

Ferreira, K. S., J. C. Gomes, J. B. P. Chaves (2005): Copper content of commonly consumed food in Brazil. *Food Chem.* 92, 29–32.

García-Vaquero, M., M. Miranda, J. L. Benedito, I. Blanco-Penedo, M. López-Alonso (2011): Effect of type of muscle and Cu supplementation on trace element concentrations in cattle meat. *Food Chem. Toxicol.* 49, 1443–1449.

Gerber, N., R. Brogioli, B. Hattendorf, M. R. Scheeder, C. Wenk, D. Günther (2009): Variability of selected trace elements of different meat cuts determined by ICP-MS and DR-ICPMS. *Animal* 3, 166–172.

Grantham-McGregor, S. M., C. C. Ani (2001): The role of micronutrients in psychomotor and cognitive development. *Brit. Med. Bull.* 55, 511–527.

Guérin, T., R. Chekri, C. Vastel, V. Siro, A., J.-L. Volatier, J.-C. Leblanc, L. Noël (2011): Determination of 20 trace elements in fish and other seafood from the French market. *Food Chem.* 127, 934–942.

Huerta-Leizend, N., L. Arenas de Moreno, O. Moron-Fuenmayor, S. Uzcátegui-Bracho (2003): Composición mineral del músculo longissimus crudo derivado de canales bovinos producidos y clasificados en Venezuela. *Arch. Latinoam. Nutric.* 53, 96–101.

Ikem, A., N. O. Egiebor (2006): Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). *J. Food Compos. Anal.* 18, 771–787.

Institute of Medicine (2001): Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. A Report of the Panel of Micronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and of Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. National Academy Press, Washington, DC, 1–773.

Juan, C., J. C. Moltó, J. Mañes, G. Font (2010): Determination of macrolide and lincosamide antibiotics by pressurized liquid extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry in meat and milk. *Food Contr.* 21, 1703–1709.

Leblanc, J.-C., T. Guérin, L. Noël, G. Calamassi-Tran, J.-L. Volatier, P. Verger (2005): Dietary exposure estimates of 18 elements

from the 1st French Total Diet Study. *Food Addit. Contam.* 22, 624–641.

Lombardi-Boccia, G., S. Lanzani, A. Aguzzi (2005): Aspects of meat quality: trace elements and B vitamins in raw and cooked meats. *J. Food Comp. Anal.* 18, 39–46.

López Alonso, M., J. L. Benedito, M. Miranda, C. Castillo, J. Hernández, R. F. Shore (2000): Arsenic, lead, copper and zinc in cattle from Galicia, NW Spain. *Sci. Total. Environ.* 246, 237–248.

López Alonso, M., F. Prieto Montaña, M. Miranda, C. Castillo, J. Hernández, J. L. Benedito (2004): Interactions between toxic (As, Cd, Hg and Pb) and nutritional essential (Ca, Co, Cr, Mn, Mo, Ni, Se, Zn) elements in the tissues of cattle from NW Spain. *BioMetals*, 17, 389–397.

Medeiros, R. J., L. M. G. dos Santos, A. S. Freire, R. E. Santelli, A. M. C. B. Braga, T. M. Krauss, S. C. Jacob (2012): Determination of inorganic trace elements in edible marine fish from Rio de Janeiro State, Brazil. *Food Contr.* 23, 535–541.

Mendil, D., Z. Demirci, M. Tuzen, M. Soyak (2010): Seasonal investigation of trace element contents in commercially valuable fish species from the Black Sea, Turkey. *Food Chem. Toxicol.* 48, 865–870.

Mol, S. (2001): Determination of trace metals in canned anchovies and canned rainbow trout fish marketed in Turkey. *Food Chem. Toxicol.* 49, 348–351.

Nardi, E. P., F. S. Evangelista, L. Tormen, T. D. Saint-Pierre, A. J. Curtius, S. S. de Souza, F. Barbosa (2009): The use of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) for the determination of toxic and essential elements in different types of food samples. *Food Chem.* 112, 727–732.

Nasreddine, L., O. Nashalian, F. Naja, L. Itani, D. Parent-Massin, M. Nabhani-Zaidan, N. Healla (2010): Dietary exposure to essential and toxic trace elements from a total diet study in an adult Lebanese urban population. *Food Chem. Toxicol.* 48, 1262–1269.

Noël, L., R. Chekri, S. Millour, C. Vastel, A. Kadar, V. Siro, J.-C. Leblanc, T. Guérin (2012): Li, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Fe and Mo levels in foodstuffs from the 2nd French TDS. *Food Chem.* 132, 1502–1513.

Onianwa, P. C., A. O. Adeyemo, O. E. Idowu, E. E. Ogbiela (2001): Copper and zinc contents of Nigerian foods and estimates

of the adult dietary intakes. *Food Chem.* 72, 89–95.

Saari, J. T. (2000): Copper deficiency and cardiovascular disease: role of peroxidation, glycation, and nitration. *Can. J. Physiol. Pharm.* 78, 848–855.

Salgueiro, M. J., M. Zubillaga, A. Lysionek, M. I. Sarabia, R. Caro, T. De Paoli (2000): Zinc as an essential micronutrient: A review. *Nutr. Res.* 20, 737–755.

Santaella, M., I. Martínez, G. Ros, M. J. Periago (1997): Assessment of the role of meat cut on the Fe, Zn, Cu, Ca and Mg content and their in vitro availability in homogenised weaning foods. *Meat Sci.* 45, 473–483.

Scherz, H., E. Kirchoff (2006): Trace elements in foods: Zinc contents of raw foods—A comparison of data originating from different geographical regions of the world. *J. Food Comp. Anal.* 19, 420–433.

Sedki, A., N. Lekouch, S. Gamon, A. Pineau (2003): Toxic and essential trace metals in muscle, liver and kidney of bovines from a polluted area of Morocco. *Sci. Total. Environ.* 317, 201–205.

Tuzen, M., M. Soyak (2007): Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey. *Food Chem.* 101, 1378–1382.


Tuzen, M. (2009): Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey. *Food Chem. Toxicol.* 47, 1785–1790.

Türkmen, M., A. Türkmen, Y. Tepe, A. Ates, K. Gokkus (2008): Determination of metal contamination in sea food from Marmara, Aegean and Mediterranean Sea: Twelve fish species. *Food Chem.* 108, 794–800.

Türkmen, M., A. Türkmen, Y. Tepe, Y. Töre, A. Ates (2009): Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean Seas. *Food Chem.* 113, 233–237.

Uluozlu, O. D., M. Tuzen, D. Mendil, M. Soyak (2007): Trace metal content in nine species of fish from the Black and Aegean Seas, Turkey. *Food Chem.* 104, 835–840.

Uriu-Adams, J. Y., R. B. Rucker, J. F. Comisso, C. L. Keen (2005): Diabetes and dietary copper alter (67)Cu metabolism and oxidant defense in the rat. *J. Nutr. Biochem.* 16, 312–320.

Dostavljeno: 26.7.2013.
Prihvaćeno: 2.9.2013. 

Transportni stres i kakvoća svinjskog mesa

Ovničević¹, D. Ivona Đurkin², Lj. Segedi³, B. Lukić, G. Kušec

pregledni rad

Sažetak

U radu se raspravlja o uvijek aktualnoj temi, utjecaju stresa uslijed transporta na kakvoću svinjskog mesa. U osvrtnu na stres opisani su čimbenici i postupci koji pridonose tom fiziološkom stanju kao i neke novije definicije ovog stanja u životinja za klanje. U radu se daje i kratki opis najčešćih biokemijskih pokazatelja stresa: mliječne kiseline (laktata), kreatin fosfokinaze (CPK) i kortizola. Nadalje se daje pregled radova autora koji su izučavali utjecaj transporta i stresa koji posljedično nastaje u svinja na različita svojstva kakvoće svinjskog mesa. Na kraju se raspravlja o mogućnostima i načinima ublažavanja transportnog stresa s ciljem poboljšavanja kakvoće mesa svinja. Zaključno se daju određene preporuke za pristupanje rješavanju poremećaja kakvoće mesa svinja izučavanjem čimbenika koji utječu na pojavu transportnog stresa te načinima njegovog umanjivanja odmorom prije klanja, kontroliranjem mikroklimatskih uvjeta u depou kloanice i hranidbenim tretmanom prije transporta ili neposredno prije klanja.

Cljučne riječi: transport svinja, stres, kakvoća svinjskog mesa

Uvod

Prosječni potrošač kao najvažnija svojstva svinjskog mesa podrazumijeva njegove senzoričke karakteristike, ali sve više dobivaju na važnosti i svojstva tehnološke kakvoće mesa, kao što je to primjerice otpuštanje mesnog soka. Poznato je da su tehnološka svojstva kakvoće mesa svinja određena različitim čimbenicima kao što su pasmina, genotip, dob, hranidba i ostalim čimbenicima koji sudjeluju tijekom proizvodnje tovjenika na farmi. Osim spomenutih, na kakvoću svinjskog mesa značajno utječu i postupci sa životinjama tijekom transportnih operacija (utovar, transport, istovar) te odmor prije klanja kao i sam tehnološki postupak klanja svinja (Monin, 1998, Candek-Potokar i sur., 1999). Istraživanja Grandin (1997) pokazala su da 50% poremećaja u kakvoći svinjskog mesa potječe od proizvodnih uvjeta na farmi a druga polovica od nepravilnih postupaka sa životinjama tijekom transporta, klanja i manipulacije svinjskim mesom nakon klanja. Prema Tarrantu (1992), posljednja 24 sata *ante mortem* sudna su za

čitav lanac proizvodnje svinjskog mesa, a tijekom tog vremena uglavnom se odvijaju dva vrlo stresna procesa – transport i klanje. Transportni stres pojavljuje se zbog različitih razloga kao što su fizička neudobnost, restrikcija hrane i vode, zamor zbog kretanja u vozilu, bol uzrokovana udarcima od stranice vozila, ali i psihičkih čimbenika kao što je promjena poznatog okoliša ili prisutnost nepoznatih osoba (Terlow, 2005).

Zbog toga su mnoga današnja znanstvena istraživanja usmjerena ka nalaženju poveznice između transportnog stresa u životinja za klanje i promjena u svojstvima kakvoće mesa koje nastaju pod njegovim utjecajem.

Stres

Pojam stresa još uvijek nije precizno definiran. Tako na primjer Fraser (1975) navodi da su životinje u stanju stresa „ako nastane potreba za abnormalnim ili ekstremnim prilagodbama u fiziologiji ili ponašanju (životinje) kako bi se prilagodile nepovoljnim utjecajima svoje okoline“.

Ova definicija još uvijek ne uključuje psihološko stanje životinja. U svom pregledu, Terlow (2005) napominje da što više životinja osjeća prijetnju u odnosu na normalno funkcioniranje tijela (uskraćivanje mogućnosti ležanja, problemi vezani uz glad, žeđ, bol ili bolest) ili u odnosu na njezino mentalno stanje (neurovnotezan socijalni kontekst, strah, frustracija, pre- ili pod-stimulacija okoliša), to se više osjeća stresno. Drugim riječima, riječju stres opisuje se fiziološko, etološko i psihološko stanje životinje kada se nađe u srazu s potencijalno prijetjećom situacijom.

Stresne situacije koje potiču promjene u hormonalnoj ravnoteži sustava hipotalamus–hipofiza–nadbubrežna žlijezda, odnosno povećano izlučivanje ACTH i kortizola u svinja su brojne i uključuju uskraćivanje hrane i vode (Clemens isur., 1986), transport (Perremans i sur., 2001), sniženje temperature okoline (Hicks i sur., 1998), bakterijske infekcije (Balaji i sur., 2002), promjene uvjeta držanja životinja (Jarvis i sur., 2001), ograničenje kretanja (Brown-Borg

¹ mr. sc. Domagoj Ovničević, dr. med. vet., Ravlik'UTD, Črnskiča 4, Osijek, Hrvatska

² doc. dr. sc. Ivona Đurkin, Boris Lukić, dipl. ing., prof. dr. sc. Goran Kušec, Poljoprivredni fakultet u Osijeku; Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Šubića 1a, Osijek, Hrvatska

³ Ljiljana Segedi, prof., Prirodoslovno-matematički fakultet; Pučko otvoreno učilište Kotva; Braće Hanžek 19, Petrinja, Hrvatska

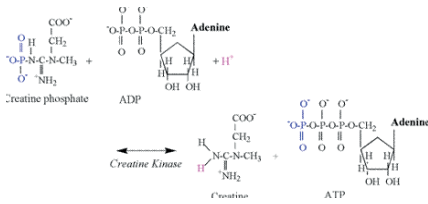


Slika 1. Pretvorba piruvata u laktat (Holzer, 1998)
Figure 1 Conversion of pyruvate to lactate (Holzer, 1998)

i sur., 1993), izolacija (Stull i McDonough, 1994), miješanje životinja iz različitih legala (Deguchi i Akuzawa, 1998), neprimjereni higijenski uvjeti (Schraeder i Ladwig, 1999), međusobno suparništvo (Morrow-Tesch i sur., 1994) i druge. Gustoća smještaja životinja u transportnom sredstvu kao uzrok stresa kod životinja za klanje opisali su Barton-Gade i Christensen (1998). Becker i sur. (1989) opisuju promjene nastale u krvi životinja zbog uskraćivanja hrane i transporta do klaonice.

Istraživanja su također pokazala da stres uzrokuje povećano izlučivanje adrenalina (Schraeder i Ladwig, 1999) i katekolamina (Ottens i sur., 1999, De Groot i sur., 2001) u svinja. Isto tako, potiče i promjene kao što su povećanje kore nadbubrežne žlijezde, atrofijsku timusa i drugih limfnih organa, pojavu čireva u sluznici i stjenici želudca i crijeva, smanjenje anaboličkih i povećanje kataboličkih procesa, povećanje brzine respiracije te porast tjelesne temperature (Orth i Kovacs, 1998, Otten i sur., 1999, De Jong i sur., 2000). Narušavanje biološke ravnoteže prema tome izaziva niz nespecifičnih promjena štetnih za organizam koje izazivaju poremećaje u normalnom ponašanju koji se očituju kao stanje depresije ili agresije (De Jong i sur., 1998, Schraeder i Ladwig, 1999).

Sve promjene nastale pod utjecajem stresa ostaju u organizmu životinje za vrijeme klanja pa i kasnije, tijekom procesa pretvorbe



Slika 2: Strukturni prikaz aktivnosti kreatin kinaze (Roberts, 2001)
Figure 2 Outline view of creatine kinase activity

mišića u meso. Poznato je da loše postupanje sa životinjama i zanemarivanje njihove dobrobiti uzrokuje stres i rezultira slabijom kvalitetom mesa. S obzirom na duljinu trajanja stresa, razlikujemo akutni i kronični stres. Svaki od njih se na drugačije načine odražava na kvalitetu mesa. Dugoročni stres troši mišićni glikogen pa takvo meso postane tvrdo, suho i tamno (TST). Ovo se događa kod svih životinjskih vrsta, iako promjenu najčešće susrećemo kod goveda. Stres neposredno prije i tijekom klanja kod svinja može uzrokovati pojavu BMV (blijedo, mekano, vodnjikavo) mesa. Objе promjene na mesu, BMV i TST, smanjuju uporabnu vrijednost mesa te narušavaju njegova senzorska svojstva (Warriss i Brown, 2000).

Indikatori stresa iz krvi svinja

Stres, kojem su životinje bile izložene prije klanja, odgovoran je za promjene koncentracije pojedinih hormona, enzima te međuprodukata i produkata metabolizma u krvi (Grandin, 1997; Becker i sur. 1989). Te promjene utječu i na proces pretvorbe mišića u meso. Između tih brojnih biokemijskih pokazatelja stresa u krvi učestalošću uporabe ističu se mliječna kiselina-laktat, kreatin-kinaza (CPK) i kortizol koje ćemo ovdje ukratko opisati.

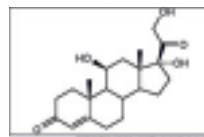
Mliječna kiselina (laktat)

Mliječna kiselina, odnosno laktat u organizmu nastaje anaerobnom glikolizom (bez prisustva kisika) iz proglodane kiseline, piruvata (slika 1). Nastaje u skeletnom mišiću kada je potreba za energijom veća od sposobnosti prijenosa kisika. Nastali laktat putem krvi transportira se u jetra i putem glukoneogeneze vraća u glukozu. Pod utjecajem stresa koncentracija laktata u krvi raste (Brown i sur., 1997) kao posljedica anaerobne glikolize, odnosno naglom potrebom za energijom uz nedostatak kisika. Warriss i sur. (1994) navode laktat kao korisni pokazatelj stresa kod svinja. Veliki stres prije klanja rezultira povećanom koncentracijom laktata u krvi svinja (Hambrecht i sur., 2004). Do istih zaključaka prilikom istraživanja povezanosti stresa s koncentracijom laktata u krvi došli su Merlot i sur. (2011).

Kreatin-fosfokinaza (CPK)

Kreatin kinaza (CK) ili kreatin fosfokinaza (CPK) je enzim koji katalizira reakciju kreatin i adenozin trifosfata (ATP) pri čemu nastaje kreatin-fosfat i adenozin difosfat (ADP).

U tkivima koja brzo troše energiju kao što su poprečnoprugasti mišići, ali i mozak, te glatki mišići, fosfokreatin služi kao brzi izvor za regeneraciju ATPa, pa je kreatin kinaza vrlo važan enzim za to tkivo. Kao i laktat, tako i kreatin-fosfokinaza predstavlja dobar pokazatelj stresa kod svinja



Slika 3: Struktura kortizola (http://dujs.dartmouth.edu/wp-content/uploads/2011/02/cortisol.jpg)
Figure 3 Structure of cortisol

(Warriss i sur., 1994). Yu i sur. (2009) u svojim su istraživanjima utvrdili povećane koncentracije kreatin-fosfokinaze kod životinja koje su transportirane prije klanja, u usporedbi sa životinjama koje nisu transportirane prije no što su zaklane (kontrolna skupina). Uspoređujući dvije skupine svinja, od kojih je u jednoj stresa bio minimiziran, a s drugom se postupalo uobičajenim odnosom prije klanja, Brown i sur. (1998) došli su do rezultata gdje je povećana koncentracija kreatin-fosfokinaze (CPK) bila u skupini s uobičajenim rukovanjem dok su niže vrijednosti koncentracije CPK bile utvrđene u skupini sveden na najmanju mjeru.

Kortizol

Kortizol (ili hidrokortizon) je steroidni hormon kore nadbubrežne žlijezde, koji sudjeluje u regulaciji metabolizma ugljikohidrata, masti i proteina; ima ulogu pri stresu i upali, te u različitoj mjeri djeluje na brojne sustave u organizmu. Kortizol i ostali hormoni kore nadbubrežne žlijezde koji imaju značajan učinak na povećanje koncentracije glukoze u krvi nazivaju se glukokortikoidi.

Glavni učinci kortizola na metabolizam supojačavanje glukoneogeneze jetri (stvaranje glukoze iz amino-kiselina i drugih spojeva), smanjenje količine proteina u svim stanicama osim u jetrenim, poboljšanje iskoristavanja masnih kiselina za dobivanje energije u staničite smanjivanje isko-

rištavanja glukoze u stanicama. Svi ti učinci dovode do povećanja količine glukoze u krvi i čuvanja zalih glukoze (sintezom glikogena - glikogeneza).

Kortizol se izlučuje kao odgovor na lučenje adrenokortikotropnog hormona (ACTH), te kao posljedica stresa. Hambrecht i sur. (2005.) u svojim su istraživanjima uvdili da povećani stres prije klanja ima za posljedicu povećanje koncentracije kortizola u krvi zaklanih životinja.

Primarni se odgovor organizma na stres očituje reakcijom sustava hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda te je ovaj sustav u središtu istraživanja učinaka stresa, nastalih promjena u razinama različitih hormona i posljedica koje imaju na različite procese organizma (Orth i Kovacs, 1998).

Bilo koji oblik stresa nastalog interakcijom hipotalamusa, hipofize i nadbubrežne žlijezde te živčanim i drugim poticajima može u vrlo kratkom vremenu povećati izlučivanje adrenokortikotropnog hormona (ACTH) te glukokortikoida kortizola i do 20 puta u odnosu na ravnotežno stanje u organizmu (Guyton i Hall, 1999). Nakon sinteze kortizol se odmah otpušta u krvotok, transportira do ciljnih organa, gdje utječe na različite metaboličke procese. Kortizol regulira i svoju sintezu, odnosno prekomjernu sintezu, tako što se krvotokom prenosi u hipotalamus i hipofizu te tzv. negativnom povratnom vezom izravno djeluje na hipotalamus i smanjenje sinteze kortikotropin-oslobađajućeg hormona (CRH), odnosno na adenohipofizu smanjenje sinteze ACTH.

Izlučen u povećanim koncentracijama pri stresnim situacijama, kortizol potiče kataboličke procese u stanicama i sintezu glukoze u jetri, smanjuje prijenos aminokiselina u gotovo sva tkiva, posebno mišićna i limfatična, smanjuje sintezu bje-

lančevina u tim tkivima, održava opskrbu srca i mozga energijom, inhibira proliferaciju i diferencijaciju osteoblasta te smanjuje apsorpciju kalcija u crijevima. Pretpostavlja se da kortizol usporava iskorištavanje glukoze neposrednim inhibicijskim djelovanjem na oksidaciju NADH u NAD+. Pojačana glukoneogeneza u stanicama uzrokuje povećanje koncentracije glukoze u krvi, čak i do 50% u odnosu na normalne fiziološke vrijednosti (Guyton i Hall, 1999).

Transport svinja, stres i kakvoća mesa

Transport životinja i uvjeti za prijevorna sredstva koja prevoze žive životinje definirani su propisima i to na način da se smanji nepotrebna patnja životinja tijekom prijevoza i s prijevozom povezanih radnji (Pravilnik o zaštiti životinja tijekom prijevoza i s prijevozom povezanih postupaka, NN 12/11).

Međutim poznato je da transport i postupci vezani uz njega dovode svinje u stanje stresa te negativno utječu na kvalitetu mesa (Grandin, 1997; Becker i sur., 1989). Transportni stres proporcionalan je duljini transporta, odnosno udaljenosti farme od klaonice. Gispert i sur. (2000) zaključili su da dugotrajni transport može povisiti udio mesa s ozbiljnim TST i umjerenim BMV poremećajem, dok se udio mesa s ozbiljnim BMV poremećajem smanjuje. Osim toga, zaključeno je da kratki transporti mogu izazvati akutni stres kada su razine glikogena još uvijek visoke što potencijalno može izazvati ozbiljne BMV poremećaje svinjskog mesa.

Yu i sur. (2009) opisuju da je stres uzrokovan transportom bio veći u životinja čije je putovanje do klaonice trajalo dulje, dok je transport bio manje stresan po životinje koje su se kraće vrijeme vozile do klaonice kao što se može vidjeti iz tablice 1. Iz tablice se može vidjeti da je meso svinja

transportiranih 1 ili 2 sata imalo niže pH₁ i pH₂₄ vrijednosti i više otpuštanje mesnog soka u usporedbi s kontrolnom skupinom svinja. Pokazatelji boje mesa (L* i b*) u transportiranih svinja bile su značajno više u odnosu na meso kontrolne skupine svinja što ukazuje na veću vjerojatnost pojave BMV mesa. S tim u vezi autori navode istraživanja koja ukazuju da transport ubrzava razgradnju ATP-a u mišićima svinja, što dovodi do nižeg energetskog statusa mišića post mortem, a time i ubrzane glikolize zbog aktivacije AMP-aktivirane protein kinaze i posljedično povećanom pojavnošću BMV mesa (Shen i sur., 2006). Iz tablice se također vidi da je najveći pad u pH vrijednostima i povećanje vrijednosti otpuštanja mesnog soka te L* i b* pokazateljima boje uočeni u svinja čiji je transport trajao 2 sata, što ukazuje na znakove umanjene kakvoće mesa u odnosu na svinje transportirane 1 ili 4 sata. To potvrđuju i rezultati Pereza i sur. (2002) koji su analizirajući razine kortizola i laktata u krvi zaključili da transport duži od 3 sata omogućava svinjama stanovit adaptaciju, što ima slične učinke kao i odmor životinja prije klanja.

Osim toga, u istom istraživanju, Perez i sur. (2002) ukazuju da utjecaj vremena transporta na enzime mišića ovisi o genotipu i spolu jer su ženke s oba mutirana Ryr-1 gena (nn) bile najosjetljivije na utjecaj dugog transporta. Autori su pri tome ispitivali mišićne enzime kao što su alanin amino transferaza (ALU), aspartat amino transferaza (AST), kreatin kinaza (CK) i laktat dehidrogenaza (LDH) koje su uzeli kao indikatore mišićnog oštećenja i zamora. Zanimljivo je da su u slučaju kakvoće meserazultati pokazali da svinje koje su transportirane kraće vrijeme imale veću tendenciju proizvodnje BMV mesa od svinja podvrgnutima transportu kroz duže vrijeme. Analiza utjecaja transporta kao glavnog čimbenika pokazala je da

Tablica 1. Utjecaj trajanja transporta na kakvoću *m.longissimus dorsi* (Yu i sur., 2009)
Table 1 Influence of transport time on quality of longissimus dorsi muscle (Yu et al., 2009)

| | Vrijeme transporta (h) / Transport time (h) | | | |
|----------------------------|---|------------------|------------------|----------------|
| | 0 | 1 | 2 | 4 |
| pH ₁ | 5,830 ± 0,062 | 5,604 ± 0,045** | 5,188 ± 0,103** | 5,684 ± 0,127 |
| pH ₂₄ | 5,543 ± 0,092 | 5,418 ± 0,051* | 5,088 ± 0,057** | 5,472 ± 0,083 |
| Otpuštanje mesnog soka (%) | 1,913 ± 0,408 | 2,672 ± 0,278** | 3,040 ± 0,402** | 1,986 ± 0,359 |
| Drip loss (%) | | | | |
| Vlažnost (%) | 37,268 ± 2,188 | 39,599 ± 1,72* | 40,715 ± 2,602** | 38,774 ± 2,194 |
| Moisture (%) | | | | |
| Kalo kuhanja (%) | 18,130 ± 2,055 | 24,615 ± 1,419** | 20,05 ± 2,415 | 17,964 ± 1,832 |
| Cooking loss (%) | | | | |
| WBSF* (N) | 57,516 ± 6,11 | 53,900 ± 8,40 | 48,236 ± 6,66** | 60,701 ± 7,80 |
| L* | 48,726 ± 2,248 | 52,148 ± 2,320** | 52,548 ± 2,150** | 49,660 ± 2,857 |
| a* | 10,396 ± 0,855 | 9,977 ± 0,928 | 10,149 ± 0,516 | 9,708 ± 0,745* |
| b* | 0,633 ± 0,346 | 0,953 ± 0,328 | 2,073 ± 0,507** | 1,018 ± 0,348 |

*Warner-Bratzler shear force.
*p<0,05 pri usporedbi transportnih grupa sa kontrolnom. - **p<0,05 when comparing transport groups with control.
**p<0,01 pri usporedbi transportnih grupa sa kontrolnom. Vrijednosti se odnose na aritmetičku sredinu ± SD. - **p<0,01 when comparing transport groups with control. Values refer to mean ± SD.

su svinje transportirane 15 minuta imale značajno niže pH₁ vrijednosti i *m.longissimus thoracis* mišiću, i tendenciju ka nižim pH₂₄ vrijednostima u *m.semimembranosus* (p=0,09) u usporedbi s životinjama koje su bile izložene trosatnom transportu. Životinje transportirane 15 minuta imale su općenito najniže pH₁ vrijednosti mesa. Vrijednosti pH mjerene 2 sata nakon klanja bile su značajno niže u *m.semimembranosus* mišiću što ukazuje na bržu glikolizu post mortem u mesu svinja transportiranih 15 minuta u usporedbi s mesom svinja transportiranih 3 sata. Svi ispitivani utjecaji koji su bili istraživani i njihova značajnost prikazani su u tablici 2.
*Mjesto za tablicu 2

Kao još jedan od potencijalnih čimbenika, uz spomenuti genotip i spol, može se istaknuti glikolitički potencijalza kojeg su Hambrecht i sur. (2004) utvrdili da u kombinaciji s visokim stresom prije klanja negativno utječe na otpuštanje mesnog soka. Bee i sur. (2006) istraživali su

utjecaj reduciranja glikogena u mišićima svinja hranidbenim tretmanima (obroci sa sniženom razinom probavljivih ugljikohidrata) i duljine trajanja transporta na glikolitički potencijal svinja i posljedično na kakvoću mesa. Između ostalog, zaključili su da se pojačana razgradnja glikogena ante mortem, koja može negativno utjecati na kakvoću svinjskog mesa, nije dogodila u svinja hranjenih obrocima koji reduciraju glikogen i transportiranih 3 sata do klaonice.

Nasuprot spomenutim istraživanjima, Warris i sur. (1983) nisu utvrdili utjecaj dužine trajanja transporta na završne pH vrijednosti koje su važan pokazatelj stanja kakvoće svinjskog mesa. U širokoj raspravi o uzrocima varijacija završnih pH vrijednosti u svinjskom mesu Fernandez and Tornerberg (1991) napominju da je teško izvlačiti čvrste zaključke glede utjecaja trajanja transporta zbog različitosti u rezultatima brojnih autora i da se u ovom času može govoriti o

Tablica 2. Signifikantnost rezultata parametara krvi i kakvoće mesa istraživanih analizom varijance s trajanjem transporta (T), genotipom (G) i spolom (S) kao glavnim čimbenicima i T x G, T x S i G x S kao interakcijama (Perez i sur., 2002).
Table 2 Significance of blood parameters and meat quality analysed by ANOVA procedure, with transport (T), genotype (G) and seks (S) as main factors and T x G, T x S and G x S as interactions (Perez et al., 2002).

| | Glavni čimbenici / Main factors | | | Interakcije / Interactions | | |
|---|---------------------------------|----|----|----------------------------|-----|-----|
| | T | G | S | T*G | T*S | G*S |
| Crvena krvna zrnca / Red blood cells | | | | | | |
| Hemoglobin / Haemoglobin | | | | | * | |
| Hematokrit / Packedcellvolume | | | | | | |
| Bijela krvna zrnca / White blood cells | | | | ** | | |
| Monociti / Monocytes | | | | | | |
| Limfociti / Lymphocytes | *** | | | | | |
| Neutrofili / Neutrophils | *** | | | | | |
| Bazofili / Basophils | | | | | | |
| Eosinofili / Eosinophils | *** | ** | | | | |
| Laktat / Lactate | * | * | | | | |
| Glukoza / Glucose | | | ** | | | |
| Kortizol / Cortisol | ** | | | | | |
| Kalij / Potassium | | | | | | |
| Alanin aminotransferaza / Alanin aminotransferase | | | | | | *** |
| Aspartat aminotransferaza / Aspartat aminotransferase | | | | | | *** |
| Kreatin kinaza / Creatin kinase | | | | | | |
| Laktat dehidrogenaza / Lactate dehydrogenase | | | | | | ** |
| pH ₁ Longissimus thoracis | | | | | | |
| pH ₂₄ Longissimus thoracis | | ** | | | | |
| pH ₁ Semimembranosus | * | | | | | |
| pH ₂₄ Semimembranosus | | * | | | | |
| FOP ₁ Longissimus thoracis | | | | | | |
| FO ₂₄ Semimembranosus | | ** | | | | |
| Klaonička masa / Slaughter weight | | | | | | |
| Otpuštanje mesnog soka 24h / Drip loss 24h | | | | | | |

* P<0,05 ** P<0,01 *** P<0,001

međudjelovanju više čimbenika.

Utovar životinja u prijevozno sredstvo, prijevoz do klaonice i istovar koje su neizostavne, no već sam postupak prema životinjama tijekom utovara i istovara, koji bi trebao biti što nježniji i mirniji, kao i vožnja do klaonice, koja isključuje nagla ubrzavanja i usporavanja vozila, uvelike može umanjiti stres kod životinja.

Ublažavanje posljedica transporta

Stres nastao transportom životinja može se ublažiti njihovim odmorom u stočnom depou klaonice. Odmorom životinja prije klanja smanjuje se razina produkata stresa nastalih tijekom transporta. Ovo smanjenje ima direktni utjecaj na post-mortalne promjene u mišićnom tkivu, a time i na pojedina svojstva kakvoćemesa

te može rezultirati značajnim pozitivnim pomakom u proizvodnji kvalitetnog svinjskog mesa namijenjenog za konzumiranje i što je još važnije, za njegovu preradu. Tako Warris (2003) glede optimalnog vremena odmora svinja prije klanja i kakvoći njihova mesa navodi da je optimalno vrijeme odmora 1 do 3 sata; kraća vremena od toga povezuje s BMV mesom, a duža s TST mesom, više ozljeđa na koži zbog agresije među životinjama i niže prinose polovica.

Vrijeme životinja provedeno u stočnom depou značajno utječe na svojstva kakvoće mesa nakon klanja. Tako su Šmeicinska i sur. (2011) utvrdili da odmor prije klanja ima značajan utjecaj na indikatore stresa. Primjerice, izmjerena razina kortizola bilaje veća u krvi prikupljenih od životinja zaklanih neposredno nakon klanja nego u krvi svinja kojima je bio omogućen 24-satni odmor prije klanja. Iako razlika u incidenciji BMV mesa između skupina nije bila statistički značajna, meso svinja koje su se odmarale prije klanja imalo je značajno povoljnija senzorna svojstva kao što je vidljivo u tablici 3.

Salajpal i sur. (2005) istraživali su metabolite krvnog seruma i kakvoću mesa u različitim razinama svinjakoje su bile izložene različitim razdobljima odmora u stočnom depou klaonice. Oni su utvrdili da dugo razdoblje odmora smanjuje razinu glukoze u krvi i proizvodi znakove mišićnog oštećenja. Osim toga utvrdili su i utjecaj genotipa na razinu stresa (laktat u krvi) i kakvoću mesa (pH₁₅ i otpuštanje mesnog soka), ali samo u skupini s kratkim trajanjem odmora.

Osim genotipa postoje i drugi čimbenici koji u interakciji s odmorom svinja prije klanja utječu na kakvoću svinjskog mesa. Tako su Santos i sur. (1997) istraživali kombinirani utjecaj mikroklimatskih uvjeta (temperatura, relativna vlaga) i odmora prije klanja na svojstva kakvoće svinjskog mesa. U svom istraživanju utvrdili su signifikantan utjecaj mikroklimat-

Tablica 3. **Senzorska svojstva i instrumentalna nježnost mesa svinja zaklanih neposredno nakon transporta i nakon 24 sata odmora (Šmiecinski sur., 2011).**
Table 3 **Sensory traits and instrumental tenderness of pigs slaughtered immediately after transport and after 24h lairage time (Šmiecinska et al., 2011).**

| Specifikacija / Specification | Trajanje odmora / Lairage time | | | |
|---|---|--|-------|------|
| | Neposredno klanje / Immediate slaughter | Klanje nakon 24h / Slaughter after 24h | | |
| | sd | sd | | |
| Sočnost (bodova) / Juiciness (points) | 4,81** | 0,32 | 3,93 | 0,59 |
| Nježnost (bodova) / Tenderness (points) | 4,67** | 0,43 | 3,87 | 0,77 |
| Ježnost-intenzitet (bodova) / Palatability-intensity (points) | 4,89** | 0,21 | 4,60 | 0,35 |
| Ježnost-poželjnost (bodova) / Palatability-acceptability (points) | 4,89** | 0,21 | 4,52 | 0,38 |
| Instrumentalna nježnost (N) / Instrumental tenderness (N) | 27,52 | 6,86 | 29,75 | 5,11 |

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

skih uvjeta na sva ispitivana svojstva kakvoće mesa, osim na pH₂, mjereno u *m.semimembranosus* i *m.longissimus dorsi* te indeks oštećenosti polovice. Utjecaj dužine odmora prije klanja bio je striktno povezan s mikroklimatskim uvjetima, ponajviše s temperaturom.

Schaefer i sur. (2001) iscrpno izvještavaju o ulozi hranidbe u smanjivanju pre mortalnog stresa i poboljšanju kakvoće mesa životinja za klanje. Autori daju niz preporuka o hranidbenim tretmanima životinja neposredno prije transporta ili klanja kojima se može pozitivno djelovati na ublažavanje posljedica stresa i poboljšavanje kakvoće mesa. Davanje malih količina ključnih nutrijenata odmah prije ili poslije transporta može umanjiti dehidraciju tkiva ili poboljšati rehidraciju te umanjiti katabolizam mišićnih bjelancevina, glikogena i lipida. Tako poboljšana homeostaza tijekom izlaganja stresu, koji se ne može izbjeći, također poboljšava dobrobit životinja. Na primjer, elektroliti davani tijekom antemortalnog razdoblja poboljšavaju retenciju vode i umanjuju kiselo-lužnatu neravnotežu te disbalans elektrolita, a davanje glukoneogeničkih

aminokiselina vjerojatno umanjuje katabolizam tkiva, održava mišićni glikogen i štiti od pojave TST mesa. Neki nutrijenti kao što su pojedine aminokiseline i magnezij mogu utjecati na djelovanje hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda-koji upravlja fiziološkim odgovorom na stres.

S druge strane, Leheska i sur. (2002) utvrdili su da uskraćivanje hrane i transport pozitivno utječe na kakvoću svinjskog mesa, s time da je utjecaj transporta jači. Uskraćivanje hrane 48 sati prije klanja imao je približno isti učinak na kakvoću mesa svinja kao transport u trajanju od 2 sata. Autori zaključuju da iako se svinje neće transportirati na veće udaljenosti u cilju poboljšavanja kakvoće mesa njihovi rezultati mogu utjecati na donošenje odluka u management-u klanice. Primjerice, proizvođačima svinja koji se nalaze unutar jednog sata vožnje do klanice može se sugerirati da prije transporta uskrate životinjama hranu, dok udaljeniji proizvođači za tim nemaju potrebe.

Zaključno

S obzirom da su istraživanja po-

kazala da polovica poremećaja kakvoće mesa svinja potječe od nepravilnog postupka s životinjama tijekom transporta, klanja i manipulacije svinjskim mesom nakon klanja, može se zaključiti da je velik dio ovih problema moguće riješiti ukoliko se pod nadzorom drže čimbenici koji utječu na kakvoću svinjskog mesa tijekom tih operacija. To se osobito odnosi na utovar, transport i istovar svinja koji za njih može biti vrlo stresan. Pri tome se mora imati u vidu da će na ove pojave značajno utjecati i neki drugi čimbenici, ponajviše genotip, spol, glikolitički potencijal mišićnog tkiva svinja i drugi. Zbog toga je poremećaje u kakvoći mesa svinja najbolje shvaćati kao posljedicu interakcija između spomenutih čimbenika, pa je preporučljivo dobro ih proučiti prije donošenja odluke o načinu njihova rješavanja.

Stres nastao transportom životinja može se ublažiti njihovim odmorom u stočnom depou klanice. Odmorom životinja prije klanja smanjuje se razina produkata stresa nastalih tijekom transporta, a time se može djelovati na pojedina svojstva kakvoće mesa u svinja, posebice senzorna. Vrijeme koje životinje provedu u stočnom depou također značajno utječe na svojstva kakvoće svinjskog mesa nakon klanja. Utjecaj odmora prije klanja na kakvoću svinjskog mesa često je u interakciji s genotipom i drugim čimbenicima, naročito s mikroklimatskim uvjetima.

Na ublažavanje posljedica stresa i poboljšavanje kakvoće mesa svinja može se pozitivno djelovati hranidbenim tretmanima neposredno prije transporta ili klanja. Isto tako, uskraćivanje hrane i sam transport u određenim slučajevima mogu pozitivno utjecati na kakvoću svinjskog mesa. U tom smislu, praktičan savjet proizvođačima svinja koji su locirani u blizini klanice (do 1 sat) je da prije transporta životinjama uskrate hranu, dok udaljeniji proizvođači za tim

Transport stress and quality of pig meat

Summary

The paper discusses a topical issue of the influence of stress due to the transport on quality of pig meat. In a review to stress, there were described factors and procedures contributing that physiological condition, as well as some newer definitions of this condition in animals intended for slaughter. The paper also gives a short description of the most represented biochemical stress indicators: lactic acid (lactate), creatine phosphokinase (CPK) and cortisol. Furthermore, there is given a review of papers by the authors who studied the effect of transport and stress which appears consequently in pigs to different characteristics of pig meat quality. At the end, there are discussed the possibilities and ways of relieving transport stress with the goal of improving the quality of pig meat. In conclusion there are given some recommendations for approaching the solving of the disorders in pig meat quality by studying the factors influencing the appearance of transport stress and the ways of its reducing by resting before the slaughter, controlling microclimatic conditions in the depot of an abattoir and feeding treatment before the transport or prior to slaughter.

Keywords: transport of pigs, stress, quality of pig meat

Transportstress und die Qualität des Schweinefleisches

Zusammenfassung

In der Arbeit wird über das immer aktuelle Thema diskutiert, nämlich über den Einfluss von Stress wegen des Transportes auf die Qualität des Schweinefleisches. In Bezug auf Stress sind Faktoren und Verfahren beschrieben, die diesem physiologischen Zustand beitragen. Es sind auch einige neue Definitionen dieses Zustandes bei den Schlachttieren gegeben. In der Arbeit werden kurze Beschreibungen der häufigsten biochemischen Indikatoren von Stress angeführt: Milchsäuren (Laktate), Kreatinin Phosphokinase (CPK) und Kortisol. Weiterhin wird ein Verzeichnis der Autoren und deren Arbeiten gegeben, die den Einfluss des Transportes und des darauffolgenden Stresses auf die Qualität des Schweinefleisches erforscht haben. Am Ende wird über die Möglichkeiten und Arten der Milderung von Transportstress diskutiert, um so die Qualität des Schweinefleisches zu verbessern. Schließlich werden bestimmte Empfehlungen gegeben, dies zur Lösung der negativen Folgen auf die Fleischqualität der Schweine, u.zw. durch die Forschung der Faktoren, die auf den Transportstress einen Einfluss haben, sowie die Arten deren Milderung durch die Rast vor dem Schlachten, durch Kontrolle der mikroklimatischen Bedingungen im Schlachthofdepot, sowie Fütterungsbehandlung vor dem Transport oder unmittelbar vor dem Schlachten.

Schlüsselwörter: Transport von Schweinen, Stress, Qualität des Schweinefleisches

Stress da trasporto e qualità della carne suina

Sommario

Il presente lavoro tratta il tema attuale dell'influenza dello stress causato dal trasporto sulla qualità della carne di maiale. Prendendo in considerazione lo stress, sono descritti i fattori e i procedimenti che contribuiscono a questo stato fisiologico ed alcune nuove definizioni di tale stato degli animali da macello. Il lavoro fornisce anche una breve descrizione degli indici biochimici di stress più frequenti: acido lattico (lattati), creatina fosfochinasi (CPK) e cortisolo. Inoltre, fornisce un riassunto dei lavori i cui autori hanno esaminato l'influenza del trasporto e dello stress che si manifesta sui suini sulle caratteristiche qualitative della carne di maiale. Alla fine si discute sulle possibilità e sui modi di alleviare lo stress durante il trasporto con lo scopo di migliorare la qualità della carne suina. Per concludere si danno alcune raccomandazioni per l'approccio alla soluzione dei disordini di qualità della carne suina che sono il risultato dell'esaminazione dei fattori influenzanti l'apparizione dello stress da trasporto e dei modi per ridurre lo stress con il riposo prima del trasporto o direttamente prima della macellazione.

Parole chiave: trasporto dei suini, stress, qualità della carne suina

nemaju potrebe.

Literatura

Balaji, R., K. J. Wright, J. L. Turner, C. M. Hill, S. S. Dritz, B. Fenwick, J. A. Carroll, M. E. Zannelli, L. A. Beausang, J. E. Minton (2002): Circulating cortisol, tumour necrosis factor- α , interleukin-1b, and interferon- γ in pigs infected with *Actinobacillus pleuropneumoniae*. *J. Anim. Sci.* 80, 202-207.

Barton Gade, Patricia, L. Christensen (1998): Effect of Different Stocking Densities During Transport on Welfare and Meat Quality in Danish Slaughter Pigs. *Meat Sci.* 48, 237-247.

Becker, B.A., H. F. Meyes, G. L. Hahn, J. A. Niensberg, G. W. Jesse, M. E. Anderson, H. Heymann, H. B. Hendrick (1989): Effect of Fasting and Transportation on Various Physiolo-

gical Parameters and Meat Quality of Slaughter Hogs. *J. Anim. Sci.* 67, 334-341.

Be, G., C. Billoey, G. Guex, W. Herzog, S. M. Lonergan, Elisabeth Huff-Lonergan (2006): Effects of available dietary carbohydrate and preslaughter treatment on glycolytic potential, protein degradation, and quality traits of pig muscles. *J. Anim. Sci.* 84, 191-203.

Brown S. N., P. D. Warriss, G. R. Nute, J. E. Edwards, T. G. Knowles (1997): Meat Quality in Pigs Subjected to Minimal Preslaughter Stress. *Meat Sci.* 49, 257-265.

Brown-Borg, H. M., H. G. Klemcke, F. Blecha (1993): Lymphocyte proliferative responses in neonatal pigs with high or low plasma cortisol concentration after stress induced by restraint. *Am. J. Vet. Res.* 54, 2015-2020.

Clemens, E. T., B. D. Schultz, M. C. Brumm, G.

W. Jesse, H. F. Meyes (1986): Influence of market stress and protein level on feeder pig, hematologic and blood chemical values. *Am. J. Vet. Res.* 47, 359-362.

Čandek-Potokar, Marjeta, L. Lefaucheur, B.Ziender, M. Bonneau (1999): Effect of slaughter weight and/or age on histochemical characteristics of pig longissimus dorsi muscle as related to meat quality. *Meat Sci.* 52, 195-203.

De Jong, I. C., E. D. Ekkel, J. A. Van De Burgwal, E. Lambouij, S. M. Korte, S. M., M. A. W. Ruis, J. M. Koolhaas, H. J. Blokhuis (1998): Effects of straw bedding on physiological responses to stressors and behaviour in growing pigs. *Physiol. Behav.* 64, 303-310.

De Jong, I. C., J. T. Prelle, J. A. Van De Burgwal, E. Lambouij, S. M. Korte, H. J. Blokhuis, J. M. Koolhaas (2000): Effects of envi-

ronmental enrichment on behavioural responses to novelty, learning and memory, and the circadian rhythm in cortisol in growing pigs. *Physiol. Behav.* 68, 571-578.

De Groot, J. M. A. W. Ruis, J. W. Scholten, J. M. Koolhaas, W. J. A. Boersma (2001): Long-term effects of social stress on antiviral immunity in pigs. *Physiol. Behav.* 73, 145-158.

Deguchi, E., M. Akuzawa (1998): Effects of fighting after grouping on plasma cortisol concentration and lymphocyte blastogenesis of peripheral blood mononuclear cells induced by mitogens in piglets. *J. Vet. Med. Sci.* 60, 149-153.

Fernandez, X., Eva Tornberg (1991): A review of the causes of variation in muscle glycogen content and ultimate pH in pigs. *J. Muscle Foods* 2, 209-235.

Fraser, D., J. S. Ritchie, A. F. Fraser (1975): The term stress in a veterinary context. *Br. Vet. J.* 131, 653-662.

Grandin Temple (1997): Assessment of stress during handling and transport. *J. Anim. Sci.* 75, 249-257.

Gispert, M., L. Faucitano, M.A. Oliver, M.D. Guardia, C. Coll, K. Siggins, K. Harvey, A. Diestre (2000): A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Sci.* 55, 97-106.

Guyton, A. C., J. E. Hall (1999): Medicinska fiziologija. Medicinska naklada, Zagreb.

Hambrecht E., J. J. Eissen, R. I. J. Nooljen, B. J. Ducro, C. H. M. Smits, L. A. den Hartog, M. W. A. Versteegen (2004): Preslaughter stress and muscle energy largely determine pork quality at two commercial processing plants. *J. Anim. Sci.* 82, 401-409.

Hambrecht E., J. J. Eissen, R. I. J. Nooljen, B. J. Ducro, C. H. M. Smits, L. A. den Hartog, M. W. A. Versteegen (2005): Preslaughter stress and muscle energy largely determine pork quality at two commercial processing plants. *J. Anim. Sci.* 82, 1401-1409.

Hicks, T. A., J. J. Mcglone, C. S. Whisnant, H. G. Kattesh, R. L. Norman (1998): Behavioral, endocrine, immune, and performance measures for pigs exposed to acute stress. *J. Anim. Sci.* 76, 474-483.

Holzer, G. (1998): Glycolysis, TCA, Electron Transport, ATP Synthesis. <http://www.prism.gatech.edu/~gh191b1510/glycolysis.htm>.

Jarvis, S., B. J. Vander Vegt, A. B. Lawrence, K. A. McLean, L. A. Daans, J. Chimside, S. K. Calvert (2001): The effect of parity and envi-

ronmental restriction on behavioral and physiological responses of pre-parturient pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 71, 203-216.

Leheska, J.M., D.M. Wulf, R.J. Maddock (2002): Effect of fasting and transportation on pork quality development and extent of post-mortem metabolism. *J. Anim. Sci.* 80, 3194-3202.

Merlot E., A.M. Mounier, A. Prunier (2011): Endocrine response of gilts to various common stressors: A comparison of indicators and methods of analysis. *Physiol. Behav.* 102, 259-265.

Monin, G. (1998): Recent methods for predicting quality of whole meat. *Meat Sci.* 49, 231-243.

Morrow-Tesch, J. L., J. J. McGlone, J. L. Salak-Johnson (1994): Heat and social effects on pig immune measures. *J. Anim. Sci.* 72, 2599-2609.

Orth, D. N., W. J. Kovacs (1998): The adrenal cortex. In: *Williams Textbook of Endocrinology*, 9th ed. (Wilson, J. D., Foster, D. W., Kronenberg, H. M., Larsen, P. R., eds.), W. B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania, pp. 517-664.

Otten, W., B. Puppe, E. Kanitz, P. C. Schon, B. Stabenow (1999): Effects of dominance and familiarity on behaviour and plasma stress hormones in growing pigs during social confrontation. *J. Vet. Med.* 46, 277-292.

Perremans, S., J. M. Randall, G. Rombouts, E. Decuyper, G. Geers (2001): Effect of whole-body vibration in the vertical axis on cortisol and adrenocorticotrophic hormone levels in piglets. *J. Anim. Sci.* 79, 975-981.

Perez, M.P., J. Palacio, M.P. Santolaria, M.C. Acena, G. Chacon, M. Gascon, J.H. Calvo, P. Zaragoza, J.A. Beltran, S. Garcia-Belenguier (2002): Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat Sci.* 61, 425-433.

Robergs, R. A. (2001): Exercise-Induced Metabolic Acidosis: Where do the Protons come from? *Sport science* 5(2), sportsci.org/jour/0102/rar.htm

Santos, C., J. M. Almeida, E. C. Matias, O. M. J. Fraqueza, Q.C. Roseiro, L. Sardinah (1997): Influence of Lairage Environmental Conditions and Resting Time on Meat Quality in Pigs. *Meat Sci.* 45, 253-262.

Salajpal, K., Marija Đikić, D. Karolyi, Z. Snjri, B. Likar, A. Kostelić, I. Jurić (2005): Blood serum metabolites and meat quality in crossbred pigs experiencing different lairage time. *Ital. J. Anim. Sci.* 4 (Suppl. 3), 119-121.

Schaefer, A.J., Dubske, P.L., Aalhus, J.L. and Tong, A. K. W. (2001): Role of nutrition in reducing antemortem stress and meat quality aberrations. *J. Anim. Sci.* 79, E91-E101.

Schrader, L., J. Ladwig (1999): Temporal differences in the responses of the pituitary-adrenocortical axis, the sympathoadrenomedullary axis, heart rate and behaviour to a daily repeated stressor in domestic pigs. *Physiol. Behav.* 66, 775-783.

Shen, Q. W., W. J. Means, S. A. Thompson, K. R. Underwood, M. J. Zhu, R. J. McCormick, et al. (2006): Pre-slaughter transport, AMP-activated protein kinase, glycolysis, and quality of pork loin. *Meat Science*, 74, 388-395.

Stull, C. L., S. P. McDonough (1994): Multidisciplinary approach to evaluating welfare of veal calves in commercial facilities. *J. Anim. Sci.* 72, 2518-2524.

Šmiedička, K., J. Denaburski, W. Sobotka (2011): Slaughter value, meat quality, creatine kinase activity and cortisol levels in the blood serum of growing-finishing pigs slaughtered immediately after transport and after a rest period. *Polish Journal of Veterinary Sciences* 14, 47-54.

Tarrant, P.V. (1992): An overview of production, slaughter and processing factors that affect pork quality. In: Puolanne E, Demeyer D.L. (ed), *Pork quality: genetic and metabolic factors*, CAB International Publishers, Wallingford, UK, pp 1-21.

Terlouw, Claudia (2005): Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience. A brief review of recent findings. *Livest. Prod. Sci.* 94, 125-135.

Yu, J., S. Tang, E. Bao, M. Zhang, Q. Hao, Z. Yue (2009): The effect of transportation on the expression of heat shock proteins and meat quality of *M. longissimus dorsi* in pigs. *Meat Sci.* 83, 474-478.

Warriss, P. D., Dudley, C. P., S.N. Brown (1983): Reduction of carcass yield in transported pigs. *Journal of Science, Food and Agricultural* 34, 65-74.

Warriss, P.D., S.N. Brown, S.J.M. Adams (1994) Relationship between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality. *Meat Sci.* 38, 329-340.

Warriss, P.D. (2003) Optimal lairage times and conditions for slaughter pigs: a review. *Veterinary Record*, 153, 170-176.

Warriss, P.D., S.N. Brown (2000): Pig welfare and meat quality: A United Kingdom view. I. Conferencia Virtual Internacional sobre Qualidade da Carne Suína, 16 de novembro a 16 de dezembro de 2000. www.embrapa.gov.br.

Dostavljeno: 18.7.2013.
Prihvaćeno 2.9.2013.

Hrvatska gospodarska komora Hrvatski izlagači na Međunarodnom sajmu prehrambene industrije ANUGA 2013 OD 05.10.2013 DO 09.10.2013



Hrvatska gospodarska komora 4. put za redom organizira zajednički nastup hrvatskih tvrtki na međunarodnom sajmu prehrambene industrije ANUGA koji će se održati u Köln-u/Njemačka u vremenu od 05. do 09. listopada 2013. godine.

Sajmu ANUGA 2011 prisustvovalo je 6.596 izlagača iz 100 zemalja na ukupnoj izložbenoj površini od 284 tisuća m². Više od 155.000 stručnih posjetitelja iz 180 zemalja sudjelovalo je na sajmu ANUGA 2011.

Republika Hrvatska na sajmu ANUGA 2013 po prvi put nastupiti će kao punopravna članica Europske unije.

Međunarodni sajam prehrambene industrije ANUGA koji se svake dvije godine održava u Köln-u u Njemačkoj potvrdio je svoju vodeću ulogu kao središnje mjesto okupljanja prehrambene industrije cijeloga svijeta.

Na ovogodišnjem sajmu ANUGA na zajedničkom štandu površine 159m² smještenom u Paviljonu 11.3 predstaviti će se 14 izlagača: Podravka d.d., Gavrilović d.o.o., Pan Pek d.o.o., Derma d.d., Paška sirana d.d., Sirana Gligora d.o.o., Zigante tartufi d.o.o., Stella Mediterranea d.o.o., Paprenjak d.o.o., PIP d.o.o., Hermes International d.o.o., Eko Vrelo d.o.o., Dupin d.o.o. i Mygros.



Power of Microbes in Industry and Environment 2013 Primošten, 9.-12. Listopada 2013.

U organizaciji Hrvatskog mikrobiološkog društva i suorganizaciji više drugih europskih i nacionalnih mi-

krobioloških društava održava se simpozij "Power of Microbes in Industry and Environment 2013".

Više informacija na <http://hmd-cms.hr/power2013/>



CROLAB: KOMPETENTNOST LABORATORIJA 2013 Opatija 06.-09. studenog 2013.

Udruga Hrvatski laboratoriji CROLAB organizira 9. međunarodnu konferenciju KOMPETENTNOST LABORATORIJA 2013.

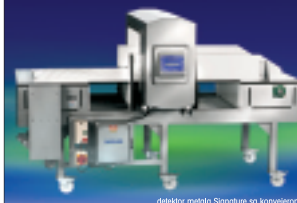
Više o konferenciji pročitajte na http://www.crolab.hr/web/podizbornik_Opatija2013.htm

Znanstveno-stručni skup Okolišno prihvatljiva proizvodnja kvalitetne i sigurne hrane

Osijeck, 13. prosinac 2013

Na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku, u četvrtak, 13. prosinca 2013. godine, u organizaciji Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Poljoprivrednog instituta Osijek, Hrvatske agencije za hranu, Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Osijeku, Grada Osijeka i Osječko-baranjske županije održava se 3. znanstveno-stručni skup Okolišno prihvatljiva proizvodnja kvalitetne i sigurne hrane. Više informacija na <http://www.pfos.unios.hr/index.php/14-pfos-articles-pfos-articles/375-3-znanstveno-strucni-skup-okolisno-prihvatljiva-proizvodnja-kvalitetne-i-sigurne-hrane>

Učinkoviti program detektiranja metala pomaže pri eliminaciji onečišćenja metalom sirovina koje ulaze u vašu tvornicu te nadzor završnih pakovina.



Više informacija na www.mt.com ili www.mt.com/pl

Mettler-Toledo d.o.o.
Brodarica 3, HR-10000 Zagreb
tel. 01 2986 130
fax: 01 2986 140

