

**ИЗВЕШТАЈ О НАУЧНОЈ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ И ПОДОБНОСТИ КАНДИДАТА ЗА  
ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

<b>I. ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Датум и назив органа који је именовао комисију: 22.12.2011., Наставно-научно веће Факултета ветеринарске медицине, Универзитет у Београду</li><li>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, године избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Милан Ж. Балтић, редовни професор, Хигијена и технологија меса, 1996. година, Факултет ветеринарске медицине, Универзитет у Београду</li><li>▪ Владо Теодоровић, редовни професор, Хигијена и технологија меса, 2007. година, Факултет ветеринарске медицине, Универзитет у Београду</li><li>▪ Славча Христов, редовни професор, Зоохигијена и здравствена заштита домаћих и гајених животиња, 2004. година, Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду</li><li>▪ Неђељко Карабасил, доцент, Хигијена и технологија меса, 2008. година, Факултет ветеринарске медицине, Универзитет у Београду</li><li>▪ Владимир Томовић, доцент, Технологије конзервисане хране, 2010. година, Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду</li></ul></li></ol>
<b>II. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Име, име једног родитеља, презиме: Марија, Петар, Докмановић</li><li>2. Датум и место рођења, општина, Република: 11.03.1981., Београд, Савски венац, Србија</li><li>3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе*:</li><li>4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука*:</li><li>5. Приказ научних и стручних радова са оценом:<ol style="list-style-type: none"><li>1. Јовановић С., Љуба Поповић, Марија Докмановић, Весна Ђорђевић, Мириловић М., Ема Тодоровић, Балтић Ж.М. (2009): Comparative analysis of pork production and carcasses leanness of pigs from farms and individual households in Serbia, Meat Technology, 50, 5-6, 287-295.</li><li>2. Јовановић С., Ема Тодоровић, Марија Докмановић, Весна Ђорђевић, Љуба Поповић, Јелена Ђурић, Балтић Ж.М., (2009): Investigation of quality of pork meat from Serbian farms, Meat Technology, 50, 5-6, 296-303.</li><li>3. Балтић Ж.М., Наташа Килибарда, Теодоровић В., Мирјана Димитријевић, Карабасил Н., Марија Докмановић (2009): Potential Biological Hazard of Importance of HACCP Plans in Fresh Fish Processing, Ветеринарски гласник, 63, 3-4, 201-215.</li><li>4. Балтић Ж. М., Марија Докмановић, Мирјана Димитријевић, Н. Карабасил, Јелена Ђурић, Наташа Килибарда, (2010): Паковање меса у модификованој атмосфери гасова, Зборник радова, 8. симпозијум „Здравствена заштита, селекција и репродукција свиња“, Сребрно језеро.</li><li>5. Балтић Ж. М., Радмила Марковић, Марија Докмановић, Шефер Д., Н. Карабасил, Тодоровић Милица, (2011): Исхрана и квалитет меса свиња, Зборник радова, 9. симпозијум „Здравствена заштита, селекција и репродукција свиња“, Сребрно језеро.</li></ol></li></ol>

### III. ОБРАЗЛОЖЕНИ КРИТЕРИЈУМИ И РАЗЛОЗИ НА ОСНОВУ КОЈИХ СЕ ЗАСНИВА ПОЗИТИВНА ОЦЕНА ДА ЈЕ КАНДИДАТ ПОДОБАН ДА РАДИ ДИСЕРТАЦИЈУ

Кандидат Марија Докмановић, ДВМ, дипломирала је 2008. године на Факултету ветеринарске медицине, Универзитета у Београду са просечном оценом 9,48. Октобра 2008. године уписала је докторске студије на Факултету ветеринарске медицине где је изборне предмете узела из области хигијене и технологије намирница. Положила је све планом предвиђене испите са просечном оценом 9,87. У току прве и друге године докторских студија била је стипендиста Министарства за науку и технолошки развој Владе Републике Србије. Од јануара 2011. године запослена је на Факултету ветеринарске медицине, као истраживач сарадник на Пројекту „Одабране биолошке опасности за безбедност/квалитет хране анималног порекла и контролне мере од фарме до потрошача“ Министарства просвете и науке Републике Србије. Чита, пише и говори енглески језик, а служи се и немачким језиком.

### IV. ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА

**Звање:** редовни професор Факултета ветеринарске медицине, Универзитета у Београду

#### Објављени радови (М20)

1. Бунчић С, Љиљана Пауновић, Теодоровић В, Драгица Радишић, Гордана Војинић, Смиљанић Д, **Балтић М**, (1993): Effects of gluconodeltalactone and Lactobacillus plantarum on the production of histamine and tyramine in fermented sausages, International Journal of Food Microbiology, 17, 4, 303-310.
2. Килибарда Наташа, **Балтић Ж. М.**, Димитријевић Мирјана, Карабасил Н., Кишкаркољ Ф., (2009): Effects of fish freezing on selected parameters of smoked product quality, Acta veterinaria, 56, 1, 291-302.
3. Карабасил Н, Ашанин Р, **Балтић М**, Теодоровић В, Димитријевић М, (2001): Isolation of motile *Aeromonas spp*, From fish and their cythotoxic effect on vero cell cultures, Acta veterinaria, 52, 1, 3-10.
4. Димитријевић Мирјана, Теодоровић В, **Балтић М**, Карабасил Н, (2004): Different sensitivity of various serotypes of *Lysteria monocytogenes* to lactic acid bacteria bacteriocins, Acta veterinaria, 54,2-3, 201-208.
5. Теодоровић В, Смиљанић Д, **Балтић М**, Бунчић Оливера, (2000): Biogenic amines formation by tissue enzymes and pH value in mixture prepared for raw sausages, Acta veterinaria, 50, 1, 51-57.
6. Ивановић Снежана, **Балтић М.**, Теодоровић ., Лилић С., Велебит Б., (2009): Einfluss von Probiotika auf die Mastleistung von Broilern, Fleischwirtschaft, 89, 7, 100-102.
7. **Балтић Ж. М.**, Смиљана Раичевић, Тадић И., Дрљачић А., (1997): " Influence of zeolite on skatole content of swine fat tissue", EAAP Publication, Wageningen Press, Stockholm, Sweden, 92, 88-91.
8. Марковић Радмила, Јовановић Б.И, **Балтић, Ж.М**, Шефер Д., Петрукић Б., Синовец З., (2008): Effects of selenium supplementation as sodium selenite or selenized yeast and different amounts of vitamin E on selenium and vitamin E status of broilers, Acta veterinaria 58, 4, 369-380.
9. Снежана Ивановић, Јованка Попов-Рађић, **Милан Ж. Балтић**, Мирослав Жујовић, Зорица Томић, Слободан Лилић, Иван Павловић, (2011): Chemical and sensory characteristics of Bunte Deutsche Edelziege and Balkan goat meat, African Journal of Biotechnology, 10, 80, 18433-18439.

#### Објављени радови (М30)

1. **Балтић Ж.М.**, Наташа Килибарда, Мирјана Димитријевић (2009): Factors Significant for the Shelf-Life of Fish and Selected Fish Products in Retail, Meat Technology, 50, 1-2, 166-176.
2. **Балтић М.**, Наташа Килибарда, Теодоровић В., Мирјана Димитријевић, Карабасил Н, (2005): Паразити риба и здравље људи, Друга међународна конференција «Рибарство», Пољопривредни факултет, Београд, Зборник предавања, 155-160.
3. **Балтић Ж.М.**, Марковић Радмила, Ђорђевић Весна (2011): Nutrition and meat quality. Meat Technology, 52, 1, 154-159.

#### Објављени радови (М50)

1. Јовановић Срђан, Поповић Љуба, Докмановић Марија, Ђорђевић Весна, Мириловић

Милорад, Тодоровић Ема, **Балтић Ж. Милан**, (2009): Упоредна анализа производње свињског меса и меснатости трупова свиња са фарми и из откупа у Србији, Технологија меса, 50, 5-6, 287-295.

2. Јовановић Срђан, Тодоровић Ема, Докмановић Марија, Ђорђевић Весна, Поповић Љуба, Ђурић Јелена, **Балтић Ж. Милан**, (2009): Испитивање квалитета меса свиња са фарми у Србији, Технологија меса, 50, 5-6, 296-303.

3. **Балтић М.**, Анђелковић Р, Јелка Стевановић, Карабасил Н, Наташа Килибарда, Мирјана Димитријевић, (2007): Importance of the Sense of Smell in the Sensory Analysis of Food, Meat technology, 48, 1-2, 2007.

#### **Професионално-научна интересовања:**

Квалитет и контрола намирница, хигијена и технологија меса риба, сензорна анализа, научна и стручна предавања по позиву из области контроле намирница, прописа из области хигијене и технологије намирница.

#### **Руковођење:**

Докторске дисертације – десет, магистарске тезе – десет, специјалистички радови – преко тридесет. Као члан комисије за оцену и одбрану докторских дисертација (30); магистарских теза (20); специјалистичких радова (преко 50). На основу приказаних података може се сматрати да је проф. др Милан Ж. Балтић компетентан за руковођење изразом наведене докторске дисертације

#### **V. ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ:**

1. Наслов дисертације: „Упоредна анализа зависности између одабраних параметара стреса и квалитета меса свиња“
2. Предмет истраживања

Производња свињског меса и млека представљају две најзначајније гране сточарства у Србији и Европској Унији. Укупна производња меса у свету за 2010. годину износила је 286,2 милиона тона, при чему је учешће свињског меса било 37,39 % (107 милиона тона), живинског меса 33,44 % (95,7 милиона тона), говеђег меса 22,71 % (65 милиона тона) и овчијег меса само 4,54 % (13 милиона тона). Од укупне потрошње меса по становнику у Србији (64 kg), Европској Унији (92 kg) и свету (42 kg), свињско месо је учествовало са 58 % (37 kg), односно 47 % (42 kg) и 39 % (16,4 kg). Предвиђа се да ће се производња и потрошња свињског меса у ЕУ до 2013. године повећати за 3 до 4%.

Месо и производи од меса представљају високо квалитетну храну, имају изражена хранљива и биолошка својства. Најзначајније градивне компоненте мишићног ткива су протеини (~ 19%), растворљиве непротеинске супстанце (~ 3.5%) и липиди (~ 2.5%), док остатак чини вода (~ 75%) (Lawrie, 1998). Месо представља основни извор високо вредних протеина, као и витамина Б групе. Месо садржи и мале количине А, Ц, Д, Е и К витамина. Поред тога, месо је добар извор минерала, посебно гвожђа, цинка и фосфора, али нема довољно калцијума. Количина масти може знатно да варира у зависности од врсте животиње и дела трупа. Такође, масти у месу су извор полинезасићених масних киселина (линолеинске и арахидонске) које су есенцијалне за човека. Свињетина је високо вредан производ у биолошком смислу исхране, и у поређењу са говедином, она садржи више есенцијалних аминокиселина, неких витамина и масних киселина.

Квалитет свињског меса обухвата битна својства која одређују погодност меса за обраду, чување и продају. Квалитет свињског меса може да се разматра са технолошког, нутритивног и сензорног аспекта. Технолошки квалитет меса је комплексно својство које одражава погодност меса за различите поступке прераде, а састоји се од скупа технолошких и физичко-хемијских особина, попут рН вредности, способности везивања воде, интензитета боје, чврстине и уједначености структуре меса. Нутритивни аспект квалитета меса односи се на садржај протеина и масти, на састав масти и њихову оксидативну стабилност, садржај витамина и минерала, док сензорни квалитет меса обухвата низ својстава (боју, мраморираност, мекоћу, сочност, мирис и укус). Сва набројана својства зависе од већег броја међусобно зависних фактора.

Након клања животиње мишићи настављају да стварају енергију, контрахују се и производе топлоту. Како се после клања зауставља крвоток, мишићи се више не снабдевају кисеоником и хранљивим материјама, па се као извор енергије користи депо гликогена у ћелији који се разграђује у анаеробним условима. Разградњом гликогена настаје млечна киселина, а рН

вредност мяса се снижава. Један од најзначајнијих параметара квалитета мяса је рН вредност, с обзиром да њен пад доводи до денатурације протеина и конверзија мишића у месо. Поред тога, деловањем на протеине мяса, рН вредност посредно утиче и на друге параметре квалитета мяса (способност везивања воде, боју, електричну проводљивост, мекоћу...).

Степен биохемијских промена у месу одражавају рН вредност мяса и температура које се мере од 30 минута до 24 сата после клања. Већина аутора се слаже да је најбољи тренутак за мерење рН вредности и температуре 45 минута и 24 сата после клања (Fisher и сар., 2000; Fortina и сар., 2005; Correa и сар., 2006; Mota-Rojas и сар., 2006). Температура и рН вредност мяса у првих 45 минута може се разликовати на левој и десној страни трупа, као и између мишића исте животиње, па је стога неопходно стандардизовати мишић и регију где ће се рН вредност и температура мерити.

За мерење рН вредности и температуре најбоље је користити *M. semimebranosus* и *M. longissimus dorsi* (Fortina и сар., 2005; Millet и сар., 2005; Mota-Rojas и сар., 2006). Оптимална рН вредност после 45 минута треба да буде мања од 6.1, а после 24 сата између 5.6-5.9. Оптимална температура трупа после 45 минута треба да износи од 37 до 39 °C, односно после 24 сата 4 °C.

Краткотрајни стрес доводи до развоја бледог, меког и водњикавог мяса (engl. PSE=Pale, Soft, Exudative), док дуготрајни стрес доводи до појаве тамног, чврстог и сувог мяса (engl. DFD= Dark, Firm, Dry), када се у оба случаја детектује промена у боји. Према томе, оцена боје мяса може да помогне у одређивању промена квалитета мяса, а самим тим и проблема везаних за добробит. Боја се може мерити на два начина, сензорно и инструментално. Сензорни начин процене боје подразумева упоређивање боје мяса са референтним скалама.

За инструментално мерење може се користити више апарата који раде по принципу колориметрије, односно спектрофотометрије. Сваки инструмент даје низ могућности истраживачима да бирају између неколико система за мерење боје, извора светлости, углова посматрања и величина апарата. CIE систем дефинише боју помоћу три вредности: L\* вредност одређује светлину боје, а\* вредност одређује црвено-зелену компоненту и b\* вредност жуто-плаву компоненту боје.

L\*, а\* и b\* вредности се могу одредити помоћу тристимулусног колориметра Minolta Chroma Meter (Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan). Узорци треба да буду довољно дебели како би се спречило да светлост прође кроз њих. То значи да би требали бити намање 1 cm, а најбоље 2.5 cm дебљине (Warriss, 2000). Најчешће L\* вредност мяса износи између 45-53, док је код PSE мяса L\* вредност већа од 50 (Channon и сар., 2003), односно од 55 (Simek и сар., 2004).

Оба начина мерења, сензорно и инструментално, раде се 24 сата након клања, када се стабилизује способност везивања воде, па се више не губи пигмент са ексудатом.

Особина мяса да задржи воду током сечења, кувања, млевења и притискања мери се способношћу везивања воде (CWB). Стварање млечне киселине и последично спуштање рН вредности мяса доводе до денатурације протеина, па они губе способност да задрже воду. Отпуштање воде је веће што је већи пад рН вредности током првог сата након клања. Према томе, краткотрајни стрес непосредно пред клање одражава се негативно на способност мяса да задржи воду.

Како садржај АТФ молекула опада након клања, тако се смањује активност јонских пумпи, а концентрација  $\text{Ca}^{2+}$  јона се постепено повећава у саркоплазми. У једном тренутку  $\text{Ca}^{2+}$  јони достижу критичан ниво који је пресудан за формирање актомиозинског комплекса, односно за контракцију мишића. Овако изграђен комплекс назива се ригор. Јачина ригора одређује степен тврдоће мяса. Једном када ригор наступи, омекшавање мяса је могуће само ензимским разлагањем миофибрила током "зрења" мяса. Како ригор мортис настаје када се резерве аденозин трифосфата (АТФ) потроше и не могу више да се обнове из креатин фосфата или разлагањем гликогена, тиме фактори који утичу на садржај креатин фосфата и гликогена у моменту клања посредно утичу и на време настанка и јачину ригора мортиса. Ови фактори су често повезани са стресом пре клања. Warriss (2003) је показао да је бржи развој ригора мортиса био повезан са повећаним концентрацијама кортизола, лактата и активности креатин киназе у крви животиња узете током искрварења. Ово наводи на закључак да се време настанка и јачина ригора мортиса може користити за мерење степена стреса пре клања (Knowles и Warriss, 2007). Стресни фактори за време транспорта, боравка у сточном депоу и клања негативно утичу на квалитет мяса. Најчешће промене у квалитету мяса, у виду PSE мяса и DFD мяса, одраз су непоштовања добробити животиња. Кратко или дуго деловање стреса пре клања нарушава нормалан метаболизам у мишићима. Уколико стрес делује непосредно пре клања, започиње интензивна разградња гликогена која се постмортално наставља и доводи до пораста концентрације млечне киселине у првим сатима после клања, па настаје PSE месо. Међутим,

PSE месо најчешће настаје код свиња које су генетски осетљиве на стрес, мада се може јавити и код осталих, ако су изложене веома суровим условима пре клања. Са друге стране, ако стрес траје дуг период пре клања (нпр. ниска амбијентална температура, дуг транспорт или боравак у сточном депоу, борбе током мешања јединки у сточном депоу, више од 24 сата ускраћивања хране), резерве гликогена се троше, па се након клања не ствара довољна количина млечне киселине. Тада месо постаје тамно, чврсто и суво, а поред непожељног изгледа, такво месо подложније је квару, јер виша рН вредност меса не инхибира раст микроорганизама.

PSE и DFD месо су важни индикатори нарушене добробити животиња за време транспорта, боравак у сточном депоу и током клања, а да би се они установили користе се различити параметри квалитета меса (рН, електрична проводљивост, боја и способност везивања воде).

За процену DFD меса користи се рН вредност меса након 24 сата која је у том случају већа од 6.0 (Warriss, 2000), односно 6.2 (Guardia и сар., 2005). За процену PSE меса мери се рН вредност после 45 минута, која треба да буде мања од 6.0, односно мања од 5.8. Међутим, да би се месо проценило као PSE потребно је оценити и друге параметре, попут боје, температуре и способност везивања воде (Channon и сар., 2003; Simek и сар., 2004; Mota-Rojas и сар., 2006). Уколико месо има бледу боју (сензорно процењивање), температуру трупа већу од 40 °C и рН<sub>45</sub> вредност нижу од 6.0, може се класификовати као PSE месо (Mota-Rojas и сар., 2006). Према Warner-у и сар. (1997), месо се проглашава као PSE ако је рН<sub>45</sub> вредност нижа од 6.0, L\* вредност већа од 50 и губитак влаге већи од 5%, док Channon и сар. (2003) су у сагласности са свим параметрима осим са рН вредношћу за коју сматрају да после 24 сата треба да буде нижа од 5.6. Simek и сар. (2004) сматрају да рН<sub>1</sub> вредност буде нижа од 5.6, L\* вредност већа од 55 и губитак влаге већи од 5% да би месо се класификовало као PSE.

Током стреса најпре долази до лучења хормона адреналина и норадреналина из сржи надбубрежне жлезде, а норадреналин се поред тога ослобађа и са крајева симпатичких нервних влакана. Ослобођање ових хормона доприноси повећању броја откуцаја срца и артеријског притиска, убрзавању ритма дисања и појачаној мобилизацији хранљивих састојака у крв (Alvarez и сар., 2009). Ниво стреса се може мерити ефектима ових хормона, али је само мерење концентрације адреналина и норадреналина у крви, као индикатора стреса, отежано због њиховог кратког полуживота.

У току стреса активира се и хипоталамус-хипофиза осовина након чега се ослобађају глукокортикоиди, хормони коре надбубрежне жлезде, међу којима је најзначајнији кортизол. Кортизол стимулише глуконеогенезу и тако повећава концентрацију глукозе у крви, затим инхибира синтезу протеина, а стимулише њихову разградњу. Крајњи ефекат деловања кортизола је повећање депоа масти на рачун смањења садржаја протеина у мишићима и костима. Мерење концентрације кортизола се често користи за испитивање стреса код животиња и годинама је садржај кортизола представљао „златни стандард“ у процени степена стреса. Међутим, овај параметар доста варира између јединки исте врсте и током дана код исте јединке, због диурналног лучења, где су највеће вредности запажене у јутарњим, а најмање у вечерњим сатима. Повећање његове концентрације може бити изазвано оброком, физичком активношћу, променом средине, при чему добробит није угрожена. Поред тога, концентрација кортизола у крви не одговара интензитету стреса, па и при најмањим стимулусима достижу се максималне вредности у крви. Лучење кортизола је временски зависно. Наиме, потребно је да прође 15-20 минута од деловања стресног стимулуса да би кортизол достигао максималне вредности, а повећане вредности остају и сатима у крви (Merlot и сар., 2010). Због свега наведеног, тешко је објаснити који фактор и када је изазвао повећано лучење кортизола. Вредности за кортизол у плазми свиња се веома разликују у радовима, од 67,9 до 80,8 ng/ml (Hambrecht и сар., 2004), од 55,1 до 71,7 ng/ml (Hambrecht и сар., 2005b), од 45,0 до 279,0 nmol/l (Hemsworth и сар., 2002), 11,0 ± 4,3 µg/dl (Škrlep и сар., 2009), од 7,66 до 8,59 nmol/l (Salajpal и сар., 2005) и од 77,8 до 98,7 ng/ml (Perez и сар., 2002). Поред тога, како кортизол повећава депоновање масти, утврђена је позитивна корелација између концентрације кортизола у крви свиња са дебљином масног ткива и интрамускуларном масти и негативна корелација са меснатошћу (Foury и сар., 2007; Škrlep и сар., 2009).

Поступци пре клања изискују физички напор животиња, при чему се из мишића ослобађају креатин киназа и лактат, па се њихове концентрације повећавају у крви. Од јачине напора зависи и вид метаболизма у мишићима. При јаком напору мишићи се не снабдевају довољним количинама кисеоника, па доминира анаеробно разлагање материја. Том приликом разлаже се глукоза, а као крајњи продукт настаје млечна киселина која се у виду соли лактата акумулира у већим количинама у мишићној ћелији и крви. Запажено је да се максималне вредности за лактат у крви достижу веома брзо након деловања стресног стимулуса, односно за 5 минута, и након 30 минута до једног сата враћају на базални ниво (Merlot и сар., 2010). Benjamin и сар.

(2001) утврдили су статистички значајну разлику ( $p < 0.05$ ) између вредности лактата у крви при благом поступању са свињама (4.0 mmol/l) и при грубом поступању (25.2 mmol/l). Вредности лактата код исцрпљених свиња су биле повећане и износиле су 32.2 mmol/l, док су код одморних биле ниже и износиле су 11.1 mmol/l (Ivers и сар., 2002). Поред тога, утврђена је корелација између концентрације лактата у крви и параметара понашања животиња и такође, квалитета мяса свиња. Грубљи поступак са свињама пре клања у поређењу са благим поступком доводи до статистички значајног повећања концентрације лактата, а што се неповољно одражава на квалитет мяса (Hambrecht и сар., 2004; Hambrecht и сар., 2005b). Супротно томе, веће концентрације лактата у крви свиња на утовару биле су повезане са бољим квалитетом мяса, односно вишим pH после 24 сата, смањеном  $L^*$  вредношћу и смањеним губитком влаге (Edwards и сар., 2010a). Према Edwards-у и сар. (2010b) концентрација лактата у крви креће се од 4 до 19,7 mmol/l, а повећане вредности лактата биле су повезане са нижим pH након 60 минута и већим губитком влаге, што указује на слабији квалитет мяса. Такође, Hemsworth и сар. (2002) су утврдили позитивну корелацију између концентрације лактата у крви и броја негативних интеракција које животиња прими, а негативну између концентрације лактата у крви и pH вредности након 60 минута.

Праћење параметара понашања може помоћи у процени стреса, а такође и у разумевању промена физиолошких параметара. У току транспорта и боравка у сточном депоу изостају различити облици понашања који се могу запазити на фарми, па се претежно уочавају облици понашања који представљају реакцију на физичке и психолошке стресоре (Nanni Costa, 2009). Током утовара животиње мењају средину, па показују чест отпор кретању и враћају се назад (Nanni Costa и сар., 2007). Након утовара, свиње показују истраживачко понашање како би нашле место где могу да се одморе или легну (Broom, 2007). У току транспорта свиње најчешће леже, што зависи од дужине транспорта и густине животиња у транспортном средству. Ниво оглашавања животиња током поступака пре клања се може користити за процену степена стреса и угрожене добробити животиња (Schön и сар., 2004). Такође, могу се користити и друге неинвазивне методе којима се одређују показатељи стреса у пљувачци, урину и фецесу (Palme и сар., 2000), као и видео записи помоћу којих се може пратити понашање животиња (von Borell и Schäffer, 2005).

Пре поступака са животињом треба обратити пажњу на њену осетљивост на стрес, што зависи од врсте, расе, пола и узраста, како би се предвидео степен погоршања квалитета мяса (Adzitey, 2011). За осетљивост на стрес, па самим тим и квалитет мяса, велики утицај има раса. Најосетљивије на стрес су меснате расе свиња, попут пијетрена и свиња расе хемпшир. Поред тога, женке и младе животиње су осетљивије на стрес у односу на мужјацима и одрасле животиње.

Стрес пре клања се може грубо поделити на дуготрајан, као што је поступање са животињама на фарми, мешање јединки, утовар, транспорт и истовар, и краткотрајни стрес, попут услова у сточном депоу и упућивања животиња на место клања (Rosenvold и Andersen, 2003). Ова два типа стреса не треба одвојено посматрати, иако дуготрајни стрес углавном доводи до развоја DFD мяса, док краткотрајни до црвеног, меког и водњикавог (engl. RSE=Red, Soft, Exudative) или PSE мяса.

Опште је прихваћено да су најстреснији моменти током поступака пре клања управо они на утовару и истовару животиња, као и сам транспорт (Grandin, 2003). Повећане концентрације кортизола и катехоламина у серуму животиња након транспорта потврђују да је транспорт стресно искуство за животиње (Cockram, 2007). Током транспорта настају вибрације, долази до промене брзине кретања возила, појаве буке, контаката са непознатим људима, мешања животиња и успостављања нових социјалних група, пренатрпавања, излагања животиња неповољним амбијенталним условима у виду топлоте, влаге, хладноће, што све доприноси развоју стреса. Како би се животиње правилно транспортовале, уз поштовање принципа добробити и са што мањим негативним ефектима по квалитет мяса, неопходно је испоштовати одређене препоруке: 1) густину животиња у транспортном средству треба смањити за 10 %, ако је спољна температура већа од 25 °C; 2) одраслим свињама треба обезбедити најмање пет литара воде дневно, а два пута већу количину при топим временским условима; 3) уколико животиње путују дуже од 24 сата, треба им обезбедити за време одмора храну која се ускрађује четири сата пре наставка транспорта; 4) животиње треба заштитити одређеним заклоном од директног деловања сунца, ветра и кише.

Температура за време транспорта је значајна за квалитет мяса, посебно ако вентилација није одговарајућа. Висока температура заједно са повећаном влажношћу ваздуха може довести до честих угинућа свиња, јер оне имају слабо развијене механизме за ослобађање топлоте. Примећено је да морталитет расте са повећањем просечне месечне амбијенталне температуре

изнад 15 °C. Високе температуре доприносе развоју PSE меса (Bidner, 2003), док ниже температуре потпомажу трошење резерви гликогена у мишићима и појаву DFD меса (Cannon и сар., 1995; Lambooij, 2000). Оптимална температура за транспорт свиња је између 10 и 15 °C, а преко ових вредности морају се предузети мере опреза приликом транспорта.

Сточни депо представља део кланице у ком животиње привремено бораве пре клања, како би се опоравиле од транспорта и других стресних поступака. Иако је главна сврха боравка у сточном депоу одмор и опоравак животиња од стреса, он може представљати главни узрок погоршања квалитета меса (Adzitey, 2011). Непажљиво и неправилно поступање са животињама у кланици има штетне ефекте по квалитет меса. Сточни депо може бити и резервоар инфекције патогеним бактеријама, па тако постоје докази да дужи боравак животиња у сточном депоу повећава могућност контаминације трупова (Warriss, 2003б). Поред тога, честе су појаве модрица и повреда услед борби између животиња у сточном депоу.

Мешање непознатих јединки током транспорта и боравка у сточном депоу треба избегавати. Свиње током живота развијају социјалну хијерархију, која се ремети ако се уведу непознате јединке у групу. Тада долази до борби између јединки како би се успоставила нова хијерархија. Ове борбе доприносе повредама коже, које ако су озбиљне, смањују вредност трупа (Faucitano, 2001). Поред тога, код свиња које су се бориле повећавају се концентрације лактата и кортизола у крви (Warriss, 1996), смањују се резерве гликогена у мишићима, па мишићи након 24 сата имају вишу pH вредност. Уколико је немогуће избећи мешање јединки, тада је пожељно бар смањити величину групе, јер се тако смањује агресивност свиња.

Дужина боравка у сточном депоу утиче на ниво стреса код свиња, јер може да компензује негативне ефекте утовара, транспорта и истовара (Faucitano, 2010). Оптимално време боравка у сточном депоу износи 2-3 сата (Warriss, 2003б), са оптималном температуром од 15 до 18 °C и релативном влажношћу 59-65 %. Након 2-3 сата боравка у сточном депоу концентрација кортизола у крви животиња опада до базалних вредности (Perez и сар., 2002). Запажено је да се са свињама лакше поступа након одмора од један до три сата у сточном депоу, а појава PSE меса тих животиња је мања (Perez и сар., 2002; Warriss, 2003б). Међутим, након дужег боравка у сточном депоу повећава се проценат оштећења коже и појаве DFD меса, јер се повећава агресивност свиња (Nanni Costa и сар., 2002; Warriss, 2003б). Са друге стране, клање свиња непосредно након истовара или након кратког боравка у сточном депоу (15-60 минута) се не препоручује, јер су свиње исцрпљене и узнемирене. Тада долази до повећања температуре у мишићима (+ 1 °C) непосредно пре клања и повећања садржаја млечне киселине у мишићима, што доприноси повећаној појави PSE меса (Warriss, 2003б, Owen и сар., 2000; Shen и сар., 2006). Међутим, оптимално време боравка у сточном депоу зависи од услова у сточном депоу (нпр. величина обора), мешања јединки и од јачине стреса које су животиње током транспорта доживеле. Животиње које бораве у сточном депоу треба да имају сталан приступ пијаћој води. Туширање животиња у сточном депоу је пожељно, јер се тако животиње хладе, смирују и чисте, па се смањује и унакрсна контаминација трупова на линији клања.

Поступци са животињама пре клања завршавају се омамљивањем. У погледу добробити постоје законске одредбе у Европској Унији које налажу да животиње у току клања морају бити несвесне, не смеју осећати бол и у таквом стању морају остати док не настане потпун губитак можданих функција због искрварења (Council Directive 93/119/CEE, 1993). Исти захтеви су постављени и у нашој земљи где према Члану 28 Закона о добробити животиња, животиње се морају пре клања омамити на начин којим се проузрокује тренутни губитак свести животиње. Код омамљених животиња подизање на високи колосек и клање не изазива узнемиреност, бол, патњу и стрес (EFSA, 2004).

Од почетка поступања са животињама па до клања неопходно је пратити и оцењивати добробит животиња коришћењем објективних мера (Grandin, 2001; Grandin, 2005). У току омамљивања и клања постоји пет критичних контролних тачака за праћење добробити, а то је проценат животиња које: 1) су ефикасно (правилно) омамљене при првом покушају; 2) остају без свести током целог поступка клања; 3) се оглашавају током поступака пре клања и омамљивања; 4) се клизају или падају током поступака пре клања и омамљивања; 5) су додирнуте електричним гоничем (Grandin, 2007).

До сада су развијени бројни системи у којима се са животињама благо поступа пре клања, што доприноси да температура трупа непосредно после клања буде нижа, а СВВ меса већа (Stoier и сар., 2001). Поред тога, пажљиво поступање са свињама пре клања омогућава да се очува квалитет свињског меса (Hambrecht и сар., 2004, 2005; Kuchenmeister и сар., 2005).

Неправилно поступање са животињама пре клања доводи до низа негативних последица, као што су угинућа, слабији принос меса, тачкаста крварења у месу, модрице и оштећења на кожи, преломи костију, контаминација трупова патогеним микроорганизмима и појава мана квалитета

меса (PSE и DFD) (Adzitey, 2011).

Оштећења трупова у виду појаве модрица, тачкастих крварења, оштећења коже и прелома костију су честа појава, али непожељна, јер смањује њихов квалитет. У делу трупа где су модрице, крварења и оштећења коже налази се већа количина крви која се мора остранили током обраде трупа. Одстрањивање делова трупа умањује принос меса и његову вредност, а повећава време обраде трупа. Уколико се измењени делови трупа не одвоје, они имају непожељан изглед, а такође представљају добар супстрат за развој микроорганизама, па се такво месо брже квари. Поломљени делови костију могу да остану у месу, што представља опасност по потрошача, ако се не запазе након одвајања костију од меса (Warriss, 2000).

Осим тога, PSE и DFD месо представљају значајно слабији квалитет меса који наноси велику штету индустрији меса. Као што је већ описано PSE месо повезано је са краткотрајним стресом за разлику од DFD меса, које се јавља након дужег исцрпљивања животиња. PSE месо има бледо-ружичасту боју, меку текстуру, нижу СВВ и слабија функционална својства. DFD месо има тамно-црвену боју, чврсту текстуру, слабија функционална својства и подложно је квару. Обе ове појаве су непожељне, јер поред ослабљених функционалних својстава потрошачи одбијају да једу месо измењеног изгледа (Viljoena и сар., 2002).

### 3. Подаци из изабране литературе

На основу приложеног списка литературе може да се закључи да се испитивања у овој области односе на добробит и показатеље стреса код товних свиња намењених клању, на постморталне промене у месу свиња, параметре приноса и квалитета меса свиња. Већ више од 20 година бројна истраживања везана су за добробит животиња, а све је већи интерес за испитивање зависности између параметара стреса и квалитета меса. Приказани списак литературе говори да кандидат познаје проблематику везану за показатеље стреса и квалитет меса свиња. Кандидат у својој пријави наводи следећу литературу:

**Adzitey, F., 2011.** Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality – MiniReview, International Food Research Journal 18: 484-490.

**Andersen, H.J.; Oksbjerg, N.; Therkildsen, M., 2005.** Potential quality control tools in the production of fresh pork, beef and lamb demanded by the European society. Livestock Production Science, 94, 105–124.

**Appleby, M.C. i B.O. Hughes. 1997.** Introduction. (In: Animal Welfare. Eds. M.C. Appleby and B.O. Hughes) Wallingford: CAB International, UK.

**Beattie VE, O'Connell NE, Moss BW., 2000.** Influence of environmental enrichment on the behaviour, performance and meat quality of domestic pigs. Livestock Production Science; 65: 71-79.

**Benjamin, M. E., H. W. Gonyou, D. J. Ivers, L. F. Richcardson, 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 (Suppl. 1): 279.

**Bidner, B.S. 2003.** Factors Impacting Pork Quality And Their Relationship To Ultimate pH. Ph.D. Thesis. Department of Animal Science. University of Illinois at Urbana-Champaign, IL.

**Broom, D.M., 2007.** Welfare assessment and problem areas during handling and transport. In: T. Grandin (ed.) Livestock Handling and Transport. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp 30-43

**Cannon, J.E. J.B. Morgan, J. Heavner, F.K. McKeith, G.C. Smith, D.L. Meeker. 1995.** Pork Quality Audit: A review of the factors influencing pork quality. J. Muscle Foods 6: 369-402.

**Channon H.A., Walker P.J., Kerr M.G., Baud S.R., 2003.** Application of constant current, low voltage electrical stimulation systems to pig carcasses and its effects on pork quality, Meat Science, 65, 4, 1309-1313.

**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.

**Correa J. A., Faucitano L., Laforest J. P., Rivest J., Marcoux M., Gariepy C., 2006.** Effects of slaughter on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates, Meat Science, 72, 91-99.

**D. Alvarez, M. D. Garrido, S. Banon, 2009.** Influence of Pre-slaughter Process on Pork Quality: An overview, Food Reviews International, 25: 233-250.

**D. Alvarez, M. D. Garrido, S. Banon, 2009.** Influence of Pre-slaughter Process on Pork Quality: An overview, Food Reviews International, 25: 233-250.

**Danielsen, V., Hansen, L.L., Møller, F., Bejerholm, C. and Nielsen, S., 2000.** Production results and sensory meat quality of pigs fed different amounts of concentrate and ad lib clover grass or clover grass silage. In Ecological Animal Husbandry in the Nordic Countries, Proceedings from NJF-seminar No 303, 16-17 September 1999. DARCOF report, 2, 79-86. Edited by J.E. Hermansen, V. Lund and Erling Thuen.



**Davis C. E., Townsend W. E., McCampbell H. C., 1978.** Early rigor detection in pork carcasses by foreleg position, *J Anim Sci*, 46:376-383.

**E. Hambrecht, J. J. Eissen, D. J. Newman, C. H. M. Smits, M. W. A. Verstegen, L. A., 2005a.** Preslaughter handling effects on pork quality and glycolytic potential in two muscles differing in fiber type composition, *J Anim Sci*, 83:900-907.

**Edwards, L.N., Grandin, T., Engle, T.E., Ritter, M.J., Sosnicki, A.A., Carlson, B.A., Anderson, D.B. 2010a.** The effects of pre-slaughter pig management from the farm to the processing plant on pork quality, *J. Animal Sci.* 86(4):938-944.

**Edwards, L.M., Engle, T.E., Correa, J.A., Paradis, M.A., Grandin, T., Anderson, D.B. 2010b.** The relationship between exsanguination blood lactate concentration and carcass quality in slaughter, *Meat Sci.* 85(3) 435-440.

**Edwards, L.N., Grandin, T., Engle, T.E. Porter, S.P., Ritter, M.J., Sosnicki, A.A., Anderson, D.B. 2010c.** Use of exsanguination blood lactate to assess the quality of pre—slaughter pig handling, *Meat Sci.*, 86(2):384-390.

**Faucitano L., 2010.** Invited Review: Effects of lairage and slaughter conditions on animal welfare and pork quality, *Can. J. Anim. Sci* 90: 461-469.

**Faucitano, L., 2001.** Causes of skin damage to pig carcasses. *Canadian Journal of Animal Science*, 81, 39–45.

**Fisher P., Mellet F. D., Hoffman L. C., 2000.** Halothane genotype and pork quality. Carcass and meat quality characteristics of three halothane genotypes, *Meat Science*, 54, 97-105.

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

**Foury A., Geverink N. A., Gil M., Gispert M., Horts M., Font M., Furnols I., Carrion D., Blott S. C., Plastow G. S., Mormede P., 2007.** Stress neuroendocrine profiles in five pig breeding lines and the relationship with carcass composition, *Animal*, 1:7, 973–982.

**Grandin, T., 2001.** Solving return to sensibility after electrical stunning in commercial pork slaughter plants. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 219, 608–611.

**Grandin T., 2003.** The welfare of pigs during transport and slaughter. *Pig News Inf.*, 24, 83N–90N.

**Grandin T., 2005.** *Recommended Animal Handling Guidelines of Audit Guide*, 2005 edn. American Meat Institute Foundation, Washington, DC <http://www.animalhandling.org>; <http://www.grandin.com>).

**Grandin T., 2007.** *Handling and Welfare of Livestock in Slaughter Plants*, *Livestock Handling and Transport* – Temple Grandin, 3rd edition, CAB International, 329-353.

**Grandin T., 2010.** Auditing animal welfare at slaughter plants, *Meat science*, 86, 56-65.

**Guardia M.D., Estany J., Balasch S., Oliver M.A., Gispert M., Diestre A., 2005.** Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. *Meat Science*, 70: 709-716.

**Hambrecht, E. J., J. Eissen, D. J. Newman, C. H. M. Smits, L. A. den Hartog, M. W. A. Verstegen. 2005b.** Negative effects of stress immediately before slaughter on pork quality are aggravated by suboptimal transport and lairage conditions. *J. Anim. Sci.* 83: 440-448.

**Hambrecht, E. J., J. Eissen, R. I. J. Nooijen, B. J. Ducro, C. H. M. Smits, L. A. den Hartog, and M. W. A. Verstegen. 2004.** Preslaughter stress and muscle energy largely determine pork quality at two commercial processing plant. *J. Anim. Sci.* 82: 1401-1409.

**Hansson I, 2003.** Pork production and classification of pig carcasses in European countries, Annex 9, EUPIGCLASS GROWTH Project GRD-1999-10914.

**Hemsworth P. H., Barnett J. L., Hofmeyr C., Coleman G.J., Dowling S., Boyce J., 2002.** The effects of fear of humans and preslaughter handling on the meat quality of pigs, *Aust. J. Agric. Res.*, 53, 493-501.

**Honikel, K. O., 1998.** Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49, 447–457.

**Ivers, D. J., L.F. Richardson, D.J. Jones, L.E. Watkins, K.D. Miller, J.R. Wagner, R. Seneriz, A.G. Zimmermann, K.A. Bowers, D.B. Anderson. 2002a.** Physiological comparison of downer and nondowner pigs following transportation and unloading at a packing plant. *J. Anim. Sci.* 80(Suppl. 2):39. (Abstract 10).

**Knowles T., Warriss P. D., 2007.** *Stress physiology during transport in Grandin T., Livestock Handling and Transport.* CAB International, Wallingford, UK, 312-328.

**Kuchenmeister, V., Kuhn, G. and Ender, K., 2005.** Preslaughter handling of pigs and the effect on heart rate, meat quality, including tenderness and sarcoplasmic reticulum Ca<sup>2+</sup> transport. *Meat Science* 71, 690–695.

**Lambooi, E. 2000.** Transport Of Pigs. pp. 275-296. (In: *Livestock Handling and Transport.* Ed. T. Grandin). CABI Publishing, New York, NY.

- Lawrie R. A., 1998.** Lawrie's Meat Science, Sixth Edition, Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Cambridge CB1 6AH, England.
- McEwen, B., 2002.** The end of stress as we know it. Joseph Henry Press/Dana Press, Washington, DC, USA.
- Merlot E, Mounier AM, Prunier A., 2010.** Endocrine response of gilts to various common stressors: a comparison of indicators and methods of analysis., *Physiol Behav* 1;102 (3-4):259-265.
- Millet S., Raes K., Van den Broeck W., De Smet S., Janssens G.P.J., 2005.** Performance and meat quality of organically versus conventionally fed and housed pigs from weaning till slaughterinf, *Meat Science*, 69, 335-341.
- Mormede P., 2007.** Assesment of pig welfare in Faucitano L., Schaefer A.L., *Welfare of pigs from bith to slaughter*, Wageningen Academic Publishers & Edition Quae, chapter 2, 33-64.
- Mota-Rojas D., Becerril M., Lemus C., Sanchez P., Gonzales M., Olmos S. A., Ramirez R., Alonso-Spilsbury M., 2006.** Effects of mid-summer transport duration on pre- and post-slaughter performance and pork quality in Mexico, *Meat Science*, 71, 404-412.
- Nanni Costa L., 2009.** Short-term stress: the case of transport and slaughter *Ital.J.Anim.Sci.*, 8, 241-252.
- Nanni Costa, L., Lo Fiego, D.P., Dall'Olio, S., Davoli, R., Russo, V., 2002.** Combined effects of preslaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs with different halothane genotype. *Meat Sci.* 61:41-47.
- Nanni Costa, L., Tassone, F., Rigetti, R., Melotti, L., Comellini, M., 2007.** Effect of farm floor type on the behaviour of heavy pigs during pre-slaughter handling. *Vet. Res. Commun.* 31(Suppl. 1):397-399.
- Nielsen, J.P.; Petersen, H.H.; Pedersen, K.S. 2003.** Effect 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 on Acute Phase Proteins*; Segovia, Spain, 2003, 96.
- NPPC (National Pork Producers Council), 2000.** Pork composition and quality assessment procedures. E. Berg (Ed.), pp. 1 – 38, National Pork Producers Council, Des Monica, Iowa, USA
- Owen, B. L., Montgomery, J. L., Ramsey, C. B., Miller, M. F. 2000.** Preslaughter resting and hot-fat trimming on the incidence of pale, soft and exudative (PSE) pork and ham processing characteristics. *Meat Sci.* 54: 221-229.
- Palme, R.; Robia, C., Baumgartner, W.; Möstl, E., 2000.** Transport stress in cattle as reflected by an increase in faecal cortisol metabolites. *Veterinary Record*, 146, 108–109.
- Pérez M. P., Palacio J., Santolaria M. P., Del Aceña M. C., Chacón G., Verde M. T., Calvo J. H., Zaragoza M. P., Gascón M., García-Belenguer S., 2002.** Influence of lairage time on some welfare and meat quality parameters in pigs, *Veterinary Research*, 33, 3, 239-250.
- Rosenvold, K., Anderson, H.J., 2003.** Factors of significance for pork quality—a review. *Meat Science*, 64, 219–237.
- Salajpal K., Dikic Marija, Karolyi D., Sinjeri Z., Liker B., Kostelic A., Juric I., 2005.** Blood serum metabolites and meat quality in crossbred pigs experiencing different lairage time, *Italian Journal of Animal Science*, 4, 119-121.
- Schäffer, D., von Borell, E. 2005.** Die Vokalisation von Schlachtschweinen - Ein Indikator für die Bewertung der Tiergerechtheit des Handlings an Betäubungsanlagen (Vocalisation of slaughter pigs – An indicator for welfare assessment of handling in stunning systems). *Fleischwirtsch.* (in press).
- Schön, P.C.; Puppe, B.; Manteuffel, G., 2004.** Automated recording of stress vocalizations as a tool to document impaired welfare in pigs. *Animal Welfare*, 13, 105–110.
- Shen, Q. W., Means, W. J., Thompson, S. A., Underwood, K. R., Zhu, M. J., McCormick, R. J., Ford, S. P. Du, M. 2006.** Pre-slaughter transport, AMP-activated protein kinase, glycolysis, and quality of pork loin. *Meat Sci.* 74: 388-395.
- Simek J., Grolichova M., Steinhäuserova I., Steinhäuser L., 2004.** Carcass and meat quality of selected final hybrids of pigs in the Czech Republic, *Meat Science*, 66, 383-386.
- Škrlep M., Prevornik Maja, Šegula B., Čandek-Potokar Marjeta, 2009.** Association of plasma stress markers at slaughter with carcass or meat quality in pigs, *Slov Vet Res* 46 (4): 133-42.
- Sundrum, A., Bütfering, L., Henning, M., Hoppenbrock, K.H., 2000.** Effects of on-farm diets for organic pig production on performance and carcass quality. *J. Anim. Sci.* 78, 1199–1205.
- Viljoena, H. F., de Kocka, H.L., Webb, E.C. 2002.** Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Science* 61: 181– 185.
- Warner R.D., Kauffman R.G., Greaser M.L., 1997.** Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits, *Meat Science*, 45, 3, 339-352.
- Warriss, P.D., 1996.** Guidelines for the handling of pigs antemortem - Interim conclusions from EC-

AIR3-PROJECT CT920262. Landbauforsch. Volk. 166:217-225.

**Warriss P. D., 2000.** Meat science: an introductory text, CAB International, New York.

**Warriss P. D., Brown S. N., Knowles T.G., 2003a.** Measurements of the degree of development of rigor mortis as an indicator of stress in slaughtered pigs. Veterinary Record, 13, 153, (24):739-742.

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

**Welfare Quality® consortium, 2009.** Welfare Quality® Assessment Protocol for Pigs, ISBN/EAN 978-90-78240-05-1, Lelystad, The Netherlands.

#### 4. Циљеви истраживања

Циљ истраживања у оквиру ове докторске дисертације је да се испита зависност између стреса (дужина боравка у сточном депоу, поступак са животињама пре клања и омамљивање) и квалитета мяса свиња (pH, температура, боја, CBV, озледе, тачкаста крварења).

За остварење ових циљева постављени су следећи задаци:

- 1) Испитати дужину боравка свиња и њихово понашање у сточном депоу, поступак радника са свињама у депоу и током упућивања до места за клање;
- 2) Испитати ефикасност омамљивања (правилност наношења електрода, успешност омамљивања при првом покушају, оглашавање током апликације струје, време апликације струје, присуство тоничних и клоничних грчева, појава рефлекса након омамљивања који указују на враћање свести, мерење времена од омамљивања до момента искрварења);
- 3) Испитати садржај кортизола и лактата у крви свиња;
- 4) Испитати принос мяса (меснатост трупова);
- 5) Измерити pH вредност мяса (60 минута и 24 сата) и температуру мяса (60 минута) после клања;
- 6) Испитати јачину ригор мортиса (после три и 24 сата);
- 7) Извршити оцену озледа на трупу и појаве тачкастих крварења, прелома и ишчашења;
- 8) Испитати боју, мраморираност и CBV мяса.

#### 5. Очекивани резултати

Иако су потребни месеци да би се постигли жељени принос и квалитет мяса, они се могу знатно смањити неадекватним поступањем са животињама неколико дана пре клања. Због тога је сасвим јасно зашто поступци са животињама пре клања нису само питање добробити, већ и једнако питање квалитета мяса, јер је још пре више деценија препознат штетан ефекат стреса пре клања на квалитет мяса. Поред тога, свест потрошача о добробити животиња је на вишем ступњу него раније и они захтевају да месо потиче од животиња које су гајене, транспортоване и заклане на начин који изазива најмањи стрес. Очекује се да добијени подаци укажу на међузависност између одабраних параметара стреса, односно квалитета мяса, као и зависност између параметара стреса и параметара квалитета мяса.

#### 6. План рада

Планирано је да се истраживања обаве на свињама исте генетске основе које су храњене, држане и транспортоване до клинице под истим условима. Клање и обрада трупа биће обављени у условима уобичајеним за индустријску клиницу. У току огледа биће праћени дужина боравка, понашање свиња, као и поступак са свињама у сточном депоу и непосредно пред клање. У току искрварења биће одређен ниво лактата и узети узорци крви за одређивање садржаја кортизола. После обраде трупова ће бити мерени, узете мере меснатости, одређен pH и температура мяса, утврђена израженост ригора, оцена озледа на трупу, појава тачкастих крварења, ишчашења и прелома и узети узорци за испитивање боје, мраморираности и CBV мяса.

#### 7. Методе и материјал истраживања

##### Материјал

У оквиру овог експеримента испитивања ће бити обављена на 100 комерцијалних, меснатих белих свиња (F1 П76 x Наима), око шест месеци старости, са просечном живом масом од 115 до 130 kg.

Свиње ће бити гајене под идентичним условима, на решеткастом пластичном поду површине 1

m<sup>2</sup> по јединки, у боксевима од по 20 товљеника. Животиње ће бити храњене *ad libitum* потпуним крмним смешама сопствене производње, са појењем из аутоматских појилица.

Пред транспорт храна и вода неће бити ускраћени. Транспорт ће се обавити специјализованим средством за превоз свиња, у групама од по 20 јединки, при чему ће свакој животињи бити на располагању 0.45 m<sup>2</sup>. Растојање од боксева за смештај животиња до превозног средства је 20 m, а на утовару је рампа са нагибом од 15 °. Удаљеност фарме од кланице је 3 km, а транспорт траје 15 минута. Под превозног средства је у истом нивоу са подном површином ваге за мерење живе масе свиња при улазу у депо. После мерења свиње се пуштају у коридор из кога улазе у боксеве депоа. Растојање између превозног средства и боксева сточног депоа износи 10 m. При утовару и истовару не употребљава се електрични гонич, већ се животиње потискују штапом.

У сточном депоу животиње немају приступ храни и води, а доступна површина по јединки је 0.70 m<sup>2</sup>. Боравак животиња у сточном депоу зависи од динамике клања и организације рада у кланици, тако да поједине групе животиња бораве у депоу преко 16 сати, а поједине мање од два сата. У неким случајевима у групи животиња са кратким боравком у сточном депоу смештају се свиње из различитих обора.

Приликом истеривања животиња из бокса сточног депоа свиње се подижу са циљем да се у коридор који води у одељење за клање уведе шест свиња. При том се користи штап и електрични гонич. Растојање од бокса депоа и места омамљивања је 5 m. У кланици не постоји бокс за омамљивање (фиксирање), већ се свиње омамљују у простору површине 12 m<sup>2</sup>. Пре омамљивања животиње се туширају водом.

Омамљивање се обављава клештима за омамљивање при чему је напон 220 V, а јачина струје 2A. Након 3-5 секунди од омамљивања животиње обавља се искрварење на поду убодом ножа у груди. Трупови се подижу на колосек, туширају, а затим појединачно шуре (5 минута, 62 °C) у уређају за шурење и скидање чекиња. После избацивања из уређаја за шурење, на решеткастом постољу заостале чекиње се скидају металним „звоним“ и спаљују пламеном (бутан боца). Након тога трупови се перу уз избријавање заосталих чекиња ножем и подижу на висећи колосек. Евисцерација се завршава око 30 минута *post mortem*. Труп се тримује, пере, а затим мери на ваги постављеној на висећи колосек. Хлађење трупова започиње до 45 минута *post mortem* и траје између 16 и 24 сата.

## **Методe**

### **1. Процена поступака са свињама пре клања**

За сваку животињу биће праћени следећи параметри пре клања: дужина боравка свиња (у сатима) и њихово понашање у сточном депоу, поступак радника са свињама у депоу и током упућивања до места клања (бод систем за оцену међусобних борби, употребу механичке силе, клизање, падање, оглашавање, враћање натраг) (Edwards и сар., 2010c; Welfare Quality® consortium, 2009).

### **2. Оцена ефикасности омамљивања**

Приликом процене ефикасности омамљивања за сваку животињу биће праћени следећи параметри: правилност наношења електрода; успешност омамљивања (први покушај); оглашавање током апликације струје; време апликације струје; присуство тоничних и клоничних грчева; појава рефлекса након омамљивања који указују на враћање свести (трептање, присуство ритмичког дисања, рефлекс усправљања, оглашавање); мерење времена од омамљивања до момента искрварења (Grandin, 2010; Welfare Quality® consortium, 2009).

### **3. Одређивање концентрације лактата**

Приликом искрварења биће узимани узорци крви од сваке животиње (у пластичне чаше) у којима ће се утврдити садржај лактата. За одређивање садржаја лактата биће коришћен портабл лактат анализатор (Lactate Scout, EKF Diagnostic, Magdeburg, Germany).

### **4. Одређивање концентрације кортизола**

Истовремено са узимањем крви за одређивање садржаја лактата биће узимани узорци крви од сваке животиње и пребачени у вакутајнере са додатим антикоагулансом (хепарин). Крв у вакутајнерима ће се чувати 4 - 6 сати на +4 °C пре центрифугирања (три минута на 3000 обртаја у минути). Добијена плазма биће пребачена у микротубе и чувана на -20 °C до одређивања концентрације кортизола. Концентрација кортизола у плазми свиња биће одређена радиоимунолошком методом (RIA-CT-Cortisol, ИНЕП, Београд, Србија).

### **5. Одређивање меснатости**

Меснатост свињских трупова биће утврђена према Правилнику о квалитету закланих свиња и категоризацији свињског меса (Сл. лист СФРЈ, 2/85, 12/85, 24/86) на основу масе "топлих" полутки и збира дебљине сланине измерене на два места (на леђима између 13. и 15. леђног пршљена и на крстима, на месту где *M. gluteus medius* ураста у сланину). На основу измерених вредности из таблица биће одређена количина меса у трупу у процентима, односно

килограмима.

#### **6. Мерење pH вредности**

Мерење pH вредности биће обављено 60 минута и 24 сата након клања pH-метром "Testo 205" (Немачка) убодом у *M. longissimus dorsi* (LD), *pars lumbalis* са тачношћу  $\pm 0.01$ . Пре и током читавања pH-метар биће калибрисан стандардним фосфатним пуферима (pH пуфера за калибрацију је 7.00 и 4.00 на 20°C). Као резултат биће узета аритметичка средина две pH вредности измерених у истој тачки (СРПС ИСО 2917, 2004).

#### **7. Мерење температуре**

Температура биће измерена након 60 минута после клања са тачношћу  $\pm 0.1$ , уређајем којим се истовремено мери и pH вредност меса ("Testo 205", Немачка).

#### **8. Одређивање јачине ригор мортиса**

Након 3 и 24 сата од клања биће узети фотографски снимци десне стране трупа (полутке) сваке животиње паралелни са равни у којој се налази полутка, са 2 m удаљености и на 160 cm висине, а затим ће у програму AutoCad бити израчунат угао између осе тела и антериорне површине предњег екстремитета. Величина измереног угла је обрнуто пропорционална јачини ригор мортиса (Davis и сар., 1978).

#### **9. Оцена озледа на трупу**

Оцене озледа биће вредноване на кожи обе стране трупа, при чему је труп подељен на три регије (глава заједно са плећком, од плећке до бута и бут) и свака регија биће оцењена оценама од 1 до 4. У оцењивању ће учествовати три оцењивача. За сваки труп сабирањем додељених просечних оцена за све три регије биће добијена коначна оцена за озледе на трупу (Welfare Quality® consortium, 2009).

#### **10. Процена појаве тачкастих крварења, прелома и ишчашења**

Након 60 минута од клања, на расеченом трупу биће оцењена појава тачкастих крварења одвојено на унутрашњој страни бута, односно после 24 сата на попречном пресеку мишића LD, *pars lumbalis*, оценама од 1 до 4. Поред тога, биће процењено присуство, односно одсуство прелома, као и појава ишчашења.

#### **11. Одређивање боје, мраморираности и способности везивања воде меса**

Узорци за одређивање боје, мраморираности и способности везивања воде биће узети 24 сата након клања исецањем дела слабине (рез између 3. и 4. слабинског пршљена и крсне кости) са костима и мускулатуром, а без поткожног масног ткива.

Боја и мраморираност биће одређени на попречном пресеку мишића LD, минималне дебљине узорка од 2.5 cm (Honikel, 1998). Пре одређивања боје и мраморираности биће направљени резови на узорцима меса, а затим држани један сат на +4 °C ради „цветања“ боје.

##### **11.1. Одређивање боје помоћу стандарда**

Након узимања и припреме узорак боја ће бити одређена упоређивањем боје узорака меса и стандарда за боју (NPPC, 2000), при чему су додељене оцене за боју од 1 до 6 (оцена 1 одговара бледо-ружичастој боји узорка, а оцена 6 тамно пурпурно црвеној боји узорка меса). У оцењивању ће учествовати три оцењивача на по два пресека.

##### **11.2. Инструментално одређивање боје**

Боја меса на припремљеним узорцима биће измерена на површини сваког пресека шест пута, а као резултат биће узете аритметичке средине добијених  $L^*$ ,  $a^*$  и  $b^*$  вредности.  $L^*$ ,  $a^*$  и  $b^*$  вредности CIE система биће одређене коришћењем Minolta Chroma Meter CR-400 (Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan) у D-65 осветљењу, стандардним углом заклона од 2° и са 8 mm отвором на мерној глави. Инструмент се пре мерења загрева и калибрише коришћењем стандардне процедуре према произвођачким инструкцијама.

##### **11.3. Одређивање мраморираности**

Мраморираност меса биће одређена употребом стандарда за мраморираност (NPPC, 2000). Узорцима меса биће додељиване оцене 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 10 којима одговарају следећи описи: без мраморираности, мраморираност у траговима, незнатна мраморираност, мала мраморираност, скромна мраморираност, умерена мраморираност, односно обилна мраморираност. Оцена коју узорак добије приближно одговара процентуалном садржају интрамускуларне масти. У оцени ће учествовати три оцењивача на по два пресека.

##### **11.4. Одређивање способности везивања воде**

Способност везивања воде биће одређена преко губитка течности без примене спољашње силе (притиска), тзв. „bag“ методом према Honikel-у (1998). Два комада мишићног ткива (LD *pars lumbalis*), приближно истог облика и величине, масе око 100 g, очишћени од спољашњих наслага масти и везивног ткива биће узета и након тога измерена на ваги са тачношћу  $\pm 0.05$  g. Узорци ће бити окачени о конач, стављени у стаклене судове са поклопцем (осигуравши да месо нема контакт са унутрашњим површинама судова и исцетком који настаје услед издвајања

течности) и чувани при +4°C. После стајања од 24, односно 48 сати, узорци ће бити мерени на ваги са тачношћу  $\pm 0.05$  g. Губитак течности биће приказан као проценат губитка масе након 24, односно 48 сати.

8. Место, лабораторија и опрема за експериментални рад

Клиника „ЗП Комерц“, Вршани; Лабораторије Катедре за хигијену и технологију намирница анималног порекла, ФВМ, Београд, Технолошког факултета, Нови Сад, ИНЕП-а, Земун, Теолаба, Бијељина које поседују опрему неопходну за извођење предвиђених испитивања.

9. Методе статистичке обраде података и остали релевантни подаци

У статистичкој анализи добијених резултата изведеног експеримента као основне статистичке методе користиће се дескриптивни статистички параметри. Дескриптивни статистички параметри, односно аритметичка средина, стандардна девијација, стандардна грешка, минимална, максимална вредност и коефицијент варијације, омогућавају описивање експерименталних резултата и њихово тумачење. За тестирање и утврђивање статистички значајних разлика између испитиваних група биће коришћена два теста. За испитивање значајности разлика између средњих вредности две испитиване групе биће коришћен t-тест. За испитивање сигнификантних разлика између три и више посматраних третмана биће коришћен групни тест, ANOVA, а затим појединачним Tukey тестом биће испитане статистички значајне разлике између третмана. Степен зависности два параметра биће приказан Pearson-овим коефицијентом корелације и линеарном регресијом. Сигнификантност разлика биће утврђена на нивоима значајности од 5%, 1% и 0.1%. Сви добијени резултати биће приказани табеларно и графички. Статистичка анализа добијених резултата биће урађена у статистичком пакету PrismaPad 5.00.

**VI. ЗАКЉУЧАК СА ОБРАЗЛОЖЕНОМ ОЦЕНОМ О ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ И КАНДИДАТА**

На основу анализе материјала који је приложио кандидат и на основу изложеног материјала у овом документу Комисија сматра да Марија Докмановић испуњава све услове предвиђене Законом о високом школству за израду докторске дисертације, да је одабрана тема научно заснована и од значаја за ветеринарску науку и праксу, односно за научну област Хигијена и технологија меса. Сматрамо да су циљеви и задаци докторске дисертације реални, а планирана испитивања добро замишљена. Методе које ће кандидат користити у својим испитивањима су стандардне, савремене, поуздане и објективне. Предлажемо Наставно-научном већу Факултета ветеринарске медицине Универзитета у Београду да прихвати позитивну оцену испуњености услова о научној заснованости и подобности кандидата и одобри израду докторске дисертације Марије Докмановић под насловом:

**„Испитивање зависности између стреса и квалитета меса свиња“**

За ментора докторске дисертације предлажемо проф. др Милана Ж. Балтића.

ДАТУМ

31.01.2012.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

проф. др Милан Ж. Балтић

проф. др Владо Теодоровић

проф. др Славча Христов

доц. др Неђељко Карабасил

доц. др Владимир Томовић