

# Povezanost stresa svinja s kvalitetom njihova mesa

Đuro Senčić<sup>1</sup>, Danijela Samac<sup>1</sup>

Pregledni rad

## SAŽETAK

Intenzivna i jednostrana selekcija svinja na veću mesnatost uzrokovala je promjenu njihova neuro-hormonalnog stanja, a posljedica je nestabilnost njihove homeostaze, veća sklonost stresnim stanjima i pad kvalitete mesa. Kvaliteta svinjskoga mesa ovisi i o negenetskim čimbenicima. Od negenetskih čimbenika posebno se ističe utjecaj različitih stresora koji dovode do stresa u svinja i, posljedično, do loše kvalitete mesa. Osim toga, životinjama pod stresom ugrožena je dobrobit, a potrošači mesa sve više traže meso od životinja koje su uzgajane, transportirane i zaklane na što humaniji način, sa što manjim stresom. Stres u svinja prije klanja može dovesti do iznenadnih uginuća, točkastih krvarenja u mesu, modrica i oštećenja kože, krvnih podljeva, slomljenih kostiju, razvoja nedostataka kvalitete mesa (blijedo, mekano i vodnjikavo meso, BMV i tamno, čvrsto i suho, TČS meso) i kontaminacije trupova patogenim mikroorganizmima. Pravilnim postupcima sa svinjama prije klanja mogu se negativne posljedice stresa u svinja svesti na što manju mjeru i tako povećati dohodak proizvođača i prerađivača svinjskoga mesa, poboljšati dobrobit životinja i zadovoljiti zahtjeve potrošača.

**Ključne riječi:** stres svinja, dobrobit svinja, kvaliteta mesa

## UVOD

Kvaliteta mesa određena je interakcijom genetskih i negenetskih čimbenika. Od negenetskih čimbenika posebno se ističe utjecaj nepovoljnih čimbenika okoliša (stresora) i neprikladna manipulacija životinjama od strane čovjeka, koji dovode do pojave stresa u svinja i, posljedično, do loše kvalitete mesa.

Intenzivna i jednostrana selekcija svinja na veću mesnatost i općenito, na veću proizvodnost, uzrokovala je pad kvalitete mesa te promjenu neuro-hormonalnog stanja svinja, posljedica koje je nestabilnost njihove homeostaze i veća sklonost stresnim stanjima (Senčić i sur., 1989.). Zavisno o intenzitetu i trajanju djelovanja stresora, nastaju različiti oblici miopatija: stresni sindrom u svinja (Porcine Stress Syndrome – PSS), tj. kardiomiopatija, atrofija kau-

dalne butne muskulature, akutna nekroza leđne muskulature (tzv. banana – bolest), blijedo, mekano i vodnjikavo meso (BMV) ili tamno, čvrsto i suho meso. Svinje sklone stres-sindromu, (ranije zvanom srčana kap), naginju proizvodnji blijedog, mekanog i vodnjikavog mesa, što govori o etiopatogenetskoj vezi između ove dvije pojave (Senčić i Kralik, 1988.). Blijedo, mekano i vodnjikavo meso te tamno, čvrsto i suho meso, osim što je za potrošače neatraktivno po izgledu, ima slabiju tehnološku vrijednost i lošija senzorna svojstva. Osim toga, potrošači svinjetine sve više vode računa o podrijetlu mesa i dobrobiti životinja prije klanja (Mikuš i Petak, 2010., Mikuš i sur., 2011.). Mikuš i sur. (2017.) istraživali su ponašanje potrošača mesa pri kupnji i testirali njihovo opće znanje o dobrobiti u uzgoju životinja. Rezultati

<sup>1</sup> Prof. dr. sc. Đuro Senčić, doc. dr. sc. Danijela Samac – Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Zavod za animalnu proizvodnju i biotehnologiju, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Autor za korespondenciju: dsamac@pfos.hr

su pokazali da je većina potrošača zabrinuta za dobrobit životinja. Potrošači žele znati kako se hrana proizvodi i podrijetlo mesa.

Na važnost ponašanja životinja, kao pokazatelja njihove dobrobiti ukazao je Jensen (2009.). Zbog svega navedenoga u ovome radu raspravlja se o utjecaju premortalnih stresora, uzročnika stresa i ugroženosti dobrobiti svinja na kvalitetu njihova mesa.

### **UTJECAJ PREMORTALNIH STRESORA NA KVALITETU MESA**

Stresor je svaki čimbenik koji remeti stanje biološke ravnoteže (homeostaze) i uzrokuje pojavu stresa, dok je stres fiziološka obrambena reakcija organizma na djelovanje nepovoljnih čimbenika okoliša (stresora). Već je Selye (1936.) ukazao da svaki vanjski podražaj, iz vrlo dinamičnog okoliša, uvjetuje niz istovjetnih reakcija obrane (opći adaptacijski sindrom – OAS) koje teku u tri faze: alarmna reakcija, stadij rezistencije ili adaptacije i stanje iscrpljenosti. Hristov i Bešlin (1991.) su iscrpno opisali fiziologiju stresa domaćih životinja.

Senčić i sur. (1989.a) naveli su temeljne procese po fazama reakcija na stresore. U fazi alarma dolazi do stimulacije kore nadbubrežne žlijezde preko hipotalamusa i hipofize. Hipofizu aktiviraju histamini, adrenalin, ili neki drugi metabolit te ona luči adrenokortikotropni hormon (ACTH) uzrokujući pojačanu funkciju nadbubrežne žlijezde i lučenje kortikosteroida koji povećavaju obrambenu moć organizma. Zbog toga, u razvoju stresne reakcije, tj. adaptacije organizma na nepovoljne utjecaje, važnu ulogu ima aktivnost hipofize i nadbubrežne žlijezde. U prvoj fazi adaptacije organizma prevladavaju katabolički procesi, zahvaljujući kojima se osiguravaju veće količine makroenergetskih fosfata i drugih metaboličkih proizvoda potrebnih ugroženom organizmu. Prva faza stresa predstavlja mobilizaciju svih funkcionalnih sposobnosti organizma. Alarmnu fazu (faza šoka) prati hipertermija, hipotonija, permeabilnost kapilara, hipokloremija i depresija živčanog sustava, zatim involucijski procesi u limfnom sustavu, snižen tonus miškulature, viskozija krvi, limfopenija, eozinopenija i polimorfna leukocitoza.

U fazi rezistencije ili adaptacije dolazi do hipertrofije i hiperplazije svih slojeva kore nadbubrežne žlijezde, težina joj se povećava, nekad i dvostruko. Rad žlijezde je intenzivan, što dovodi do stvaranja specifičnog ili općeg imuniteta. Ako je djelovanje stresora dugotrajno, aktivnost kore nadbubrežne žlijezde se smanjuje i ona se iscrpljuje.

U fazi iscrpljenosti kora nadbubrežne žlijezde znatno smanjuje svoju aktivnost, u žljezdanim sta-

nicama javljaju se degenerativne promjene s teškim poremećajima metabolizma (organizma) i može se završiti letalno. U ovoj fazi javlja se u krvi limfocitoza i eozinofilija. Životinje izložene različitim stresorima reagiraju lučenjem hormona nadbubrežne žlijezde, a to su: adrenalin iz srži i 17-hidroksi i 11-deoksi-kortikosteron iz kore nadbubrežne žlijezde. Adrenalin smanjuje količinu mišićnog glikogena i kalija, a 17-hidroksi i 11-deoksi-kortikosteron, uspostavljaju ravnotežu navedenih tvari kod normalnih životinja.

Pored hipotalamo – hipofizno – nadbubrežnog sustava (HHNS), na razvoj stresa i adaptaciju, tj. obranu životinja od stresora, ulogu ima tireoidna žlijezda, endokrini pankreas i, obvezno, živčani sustav. Živčani sustav preko hipotalamusa djeluje direktno na adenohipofizu i žlijezde koje su pod njenom kontrolom, a preko vegetativnog živčanog sustava utiču na aktivnost svih endokrinih žlijezda, pa tako i na adaptacijsku sposobnost organizma.

Pod djelovanjem stresora nastaju podražaji, koji se u obliku živčanih impulsa ili krvlju kao kemijske tvari prenose s perifernih receptora do kore velikoga mozga i hipotalamusa. U hipotalamusu se aktiviraju određeni sekretorni neuroni koji luče specifične neurohormone „oslobađajuće faktore“ (Realising factor – RF) koji krvotokom dolaze u adenohipofizu te je potiču na lučenje specifičnih hormona. Tako, primjerice, sekrecija adrenokortikotropina (ACTH) stimulira faktor oslobođenja kortikotropina (CRF). ACTH stimulira razvoj i funkciju kore nadbubrežne žlijezde čiji hormoni (kortikosteroidi) imaju veliku ulogu u obrani od stresora. Pored kortikosteroida iz kore nadbubrežne žlijezde, za reguliranje metabolizma u vrijeme stresa, važni su i drugi hormoni: adrenalin, noradrenalin iz srži nadbubrežne žlijezde te hormoni štitnjače.

Sekreciju adrenalina podstiče hipotalamus djelovanjem na srž nadbubrežne žlijezde. Koncentracija adrenalina gotovo se trenutno povećava, dok se razina ACTH povećava nakon desetak i više sekundi, a glukokortikoida i nakon nekoliko minuta. Adrenalin djeluje ekscitacijski na centralni živčani sustav, izaziva vazokonstrikciju krvnih žila u mišićima koji miruju, djeluje vazodilatatorno na krvne žile aktivnih mišića te koronarne arterije i njihove ogranke u srcu, izaziva tahikardiju i pojačane srčane kontrakcije. Porast razine adrenalina ima velik fiziološki značaj jer poboljšava cirkulaciju i redistribuciju krvi pojačavajući prokrvljenost aktivnih organa, a izazivanjem hiperglikemije, opskrbljuje mišiće s više energije. Adrenalin također direktnim djelovanjem na hipofizu, kao i indirektno preko hipotalamusa, stimulira sekreciju ACTH. Adrenalin djeluje katabolički jer pomaže razgradnju glikogena u jetri i u mišićima (glikogenoliza)

kao i masti u masnim depoima, dovodi do hiperglikemije i pojačava bazalni metabolizam.

Potencijalni stresori, uzročnici pada kvalitete mesa su mnogobrojni, a djeluju pojedinačno ili u različitim kombinacijama. Tijekom toga najznačajniji stresor koji djeluje na kvalitetu mesa je hipodinamija, tj. ograničena mišićna aktivnost svinja. Trenirani mišići svinja držanih na otvorenom imaju više mioglobina (depo kisika) i teže dolaze u anaerobno stanje u odnosu na mišiće svinja držanih u zatvorenome, na ograničenom prostoru. Mišići svinja držanih u uvjetima hipodinamije imaju veću potrebu za kisikom, što u uvjetima transporta i uzbuđenja, kada su potrebe za kisikom povećane, izaziva hipoksiju sa svim daljnim posljedicama.

Sve do isporuke klaonici, svinje žive u relativno stabilnim uvjetima. Prilikom isporuke klaonici dolaze u ekstremno promijenjene uvjete (istjerivanje iz obora i tjeranje do mjesta utovara, vaganje, miješanje s nepoznatim životinjama, nagle promjene temperature i osvjetljenja okoliša, grub postupak radnika, strme i klizave utovarne rampe i dr.) koji dovode do ekscitacije i umora životinja. Od premortalnih stresora koji utiču na kvalitetu svinjskoga mesa važni su, također, uskraćivanje hrane i vode, transport, uvjeti držanja u stočnome depou klaonice, omamljivanje i iskrvarenje.

Stupanj stresa u svinja povezan je sa stupnjem njihove dobrobiti. Prema navodima Njari i sur. (2012.) prvi korak u provođenju dobrobiti je identificirati faze klaoničke obrade životinja i kroz svaku od njih provesti najbolje načine obavljanja klanja. U ove faze klaoničke obrade obavezno je uvrstiti utovar na farmi s transportom, a ostale faze klaoničke obrade važne u dobrobiti su: istovar, depo, manipulacija sa životinjama, obuzdavanje, omamljivanje, podizanje i iskrvarenje.

Mikuš i sur. (2011.) su procijenili dobrobit svinja u jednoj klaonici prema vlastitom modelu (obrascu) Zavoda za higijenu, tehnologiju i sigurnost hrane Veterinarskog fakulteta u Zagrebu. Obrazac se sastoji od sedam skupina podataka u kojima su obuhvaćeni svi glavni dijelovi procesa klanja u kojima postoji rizik od stresa. Dijelovi obrasca su temeljeni na redosljedu klaoničkog procesa (opći izgled objekta, istovar, depo, omamljivanje, iskrvarenje i pregled trupova post mortem). Utvrdili su niz nepravilnosti u klaonici i zaključili da veće posvećivanje dobrobiti životinja direktno utječe na sigurnost hrane i kvalitetu mesa te ekonomsku korist za cijeli lanac proizvodnje mesa.

Posljednjih desetljeća intenzivno se istražuju učinci postupaka sa svinjama prije klanja na pojavu stresa i kvalitetu njihova mesa. Jedan od takvih sustava (modela) koji se bave procjenom dobrobiti kod svinja je i Welfare Quality®.

## Uskraćivanje hrane i vode svinjama

Kao preventivna mjera protiv uginuća svinja tijekom transporta i u stočnom depou, i loše kvalitete mesa, uobičajena je praksa da se svinjama prije transporta u klaonicu uskraćuje hrana i voda tijekom 12 – 24 sata. Međutim, uskraćivanje vode dovodi do dehidracije i povećanja vrijednosti hematokrita, koncentracije albumina i ukupnih bjelančevina u krvi. Također, uskraćivanje hrane i vode dovode do gubitka tjelesne mase za oko 4%. Nakon dužeg gladovanja opada koncentracija glukoze u krvi, a povećava se koncentracija slobodnih masnih kiselina i ketonskih tijela koji postaju dominantni izvor energije (Alvarez i sur., 2009.). Utvrđeno je da životinje koje su gladovale imaju agresivnije ponašanje u odnosu na site životinje (Brown i sur., 1999.) i značajno smanjenje glikogena u mišićima (Fernandez i sur., 1994.). Gladne životinje tijekom dužeg transporta i boravka u stočnom depou imaju veću agresivnost i učestalost borbi koje dovode do oštećenja kože (Murray i sur., 2001.). Također, nije poželjno hraniti svinje neposredno prije transporta jer češće ugibaju tijekom transporta zbog pritiska probavnih organa na prsni koš (Averos i sur., 2008.). Uskraćivanjem hrane prije klanja može se poboljšati kvaliteta mesa jer se gladovanjem smanjuju rezerve glikogena u mišićima, manja je količina laktata u mišićima pa tako meso ima višu konačnu pH vrijednost i, zbog toga, bolju sposobnost zadržavanja vode te tamniju boju. Prema navodima Guardia i sur. (2004.) i Guardia i sur. (2005.), najmanji rizik za nastanak BMV mesa i TČS mesa bio bi nakon uskraćivanja hrane od 18 – 22 sata. Preporuka za optimalno uskraćivanje hrane i prednosti takve prakse još uvijek su različite (Alvarez i sur., 2009.).

## Utovar, transport i istovar

Najveći stresor prije klanja svinja je njihov utovar, transport i istovar (Grandin, 2003.). To potvrđuju i visoke koncentracije kortizola i katekolamina u serumu životinja nakon transporta (Cockram, 2007.). Razvoju stresa u životinja tijekom transporta doprinose promjene brzine kretanja vozila, vibracije, buka, kontakt s nepoznatim životinjama, miješanje životinja i stvaranje novih socijalnih skupina, pretrpavanje te izlaganje nepovoljnim okolišnim uvjetima u vidu topline, vlage i hladnoće (Warriss, 2000.).

Utovar i istovar svinja treba provesti na što mirniji način. Za to mogu poslužiti platforme koje su u visini kamiona za transport, hidraulični liftovi ili prenosive rampe s kutom nagiba od 20° u odnosu na zemlju. Strme rampe su opasnost za sigurnost životinja i ne potiču ih na izlazak iz kamiona (Alvarez i sur., 2009.).

Transportna sredstva ne smiju imati površine koje mogu ozlijediti životinje u obliku modrica i oštećenja kože, koje pogoršavaju kvalitetu trupa i mesa. Prijevozna sredstva trebaju imati ventilaciju i odgovarajuću temperaturu. Visoke temperature, zajedno s visokom vlažnošću zraka, uzrokuju češća uginuća svinja jer one imaju slabo razvijen termoregulacijski sustav. Mortalitet svinja raste s povećanjem ambijentalne temperature iznad 15 °C (Warriss i Brown, 1999.) Optimalne temperature za transport svinja su između 10 i 15 °C (Warriss, 2000.). Temperatura u transportnom sredstvu utječe i na kvalitetu mesa. Visoke temperature doprinose nastanku BMV mesa (Bidner, 2003.), a niže temperature potpomažu trošenje glikogena u mišićima i nastanak TČS mesa (Cannon i sur., 1995.).

Na kvalitetu mesa utječe i gustoća životinja u transportnom sredstvu. Pretrpavanje vozila može dovesti do toplotnog udara, umora i visoke stope uginuća svinja. Svinje moraju, prema Pravilniku o zaštiti životinja tijekom prijevoza i s prijevozom povezanih postupaka (NN 7/2007), imati dovoljno prostora da mogu leći i stajati u svojem prirodnom položaju, a da pri tome gustoća naseljenosti ne bude veća od 235 kg / m<sup>2</sup> po životinji mase do 100 kg. Ponekad ova površina nije dovoljna jer zavisi i o veličini i kondiciji životinja, pasmini, vremenskim prilikama i dužini putovanja, pa ju treba povećati do 20%.

Životinje tijekom dužeg transporta treba redovito hraniti i pojit. Ne treba ih pretjerano hraniti i napajati jer to može uzrokovati uginuća i kontaminaciju trupova. Preporučuje se napajanje životinja svakih 8 sati. Transport svinja ne bi trebao biti duži od 24 sata jer dovodi do iscrpljenosti životinja, trošenja rezervi glikogena u mišićima i značajnog opadanja pH vrijednosti mesa 45 minuta i 24 sata post mortem. Kraći transport najčešće dovodi do BMV mesa, a duži transport do TČS - mesa. Kraći transport može biti veći stresor za životinju od dužeg transporta jer su utovar i istovar životinje najstresniji trenuci tijekom transporta (Gispert i sur., 2000.). Da bi se osiguralo dobrobit životinja i dobra kvaliteta mesa treba naseljenost životinja u transportnom sredstvu smanjiti za 10% ako je vanjska temperatura veća od 25 °C. Odraslim svinjama treba osigurati najmanje 5 l vode dnevno, a pri toplim vremenskim prilikama i duplo više. Pri transportu dužem od 24 sata treba ih hraniti. Svinje treba zaštititi zaklonom od djelovanja sunca, vjetera i kiše. Svinje ne treba transportirati za vrijeme velikih žega, već u hladnijem dijelu dana. Treba izbjegavati nagle promjene brzine, naglo kočenje i zakretanje vozila.

Dobrobit životinja može biti ugrožena i ako se kližu i padaju prije postupka klanja. Podovi u klaonici od mjesta istovara životinja, preko stočnog depoa

do prostora za omamljivanje ne smiju biti klizavi. Treba utvrditi koji postotak životinja se kliže i / ili pada i poduzeti odgovarajuće mjere.

### **Boravak svinja u stočnom depou**

Boravak svinja u stočnom depou klaonice također može biti stresor koji utječe na kvalitetu trupa i mesa, iako bi stočni depo trebao biti mjesto za odmor i oporavak životinja od stresa nakon transporta u klaonicu. Treba izbjegavati miješanje nepoznatih životinja u stočnom depou (Karlsson i Landstrom, 1992.) jer to može biti uzrok borbi između životinja i pojave modrica i ozljeda na trupu. Borba između nepoznatih životinja dolazi zbog uspostavljanja nove socijalne hijerarhije (Warriss, 1996.b). Najčešće su borbe između životinja nakon 40 – 60 minuta od dolaska u stočni depo, a zatim postepeno jenjavaju, tj. nižeg su intenziteta. Borbe između životinja dovode do ozljeda kože koje umanjuju vrijednost njihova trupa (Faūcitano, 2001.). Ako je nemoguće izbjeći miješanje nepoznatih životinja, treba smanjiti veličinu skupine, jer se tako smanjuje agresivnost životinja. Manje skupine od najviše 15 svinja, smanjuju agresivnost, a životinje se više odmaraju (Barton-Grade, 1997.). Do sličnog zaključka su došli Rabaste i sur. (2007.) jer su utvrdili da svinje u skupini od 30 životinja više vremena provode stojeći, u borbi s udarcima i ugrizima glavom, za razliku od 10 svinja u skupini, pri istoj naseljenosti (0,59 m<sup>2</sup>).

Važna je, također, gustoća naseljenosti u stočnome depou jer to utječe na ponašanje svinja. Pri većoj gustoći naseljenosti u stočnom depou zapažen je manji broj borbi a pri manjoj gustoći naseljenosti veći broj borbi jer veći broj svinja dolazi u međusobni kontakt. Preporuča se da kod kraćeg boravka gustoća naseljenosti bude veća (0,42 m<sup>2</sup> po svinji), a kod dužeg boravka manja (0,66 m<sup>2</sup> po svinji). Borbu među svinjama potiče i dugi period gladovanja (Brown i sur., 1999.). Neke svinje su agresivnije ili osjetljivije na stres, što utječe na stupanj ozljeda (Bolhuis i sur., 2005.). Na agresivnost, također, utječe genotip i spol svinje. Najagresivniji su nerastovi (Brown i sur., 1999.).

Ozljede na trupu umanjuju njegovu ekonomsku vrijednost. Oblik i mjesto ozljeda na trupu govori o njihovom uzroku. Ozljede na glavi i lopaticama u obliku zareza, dužine 5 - 10 cm, posljedica su borbi svinja u stočnome depou, dok su ozljede na zadnjem dijelu trupa, pak, posljedica grubog postupka ljudi sa svinjama, tj. upotrebe električnog goniča i štapa. Kod upotrebe štapa na butovima i leđima nastaju duge, ravne i pravokutne ozljede u obliku „zareza“, duge 10 - 15 cm, a široke 0,5 - 1,0 cm (Faucitano,

2001.). Vrijeme nastanka ozljeda može se procijeniti na temelju njihove boje koja se mijenja od crvene prema žutoj (Gracey, 1986.). Stres i ozljede koje se pojavljuju ranije prije klanja dovesti će do češće pojave TČS mesa, dok stres i ozljede nastale neposredno prije klanja dovode do pojave BMV mesa (Guardia i sur., 2009.).

Optimalno vrijeme boravka svinja u stočnom depou je 2 - 3 sata (Miligan i sur., 1998., Warriss i sur., 2003.b). Nakon toga vremena razina kortizola u krvi svinja opada do temeljnih vrijednosti (Perez i sur., 2002.). Odmor svinja u stočnom depou poboljšava kvalitetu mesa bez obzira na dužinu transporta (Fortin, 2002.). Nakon odmora od jednog do tri sata u stočnom depou, svinje se smiruju, a pojava BMV mesa je manja (Perez i sur., 2002.). Nakon dužeg boravka u stočnom depou, pak, povećava se agresivnost svinja, stupanj oštećenja kože i pojava TČS mesa (Nanni Costa i sur., 2002.). Nije preporučljivo klati svinje neposredno nakon istovara i kraćeg boravka (15 - 60 minuta) u stočnome depou jer su svinje uznemirene i iscrpljene, imaju hipertermiju i povećanu količinu mliječne kiseline u mišićima, što je uzrok češće pojave BMV mesa (Owen i sur., 2000.; Shen i sur., 2006.). Vrijeme boravka svinja u stočnome depou ovisi o stupnju stresa koji su svinje doživjele tijekom transporta, o uvjetima u stočnom depou i miješanju nepoznatih životinja (Warriss, 2003.).

U stočnom depou svinjama treba osigurati stalni pristup pitkoj vodi i hrani, ako je boravak u stočnom depou duži od 12 sati. Poželjno je svinje i tuširati jer se one tako rashlađuju, čiste i smiruju, a trupovi su nakon klanja manje kontaminirani mikroorganizmima. Nakon tuširanja stereotipije kod svinja su manje izražene (Weeding i sur., 1993.) i lakše se s njima postupa prije klanja.

### **Omamljivanje svinja**

Prije klanja, u cilju zaštite dobrobiti, svinje moraju biti omamljene, u besvjesnom stanju i ne smiju osjećati bol, sve dok ne nastupi gubitak moždanih funkcija zbog iskrvarenja. Omamljene životinje ne pokazuju uznemirenost, strah, bol i stres. Svinje se mogu omamljivati penetrirajućim Šermerovim pištoljem električnom strujom ili plinom. Ako se električna struja, uz pomoć elektroda, propušta samo kroz glavu, svinje su omamljene, a ako se struja propušta prvo kroz glavu, a zatim kroz srce, svinje se omamljuju i ubijaju (Grandin, 2010.a). Elektrode za omamljivanje treba postaviti pravilno na glavu kako bi struja prošla kroz mozak. Treba ih postaviti iza osnove ušnih školjki, ili između ušnih školjki i lateralnih kutova očiju, ili okomito, kada je jedna elektroda na tjemenu, s

druga ispod donje vilice. Ako se elektrode postave na vrat ili neko drugo mjesto, struja neće proći kroz mozak i izostat će omamljivanje (Grandin, 2011.). Elektrode se ne smiju postaviti niti na druge dijelove tijela, primjerice na oči ili ušne školjke. Elektrode treba postaviti čvrsto na tijelo, u protivnom životinja će osjetiti strujni udar i oglasiti se, što narušava dobrobit životinje, a u mesu takvih životinja uočiti će se točkasto krvarenje, zbog visokog krvnog pritiska i pucanja krvnih žila. Kliješta za omamljivanje se moraju čvrsto držati na tijelu svinje jer prekid prolaza električne struje oslabiti će njeno djelovanje. Za vrijeme omamljivanja ne smiju se elektrode pomicati po tijelu svinje. Za uspješno omamljivanje važna je jačina, napon i frekvencija električne struje te trajanje omamljivanja, kako bi životinja trenutno izgubila svijest i ostala u tom stanju do smrti. Grandin (2010.b) preporuča da jačina struje za svinje mase oko 100 kg bude najmanje 1,25 A, a za teže svinje 2,0 A ili više, napon struje od 220 V i frekvencija od 50 Hz. Sve češće se koriste uređaji za omamljivanje koji rade na 800 Hz, pri čemu je smanjena pojava točkastih krvarenja i bolja je kvaliteta mesa. Prema Uredbi EU 1099/2009 najmanja jakost struje za svinje je 1,3 A. Ova uredba je temeljni dokument prema kojem se životinje u EU danas omamljuju i usmrćuju. Uređaj za omamljivanje mora pokazivati jačinu i napon struje, kao i dužinu vremena omamljivanja. Električna struja mora biti dovoljno jaka da uzrokuje trenutni gubitak svijesti i epileptički napad prolaskom kroz mozak. Ako električna struja nije dovoljne jačine, svinja će osjetiti električni udar, bol i simptome srčanog udara, ali neće biti paralizirana (Grandin, 2010.b). Pravilno omamljena svinja ima epileptički napad, ne osjeća podražaje jer je u nesvjesnom stanju, dok visi na kolosijeku za klanje. Kod pravilno omamljene svinje, za vrijeme epileptičkog napada, prvo se javljaju tonični, a zatim klonični grčevi (Anil, 1991.). Tonični grčevi mišića traju 10 - 15 sekundi, kada životinjama treba prerezati krvne žile.

Tijekom epileptičnog napada oslobađaju se neurotransmiteri koji uzrokuju prekomjernu ekscitaciju živaca tako da životinja nije osjetljiva na bol. Svinje koje su pravilno omamljene vise na kolosijeku opružene, s opuštenom glavom. Ako životinja nije pravilno omamljena postaje svjesna i osjetljiva na bol, što pokazuje ritmičkim disanjem (pokreti rebra), treptanjem, oglašavaju se, nastoje podići glavu (refleks ustajanja) i osjetljive su na ubod igle u njušku. Nakon toničnih grčeva nastaju klonični grčevi nogu u obliku jakih udaraca, trčanja ili koračanja, koji traju oko 30 sekundi. Uspješnost omamljivanja treba promatrati na životinji. Spontano treptanje ukazuje

da je životinja osjetljiva. Tijekom iskrvarenja, zbog nedostatka kisika, životinje otvaraju usta, što je znak odumiranja mozga. Ako životinje pokazuju znakove svijesti nakon omamljivanja, ono se mora ponoviti, a tek nakon toga životinja se može iskrvariti. Pojava svijesti svinja nakon omamljivanja neprihvatljiva je s gledišta dobrobiti životinja. Isto tako, imobilizacija životinja električnom strujom, radi lakšeg rukovanja s njima, je nedopustiva jer je vrlo bolna, a životinje su svjesne (Grandin, 2010.b). Omamljivanje treba provoditi posebno obučeno i savjesno osoblje.

Kod nepravilnog omamljivanja učestalo je glasanje (skičanje) svinja, što je povezano s jačinom bola i razinom stresa. S porastom jačine bola povećava se učestalost oglašavanja svinja (Weary i sur., 1998.). Skičanje je visokofrekventno glasanje svinja koje upozorava na visok stupanj uzbuđenja, straha i boli, a traje najčešće 0,5 do 2,0 sekunde. Tijekom omamljivanja treba pratiti je li se svinja oglašava zbog apliciranja struje prije čvrstog postavljanja uređaja na tijelo, što uzrokuje strujni udar. Životinja koja je pravilno imobilizirana električnom strujom, ne osjeća bol, pa se niti ne glasa.

Svinje suvremenih mesnatih pasmina i hibrida pokazuju otpor pri kretanju do mjesta omamljivanja pa je primjena sile vrlo česta. Grub postupak sa životinjama može dovesti do BMV mesa, čak i kod stres - rezistentnih svinja. Pri tjeranju svinja u iznimnim situacijama koriste se štapovi i električni goniči. Upotreba električnih goniča uzrokuje stres u svinja, povisuje im se tjelesna temperatura, brzina otkucaja srca i disanje te koncentracija kortizola u krvi. Krajnji rezultat je povećanje laktata u krvi i slabija kvaliteta mesa. Također, upotreba električnih goniča uzrokuje oštećenja na koži i točkasta krvarenja u mesu. Češći strujni udari povećavaju i postotak nepokretnih svinja (Benjamin i sur., 2001.).

Svinje se najčešće omamljuju električnom strujom i ugljičnim dioksidom (Velarde i sur., 2000.). Koji je od ova dva načina omamljivanja bolji, i dalje se vodi rasprava. Omamljivanje strujom može se provesti samo prolaskom struje kroz mozak ili prolaskom kroz mozak, a zatim kroz prsa, čime prestaje rad srca. Nedostaci prvog načina omamljivanja su ubrzana glikoliza u mišićima zbog toničnih i kloničnih grčeva, točkasta krvarenja u mišićima i prijelomi kostiju nogu zbog snažnih kontrakcija mišića. Prednost omamljivanja prelaskom struje kroz mozak i srce je jer izostaju tonični i klonični grčevi mišića i smanjena je mogućnost točkastih krvarenja jer srčani udar sprječava povišenje krvnog pritiska (Chevilla, 2001.). Pravilnim omamljivanjem električnom strujom onemogućava se i povratak svijesti životinje.

Općenito, nedostaci omamljivanja električnom strujom su često nedovoljni stupanj omamljenosti, kraće trajanje nesvjesnog stanja, pojava točkastog krvarenja u mesu i slabija kvaliteta mesa (Warriss, 2000.). Slabija kvaliteta mesa ogleda se u bržem padu pH vrijednosti nakon klanja i slabijoj sposobnosti zadržavanja vode. Omamljivanje strujom uzrokuje veći stupanj stresa i intenzivniju glikolizu u mišićima zbog oslobađanja kateholamina i povećane mišićne aktivnosti.

Omamljivanje svinja ugljičnim dioksidom prema Uredbi Vijeća EU 1099/2009, se izvodi izlaganjem svjesnih životinja smjesi plina koji sadrži više od 80% ugljičnog dioksida. Omamljivanje svinja primjenom ugljičnog dioksida provodi se najčešće u komorama za omamljivanje, a može se provoditi i u jamama, tunelima, spremnicima ili zgradama koje su prethodno zapečaćene. Nakon ulaska u komoru za omamljivanje životinje treba dovesti do točke maksimalne koncentracije plina što brže i držati ih tamo dok ne nastupi smrt, ili dok ne dođu u stanje potpune neosjetljivosti koja će trajati do smrti uslijed iskrvarenja. Svinje treba prilikom omamljivanja izložiti visokim koncentracijama ugljičnog dioksida (višim od 80%), kako bi se stres kod životinja prije nego izgube svijest sveo na najmanju moguću mjeru. Optimalno vrijeme izlaganja svinja pri ovako visokim koncentracijama plina je 1 do 3 minute, nakon čega postupak prerezivanja krvnih žila i iskrvarenje mora započeti unutar 30 do 60 sekundi. Komore za omamljivanje svinja moraju biti dizajnirane, napravljene i održavane tako da se izbjegnu ozljede i stres kod životinja. Svinje u komori moraju imati dovoljno mjesta da legnu, bez da se slažu jedna na drugu, a komora mora biti adekvatno osvijetljena kako bi životinje vidjele jedna drugu i svoju okolinu. Prema Uredbi Vijeća EU 1099/2009, komora mora biti opremljena i uređajima za mjerenje, prikazivanje i bilježenje koncentracije plina u točki najveće izloženosti životinja plinu, vremenu izlaganja te za davanje svjetlosnog i zvučnog upozorenja ako koncentracija ugljičnog dioksida padne ispod zahtijevane razine.

Prednost omamljivanja ugljičnim dioksidom je što je smanjena pojava točkastih krvarenja u mišićima (Velarde i sur., 2001.).

Pojava blijedog, mekanog i vodnjikavog mesa češće je pri omamljivanju svinja strujom u odnosu na omamljivanje ugljičnim dioksidom (Meisinger, 2002., Chanon i sur., 2002.). Suprotno tome, Hambrecht i sur. (2003.), i Hambrecht i sur. (2004.) utvrdili su bolju kvalitetu mesa od svinja omamljenih strujom u odnosu na ono od svinja omamljenih ugljičnim dioksidom, ukazujući da je omamljivanje ugljičnim dioksidom puno stresnije za svinje jer su utvrdili

veće količine epinerfina i norepinerfina u njihovoj krvi. Svaki od načina omamljivanja uzrokuje fiziološki stres u svinja i, posljedično, pogoršanje kvalitete mesa. Treba pronaći nove načine omamljivanja koji neće pogoršati kvalitetu svinjskog mesa.

### Iskrvarenje svinja

Iskrvarenje omamljenih svinja mora započeti što brže i potpuno, kako im se ne bi vratila svijest. Iskrvarenje svinja se provodi ubodom u prsa, presijecanjem *Truncus brachiocephalicus*. Svinja izgubi oko 30 - 60% od ukupne količine krvi, a treba iskrvariti do 15 sekundi nakon omamljivanja (Anil, 1991.). Brzim iskrvarenjem omamljenih svinja može se značajno smanjiti stvaranje laktata, opadanje pH i pojava BMV mišićja.

### FIZIOLOŠKI I PONAŠAJNI POKAZATELJI STRESA

Između postupaka sa životinjama, tj. stupnja stresa i fizioloških parametara postoji povezanost. Životinje tijekom stresa pokušavaju održati homeostazu preko fizioloških i ponašajnih promjena, pa se za procjenu stupnja stresa kod životinja mogu mjeriti fiziološki i ponašajni pokazatelji (Nanni Costa, 2009.).

Od fizioloških parametara može se mjeriti razina glukoze u krvi, hormona kortizola, kreatin - kinaze, adrenalina te količina laktata.

Pod utjecajem stresora razina glukoze u krvi svinja se povećava kao posljedica glukoneogeneze potaknute lučenjem kortizola iz kore nadbubrežne žlijezde. Fiziološke vrijednosti koncentracije glukoze u krvi svinja su 4 - 6,38 mmol/l.

U svinja pod stresom količina laktata raste naglo zbog potrebe za energijom, a kao posljedica anaerobne glikolize. Laktat nastaje u uvjetima kada je potreba za energijom u mišićima veća od sposobnosti prijenosa kisika. Laktat se transportira u jetru i tamo glukoneogenezom vraća u glukozu.

Razina stresa može se mjeriti određivanjem koncentracije hormona adrenalina i noradrenalina iz srži nadbubrežne žlijezde i krajeva simpatičkih živčanih vlakana, ali je mjerenje njihove koncentracije otežano zbog kratkog poluživota. Ovi hormoni doprinose povećanju broju otkucaja srca i arterijskog pritiska, ubrzavaju ritam disanja i pojačavaju mobilizaciju hranjivih sastojaka u krv (Alvarez i sur., 2009.). Oslobođanje adrenalina utječe na metabolizam mišića, a time i na kvalitetu mesa. Adrenalin stimulira razgradnju glikogena u aktivnim mišićima (Febbraio i sur., 1998.) i sprječava sintezu glikogena u relaksiranim i aktivnim mišićima (Hunt i sur., 2002.). Pri fizičkom naporu životinja prije klanja dolazi i do povećanja tjelesne temperature (Hencel i sur., 2000., Rosevold i Andersen, 2003.), ubrzane glikogenolize

u mišićima (Starkie i sur., 1999.) i brzog opadanja pH vrijednosti mišića postmortalno (Astruc i sur., 2002.).

Za brzo opadanje stupnja stresa u životinja može se mjeriti i koncentracija kortizola kojeg luči kora nadbubrežne žlijezde. Kortizol je hormon nadbubrežne žlijezde koji povećava glukoneogenezu. Vrijednosti kortizola dosta variraju između životinja iste vrste, ali i tijekom dana kod iste životinje. Najveće vrijednosti kortizola su u jutarnjim, a najmanje u večernjim satima. Povećanje kortizola u krvi može biti uzrokovano fizičkom aktivnošću, hranidbom, promjenom sredine, a da dobrobit životinje nije ugrožena. Lučenje hormona kortizola vremenski je uvjetovano, jer mora proći 15 - 20 minuta od stresnog stimulansa da bi kortizol postigao maksimalne vrijednosti, a one se održavaju u krvi povećane više sati (Merlot i sur., 2010.). Zbog toga, teško je utvrditi koji čimbenik i kada je uzrokovao povećano lučenje kortizola. Vrijednosti kortizola u plazmi svinja dosta variraju u istraživanjima pojedinih autora. Hambrecht i sur. (2004.) navode koncentraciju od 67,9 do 80,8 ng/ml (konvertirano: 215,92 do 256,94 nmol/l), Hemsworth i sur. (2002.) navode koncentraciju od 45,0 do 279,0 nmol/l, Perez i sur. (2002.) koncentraciju od 77,8 do 98,7 ng/ml (konvertirano: 99,66 do 126,43 nmol/l). Varijacije razine kortizola nisu dovoljno siguran pokazatelj stresa, već je potrebno pratiti i ostale čimbenike (fiziološke, ponašajne i druge).

Kortizol stimulira glukoneogenezu povećavajući koncentraciju glukoze u krvi, inhibira sintezu bjelančevina, a stimulira njihovu razgradnju te povećava deponiranje masti na štetu sadržaja bjelančevina u mišićima i kostima. Kronično povećanje koncentracije kortizola odražava se negativno na funkciju mišićnih vlakana i stanica imuniteta te na metabolizam u kostima (Kraemer i sur., 2005.).

Tijekom stresa ubrzavaju se katabolički procesi, zbog čega raste koncentracija glukoze, slobodnih masnih kiselina, ketonskih tijela i uree u krvi. Razina bjelančevina u krvi životinja, uzetih na farmi prije transporta i u klaonici, bio je povezan sa stupnjem stresa, uzrokovan različitim postupcima i količinom lezija prije klanja (Nielsen i sur., 2003.).

Razina enzima kreatin - fosfokinaze također je važan indikator stresa u svinja. Utvrđene su veće koncentracije ovoga enzima u transportiranim životinja prije klanja (Warriss i sur., 1994.). Ovaj enzim katalizira reakciju kreatina i adenozin trifosfata (ATP) pri čemu nastaje kreatin fosfat i adenoindifosfat (ADP). Fosfokreatin služi kao brzi izvor regeneracije ATP-a.

Niti jedan od fizioloških pokazatelja nije potpuno pouzdan u praćenju razine stresa u svinja. Zbog toga je pronalaženje alternativnih parametara vrlo važno

za objektivnu procjenu stupnja stresa životinja i proizvodnih sustava koji na njega utječu. Jedan od novijih fizioloških parametara je i određivanje proteina akutne faze (Acute phase protein – APP). Glavni APP (Heptaglobin – Hp, Serum amiloid A – SAA, C – reaktivni protein, CRP i Pig – Map) mogu se koristiti za procjenu zdravlja i dobrobiti svinja na farmama i u klaonici (Dalmau i sur., 2009.).

Promjene ponašanja svinja također mogu upućivati na stupanj stresa u svinja. Svinje tijekom transporta i u stočnome depou imaju različito ponašanje od onoga na farmi. Novi oblik ponašanja reakcija su na nove stresore. Pri utovaru u transportno sredstvo svinje se opiru, vraćaju se nazad, penju se jedna na drugu, kližu i padaju. U transportnom sredstvu prevladava istraživačko ponašanje jer svinje traže mjesto za odmor i ležanje. Tijekom transporta većina svinja leži, što ovisi o naseljenosti u kamiona i o dužini transporta. Pri dolasku u stočni depo ponovo vlada istraživačko ponašanje i pijenje vode, a zatim se postupno povećava broj svinja koje leže. Za oko jedan sat boravka u stočnom depou većina (70 – 90%) svinja leži (Rabaste i sur., 2007.). Na ponašanje svinja u stočnom depou utječe i temperatura. Pri nižim temperaturama manji broj životinja leži, nego li pri višim temperaturama, kada se odmaraju. Nepoznate životinje u stočnom depou se međusobno grizu, udaraju glavom i bore. Pri upućivanju iz depoa na klanje svinje se, također, opiru, kreću unazad, zaskakuju se međusobno, kližu, padaju i učestalo se oglašavaju. Učestalost (razina) oglašavanja može biti indikator stupnja stresa svinja i ugroženost njihove dobrobiti, kao i učestalost uriniranja i defeciranja. Objektivni pokazatelji dobrobiti (stresa) životinja dobiju se mjerenjem broja životinja koje se pokliznu i padnu, broja životinja koje je potrebno poticati na kretanje na putu do mjesta klanja i učestalost glasanja (Anonimno, 2017.). Za praćenje ponašanja svinja i stupnja njihove dobrobiti (stresa) treba u klaonicama odabrati određena kritična mjesta, kao što su istovarne rampe, glavni putovi i zavojita mjesta, put do mjesta za omamljivanje, ulaz na mjesto za omamljivanje, mjesto za omamljivanje i bilježiti događaje za svaku životinju. Treba bilježiti broj životinja koje su se pokliznule i pale, broj životinja koje su se morale potaknuti goničem na kretanje i učestalost i jačinu glasanja životinja. Svinje mogu na kritičnim mjestima pokazivati „učinkovita ponašanja“ i „neučinkovita ponašanja“. „Učinkovito ponašanje“ uključuje hodanje prema naprijed, čekanje, korištenje stepenica i polako kretanje naprijed (Anonimno, 2011.). Ovaj oblik ponašanja ukazuje da se svinje dobro kreću kroz sustav klaonice. „Neučin-

kovita ponašanja“, kao što su zaustavljanje, nećkanje, izbjegavanje, zaglavljivanje, kretanje unatrag, guranje, koračanje na mjestu i okretanje ukazuju da se svinje ne kreću dobro kroz sustav klaonice. Visok postotak „neučinkovitih ponašanja“ ukazuje na problem u sustavu rada klaonice koji zahtijeva ispravljanje (Petak i Mikuš, 2011.).

## PROMJENE U MIŠIĆIMA I MESU DJELOVANJEM STRESORA

Promjene u organizmu i mišićima svinja djelovanjem stresora detaljno su opisali Senčić i sur. (1988.a) i Senčić i sur. (1989.b). Za vrijeme stresa izuzetno je povećana glikoliza u cilju osiguranja dodatne energije. Zbog intenzivnijeg metabolizma i pojačanih kontrakcija mišića za vrijeme stresa, veća je potreba za pojačanim protokom krvi, odnosno kisikom. Pojačana cirkulacija krvi često ne donosi dovoljno kisika te mišići dolaze u stanje hipoksije. U anaerobno stanje najprije dolaze mišići u kojima dominiraju bijela mišićna vlakna, kod kojih je širok put difuzije (veći promjer) i mala količina mioglobina (depo kisika), a to su dugi leđni mišić i butno mišićje. Zbog toga su patološke promjene i pojava BMV sindroma i najčešći u ovim mišićima.

S porastom stupnja selekcije svinja došlo je do smanjivanja broja crvenih i porasta broja bijelih mišićnih vlakana u mišićima. Bijela mišićna vlakna su većeg promjera, sadrže manje mioglobina, a više citokroma, miofibrili su manjeg promjera i razmješteni su u više sarkoplazme, sadrže više karnozina i anserina, aktivnost fosforilaze im je veća, a aktivnost oksidativnih enzima manja, kontrahiraju se brzo i grčevito i neotporna su na zamaranje. Bijela mišićna vlakna dominiraju u dugom leđnom mišiću (*M. longissimus dorsi*) i većini butnih mišića. U navedenim mišićima dominira anaerobna glikoliza, brzo oslobađanje energije i kratkotrajne kontrakcije. Pojava BMV sindroma, u stresnim stanjima, najčešće se javlja u ovim mišićima. Veći broj i veći promjer bijelih mišićnih vlakana, u značajnoj je korelaciji sa slabijom kvalitetom mesa.

U crvenim (tamnim) mišićima dominiraju crvena mišićna vlakna. Oni sadrže više mioglobina koji funkcionira kao depo kisika, kojega, pod određenim pritiskom, prima iz krvotoka, a zatim predaje citokromu. Kod svjetlih mišića citokromi primaju kisik direktno iz kapilara. Zbog mehanizma djelovanja kisika tamni mišići, pri djelovanju stresora, sporije dolaze u anaerobno stanje.

Zbog većeg broja bijelih mišićnih vlakana i ekstremno razvijenog mišićja, malog srca i slabe cirkulacije krvi, mišićno tkivo suvremenih mesnatih pasmina i njihovih križanaca često je nedovoljno opskrbljeno kisikom (hipoksija) te se pri mišićnom opterećenju



energija dobija isključivo anaerobnom glikolizom, koja može dovesti do acidoze tkiva, oštećenja mišićnih vlakana i pojave miopatija.

U anaerobnim uvjetima glikoliza ne teče do krajnjih produkata – ugljičnog dioksida i vode (aerobni put glikolize), već preko piruvata do mliječne kiseline. Kada je količina stvorene mliječne kiseline velika za neutraliziranje u jetri ili utrošak u srcu, nastaje acidoza koja može biti uzrok kardiogenog šoka i smrti. Povećana kiselost u mišićima aktivira otpuštanje kalcijevih iona iz sarkoplazmatskog retikuluma, odnosno mitohondrija koji podstiču funkciju ATP-aze i time ubrzavaju proces razgradnje ATP-a. Brzom razgradnjom ATP-a oslobađa se puno topline, što utječe na povećanje temperature mišića čak za 2 – 4 °C, tako da 1 sat post mortalno može biti i 40 °C. Glikoliza najčešće traje dok se ne potroše rezerve glikogena ili ne postigne stupanj kiselosti koji zakoči djelovanje enzima glikolize (pH = 5,4 – 5,5).

Povišena temperatura i povećana kiselost mišića uzrokuje denaturaciju bjelančevina, miofibrili postaju zbijeniji te se iz njih istiskuje više vode, što je uzrok opadanja sposobnosti zadržavanja vode u mišićima.

Opisanim procesom nastaje BMV meso koje je ograničeno na mišićje buta i dugi leđni mišić, a rjeđe i na tamno mišićje plečke svinja. BMV meso nije fiziološki manje vrijedno, ali su mu tehnološka i senzorna svojstva uvijek lošija. Slabija tehnološka vrijednost BMV mesa ogleda se u povećanom kaliranju tijekom hlađenja i smrzavanja, za vrijeme dimljenja, sušenja, kuhanja i pečenja i u nedovoljnoj apsorpciji sastojaka salamure.

Stres – rezistentne svinje mogu se oduprijeti djelovanju i relativno snažnijih stresora. One su u stanju da procesom glikolize utroše sav glikogen u mišićima, a stvorenu mliječnu kiselinu odstrane iz mišića. Zbog toga, post mortem dolazi do smanjenog intenziteta glikolize pa, prema tome, i malog stvaranja mliječne kiseline. Visoki pH u ovim mišićima ne izaziva promjenu strukture bjelančevina, zbog čega svjetlost dublje prodire u mišić, gdje ju apsorbira više pigmenta te se mišić čini tamniji. Meso s visokim pH (iznad 6,2) ima tamnu boju, čvrstu konzistenciju i, zbog dobrog vezanja vode, suhu i ljepljivu površinu (TČS). Prema tome, u zavisnosti o dužini djelovanja i intenzitetu stresora, kao i stupnju osjetljivosti životinja stresno stanje može dovesti do BMV ili TČS mesa.

Pojava TČS mesa može nastati i kod stres - osjetljivih svinja u crvenim mišićima s izraženim oksidativnim (aerobnim) metabolizmom, ako su životinje nakon stresa bile duže vrijeme u depou klaonice, što je omogućilo eliminiranje stvorene mliječne kiseline, ali nije došlo do obnavljanja rezervi glikogena. Nedostaci TČS mesa su: tamna boja, čvrst i suh izgled,

slabiji okus i visoki pH pogodan za razmnažanje bakterija, odnosno brzo kvarenje.

## ZAKLJUČAK

Kvaliteta svinjskoga mesa ovisi kako o genetskim, tako i o negenetskim čimbenicima. Od negenetskih čimbenika posebno se ističe utjecaj različitih stresora koji dovode do stresa u svinja i, posljedično, do loše kvalitete mesa. Osim toga, životinjama pod stresom ugrožena je dobrobit, a potrošači mesa sve više traže meso od životinja koje su uzgajane, transportirane i zaklane na što humaniji način, sa što manjim stresom. Stres u svinja prije klanja može dovesti i do iznenadnih uginuća, točkastih krvarenja u mesu, modrica i oštećenja kože, krvnih podljeva, slomljenih kostiju, razvoja nedostataka kvalitete mesa (BMV, TČS meso) i kontaminacije trupova patogenim mikroorganizmima. Pravilnim postupcima sa svinjama prije klanja mogu se negativne posljedice stresa u svinja svesti na što manju mjeru, i tako, povećati dohodak proizvođača i prerađivača svinjskoga mesa, poboljšati dobrobit životinja i zadovoljiti zahtjeve potrošača.

## LITERATURA

- Anil, M. H. (1991):** Studies on the return of physical reflexes in pigs following electrical stunning. *Meat Science* 30, 13-21
- Anonimno (2007):** Pravilnik o zaštiti životinja tijekom prijevoza i s prijevozom povezanih postupaka (NN 7/2007)
- Anonymus (2009):** Welfare Quality® Assessment Protocol for pigs (sows and piglets, growing and finishing pigs)
- Anonimno (2011):** Pravilnik o zaštiti životinja u vrijeme usmrćivanja (NN 83/2011)
- Anonimno (2017):** Zakon o zaštiti životinja (NN/102/07)
- Anonymus (2009):** COUNCIL REGULATION (EC) No 1099/2009 of 24 September 2009 on the protection of animals at the time of killing. *Official Journal of the European Union*
- Alvarez, D., M. D. Garrido, S. Banon (2009):** Influence of Pre-slaughter Process on Pork Quality: An overview. *Food Reviews International* 25, 233-250
- Astruc, T., A. Talmant, X. Fernandez, G. Monin (2002):** Temperature and catecholamine effect on metabolism of perfused isolated rabbit muscle. *Meat Science* 60, 287-293
- Averos, X., T. G. Knowles, S. N. Brown, P. D. Waris, L. F. Gonsálvez (2008):** Factors affecting the mortality of pigs being transported to slaughter. *Veterinary Record* 163, 386-390
- Barton-Gade, P. (1996):** The effects of pre-slaughter handling on meat quality of pigs. In: P. D. Cranwell (ed), *Manipulating pig production VI*, Melbourne, Australia: S. R. Frankland, 100-123
- Benjamin, M. E., H. N. Gonyou, D. J. Ivers, L. F. Richardson, D. J. Jones, J. R. Wagner, R. Seneriz, D. B. Anderson (2001):** Effects of animal handling method on the incidence of stress responses in market swine in a model system. *J. Anim. Sci.* 79 (1), 279

- Bidner, B. S. (2003):** Factors Impacting Pork Quality And Their Relationship To Ultimate P. H. PhD Thesis, Department of Animal Science. University of Illinois at Urbana-Champaign, IL.
- Bolhuis, J. E., W. G. P. Schouten, J. W. Schrama, V. M. Weigant (2005):** Behavioural development of pigs with different coping characteristics in barren and substrate-enriched housing conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 93, 213-228
- Brown, S. N., T. G. Knowles, J. E. Edwards, P. D. Wariss (1999):** Relationship between food deprivation before transport and aggression in pigs held in lairage before slaughter. *Veterinary Record* 145, 630-634
- Cannon, J. E., J. B. Morgan, J. Heavner, F. K. Mc. Keith, G. C. Smith, D. L. Meeker (1995):** Pork quality Audit: A review of the factors influencing pork quality. *J. Muscle Food* 6, 369-402
- Channon, H. A., A. M. Payne, R. D. Warner (2001):** Comparison of CO<sub>2</sub> stunning with manual electrical stunning (50 Hz) of pigs on carcass and meat quality. *Meat Science* 60, 63-68
- Chevillon, P. (2001):** Pig welfare during pre-slaughter and stunning. *Proceedings of the 1st International Virtual Conference of Pork Quality*, Concordia, Brazil, 154-158
- Cockram, M. S. (2007):** Criteria and potential reasons for maximum journey times for farm animals destined for slaughter. *Applied Animal Behaviour Science* 106, 234-243
- Dalmou A., A. Velarde, M. Gispert (2009):** Standardisation of the measure „meat quality“ to assess the welfare of pigs at slaughter. *Welfare quality Reports*, 10
- Faucitano, L. (2001):** Causes of skin damage to pig carcasses. *Canadian Journal of Animal Science* 81, 39-45
- Febbraio, M. A., D. L. Lambert, R. L. Starkie, J. Proietto, M. Hargreaves (1998):** Effects of epinephrine in trained man. *J. Appl. Physiol.* 84, 465-470
- Fernandez, X., M. C., Maunier-Salaun, P. Ecolan, P. Mormede (1994):** Interactive effect of food deprivation and behaviour on blood parameters and muscle glycogen in pigs. *Physiology & Behaviour* 58, 337-345
- Fortin, A. (2002):** The effect of transport time for the assembly yard to the abattoir and resting time at the abattoir on pork quality. *Canadian J. Anim. Sci.* 82, 141-150
- Gispert, M., L. Faucitano, M. A. Oliver, M. D. Guàrdia, C. Coll, K. Siggins, K. Harvey, A. Diestre (2009):** A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Sci.* 55 (1), 97-106
- Gracey, J. F. (1986):** *Meat Hygiene*. Bailliere Tindall, London, UK, 139
- Grandin, T. (2003):** The welfare of pigs during transport and slaughter. *Pig News Inf.* 24, 83-90
- Grandin, T. (2010a):** Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat Science* 86, 56-65
- Grandin, T. (2010b):** *Recommended Animal Handling Guidelines and Audit Guide*. American Meat Institute Foundation, Washington, D. C.
- Grandin, T. (2011):** Electric Stunning of Pigs and Sheep. (<http://grandin.com/humane/elec.stun.html>)
- Guardia, M. D., J. Estany, S. Balasch, M. A. Oliver, M. Gispert, A. Diestre (2004):** Risk assessment of PSE condition due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. *Meat Science* 67, 471-478
- Guardia, M. D., J. Estany, S. Balasch, M. A. Oliver, M. Gispert, A. Diestre (2005):** Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. *Meat Science* 70, 709-716
- Guardia, M. D., J. Estany, S. Balasch, M. A. Oliver, M. Gispert, A. Diestre (2009):** Risk assessment of skin damage due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. *Meat Science* 81, 745-751
- Hambrecht, E., J. J. Eissen, M. W. A. Verstegen (2003):** Effect of processing plant on pork quality. *Meat Science* 64, 125-131
- Hambrecht, E., J. J. Eissen, I. J. Nooijen, B. J. Ducro, C. H. M. Smits, L. A. den Hartog, M. W. Verstegen (2004):** Preslaughter stress and muscle energy largely determine pork quality at two commercial processing plants. *J. Anim. Sci.* 82, 1401-1409
- Hemsworth, P. H., J. L. Barnett, C. Hofmeyr, G. J. Coleman, S. Dowling, J. Boyce (2002):** The effects of fear of humans and pre-slaughter handling on the meat quality of pigs. *Aust. J. Agric. Res.* 53, 493-501
- Hencel, P., A. Karlsson, N. Oksbjerg, J. S. Petersen (2000):** Control of post mortem pH decrease in pig muscles: Experimental design and testing of animal models. *Meat Science* 55, 131-138
- Hristov, S., R. Bešlin (1991):** Stres domaćih životinja. Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun, Beograd
- Hunt, D. G., Z. Ding, J. L. Ivy (2002):** Propanolol prevents epinephrine from limiting insulin-stimulated muscle glucose uptake during contraction. *J. Appl. Physiol.* 93, 697-704
- Jensen, P. (2009):** *The Ethology of Domestic Animals*, 2nd Edition: An Introductory Text. CAB International
- Jensen, P. (2009):** Ponašanje domaćih životinja, prema 2. engleskom izdanju. Urednici: Pavičić, Ž., K. Matković, 2014. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
- Karlson, A., K. Landström (1992):** Meat quality in pigs reared in groups kept as a unit during the fattening period and slaughter. *Animal production* 54, 421-426
- Kraemer, W. J., D. N. French, B. A. Spiering, J. S. Valek, M. J. Sharman, N. A. Rataness (2005):** Cortisol supplementation reduces serum cortisol responses to physical stress. *Metabolism* 54, 657-668
- Meisinger, D. (2002):** A system for assuring pork quality. National Pork Board, USA
- Merlot, E., A. M. Mounier, A. Prunier (2010):** Endocrine response of gilts to various common stressors: a comparison of indicators and methods of analysis. *Physiol. Behav.* 1 (3-4), 254-265
- Mikuš, T., I. Petak (2010):** Animal welfare and meat quality. *Meso* 12 (1), 41-44
- Mikuš, T. (2011):** Procjena dobrobiti u klaonici svinja. *Meso* 13 (5), 337-339
- Mikuš, T., B. Njari, M. Bratulić, Z. Kozačinski, L. Kozačinski (2011):** Animal welfare assessment in pig abattoir. *Meso* 8 (5), 364-367
- Mikuš, T., O. Mikuš, L. Kozačinski, Ž. Mesić (2017):** Stavovi hrvatskih potrošača mesa prema proizvodima proizvedenima u skladu s dobrobiti životinja. *Meso* 4, 300-307

- Milligan, S. D., C. B. Ramsey, M. F. Miller, C. S. Kaster, L. D. Thompson (1998):** Resting of pigs and hot-fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. *J. of Anim. Sci.* 76, 74-86
- Muray , A., W. Robertson, F. Nattress, A. Fortin (2001):** Effect of preslaughter overnight feed withdrawal on pig carcass and muscle quality. *Canadian Journal of Animal Science* 81, 89-97
- Nanni Costa, L., D. P. Lo Fiego, S. Dal'Olivo, R. Davoli, V. Russo (2002):** Combined effects of preslaughter treatments and lairage time of carcass and meat quality in pigs with different halothane genotype. *Meat Science* 61, 41-47
- Nanni Costa, L. (2009):** Short-term stress: the case of transport and slaughter. *Ital. J. Anim. Sci* 8, 241-252
- Nielsen, J. P., H. H. Petersen, K. S. Pedersen (2003):** Effects of handling, transport, lairage and slaughter findings on porcine serum haptoglobin and C-reactive protein, *Animal Welfare and Acute Phase Proteins*. In: Proc. 4th European Colloquium of Acute Phase Proteins, Segoria, Spain, 96
- Njari, B., B. Mioković, L. Kozačinski, V. Dobranić, I. Filipović, T Mikuš (2012):** Zahtjevi dobrobiti i kakvoća mesa. *Meso* 1,58-61
- Owen, B. L., J. L. Montgomery, C. B. Ramsey, M. F. Miller, (2000):** Preslaughter tasting and hot-fat trimming on the incidence of pale, soft, and exudative (PSE) pork and ham processing characteristic. *Meat Science* 54, 221-229
- Perez, M. P., J. Palacio, M. P. Santolaria, M. C. Del Acena, G. Chacon, M. T. Verde, J. H. Calvo, M. P. Zaragoza, M. Gascon, S. Garcia Berlingüer (2002):** Influence of lairage time on some welfare and meat quality parameters in pigs. *Veterinary Research* 33, 239-250
- Petak, I., T. Mikuš (2011):** Procjena dobrobiti životinja u klaonikama. *Meso* 13 (1), 43-49
- Rabaste, C., L. Faucitano, L. Saucier, P. Mormede, J. A. Correa, A. Gigüere, R. Bergeron (2007):** The effects of handling and group size on welfare of pigs in lairage and their influence on stomach weight, carcass microbial contamination and meat quality. *Can. Journal Animal Science* 87, 3-12
- Rosenvold, K., H. J. Andersen (2003):** The signification of pre-slaughter stress and diet on colourstability of pork. *Meat Science* 63, 199-209
- Selye, H. (1936):** A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature* 138, 32-33
- Senčić, Đ., G. Kralik (1988):** Stres-sindrom u svinja (PSS). *Agromski glasnik* 4, 63-75
- Senčić, Đ., E. Trušček, B. Berić (1989a):** Stres i stresori u intenzivnom uzgoju svinja. *Stočarstvo* 43 (3-4), 147-156
- Senčić, Đ., A. Petričević, G. Kralik (1989b):** Stres kod svinja i kvaliteta svinjskog mesa. *Stočarstvo* 43 (5-6), 259-268
- Shen, Q. W., W. J. Means, W. A. Thompson, K. R. Underwood, M. J. Zhn, R. J. Mc Cormick, S. P. Ford, M. Du (2006):** Pre-slaughter transport, AMP-activated protein kinase, glycolysis, and quality of pork loin. *Meat Science* 74, 388-395
- Velarde, A., M. Gispert, L. Faucitano, X. Manteca, A. Diestre (2000):** The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and haemorrhages in pork carcasses. *Meat Science* 55, 309-314
- Velarde, A., M. Gispert, L. Faucitano, P. Alonso, X. Manteca, A. Diestre (2001):** The effect of stunning procedure and the halothane genotype on meat quality and incidence of hemorrhages in pigs. *Meat Science* 58, 313-319
- Warriss, P. D., S. N. Brown (1994):** A survey of mortality in slaughter pigs during transport and lairage. *Vet. Rec.* 134, 513-515
- Warriss, P. D. (1996):** The consequences of fighting between mixed groups of unfamiliar pigs before slaughter. *Meat Focus International* 5, 89-92
- Warriss, P. D. (2000):** Meat Science ; an introductory text, CAB International, New York
- Warriss, P. D. (2003):** Optimal lairage time and conditions for slaughter pigs. *Veterinary Record* 153, 170-176
- Weary, D. M., L. A. Braithwaite, D. Fraser (1998):** Vocal response to pain in piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 56, 161-172
- Weeding, C. M., H. J. Guse, R. H. C. Penny (1993):** Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs: the use of water sprays in lairage. *Animal Production* 56, 393-397

Dostavljeno:11.9.2018.

Prihvaćeno: 28.11.2018.

## Relationship between stress and meat quality in pigs

### SUMMARY

*An intensive and unilateral selection directed at greater meatiness caused a change in pigs' neurohormonal condition and resulted in the instability of their homeostasis, a greater tendency for stress and a decrease in meat quality. The quality of pork depends on the interaction of genetic and non-genetic factors. The influence of different stressors that cause stress in pigs and, consequently, lead to poor quality meat is considered the most significant among the non-genetic factors. In addition, stress in animals results in their diminished welfare, while meat consumers, at the same time, increasingly search for meat from animals that were bred, transported and slaughtered as humanely as possible, creating the least amount of stress. Stress at slaughter in pigs leads to sudden deaths, blood spots in meat, bruises and skin lesions, haematomas, bone fractures, development of meat quality defects (pale, soft and exudative - PSE and dark, firm and dry - DFD meat) and contamination of carcasses by microbial pathogens. Proper procedures before slaughter can reduce the negative impact of stress on pigs to a minimum and thus increase the income generated by pork producers and processors, as well as improve animal welfare and meet consumer requirements.*

**Key words:** stress in pigs, pig welfare, meat quality

## Zusammenhang zwischen Schweinestress und Qualität von Schweinefleisch

### ZUSAMMENFASSUNG

Die intensive und einseitige Selektierung von Schweinen wegen einer größeren Fleischigkeit verursachte eine Änderung ihres neurohormonalen Zustands, was zur Instabilität ihrer Homöostase, zur größeren Anfälligkeit für Stresszustände und zur Herabsetzung der Fleischqualität führte. Die Qualität von Schweinefleisch hängt von der Interaktion zwischen genetischen und nicht genetischen Faktoren ab. Von den nicht genetischen Faktoren ist vor allem der Einfluss diverser Stressfaktoren hervorzuheben, der bei Schweinen Stress und demzufolge auch eine schlechtere Fleischqualität verursacht. Darüber hinaus ist bei gestressten Tieren das Wohl der Tiere gefährdet, wobei die Fleischkonsumenten heutzutage immer mehr Fleisch von Tieren verlangen, die auf eine möglichst humane Art und Weise gezüchtet, transportiert und geschlachtet wurden, mit so wenig Stress wie möglich. Stress führt bei Schweinen vor dem Schlachten zum plötzlichen Tod, zu punktförmigen Blutungen im Fleisch, blauen Flecken und Hautschädigungen, Hämatomen, Knochenfrakturen, mangelnder Fleischqualität (PSE und DFD Fleisch) und zur Kontaminierung der Körper durch pathogene Mikroorganismen. Aufgrund einer angemessenen Behandlung der Schweine vor der Schlachtung können die negativen Auswirkungen von Stress bei Schweinen auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden; so können die Erträge der Hersteller und Verarbeiter von Schweinefleisch erhöht, das Wohl der Tiere verbessert und die Ansprüche der Verbraucher zufriedengestellt werden.

**Schlüsselwörter:** Schweinestress, Wohlbefinden von Schweinen, Fleischqualität

## La conexión entre el estrés porcino y la calidad de la carne porcina

### RESUMEN

La selección intensiva y unilateral de los cerdos en cuanto a la carnosidad causó el cambio de su estado neurohormonal y la consecuencia es la inestabilidad de su homeostasis, mayor tendencia a sufrir bajo el estrés y la calidad de carne reducida. La calidad de carne porcina depende de la interacción de factores genéticos y no genéticos. Entre los factores no genéticos se destaca la influencia de diferentes estresantes que llevan al estrés porcino y tienen la calidad de carne baja como la consecuencia. Además, el estrés amenaza el bienestar de los animales y los consumidores demandan cada vez más la carne de los animales criados, transportados y degollados de una manera más humana, con el mínimo estrés. El estrés porcino antes de la degollación resulta con las muertes repentinas, manchas de sangre en la carne, contusiones y daños en la piel, hematomas, fracturas óseas, se desarrollan los defectos en la calidad de la carne (la carne PSE y DFD) y con la contaminación de los torsos por los microorganismos patógenos. Las consecuencias negativas del estrés porcino pueden reducirse al mínimo con los procedimientos adecuados antes de la degollación y de esta manera aumentar el ingreso de los productores y de los procesadores de la carne porcina, mejorar el bienestar de los animales y cumplir con los requisitos de los consumidores.

**Palabras claves:** estrés porcino, el bienestar de los cerdos, calidad de carne

## Nesso tra lo stress dei suini e la qualità delle loro carni

### RIASSUNTO

La selezione intensa e unilaterale dei suini per una maggiore carnosità ha causato la modificazione del loro stato neuro-ormonale, con conseguente instabilità della loro omeostasi, maggior tendenza agli stati di stress e calo della qualità delle loro carni. La qualità della carne suina dipende dall'interazione di fattori genetici e non genetici. Tra i fattori non genetici, spicca in modo particolare l'impatto di differenti agenti stressanti che comportano lo stress del suino e, di conseguenza, il calo della qualità delle sue carni. Lo stress, inoltre, mette minaccia lo stesso benessere degli animali, e i consumatori di carne sono sempre più orientati all'acquisto di carne di animali allevati, trasportati e macellati con metodi "più umani" e meno stressanti. Lo stress nei suini, prima della loro macellazione, può comportare la morte improvvisa, piccole perdite scure di sangue (spotting), lividi e lesioni cutanee, ematomi, fratture ossee, difetti nella qualità della carne (carne PSE e DFD) e la contaminazione delle carcasse con microrganismi patogeni. Adottando un approccio corretto nei confronti dei suini, prima della loro macellazione, è possibile ridurre ai minimi termini le conseguenze dello stress e, così facendo, migliorare il benessere degli animali e soddisfare le esigenze dei consumatori.

**Parole chiave:** stress dei suini, benessere dei suini, qualità delle carni,