

STRUČNI PREGLEDNI RAD

Dobrobit svinja prije klanja i kvaliteta mesnih proizvoda

Danijel Karolyi¹

Sažetak

Cilj je rada dati kratki osvrt na vezu između dobrobiti svinja za klanje i kvalitete mesnih proizvoda, poglavito kroz utjecaj postupaka prije i za vrijeme klanja na preradbeni svojstva mesa i kvalitativne pokazatelje proizvoda. Učinci pred-klaoničkih postupaka i drugih izvora stresa (npr. stresna osjetljivost) razmotreni su sa stajališta pH i sposobnosti vezanja vode mesa, boje i kala, oksidacije i zadržavanja masti, formiranja miozinskog gela i povezanosti nadjeva, te prisutnosti dijelova kostiju, podlijeva ili ostataka krvi u mesnim proizvodima.

Ključne riječi: dobrobit životinja, pred-klaonički postupci, stres, mesni proizvodi

Uvod

Za postizanje odgovarajuće kvalitete i svojstva mesnih proizvoda, neophodno je da svježe meso ima optimalne higijenske, nutritivne, organoleptičke i iznad svega tehnološko-preradbene karakteristike. Kvaliteta i podesnost svinjskog mesa za preradu primarno određuju čimbenici kao što su genotip, spol i način hranidbe svinja, dob i težina pri klanju ili udio mišićnog i masnog tkiva (Russo i Nanni Costa, 1995.), ali i dobrobit životinja koja podrazumijeva njihovo optimalno psihičko i fizičko stanje u svim fazama proizvodnje. Dobrobit svinja naročito može biti ugrožena tijekom pred-klaoničkih postupaka kada neprimjeren postupak kod životinja može izazvati stres i povrede (Grandin, 2022.), što se nepovoljno odražava na kvalitetu mesa i mesnih prerađevina. Stres utječe na pH vrijednost i porast tjelesne temperature u mišićima, a povrede mogu dovesti do nastanka koštanih lomova, hematoma i krvarenja u mesu. Kvalitativni parametri proizvoda koji bivaju pogođeni uključuju sposobnost vezanja vode, boju i

kalo, zadržavanje masti, formiranje miozinskog gela, oksidacijsku ranketljivost, prisutnost dijelova kostiju ili krvi, te slabu povezanost nadjeva proizvoda.

Dobrobit tijekom pred-klaoničkih postupaka

Provedbi klanja prethode pred-klaonički postupci koji započinju s prijevozom i istovarom svinja u stočni depo klaonice. No, stresne situacije i pogreške u postupanju sa životinjama mogu se desiti već na farmi kod pripreme svinja za transport. Primjerice, prerano obustavljanje hranjenja životinja koje rezultira postom prije klanja duljim od 16-18 h može rezultirati povećanim gubicima u težini trupa uslijed trošenja tjelesnih masti tijekom produljenog posta. Osim toga, gladovanje u uvjetima povećane fizičke aktivnosti vezane uz prijevoz i pripremu životinja za klanje dovodi do brzog pražnjenja rezervi mišićnog glikogena, što se nakon klanja (*post mortem*) manifestira promjenama u metabolizmu mišića uz njihovu pretvorbu u meso

¹dr. sc. Danijel Karolyi, redoviti profesor, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Odsjek za animalne znanosti, Zavod za opće stočarstvo

*autor za korespondenciju: dkarolyi@agr.hr

lošije kvalitete (tzv. „tvrdo, suho i tamno“ ili TST meso) (Warriss, 2000.).

Istjerivanje svinja iz boksova i štala, ili njihovo prikupljanje kod uzgoja na otvorenom, također mogu predstavljati značajan izvor psihičkog i fizičkog stresa za svinje. Stres i narušavanje dobrobiti naročito su prisutni kada postupanje sa svinjama uključuje pretjeranu uporabu električnih goniča te kada se na prolazima prema mjestu utovara nalaze prepreke, ograde, suženja, nepoznati predmeti, jaka svjetlost/tama, propuh, buka ili neki drugi čimbenik zbog kojeg svinje odbijaju kretanje prema naprijed (Grandin, 2022.). Usmjeravanje životinja treba obaviti uz korištenje manje stresnih pomagala (npr. pomične ograde ili paneli, metle s plastičnim vrpčama i sl.) i bez bespotrebnih grubosti. Utovar svinja u vozilo za prijevoz najbolje je obaviti pomoću hidrauličkih rampi (dizala). Ako to nije moguće, utovar treba obaviti preko utovarno/istovarnih rampi čiji nagib za svinje ne smije biti veći od 20°. Izvedba poda utovarno/istovarnih rampi mora biti protuklizna (s poprečnim letvicama), a strane osigurane zaštitnom ogradom kako bi se spriječio pad i ozljeđivanje životinja. Vrijeme utovara svih svinja u vozilo ne bi smjelo trajati dulje od pola sata, uz odlazak unutar 15 minuta nakon utovara životinja (Consortium of the Animal Transport Guides, 2018.).

Za prijevoz svinja uvijek treba koristiti prijevozna sredstva koja udovoljavaju propisanim higijensko-tehničkim uvjetima, te su čista i dezinficirana (Pravilnik o zaštiti životinja tijekom prijevoza i s prijevozom povezanih postupaka, 2011.). Prijevoz se najčešće obavlja specijaliziranim kamionima s jednom ili više etaža, pri čemu prijevozna površina treba biti raspodijeljena tako da na 100 kg žive vage svinja otpada min. 0,5 m² površine. Kako su svinje fiziološki veoma osjetljive na toplinski stres i dehidraciju jer se ne znoje (nemaju znojne žlijezde), tijekom transporta su moguća uginuća uslijed povišenja tjelesne temperature iznad gornje fiziološke granice (hipertermije) i ugušenja, naročito za vrijeme visokih temperatura pri korištenju neadekvatnih (npr. slabo ventiliranih) prijevoznih sredstava. Kamioni za prijevoz, stoga moraju biti tehnički opremljeni za zaštitu od vanjskih utjecaja (sustavi za klimatizaciju, toplinska izolacija krova) i napajanje, a prijevoz ljeti treba obaviti tijekom hladnijeg dijela dana. Opasnost od hipertermije može se dodatno smanjiti utovarom manjeg broja životinja

(povećati raspoloživi prostor bar za 30 %), prskanjem svinja vodom, kao i parkiranjem kamiona u hladu (npr. tijekom zaustavljanja u vožnji ili pri dolasku u klaonicu). Kod prijevoza pri niskim temperaturama zimi kako bi se svinje zagrijale ventilaciju vozila treba smanjiti a pod nasteljiti dubokom prostirkom od slame ili piljevinom (Consortium of the Animal Transport Guides, 2018.). Od ozljeda, u prijevozu mogu nastati kožne lezije, kontuzije i krvni podljevi (hematomi), iščašenja zglobova (šepavost) i koštane frakture (lomovi), najčešće ekstremiteta (Grandin, 2022.). Ozljede umanjuju klaoničku vrijednost trupa, a u težim slučajevima mogu dovesti do potrebe za prisilnim klanjem ili uginuća životinje. Do ozljeđivanja češće dolazi u uvjetima prenatrpanosti vozila i klizavosti podova, pogotovo pri nestabilnoj vožnji (prevelika brzina, naglo skretanje i kočenje i sl.) zbog koje životinje teško održavaju ravnotežu i padaju tijekom vožnje. Zbog toga je od iznimne važnosti da se za prijevoz svinja koriste prijevozna sredstva koja udovoljavaju propisanim tehničkim standardima, a prijevoz obavi od strane educiranog osoblja uz što manje stresa i pod veterinarskim nadzorom sukladno načelima o zaštiti životinja tijekom prijevoza (Pravilnik o zaštiti životinja tijekom prijevoza i s prijevozom povezanih postupaka, 2011.).

Po dolasku vozila u klaonicu i istovaru svinja u stočni depo nadležni veterinar provjeriti će podrijetlo i prateću dokumentaciju životinja te će prema procijeni duljine, trajanja i uvjeta prijevoza, te općeg stanja životinja odrediti trajanje odmora prije klanja. Ukoliko svinje pokazuju neke od znakova stresa, kao što su uznemirenost, agresivnost, teško ili ubrzano disanje, dahtanje, iscrpljenost, dehidracija..., klaoničku obradu treba odgoditi sve dok simptomi stresa ne nestanu. U praksi, preporučljivo je da se prije klanja svinje odmore barem 2 h. Shodno tome raspored dolazaka kamiona u klaonicu treba biti takav da omogućiti adekvatno vrijeme odmora. Za vrijeme boravka u depou svinje treba napajati, dok hranjenje nije uobičajeno, osim u slučajevima dulje odgode klanja. Agresivnost, borba i međusobno ozljeđivanje svinja (tijekom transporta ili u depou) javlja se obično pri miješanju nepoznatih životinja (Grandin, 2022.), pa ga zbog toga treba kada god je to moguće izbjegavati. Na taj se način mogu umanjiti izravne štete uslijed ozljeda ili mogućih uginuća, ali i pojavnost nepoželjnog TST mesa koje nastaje pri klanju izmorenih životi-

nja. Za vrijeme toplog vremena svinje u stočnom depou treba češće tuširati hladnom vodom te ih uvijek oprati prije odlaska na liniju za klanje. Stočni depo treba biti zaštićen od nepovoljnih vremenskih utjecaja i izveden tako da je na istoj razini s linijom klanja s kojom je povezan koridorom bez naglih (oštrih) prijelaza svjetla u tamu i izvora propuha ili buke (npr. ventilacijski otvori i sl.).

Svinje na liniju klanja treba tjerati u manjim grupama (npr. tri do pet životinja), tako da imaju dovoljno mjesta za kretanje jedna uz drugu, prirodnom brzinom, bez natiskivanja i naskakivanja po drugim svinjama. Čimbenike kojih se svinje plaše i zbog kojih odbijaju kretanje prema naprijed u koridoru koji vodi ka prostoru za omamljivanje, poput izravnog propuha u smjeru glave, odbljesaka koji se reflektiraju s poda, izvora buke, tame ili pokretnih/visećih predmeta (npr. lanaca i sl.) treba ukloniti kako bi se omogućilo konstantno kretanje linije (Grandin, 2022.). Postupak sa svinjama u koridoru i prostoru za omamljivanje ne smije biti grub. Upotrebu električnih goniča treba svesti na minimum ili je zamijeniti manje stresnim pomagalicama. Osobe koje postupaju sa svinjama na liniji klanja moraju stoga biti iskusne u svome poslu te dobro poznavati ćud i ponašanje svinja.

Omamljivanje prije klanja ima za cilj izazvati nesvijest životinje i neosjetljivost na bol tijekom postupka klanja. Za omamljivanje svinja u klaonnicama, uz mehaničko omamljivanje, koriste se električne ili plinske metode (Uredba Vijeća (EZ) br. 1099/2009). U svim slučajevima postupak omamljivanja treba provesti na pravilan način i prema propisanim parametrima. Pri pogrešnoj aplikaciji električno omamljivanje može uzrokovati pojavu petehijalnih krvarenja, odnosno krvnih podljeva ili koštanih lomova uslijed snažnih popratnih mišićnih kontrakcija (Warriss, 2000.). Omamljivanje svinja plinom CO₂, posebice pri korištenju visokih koncentracija, uzrokuje bol, respiratorne tegobe i strah (EFSA, 2020) te se općenito ne smatra povoljnim glede dobrobiti životinja, zbog čega se sve češće zamjenjuje upotrebom inertnih plinova (npr. argon).

Stresno osjetljive svinje

Stresu tijekom transporta i pred-klaoničkih postupaka naročito su podložne tzv. stresno osjetljive svinje (Karolyi, 2004.a; Škorput i sur., 2024.). Kod takvih je jedinki zbog genetske predispozicije

(mutacija na *RYR1* genu) živčani sustav pojačano osjetljiv na podražaje, te pod naporom dolazi do izrazito brzog metaboliziranja energije u mišićima uz pojačane kardiovaskularne reakcije i produkciju topline (Miller, 2002.). U ekstremnim slučajevima stresne osjetljivosti dolazi do uginuća životinje uslijed razvoja tzv. maligne hipertermije s naglim porastom tjelesne temperature iznad 40 °C. Češće, kao posljedica stresa nastaje sindrom tzv. „blijedog, mekanog i vodenastog“ (BMV) mesa, koje zbog nepovoljnijih organoleptičkih i tehnoloških svojstava predstavlja problem u mesno-prerađivačkom lancu.

Preradbena svojstva i kvaliteta mesnih proizvoda

U praksi, najznačajnija veza između postupka prije klanja i kvalitete mesnih proizvoda je ona koju stres pred klanje ima na pH vrijednost mesa. Vrijednost pH mesa utječe na slijedeća svojstva mesnih prerađevina:

- sposobnost vezanja vode i gubitke na težini (kalo);
- proteinsku topivost i formiranje miozinskog gela;
- opseg denaturacije pigmenta mioglobina tijekom termičke obrade i boju proizvoda.

Sposobnost vezanja vode (SVV) mesa snažno je pod utjecajem elektrostatskog naboja mišićnih bjelančevina (Miller, 2002). Naboji pomažu privlačenju i zadržavanju vode u mesu u njenom disociranom ionskom obliku (H⁺ i OH⁻). Ako iz bilo kojeg razloga mišićni proteini izgube naboj, veza na voda će se osloboditi i iscuriti iz mišića. Kada su susjedni miofibrilarni proteini jednakog naboja, između miofibrila postoji elektrostatsko odbijanje i meso ima povećani obujam. Ako se naboj na proteinima izgubi, gubi se i sila odbijanja pa se struktura mesa steže, istiskujući tekućinu u obliku iscjetka. pH mesa utječe na stupanj do kojega su proteini nabijeni. Većina proteina u mesu gubi naboj pri vrijednostima pH između 5,1 i 5,5. Vrijednost pH pri kojoj pojedini protein gubi naboj naziva se izoelektrična točka tog proteina. Dakle, u pH opsegu od 5,1 do 5,5 bjelančevine mesa gube sposobnost privlačenja i zadržavanja vode i mišić ispušta iscjedak (eng. *drip*). Ovaj opseg blizu je normalnih vrijednosti konačnog pH (pH_k) mesa. *Post-mortally*, u mesu uslijed anaerobne razgradnje glikogena (glikolize) dolazi do nakupljanja mliječne kiseline, te posljedno tome zakiseljavanja (acidifikacije) mišića uz pad pH vrijednosti (Warriss, 2000.). Ovisno o stup-



Slika 1. Svinjski but s karakteristikama "tvrđog, suhog i tamnog" (TST) mesa

Figure 1 Pork leg with the characteristics of "dark, firm and dry" (DFD) meat

(Izvor/source: Šegula i sur. 2010/Šegula et al., 2010)

nju acidifikacije, mišićni proteini dosežu svoju izoelektričnu točku kada je naboj prisutan u mišiću mali ili ga nema, a SVV najniža. Suprotno tome, ukoliko u mišiću ne dođe do pravilne acidifikacije i pH ne dosegne izoelektričnu točku za proteine, SVV u mesu biti će viša (Karolyi, 2004.b). Primjerice, stres prije klanja uzrokuje smanjivanje rezervi glikogena u mišićima što ograničava post-mortalnu glikolizu i stvaranje mliječne kiseline uz posljedično visoki pH ($>6,0$). Ova pojava obično prati klanje izmorenih i iscrpljenih životinja i u pravilu se očituje pojavom TST mesa (Slika 1.), sklonog mikrobiološkom kvarenju zbog visoke pH vrijednosti (Warriss, 2000.; Karolyi, 2004.a, Šegula i sur., 2010.). Viši pH i/ili TST meso u preradi uzrokuje slabije upijanje soli tijekom soljenja ili salamurenja, uz posljedičnu pastoznost i pretjeranu mekoću suhomesnatih proizvoda uslijed višeg aktiviteta vode (eng. *water activity* - a_w) i slabije inhibicije aktivnosti proteolitičkih enzima tijekom sušenja i zrenja proizvoda (Toldrá, 2002.). Ipak, meso s visokim pH može imati i određene prednosti u industrijskoj preradi. Ono ima višu SVV pa tako manje gubi na težini tijekom prerade (Aaslyng, 2002.). Uz to, zbog svoje tamne boje manje je prikladno za prodaju u svježem stanju što ga prerađivačima čini jeftinijim za kupnju. Dodavanje kiseline mesu koje ima normalni pH, povećati će njegovu SVV, što se primjerice koristi u postupku mariniranja mesa. Dodatak soli samljevenom ili na kockice narezanom mesu također poboljšava njegovu SVV (Feiner, 2006.). Međutim opseg povećanja SVV uslijed dodatka soli ovisiti će o pH vrijednosti mesa. Ukoliko je pH viši od izoelektrične točke, tada će SVV porasti s dodatkom soli. Ako je pak pH blizu ili ispod izoelektrične točke, tada će utjecaj soli na SVV biti manji. Zbog toga se u preradi uobičajeno dodaju polifosfati koji čine meso više alkalnim također povećavaju njegovu SVV. Polifosfati djeluju sinergistički sa soli u poboljšanju vezanja vode i njenom zadržavanju tijekom salamurenja mesa i izrade nadjeva mesnih proizvoda (Feiner, 2006.). Dio tog učinka posljedica je porasta pH, ali doprinos daje i kelacija dvovalentnih kationa, povećanje ionske snage, disocijacija aktinomiozinskog kompleksa i poboljšanje topivosti mišićnih bjelančevina, osobito miozina.



Slika 2. Blijedo, meko i vodenasto (BMV) svinjsko meso

Figure 2 Pale, soft and exudative (PSE) pork

(Izvor/source: <http://www.slicewatch.eu/>)

S druge strane, BMV meso (Slika 2.), kojeg uzrokuje vrlo brza i opsežna *post-mortalna* acidifikacija i denaturacija mišićnih proteina kod stresno osjetljivih genotipova izloženih pred-klaoničkom stresu, ima slabiju SVV (Karolyi, 2004.a; Škorput i sur., 2024.). To se odnosi kako na svježe meso, tako i na prerađevine izrađene iz BMV mesa. Slaba SVV u mesu nije poželjna u preradi zbog većeg kaliranja uslijed gubitka tekućine ili evaporacije vode iz proizvoda tijekom prerade ili skladištenja. Primjerice, istraživanja provedena u proizvodnji pršuta jasno su pokazala povezanost gena stresne osjetljivosti i pratećeg BMV sindroma s povećanim upijanjem soli, višim ukupnim kalom, te presuhim i preslanim pršutima s defektom teksturom (Slika 3) (Russo i Nanni Costa, 1995.; Albani, 2014.).



Slika 3. Pršut proizveden iz BMV mesa
Figure 3 Dry-cured ham produced from PSE meat

(Izvor/source: <http://www.slicewatch.eu/>)



Slika 4. Kuhana šunka proizvedena iz BMV mesa
Figure 4 Cooked ham produced from PSE meat
 (Izvor/source: <http://www.slicewatch.eu/>)

Meso s BMV karakteristikama manje je pogodno i za preradu u razne vrste toplinski obrađeni proizvoda, poput kuhane šunke (Slika 4.) ili proizvoda kod kojih se iskorištava formiranje miozinskog gela, npr. pri izradi mesnog tijesta ili prata za razne vrste polutrajnih i kuhanih kobasica (Feiner, 2006.). Naime, jedan od razloga zašto proizvodi od BMV mesa imaju slabu SVV je u tome što je miozin u BMV mesu slabo topiv pri dodatku soli. Takvo meso ne bubri poput normalnog pa je zadržavanje vode reducirano (Aaslyng, 2002.). Sposobnost vezanja vode u BMV mesu može se poboljšati do određene mjere povećanjem pH vrijednosti u mesnoj smjesi tijekom procesa prerade. Jedan od načina da se to postigne je spomenuto dodavanje polifosfata. Dodatak polifosfata ne utječe značajnije na ostale osobine BMV mesa, ali može primjerice salamurenim šunkama dati nešto tamniju boju (što je povoljno). Međutim, kod uporabe u prevelikim količinama, fosfati mogu proizvodu dati sladunjav i blago gorak okus. BMV meso je sklonije evaporacijskim gubicima vlage tijekom termičke obrade što može povećati njegovu žilavost (Feiner, 2006.). Kada se zamrznuto BMV meso otapa ono gubi više vode u usporedbi s normalnim svinjskim mesom. To rezultira nepoželjnom vlaknastom strukturom u proizvodima iz BMV mesa. Pri salamurenju BMV mesa potapanjem u spremnik s tekućom salamurinom, meso obično upije više natrija iz salamure od normalnog. Apsorbirana sol stvara osmotski gradijent koji početno takvim proizvodima daje veću težinu tijekom salamurenja. Međutim, takvo meso i dalje ima slabu SVV, pa upijena tekućina kasnije može ponovno iscuriti i ukupni kalo tijekom proizvodnje je veći. Formiranje ružičastog pigmenta salamurenog mesa, nitrozil-mioglobina, za vrijeme potapanja u salamuru ne mora nužno prekriti

blijedeću BMV mesa, što može reducirati formiranje boje salamurenih proizvoda tijekom termičke obrade (Slika 5.).



Slika 5. Nepotpun razvoj boje i teksture kod salamurene kuhane šunke proizvedena iz BMV mesa
Figure 5 Incomplete colour and texture development in cured cooked ham produced from PSE meat
 (Izvor/source: <http://www.slicewatch.eu/>)

U mnogim mesnim prerađevinama, SVV je usko povezana sa zadržavanjem masti. Kada je vezanje vode dobro, zadržavanje masti u sastavu nadjeva također je povoljno. To je značajno kod fino usitnjenih toplinski obrađeni proizvoda, kod kojih je vezanje masnoće općenito problem. Ukoliko je, primjerice, serija fino usitnjenih proizvoda izrađena iz mesa visokog pH, utoliko će SVV biti dobra. U tom slučaju bit će manji rizik od pucanja i razdvajanja nadjeva, ili će tijekom termičke obrade doći do spajanja i curenja masnoće iz proizvoda.

Formiranje miozinskog gela - mišićna bjelančevina koja ima najveći utjecaj na vezanje masti i vode u fino usitnjenim mesnim prerađevinama je miozin (Feiner, 2006.). Miješanjem soli i usitnjenog mesa, dio netopivog miozina prelazi u tekuću fazu i topi se. Vezano uz to, meso bubri. U usporedbi s ostalim bjelančevinama u mesu, miozin je relativno hidrofoban. Prisutnost hidrofobnih bjelančevina u vodenoj fazi smanjuje odbijanje između kapljica masti i vode u smjesi. Do toga dolazi putem enkapsulacije masnih kapljica što ih u mesnoj mješavini održava u obliku emulzije. Na taj način, miozin pomaže u zadržavanju masti u nadjevu. Miozin poboljšava i vezanje vode putem efekta bubrenja kad je otopljen dodatkom soli (i fosfata). Dio tog učinka posljedica je zadržavanja vode putem kapilarnih sila između miofibrila, koji postaju šire razmaknuti kako se miozin rastvara. Bolje vezanje vode, dijelom je i posljedica toga što više otvorena struktura mesa biva ispunje-

na sa slobodnom (ili dodanom) vodom. Otopljeni miozin prisutan je u smjesi unutar tekućeg omotača koji obavlja komadiće mesa. Kada se takvo meso termički obrađuje, miozin formira gel koji se veže uz meso i djeluje kao kohezivni matriks u nadjevu proizvoda (Fenier, 2006.). Snaga formiranog gela određuje da li će nadjev proizvoda od usitnjenog mesa biti dobro povezan ili će se mrviti i raspadati pri narezivanju. Otapanje miozina djelovanjem soli i formiranje miozinskog gela tijekom termičke obrade kritični su koraci za stvaranje kohezivnog gela oko komadića mesa i masti i povezivanje nadjeva. Formiranje gela ovisi o ionskoj snazi, pH vrijednosti, temperaturi i brzini zagrijavanja, vrsti mesa i tipu mišićnih vlakana. Najveća snaga gela nastaje pri pH između 6,0 – 6,5 (Fenier, 2006.). Tako će meso višeg pH, biti sklonije formiranju jačeg gela koji je manje podložan razdvajanju.

Meso s BMV promjenama nije pogodno za preradu u proizvode kod kojih se iskorištava formiranje miozinskog gela. U BMV mesu, miozin ima slabiju topivost zbog toga što je zaštićen od soli koja potiče njegovu topivost i ekstrakciju tijekom prerade. Zaštitu čini sloj sarkoplazmatskih bjelancevina koje se denaturiraju i talože oko miozina tijekom nenormalnog *post-mortalnog* metabolizma. Sol mora doprijeti do miozina kako bi ga otopila a nataloženi proteini to sprječavaju. U ekstremnim slučajevima, BMV mesa i sam miozin može biti denaturiran, što također doprinosi njegovoj smanjenoj topivosti za vrijeme ekstrakcije proteina uslijed djelovanja soli.

Kvaliteta masti u mesnim prerađevinama očituje se poglavito kroz njezinu čvrstoću, boju, sklonosti ka razvoju užeglosti i svojstvu izdvajanja od ostalih komponenti nadjeva (Moloney, 2002.). Užglost (ranketljivost) masti može se razviti tijekom pohrane proizvoda kao oksidativna užglost, ili hidrolitičkim putem, ako su prisutni odgovarajući enzimi. U mesnim prerađevinama, češća je oksidativna užglost masti. Čimbenici koji potiču oksidativnu užglost mesnih proizvoda uključuju visoku temperaturu skladištenja, prisutnost nezasićenih masnih kiselina u masti, izloženost svjetlu, zračenje proizvoda, oštećenje omotača, produljeni period pohrane i kontaminaciju masti sa pro-oksidativnim kationima (Cu^{2+} ili Fe^{2+}) ili krvi (koja sadrži željezo). Slabo iskrvarenje na liniji klanja može doprinijeti oksidativnoj užglosti u mesu. U praksi, veće značenje ima uključivanje oštećenog mesa koje sadrži krv (hematomi) u sastav mješavine za

preradu, jer povećava opasnost od kvarenja proizvoda kroz razvoj užeglog okusa. Na vrlo niskoj razini, užglost masti može dodati "karakter" okusu proizvoda, no češće proizvodu daje nepoželjan okus po sapunu i užegloj masti, ili gorak okus.

Manje kvalitetno ili oštećeno meso obično se usmjerava u preradu. To je osobito slučaj kod mesa s krvavim oštećenjima, modricama ili kod mesa s visokim pHk. Navedeno je najčešće posljedica oštećenja kože i mekih tkiva uz razvoj krvnih podlijeva, ili koštanih iščašenja i lomova, koji nastaju uslijed grubog i neadekvatnog postupanja sa životinjama, ali i njihove međusobne agresivnosti i borbe tijekom transporta ili boravka u stočnom depou, te općenito propusta u osiguranju dobrobiti životinja tijekom pred-klaoničkih postupaka ili na liniji klanja (Šegula i sur., 2010.; Grandin, 2022.). Nepravilno omamljivanje svinja prije klanja ponekad uzrokuje pojavu krvavih prskotina u mesu u vidu točkastih (petehijalnih) krvarenja, većih krvarenja pa i lomova kosti ili hrskavica, posebice pri korištenju električnog omamljivanja koje izaziva snažne kontrakcije mišića (npr. lopatično-ramenog pojasa) te kod manjih životinja (Grandin, 2022.). Kod svinja, ovakva krvarenja su najčešće prisutna u lopatici, a mogu se javiti i u mišićima buta (Slika 6). Pri klanju svinja u vertikalnom položaju, njihane trupa kontrolira operater koji jednom rukom drži prednju nogu, a drugom izvodi ubod. Ako se svinja trzne u krivom trenutku, postoji opasnost od pogrešnog uboda u plećku, što izaziva krvarenja i oštećenja toga dijela mesa. Ako se pri ubodu u prsa nož umetne preduboko, može doći do zarezivanja srca ili probijanja pleure (plućne ovojnice) kada krv prione uz pleuru ili se infiltrira između listova pleure, što za posljedicu ima krvarenja u prsnoj šupljini i leđima (Willson, 2005.). Modrice ponekad mogu nastati i *post-mortalno*, primjeri-



Slika 6. Petehijalna krvarenja u mišićima buta
Figure 6 Petechial hemorrhages in the thigh muscles

(Izvor/source: Albani, 2014)

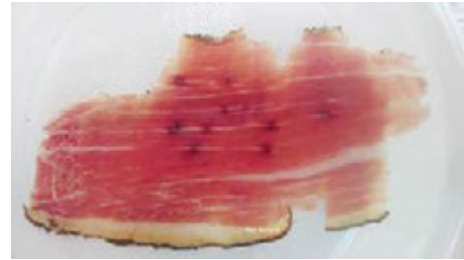


Slika 7. Zaostala krv i hematomi u butu uslijed pogrešaka pri iskrvarenju

Figure 7 Residual blood and haematomas in the thigh due to incomplete bleeding

(Izvor/source: Albani, 2014)

ce u stroju za skidanje dlake, naročito kod nedovoljno iskrvarenih teških svinja (Slika 7.). Modrice ili problemi sa bojom mesa manje su uočljive ako se u preradi meso s zaostalom krvi usitnjava i miješa sa ostalim mesom i dalje zajednički prerađuje. Međutim, takva sirovina može prouzročiti stvaranje estetski odbojnih krvavih mrlja u proizvodu. To je, primjerice, slučaj u proizvodnji prešanih šunki, kada se na površini presjeka šunke može pojaviti gel tamne krvi, ili kod suhih šunki/pršuta u vidu tamnih točki na presjeku proizvoda (Slika 8). Prisutnost krvi u proizvodu može potaknuti autolitičke promjene ako enzimi u krvi nisu inaktivirani toplinskom obradom (Fenier, 2006.). Krvave mrlje ili točke krvi prisutne u mesu mijenjaju boju u smeđu pri termičkoj obradi proizvoda. Prekratko vrijeme iskrvarenja (kraće od pet minuta), čini problem krvavih



Slika 8. Pršut s ostacima točkastih krvarenja
Figure 8 Dry-cured ham showing traces of petechial bleeding

(Izvor/source: Karolyi D.)

točaka u mesu jače izraženim. Koštani fragmenti, koji mogu potjecati od ozljede i loma ili od propusta pri rasijecanja trupa (Willson, 2005.), također rade problem u preradi jer predstavljaju ozbiljnu potencijalnu opasnost od ozljede pri konzumaciji proizvoda.

Zaključak

Osiguranje dobrobiti životinja za klanje uz primjenu primjerenih pred-klaoničkih postupaka ključan je preduvjet za očuvanje kvalitete sirovine za preradu i finalnu kvalitetu mesnih proizvoda. Samo sirovina očuvane higijenske i preradbeno-tehnološke ispravnosti (npr. pH vrijednost, SVV, boja) može omogućiti pravilne tehnološke procese soljenja i sušenja, izrade mesnog tijesta, primjene aditiva ili termičke obrade, te u konačnici osigurati optimalnu kvalitetu u proizvodnji širokog asortimana mesnih proizvoda meso-prerađivačke industrije.

Literatura

- [1] Albani, C. (2014): La gestione degli standard di sicurezza alimentare e delle specifiche qualitative nelle carni fresche suine destinate alla produzione di prosciutti DOP Parma. Tesi, Università di Pisa, Dipartimento di Scienze Veterinarie, Pisa, Italy
- [2] Aaslyng, M.D. (2002): Quality indicators for raw meat. In: Kerry J., Kerry J., Ledward D. (eds.): Meat processing – Improving quality. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 157-174
- [3] Consortium of the Animal Transport Guides Project (2017-rev1). Revision May 2018 „Guide to good practices for the transport of pigs“. Dostupno na: https://food.ec.europa.eu/document/download/74387586-9cf4-44f2-a6bf-1d897f12a8c8_en?filename=aw_awp_transport-guides_good-practices-pigs_en.pdf. Pristupljeno: 07.11.2025.
- [4] EFSA (2020): Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). Welfare of Pigs at Slaughter, European Food Safety Authority Journal, 18 (6): 6148
- [5] Feine, G. (2006): Meat products handbook – Practical science and technology. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England
- [6] Grandin, T. (2022): Welfare of Pigs During Transport. Dostupno na: <https://www.Welfare of Pigs During Transportgrandin.com/welfare.pigs.during.transport.html>. Pristupljeno: 07.11.2025.

- [7] Karolyi, D. (2004a): Promjene u kvaliteti svinjetine. Meso, 5, 18-20.
- [8] Karolyi, D. (2004b): Sposobnost vezanja vode u mesu. Meso, 6, 26-30.
- [9] Miller, R.K. (2002): Factors affecting the quality of raw meat. In: Kerry J., Kerry J., Ledward D. (eds.): Meat processing – Improving quality. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 27-57
- [10] Moloney, A.P. (2002): The fat content of meat and meat products. In: Kerry J., Kerry J., Ledward D. (eds.): Meat processing – Improving quality. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 137-150
- [11] Pravilnik o zaštiti životinja tijekom prijevoza i s prijevozom povezanih postupaka, Narodne Novine 12/2011.
- [12] Russo V., L. Nanni Costa (1995): Suitability of pig meat for salting and the production of quality processed products. Pig News and Informations, 16, 7-26.
- [13] Šegula B., M. Škrlep, M. Prevolnik, M. Čandek-Potokar, G. Fazarinc (2010): Ocenjevanje klavnih trupov in kakovosti mesa prašiče. Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija.
- [14] Škorput D., P. Delić, A. Kaić, Z. Luković, D. Karolyi (2024): Stresna osjetljivost svinja - stanje i trendovi. Stočarstvo, 78 (1-2), 50-60. doi: 10.33128/s.78.1-2.5
- [15] Toldrá, F. (2002): Dry-cured meat products. Food & Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut, USA.
- [16] Uredba Vijeća (EZ) br. 1099/2009 od 24.rujna 2009. o zaštiti životinja u trenutku usmrćivanja. SLUŽBENI LIST EUROPSKE UNIJE, L 303/1, 223-252
- [17] Willson, W.G. (2005): Wilson's Practical Meat Inspection, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK

Dostavljeno/Received: 06.10.2025.

Prihvaćeno/Accepted: 14.11.2025.

Pre-slaughter welfare and pork product quality

Abstract

The paper aims to provide a brief overview of the relationship between the welfare of slaughter pigs and the quality of meat products, focusing mainly on the influence of pre-slaughter procedures on meat processing properties and product quality parameters. The effects of pre-slaughter procedures and other sources of stress (such as pig stress sensitivity) are considered in relation to pH and water-holding capacity of meat, processing loss, colour, oxidation and fat retention, myosin gel formation and stuffing cohesion, and the presence of bone fragments, haematomas or blood residues in meat products.

Keywords: animal welfare, pre-slaughter procedures, stress, meat products

Tierwohl vor der Schlachtung und Qualität von Schweinefleischerzeugnissen

Zusammenfassung

Die Arbeit gibt einen kurzen Überblick über den Zusammenhang zwischen dem Tierwohl von Schlachtschweinen und der Qualität von Fleischerzeugnissen, wobei der Schwerpunkt auf dem Einfluss der Verfahren vor der Schlachtung auf die Verarbeitungseigenschaften von Fleisch und die Qualitätsparameter der Produkte liegt. Die Auswirkungen von Verfahren vor der Schlachtung und anderen Stressfaktoren (wie z. B. der Stressempfindlichkeit von Schweinen) werden in Bezug auf den pH-Wert und die Wasserbindungsfähigkeit von Fleisch, Farbe und Kalo, Oxidation und Fettretention, Myosinbildung und Bindung der Füllmasse sowie das Vorhandensein von Knochenfragmenten, Hämatomen oder Blutrückständen in Fleischerzeugnissen betrachtet.

Schlüsselwörter: Tierwohl, Verfahren vor der Schlachtung, Stress, Fleischerzeugnisse

Bienestar previo al sacrificio y calidad de productos porcinos

Resumen

El presente documento ofrece una visión general de la relación entre el bienestar de los cerdos de abasto y la calidad de los productos cárnicos, centrándose principalmente en la influencia de los procedimientos pre-sacrificio sobre las propiedades tecnológicas de la carne y los parámetros de calidad del producto final. Se analizan los efectos de las prácticas previas al sacrificio y de otras fuentes de estrés animal (incluida la sensibilidad al estrés propia de ciertos animales) en relación con el pH y la capacidad de retención de agua de la carne, las pérdidas durante el proceso, el color, la oxidación y la retención de grasa, la formación de geles de miosina y la cohesión del embutido, así como la presencia de fragmentos óseos, hematomas o residuos sanguíneos en los productos cárnicos.

Palabras claves: bienestar animal, procedimientos pre-sacrificio, estrés, productos cárnicos

Benessere dei suini prima della macellazione e qualità dei prodotti a base di carne

Riassunto

L'obiettivo del lavoro è fornire una breve panoramica della relazione tra il benessere dei suini da macello e la qualità dei prodotti a base di carne, in particolare attraverso l'influenza delle pratiche pre- e peri-macellazione sulle proprietà tecnologiche della carne e sugli indicatori qualitativi dei prodotti. Gli effetti delle procedure pre-macellazione e di altre fonti di stress (ad es. sensibilità allo stress) sono analizzati in relazione al pH e alla capacità di ritenzione idrica della carne, al colore e al calo da sgocciolamento, all'ossidazione e alla ritenzione dei lipidi, alla formazione del gel di miosina e alla coesione degli impasti, nonché alla presenza di frammenti ossei, ematomi o residui di sangue nei prodotti carnei.

Parole chiave: benessere animale, procedure pre-macellazione, stress, prodotti carnei



Čestit Božić i uspješnu
Novu 2026. godinu
svim poslovnim partnerima
i čitateljima želi
uredništvo časopisa Meso!