Kakvoća mesa svinja turopoljske pasmine iz uzgoja na otvorenom

Žitković, Kristina

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:204:027089

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

KAKVOĆA MESA SVINJA TUROPOLJSKE PASMINE IZ UZGOJA NA OTVORENOM

DIPLOMSKI RAD

Kristina Žitković

Zagreb, srpanj, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Proizvodnja i prerada mesa

KAKVOĆA MESA SVINJA TUROPOLJSKE PASMINE IZ UZGOJA NA OTVORENOM

DIPLOMSKI RAD

Kristina Žitković

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Danijel Karolyi

Zagreb, srpanj, 2017.

UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF AGRICULTURE

Graduate study:
Production and processing of meat

THE MEAT QUALITY OF TUROPOLJE PIGS REARED OUTDOOR

MASTER THESIS

Kristina Žitković

Supervisor: Danijel Karolyi, PhD, Associate Professor

Zagreb, July, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Kristina Žitković**, JMBAG 0253029991, rođena dana 07.05.1992. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

KAKVOĆA MESA SVINJA TUROPOLJSKE PASMINE IZ UZGOJA NA OTVORENOM

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica 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 upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Kristine Žitković**, JMBAG 0253029991, naslova

KAKVOĆA MESA SVINJA TUROPOLJSKE PASMINE IZ UZGOJA NA OTVORENOM

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	Izv. prof. dr. sc. Danijel Karolyi	mentor	_____
	Doc. dr. sc. Ana Kaić	neposredni voditelj	_____
2.	Izv. prof. dr. sc. Zoran Luković	član	_____
3.	Izv. prof. dr. sc. Krešimir Salajpal	član	_____

Zahvala

Najiskrenije se zahvaljujem svojoj neposrednoj voditeljici doc. dr. sc. Ani Kaić na nesebičnoj pomoći i stručnim savjetima pri izradi ovog diplomskog rada.

Također se zahvaljujem mentoru izv. prof. dr. sc. Danijelu Karolyiu na stručnoj pomoći i susretljivosti, čija su me predavanja i iskustva dodatno usmjerila u izradi samoga rada.

Zahvalu dugujem i svojim prijateljima, bez kojih bi sve bilo teže. Veliko hvala mojoj cimerici Ivani Maljik bez koje studiranje ne bi bilo tako lijepo iskustvo.

I na kraju, najveću zahvalu dugujem najboljem suprugu Josipu, mojem uzoru, koji mi je bio bezuvjetna podrška sve ove godine. Veliko hvala i cijeloj mojoj obitelji, roditeljima i sestrama koji su mi omogućili ostvarenje mojih ciljeva i bez kojih ne bih bila to što jesam. Hvala mojim ujacima na bezuvjetnoj pomoći, najviše ujki Nikoli koji me je uvijek gurao na više, da budem bolja i zbog kojega ću dobiti diplomu u ruke.

HVALA!

Sadržaj

Sažetak 1
Summary 2
1. Uvod 3
1.1. Cilj istraživanja 4
2. Pregled literature 5
2.1. Turopoljska svinja 5
2.1.1. Povijesni razvoj turopoljske pasmine 5
2.1.2. Odlike turopoljske svinje 7
2.2. Kakvoća mesa 7
2.2.1. Kakvoća mesa svinja iz otvorenog sustava 8
2.3. pH vrijednost mesa 9
2.3.1. Mjerenje pH vrijednosti 10
2.3.2. Čimbenici pH vrijednosti svinjskog mesa 11
2.4. Boja mesa 12
2.4.1. Mjerenje boje mesa 14
2.4.2. Čimbenici koji utječu na manifestaciju boje mesa 14
3. Materijali i metode 16
4. Rezultati i rasprava 19
5. Zaključak 24
6. Popis literature 25
Životopis 32

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Kristine Žitković**, naslova

KAKVOĆA MESA SVINJA TUROPOLJSKE PASMINE IZ UZGOJA NA OTVORENOM

Cilj ovog rada bio je utvrditi kakvoću mesa (pH vrijednost i boju - L* (svjetlina), a* (crvenilo), b* (žutilo)) svinja turopoljske pasmine iz uzgoja na otvorenom, uz hranidbu prirodnim krmivima i prihranu koncentratom. Istraživanje je provedeno na 20 tovljenika oba spola (nazimice i kastrati), žive mase prije klanja 94,8±11,55 kg i dobi oko 1,5 godina. Vrijednosti pH_1 izmjerena 45 min. i vrijednost pH_2 izmjerena 24 h *post mortem* u dugom leđnom mišiću utvrđene su primjenom ubodnog pH-metra. Boja mesa utvrđena je 24 h *post mortem* na svježem presjeku istog mišića nakon stabilizacije boje od 10 min. Prosječna pH_1 vrijednost iznosila je 6,43±0,166, dok je prosječna pH_2 vrijednost iznosila 5,97±0,219. Prosječne vrijednosti L*, a* i b* iznosile su redom 44,55±1,66, 19,24±0,980 i 5,65±0,877. Zaključeno je da je kakvoća mesa turopoljske pasmine svinja iz otvorenog uzgoja zadovoljavajuća, uz preduvjet pravilnog postupka sa životinjama prije klanja.

Ključne riječi*:* kakvoća mesa, pH vrijednost, boja mesa, turopoljska pasmina svinja

Summary

Of graduate thesis written by **Kristina Žitković**, titled

THE MEAT QUALITY OF TUROPOLJE PIGS REARED OUTDOOR

The aim of this thesis was to determine the meat quality (pH value and colour -L* (lightness), a* (redness), b* (yellowness)) of Turopolje breed pigs reared outdoor and fed with natural feedstuffs with the addition of concentrate. The study was conducted on 20 fatlings of both sexes (gilts and barrows), aged approx. 1.5 years and weighted 94.8±11.55 kg on average. The pH was measured 45 min. (pH_1) and 24 h (pH_2) *post mortem* in the *longissimus* muscle by portable pH-meter. The meat colour was determined 24 h *post mortem* on the fresh cross section of the same muscle after 10 min. of colour stabilization. The average pH_1 value was 6.43, while the average pH_2 value was 5.97. The average values of L*, a* and b* of meat colour indicators were 44.55±1.66, 19.24±0.980 and 5.65±0.877. It is concluded that meat quality of Turopolje pig breed from outdoor breeding is adequate, but with necessity of the proper pre-slaughter handling of animals.

Key words: meat quality, pH value, meat colour, Turopolje pig breed

1. Uvod

Turopoljska pasmina svinja, uz crnu slavonsku, pripada autohtonim pasminama svinja Hrvatske. Povijesno i područno gledano, turopoljska pasmina svinja dio je krajobraza i ekosustava Turopolja i Lonjskog polja, gdje ima vrlo važnu ulogu u održavanju biološke raznolikosti (Horvat 2003.). Primjerice, istraživanjem je utvrđeno da bez turopoljske svinje s pašnjaka ubrzano nestaju neke biljne vrste (Barać i sur. 2011.). Osim toga, pasmina je savršeno uklopljena u ekosustav- lokalnih šuma i vlažnih livada u kojem koristi proizvode hrastovih šuma, proteinsku komponentu hrane u šumskoj ispaši te u tlu nalazi gliste i ličinke (HPA 2017.). Pripada primitivnim pasminama svinja, preživljava u skromnim uvjetima te je pogodna za držanje na otvorenom (Budimir i sur. 2013.).

Današnja je populacija turopoljske svinje vrlo mala pa je svrstavamo u kategoriju kritično ugroženih. Matično knjigovodstvo turopoljske pasmine utemeljeno je pri Hrvatskoj poljoprivrednoj agenciji (HPA) 1997. godine, a prema godišnjem izvješću za 2016. godinu registrirano je svega 14 uzgojno valjanih nerasta i 116 krmača (HPA 2017.). Jedan od uzroka male populacije turopoljske pasmine svinja danas je svakako i to što meso i proizvodi ove pasmina još uvijek nisu prepoznati niti iskorišteni. Nema organizirane proizvodnje, prerade niti prodaje mesa i mesnih proizvoda, premda je interes za lokalne pasmine i njihove proizvode u javnosti ponovno sve veći. Slijedom navedenog, projekt TREASURE (www.treasure.kis.si), financiran od strane Europske unije u sklopu istraživačkog programa Obzor 2020 (br. ugovora 634476), aktualizira uzgoj turopoljske pasmine svinja za proizvodnju mesa i prepoznatljivih mesnih proizvoda (Karolyi 2006.).

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. Unutar najvažnijih pokazatelja kakvoće mesa jesu pH vrijednost i boja mesa. Brzina i opseg pada pH vrijednosti mesa tijekom post-mortalne glikolize ima značajan utjecaj na senzorna i tehnološka svojstva mesa (Purchas 1996.). Boja mesa uglavnom je rezultat mišićnih pigmenata koji utječu na sveukupnu percepciju boje, a ovise o brojnim čimbenicima od kojih među najznačajnije možemo ubrojiti sadržaj i oksidativni status pigmenta mioglobina te spomenutu brzinu pada pH vrijednosti *post mortem* (Feiner 2006.).

Djelovanjem različitih stresora na životinje prije samog klanja može rezultirati pojavom tzv. tamnog, suhog i tvrdog mesa (TST), nepoželjnih organoleptičkih i tehnoloških svojstava. Naime, stresni čimbenici (fizički i psihički) rezultiraju trošenjem rezervi glikogena u mišiću te ga ne ostaje dovoljno za normalne *post mortalne* glikolitičke procese (Lawrie i sur. 1998.). Upravo je pojava TST mesa češća kod svinja iz uzgoja na otvorenom, zbog veće mogućnosti i dužine trajanja pred-klaoničkog stresa (hvatanje, utovar, transport) te pratećih promjena u kakvoći mesa (pH vrijednost, boja mesa, sposobnost vezanja vode, itd.) (Kuzmanović 2003.; Karolyi 2004.; Njari i sur. 2012.).

Meso turopoljske svinje u prošlosti se smatralo boljim od mesa drugih pasmina svinja (Ritzoffy 1933.). Istraživanja kakvoće mesa na turopoljskoj pasmini svinja relativno su rijetka, te u literaturi, posebice novijoj, nedostaju podaci o kakvoći mesa turopoljskih svinja. Stoga je namjera ovoga diplomskog rada bila istražiti kakvoću mesa turopoljske pasmine svinja iz uzgoja na otvorenom na uzorku tovljenika proizvedenih u sklopu TREASURE projekta.

1.1. Cilj istraživanja

Istraživanje polazi od hipoteze da je kakvoća mesa, mjerena kroz uobičajene pokazatelje pH vrijednosti i boje mesa, današnjih turopoljskih svinja iz uzgoja na otvorenom zadovoljavajuća, uz pretpostavku pravilno provedenih pred-klaoničkih postupaka.

Cilj ovog diplomskog rada bio je stoga utvrditi pH vrijednosti 45 minuta (pH1) i 24 sata *post mortem* (pH2) i pokazatelje boje mesa (L*=svjetlinu, a*=crvenilo, b*=žutilo) 24 sata *post mortem* izmjerene u dugom leđnom mišiću (*m.longissimus dorsi*) svinja turopoljske pasmine koje su hranjene i držane na otvorenom.

2. Pregled literature

2.1. Turopoljska svinja

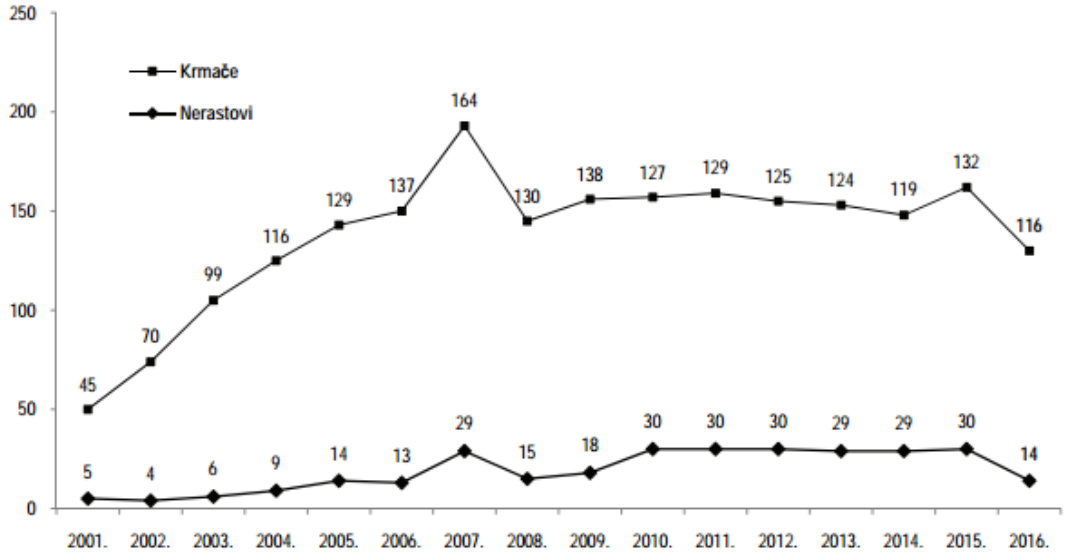
2.1.1. Povijesni razvoj turopoljske pasmine

Turopoljska svinja je naša najstarija pasmina, oblikovana na području Turopolja po kojem je i dobila ime. Nastala je križanjem šiške i krškopoljske svinje, a prilagođena je na biotop močvarnih pašnjaka i livada te hrastovih i bukovih nizinskih šuma (Barać i sur. 2011.).

Pretpostavlja se da počeci nastanka ove pasmine sežu daleko u prošlost (VI. stoljeće), a utvrđeno je da potječe od divlje europske svinje *Sus scrofa ferus europaeus* (Vučevac Bajt i sur. 2001.). Više je pretpostavki o nastanku turopoljske svinje, premda je polazište zajedničko, odnosno kao podloga je poslužila lokalna svinja masnog tipa koja je križana s mesnatijim tipovima (Đikić i sur. 2002.). Ritzoffy (1931.) navodi da je uzgojno područje turopoljske svinje početkom XX. stoljeća prošireno daleko izvan Turopolja, jer se ta pasmina zbog dobrih proizvodnih odlika proširila na okolne kotare, prema Sisku, Kutini, Čazmi i Draganiću, kasnije i na dio Slovenije, Podravine i jugozapadni dio Mađarske. Iz "Rezultata popisa stoke u Kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca od 31. siječnja 1921." u tim se kotarima uzgajalo oko 85000 grla turopoljske svinje, da bi ih nakon toga bilo sve manje i manje. Krajem XIX. i u prvoj polovini XX. stoljeća izvoz turopoljske svinje uvelike se odvijao na tržištima srednje Europe, osobito na tržištima zemalja bivše Austrougarske monarhije. Premda navedeni podaci danas nemaju neke praktične važnosti, oni zorno ukazuju na činjenicu da je svinjogojska proizvodnja bila značajna u tadašnjem ekstenzivnom obliku privređivanja stanovništva Turopolja i susjednih pokrajina. Međutim, tridesetih godina prošlog stoljeća započinje nazadovanje uzgoja turopoljskih svinja i posljedično smanjenje brojnosti ove pasmine. Navedene negativne promjene posljedica su ukidanja zemljišnih zajednica i razdiobe obiteljskih zadruga na manje posjede što je loše djelovalo na razvoj svinjogojstva. Također, razvitkom industrije i znanosti krajem XIX. i početkom XX. stoljeća dolazi do povećanja brojnosti stanovništva i rasta potreba za hranom animalnoga podrijetla. U to vrijeme dolazi i do promjena u potražnji masti i mesa na način da pada potražnja za svinjskom mašću koja je do tada bila najvažniji svinjski proizvod, dok istovremeno raste potražnja za mesom (Robić 2002.). Stoga uzgajivači domaćih životinja počinju voditi računa o zahtjevima i potrebama tržišta. Smanjenje potrošnje masne svinjetine uvjetovalo je i smanjenje potražnje za masnim svinjama i istovremeno porast potražnje za sočnom, nemasnom, lakše probavljivom i ukusnijom svinjetinom ranozrelih, visokoproduktivnih, izrazito mesnih pasmina. U Hrvatskoj je stoga nakon 1950. godine uslijedio uvoz lakih pasmina iz zemalja zapadne Europe (Ilančić 1980.). Do kraja 20. stoljeća turopoljska svinja gotovo je nestala. Tada je zahvaljujući entuzijazmu nekolicine uzgajivača okupljenih u udrugu Plemenita općina turopoljska u suradnji s HPA (tadašnji Hrvatski stočarsko selekcijski centar) započela revitalizacija uzgoja. Današnja je populacija turopoljske svinje vrlo mala pa je svrstavamo u kategoriju kritično ugroženih. Matično knjigovodstvo utemeljeno je pri HPA 1997. godine, a prema godišnjem izvješću za 2016. godinu registrirano je 14 nerasta i 116 krmače (Tablica 2.1.). U novije vrijeme, zbog industrijalizacije proizvodnje, postoji više razloga za njezino očuvanje i unapređenje uzgoja. Turopoljska svinja može biti interesantna u turističko-gastronomskoj ponudi. Moguća su ekološka istraživanja u sustavu držanja svinja na otvorenom, proučavanja utjecaja svinja na vegetaciju i općenito na ekosustav (Barać i sur.

2011.). Pokrenuto je mnogo projekata u suradnji sa Agronomskim fakultetom kako bi spriječili daljnje nazadovanje uzgoja turopoljske pasmine i poticali uzgajivače na porast uzgoja.

Turopoljska svinja pripada među pasmine životinja koje su ugrožene i koje su u nestajanju, stoga je ta pasmina uključena u FAO program zaštite (Đikić i sur. 2002.). Podaci o prosječnom broju populacije turopoljske pasmine svinja od 2001. do 2016. godine prikazani su u Grafikonu 2.1.



Grafikon 2.1. Broj svinja turopoljske pasmine od 2001. do 2016. godine
Izvor: HPA 2017.

Tablica 2.1. Broj svinja turopoljske pasmine na dan 31. 12. 2016. godine

Organizacija	Nerastovi	Krmače
Ured HPA – Velika Gorica	9	93
Ured HPA – Sv. I. Zelina	0	1
Ured HPA – Križevci	1	1
Ured HPA – Sisak	4	21
Ukupno	14	116

Izvor: HPA 2017.

Crna slavonska i turopoljska svinja spadaju u autohtone pasmine svinja u Hrvatskoj, te se još nalaze u uzgoju zahvaljujući privatnim uzgajivačima i ekstenzivnom načinu uzgoja. Međutim, u nas se smatraju ugroženim pasminama, te su kao takve uključene u Program ugroženih pasmina u srednjoj i istočnoj Europi (Vučevac Bajt i sur. 2001.). Đikić (2003.) navodi da je očuvanje turopoljske svinje kao autohtone pasmine i razvijanje tehnologija niskih troškova ulaganja za otvorene sustave uzgoja i proizvodnju svinja moguće upotrebom modernih genotipova svinja kroz križanje s turopoljskom svinjom, ali i uz držanje turopoljske svinje (zbog povećanja populacije u svrhu biološke raznolikosti životinja) na obiteljskim gospodarstvima.

2.1.2. Odlike turopoljske svinje

Turopoljsku pasminu ubrajamo u skupinu kasnozrelih pasmina, srednje veličine i masnog tipa. Unatoč tome, potrebno je napomenuti da su provedena istraživanja na kakvoći trupova i mesa turopoljskih svinja koja ukazuju na činjenicu da se turopoljsku pasminu može ubrojiti u masno-mesni tip svinja. Naime, Đikić i sur. (2002.) navode da prema utvrđenom postotku mišićnog (36,80%) i masnog (35,39%) tkiva, što daje približan odnos 1 : 1, ovu pasminu svinja možemo ubrojiti u masno-mesni tip.

Temeljna boja dlake je bijelo-sivkasta, s 5-9 crnih mrlja veličine šake. Glava je izdužena, s poluklapavim ušima srednje duljine (Slika 2.1.). Trup je dugačak, leđa ravna, a krmače imaju od 10 do 12 pravilno oblikovanih sisa. Visina grebena kod krmača iznosi od 65 do 70cm, a nerasta od 70 do 75cm. Težina odraslih svinja je 240kg kod krmača i 250kg kod nerasta (Barać i sur. 2011.). Krmače ove pasmine oprase prosječno po leglu od 7 do 8 prasadi, prosječne porodne mase od 1,27 do 1,52 kg. Zanimljivo je da je istraživanjima otprije 60-ak godina (Findrik 1948.) utvrđeno da nemali broj krmača oprasi od 8 do 10, a neke čak 11, 12 pa i 14 prasadi u leglu, što dovoljno govori o kapacitetu plodnosti ove pasmine.



Slika 2.1. Turopoljska svinja
Izvor: http://bit.ly/2lQ3Dsu

2.2. Kakvoća mesa

Kakvoća mesa je kompleksna i višeznačna osobina. Najčešće se spominje definicija prema Hoffman (1994.) koji navodi da se kakvoća najbolje definira kao nešto što se javnosti sviđa i za što su potrošači spremni platiti više od prosječne cijene. Nešto drugačiju definiciju kakvoće mesa donose Andersen i sur. (2005.) smatraju da je kakvoća kompleksna i multivarijantna osobina mesa koja se mora sagledati sa više stajališta. Pritom treba uvažiti higijensku sigurnost, cijenu, kulturu, nutritivnu vrijednost, okus i miris, teksturu, sposobnost vezanja vode, boju, sadržaj i sastav lipida, oksidativnu stabilnost i ujednačenost.

Na tržištu se danas postavljaju sve veći zahtjevi u pogledu kakvoće svinjskog mesa. Moguće predviđanje kakvoće svinjskog mesa predstavlja jednu od odlučujućih i ključnih uloga u poslovnom uspjehu proizvođača, stoga genetska osnova predstavlja primarni kriterij prilikom postavljanja proizvodnih ciljeva (Chan i sur. 2002.). Osim genetskih čimbenika

(pasmina, spol, dob) i vanjski čimbenici (hranidba, uvjeti smještaja, postupak sa životinjama) utječu na svojstva kakvoće. Aspekti kakvoće mesa prema Hofmannu (1994.) mogu biti: senzorni, tehnološki, nutritivni i higijensko-tehnološki (Tablica 2.2.). Svi navedeni čimbenici kakvoće mesa mogu se objektivno mjeriti, što omogućuje da se kakvoću mesa može znanstveno definirati kao ukupnost čimbenika za prehranu, ljudsko zdravlje i preradu u mesne proizvode (Kušec 2007.).

Tablica 2.2. Aspekti kakvoće mesa

Senzorni	Tehnološki	Nutritivni	Higijensko-toksikološki
Boja	Struktura	Bjelančevine	
Oblik	Tekstura	Peptidi	Mikroorganizmi
Miris	Konzistencija	Aminokiseline	Toksini
Okus	Viskoznost	Masti	Rok trajanja
Aroma	Sadržaj vode	Vitamini	pH
Mramoriranost	SVV	Minerali	Aktivnost vode
Sastav masti	pH	Probavljivost	Rezidue
Nježnost	Stanje bjelančevina	Iskoristivost	Kontaminanti
Sočnost	Stanje masti	Biološka vrijednost	
pH			

Izvor: Hofmann 1994.

Kakvoća u velikoj mjeri ovisi o konverziji mišića u meso. *Ante mortem* i *post mortem* promjene utječu na brojna svojstva kakvoće, prije svega na mekoću, sočnost i boju. Osiguravajući da se proces konverzije mišića u meso odvija pod maksimalno pozitivnim uvjetima, može se povećati vjerojatnost da najkvalitetniji proizvod dođe do potrošača (Kerth 2013.). Nakon klanja životinje mišići nastavljaju stvarati energiju, kontrahirati i proizvoditi toplinu. Kako se poslije klanja zaustavlja krvotok, mišići se više ne opskrbljuju kisikom i hranjivim tvarima, pa se kao izvor energije koriste rezerve glikogena u stanici. Razgradnjom glikogena nastaje mliječna kiselina, a pH vrijednost mesa se snižava. Jedan od najznačajnijih parametara kakvoće mesa je njegova pH vrijednost, s obzirom na to da njezin pad dovodi do denaturacije proteina i pretvorbu mišića u meso. Pored toga, djelovanjem na proteine mesa, pH vrijednost posredno utječe i na druge čimbenike kakvoće mesa kao što su sposobnost vezanja vode, boja, električna provodljivost, mekoća mesa i dr. (Dalmau i sur. 2009.).

Meso svinja se može klasificirati u različite kategorije kakvoće prema boji, teksturi i izlučivanju mesnog soka. Vrhunski kvalitetno meso ima crvenkasto-ružičastu boju, čvrstu teksturu i normalan iscjedak (engl. RFN- *red*=crveno, *firm*=čvrsto, *non exudative*=bez eksudata), koji se smatra idealnim za proizvođače i potrošače (Cazedey i sur. 2016.). S ciljem poboljšanja kakvoće mesa, njegova ocjena bi se trebala provoditi odmah u klaonici, odnosno utvrđivanjem svojstava (npr. pH vrijednost, električni konduktivitet, boja mesa) koja je moguće provesti jednostavno i u kratkom roku na liniji klanja (Karolyi 2004.).

2.2.1. Kakvoća mesa svinja iz otvorenog sustava

Otvoreni sustav držanja svinja omogućuje svim kategorijama svinja mogućnost slobodnog kretanja (Uremović 1995.). Otvoreni sustav držanja svinjama pruža povećanu raznolikost okoliša i slobodu ponašanja, ali nameće izazove za adaptaciju pasmine, kontrolu upravljanja, biosigurnost i zaštitu okoliša. Svako od ovih pitanja ima potencijalne posljedice na kakvoću proizvoda. Glavni utjecaji na organoleptičku kakvoću mesa proizlaze iz odabira

pasmina najprikladnijih za vanjske sustave, modifikacije stope rasta i povećanog udjela krme u prehrani. Neizravne posljedice mogu također biti pozitivne i negativne te utjecati posljedica na fiziološke reakcije koje se mogu manifestirati na stres u razdoblju prije klanja (Edwards 2005.). Upravo zbog pred-klaoničkog stresa postoji mogućnost ugroženosti. Stresna osjetljivost kod svinja posljedica je intenzivne selekcije na mesnatost pri čemu je poremećena biološka ravnoteža (Uremović i sur. 2000.). Geni za mesnatost i geni za stresnu osjetljivost blisko su smješteni na kromosomima pa su ta dva svojstva u uskoj korelaciji. Pasmina pietren, kao predstavnik izrazito mesnatih svinja (60 – 65%), ima veliki udio stresno osjetljivih svinja (20 – 30%), dok su kod naših autohtonih pasmina, turopoljske svinje i crna slavonske svinje, uočeni izrazito rijetki primjerci stresno osjetljivih svinja.

Intramuskularna mast (IMM) je najvažniji čimbenik ukusnosti mesa. Uremović i Uremović (1997.) navode da izravnom selekcijom na mesnatost smanjujemo postotak IMM. Naše autohtone pasmine, turopoljska svinja i crna slavonska svinja, te durok imaju zadovoljavajući postotak intramuskularne masti. Visok postotak intramuskularne masti utvrdili su Senčić i sur. (2008.) kod tovljenika crne slavonske svinje. Visok udio intramuskularne masti, visoka koncentracija hemoglobina i visoka razina nezasićenih masnih kiselina u mišićima, pokazali su se najznačajnijim obilježjima kakvoće autohtonih pasmina svinja. Poznato je da mast koja se taloži između i unutar mišićnih vlakana (tzv. intramuskularna mast), utječe na sočnost, aromu, mekoću kao i vizualne osobine mesa (Miller 2002.). Sadržaj intramuskularne masti u svinjetini koji se smatra optimalnim kreće se između 2,5 i 3,0% (Grebens 2004.). Durok pasmina svinja je pokazala otpornost na stresore i dobru kakvoća mesa, pa duroka koristimo u križanjima kao završnu terminalnu pasminu. Također, duroka koristimo u križanjima da bi popravili postotak intramuskularne masti. Meso duroka ima i više od optimalnog postotka intramuskularne masti (2 – 3%) pa ga kombiniramo s pasminama njemački landras, pietren, belgijski landras, kod kojih je taj postotak vrlo nizak.

Glavna prednost dobrobiti životinja na vanjskoj proizvodnji je veći prostor i ekološka raznolikost, što omogućuje izražavanje širokog raspona ponašanja. Pokazalo se da je smanjen prostor držanja socijalni stresor, te da oskudna okolina dovodi do većeg abonormalnog i agresivnog ponašanja svinja (Beattie i sur. 2000.). U usporedbi sa zatvorenim životinjama, svinje uzgojene na otvorenom općenito imaju veliko područje na kojem mogu lutati, a raznolika okolina pruža im veći poticaj za istraživačko ponašanje (Edwards 2003.). Upravo zbog povećane aktivnosti svinja u otvorenom sustavu držanja, meso svinja je crvenije boje, ali sadrži i više masnih kiselina.

2.3. pH vrijednost mesa

Vrijednost pH je definirana kao negativan logaritam koncentracije vodikovih iona, a naziv dolazi od latinske riječi *pondus hidrogenii*. Koristi se kao mjera za kiselost odnosno bazičnost otopina. Neutralne otopine imaju pH 7, kisele ispod 7, a alkalne 7-14 (Slika 2.2.). Značenje određivanja pH vrijednosti nije u tolikoj mjeri u njegovoj upotrebi kao kriterij za ocjenu svježine mesa i mesnih proizvoda nego kao kriterij za ocjenu sirovinske (preradbene) kakvoće mesa (Živković 1986.).



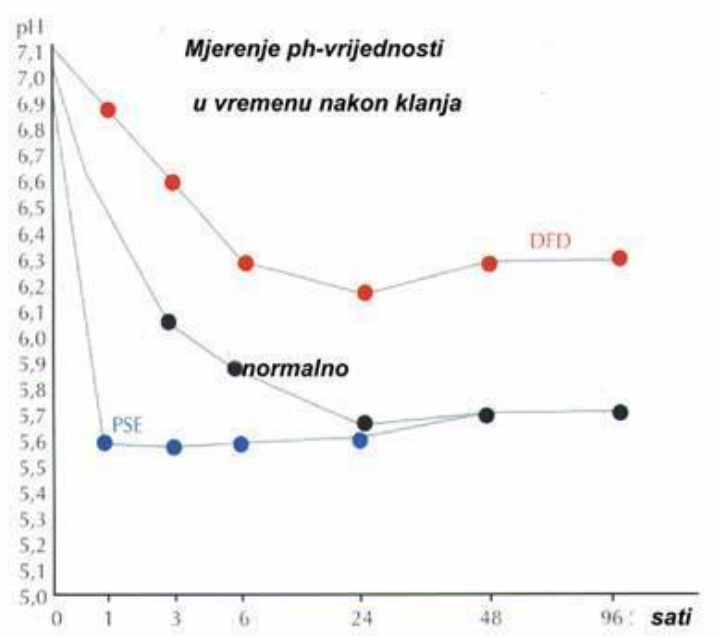
Slika 2.2.Raspon pH vrijednosti
Izvor: http://bit.ly/2lJ4nlr

Nakon klanja životinja dolazi do pojave mrtvačke ukočenosti (*rigor mortis*) i pada vrijednosti pH. Cirkulacija krvi u trenutku klanja prestaje, ali se u stanicama proces metabolizma nastavlja. 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 2002.). Normalan mišić žive životinje ima pH oko 7,0-7,2, koji počinje padati nakon prestanka životnih funkcija zbog nakupljanja mliječne kiseline, te se to stanje naziva tipična acidoza mišićnog tkiva. Kod mesa „normalnih" svojstava pad pH vrijednosti ima umjerenu brzinu pada, ali i potpun pad pH vrijednosti. Mliječna kiselina kao krajnji produkt anaerobne glikolize uzrokuje vrlo brzi pad pH vrijednosti, čija je vrijednost 24 sata nakon klanja, kod mesa „normalne" kakvoće, ispod 5,8. Promjene pH vrijednosti mišića *post mortem* uglavnom su rezultat tijeka glikolize, ali i drugih biokemijskih procesa koji uvjetuju glikolizu. Brojni biokemijski procesi uvjetuju promjene tehnoloških i senzornih svojstava mesa, pa je pH vrijednost značajan pokazatelj stanja ili tijeka biokemijskih procesa, a samim time i kakvoće mesa (Krvavica i sur. 2013.).

2.3.1. Mjerenje pH vrijednosti

Mjerenje pH vrijednosti vrlo je važno za održavanje kvalitete mesa. Promjene pH vrijednosti koje se događaju tijekom prvih 24 sata vrlo su bitne za kakvoću konačnog mesa ili mesnih proizvoda. Kod mesa postoje dvije važne vremenske točke točnog određivanja pH vrijednosti. Prva je 45 minuta nakon klanja, a druga 18-24 sata nakon klanja. Kod dobre i poželjne kakvoće mesa, prva vrijednost, nakon 45 min, mora biti preko 6,0 , a druga mjerena 24 sata od klanja, mora biti ispod 5,8 (http://bit.ly/2p45ITk).

Upravo te vrijednosti prikazuje Grafikon 2.2., na kojemu možemo vidjeti pad pH vrijednosti nakon klanja. Prikazane tri krivulje predstavljaju: slab pad pH vrijednosti (DFD; engl. *Dark* (tamno), *Firm* (čvrsto), *Dry* (suho)- tamno, čvrsto i suho meso), umjeren pad pH vrijednosti („normalno" meso), te ubrzani pad pH vrijednosti (PSE; engl. *Pale* (blijedo), *Soft* (mekano), *Exudative* (vodnjikavo)- blijedo, mekano i vodnjikavo meso).



Grafikon 2.2. Mjerenje pH-vrijednosti nakon klanja
Izvor: http://bit.ly/2lJQsMi

Snižavanje pH vrijednosti razlikuje se između mišića iste životinje, stoga je potrebno definirati mišić i regiju za njegovo određivanje. Za mjerenje pH vrijednosti najčešće se koriste *m.semimembranosus* i *m.longisimus dorsi* mišići (Fortina i sur. 2005.; Millet i sur. 2005.; Mota-Rojas i sur. 2006.).

2.3.2. Čimbenici pH vrijednosti svinjskog mesa

Genetski čimbenici kao i postupci sa životinjama (stres, odmor prije klanja, itd.) mogu imati značajan utjecaj na brzinu i opseg *post mortalnog* pada pH vrijednosti u mišićima. Osim razlike u vrsti životinje (znatno brži pad pH vrijednosti u svinje nego kod goveda), postoje razlike i između pasmina. Primjerice, Large white pasmine svinja će dati meso boljih tehnoloških svojstava nego svinje pasmine belgijski landras ili pietren koje su izrazito selekcionirane na mesnatost te imaju povećanu sklonost blijedom, mekanom i vodnjikavom (BMV) mesu (Luković 2014.). Hertog-Meische i sur. (1997.) navode da meso muških životinja ima veću konačnu pH vrijednost od mesa kastriranih mužjaka ili ženskih grla. Brzina pada vrijednosti pH u mišićima ovisit će ne samo o genetskom potencijalu životinje, već uvelike i o izlaganju životinje stresu prije ili u tijeku klanja (Purchas 1996.). Tako Terlow (2005.) napominje da što više životinja osjeća prijetnju u odnosu na normalno funkcioniranje tijela (uskraćivanje mogućnosti ležanja, problemi vezani uz glad, žeđ, bol ili bolest) ili u odnosu na njezino mentalno stanje (neuravnotežen socijalni kontekst, strah, frustracija, pre- ili pod-stimulacija okoliša), to se više osjeća stresno. Drugim riječima, riječju stres opisuje se fiziološko, etološko i psihološko stanje životinje kada se nađe u srazu s potencijalno prijetećom situacijom. Uslijed djelovanja stresnih čimbenika, prvenstveno dolazi do promjene pH vrijednosti mesa. Naime, meso s vrlo visokom konačnom pH vrijednosti (npr. > 6,3) je tamne boje, suhe i čvrste površine i zatvorene strukture. Takvo tamno, suho i tvrdo (TST) meso ima vrlo visoku sposobnost vezanja vode. Meso visoke konačne pH vrijednosti javlja se kod životinja koje su bile izložene dugotrajnom fizičkom naporu ili drugim oblicima stresa uslijed čega su se zalihe glikogena u njihovim mišićima istrošile prije klanja. Kako je mišićni glikogen supstrat iz kojeg nastaje

mliječna kiselina, nedostatak glikogena u trenutku klanja uvjetuje smanjenu proizvodnju laktata i smanjeni opseg *post mortalnog* pada pH vrijednosti (Karolyi 2004.). Akutni se stres razvija kao posljedica naglog podražaja u vrijeme prije samog klanja (Njari i sur. 2012.). U toku akutnog stresa dolazi do lučenja adrenalina, noradrenalina i kortikosteroida. Posljedica aktivnosti ovih hormona je kratkotrajni pad razine glikogena prije klanja i vrlo brza glikoliza. Razgradnjom glikogena dolazi do nakupljanja velikih količina mliječne kiseline i pada pH vrijednosti. Meso čija je konačna pH vrijednost niska je blijedo, vodnjikavo je i meke je konzistencijem tzv. BMV meso (Foury i sur. 2005.). Sve spomenute karakteristike BMV i TST mesa su prikazane u Tablici 2.3. Znatan utjecaj na pH vrijednost ima i proces omamljivanja životinja, Hertog-Meische i sur. (1997.) su prikazali istraživanja kojima je zaključeno da postoje manja odstupanja od normalnih vrijednosti kod životinja omamljenih CO_2 u usporedbi s drugim metodama omamljivanja.

Tablica 2.3. Karakteristike BMV i TST mesa

Karakteristike	BMV	TST
pH vrijednost	pH1<5.8	pH24>6.0
Kapacitet vezanja vode	Slabi	Jako velik
Konzistencija mesa	Mekana	Čvrsta
Boja mesa	Blijeda, svijetla	Tamna
Glikoliza post-mortem	Vrlo brza	Spora i nepotpuna
Održivost mesa	Malo smanjena	Značajno smanjena

Izvor: Feiner 2006.; Toldra 2007.

Nakon postizanja konačnog pH (pHk), vrijednosti pH će se neko vrijeme zadržati nepromijenjenim, a nakon toga pH vrijednost će polako početi rasti tijekom skladištenja. Ukoliko skladištenje mesa traje dugo, bakterije će se umnožiti, stvarati amine razgradnjom supstrata što će vrijednost pH dodatno povisiti (preko 6,5) (Kuzmanović 2003.). Vrijednost pH se može mijenjati i u drugom smjeru ovisno o uvjetima skladištenja mesa, temperaturi okoline, koncentraciji kisika i CO_2 u atmosferi, bakterijskoj kontaminaciji i vrsti mesa. Hlađenje usporava, a smrzavanje zaustavlja promjene u mesu nakon klanja (Hofmann 1988.). Hlađenjem trupova se mogu usporiti *post mortalni* metabolički procesi, smanjiti brzina pada pH vrijednosti i ublažiti neki od učinaka niske pH vrijednosti. Brzo hlađenje trupova nakon klanja može spriječiti pojavu razvoja blažih slučajeva BMV mesa (Karolyi 2004.). Svinje većih završnih masa, većih mišića i veće debljine masnog tkiva se sporije hlade što može značiti bržu glikolizu i pad pH vrijednosti (Cisneros i sur. 1994.), jer je brži pad pH vrijednosti prisutan kod veće temperature (Milligan i sur. 1998.).

2.4. Boja mesa

Boju se percipira kao one valne duljine vidljivog dijela spektra koje se reflektiraju (odbijaju) od nekog objekta. Tako ćemo, primjerice, objekt kod kojeg plave i zelene valne duljine prolaze ili se apsorbiraju (upijaju), a istovremeno crvene valne duljine odbijaju, doživljavati crvenije. Pritom pigmenti imaju ulogu u tome na način da se objekti doživljavaju

sjajno, mutno ili tamno ovisno o apsorpciji svjetla preko njih (Young i West 2001.). Boja svježeg mesa je uglavnom rezultat mioglobina (90-95%), hemoglobina (2-5%) te u vrlo maloj mjeri citokroma (Feiner 2006.). Hemoglobin i mioglobin su pigmenti koji mesu daju crvenu boju. Uloga mioglobina je pohrana i prijenos kisika iz kapilara u stanične strukture, gdje se koristi za oksidativne procese. Hemoglobin koji se nalazi u crvenim krvnim zrncima ujedno služi i kao nosač kisika u krvi (Karlson 1993.). Mioglobin se u mišićnom tkivu svježeg mesa nalazi u tri osnovna oblika (deoksimioglobin, oksimioglobin i metmioglobina). Deoksimioglobin (reducirani mioglobin) ima centralno smješten atom željeza u reduciranom Fe^{2+} (fero) stanju, a na njegovo šesto mjesto je vezana voda. Vidljiv je odmah nakon rezanja mišića svježeg mesa i purpurno crvene je boje. Oksimioglobin također ima atom željeza u Fe^{2+} stanju, no na šesto mjesto je vezan kisik (O_2) pa je boja mesa svjetlija, te je vidljiv nakon nekoliko minuta odnosno nakon što završi oksigenacija mioglobina. Metmioglobin se javlja nakon oksidacije željeza pri čemu ono gubi jedan elektron i prelazi iz Fe^{2+} u Fe^{3+} (feri) stanje pri kojem dolazi do razvoja nepoželjne smeđe sive boje mesa. Između pojedinih oblika mioglobina je prisutna stalna ravnoteža tako da konačna percepcija boje proizlazi iz kombinacije njihovih udjela pri čemu najviše ovisi o udjelu metmioglobina. Tako će meso koje na površini ima 30%-45% metmioglobina biti crvene boje, ono sa 45%-60% metmioglobina je smeđe-crvene boje, a sa 60%-75% metmioglobina crveno-smeđe boje. Meso koje ima više od 75% metmioglobina je smeđe boje (Feiner 2006.).

Svinjsko se meso razvrstava prema boji, konzistenciji (tvrdoći) i otpuštanju mesnog soka u 5 kvalitetnih stanja (Bestvina i sur. 2008.):

- RFN (engl. *Red* (crveno), *Firm* (čvrsto), *Non-exudative* (nevodnjikavo)) - crveno-ružičasto, čvrsto i nevodnjikavo meso. Predstavlja meso optimalne kakvoće, poželjne boje i tvrdoće, ima „normalnu“ sposobnost zadržavanja vode i umjeren pad pH vrijednosti *post mortem*. Završna pH vrijednost (pH_{24}) takvog mesa iznosi 5,8-5,7. (Laack 2000.; Kušec i sur. 2005.)
- PSE (engl. *Pale* (blijedo), *Soft* (mekano), *Exudative* (vodnjikavo)) - blijedo, mekano i vodnjikavo meso. Takvo meso je nepoželjnih karakteristika, odlikuje ga prekomjereno otpuštanje mesnog soka i nagli pad pH vrijednosti *post mortem*, koji nakon 24 sata hlađenja doseže vrijednost manju i od 5,5. Nepoželjan za preradu u visokovrijedne proizvode, ali i za prodaju u obliku svježeg mesa.
- DFD (engl. *Dark* (tamno), *Firm* (čvrsto), *Dry* (suho)) - tamno, čvrsto i suho meso, nastaje zbog stresa prouzročenog neprimjerenim utovarom, transportom, istovarom i odmorom životinje u stočnom depou. Takvo meso ima visoku vrijednost završnog pH (preko 6,2).
- RSE (engl. *Red* (ružičasto), *Soft* (mekano), *Exudative* (vodnjikavo)) - ružičasto, mekano i vodnjikavo meso. Najteže ga je predvidjeti jer bojom nalikuje na RFN meso te se vrlo lako može zamijeniti za isto (Kauffman i sur. 1992.; Warner 1994.).
- PFN (engl. *Pale* (blijedo), *Firm* (čvrsto), *Non-exudative* (nevodnjikavo)) - blijedo, čvrsto i nevodnjikavo meso. Smatra se „sporednim“ kvalitetnim stanjem zbog svoje vrlo niske pojavnosti u populacijama svinja (Hambrecht 2004.).

Poseban problem u plasmanu i preradi mesa je boja mesa. Većina potrošača svježinu mesa ocjenjuje na osnovi boje (Waters 1996.). Kupac na osnovi boje mesa sudi o njegovoj kakvoći i vrijednosti. Potrošači povezuju svjetlo-crvenu boju sa svježim mesom, svijetlo-

ružičastu s termički obrađenim mesom, dok je za salamurene proizvode karakteristična žarko crvena boja (Monin 2004.).

2.4.1. Mjerenje boje mesa

Kako navodi Kuzmanović (2013.), prije nego li se započne s mjerenjem boje, potrebno je imati podatke o pasmini životinja, genetskoj osnovi, dobi i spolu, hranidbi, uvjetima transporta, uvjetima klanja, hlađenja mesa, te kretanju pH vrijednosti. Hlađenje i pH vrijednost se pri tome smatraju ključnim čimbenicima. Boju treba mjeriti na svježim presjecima mišića prilikom rasijecanja, odnosno odmah po završetku primarne obrade (Honikel 1994.), nakon stabilizacije boje mesa. Najbolje je mjerenje boje u *m.longissimus dorsi*, ali su prihvatljivi i drugi mišići. Uzorak bi trebao biti presjek mišića okomit na uzdužnu os, ne tanji od 1,5cm zbog prolaza svjetla kroz mišić (Kuzmanović 2003.).

Boju mesa možemo mjeriti subjektivno (osobe obučene za korištenje skala boja) i objektivno (uređajima). Kod oba sustava prvi razred predstavlja najsvjetliju nijansu. Poznate skale kod subjektivne procjene boje su prema NPPC (National Pork Producers Council), koji ima 6 razreda. Objektivno ocjenjivanje mesa obavlja se pomoću uređaja, a trenutno postoje mnoge metode instrumentalnog mjerenja boje. Razvijeni su specijalni instrumenti poput kolorimetra i spektrofotometra koji mogu mjeriti različite raspone boja (Hunter, CIE, tristimulus,...) korištenjem različitog osvjetljenja (standardi A, C, D65), kuta promatrača i veličine otvora (Mancini i Hunt 2005.). Najčešća je upotreba raspona boja CIE L*a*b* (CIE, 1976) kod kojeg L* označava svjetloću (engl. *Lightness*) u rasponu od 0=potpuno crno do 100=potpuno bijelo. Pokazatelj a* (engl. *Redness*) se kreće u rasponu od -50 do +50 i označava poziciju boje od zelene (negativne vrijednosti) do crvene (pozitivne vrijednosti). Pokazatelj b*(engl. *Yellowness*) se kreće u rasponu kao i a* vrijednost, a označava poziciju boje od plave (negativne vrijednosti) do žute (pozitivne vrijednosti). Dodatni pokazatelji boje koji se izračunavaju iz a* i b* vrijednosti su nijansa (engl. *Hue*) i kroma (engl. *Chroma*) (Schanda 2007.).

2.4.2. Čimbenici koji utječu na manifestaciju boje mesa

Postoje tri uzroka promjene u boji (Dalmau i sur. 2009.):

1. Boja mesa ovisi o količini pigmenata koji pak ovise o elementima primarne proizvodnje, kao što su vrsta, spol, starost životinje i ishrana;
2. Uvjetima prije klanja, kao i samo klanje utječe posredno na boju mesa tako što prvenstveno utječu na brzinu pada pH vrijednosti i konačnu pH vrijednost mesa;
3. Tijekom skladištenja, distribucije i prodaje dolazi do oksigenacije i oksidacije pigmenata u mesu što utječe na promjenu boje.

Količina pigmenata utječe na boju tako da meso s većom količinom pigmenata pokazuje tamnije crvenu boju, kao što je kod govedine, za razliku od manje količine pigmenata kod svinjetine, što rezultira svjetlijom i više ružičastom bojom. Feiner (2006.) zorno prikazuje razlike između vrsta životinja u sadržaju mioglobina kao što je prikazano u Tablici 2.4.

Tablica 2.4. Koncentracija mioglobina kod različitih vrsta životinjskog mesa

Vrsta životinjskog mesa	Količina mioglobina (g/kg mišića)
Govedina	3,0-9,0
Janjetina	4,0-6,0
Teletina	1,0-2,5
Svinjetina	2,2-6,0
Piletina, tamni mišići	1,0-3,0
Piletina, svijetli mišić (prsa)	0,1-0,4

Izvor: Feiner 2006.

Genetski čimbenici mogu predodrediti učestaliju pojavu BMV mesa kod određenih životinja, a mogu biti i uzrokom pojave TST mesa. Razvoj BMV mesa povezan je uz nasljedno stanje stresne osjetljivosti svinja (PSS; engl. *Porcine stress syndrome*) (Karolyi 2004.) Istraživanja pokazuju značajne razlike u boji mesa između pasmina svinja. Meso čistokrvne pasmine durok ili njegovih križanaca je u pravilu tamnije od mesa landrasa i jorkšira (Čandek-Potokar i sur. 1998.; Blanchard i sur. 1999.), što je kod nekih istraživanja povezano s većom završnom pH vrijednošću (Čandek-Potokar i sur. 1998.). Meso starijih životinja je tamnije jer je manja sposobnost mioglobina za vezanjem kisika, dok postoje razlike i u mišićima. Mišići pokretači tijela imaju više mioglobina u odnosu na potporne mišiće kao što *je m. longissimus dorsi* (Kuzmanović 2003.).

Djelovanjem različitih stresora kao što su dugotrajno putovanje, napor, loši vremenski uvjeti, loše postupanje prema životinjama, stres tijekom transporta i drugi, mogu rezultirati trošenjem zaliha glikogena u mišiću te pojavom TST (tamnog, suhog i tvrdog) mesa i visokom vrijednosti pH. Dodatno, brzi pad pH vrijednosti, koji rezultira pojavom BMV (blijedo, mekano i vodnjikavo) mesa, dovodi do jakog skupljanja mišića što sprečava prodiranje svijetla u dubinu mišića čime se više svjetla odbija što se doživljava kao svjetlija boja (Feiner 2006.). Vrijeme stabilizacije podrazumijeva vrijeme oksigenacije mioglobina tijekom kojeg mioglobin intenzivno veže kisik i prelazi u oksimioglobin svjetlo crvene boje. Ovisno o uvjetima (temperatura, relativna vlažnost zraka) nakon izlaganja zraku i fiziološkom statusu mišića, mioglobin brže ili sporije prelazi u oblik oksimioglobin što rezultira različitim trajanjem stabilizacije boje mesa (Boles i Pegg 2001.). Za postizanje boje svježeg mesa ulogu ima i temperatura pri kojoj se meso hladi, obrađuje ili čuva (Van Laack i Solomon 1996.). Pri nižoj temperaturi oksidacija hemoglobina je potpunija i on je stabilniji, dok pri temperaturi od 30° C kisik prodire samo 2mm u dubinu. Pri temperaturi od 0° C difuzija dostiže 14mm. Snižavanjem temperature smanjuje se potrošnja kisika za biokemijske i mikrobiološke procese u mesu (Steinhauser 1995.).

3. Materijali i metode

Istraživanje je provedeno na uzorku od 20 svinja (kastrati i nazimice) turopoljske pasmine. Svinje su bile uzgojene u gateru pokušališta Agronomskog fakulteta iz Zagreba u Šiljakovačkoj Dubravi (Slika 3.1.). 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 dob i završna masa tovljenika prije klanja iznosila je 18,15±1,4 mjeseci i 94,8±11,6 kg. Klanje i klaoničke obrada tovljenika (Slika 3.2.) obavljeni su prema standardnoj proceduri u odobrenom objektu (Klaonica 32 d.o.o., Velika Mlaka).

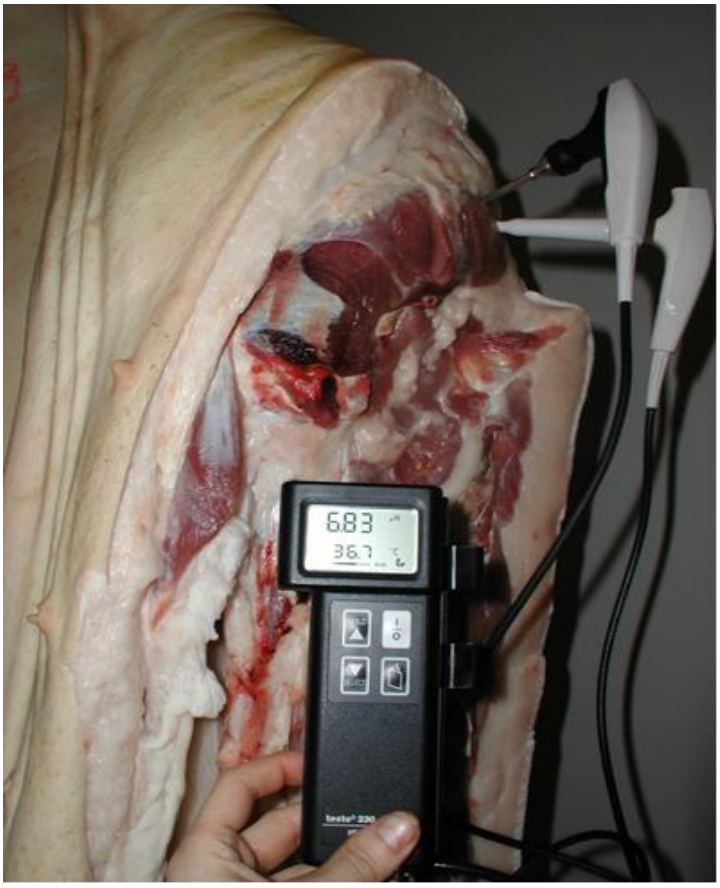


Slika 3.1. Uzgoj svinja turopoljske pasmine na otvorenom
Izvor: Karolyi 2015.



Slika 3.2. Klaonički obrađeni trupovi svinja turopoljske pasmine
Izvor: Karolyi 2015.

Vrijednosti pH_1 i pH_2 dugog leđnog mišića izmjerene su 45 min i 24 h *post mortem* u razini osmog rebra (*m. longissimus thoracis*) na desnim polovicama upotrebom ubodnog pH-metra (TESTO 230, Njemačka, Slika 3.3.).



Slika 3.3. Mjerenje pH vrijednosti na svinjama
Izvor: Karolyi 2015.

Boja mesa izmjerena je 24 h *post mortem* na svježem presjeku istog mišića u razini osmog rebra upotrebom kroma-metra (CR-410, KONICA MINOLTA, Japan, Slika 3.4.) nakon stabilizacije boje od 10 minuta. Boja je izmjerena 50 milimetarskim dijametarskim područjem mjerenja i standardnim osvjetljenjem za meso (D65) utvrđenim za CIE (Comission Inernationale de l'Eclairage) standarde boja L*, a* i b* (CIE, 1976).



Slika 3.4. Mjerenje boje mesa na svinjama
Izvor: Karolyi 2015.

Dobiveni podaci su obrađeni primjenom statističkog paketa SAS v 9.2. (SAS 2008.). Opisna statistika za čimbenike kakvoće mesa (pH vrijednosti, pokazatelji boje mesa) izračunata je korištenjem procedure MEANS.

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

4. Rezultati i rasprava

U Tablici 4.1. prikazani su osnovni statistički pokazatelji pH_1 i pH_2 vrijednosti mjereni na trupovima svinja turopoljske pasmine

Tablica 4.1. Vrijednosti pH_1 i pH_2 mjereni na trupovima svinja turopoljske pasmine

Svojstvo	n	x̄	SD	Min.	Max.	CV %
pH_1	20	6,43	0,166	6,16	6,74	2,58
pH_2	20	5,97	0,219	5,69	6,50	3,68

pH_1 vrijednost mjerena 45 minuta i pH_2 vrijednost mjerena 24 sata post mortem; n: broj uzoraka; x̄ : aritmetička srednja vrijednost; SD: standardna devijacija; CV: koeficijent varijabilnosti; Min.: najmanja vrijednost; Maks.: najveća vrijednost

Prosječna vrijednost pH_1 izmjerena 45 minuta *post mortem* u području najdužeg leđnog mišića (*m.longissimus dorsi*) ubodnom elektrodom pomoću prijenosnog pH-metra, iznosila je 6,43, dok je pH_2 vrijednost izmjerena 24 sata *post mortem* iznosila 5,97. S obzirom da se smatra da kod dobre i poželjne kakvoće mesa, pH_1 iznosi preko 6,0, može se zaključiti da je meso iz ovog istraživanja „normalne" kakvoće. Izuzev vrijednosti pH_1, ona vrijednost mjerena kasnije, najčešće 24 sata *post mortem*, odnosno pH_2 smatra se također vrlo važnim prediktorom kakvoće mesa (Lacck 2000.). Kod dobre i poželjne kakvoće mesa, vrijednost pH_2 trebala bi biti ispod 5,8, a u predmetnom istraživanju je nešto viša (5,97) što nam ukazuje na pojavu TST mesa kod nekih tovljenika. Tome u prilog govori i utvrđena maksimalna vrijednost pH_2 od 6,50.

Senčić i sur. (1995.) su istražili pokazatelje kakvoće mesa u velikog jorkšira, švedskog landrasa, linije 1 i linije 3 polaznih genotipova u stvaranju mesnih križanaca, prosječne tjelesne mase od 25 do 105kg, uzgojenih pri jednakim uvjetima smještaja i hranidbe. Autori su utvrdili da su vrijednosti pH_1 mišićnog tkiva 45 minuta *post mortem* bile od 6,4 kod linije 3 do 6,31 kod velikog jorkšira. Mišićno tkivo švedskog landrasa i linije 1 po vrijednosti pH_1 (6,10 odnosno 6,11) bilo je između ova 2 genotipa. Autori ističu da je zanimljivo da između prosječnih pH_2 vrijednosti mjerenih 24 sata *post mortem* nije bilo velikih razlika s obzirom na genotip svinja. Vrijednosti pH_2 kretale su se od 5,71 kod linija 1 i 3 odnosno 5,86 kod velikog jorkšira i švedskog landrasa, tako da između pasmina nisu utvrđene statistički značajne razlike.

Fizikalno-kemijska svojstva mesa svinja lokalne pasmine mangulica istraživali su Stanišić i sur. (2015.), te se rezultati predmetnog istraživanja mogu usporediti s njihovim rezultatima. Istraživanje je provedeno na 3 mišića: *longissimus dorsi*, *gluteus medius* i *triceps brachii.* Korištena su 2 genotipa svinja: mangulica (n=7) i švedski landras (n=7), svinje su zaklane kada su postigle ciljanu težinu za klanje od 105 kg. Mjerenja pH vrijednosti obavljena su pH-metrom opremljenim ubodnom elektrodom. Budući da su sve vrijednosti pH mjerene u mišićima 45 minuta *post mortem* iznosile <6,0, u ovom istraživanju BMV svinjetina nije utvrđena. Krajnje vrijednosti pH svih mišića iznosile su 5,5-5,7 što je uobičajeno za svinjetinu normalne kakvoće. Autori su zaključili da svinja mangulica ima povoljne osobine kakvoće mesa.

U odnosu na rezultate predmetnog istraživanja, Karolyi i sur. (2006.) kod 28 tovljenika svinja (10 crna slavonska, 10 domaće bijele i 8 križanaca domaće bijele i durok pasmine), prosječne žive mase u trenutku klanja od 140 do 180 kg i starosti oko 18 mjeseci, navode znatno veću pH_1 vrijednost mjerenu 45 minuta *post mortem.* Svinje su uzgojene na istoj farmi u jednakim uvjetima držanja i hranidbe, mjerene su vrijednosti pH u *m.longissimus dorsi* na lijevoj polovici trupa između 13-og i 14-og rebra. Dobivena vrijednosti pH_1 domaće bijele

iznosila je 6,65, križanaca 6,83,a crne slavonske svinje 6,18, dok je vrijednost pH_2 iznosila kod domaće bijele svinje 5,46, križanaca 5,42 i crne slavonske 5,87. Najniža pH_1 i najviša pH_2 vrijednost *m. longissimus dorsi* utvrđena je kod crne slavonske pasmine svinja. Autori smatraju da se pH_1 vrijednost <6,0 može koristiti kao granica za razlikovanje blijedog, mekanog i vodenastog (BMV) mesa svinja. Stoga autori ističu kako se prema tome pH_1 vrijednost u crne slavonske svinje još uvijek je u granicama „normalne" kakvoće mesa.

Dobivene vrijednosti pH u predmetnom istraživanju se mogu objasniti načinom držanja prije klanja. Tako su npr. Senčić i sur. (2011.) istraživali utjecaj proizvodnog sustava držanja svinja na kakvoću njihova mesa. Istraživanje je provedeno na svinjama crne slavonske pasmine. Pri tome je jedna skupina svinja držana na otvorenom (n=20), dok je druga skupina svinja držana u poluotvorenom sustavu. Svinje iz otvorenog sustava su zaklane pri postignutoj tjelesnoj masi od 130 kg, dok su svinje iz poluotvorenog sustava zaklane pri postignutoj tjelesnoj masi od 135 kg. Omjer spolova je bio jednak, te su u otvorenom sustavu držanja svinje hranjene pašom, strništima (pšenica, ječam) i kukuruzištima nakon berbe, a u poluotvorenom sustavu držanja su hranjene isključivo krmnom smjesom. Vrijednosti pH su izmjerene na uzorcima dugog leđnog mišića (MLD) u visini između 13. i 14. rebra. Svinjsko meso iz otvorenog sustava imalo je značajno višu pH_1 vrijednost (6,65) i značajno višu pH_2 vrijednost (5,75) u odnosu na meso iz poluotvorenog sustava (pH_1 =6,23, pH_2 =5,61). Poznato je da vrijednosti završnog pH ispod 5,5 ukazuju na pojavu BMV (blijedog, mekanog, vodnjikavog) mesa (Forrest 1998.), dok su vrijednosti iznad 6,0 siguran znak tamnog, suhog i tvrdog (TST) mesa (Hofmann 1994.). Stoga autori zaključuju da su vrijednosti pH mesa iz oba sustava bile „normalne". Rezultati iz predmetnog istraživanja su vrlo slični dobivenim rezultatima kod crne slavonske svinje držane na otvorenom.

Baković i sur. (2016.) istraživali su klaonička svojstva crne slavonske svinje uzgojene u ekstenzivnim uvjetima držanja. Istraživanje je provedeno na 30 svinja (15 muških, 15 ženskih), starosti 18 mjeseci i tjelesne težine od 130 do 140kg. Tijekom tovnog razdoblja svinje su hranjene zelenom lucernom ili sijenom lucerne, ovisno o vegetacijskom razdoblju, uz dodatak smjese žitarica. Vrijednosti pH izmjerene su na uzorcima MLD-a i uzorcima buta. Izmjerene pH vrijednosti 45 minuta *post mortem* i 24 sata *post mortem* kretale su se od 6,51 do 5,69 u butu, te od 6,4 do 5,78 u MLD-u. Autori smatraju da su dobivene vrijednosti pH_1 i pH_2 sukladne očekivanim vrijednostima i ne prelaze dopuštene granične vrijednosti.

Utvrđeni koeficijent varijabilnosti pH_1 45 minuta *post mortem* u predmetnom istraživanju iznosio je 2,58%, dok je za pH_2 24 sata *post mortem* bio nešto veći, odnosno iznosio je 3,68% (Tablica 4.1.). Nizak iznos koeficijenta varijabilnosti predmetnog istraživanja potvrđuje da su uzorci bili homogeni, odnosno da nije bilo velikih odstupanja u mjerenju.

Najmanja vrijednost pH_1 45 minuta *post mortem* je u predmetnom istraživanju iznosila je 6,16, a najveća 6,74. Najmanja vrijednost pH_2 24 sata *post mortem* je u predmetnom istraživanju iznosila 5,69, a najveća 6,50. Prema navedenim maksimalnim vrijednostima, pojedine svinje imale su meso koje se prema kategorizaciji Hofmann-a (1994.) može svrstati u TST (tamno, suho i tvrdo) meso. Upravo takvi rezultati mogu se objasniti mogućim pred-klaoničkim stresom prije klanja, koji može biti višeg intenziteta i trajanja (hvatanje, utovar, transport i dr.) kod svinja iz otvorenog sustava uzgoja. Poznato je da kakvoća mesa ima izravnu povezanost sa postupanjem prije klanja. Bonfim (2003.) ističe da, čak i životinje tretirane pod najvišim uvjetima dobrobiti mogu imati ugroženu kakvoću mesa ako se rukovanje ne izvodi na odgovarajući način. Peres i sur. (2014.) su provodili istraživanje učinka niskog ili visokog stresa u postupanju prije klanja na svinjskim polovicama i kakvoću mesa. Istraživanje je provedeno na 44 svinje iz komercijalnog uzgoja, prosječne težine od 107,23 kg. Životinjama je bilo

dopušteno samo konzumirati pitku vodu do klanja, budući da je hrana povučena 7h prije ukrcaja, a klanje se dogodilo 14h kasnije, ukupno 21h. Po dolasku u klaonicu, životinje su slučajnim odabirom raspoređene u dvije skupine u zatvoreni tor od 13,2 m^2 sa betonskim podovima i dvije pojilice. Na dan klanja svinje su podvrgnute dvjema vrstama prijevoza prije klanja. Životinje su provedene kroz hodnik od betona širine 0,95m i prag pod nagibom od 9°. Skupina s niskom razinom stresa bila je smireno provedena kroz hodnik u podskupina od prosječno 4 životinje, životinje nisu vikale ili dodirivale materijale koji bi ih mogli ozlijediti. Upotrijebljena je ploča za rukovanje i rukovoditelj je uvijek bio smješten iza svinja. Skupina visokog stresa bila je tretirana kao jedna grupa, što je uzrokovalo uzrujanost i stresno ponašanje. Rukovanje su obavljala 3 rukovoditelja: jedan smješten ispred životinja, drugi u sredini i treći desno iza skupine, odgovoran za povratak zalutalih životinja. Vrijednost pH je izmjerena 45 minuta i 24h *post mortem*, koristeći Testo 205 pH- metar u *m.longissimus dorsi*. Početni pH (pH_1) svinja obrađenih bez ploče bio je manji (6,37) od onog u skupini koja je tretirana s pločom (6,48), dok je konačni pH (pH_2) kod svinja s niskim stresom bio 5,76, a kod svinja s visokim stresom 5,73. Pretpostavlja se da početni pH od 6,37 nije bio dovoljno nizak da bi prouzročio denaturaciju proteina, kao što je slučaj kod BMV mesa, što predstavlja početni pH manji od 5,8. Stoga autori zaključuju da je upravljanje s niskim stresom prije klanja kod svinja učinkovito u smanjenju razine stresa i oštećenja polovica, ali da u konačnici nema utjecaj na kakvoću mesa. Dugotrajno gladovanje, loši mikroklimatski uvjeti, stres i uznemiravanje svinja na farmi, miješanje životinja iz različitih obora tijekom transporta ili u stočnom depou klaonice, grubi postupak, udaranje i naganjanje svinja postupci su koji se negativno odražavaju na kakvoću mesa. Veća pozornost navedenim postupcima od farme do klaonice može smanjiti nastanak kvalitativnih promjena svinjetine. Korištenje genskih pretraga u identifikaciji i smanjenju ili uklanjanju recesivnih stresno osjetljivih svinja iz uzgoja može voditi ka daljnjem poboljšanju kakvoće svinjetine (Karolyi 2004.).

U Tablici 4.2. prikazani su osnovni statistički pokazatelji pokazatelja boje (L*, a*, b*) *post mortem* mjereni na trupovima svinja turopoljske pasmine

Tablica 4.2. Pokazatelji boje (L*, a*, b*) mjereni na trupovima svinja turopoljske pasmine

Svojstvo	n	x̄	SD	Min.	Max.	CV %
L*	20	44,55	1,658	40,82	47,7	3,72
a*	20	19,24	0,980	16,93	20,84	5,09
b*	20	5,65	0,877	3,89	7,00	15,5

n: broj uzoraka; x̄ : aritmetička srednja vrijednost; SD: standardna devijacija; CV: koeficijent varijabilnosti; Min.: najmanja vrijednost; Maks.: najveća vrijednost

Utvrđena prosječna vrijednost L* pokazatelj boje iznosila je 44,55. Uzimajući kao kriterij za „normalno“ meso L*<50 kojeg je predložio Hofmann (1994.) meso turopoljske svinje u predmetnom istraživanju je „normalne“ boje.

Niža L* vrijednost (tj., tamnija boja mesa) može biti u vezi sa višim sadržajem mišićnog pigmenta u mesu (Serra i sur. 1998.), koji se povećava s starošću životinje (Lawrie 1998.).

Nadalje, Karolyi i sur. (2006.) smatraju da genotip ima značajan utjecaj na pokazatelje boje mesa. U istraživanju Karolyi i sur. (2006.) kod 28 (10 crna slavonska, 10 domaće bijele i 8 križanaca domaće bijele i durok pasmine) svinja, prosječne žive mase u trenutku klanja od 140 do 180 kg i starosti oko 18 mjeseci, boja mesa mjerena je na površini svježeg presjeka MLD između 13-og i 14-og rebra prijenosnim kroma-metrom (MINOLTA CR-410). Autori smatraju da značajno viša L*vrijednost (56,08) MLD-a zabilježena u skupini domaće bijele svinje ukazuje na svjetliju boju mesa. Istovremeno su, u skupini crne slavonske i križanaca domaće bijele i

duroka svinje imale nižu L* vrijednost boje MLD-a. Pri tome je, L* vrijednost kod crne slavonske iznosila 49,93, dok je kod križanaca iznosila 48,74. Normalna kakvoća mesa utvrđena je s obzirom na prosječnu vrijednost za boju (CIE L* = 44,55). Pri tome je kao kriterij za normalno meso uzeto u obzir CIE L* vrijednost <50 koju je predložio Hofmann (1994.). Uzimajući u obzir isti kriterij, Kušec i sur. (2004) su u križanaca duroka i križanaca pietrena utvrdili različite vrijednosti L* pokazatelja boje izmjerenih u MLD-u. Naime u križanaca duroka je L* pokazatelj boje iznosio 46,16, dok je u križanaca pietrena L* vrijednost iznosila 52,28.

Senčić i sur. (2016.) su istražili boju mesa crne slavonske (n=20) pasmine i mesa švedskog landrasa (n=20) utovljenih u istim uvjetima do 105 kg tjelesne mase. Boja mesa (L*, a* i b*) određena je na uzorcima MLD-a, uzetih u razini između 13. i 14. rebra. Autori navode da je meso švedskog landrasa imalo značajno veći stupanj svjetloće (L* =61,25) i stupanj žutila (b* =8,75) u odnosu na meso crnih slavonskih svinja (kod kojih je L* vrijednost iznosila 51,74, a b* vrijednost 4,58). Nasuprot tome, meso crnih slavonskih svinja je imalo veći stupanj crvenila a* =17,30 od mesa švedskog landrasa (a*=10,50). S obzirom da se poželjne vrijednosti stupnja svjetloće mesa kreću od 43 do 50, obje analizirane skupine svinja imale su meso s većim stupnjem svjetloće, odnosno iznad poželjnih vrijednosti. Poželjne vrijednosti stupnja svjetloće mesa kreću se od 43 do 50. Vrijednosti L* veće od 50 ukazuju na BMV meso, a vrijednosti L* ispod 43 ukazuju na TST meso (Joo i sur., 1999). Autori zaključuju da je visoki stupanj svjetloće mesa crne slavonske svinje u ovom istraživanju vjerojatno posljedica visoke razine intramuskularne masti. Srednja vrijednost a* pokazatelja boje iznosila je 19,24, dok je srednja b* vrijednost iznosila 5,65 što ponovno ukazuje na više crveno meso. Šimek i sur. (2004.) ustanovili su veće a* vrijednosti pokazatelja boje kod križanaca svinja koji su imali viši sadržaj mišićnih pigmenata u mesu.

Nadalje, Stanišić i sur. (2015.) provodili su istraživanje fizikalno-kemijskih svojstava mesa svinja pasmine mangulice. U istraživanju su korištena dva genotipa svinja: mangulica (n=7) i švedski landras (n=7), svinje su zaklane kada su postigle ciljanu težinu za klanje od 105 kg. Istraživanje je provedeno na 3 mišića: *longissimus dorsi*, *gluteus medius* i *triceps brachii*. U istraživanju je utvrđeno da svinje mangulice imaju znatno više L* vrijednosti za *m.triceps brachii* (L*=34,15) u odnosu na svinje švedskog landrasa za isti mišić (L*=30,73). Osim toga, između analiziranih skupina nije zabilježena značajna razlika udjela crvene boje, dok je udio žute boje za *m.longissimus dorsi* i *m.gluteus medius* bio značajno viši kod svinja pasmine landras (b* vrijednost MLD-a iznosila je 5,74, a *m.gluteus medius* 5,81) u odnosu na mangulicu (b* vrijednost MLD-a iznosila je 2,68, a *m.gluteus medius* 3,39).

Dobiveni pokazatelji boje u predmetnom istraživanju se mogu objasniti utjecajem proizvodnog sustava držanja svinja. Senčić i sur. (2011.) su istraživali utjecaj proizvodnog sustava držanja svinja na kakvoću njihova mesa. Istraživanje je provedeno na svinjama crne slavonske pasmine. Pri tome je jedna skupina svinja držana na otvorenom (n=20), dok je druga skupina svinja držana u poluotvorenom sustavu. Svinje iz otvorenog sustava su zaklane pri postignutoj tjelesnoj masi od 130 kg, dok su svinje iz poluotvorenog sustava zaklane pri postignutoj tjelesnoj masi od 135 kg. Omjer spolova je bio jednak, te su u otvorenom sustavu držanja svinje hranjene pašom, strništima (pšenica, ječam) i kukuruzištima nakon berbe, a u poluotvorenom sustavu držanja su hranjene isključivo krmnom smjesom. Boja mesa je izmjerena pomoću Minolta CR-410 uređaja. Meso svinja iz poluotvorenog sustava bilo je značajno svjetlije (L* vrijednost iznosila je 51,15, a* vrijednost iznosila je 18,43) u odnosu na meso iz otvorenog sustava držanja (L*= 48,00, a*= 21,58). Autori su zaključili da je meso svinja iz otvorenog sustava imalo tamniju boju u odnosu na meso svinja iz poluotvorenog sustava držanja.

Izuzev toga, Hoffman i Fisher (2010.) ukazuju da i dužina boravka u stočnom depou utječe na boju mesa, odnosno da dužim boravkom u stočnom depou meso postaje tamnije, manje crveno i žuto. Nanni Costa i sur. (2002.) potvrđuju navedeno u svom istraživanju u kojem su utvrdili statistički značajnu tamniju boju mesa poslije dužeg boravka u stočnom depou. Autori su utvrdili da je L* vrijednost poslije 2 sata boravka iznosila 50,5, dok je poslije 22 sata boravka u stočnom depou iznosila 49,4. Hoffman-a i Fisher-a (2010.) također potvrđuju da dužina boravka značajno utječe na L* pokazatelj boje mesa. Autori su utvrdili znatno veću L* vrijednost nakon 2 sata boravka u stočnom depou (58,65) u odnosu na boravak od 24 sata (56,41). Senčić i sur. (2011.) navode kako svinje držane na otvorenom imaju intenzivniju crvenu boju što objašnjavaju većom motoričkom aktivnošću svinja u otvorenom sustavu, a s time i s većom količinom mioglobina.

Dobivene vrijednosti pokazatelja boje u predmetnom istraživanju se mogu objasniti utjecajem hranidbe. Naime, Kušec i sur. (2007.) su utvrdili da hranidba svinja utječe na izraženost crvenog i žutog dijela spektra izmjerenog u mesu. U istraživanju Kušec i sur. (2007.) koje je provedeno na 68 četverolinijskih križanaca (pietren x hempšir s očeve te veliki jorkšir x njemački landras s majčinske strane) istraživan je utjecaj hranidbe na klaonička svojstva. Svinje su raspoređene u dvije skupine: 1.skupina „ad libitum“ i 2.skupina „restriktivna“. Tovljenici su uzgajani u jednakim uvjetima, ali su hranjeni prema različitim hranidbenim režimima, a zaklani u dobi od 26 tjedana i masi prije klanja oko 130kg. Boja mesa (L*, a, b*) izmjerena je na ohlađenom isječku MLD-a. Vrijednosti L* (za 1.skupinu iznosila je 47,42, a za 2.skupinu 47,07) ukazale su da nema poremećaja u kakvoći mesa koji bi upućivali na blijedo, mekano i vodnjikavo (BMV) meso. Statistički značajne razlike utvrđene su za stupanj crvenila (a* vrijednost 1.skupine iznosila je 7,62, a 2.skupine 6,87) i žute (b* vrijednost 1.skupine iznosila je 3,46, a 2.skupine 2,97) boje.

Koeficijent varijabilnosti za L* vrijednosti u predmetnom istraživanju iznosio je 3,72%. Najmanja L* vrijednost iznosila je 40,82%, a najveća 47,7%. Koeficijent varijabilnosti a* vrijednosti iznosio je 5,09%, dok je za b* vrijednost iznosio 15,5%. Najmanja a* vrijednost iznosila je 16,93%, dok je najveća vrijednost iznosila 20,84%. Najmanja b* vrijednost iznosila je 3,89, a najveća 7,00.

5. Zaključak

- Dobiveni rezultati pH_1 vrijednosti od 6,43±0,166 i pH_2 vrijednosti od 5,97±0,219 *m.longissimussa dorsi*-a kao prediktori kakvoće mesa ukazuju na normalne pH_1 vrijednosti te nešto višu vrijednost završnog pH mesa analiziranih turopoljskih svinja iz otvorenog uzgoja. Uočeno je usporedivo s rezultatima nekih prethodnih istraživanja na svinjama iz uzgoja na otvorenom.
- Prosječne vrijednosti pokazatelja boje mesa iznosile su za svjetlinu (L*) 44,55±1.66, crvenilo (a*) 19,24±0,980, odnosno žutilo (b*) 5,65±0.877.
- U odnosu na rezultate prethodnih istraživanja, kod turopoljskih svinja iz uzgoja na otvorenom je utvrđena crvenija boja mesa u odnosu na svinje iz intenzivnog uzgoja.
- Boja mesa turopoljske pasmine svinja je usporediva sa rezultatima prethodnih istraživanja na svinjama koje su također uzgojene na otvorenom.
- Obzirom na pH vrijednost i boju mesa može se zaključiti da je kakvoća mesa turopoljske pasmine svinja iz uzgoja na otvorenom zadovoljavajuća. Pri tome svakako treba naglasiti veću mogućnost pojave te potrebu kontrole pred-klaoničkog stresa vezanog uz hvatanje i transport životinja do klaonice, koji može imati negativan utjecaj na kakvoću mesa. Navedeno potvrđuju visoke pH_2 vrijednosti (>6,0) utvrđene kod pojedinih životinja.

6. Popis literature

1. Andersen H.J., Oksbjerg N., Young J.F., Therkildsen M. (2005). Feeding and meat quality – a future approach. Meat Science. 70: 543-554

2. Baković M., Gvozdanović K., Galović D., Radišić Ž., Margeta V. (2016). Klaonička svojstva tovljenika crne slavonske svinje iz ekstenzivnog sustava držanja. Krmiva-časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme. 58(1): 3-8

3. 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

4. Beattie V.E., O'Connell N.E., Moss B.W. (2000).Influence of environmental enrichment on the behaviour, performance and meat quality of domastic pigs. Livestock Production Science. 65: 71-79

5. Beltran J.A., Jaime I., Cena P.,Roncales P. (1993). Rigor mortis development in lamb longissimus dorsi. Effect of temperature. Fleischwirtschaft. 73: 99-101

6. Bestvina N., Hanžek D., Đurkin I., Maltar Z., Margeta V., Kralik G., Kušec G. (2008). Razvrstavanje svinjskog mesa prema kvaliteti. Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josip Juraj Strossmayera. Osijek

7. Blanchard P.J., Warkup C., Ellis M.C., Willis M.B., Avery P. (1999). The influence of the proportion of Duroc genes on growth, carcass and pork eating quality characteristics. Animal Science. 68: 495-501

8. Boler D.D., Dilger A.C., Bidner B.S., Carr S.N., Eggert J.M., Day J.W., Ellis M., McKeith F.K., Killefer J. (2010). Ultimate pH explains variation in pork quality traits. Journal of Muscle Foods. 21: 119-130

9. Boles J.A., Pegg R. (2001). Meat Color. Montana State University and Saskatchewan Food Product Innovation Program

10. Brambell F.W.R. (1965). Report of the Committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems. Her Majesty's Stationary Office. 28: 103-126

11. Budimir K., Margeta V., Kralik G., Margeta G. (2013). Silvo-pastoralni način držanja crne slavonske svinje. Krmiva-časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme. 55(3): 151-157

12. Budimir K., Margeta V., Steiner Z., Crnac V. (2015). Hranidba svinja u ekstenzivnim uvjetima držanja. Proceedings. 50th Croatian and 10th International Symposium on Agriculture. 414–417

13. Cazedy H.P., Filho R. de A.T., Fontes P.R., Ramos A. de L.S., Ramos E.M. (2016). Comparison of different criteria used to categorize tehnological quality of pork. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Vicosa (UFV)

14. Chan D.E., P.N. Walker, and E.W. Mills. (2002). Prediction of Pork Quality Characteristics Using Visible and Near-Infrared Spectroscopy. Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Biological Engineers). 45(5): 1519-1527

15. Cisneros F., Ellis M. J., McCaw F., McKeith K., Hyun Y. (1994). The influence of slaughter weight on carcass cutting yields and meat quality in pigs. Journal of Animal Science. 72: 378-380

16. Čandek-Potokar M., Žlender B., Lefacheur L., Bonneau M. (1998). Effects of age and/or weight at slaughter on Longissimus dorsi muscle: biochemical traits and sensory quality in pigs. Meat Science. 48: 287-300

17. Dalmau A., Velarde A., Gispert M.(2009). Standardisation of the measure „meat quality" to assess the welfare of pigs at slaughter, in Forkman B. i Keeling L., Assesment of Animal Welfare Measures for Sows, Piglets and Fattening Pigs. Welfare Quality Reports No. 10

18. Držaić V., Kaić A., Širić I., Antunović Z., Mioč B. (2016). Boja i pH vrijednost mesa istarske janjadi. Poljoprivreda. 22(1): 39-45

19. Đikić M., Jurić I., Kos F. (2002). Turopoljska svinja – autohtona hrvatska pasmina. Ed.: Plemenita Općina Turopoljska. V. Gorica. 181

20. Đikić M., Salajpal K., Karolyi D., Đikić D., Rupić V. (2010). Biological characteristics of turopolje pig breed as factors in renewing and preservation of population. Stočarstvo-časopis za unapređenje stočarstva. 64(2- 4): 79-90

21. Edwards S.A. (2003). Intake of nutrients from pasture by pigs. Proceeding of the Nutrition Society. 62: 257-265

22. Edwards S.A. (2005). Product quality attributes associated with outdoor pig production. Livestock Production Science. 94: 5-14

23. Feiner G. (2006). Meat products handbook: Practical science and technology. Woodhead Publishing Limited. Cambridge. England

24. Findrik M. (1948). „Prinos poznavanju krmača Turopoljske pasmine". Veterinarski arhiv. 18(3-4): 73-84

25. Forrest J.C. (1998.). Line speed implementation of various pork quality measures. Record of Proceedings. NISF Conference and Animal Meeting. December 4-5. 1998. Vol. 23. East Lansing Maririot. Michigen

26. Fortina R., Barbera S., Lussiana C., Mimosi A., Tassone S., Rossi A., Zanardi E. (2005). Performances and meat quality of two Italian pig breeds fed diets for commercial hybrides. Meat Science. 71: 713-718

27. Foury A., Devillers N., Sanchez M.-P., Griffon H., Le Roy P., Mormède P. (2005). Stress hormones, carcass composition and meat quality in Large White x Duroc pigs. Meat Science. 69: 703-707

28. Grebens F. (2004). Genetic control of intramuscular fat accretion. CAB International. Wallingford. UK. 343-361

29. Hambrecht E. (2004). Key Factors for Meat Quality. Nutreco. the Swine Research Centre (SRC). Netherlands

30. Hertog-Meischkel M.J.A., Laack R.J.L.M., Smulders F.J.M. (1997). The water-holding capacity of fresh meat. Veterinary Quarterly. 19: 175-181

31. Hoffman L.C., Fisher P. (2010). Comparision of the effects of different transport conditions and lairage times in a Mediterranean climate in South Africa on the meat quality of commercially crossbred Large white x Landrace pigs. Journal of the South African Veterinary Association. 81(4): 225-227

32. Hofmann K. (1988). pH a quality criterion for meat. Fleischwirtschaft. 53: 14-22

33. Hofmann K. (1994). What is quality? Definition, measurement and evaluation of meat quality. Meat Focus International. 3(2)

34. Honikel K.O. (1994). Quality products demande suitable methods of measurement. Fleisch. 59: 4-7

35. Horvat Š. (2003). Staro blago novi sjaj. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja. Zagreb

36. HPA (Hrvatska Poljoprivredna agencija) (2017). Godišnje izvješće. Svinjogojstvo

37. Huff-Lonergan E., Baas T.J., Malek M., Dekkers J.C.M., Prusa K., Rothschild M.F. (2002). Correlations among selected pork quality traits. Journal of Animal Science. 80: 617-627

38. Ilančić D. (1980). Promjene sistema držanja i pasminske slike svinja u Jugoslaviji. Veterinarska stanica. 10(6): 59-69

39. Jašić M., Begić L. (2008). Biohemija hrane I. Univerzitet u Tuzli. Tuzla

40. Joo, S.T., Kaufmann, R.G., Kim, B.C., Pork, G.B. (1999). The relation ship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to coulor and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. Meat Science. 52: 291-297

41. Karlson P. (1993). Biokemija. Školska knjiga. Zagreb

42. Karolyi D. (2004). Promjene u kvaliteti mesa svinja. Meso-prvi hrvatski časopis o mesu. 6(5): 18-20

43. Karolyi D., Salajpal K., Sinjeri Ž., Kovačić D., Jurić I., Đikić M. (2006). Kvaliteta mesa i iskorištenja trupa crne slavonske i modernih svinja u proizvodnji kulena. Meso-prvi hrvatski časopis o mesu. 8(1): 29-33

44. Karolyi D. (2016). Razvoj održivih lanaca proizvodnje svinjskog mesa i proizvoda – primjer turopoljske svinje. XII. Savjetovanje uzgajivača svinja u Republici Hrvatskoj. Agronomski fakultet Zagreb. 12-15

45. Kauffman R.G., Cassens R.G., Sherer A., Meeker D.L. (1992). Variations in pork quality. NPPC Publication. Des Moines. USA. 1-8

46. Kelava N., Konjačić M., Jakopović T., Kos I., Ivanković A., Mrenčić D. (2008). Procjena korekcijskih faktora stabilizacije boje junećeg mesa. Stočarstvo-časopis za unapređenje stočarstva. 62(6): 449-462

47. Kerth C.R. (2013). The science of meat quality. Animal Science Department. Texas A&M University. USA

48. Kovačević D. (2001). Kemija i tehnologija mesa i ribe. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek

49. Krvavica M., Konjačić M., Đugum J. (2013). pH vrijednost- pokazatelj kvalitete ovčjeg mesa namijenjenog preradi. Meso-prvi hrvatski časopis o mesu. 6(4): 271-275

50. Kušec, G., Kralik, G., Petričević, A., Margeta, V., Gajčević, Z., Gutzmirtl, D., Pešo, M. (2004). Differences in slaughtering characteristics between crossbred pigs with Pietrain and Duroc as terminal sire. Acta agriculturae slovenica. 1: 121-127

51. Kušec G., Kralik G., Horvat D., Petričević A., Margeta V. (2005). Differentiation of pork longissimus dorsi muscle regarding the variation in water holding capacity and correlated traits. Italian Journal of Animal Science. 4(3):79-81

52. Kušec G. (2007). Kvaliteta svinjskog mesa. U: Svinjogojstvo – biološki i zootehnički principi (Kralik G., Kušec D., Margeta V.). Grafika d.o.o. Osijek. 48-54

53. Kušec G., Baulain U., Đurkin I., Lukić B., Kralik G., Petričević A. (2007). Utjecaj hranidbe na klaonička svojstva hibridnih svinja. Krmiva-časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme. 49(5): 247-252

54. Kuzmanović Ž. (2002). Utjecaj odmora prije klanja na histokemijske i fizikalno kemijske osobitosti mišićnih vlakana u goveda. Disertacija. Zagreb: Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

55. Kuzmanović Ž. (2003). Boja mesa-važan parametar kakvoće. Meso-prvi hrvatski časopis o mesu. 5(5): 46-49

56. Kuzmanović Ž. (2003). pH vrijednost- važan parametar kakvoće. Meso-prvi hrvatski časopis o mesu. 5(6): 39-42

57. Laack R.L.J.M. (2000). Determinants of ultimate pH and quality of pork. American Meat Science Association. University of Tennessee. 74-75

58. Lawrie, R.A. (1998). Lawrie´s Meat Science. Sixth English edition. Woodhead Publishing Ltd. Abington Hall. Abington. Cambridge CB1 6AH. England

59. Mancini R.A., Hunt M.C. (2005). Current research in meat color. Meat Science. 71: 100-121

60. Marušić L. (2010). Proizvodna svojstva svinja crne slavonske pasmine u otvorenom sustavu držanja. Diplomski rad. Zagreb: Agronomski fakultet , Sveučilište u Zagrebu

61. Miller R.K. (2002). Factors affecting the quality of raw meat. Woodhead Piblishing Limited. Cambridge, England. 25-57

62. Millet S., Raes K., Van den Broeck W., De Smet S., Janssens G.P.J. (2005). Performance and meat quality of organically versus conventionally fed and housed pigs from weaning till slaughtering. Meat Science. 69: 335-341

63. Milligan S.D., Ramsey C.B., Miller M.F., Kaster C.S., Thomson L.D. (1998). Resting of pigs and hot-fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. Journal of Animal Science. 76: 74-86

64. Monin G. (2004). Coversion of Muscle to Meat: Colour and texture deviations. U: Jensen W.K. (ur.) Encyclopedia of Meat Sciences. Elsevier Academic Press UK. 323-330

65. Mota-Rojas D., Becerril M., Lemus C., Sanchez P., Gonzales M., Olmos S.A., Ramirez R., Alonso-Spilsbury M. (2006). Effects of mid-summer transport duration on pre- and post-slaughter performance and pork quality in Mexico. Meat Science. 71: 404-412

66. Nanni Costa L., Lo Fiego D.P., Dall'Olio S., Davoli R., Russo V. (2002). Combined effects of preslaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs with different halothane genotype. Meat Science. 61: 41-47

67. Njari B., Mioković B., Kozačinski L., Dobranić V., Zdolec N., Filipović I., Mikuš T. (2012). Zahtjevi dobrobiti i kakvoća mesa. Meso-prvi hrvatski časopis o mesu. 14(1): 58-60

68. O'Halloran G.R., D.J. Troy, D.J. Buckley (1997). The relatinship between early post-mortem pH and the tendernisation of beef muscles. Meat Science. 45: 239-251

69. Peres J.M., Bridi A.M., Silva C.A., Nagara A., Tarsitano M.A., Stivaletti E.L.T. (2014). Effect of low or high stres sin pre-slaughter handling on pig carcass and meat quality. Universidade Estadual de Londrina. Revista Brasileira de Zootecnia. Vol.43. No. 7

70. Purchas R.W. (1996). Variation in the incidence of high pH between farms. Meat Research and Development Council

71. Ranken M.D. (2000). Handbook of meat products technology. Blackwell Science Ltd. United Kingdom

72. Ritzoffy N. (1931). Prinos k poznavanju Turopoljskog svinjčeta. Veterinarski arhiv. 1(1-4): 83-134

73. Robić Z. (2002). Prilog obnovi turopoljske pasmine svinja. Agronomski glasnik. 5-6

74. SAS (2008). SAS Version 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA

75. Schanda J. (2007). Colorimetry: Understending the CIE system. John Wiley & Sons. Inc. Hoboken. New Yersey

76. Senčić Đ., Kralik G., Petričević A., Jurić I. (1995). Prinos, raspodjela i kakvoća mišićnog tkiva u polovicama mesnatih svinja različitih genotipova. Stočarstvo-časopis za unapređenje stočarstva. 49(1-2): 3-13

77. Senčić Đ., Samac D., Antunović Z. (2011). Utjecaj proizvodnog sustava na fizikalno-kemijska i senzorska svojstva mesa crnih slavonskih svinja. Meso-prvi hrvatski časopis o mesu. 13(1): 32 – 35

78. Senčić Đ., Samac D. (2016). Fenotipsko očitovanje mesnatosti u svinja polumasnog i mesnatog proizvodnog tipa. Meso-prvi hrvatski časopis o mesu. 18(4): 324-327

79. Serra X., Gil F., Pérez-Enciso M., M.A. Oliver, J.M. Vásquez, M. Gispert, I. Díaz, F. Moreno, R. Latorre, J.L. Noguera (1998). A comparison of carcass, meat quality and histochemical characteristics of Iberian (Guadyerbas line) and Landrace pigs. Livestock Production Science. 56: 215–223

80. Stanišić N., Radović Č., Stajić S., Živković D., Tomašević I. (2015). Fizikalno-kemijska svojstva mesa svinja pasmine mangulica. Meso-prvi hrvatski časopis o mesu. 17(1): 126-128

81. Steinhauser L. (1995). Hygiena a technologie masa. Steinhauser s.r.o. Tišnove. 13-79

82. Šimek J., Grolichová M., Steinhauserová I., Steinhauser L. (2004). Carcass and meat quality of selected finalhybridsofpigs in the Czech Republic. Meat Science. 66: 383–386

83. Terlouw C. (2005). Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience. A brief review of recent findings. Livestock Production Science. 94: 125-135

84. Toldra F. (2007). Handbook of fermented meat and poultry. Blackwell Publishing. USA

85. TTR (tehničko-tehnološka racionalizacija) kolovrat Wiberg. (2013). <http://bit.ly/2p45ITk> Pristupljeno 27. ožujka 2017.

86. Uremović M. (1995). Crna slavonska pasmina svinja ulazi u fazu iščezavanja. Agronomski glasnik. 57(4/5): 311-316

87. 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

88. Van Laack H.L., Solomon M.B. (1996). The effects of post mortem temperature on pork colour and waterholding capacity. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service

89. Vučevac Bajt V., Gregurić Gračner G., Vitković A. (2001). Autohtone pasmine svinja na području Hrvatske. Stočarstvo-časopis za unapređenje stočarstva. 55(5): 351-356

90. Warner R.D. (1994). Physical Properties of Porcine Musculature in Relation to Postmortem Biochemical Changes in Muscle Proteins. Ph.D Thesis. University of Wisconsin-Madison

91. Waters E. (1996). Several Factors Prompt Couour Changes in Fresh Meat Products. Meat Marketing&Tehnology. 13-20

92. Young O.A., West J. (2001). Meat color. U: Yiu, H., Wai-Kit, N., Rogers, R., Meat Science and Aplication. Ur: Marcel Dekker. Inc.

93. Živković J. (1986). Higijena i tehnologija mesa II dio. Udžbenik za studente veterinarske medicine i priručnik za veterinare. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb. 3-26

Životopis

Kristina Žitković rođena je 7. svibnja 1992. godine u Zagrebu. Osnovnu školu završava 2007.godine, a opću gimnaziju Antuna Gustava Matoša u Samoboru završava 2011. godine. Godine 2011. upisuje stručni studij, „Prehrambena tehnologija“ na Veleučilištu u Požegi. Studij Prehrambene tehnologije završava 2014.godine. Tijekom studiranja na Veleučilištu u Požegi dobitnica je stipendije kao uspješna studentica. Diplomski studij „Proizvodnja i prerada mesa“ upisuje 2014. godine 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.