F. Rothschild (1981): Performance and carcass characteristics of normal, stress carrier, and stress-susceptible swine. *Iowa State University Extension publication AS-528-F*. Iowa State University, Ames.
7. Christian, L. L., R. Lahucky, L. Kovac (1993): Objective measures of muscle quality. In: *Proc. National Swine Improvement Federation Conference and Annual Meeting*. (St. Louis, MO.) 33-40.
8. Čačić, M., V. Orehovački, M. Vukobratović, M. M. Dražić, A. Smetko, T. Pavlešić, V. Čubric – Čurik, I. Čurik (2015): Uloga banke gena u očuvanju izvornih pasmina domaćih životinja. 50. hrvatski i 10. međunarodni simpozij agronoma. Republika Hrvatska, Opatija, 16.-20. veljače 2015., *Zbornik radova*, str. 424-428.
9. Čačić, M., V. Orehovački, N. Zirdum, K. Svetić, Ž. Mahnet, V. Klišanić (2015): Rezultati praćenja maligne hipertermije u hrvatskom svinjogojstvu. *Stočarstvo*, u tisku.

10. Fisher, P., F. D. Mellett, L. C. Hoffman (2000): Halothane genotype and pork quality. Carcass and meat quality characteristics of three halothane genotypes. *Meat Science*, 54: 97-105.
11. Fletcher, J. E., L. Tripolitis, H. Rosenberg, J. Beech (1993): Malignant hyperthermia: halothane- and calcium- induced calcium release in skeletal muscle. *Biochem. Mol. Int.*, 29 (4): 763-772.
12. Fujii, J., O. Kinya, F. Zorzato, S. De Leon, V. K. Khanna, J. E. Weiler, P. J. O'Brien, D. H. MacLennan (1991): Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science*, 253 (5018): 448-451.
13. Gillard E. F., K. Otsu, J. Fujii, V. K. Khanna, S. De Leon, J. Derdemezi, B. A. Britt, C. L. Duff, R. G. Worton, D. H. MacLennan D.H. (1991): A substitution of Cysteine for Arginine 614 in the ryanodine receptor is potentially causative of human malignant hyperthermia. *Genomics* 11 (3): 751-755.
14. Goodwin, R. N. (1994): Genetic parameters of pork quality traits. Ph.D. Thesis. Iowa State University, Ames.
15. Harbitz, I., T. Kristensen, M. Bosnes, S. Kran, W. Davies (1992): DNA sequence of the skeletal muscle calcium release channel cDNA and verification of the Arg615→Cys615 mutation, associated with porcine malignant hyperthermia, in Norwegian landrace pigs. *Anim. Genet.* 23 (5): 395- 402.
16. Hardy, G. H. (1908): Mendelian Proportions in a Mixed Population. *Science*, 28 (706): 49-50.
17. Houde A., S. A. Pommier, R. Roy (1993): Detection of the ryanodine receptor mutation associated with malignant hyperthermia in purebred swine populations. *J. Anim. Sci.*, 71, 1414-1418.
18. Hrvatska poljoprivredna agencija (2015a): Banka animalnih gena. Godišnje izvješće za 2014. Križevci.
19. Hrvatska poljoprivredna agencija (2015b): Svinjogojstvo. Godišnje izvješće za 2014. Križevci.
20. Hrvatski stočarski selekcijski centar (2000): Upute i pravilnici za provedbu programa uzgoja svinja. Hrvatsko stočarsko selekcijski centar. Zagreb.
21. Ilie, D. E., V. Băcilă, A. Cean, L. T. Csiszter, S. Neo (2014): Screening of RYR1 genotypes in swine population by rapid and sensitive method. *Romanian Biotechnological Letters*, 19 (2): 9170-9178.

22. Jensen, P., P. A. Barton-Gade (1985): Performance and carcass characteristics of pigs with known genotypes for halothane susceptibility. In: Stress Susceptibility and Meat Quality in Pigs. J.B. Ludvigsen ed. EEAP Publication No. 33., 80-87
23. Jerković, I., I. Đurkin, V. Margeta, G. Kralik, G. Kušec (2009): Molekularni pristup u istraživanju kvalitete svinjskog mesa. *Meso*, XI (3): 180-188.
24. Judge, M. D. (1972): A review of possible methods to detect stress susceptibility and potential low quality pork. In: Cassens, R.G., F. Giesler, Q. Kolb, Editors, Pork Quality Symposium. University of Wisconsin, Madison, Proceedings: 91-115.
25. Judge, M. D., L. L. Christian, G. Eikelenboom, D. N. Marple (1980): Porcine Stress Syndrome. National Animal Genome Research Program. Pork industry handbook: 1-3. www.animalgenome.org/edu/PIH/26.html, 28.8.2015.
26. Lacković, V., Z. Tadić, A. Vitković, P. Bosnić, T. Balenović, A. Pleli, I. Bašić (1997): Determination of the malignant hyperthermia (MH) gene status in swine in Croatia, *Periodicum biologorum*, 99 (3): 433-435.
27. Lacković, V., A. Gomerčić, Z. Tadić, A. Vitković, V. Sučić, T. Balenović, D. Sabo, I. Bašić (1998): Utvrđivanje statusa gena za malignu hipertermiju u farmskom uzgoju svinja u Hrvatskoj. *Stočarstvo*, 52 (3): 163-169.
28. Leach, L. M., M. Ellis, D. S. Sutton, F. K. McKeith, E. R. Wilson (1996): The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *J. Anim. Sci.*, 74: 934-943.
29. Louis, C. F., E. M. Gallant, E. Remple, J. R. Mickelson (1990): Malignant hyperthermia and porcine stress syndrome: a tale of two species. In: *Pig News and Information*, 11: 341.
30. Mabry, J. W., (1977): Porcine stress syndrome: inheritance, prediction and performance characteristics. PhD. Thesis. Iowa State University, Ames.
31. Mabry, J. W., L. L. Christian, D. L. Kuhlers (1981): Inheritance of porcine stress syndrome. *Journal of Heredity*, 72 (6): 429-430.
32. MacLennan D. H., Phillips M. S. (1992): Malignant hyperthermia, *Science*, 256 (5058): 789-794.
33. Margeta, V., G. Kralik, T. Jović, I. Đurkin, P. Margeta (2010): Povezanost RYR1 gena s proizvodnim i klaoničkim svojstvima. *Krmiva*, 523 (1): 35-43.
34. Margeta, V., G. Kralik, S. Vidić, K. Budimir (2012): Influence of MHS genetic status of boars on fertility of sows and production trait of piglets. *Poljoprivreda*, 18 (1): 47-51.

35. Miar Y., G. S. Plastow, S. S. Moore, G. Manafiazar, P. Charagu, A. Kemp, B. Van Haandel, A. E. Huisman, C. Y. Zhang, R. M. McKay, H. L. Bruce, Z. Wang (2014): Genetic and phenotypic parameters for carcass and meat quality traits in commercial crossbred pigs. *Journal of Animal Science*, 92: 2869-2884.
36. Minkema, D., G. Eikelenboom, P. Van Eldik (1976): Inheritance of M.H.S. – susceptibility in pigs. In: *Proceedings of the Third International Conference on Production Diseases in Farm Animals*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands: 203-207.
37. MPRR R H (2010): Nacionalni program očuvanja izvornih i zaštićenih pasmina domaćih životinja u Republici Hrvatskoj. Zagreb, Siječanj 2010.
38. MPRR RH (2012): Operativni program uspostave banke gena domaćih životinja u Republici Hrvatskoj. Zagreb.
39. National Pork Producers Council (1995): Genetic Evaluation, Terminal Line Program Results. National Pork Producers Council Publication No. 04069. Des Moines, IA 50306.
40. O' Brien, P. J. (1986): Porcine malignant hyperthermia susceptibility: hypersensitive calcium-release mechanism of skeletal muscle sarcoplasmic reticulum. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 50: 318-328.
41. O'Brien, P. J. (1995): The causative mutation for porcine stress syndrome. *The Compendium on Continuing Education*. 17:297.
42. Ollivier L., P. Sellier, G. Monin (1975): Determinisme genetique du syndrome d'hyperthermie maligne chez le porc de Pietrain. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 7(2): 159-166.
43. Pommier, S. A., A. Houde, F. Rousseau, Y. Savoie (1992): The effect of the malignant hyperthermia genotype as determined by a restriction endonuclease assay on carcass characteristics of commercial crossbred pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 72: 973-976.
44. Richter A., C. Gerdes, W. Loscher (1992): Atypical reactions to halothane in a subgroup of homozygous malignant hyperthermia (MH)-susceptible pigs: Indications of a heterogenous genetic basis for the porcine syndrome. *Dtsch. Tierarztl. Wochenschr*, 99 (10): 393-432.
45. Rosner, F., G. Lengerken, S. Maak (2003): The value of pig breeding herds in Germany and progress in improvement of meatness and pork quality. *Animal Science Papers and Reports*, 21 (1): 153-161.

46. Salajpal, K. (2007): Utjecaj polimorfizma MC4R i RYR1 gena na razini stresa u svinja. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet. Doktorska disertacija.
47. Susan E. A. (1998): The Merck Veterinary Manual, Eighth Edition, Merck & Co, inc., Whitehouse Station, N.J. USA: 738-739.
48. Stalder, K. J. (1995): Effects of porcine stress syndrome genotype on maternal traits in swine. Ph.D. Thesis. Iowa State University, Ames.
49. Tadić, Z. (1994): Otkrivanje nositelja gena za malignu hipertermiju (sindroma stresa u svinja) metodom lančane reakcije polimerazom. Veterinarska stanica, 25 (5): 273-275.
50. Topel D.G., E.J. Bicknell, K.S. Preston, L.L. Christian, C.Y. Matsumiya (1968): Porcine Stress Syndrome. Mod. Vet. Prac., 49:40.
51. Vogeli, P., R. Bolt, R. Fries, G. Stranzinger (1994): Co-segregation of the malignant hyperthermia and the Arg615- Cys615 mutation in the skeletal muscle calcium release channel protein in five European Landrace and Pietrain pig breeds. Anim. Genet., 25 (1): 59-65.

* Popis izvornih i zaštićenih pasmina i sojeva domaćih životinja nastalih na prostoru Republike Hrvatske (Narodne novine 127/98; 73/03; 39/06; 126/07; 70/09: 80/13)

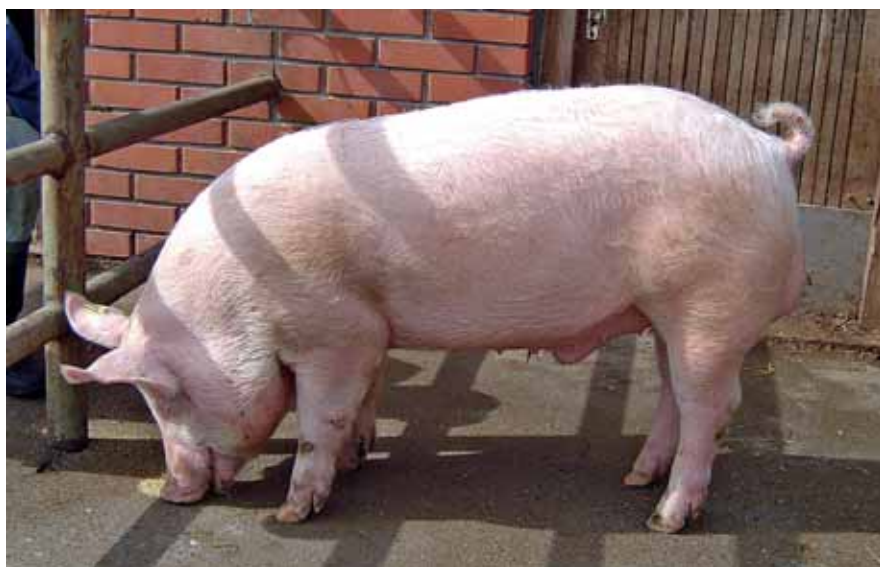


Foto 28. Nerast pasmine veliki jorkšir

9. IZVORI FOTOGRAFIJA

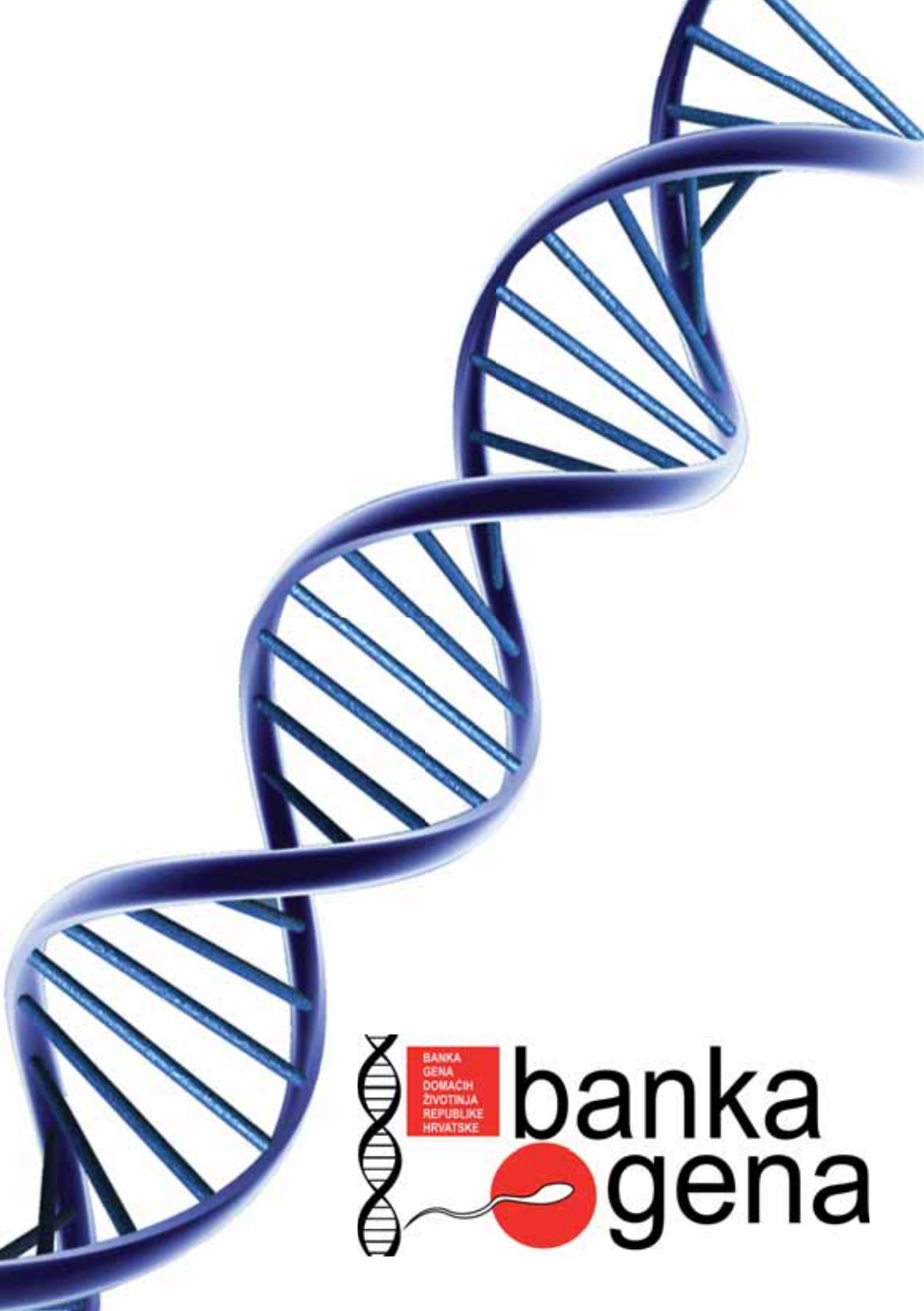
FOTOGRAFIJE	IZVOR
Foto 1. Nerast pasmine durok	Arhiva HPA
Foto 2. Nerast pasmine pietren	Arhiva HPA
Foto 3. Laboratorij Odjela za središnju banku animalnih gena	Arhiva HPA
Foto 4. Izolirana DNK iz dlake nerasta za utvrđivanje genotipa obzirom na stres osjetljivost	commons.wikimedia.org/wiki/File:PCR_tubes.png
Foto 5. Različitost MHS genotipova na gel elektroforezi	Arhiva HPA
Foto 6. Označavanje prasadi tetoviranjem	Arhiva HPA
Foto 7. Nerast pasmine landras	Arhiva HPA
Foto 8. Nazimica pasmine landras	Arhiva HPA
Foto 9. Dvodnevno leglo prasadi	Arhiva HPA
Foto 10. Veliko leglo prasadi rezultat je uspješne selekcije na plodnost	Arhiva HPA
Foto 11. Crna slavonska svinja	Arhiva HPA
Foto 12. Turopoljska svinja	Arhiva HPA
Foto 13. Leglo prasadi prije odbića	Arhiva HPA
Foto 14. Utvrđivanje udjela mišića u trupu metodom "jedne točke"	Arhiva HPA
Foto 15. Utvrđivanje udjela mišića u trupu metodom "dvije točke"	Arhiva HPA
Foto 16. Slavonski tradicijski suhomesnati proizvodi od svinjskog mesa	Arhiva HPA
Foto 17. Ukočenost tijela stres osjetljivih svinja nakon uginuća	Stadler (1995.)
Foto 18. Meso stres osjetljivih svinja je blijedo i brzo gubi značajne količine mesnog soka	http://meatexpert.blogspot.com/2012/0
Foto 19. Izlaganje svinje halotan plinu (halotan test)	Stadler (1995.)
Foto 20. Stres otpornije krmače imaju veću plodnost	Arhiva HPA
Foto 21. Manipulacija tovljenicima prije klanja ima veliki utjecaj na kvalitetu mesa	Arhiva HPA
Foto 22. Pravilna manipulacija svinjama nakon klanja također utječe na kvalitetu mesa	Arhiva HPA
Foto 23. Ekstenzivni način uzgoj hrvatskih izvornih pasmina svinja	Arhiva HPA
Foto 24. Slavonski tradicijski suhomesnati proizvodi OPG Boris Mladen iz Požege	Boris Mladen, Požega
Foto 25. Krmača crne slavonske pasmine s leglom	Arhiva HPA
Foto 26. Krmača turopoljske pasmine s leglom	Arhiva HPA
Foto 27. Tovljenici crne slavonske svinje u poluintenzivnom načinu držanja	Arhiva HPA
Foto 28. Nerast pasmine veliki jorkšir	Arhiva HPA
Foto 29. Mjerenje debljine ledne slanine	Arhiva HPA

IZVORI FOTOGRAFIJA ZA OMOT KNJIGE

FOTOGRAFIJE		IZVOR
Naslovnica	Foto 1 Nerast pasmine durok	Arhiva HPA
	Foto 2. Pipetiranje	http://www.sorensonforensics.com/global-outreach
	Foto 3. Krmača crne slavonske pasmine	Arhiva HPA
	Foto 4. Leglo prasadi pod UV svjetlom	Arhiva HPA
	Foto 5. Slavonski kulen	http://croatia.hr/en-GB/Discover-Croatia/Gastronomy-and-enology/Cluster/Slavonia?ZHncOSxwXDE3Mg%3d%3d
Poleđina	Foto 1. DNK	https://unyieldingly.com/2015/03/fitness-dna-testing-part-1/



Foto 29. Mjerenje debljine leđne slanine



BANKA
GENA
DOMAĆIH
ŽIVOTINJA
REPUBLIKE
HRVATSKE

banka
gena