

Utjecaj spola i tipa mišića na pH i boju mesa turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja

Frančić, Filip

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:261202>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Utjecaj spola i tipa mišića na pH i boju mesa turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja

DIPLOMSKI RAD

Filip Frančić

Zagreb, rujan 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Proizvodnja i prerada mesa

Utjecaj spola i tipa mišića na pH i boju mesa turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja

DIPLOMSKI RAD

Filip Frančić

Mentor:

Prof. dr. sc. Danijel Karolyi

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Filip Frančić**, JMBAG 0178105662, rođen dana 1.8.1995. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

Utjecaj spola i tipa mišića na pH i boju mesa turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta Filipa Frančića, JMBAG 0178105662, naslova

Utjecaj spola i tipa mišića na pH i boju mesa turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

1. Prof. dr. sc. Danijel Karolyi
2. Prof.dr.sc. Zoran Luković član
3. Doc.dr.sc. Ana Kaić član

potpisi:

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Cilj istraživanja.....	2
2. Pregled literature.....	3
2.1. Turopoljska svinja.....	3
2.1.1. Nastanak i razvoj turopoljske svinje	3
2.1.2. Morfološke i proizvodne karakteristike	4
2.2. Kakvoća mesa	6
2.2.1 Kakvoća mesa primitivnih i plemenitih pasmina svinja.....	7
2.3. pH vrijednost	9
2.3.1. Mjerenje pH vrijednosti	10
2.3.2. Utjecaj spola i vrste mišića na pH vrijednost mesa.....	10
2.4. Boja mesa	13
2.4.1. Mjerenje boje mesa	14
2.4.2. Utjecaj spola i vrste mišića na boju mesa	16
3. Materijali i metode	18
4. Rezultati i rasprava	21
5. Zaključak	27
6. Literatura.....	28
Životopis	32

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Filip Frančić**, naslova

Utjecaj spola i tipa mišića na pH i boju mesa turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja

Cilj rada bio je utvrditi utjecaj spola (nazimice i kastrati) i vrste mišića (*m.longissimus dorsi* – MLD i *m.semimembranosus* – SM) na pH vrijednost i boju mesa turopoljskih svinja. Istraživanje je provedeno na 13 kastrata i 7 nazimica iz otvorenog uzgoja. Prosječna ($\pm$ SD) završna masa kastrata bila je $98,4 \pm 10,8$ kg, a nazimica $88,1 \pm 10,5$ kg. Vrijednosti pH₁ i pH₂₄ u MLD i SM izmjerene su 45 min. i 24 h *post mortem* primjenom ubodnog pH-metra (TESTO 230). Pokazatelji boje mesa CIE L*, a* i b* određeni su kroma-metrom (CR-410, KONICA MINOLTA) 24 h *post mortem* na svježem presjeku mišića nakon stabilizacije boje od 10 min. Prosječne vrijednosti pH₁ i pH₂₄ L*, a* i b* MLD-a iznosile su redom u kastrata $6,44 \pm 0,15$, $5,95 \pm 0,21$, $44,40 \pm 1,45$, $19,39 \pm 0,83$ i $5,76 \pm 0,78$, te $6,42 \pm 0,20$, $6,00 \pm 0,26$, $44,84 \pm 2,10$, $18,98 \pm 1,25$ i $5,47 \pm 1,08$ u nazimica. Vrijednosti istih parametara SM-a kastrata bile su $6,54 \pm 0,16$, $5,83 \pm 0,27$, $44,34 \pm 2,16$, $19,86 \pm 0,84$ i $5,40 \pm 0,88$, a nazimica $6,41 \pm 0,19$, $6,06 \pm 0,20$, $42,80 \pm 1,62$, $19,49 \pm 0,95$ i $5,09 \pm 0,43$. Razlike u pH i boji mesa između spolova i mišića nisu bile značajne ($P > 0,05$). Zaključeno je da utjecaj spola i vrste mišića na pH i boju mesa nije utvrđen, uz postojanje jake negativne korelacije ($P < 0,01$) između završnog pH i boje mesa, bez obzira na spol ili vrstu mišića.

Ključne riječi: turopoljska svinja, kakvoća mesa, pH, boja mesa, spol, mišić

Summary

Of the master's thesis - student **Filip Frančić**, entitled

The influence of gender and muscle type on pH and meat color of Turopolje pigs reared outdoor

The aim of work was to determine the influence of gender (gilts and barrows) and muscle type (*m.longissimus dorsi* - MLD and *m.semimembranosus* - SM) on pH value and color of meat of Turopolje pigs. The study was conducted on 13 barrows and 7 gilts reared outdoors. The average ($\pm$ SD) final weight of barrows was 98.4 ± 10.8 kg and of gilts 88.1 ± 10.5 kg. The pH₁ and pH₂₄ values in MLD and SM were measured at 45 min. and 24 h *post mortem* using a portable pH meter (TESTO 230). Meat color (CIE $L^*a^*b^*$) was determined using a chroma meter (CR-410, KONICA MINOLTA) 24 h *post mortem* on a fresh cross-section cut of the same muscles after color stabilization for 10 min. The average values of pH₁ and pH₂₄, L*, a* and b* for MLD were 6.44 ± 0.15 , 5.95 ± 0.21 , 44.40 ± 1.45 , 19.39 ± 0.83 and 5.76 ± 0.78 in barrows, and 6.42 ± 0.20 , 6.00 ± 0.26 , 44.84 ± 2.10 , 18.98 ± 1.25 and 5.47 ± 1.08 in gilts, respectively. The results for SM were 6.54 ± 0.16 , 5.83 ± 0.27 , 44.34 ± 2.16 , 19.86 ± 0.84 and 5.40 ± 0.88 in barrows, and 6.41 ± 0.19 , 6.06 ± 0.20 , 42.80 ± 1.62 , 19.49 ± 0.95 and 5.09 ± 0.43 in gilts, respectively. Differences in pH and meat color between genders and muscles were not significant ($P > 0.05$). It is concluded that influence of gender and muscle type on the pH and color of meat was not determined, while the strong negative correlation ($P < 0.01$) between the final pH and the colour of meat existed, regardless of gender or muscle type.

Keywords: Turopolje pig, meat quality, pH, meat colour, gender, muscle

1. Uvod

Svinjogojska proizvodnja jedna je od najznačajnijih stočarskih grana u Republici Hrvatskoj zbog velike potražnje svinjskog mesa i mesnih proizvoda. Svinje spadaju u jednu od najplodnijih vrsta domaćih životinja te vrlo brzo rastu i dobro iskorištavaju hranu (Uremović i Uremović 1997.). Upravo zbog toga je svinjogojska proizvodnja ekonomski isplativa. Proizvodnju svinjskoga mesa u svijetu, u današnje vrijeme, najvećim dijelom čini intenzivna proizvodnja, dok se tek manji dio odnosi na manje intenzivne otvorene sustave uzgoja svinja. U intenzivnoj proizvodnji se kombinacijom visoko selekcioniranih mesnatih genotipova i suvremenim postupcima uzgoja i načine hranidbe masovno proizvodi jeftina svinjetina i postiže visoka ekonomičnost proizvodnje. Za razliku od toga, otvoreni, manje intenzivni sustavi uzgoja, koriste prirodne uvjete i pasmine slabijih proizvodnih karakteristika (primitivne i prijelazne pasmine) koje su manje zahtjevne i otporne na vanjske uvjete i bolesti. Otvoreni sustav uzgoja povoljno utječe na sastav trupa (manje zamašćenje) i kakvoću mesa, no životinje sporo priraštaju zbog načina hranidbe i povećanog kretanja. U otvorenim sustavima uzgoja pokušava se što više iskoristiti prirodne izvore hrane uz prihranu malim dodatkom koncentrata.

U jednu od pasmina svinja najpogodnijih za uzgoj u otvorenom sustavu, spada turopoljska svinja. Turopoljska pasmina svinja, uz crnu slavonsku i banijsku šaru, pripada autohtonim pasminama svinja Hrvatske. U prošlosti, osim što se uzgajala za mast, pa tek onda za meso, imala je važnu ulogu u ekosustavu tako što je održavala biološku raznolikost i iskorištavala prirodne resurse područja na kojemu se uzgajala (Barać i sur. 2011.). Kasnozrela je pasmina i ima mali broj prasadi u leglu, ali ima veću plodnost u odnosu na ostale primitivne pasmine. U odnosu na proizvodne karakteristike modernih pasmina, turopoljska svinja postiže niži dnevni prirast uz višu konverziju, ali zato gotovo da nema zdravstvenih problema (Ritzoffy 1931.). Današnja je populacija turopoljske svinje vrlo mala pa se svrstava u kategoriju kritično ugroženih pasmina. Matično knjigovodstvo turopoljske pasmine utemeljeno je pri Hrvatskoj poljoprivrednoj agenciji (HPA) 1997. godine, a prema godišnjem izvješću za 2019. godinu registrirano je svega 21 uzgojno valjanih nerasta i 177 krmača (MPS HPA 2019.). Jedan od uzroka male populacije turopoljske svinje danas je to što meso i proizvodi ove pasmine još uvijek nisu tržno prepoznati i iskorišteni, premda povijesni podatci (Ritzoffy 1931.), ali i nedavno provedena istraživanja ukazuju na njihovu visoku kakvoću i tržišni potencijal (Karolyi 2016.; Cerjak i sur. 2017.).

Kakvoća mesa varijabilno je svojstvo na koje utječu različiti čimbenici kao što su: vrsta životinje, genotip, spol, dob, hranidba, način držanja, postupci sa životinjama prije klanja, anatomska pozicija mišića i drugi. Među najvažnijim pokazateljima kakvoće mesa jesu pH vrijednost i boja mesa (Lawrie 1998.). Vrijednost pH mesa ima veliki utjecaj na senzorna i tehnološka svojstva, dok boja mesa ima utjecaj na potrošače koji na temelju vlastite percepcije boje odluče odgovara li im boja mesa ili ne (Becker 2002.). Djelovanje različitih stresova (transport, grubi postupci, glad, žeđ itd.) na životinje prije samoga klanja rezultira

pojavom mesa nepoželjnih organoleptičkih i tehnoloških svojstava. Stresni uvjeti i neprimjereni postupci s životinjama ubrzano troše mišićni glikogen koji predstavlja rezervu energije koja je potrebna za normalno odvijanje *post mortem* promjena u mesu. Jedan od takvih poremećaja kvalitete mesa, koji se povezuje uz uzgoj svinja na otvorenom (Žitković 2017.), pojava je tzv. tamnog, čvrstog i suhog (TČS) mesa. Poremećaj nastaje uslijed promjena u kakvoći mesa (pH vrijednost, boja mesa, sposobnost vezanja vode, itd.) uslijed stresa izazvanog neprimjerenim predklaoničkim postupcima vezanim uz hvatanje, utovar i transport životina (Kuzmanović 2003b.; Karolyi 2004.; Njari i sur. 2012.).

Kvaliteta svježeg mesa definirana temeljem mjerenja pH vrijednosti i boje mišićnog tkiva u određenim vremenskim intervalima *post mortem*, jedan je od najvažnijih parametara u procjeni tehnoloških i organoleptičkih značajki mesa tovljenika domaćih životinja (Lawrie 1998.). Na pH vrijednost i boju mesa mogu utjecati različiti vanjski čimbenici poput hranidbe i načina uzgoja, postupanja prije klanja i postupka samog klanja, ali i oni unutarnji vezani uz vrstu, genotip i spol životinje, ili strukturu i metabolička svojstva pojedinih mišića. Utjecaj spola i tipa mišića na pH i boju mesa svinja dobro je istražen na modernim tovljenicima svinja, no nedostaju precizniji podaci za rijetke i stare pasmine, poput turopoljske svinje.

1.1. Cilj istraživanja

Istraživanje polazi od hipoteze da su boja i pH mesa, kao dva važna čimbenika kakvoće mesa, današnjih turopoljskih svinja iz otvorenoga uzgoja pod utjecajem spola te tipa mišića. Cilj rada bio je stoga utvrditi utjecaj spola (nazimice i kastrati) i tipa mišića (*m.longissimus dorsi* - MLD i *m.semimembranosus* - MS) na pH vrijednost i boju mesa turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja.

2. Pregled literature

2.1. Turopoljska svinja

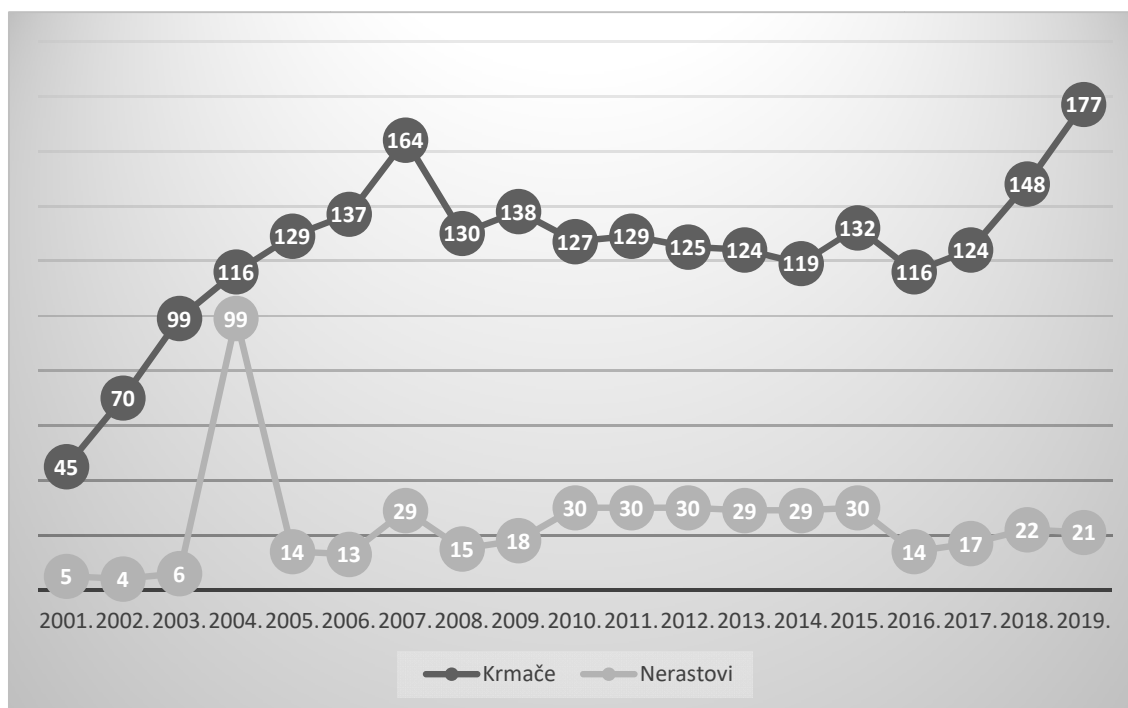
2.1.1. Nastanak i razvoj turopoljske svinje

Turopoljska svinja je hrvatska najstarija izvorna pasmina svinja nastala na području Turopolja tijekom ranog srednjeg vijeka. Zbog dobrih proizvodnih svojstava i skromnih zahtjeva ova se pasmina u prošlosti počinje širiti izvan područja Turopolja, prema Sisku i Draganiću, a kasnije i prema dijelovima Podravine i Slavonije, te jugozapadnom dijelu Mađarske. Svrstava se u primitivne pasmine svinja. Prvi se puta spominje u zapisima u 12. stoljeću (HPA 2002.). Postoje različite pretpostavke o nastanku turopoljske svinje, no svima je zajedničko polazište da su lokalne svinje masnoga tipa s područja Turopolja i okolice križane s mesnatijim svinjama (šiška) koje u ova područja sa sobom dovode novo pridošla slavenska plemena (Đikić i sur. 2002.). U oblikovanju turopoljske pasmine pomogao je specifičan način slobodnog držanja i hranidbe zato što vrlo dobro iskorištava prirodne izvore hrane i područje na kojemu je nastala, a kojeg najvećim dijelom čine hrastove i bukove šume i plavne livade. Ovakav način uzgoja pomogao je iskorištavanju neobradivih šumskih i pašnih površina i razvio tradicionalnu svinjogojску proizvodnju toga kraja koja se zadržala sve do danas (Karolyi i sur. 2019.). U otvorenom sustavu uzgoja glavne energetske komponente u hranidbi svinja jesu paša i žir, dok se proteinski dio obroka zadovoljava hranom animalnog podrijetla kao što ličinke, gujavice, puževi i sl.. O povijesnom značaju turopoljske pasmine za hrvatsko svinjogojstvo nekada govori podatak iz "Rezultata popisa stoke u Kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca od 31. siječnja 1921.", u kojem se navodi da se u srezovima Čazma, Dugo selo, Glina, Jastrebarsko, Karlovac, Kutina, Novska, Petrinja, Pisarovina, Sisak, Velika Gorica i Zagreb uzgajalo čak oko 85 000 turopoljskih svinja što ukazuje na važnost pasmine u tadašnje vrijeme (Ritzoffy 1931.).

U prošlosti je turopoljska pasmina svinja prvenstveno služila za proizvodnju masti pa tek onda mesa (Ritzoffy 1931.). S promjenama prehrambenih navika potrošača te razvojem intenzivne svinjogojске proizvodnje sredinom 20 stoljeća dolazi do smanjenja ekstenzivnog uzgoja svinja i velikog pada u broju grla turopoljske pasmine. Još neki od razloga smanjivanja populacije turopoljske pasmine jesu zabrana korištenja šumskih područja i porast broja stanovništva koji je utjecao na porast potražnje svinjskoga mesa i intenzifikaciju uzgoja svinja. U Hrvatskoj je stoga nakon 1950. godine uslijedio uvoz produktivnijih mesnih pasmina iz zemalja zapadne Europe (Ilančić 1980.). Do kraja 20. stoljeća turopoljska svinja gotovo je nestala pa ona stoga danas nema veću gospodarsku važnost te se nalazi na svjetskom popisu ugroženih pasmina. Prema FAO (engl. *Food and Agriculture Organization*) kriterijima turopoljska svinja pripada među pasmine životinja koje su ugrožene i koje su u nestajanju, zbog čega je ova pasmina od 1997. godine uključena u program državne zaštite (Đikić i sur. 2002.). Međutim, dosadašnja zaštita turopoljske pasmine svinja, unatoč višegodišnjoj potpori od strane države, nije rezultirala značajnijim oporavkom pasmine čiji je opstanak i dalje ugrožen (Grafikon 2.1.). Stoga bi uzgoj turopoljske svinje danas valjalo

potaknuti njezinom promocijom u turizmu i gastronomiji, kroz tradicionalna jela i proizvode od turopoljske svinje, te je zaštititi kao dio tradicije koji nestaje (Karolyi 2019.; Karolyi i sur. 2019.). Osim toga, njezin uzgoj i uvjeti držanja ne zahtijevaju velika ulaganja, što može predstavljati još jedan od razloga njezina uzgoja u održivim uvjetima, što postaje sve važniji imperativ današnjeg društva.

Grafikon 2.1. prikazuje kretanje brojnoga stanja turopoljske svinje u razdoblju od 2001. do 2019. godine.



Grafikon 2.1. Broj svinja turopoljske pasmine od 2001. do 2019. godine

Izvor: HPA 2019.

2.1.2. Morfološke i proizvodne karakteristike

Turopoljsku svinju (Slika 2.1.) ubrajamo u skupinu srednje velikih pasmina. Trup je srednje dužine, plići je i uži. Boja kože je bijele boje, a koža je prekrivena kovrčavom dlakom bijelo-sivo-žute boje na kojoj je prisutno 5 do 7 crnih fleka. Ima srednje dugu glavu s jakim rilom i poluklopavim ušima. Cijeli trup je slabo razvijen i slabo mišićav, osim zatiljka koji je u odnosu na ostali dio trupa mišićaviji. Vrat je kratak dok su leđa dugačka i uska, a trbušna linija je ravna. Rep je dugačak, a njegovom se kraju nalazi izraženi čuperak. Noge su umjereno duge, tanke i čvrste te su na taj način prilagođene kretanju po močvarnome terenu, a svinjama daju izdržljivost. Visina grebena kod krmača iznosi od 65 do 70 cm, a kod nerasta od 70 do 75 cm. Težina odraslih krmača iznosi oko 240 kg, dok nerastovi teže oko 250 kg (Barać i sur. 2011.). Zahvaljujući ovakvoj građi turopoljska svinja nije zahtjevna što se tiče držanja i hranidbe pa se zato s uspjehom uzgaja u otvorenima sustavima koji se temelji na korištenju prirodno dostupnih izvora hrane koje svinje same pronalaze. Plodnost krmača

turopoljske pasmine slabija je u odnosu na plemenite pasmine. Ima 10 do 12 sisa. Prosječna veličina legla se kreće od 7 do 8 prasadi, prosječne porodne mase 1,2 do 1,5 kg (Hrvatski stočarski centar 2003.).



Slika 2.1. Turopoljska svinja

Izvor: <https://gtocka.com/turopoljska-svinja-zvijezda-projekta-ozivljavanja-turopoljskih-recepata/>

U tovu postiže slabije performanse u odnosu na moderne genotipove. Primjerice, u otvorenom sustavu držanja prosječan dnevni prirast tovljenika iznosi oko 430 g dok se završna masa od oko 100 kg postiže u dobi oko 15 mjeseci, uz randman klanja oko 80% (Karolyi i sur. 2019). Premda se po odnosu mesa i masti u trupu turopoljska svinja ubraja u skupinu svinja masnoga tipa, postoje podatci da se odnos tkiva pri boljim hranidbenim uvjetima može popraviti u pravcu mesno-masnoga tipa (Horvat 1939.; Đikić i sur. 2003.; Vnućec 2012.). Primjerice, u istraživanju Đikić i sur. (2002.) na tovljenicima turopoljske svinje završne mase $100,3 \pm 4,9$ kg i dobi 679 ± 20 dana, koji su bili uzgajani u otvorenome sustavu uzgoja i prihranjivani krmnim smjesama i žitaricama od 21. dana nakon odbića, odnos mišićnog (36,80%) i masnoga (35,39%) tkiva bio je podjednak, što je odlika mesno-masnoga tipa svinja.

Križanjem turopoljske svinje s modernim genotipovima povećavaju se proizvodne karakteristika turopoljske svinje. Primjerice u istraživanju Ballweg i sur. (2013.) prema proizvodnim rezultatima u tovu turopoljska svinja u čistoj krvi ima najveći dnevni unos hrane, najniži prirast i najvišu konverziju dok su kod križanaca turopoljske svinje i landrasa dnevni prirast i konverzija hrane bili značajno poboljšani (Tablica 2.1.).

Tablica 2.1 Dnevni unos hrane, dnevni prirast i konverzija prasadi turopoljske pasmine i njihovih križanaca

Svojstvo	T x T	L x P	L x T
Dnevni unos hrane (kg)	1,23 ± 0,032 ^A	0,98 ± 0,041 ^B	1,19 ± 0,024 ^A
Dnevni prirast (kg)	0,34 ± 0,009 ^A	0,37±0,011 ^{AB}	0,38 ± 0,007 ^B
Konverzija	3,63 ± 0,076 ^A	2,26 ± 0,055 ^C	2,27 ± 0,826 ^B

Srednje vrijednosti ± standardne greške; različita slova u istom redu označavaju značajne razlike (P<0,05) između skupina

T x T : turopoljska pasmina; L x T : njemački landras x turopoljska svinja; L x P : njemački landras x pietren

Izvor : Ballweg i suradnici (2013.)

2.2. Kakvoća mesa

Kakvoću mesa određuje mnogo čimbenika, pa stoga postoji više definicija i tumačenja kakvoće mesa. Prema Hoffmanu (1994.) kakvoća mesa je opisana kao skup nutritivnih, higijenskih, senzornih i tehnoloških karakteristika mesa. Kakvoća mesa može biti opisana kao objektivna, koja predstavlja tehnološko i nutritivne osobine mesa ili kao subjektivna, koja predstavlja senzornu kvalitetu mesa. Kakvoća mesa promjenjivo je svojstvo na koje utječu različiti čimbenici kao što su genotip, spol, dob, hranidba, način držanja, postupci sa životinjama prije klanja, anatomska pozicija mišića i drugi. Unutar najvažnijih pokazatelja kakvoće mesa jesu pH vrijednost i boja mesa (Lawrie 1998.). Brzina i opseg pada pH vrijednosti mesa tijekom *post-mortalne* glikolize ima značajan utjecaj na senzorna i tehnološka svojstva mesa (Purchas 1996.). Nastupom smrti nakon klanja životinje prestaje optok krvi u tijelu te prestaje opskrba mišića kisikom, glukozom i slobodnim masnim kiselinama koje su potrebne za normalno funkcioniranje organizma. Svaka reakcija koja se nakon toga odvija u mišićima je anaerobna te se energija u obliku adenzin tri fosfata (ATP) jedino može stvoriti razgradnjom glikogena u procesu *postmortalne* glikolize. U mišićima započinje proces autolize koja obuhvaća niz specifičnih promjena, među kojima se ističu biokemijske, fizikalno-kemijske, fizikalne, histološke i druge promjene u mesu, a koje za posljedicu imaju mijenjanje svojstava i sastava životinjskog tkiva te stvaranje mekoće i specifične arome mesa (Honikel 1994.; Kuzmanović 2003a.). Kako se mišićni glikogen razgrađuje dolazi do stvaranja mliječne kiseline koja postupno zakiseljava (acidificira) mišiće. Proces acifikacije kod svinja traje prosječno 4-8 h. Ako glikogena ima dovoljno, produkcija laktata prestaje kada enzimatski sustavi glikolize prestanu s radom uslijed niske pH vrijednosti ili kada nestanu zalihe glikogena (Warener i sur. 1997.). Vrijednost pH mesa najveća je neposredno nakon klanja, a kasnije se smanjuje da bi u razdoblju od 24 h do 46 h *post mortem* poprimila najniže vrijednosti. Tijekom *postmortalne* glikolize dolazi do

promjena u mišićnim bjelančevinama koje pojačavaju svojstva rasipa svjetlosti kontraktilnih komponenti mišićnih vlakana te s padom pH vrijednosti meso mijenja boju od tamnog ka više svijetlom (Warener 1997.).

2.2.1 Kakvoća mesa primitivnih i plemenitih pasmina svinja

Važan čimbenik koji utječe na kakvoću mesa je odabir genotipa svinje. Odabir genotipa, odnosno pasmine za proizvodnju ovisi o raznim čimbenicima, među kojima su najvažniji način uzgoja i cilj proizvodnje, odnosno da li je usmjeren na preradu mesa ili prodaja svježega mesa. Načini uzgoja mogu se podijeliti na otvorene i zatvorene sustave. Otvoreni sustavi uzgoja podrazumijevaju otvorene površine na kojima svinje pronalaze većinu hrane i na kojima se nalaze jednostavni objekti koji svinjama služe da se sklone od vremenskih neprilika ili za prašenje krmača. Otvoreni sustavi uzgoja u najvećoj su mjeri vezani za primitivne pasmine kao što je turopoljska svinja. Ovakve pasmine dobro su prilagođene uzgoju na otvorenom zbog svoje veće otpornosti, skromnih potreba i niskih proizvodnih osobina (Ivšac 2016.). Nasuprot tome, plemenite pasmine su vezane za zatvorene sustave uzgoja, u kojima se uz „idelane uvijete“ najbolje iskorištava genetski potencijal svinja (Pejaković 2002.). Plemenite pasmine su pasmine koje su selekcionirane na viske proizvodne rezultate. Na takav način su nastale pasmine i hibridi visoke mesnatosti (60 - 65%) s velikim brojem prasadi u leglu (više od 10 živooprasene prasadi). Međutim, intenzivnom selekcijom i načinom uzgoja došlo je do veće učestalosti određenih fizioloških i genetskih poremećaja, kao što je povećana osjetljivost svinja na stres.

Stresna osjetljivost kod svinja posljedica je intenzivne selekcije na mesnatost pri čemu je poremećena normalna funkcija i ravnoteža organizma (Uremović i sur. 2000.). Stresna osjetljivost svinja uzrokovana mutacijom RYR1 gena (Bulla i sur. 2007.) povezuje se uz pojavu tzv. blijedog, mekog i vodenastog (BMV), koje se češće javlja kod visoko mesnatih genotipova (Florowski i sur. 2007). Primjerice, kod izrazito mesnatih pasmina (pietren, belgijski landras i njemački landras), udio stresno osjetljivih jedinki može biti izrazito visok (20-30%; Senčić i sur. 1988.). Suprotno tome, kod primitivnih pasmina, kao što je turopoljska svinja, pojava stresne osjetljivosti je znatno rjeđa. Primjerice, u genetskim analizama na recentnoj populaciji turopoljskih svinja stresna osjetljivost nije utvrđena (Muñoz i sur. 2018.). Utjecaj stresa prije klanja vidljiv je i kroz kakvoću mesa koja se najčešće manifestira kroz pojavu BMV ili TČS mesa. BMV meso nastaje kao posljedica pred-klaoničkih postupaka kod stresno osjetljivih svinja čiji mišići imaju ubrzane *post mortalne* procese u mišićima pri čemu u mesu dolazi do nakupljanja velike količine mliječne kiseline i pada pH vrijednosti dok je temperatura mišića još uvijek visoka. Kombinacijom ovih dvaju čimbenika dolazi do denaturacije bjelančevina uzrokujući smanjenu sposobnost vezanja vode (Karolyi 2004.; Bulla i sur. 2007.).

Blijedi izgled mesa uzrokovan je denaturacijom mioglobina i nakupljanja slobodne vode na površini mišića (Karolyi 2004.). TČS meso nastaje najčešće uslijed dugotrajnog stresa

ili gladovanja životinja, neovisno o genotipu. U TČS mišićima su usporeni *post mortalni* procesi te nema stvaranja dovoljne količine mliječne kiseline koja bi snizila pH vrijednost. Nedovoljna *post mortalna* acidifikacija dovodi do povećane sposobnosti vezanja vode u mesu i čvrste strukture mesa (Karolyi 2004.). Takva struktura apsorbira više svjetla i sprječava oksigenaciju mioglobina u oksimioglobin, što rezultira tamnom bojom mesa (Karolyi 2004.). Plemenite pasmine, zbog češće pojave stresne osjetljivosti, imaju veću sklonost razvoja BMW mesa. Primitivne pasmine su u pravilu stresno otporne, ali su sklonije razvoju TČS mesa. Ova razlika je najčešće povezana sa načinom uzgoja i postupkom prije klanja. Primitivne pasmine se u pravilu uzgajaju u otvorenim sustavima te prije samoga klanja mogu biti izložene dugotrajnom stresu zbog postupaka vezanih uz hvatanje, utovar i prijevoz životinja. Plemenite pasmine i hibridi iz zatvorenih sustava uzgoja obično su izložene manjem stresu jer u pravilu nema dugotrajne manipulacije sa životinjama.

Također, još jedna od glavnih razlika između primitivnih i plemenitih pasmina svinja je u sastavu trupa i mesa. Sastav trupa se najviše razlikuje prema udjelu mišićnog i masnoga tkiva. Kod primitivnih pasmina, kao što su turopoljska, veći je udio masnoga tkiva u odnosu na plemenite pasmine koje imaju više mišićnoga tkiva. Primjerice, turopoljske svinje prosječne klaoničke mase od 79,7kg imale su 40,5 kg mišićnog tkiva i 33,8 kg masnoga tkiva, dok je švedski landras kod prosječne mase od 79 kg imao 49,2 kg mišićnog tkiva i 27,9 kg masnoga tkiva (Đikić i sur. 2003.). Ovu osobinu primitivne pasmine su zadržale zato što na njima nije provedena selekcija na mesnatost, nego su zadržale prvotni adipogeni potencijal, što je vidljivo i u količini intramuskularne masti (Karolyi i sur. 2010.).

Pojam intramuskularne masti (IMM) odnosi se na pojavu manjih ili većih nakupina masnog tkiva (intramuskularno masno tkivo) u rastresitom vezivnom tkivu između snopića mišićnih vlakana (Tomović 2009.). Najvećim je dijelom građena od masnih stanica (adipocita), koje se mogu nalaziti pojedinačno ili u nakupinama i sadrže neutralne lipide-trigliceride (Karolyi 2007.). Sadržaj IMM-a ili mramoriranost mesa utječe na okus, mekoću, sočnost, vizualne i nutritivne osobine mesa (Miller 2002.; Higgs 2002.). Primitivne pasmine u pravilu imaju viši postotak IMM (4 - 4,5%) u odnosu na plemenite pasmine (2 – 2,5%). Primjerice, prosječni sadržaj IMM u najdužem leđnom mišiću (*m.longissimus dorsi*) crne slavonske pasmine svinja kreće se oko 6-7% (Uremović i sur. 2004.; Senčić i sur. 2005.; Karolyi i sur. 2007.), kod iberijskih svinja, koje se koriste za proizvodnju pršuta, oko 10% (Fernández i sur. 2003.), dok je kod izrazito mesnate pasmine belgijski landras sadržaj IMM u prosjeku ispod 1% (Verbeke i sur. 1999.). Uremović i Uremović (1997.) navode da se selekcijom na mesnatost smanjuje postotak IMM. Iz tog razloga meso plemenitih pasmina je krto i manje sočno i slabijeg okusa, dok je meso primitivnih pasmina izrazito sočno, izražene arome, vrlo mekano i nižih gubitaka tijekom prerade. U istraživanjima na turopoljskoj pasmini svinja utvrđen je sadržaj IMM od 2,9 do 5,8% (Karolyi i sur. 2019.). Osim razlike u sadržaku IMM, meso primitivnih pasmina sadrži veću razinu mioglobina pa je stoga tamnije boje i veću razinu nezasićenih masnih kiselina (Roseg 1995.). Ova navedena svojstva kakvoće čine meso primitivnih pasmina naročito pogodnim za proizvodnju mesnih proizvoda.

2.3. pH vrijednost

Vrijednost pH mesa *post mortem* predstavlja jedan od najvažnijih faktora na temelju kojeg se određuje tehnološka kakvoća mesa, a ima i izravan utjecaj na rast mikroorganizama i sigurnost mesa (Lawrie 1998.). Vrijednost pH pokazatelj je *post mortem* reakcija kojima se vrši pretvorba mišićnog glikogena do mliječne kiseline u anaerobnim uvjetima. Mliječna kiselina koja se počinje nakupljati unutar mišića uzrokuje postepeni porast kiselosti sredine, odnosno acidifikaciju mesa. To se očituje padom pH vrijednosti mišića od početnih 7,0 do konačnih vrijednosti 24 sata nakon klanja između 5,8 i 5,5 u normalnim okolnostima. Razgradnja glikogena (glikoliza) i acidifikacija mesa *post mortem* neophodne su za pretvorbu mišića u meso i nastanak poželjnih karakteristika mesa, koje je crvene boje, čvrsto i bez iscjetka. Vrlo brza i opsežna acidifikacija *post mortem*, dok su trupovi i meso još topli, vodi k razvoju BMV sindroma, dok nedovoljna acidifikacija, koja se javlja kod životinja kod kojih su zalihe mišićnog glikogena u momentu klanja smanjene (npr. uslijed gladovanja ili fizičkog napora), rezultira pojavom TČS mesa (Slika 2.2) (Karolyi 2004.).



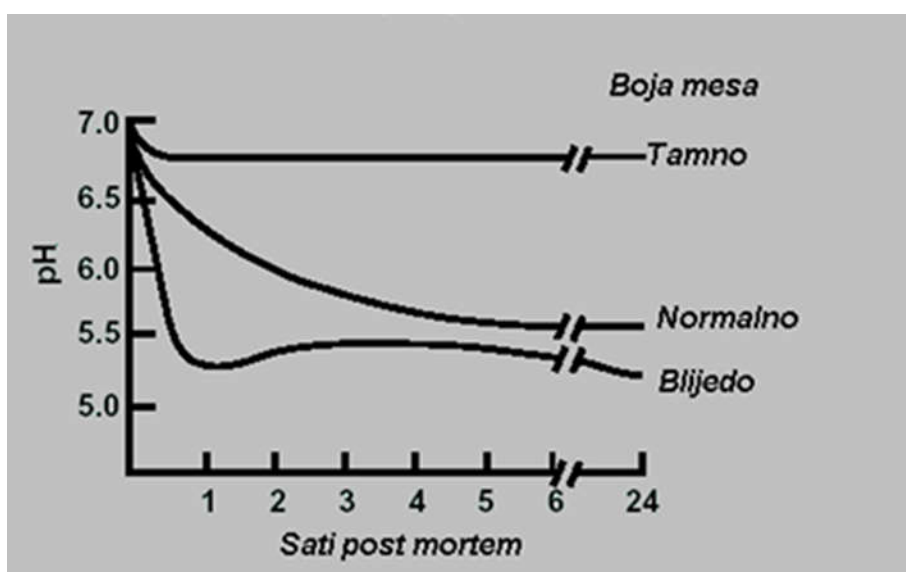
Slika 2.2. Kvalitativne promjene svinjetine: BMV (lijevo) i TČS (desno) meso
Izvor: Karolyi (2004.)

Stanišić i sur. (2015.) uspoređujući rezultate pH vrijednosti mangulice, kao primitivne pasmine i landrasa kao plemenite pasmine dobiva rezultate između kojih nije bilo značajnih razlika u pH₂₄ vrijednosti MLD-a. Autori navode pH₂₄ vrijednost od 5,55 kod mangulica, dok je kod landrasa utvrđena vrijednost od 5,60. Dumančić (2013.) provodeći istraživanje na PIC (engl. *Pig Improvement Company*) T1 tovljenicima navodi rezultate pH₂₄ vrijednost od 5,67 u

MLD-u. Petričević (2019.) provodeći istraživanje na tovljenicima banijske šare svinje dobiva rezultate za pH_{24} vrijednost od 5,5 u MLD-u i 5,46 u MS-u, dok Baković (2016.) na tovljenicima crne slavonske svinje u mišiću MLD-a dobiva rezultate konačnog pH od 5,74. Kralik i sur. (2005.) provodeći istraživanje na križancima velikog jokšira i njemačkog landrasa dobivaju prosječnu pH_{24} vrijednosti 5,87 u MLD-u i 6,06 MS-u.

2.3.1. Mjerenje pH vrijednosti

Mjerenje pH mesa *post mortem* kod svinja najčešće se provodi dva puta, a to je prvi puta 45 minuta nakon klanja te 24 sata nakon klanja, kada završi *post-mortalna* glikoliza. Grafikon 2.2. prikazuje kretanje pH vrijednosti u prvih 24 sata *post mortem* i najvažnije kvalitativne klase svinjskog mesa s obzirom na pH vrijednost.



Grafikon 2.2. Kretanje pH vrijednosti *post mortem* i kvaliteta mesa

Izvor: Karolyi (2004.)

Mjerenje se najčešće provodi na MLD-u te na poluopnastom mišiću butu (SM), koji su lako dostupni kada se mjerenje vrši na nerasječenim trupovima u klaonici. Danas postoje različiti modeli uređaja za mjerenje pH vrijednosti, no u praksi se najčešće koriste prijenosni pH metri koji su jednostavni za korištenje i upotrebu na liniji klanja. Prijenosni pH metar se sastoji od ubodne sonde koja je povezana sa digitalnim uređajem na kojem se prikazuje pH vrijednost.

2.3.2. Utjecaj spola i vrste mišića na pH vrijednost mesa

Uz ostale čimbenike, poput genotipa ili pred-klaoničkih postupaka, na pH vrijednost mesa, premda u manjoj mjeri, može utjecati i spol životinje. Tako su kod tovljenika svinja utvrđene tek manje razlike u pH vrijednosti mesa između kastrata, nazimica i nerastova. U istraživanju Cvrtila Fleck i sur (2016.) mjereći pH vrijednost u MLD-u, nerastovi su imali nešto

nižu konačnu pH vrijednost (5,74), dok su kastrati i nazimice imali nešto višu ali međusobno sličnu pH₂₄ (5,84 za kastrate i 5,83 za nazimice). U istraživanju koje je proveo Dumančić (2013.), mjereći pH vrijednosti u MLD-u i MS-u također su utvrđene male i statistički ne značajne razlike između pH vrijednosti između kastrata i nazimica (Tablica 2.2.).

Tablica 2.2. Razlike između pH unutar spolova

Svojstvo N	Spol	
	Kastrati 73	Nazimice 72
pH45min, MS	6,26±0,03	6,27±0,03
pH45min, MLD	6,31±0,03	6,28±0,03
pH24h, MS	5,78±0,03	5,81±0,03
pH24h, MLD	5,72±0,02	5,67±0,02

MS- musculus semimebranosus, MLD-musculus longissimus dorsi

Izvor: Dumančić (2013.)

Utjecaj vrste mišića na pH vrijednost općenito je više izražen, što je povezano s metaboličkim razlikama koje postoje između pojedinih vrsta mišićnih vlakana. Postoje tri osnovna tipa mišićnih vlakana: tip I, tip IIA i tip IIB (Tanabe i sur. 1999.). Tip I je sporo kontrahirajuće mišićno vlakno koje sadrži dosta mitohondrija i citokroma, te ima nizak sadržaj glikogena. Naziva se još i crveno oksidativno mišićno vlakno. Tip IIA je crveno brzo kontrahirajuće oksidativno mišićno vlakno koje sadrži nešto više glikogena od tipa I mišićnog vlakna. Tip IIB je brzo kontrahirajuće mišićno vlakno koje sadrži vrlo malo mitohondrija i citokroma, ali zato sadrži puno glikogena. Naziva se još i bijelo glikolitičko mišićno vlakno. S obzirom na moguće izoforme teških lanaca miozina (engl. *Myosin Heavy Chain*; MHC), mišići sisavca sadrže četiri glavne izoforme teških lanaca MHC I, MHC IIA, MHC IIB i MHC IIX (Starčević-Klasan i sur. 2015.). Stoga se pri klasifikaciji mišićnih vlakna razlikuje i četvrti tip IIX, kojeg također karakterizira velika brzina kontrakcije i glikolitički metabolizam (Listrat i sur. 2016.).

Skeletni mišići svinje sastoje se od različitih vrsta mišićnih vlakana, pri čemu udio pojedinih mišićnih vlakana u pojedinim mišićima može biti različit. Tablica 2.3. prikazuje udio pojedinih tipova mišićnih vlakana u dva različita mišića svinje.

Tablica 2.3. Udio pojedinih tipova mišićnih vlakana u različitim mišićima svinje

Vrsta mišića	Tip mišićnog vlakna			
	I	IIA	IIX	IIB
<i>Longissimus dorsi</i>	0,94%	10,63%	13,13%	75,10%
<i>Psoas major</i>	3,65%	34,15%	20,20%	41,58%

Izvor: Zhang i sur. (2013.)

Glikogen se uglavnom nakuplja u mišićima koji sadrže vlakna tipa IIB i IIX koji se svrstavaju u glikolitička vlakna, dok oksidativna vlakna imaju niži sadržaj glikogena i niži glikolitički potencijal (Listrat i sur. 2016.). Prema tome, veće nakupljanje laktata i pad pH vrijednosti *post mortem* trebao bi se odvijati u mišićima građenih pretežno iz vlakana tipa IIB i IIX (Zhang i sur. 2013.). U konačnici pH vrijednost je niža u mišićima koji imaju viši udio mišićnih vlakana glikoličkog tipa, primjerice MLD-u (Tablica 2.4).

Tablica 2.4. Pad pH vrijednosti i količina laktata u različitim vrstama mišića

Vrsta mišića	Vrijeme mjerenja	Količina laktata ($\mu\text{mol/g}$)	pH
<i>Longissimus dorsi</i>	45 min	86,79 $\pm$ 17,14	6,27 $\pm$ 0,30
	24 h	99,76 $\pm$ 17,91	5,67 $\pm$ 0,11
<i>Psoas major</i>	45 min	80,46 $\pm$ 12,14	5,88 $\pm$ 0,18
	24 h	92,16 $\pm$ 13,13	5,72 $\pm$ 0,34

Izvor: Zhang i sur. (2013.)

Osim udjela pojedinih vrsta mišićnih vlakana, na pH vrijednost mišića može utjecati i njihova aktivnost i s njom povezano trošenje mišićnog glikogena. Primjerice, Bendall i sur. (1988.) u istraživanju na 2660 tovljenika uzgajanih u intenzivnom sustavu do klaoničke mase od 110 kg, utvrđuju da su mišići ekstremiteta kao što su *m. gluteusprofundus*, koji je najaktivniji mišić buta, i *m. semicapitis*, koji je najaktivniji mišić lopatice, imali konačnu pH vrijednost 6,0, dok je pH vrijednost manje aktivnog MLD-a iznosila 5,49. S druge strane, u otvorenom sustavu uzgoja zbog veće aktivnosti životinja, ove razlike izgleda da nisu toliko očite. Primjerice, Buha (2017.) provodeći istraživanje na kastratima i nazimicama crne slavonske svinje u otvorenom sustavu uzgoja navodi da je pH₂₄ za kastrate u MLD-u iznosio 5,72, dok je u MS-u iznosio 5,7. Kod nazimica je pH₂₄ iznosio u MLD-u 5,74, dok je u MS-u iznosio 5,71.

2.4. Boja mesa

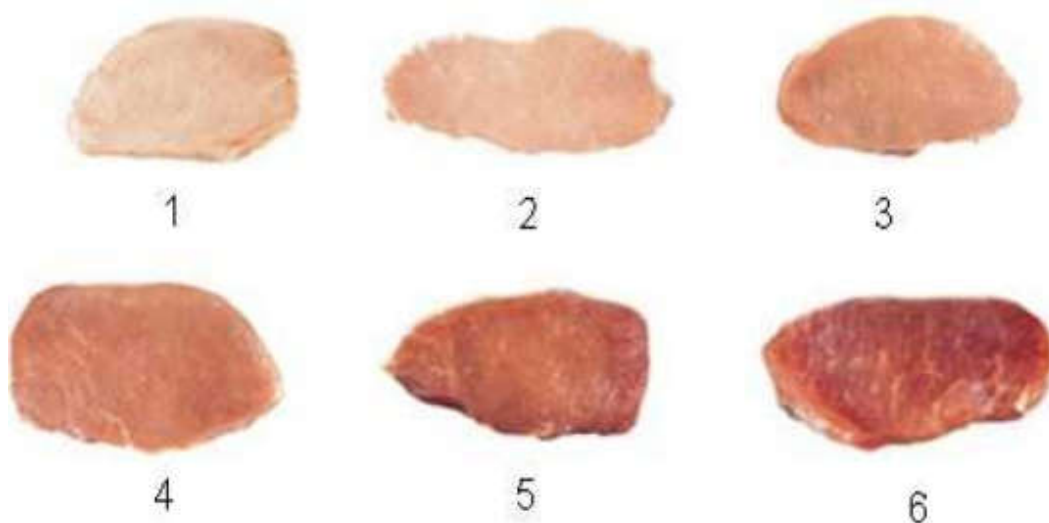
Boja mesa je prvi senzorički faktor kakvoće mesa na temelju kojega potrošač procjenjuje svježina i vizualni izgled mesa i odlučuje o kupnju istoga (Becker 2002.). Kvalitetno svježe meso potrošači povezuju sa svijetlo crvenom bojom, dok tamnije meso smatraju nepoželjnim (Rede i Petrović 1997.). Kod svinjetine prihvatljiva boja mesa uobičajeno varira od svijetlo ružičaste i svijetlo-crveno ružičaste do svijetlo crvene (Lawrie 1998.; Briskey i Kauffman 1971.; Mancini i Hunt 2005.). Boja mesa primarno ovisi o genotipu, načina držanja i hranidbe te starosti životinje, kao i od izloženosti mesa kisiku, svjetlu i toplini. Boja mesa najvećim dijelom potječe od mišićnog pigmenta mioglobina koji ne cirkulira u krvi nego je fiksiran u mišiću i tkivu. Količina mioglobina određena je genotipom, klaoničkom dobi, hranidbom te vrstom i tipom mišića. U mesu se mioglobin nalazi u tri oblika: purpurnocrveni deoksi mioglobin (Mb^{2+}), svijetlocrveni oksimioglobin (MbO_2^{2+}) i tamnosmeđi metmioglobin (MetMb^{3+}). Mioglobin koji se nalazi na površini svježega mesa u dodiru sa zrakom prelazi u oksimioglobin, koji ovisno o temperaturi mesa, parcijalnom pritisku kisika, pH vrijednosti i drugim u mišiću kompetitivnim respiratornim procesima prodire u dublje ili pliće slojeve mesa. Deoksi mioglobin nastaje u odsutnosti kisika, te je vidljiv odmah nakon rezanja mišića. Oksidacijom mioglobina nastaje metmioglobin koji rezultira tamno smeđom nepoželjnom bojom (Mancini i Hunt 2005.). Osim navedenih faktora, veliki utjecaj na oblik mioglobina ima izloženost mesa kisiku i vrijeme stabilizacije boje (Abril i sur. 2000.). Vrijeme stabilizacije predstavlja vrijeme oksigenacije mioglobina na način da mioglobin aktivno veže kisik i prelazi u oksimioglobin koji posljedično daje mesu svijetlocrvenu boju (Mancini i Hunt 2005.). Ovisno o uvjetima (temperatura, relativna vlažnost zraka) nakon izlaganja zraku i fiziološkom statusu mišića, mioglobin brže ili sporije prelazi u oblik oksimioglobina što rezultira različitim trajanjem stabilizacije boje mesa (Boles i Pegg 2001.). Svako odstupanje od normalne boje (kod svinjetine L^* 42-50, 64; Warener i sur. 1997.) ukazuje na različite negativne procese u mesu koji mogu biti posljedica loše provedenih pred-klaoničkih postupaka ili kvarenja mesa. Promjene boje uzrokovane stresom i postupanjem sa životinjama prije klanja, koje kod stresno osjetljivih svinja može biti potpomognuto genetskom osnovom, očituje se s pojavom BMV ili TČS mesa, o čemu je bilo govora u prethodnome poglavlju.

Glede podataka o boji svinjskog mesa, Baković (2016.) provodeći istaživanje na tovljenicima crne slavonske svinje navodi slijedeće vrijednosti za MLD L^* 45,21, a^* 9,46 i b^* 3,05. Đurkin i sur. (2012.) provodeći istaživanje na PIC hibridima koji su nastali križanjem duroka, velikog jokšira i pietrena zabilježili su slijedeće vrijednosti L^* 50,08, a^* 7,40 i b^* 2,78 u MLD-u. Petričević (2019.) navodi slijedeće vrijednosti boje mesa banijske šare svinje u poluotvorenom sustavu uzgoja za MLD: L^* 51,25, a^* 19,27 i b^* 6,69, te za MS: L^* 47,05, a^* 21,82, b^* 5,94.

2.4.1. Mjerenje boje mesa

Postoje dva načina ocjene boje mesa, a to su subjektivna metoda i objektivna metoda. Subjektivna metoda predstavlja ocjenu boje temeljem senzorne skale koja ima ocjene od 1 do 6 te je svaka ocjena opisana koju boju predstavlja. Opisane boje uspoređuju se s bojom mesa te se na temelju usporedbe daje subjektivna ocjena.

Slika 2.2. prikazuje boju mesa za svaku ocjenu, dok tablica 2.5. prikazuje ocjene i opise za svaku ocjenu.



Slika 2.2. Boja mesa u ocjenama 1 do 6

Izvor: <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/senzorni-kvalitet-svinjskog-mesa>

Tablica 2.5. Standard za ocjenu boje

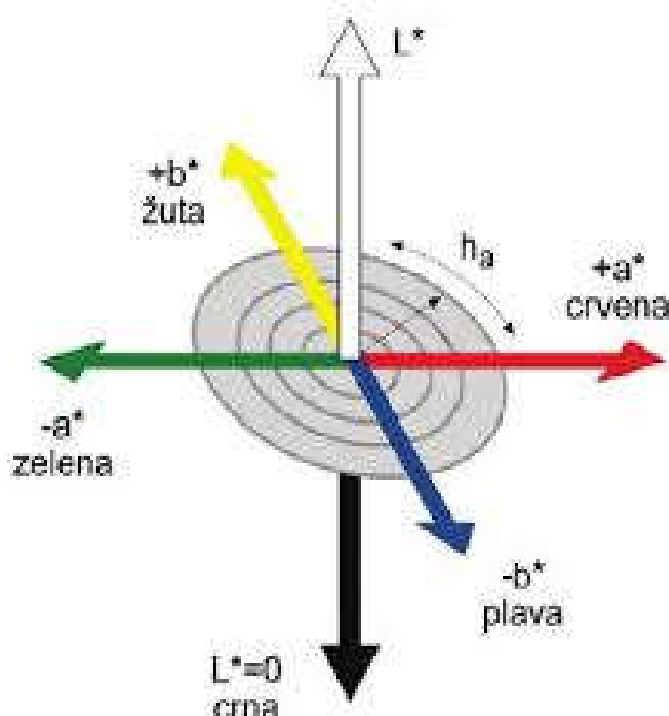
Ocjena	Standard za boju NPPC (2000)
1	Blijedo-ružičasto-siva do bijela
2	Sivo ružičasta
3	Crveno ružičasta
4	Tamno crveno ružičasta
5	Purpurno crvena
6	Tamno purpurno crvena

Izvor: <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/senzorni-kvalitet-svinjskog-mesa>

Ocjene za boju od 1 do 6 odgovaraju slijedećim objektivnim vrijednostima prema za svjetlinu L (CIE 1976.) :

L^* : $1 - L^* = 61$; $2 - L^* = 55$; $3 - L^* = 49$; $4 - L^* = 43$; $5 - L^* = 37$; $6 - L^* = 31$ (NPPC, 2000).

Objektivna metoda predstavlja mjerenje boje specijalnim instrumentima kao što su kolorimetar ili spektrofotometar koji mogu mjeriti različite raspone spektara boja. Među najčešće korištenima su uređaji poput Minolte ili Labscana koji prema referentnoj metodi (Honikel 1998.) mjere boju mesa L^* , a^* i b^* vrijednostima određenim od strane Međunarodne komisije za iluminaciju (CIE 1976.). L^* vrijednost predstavlja svjetloću mesa i ova se vrijednost mjeri u rasponu od 0 (potpuno crno) do +100 (potpuno bijelo). Vrijednost a^* predstavlja crvenilo, a vrijednost b^* predstavlja žutilo i one se kreću u rasponu od -50 do +50, pri čemu a^* vrijednost označava raspon boja od zelene (negativne vrijednosti) do crvene (pozitivne vrijednosti), dok b^* označava raspon boja od plave (negativne vrijednosti) do žute (pozitivne vrijednosti). L^* , a^* i b^* raspon boja prikazan je na slici 2.3.



Slika 2.3. Raspon boja kod L^* , a^* i b^* vrijednosti

Izvor: <http://company235.com/tools/colour/cie.html>

2.4.2. Utjecaj spola i vrste mišića na boju mesa

Kako navode Cvrtila Fleck i suradnici (2016.), utjecaj spola na boju mesa kod svinja nije osobito izražen ili nije uopće izražen, osobito ako su životinje istog genotipa, jednake starosti, te iste hranidbe. Razlika u boji može se jedino zamijetiti u svjetlini (L^*) mesa koja je kod muških životinja (nerastovi i kastrati) tamnija u odnosu na ženske životinje, dok se a^* i b^* vrijednost vrlo malo razlikuju i ta je razlika zanemariva. Isti autori navode kako je L^* vrijednost kod kastrata bila 43,01, dok je kod nazimica bila 46,75. Boja je mjerena u području MLD-a. U istraživanju Dumančića (2013.) nije bilo značajnijih razlika u boji mesa nazimica i kastrata mjerenih u MLD-u, kao što to prikazuju podatci prikazani u Tablica 2.6.

Tablica 2.6. Utjecaj spola na boju mesa

Svojstvo	Spol	
	Kastrati	Nazimice
N	73	72
CIE L^*	$51,58 \pm 0,42$	$51,91 \pm 0,42$
CIE a^*	$5,72 \pm 0,02$	$5,67 \pm 0,02$
CIE b^*	$4,29 \pm 0,30$	$4,82 \pm 0,30$

Izvor: Dumančić (2013.)

Suprotno tome, utjecaj anatomske pozicije na boju mesa više je izražen. Tako će mišići koji su aktivniji, a to su mišići donjeg dijela trupa (ekstremiteta), imati tamniju boju u odnosu na potporne mišiće trupa koji su manje aktivni. Ova razlika u boji osobito će biti vidljiva kod mišića koji pripadaju stražnjem dijelu trupa (but). Mišići koji sadrže veći udio vlakana tipa I i II A imat će tamniju i crveniju boju (Listrat i sur. 2016.). Tamnija boja proizlazi iz toga što mišići koji su aktivniji, imaju veću količinu mioglobina koji daje tamniju boju mesu. Takvi mišići (npr. *m. triceps brachi*, *m. biceps femoris*, *m. gluteus medius*) građeni su pretežno iz sporih mišićnih vlakana koji imaju veću količinu mioglobina (Brewer i sur. 2000.). Tablica 2.7. prikazuje vrijednosti L^* , a^* i b^* pokazatelja boje kod različitih vrsta mišića kod svinja (Brewer i sur. 2000.).

Tablica 2.7. Razlike u CIE L*a*b* boji kod različitih vrsta mišića svinje

Mišić	Boja		
	L*	a*	b*
<i>Biceps femoris</i>	46,57	11,99	17,15
<i>Gluteus medius</i>	48,07	9,11	15,54
<i>Longissimus lumborum</i>	51,31	7,52	14,85
<i>Semimembranosus</i>	48,66	11,91	17,19
<i>Triceps brachi</i>	39,93	12,88	15,29

Izvor: Brewer i sur. (2000.)

Tablica 2.8. prikazuje razlike u boji različitih vrsta mišića između svinja pasmine mangulica i landras (Stanišić i sur. 2015.). Iz prikazanog je vidljivo da je boja mesa bila tamnija kod mangulica u odnosu na landrasa što je u skladu sa time da je meso primitivnijih pasmina prirodno tamnije u odnosu na meso plemenitih pasmina svinja. Također, *m. gluteus medius* je imao tamniju boju od MLD-a kod oba dvije pasmine, što se može objasniti time da *m. gluteus medius* pripada aktivnijoj skupini mišića što dovodi do tamnije boje mesa.

Tablica 2.8. Razlike u boji različitih vrsta mišića između mangulica i landrasa

Mišić	Mangulica	Landras	Značaj
<i>M. longissimus dorsi</i>			
Boja			
L*	38,19 ± 1,92	55,69 ± 2,83	P≤0,05
a*	10,58 ± 2,50	10,38 ± 1,97	NS
b*	2,68 ± 0,88	5,74 ± 2,83	P≤0,05
<i>M. gluteus medius</i>			
Boja			
L*	32,20 ± 1,24	41,88 ± 1,17	P≤0,05
a*	12,39 ± 1,03	14,43 ± 1,24	NS
b*	3,39 ± 1,11	5,81 ± 0,88	P≤0,05

NS-nije statistički značajno (P>0,05)

Izvor: Stanišić i sur. (2015.)

3. Materijali i metode

Istraživanje je provedeno na uzorku od 20 svinja (13 kastrata i 7 nazimica) turopoljske pasmine. Svinje su bile uzgojene u gateru pokušališta Agronomskog fakulteta iz Zagreba u Šiljakovačkoj Dubravi (Slika 3.4.). Svinje su držane na otvorenom, uz hranidbu prirodnim krmivima iz šume i prihranu koncentratom u gateru pokušališta Agronomskog fakulteta iz Zagreba u Šiljakovačkoj Dubravi. Prosječna završna masa tovljenika prije klanja iznosila je kod kastrata $98,4 \pm 10,8$ kg, a kod nazimica $88,1 \pm 10,5$ kg. Klanje i klaoničke obrada tovljenika (Slika 3.5.) obavljani su prema standardnoj proceduri u odobrenom objektu (Klaonica 32 d.o.o., Velika Mlaka).



Slika 3.4. Uzgoj svinja turopoljske pasmine na otvorenom

Izvor: Karolyi (2015.)



Slika 3.5. Klaonički obrađeni trupovi svinja turopoljske pasmine

Izvor: Karolyi (2015.)

Vrijednosti pH_1 i pH_{24} te temperature (°C) najdužeg leđnog mišića (*m. longissimus dorsi* – MLD) u razini osmog rebra i poluopnatog mišića buta (*m.semimembranosus* – SM) izmjerene su 45 min i 24 h *post mortem* na desnim polovicama upotrebom ubodnog pH-metra (TESTO 230, Njemačka, Slika 3.6.).



Slika 3.6. Mjerenje pH vrijednosti na svinjama

Izvor: Karolyi (2015.)

Boja mesa izmjerena je 24 h *post mortem* na svježem presjeku istih mišića u razini upotrebom kroma-metra (CR-410, KONICA MINOLTA, Japan, Slika 3.7.) nakon stabilizacije boje od 10 minuta. Boja je izmjerena 50 milimetarskim dijelom područjem mjerenja i standardnim osvjetljenjem za meso (D65) utvrđenim za CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*) standarde boja L^* , a^* i b^* (CIE, 1976).



Slika 3.7. Mjerenje boje mesa na svinjama

Izvor: Karolyi (2015.)

Dobiveni podaci su obrađeni primjenom statističkog paketa SAS v 9.2. (SAS 2012.). Opisna (deskriptivna) statistika (prosjek, standardna devijacija, minimum, maksimum i koeficijent varijabilnosti) za čimbenike kakvoće mesa (pH vrijednosti, pokazatelji boje mesa) izračunata je korištenjem procedure PROC MEANS. Razlike između prosjeka grupa testirane su analizom varijance uz korištenje generaliziranog linearnog modela (PROC GLM). Povezanost pH vrijednosti i parametara boje analizirana je PROC CORR procedurom metodom korelacije po Pearsonu.

Istraživanje je provedeno u sklopu EU Projekta TREASURE financiranog iz programa Europske unije za istraživanje i inovacije Obzor 2020 (br. Ugovora 634476).

4. Rezultati i rasprava

U Tablicama 4.9. i 4.10. prikazana je opisna statistika pH vrijednosti, boje i temperature mišića kastrata i nazimica turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja, dok je u tablici 4.11. prikazan utjecaj spola i tipa mišića na pH i boju mesa turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja.

Tablica 4.9. Opisna statistika pH₁ i pH₂₄ vrijednosti, boje (L*, a* i b*) i temperature mišića kastrata turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja

Svojstvo/mišić	N	x	SD	Min.	Maks.	CV (%)
<i>Kastrati</i>						
Završna masa (kg)	13	98,4	10,8	77,0	116,0	10,98
Klaonička masa (kg)	13	76,9	9,5	58,8	91,6	12,40
<i>MLD</i>						
Vrijednost pH ₁	13	6,44	0,15	6,18	6,70	2,39
Temperatura ₁ (°C)	13	34,9	2,2	30,7	37,7	6,30
Vrijednost pH ₂₄	13	5,95	0,21	5,70	6,45	3,45
Temperatura ₂₄ (°C)	13	8,5	1,9	5,5	10,9	22,62
CIE L* boja	13	44,40	1,45	41,95	47,30	3,26
CIE a* boja	13	19,39	0,83	17,77	20,84	4,30
CIE b* boja	13	5,76	0,78	4,18	7,00	13,54
<i>MS</i>						
Vrijednost pH ₁	13	6,54	0,16	6,21	6,75	2,51
Temperatura ₁ (°C)	13	35,6	2,3	31,3	39,4	6,46
Vrijednost pH ₂₄	13	5,83	0,27	5,43	6,26	4,69
Temperatura ₂₄ (°C)	13	4,5	0,3	4,1	5,0	6,13
CIE L* boja	13	44,34	2,16	41,16	47,99	4,87
CIE a* boja	13	19,86	0,84	18,29	21,29	4,24
CIE b* boja	13	5,40	0,88	4,24	6,67	16,21

$\bar{X}$: aritmetička srednja vrijednost; SD : standardna devijacija; Min. : najmanja vrijednost; Maks. : najveća vrijednost; CV : koeficijent varijabilnosti; MLD : *m.longissimus dorsi*; MS : *m.semimembranosus*

Tablica 4.10. Opisna statistika pH₁ i pH₂₄ vrijednosti, boje (L*, a* i b*) i temperature mišića nazimica turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja

Svojstvo	N	x	SD	Min.	Maks.	CV (%)
Nazimice						
Završna masa (kg)	7	88,1	10,5	70,0	102,0	11,85
Klaonička masa (kg)	7	66,8	8,9	51,7	79,5	13,27
MLD						
Vrijednost pH ₁	7	6,42	0,2	6,16	6,74	3,09
Temperatura ₁ (°C)	7	34,2	1,4	32,2	36,4	4,02
Vrijednost pH ₂₄	7	6,00	0,26	5,74	6,50	4,30
Temperatura ₂₄ (°C)	7	9,3	1,1	7,4	10,6	12,01
CIE L* boja	7	44,84	2,10	40,82	47,70	4,67
CIE a* boja	7	18,98	1,25	16,93	20,29	6,56
CIE b* boja	7	5,47	1,08	3,89	6,87	19,66
MS						
Vrijednost pH ₁	7	6,41	0,19	6,17	6,77	2,92
Temperatura ₁ (°C)	7	36,0	2,6	31,4	38,3	7,22
Vrijednost pH ₂₄	7	6,06	0,20	5,76	6,35	3,35
Temperatura ₂₄ (°C)	7	4,0	0,3	3,7	4,4	6,98
CIE L* boja	7	42,80	1,62	40,46	44,27	3,78
CIE a* boja	7	19,49	0,95	18,43	21,41	4,88
CIE b* boja	7	5,09	0,43	4,55	5,69	8,47

$\bar{X}$: aritmetička srednja vrijednost; SD : standardna devijacija; Min. : najmanja vrijednost; Maks. : najveća vrijednost; CV : koeficijent varijabilnosti; MLD : *m.longissimus dorsi*; MS : *m.semimembranosus*

Tablica 4.11. Utjecaj spola i tipa mišića na pH i boju mesa turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja

Svojstvo	Spol (S)		Mišić (M)		P–vrijednost		
	Kastrati	Nazimice	MLD	MS	S	M	SxM
Vrijednost pH ₁	6,49±0,03	6,42±0,05	6,42±0,04	6,49±0,04	NS	NS	NS
Temperatura ₁ (C)	35,28±0,43	35,08±0,58	34,63±0,50	35,73±0,50	NS	NS	NS
Vrijednost pH ₂₄	5,89±0,05	6,03±0,06	5,99±0,05	5,93±0,05	†	NS	NS
Temperatura ₂₄ (C)	6,45±0,24	6,65±0,33	8,77±0,28	4,33±0,28	NS	NS	NS
CIE L* boja	44,37±0,37	43,82±0,50	44,47±0,43	43,71±0,43	NS	NS	NS
CIE a* boja	19,62±0,18	19,23±0,25	19,19±0,21	19,67±0,21	NS	NS	NS
CIE b* boja	5,58±0,16	5,28±0,21	5,61±0,19	5,24±0,19	NS	NS	NS

Rezultati su iskazani kao srednje vrijednosti dobivene metodom najmanjih kvadrata ± standardna greška; NS – nije signi kantno ($P > 0,05$); † $P \leq 0,10$; MLD : *m.longissimus dorsi*; MS : *m.semimembranosus*

Iz prikazanih podataka (Tablica 4.9.) je vidljivo da je kod kastrata prosječna vrijednost pH₁ u MLD-u iznosila 6,44±0,15, a u MS-u 6,54±0,16, dok je prosječna vrijednost pH₂₄ u MLD-u iznosila 5,95±0,21, a u MS-u 5,83±0,27. Iznos koeficijenta varijabilnosti kretao se od 2,39 do 4,69% što ukazuje da su analizirane životinje bili homogene glede izmjerene pH vrijednosti.

Utvrđene prosječne vrijednosti pH₁ i pH₂₄ u MLD-u i MS-u mogu se smatrati zadovoljavajućima sa stanovišta kvalitete svinjskog mesa s obzirom da se smatra da meso poželjnih svojstava i kakvoće ima vrijednost pH₁ iznad 6, dok bi pH₂₄ mesa trebao iznositi ispod 6 (Warener i sur. 1997). Međutim, iz maksimalnih izmjerenih vrijednosti pH₂₄ (MLD 6,45, MS 6,26) vidljivo je da su pojedine jedinke imale konačni pH mesa iznad navedene granice, što ukazuje na potencijalnu sklonost nastanka TČS mesa kod takvih jedinki.

Iz prikazanih podataka (Tablica 4.10.) je vidljivo da je kod nazimica prosječna srednja vrijednost pH₁ u MLD-u iznosila 6,42±0,2, dok je u MS-u iznosila 6,41±0,19. Prosječna vrijednost pH₂₄ u MLD-u iznosila 6,00±0,26, a u MS-u 6,06±0,2. Iznos koeficijenta varijabilnosti kretao se od 2,92 do 4,30% što ukazuje da je analizirana skupina bila dosta homogena glede izmjerene pH vrijednosti.

Uspoređujući rezultate Cvrtila Fleck i sur. (2016.), u kojima je kod švedskog landrasa utvrđena završna pH vrijednost MLD-a za kastrate 5,94 i nazimice 5,83, sa rezultatima ovoga istraživanja, vidljiva je sličnost pH₂₄ vrijednosti kod kastrata, dok je razlika u pH vrijednosti

nazimica jasno izražena. U predmetnom istraživanju nazimice turopoljske svinje su imale višu pH vrijednost u odnosu na nazimice švedskog landrasa. Ova razliku u pH vrijednosti mogla bi se povezati s razlikama u genotipu i uvjetima uzgoja, ali i predklaoničkim postupcima koji su mogli utjecati na pH vrijednost mesa. U odnosu na rezultate Dumančića (2013.), dobivene na hibridnim PIC kastratima (MLD pH_1 6,31, pH_{24} 5,72; MS pH_1 6,31, pH_{24} 5,78) i nazimicama (MLD pH_1 6,28, pH_{24} 5,67; MS pH_1 6,27, pH_{24} 5,81), vidljive su nešto niže pH_1 vrijednost bez obzira na spol i vrstu mišića u odnosu na rezultate predmetnog istraživanja. Uočeno se vjerojatno može pripisati bržem *post mortalnom* metabolizmu kod hibridnih svinja. Rezultati pH_{24} navedenog istraživanja također pokazuju niže vrijednosti za MLD i MS u odnosu na predmetno istraživanje. Uočena razlika u završnom pH mesa može se pripisati postupanju sa životinjama prije klanja, poglavito postupcima vezanim uz zahtjevniju manipulaciju s životinjama iz otvorenog sustava uzgoja, te vjerojatno postupcima pri samom klanju i hlađenju trupova.

U usporedbi s rezultatima sličnih pasmina i proizvodnih sustava, npr. crne slavonske svinje iz otvorenog i poluotvorenog sustava uzgoja kod koje su utvrđene vrijednosti MLD-a za pH_1 od 6,23 do 6,65, odnosno za pH_{24} od 5,61 do 5,75 (Senčić i sur. 2011.), vrijednosti pH mesa predmetnog istraživanja jesu usporedive u pogledu dinamike početnog pada pH, ali nešto više glede konačnih pH vrijednosti.

Uspoređujući utjecaj spola i vrste mišića na pH vrijednosti (Tablica 4.11.), razvidno je samo da su glede utjecaja spola nazimice imale trend nešto više konačne pH vrijednosti, dok utjecaj vrste mišića na pH vrijednost nije bio izražen. Uspoređujući generalno pH vrijednost između kastrata i nazimica, može se zaključiti da su nazimice imale tendenciju zadržavanja više pH vrijednosti, koja može voditi ka stvaranju TČS mesa, bez obzira na vrstu mišića.

Glede rezultata CIE $L^*a^*b^*$ parametara boje mesa kastrata (Tablica 4.9.) prosječni pokazatelji MLD-u iznosili su: L^* 44,40±1,45, a^* 19,39±0,83 i b^* 5,76±0,78 u MLD-u. U MS prosječni pokazatelji za boju iznosili su: L^* 44,34±2,16, a^* 19,86±0,84 i b^* 5,40±0,88. Iznos koeficijenta varijabilnosti kretao se je između 3,26 do 16,21, što ukazuje na veći stupanj varijabilnosti parametara boje, poglavito glede vrijednosti b^* .

Glede rezultata CIE $L^*a^*b^*$ parametara boje mesa nazimica (4.10.) prosječni pokazatelji u MLD-u su iznosili: L^* 44,84±2,10, a^* 18,98±1,25 i b^* 5,47±1,08. U MS-u prosječni pokazatelji za boju iznosili su: L^* 42,80±1,62, a^* 19,49±0,95 i b^* 5,09±0,43. Iznos koeficijenta varijabilnosti kretao se je između 3,78 do visokih 19,66, ponovno najviše zbog veće varijabilnosti parametra boje b^* u analiziranim uzorcima.

Vrijednosti L^* veće od 50 ukazuju na BMV meso, a vrijednosti L^* ispod 43 ukazuju na TČS meso (Joo i sur. 1999.). Uzimajući kao kriterij za „normalno“ meso $L^* < 50$ kojeg je predložio Hofmann (1994.), meso turopoljske svinje u predmetnom istraživanju bilo je „normalne“ boje. Glede indikatora TČS mesa, niže L^* vrijednosti uočene su u MS-u nazimica, što je u skladu s utvrđenim višim završnim pH vrijednostima. U istraživanju Cvrtila Fleck i sur. (2016.) prosječne vrijednost za boju u MLD-u kod kastrata iznosile su L^* 43,01, a^* 22,27 i b^*

6,43, a kod nazmice L*46,75, a* 22,18 i b* 6,95. U odnosu na predmetno istraživanje vidljiva je sličnost u boji MLD-a kastrata, dok su nazimice imale nešto tamnije ($< L^*$) vrijednosti. U istom istraživanju utvrđen je nešto veći stupanj crvenila i žutila u odnosu na nazimice i kastrate iz predmetnog istraživanja. Uočene razlike mogu se pripisati različitom genotipu, načinu uzgoju i hranidbi, te različitim pre- i post-mortalnim utjecajima koji mogu utjecati na boju mesa (npr. postupanje s životinjama prije klanja, postupak klanja, hlađenje trupova). U odnosu na rezultate Dumančića (2013.), glede boje MLD-a na PIC hibridima (kastrati L* 51,58, a* 5,72, b* 4,29; nazimice L* 51,91, a* 5,67 i b* 4,82), dobiveni rezultati za L* vrijednost ovoga istraživanja znatno su niži, dok su vrijednosti parametara a* i b* bile više. Navedeno ukazuje na tamnije i crvenije meso turopoljskih svinja u odnosu na meso PIC hibrida, što je u skladu s prethodno opisanim razlikama u boji mesa između primitivnih i modernih genotipova i njihovih proizvodnih sustava.

Uspoređujući rezultate predmetnog istraživanja s prethodno navedenim istraživanjima na sličnim pasminama i načinima uzgoja, vidljivo je kako je boja mesa (MLD) turopoljske pasmine bila svijetlija i crvenija u odnosu na mangulicu (Stanišić i sur. 2015.), tamnija i podjednako crvena (u poluotvorenom uzgoju), odnosno tamnija i manje crvena (u otvorenom uzgoju) u odnosu na crnu slavonsku svinju (Senčić i sur. 2011.), te tamnija i podjednako crvena u odnosu na banijsku šaru pasminu (Petričević 2019.).

Uspoređujući utjecaj spola i vrste mišića na pH vrijednosti (Tablica 4.11.), razvidno je da razlike između spolova i vrsta mišića u boji mesa nisu bile iznačajane.

U Tablica 4.12. prikazani su Pearsonovi koeficijenti korelacije između pH vrijednosti, boje i temperature mišića turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja

Tablica 4.12. Pearsonovi koeficijenti korelacije između pH vrijednosti, boje i temperature mišića turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja

		(N)							
pH ₁ vrijednost	(40)	1							
Temperatura ₁	(40)	2	-0,25						
pH ₂₄ vrijednost	(40)	3	-0,17	-0,21					
Temperatura ₂₄	(40)	4	-0,20	-0,14	0,21				
CIE L* boja	(40)	5	-0,02	0,07	-0,70**	0,16			
CIE a* boja	(40)	6	0,21	0,24	-0,61**	-0,31*	0,24		
CIE b* boja	(40)	7	0,15	0,05	-0,65**	0,19	0,73**	0,57**	
			1	2	3	4	5	6	7

*P<0,05 ** P<0,01

Kao što je vidljivo iz prikazanih podataka parametri boje mesa (CIE L*, a* i b*) i pH₂₄ vrijednost bili su međusobno povezani u jakoj negativnoj korelaciji (P<0,01), odnosno više vrijednosti završnog pH bile povezane s nižim vrijednostima parametara L*, a* i b* boje mesa, i obrnuto, neovisno o utjecaju spola i vrsti mišića. Također, vrijednosti L*, a* i b* parametara boje mesa bile su međusobno u jakoj pozitivnoj korelaciji (P<0,01). Međutim, jedino se parametar boje a* nalazio u blagoj, ali statistički značajnoj (P<0,05) negativnoj vezi s temperaturom mesa 24 h *post mortem*.

5. Zaključak

Prosječne vrijednosti pH_1 i pH_{24} L^* , a^* i b^* MLD-a iznosile su redom u kastrata $6,44 \pm 0,15$, $5,95 \pm 0,21$, $44,40 \pm 1,45$, $19,39 \pm 0,83$ i $5,76 \pm 0,78$, te $6,42 \pm 0,20$, $6,00 \pm 0,26$, $44,84 \pm 2,10$, $18,98 \pm 1,25$ i $5,47 \pm 1,08$ u nazimica. Vrijednosti istih parametara SM-a kastrata bile su $6,54 \pm 0,16$, $5,83 \pm 0,27$, $44,34 \pm 2,16$, $19,86 \pm 0,84$ i $5,40 \pm 0,88$, a nazimica $6,41 \pm 0,19$, $6,06 \pm 0,20$, $42,80 \pm 1,62$, $19,49 \pm 0,95$ i $5,09 \pm 0,43$.

Utvrđena je generalno visoka homogenost analiziranih uzoraka glede izmjerenih pH vrijednosti (CV od 2,39 do 4,30 %), dok je veća varijabilnost postojala kod parametara boje (CV od 3,26 do 19,66 %), poglavito kod parametra boje b^* .

Razlike u pH i boji mesa između spolova i mišića nisu bile značajne ($P > 0,05$). Utvrđen je samo trend nešto višeg završnog pH kod nazimice neovisno o vrsti mišića.

Svojstva boje mesa (CIE L^* , a^* i b^*) i pH_{24} vrijednosti bile su u jakoj negativnoj korelaciji ($P < 0,01$), dok su parametri boje L^* , a^* i b bili međusobno u jakoj pozitivnoj vezi ($P < 0,01$).

Na temelju analiziranih vrijednosti pH i boje mesa može se zaključiti da je kakvoća mesa nazimica i kastrata svinja turopoljske pasmine iz otvorenog uzgoja slična, neovisno o vrsti mišića. Treba naglasti da su kod pojedinih jedinki utvrđene više završne pH vrijednosti (6,26 do 6,50), koje se dovode u vezu s stresom prije klanja i pojavom nepoželjnog TČS mesa. Stoga u otvorenom uzgoju treba pripaziti na bolju kontrolu predklaoničkih čimbenika, poglavito onih vezanih uz hvatanje, prijevoz i manipulaciju sa životinjama.

6. Literatura

1. Abril M., Campo, M. M. Önenç, A., Sañudo C., Albertí P., Negueruela A. I. (2001). Beef colour evaluation as a function of ultimate pH. *Meat Science*. 58: 69-78.
2. American meat science association, National cattlemen's beef association (U.S.), National pork producers council (U.S). (2001). *Meat Evaluation Handbook*. American Meat Science Association. Savoy.
3. Baković M. (2016). Diplomski rad. Klaonička svojstva tovljenika crne slavonske svinje iz ekstenzivnog uzgoj. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet. Osijek.
4. Ballweg C. I., Frölich K., Fandrey E., Meyer D. H. H., Kliem H. (2013). Comparison of the Meat Quality of Turopolje, German Landrace x Turopolje and German Landrace x Pietrain Pigs. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 79 (4): 253-259.
5. Barać Z., Bedrica Lj., Čačić M., Dražić M., Dadić M., Ernoić M., Fury M., Horvath Š., Ivanković A., Janječić Z., Jeremić J., Knezić N., Marković D., Mioč B., Ozimec R., Petanjek D., Poljak F., Prpić Z., Sindičić M. (2011.). *Zelena knjiga izvornih pasmina Hrvatske*. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode. Državni zavod za zaštitu prirode. Hrvatska poljoprivredna agencija. Nacionalni park Krka. Republika Hrvatska. Zagreb.
6. Becker T. (2002). Defining meat quality. U: *Meat processing – Improving quality*. (ur. Kerry J., Kerry J., Ledward D.). Woodhead Publishing Limited. Cambridge. 3-23.
7. Bendall J. R., Swatland H. J. (1988). A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science*. 24: 85-126.
8. Boles J. A., Pegg R. (2001.). *Meat Color*. Montana State University and Saskatchewan Food Product Innovation Program. University of Saskatchewan. Saskatchewan.
9. Brewer M. S., Zhu L. G., Bidner B., Mesinger D. J., McKeith F. K. (2000). Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat science*. 57: 169-176.
10. Briskey E. J., Kauffman R. G. (1971). Quality characteristics of muscle as a food. U: *The Science of Meat and Meat Products* (ur. Price J.F., Schweigert B.S.). W. H. Freeman & Co. Ltd. San Francisco. 367-401.
11. Buha I. (2017). Diplomski rad. Utjecaj proizvodnog sustava na svojstvo trupova i kakvoću mesa crne slavonske svinje. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.
12. Bulla J., Omelka R., Čurlej J., Bencsik I., Filistowicz A. (2007). Genetics and molecular biology and pig meat quality improvement. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*. 40: 27-31.
13. Cerjak M., Petrčić M., Karolyi D. (2017). Effect of information about animal feeding on consumer acceptability of sausages from Turopolje pig breed. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 87 (2): 151-154.
14. CIE (1976). Commission Internationale de l'Eclairage. Supplement No.2 to CIE Publication No. 15 (E-1.3.1) 1978, 1971/(TC-1-3).
15. Recommendations on uniform color spaces-color difference equations, Psychometric Color
16. Terms. Commission Internationale de l'Eclairage, Paris.

17. Cvrtila Fleck Ž., Žura Žaja I., Kozačinski L., Poljičak-Milas N., Shek-Vugrovečki A., Kardum M., Marenčić D., Brzica H., Šuran J., Mačesić N., Njari B., Šimpraga M., Milinković-Tur S. (2016). Utjecaj spola i gonadektomije na kakvoću svinjskoga mesa. *Meso*. 2 (18): 66-73.
18. Dumančić T. (2013). Diplomski rad. Utjecaj spola i udjela mišićnog tkiva na svojstva kakvoće hibridnih svinja Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.
19. Đikić M. (2003). Moderni genotipovi svinja u očuvanju turopoljske pasmine. Završno izvješće. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
20. Đikić M., Jurić I., Kos F. (2002.). Turopoljska svinja – autohtona hrvatska pasmina. Plemenita Općina Turopoljska. Velika Gorica.
21. Đurkin I., Lukić B., Kušec G., Radišić Ž., Maltar, Z. i Sili V. (2012). Kvaliteta mesa i kemijski sastav hibridnih svinja potomaka dvaju linija terminalnog nerasta. *Meso*. 14 (1): 34-37.
22. Fernández A., de Pedro E., Núñez N., Silió L., García-Casco J., Rodríguez C. (2003). Genetic parameters for meat and fat quality and carcass composition traits in Iberian pigs. *Meat Science*. 64: 405-410.
23. Florowski T., Pisula A., Kamyczek M. (2007). Influence of high meatiness on pork quality from pigs free of RYR1 T gene. *Medycyna weterynaryjna*. 63(3): 326-329.
24. Higgs J. (2000). The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends in Food Science and Technology*. 11: 85–95.
25. Hofmann K. (1994). What is quality? Definition, measurement and evaluation of meat quality. *Meat Focus International*. 3 (2): 73-82.
26. Honikel K. O. (1994). Quality products demande suitable methods of measurement. *Fleisch*. 59: 4-7.
27. Honikel K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*. 49: 447-457.
28. Horvat B. (1939). Rezultati kontroliranog tova turopoljske i bagun pasmine svinja. *Arhiv Ministarstva poljoprivrede. Smotra naučnih radova*. 6: 55-76.
29. Ilančić D. (1980). Promjene sistema držanja i pasminske slike svinja u Jugoslaviji. *Veterinarska stanica*. 10 (6): 59-69.
30. Ivšac I. (2016). Dobrobit svinja u otvorenom sustavu uzgoja. Diplomski rad. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.
31. Joo S. T., Kauffman R. G., Kim B. C., Park G. B. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to color and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. *Meat Science*. 52: 291-297.
32. Karolyi D. (2004). Promjene u kvaliteti svinjetine. *Meso*. 6 (5): 18-20.
33. Karolyi D. (2007). Masti u mesu svinja. *Meso*. 9 (6): 335-340.
34. Karolyi D. (2016). Razvoj održivih lanaca proizvodnje svinjskog mesa i proizvoda - primjer turopoljske svinje (H2020 Projekt TREASURE). Zbornik predavanja XII. Savjetovanje uzgajivača svinja Hrvatske, Hrvatska poljoprivredna agencija, 09.-10.06.2016., Beli Manastir, 12-15.
35. Karolyi D., Luković Z., Salajpal K. (2010): Crna slavonska svinja. *Meso*. 12 (4): 220-228.
36. Karolyi D., Luković Z., Salajpal K., Škorput D., Vnučec I., Mahnet Ž., Klišanić V., Batorek-Lukač N. (2019). Turopolje Pig (Turopoljska svinja). U: *European Local Pig Breeds - Diversity and Performance. A study of project TREASURE* (ur. Čandek-Potokar M., Nieto Linan R. M.). IntechOpen. London. 267-275.

37. Kauffman R. G., Cassens R. G., Sherer A., Meeker D. L. (1992). Variations in pork quality. NPPC Publication. Des Moines. USA. 1-8.
38. Kralik G., Margeta V., Škrtić Z. i Hanžek D. (2005). Kvalitetska svojstva svinja utovljenih na dubokoj stelji i na klasičan način. Poljoprivreda. 11 (2): 49-54.
39. Kuzmanović Ž. (2003a). Boja mesa-važan parametar kakvoće. Meso. 5 (5): 46-49.
40. Kuzmanović Ž. (2003b). pH vrijednost - važan parametar kakvoće. Meso. 5 (6): 39-42.
41. Lawrie R. A. (1998). Lawrie's Meat Science. Woodhead Publishing, Cambridge
42. Listrat A., Lebret B., Louveau I., Astruc T., Bonnet M., Lefaucheur L., Picard B., Bugeon J. (2016). How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. The Scientific World Journal. 3182746, 14.
43. Mancini R. A., Hunt M. C. (2005). Current research in meat color. Meat Science. 71: 100-121.
44. Miller R. K. (2002): Factors affecting the quality of raw meat. U: Meat processing – Improving quality. (ur. Kerry J., Kerry J., Ledward D.). Woodhead Publishing Limited. Cambridge. 27-57.
45. MPS HPA - Ministarstvo poljoprivrede, Hrvatska poljoprivredna agencija (2019). Godišnje izvješće. Svinjogojstvo.
46. Muñoz M., Bozzi R., García F., Núñez Y., Geraci C., Crovetto A., García-Casco J., Alves E., Škrlep M., Charneca R., Martins, J., Quintanilla R., Tibau, J., Kušec G., Djurkin Kušec I., Mercat M., Riquet J., Estellé J., Zimmer C., Razmaite V., Araujo J., Radović Č., Savić R., Karolyi D., Gallo M., Čandek-Potokar M., Fontanesi L., Fernández, A., Óvilo C. (2018). Diversity across major and candidate genes in European local pig breeds. PLoS One. 13: E0207475, 30.
47. Njari B., Mioković B., Kozadžinski L., Dobranić V., Zdolec N., Filipović I., Mikuš T. (2012). Zahtjevi dobrobiti i kakvoća mesa. Meso. 14 (1): 58-60.
48. NPPC (2000). National Pork Producers Council. Pork Composition and Quality Assessment Procedures. NPPC. Des Moines.
49. Pejaković A. (2002). Uzgoj svinja na otvorenom. Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu. Zagreb.
50. Petričević D. (2019). Kakvoća mesa tovljenika banijske šare iz poluotvorenog sustava držanja. Sveučilište u Zagrebu. Diplomski rad. Agronomski fakultet. Zagreb.
51. Purchas R. W. (1996). Variation in the incidence of high pH between farms. Meat Research and Development Council.
52. Rahelić S. (1978.). Osnovne tehnologije mesa: mišići - sastav i postmortalne promjene. Školska knjiga. Zagreb.
53. Rede R. R., Petrović, S. Lj. (1997.). Tehnologija mesa i nauka o mesu. Tehnološki fakultet. Novi Sad.
54. Ritzoffy N. (1931). Prinos k poznavanju Turopoljskog svinjčeta. Veterinarski arhiv. 1 (1-4): 533-571.
55. Roseg Đ. (1995.). Prerada mesa i mlijeka. Nakladni zavod Globus. Zagreb.
56. SAS (2012). SAS Version 9.4. SAS Institute Inc., Cary. NC. USA.
57. Senčić Đ., Bukvić Ž., Antunović Z., Šperanda M. (2005). Slaughter quality of Black Slavonian pig – endangered breed and its cross – breeds with Swedish Landrace While keeping them outdoor. Poljoprivreda. 11 (1): 43 – 48.
58. Senčić Đ., Samac D., Antunović Z. (2011). Utjecaj proizvodnog sustava na fizikalno- kemijska i senzorska svojstva mesa crnih slavonskih svinja. Meso. 13 (1): 32-35.
59. Stanišić N. Č., Radović S., Stajić D., Živković I., Tomašević I. (2015). Fizikalno-kemijska svojstva mesa svinja pasmine Mangulica. Meso. 1 (17): 50-52.

60. Starčević-Klasan G., Martinčić T., Nikolić M., Josipović O., Peharec S., Bobinac D. (2015). Pregledni članak. Regeneracija skeletnog mišića i uloga regeneracijskih gena. 51 (4): 474-481.
61. Tanabe R., Muroya S., Chikuni K. (1999). Expression of myosin heavy chain isoforms in porcine muscles determined by multiplex PCR. Journal of Food Science. 64: 222-225.
62. Tomović, V (2002). Magistarski rad. Uticaj selekcije i višerasnog ukrštanja svinja na kvalitet polutki i tehnološki, nutritivni i senzorni kvalitet mesa. Tehnološki fakultet. Univerzitet u Novom Sadu. Novi Sad.
63. Uremović M., Uremović Z. (1997). Svinjogojstvo. Agronomski fakultet sveučilišta u Zagrebu.
64. Uremović M., Uremović Z., Luković Z. (2000). Production properties of the black Slavonian pig breed. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. 76 (2): 131-134.
65. Uremović, M., Uremović, Z., Luković, Z. (2004). Stanje u auhtotonoj Crnoj slavonskoj pasmini svinja. Poglavlje u knjizi: Uremović Marija: Crna slavonska pasmina svinja: hrvatska izvorna pasmina. Vukovarsko-srijemska županija. Vukovar. 107-115.
66. Verbeke W., Van Oeckel M. J., Warants N., Viaene J., Bocqué Ch. V. (1999). Consumer perception, facts and possibilities to improve acceptability of health and sensory characteristics of pork. Meat Science. 53: 77-99.
67. Vnučec I. (2012). Turopoljska svinja – nekada i danas. Luč. Časopis ogranka matice hrvatske Velika Gorica. 1 (1): 73-83.
68. Warener R. D., Kauffman R. G., Greaser M. L. (1997). Muscle protein changes *post mortem* in relation to pork quality traits. Meat Science. 45: 339-352.
69. Zhang S. H., Zhu L., Wu Z. H., Y. Zhang Y., Tang G. Q., Jiang Y. Z., Li M. Z., L. Bai, X.-W. Li X. W. (2013). Effect of muscles-fiber type on glycogenin-1 gene expression and its relationship with the glycolytic potential and pH of pork. Genetics and molecular research. 13 (3): 3383-3390.
70. Žitković K. (2017). Kakvoća mesa svinja turopoljske pasmine iz uzgoja na otvorenom. Diplomski rad. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

Popis korištenih izvora-poveznica:

<http://company235.com/tools/colour/cie.html> - pristupljeno 20. Kolovoz 2020.

<https://nppc.org/> - pristupljeno 16. Kolovoz 2020.

<https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/senzorni-kvalitet-svinjskog-mesa->
pristupljeno 16. Kolovoz 2020.

<https://hpa.mps.hr/stocarstvo-svinjogojstvo/uzgojni-programi/izvorne-pasmine/turopoljska-svinja/> - pristupljeno 10. Kolovoz 2020.

<https://gtocka.com/turopoljska-svinja-zvijezda-projekta-ozivljavanja-turopoljskih-recepata/> - pristupljeno 7. Kolovoz 2020. (Izvor za sliku 2.1.)

Životopis

Filip Frančić rođen je 1. kolovoza 1995. godine u Zagrebu. Osnovnu školu završava 2010. godine, a srednju Veterinarsku školu u Zagrebu 2014. godine. Preddiplomski studij "Animalne znanosti" na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu završava 2018. godine. Trenutno studira na diplomskom studiju "Proizvodnja i prerada mesa" na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Služi se računalnim operativnim sustavom „Microsoft Windows“ i programskim paketom „Microsoft Office“. Pasivno se služi engleskim jezikom u govoru i pismu.