

KIAULIŲ TRANSPORTAVIMO IR SKERDIMO TECHNOLOGIJŲ ĮTAKA MĖSOS KOKYBEI

Gražina Januškevičienė¹, Algirdas Januškevičius², Jurgita Dailidavičienė¹

¹*Maisto saugos ir gyvūnų higienos katedra, Lietuvos veterinarijos akademija, Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas
tel. (8~37) 36 26 00; el. paštas: grazinaj@lva.lt; dailidaviciene@lva.lt*

²*Gyvūnų mitybos katedra, Lietuvos veterinarijos akademija, Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas
tel. (8~37) 36 34 08; el. paštas: jalgis@lva.lt*

Santrauka. Mūsų tyrimo tikslas – įvertinti ikiskerdiminius ir skerdiminiuosius veiksnius, darančius įtaką kiaulienos kokybei, nustatyti skirtingų svaiginimo būdų ir kraujo šalinimo laipsnio įtaką mėsos biocheminiams procesams po skerdimo. Tyrimai parodė, kad gyvūnų gerovės požiūriu efektyviausiai kiaulės apsvaiginamos 90 proc. anglies dvideginio dujų koncentracija. Tyrimų metu nustatyti grubūs gyvūnų gerovės reikalavimų ir skerdimo technologinio proceso pažeidimai, kurie ikiskerdiminio etapo ir svaiginimo metu daro įtaką skerdenų kokybei – įbrėžimai, traumos, nepakankamai pašalintas kraujas, kraujosruvos, kaulų lūžiai daro mėsą blyškia, minkštą, vandeningą (PSE). Tokia mėsa vyrauja – sudaro 58 proc. apžiūrėtų kiaulių skerdenų. Skerdenų kraujo šalinimo laipsnis turi įtakos skerdenų pH ir temperatūros kaitai, statistiškai patikimi skirtumai nustatyti praėjus 24 val. po skerdimo. Nuo svaiginimo būdo ir darbuotojų kvalifikacijos priklauso kiaulių apsvaiginimo efektyvumas, skerdinio kraujo šalinimo laipsnis ir poskerdiminiai metaboliniai procesai, darantys įtaką skerdenų pH ir temperatūrai.

Raktažodžiai: kiaulės, temperatūra, pH, skerdena, anglies dvideginis.

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PROCESS ON PORK QUALITY

Gražina Januškevičienė¹, Algirdas Januškevičius², Jurgita Dailidavičienė¹

¹*Department of Food Safety and Animal Hygiene, Lithuanian Veterinary Academy, Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania; tel. +370 37 36 26 00, e-mail: grazinaj@lva.lt; dailidaviciene@lva.lt*

²*Department of Animal Nutrition, Lithuanian Veterinary Academy, Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania; tel. +370 37 36 34 08, e-mail: jalgis@lva.lt*

Summary. The aim of our study was to evaluate antemortem and postmortem factors that effect pork quality. The effect of two different stunning methods and bleeding degree on meat biochemical processes (pH values and meat temperature) at a meat inspection slaughtering plant were monitored. Our results showed that poor use of slaughtering techniques results in lower quality carcasses with higher incidence in the stress level, injuries, bruising, insufficient bleeding, and bone fractures. These factors affect pale, soft and exudative meat condition that is a predominant meat quality change and amount 58 % of all examined pig carcasses. Bleeding degree of pig carcasses affects meat pH and temperature change, and has statistically significant influence after 24 hours post-slaughter. Stunning methods and personal qualification have an important effect on the efficiency of stunning, bleeding degree and postmortem metabolic processes that affect pH and temperature of carcasses. The results show that with respect to animal welfare and meat quality as well as practical application there are advantages by stunning pigs in 90% carbon dioxide compared to electric stunning.

Key words: pigs, temperature, pH, carcass, stress, carbon dioxide.

Įvadas. Kiaulininkystė Lietuvoje yra viena pagrindinių gyvulininkystės šakų. Bendrume mėsos gamybos balanse kiauliena sudaro apie 40 proc., tiek pat suvartojama ir mėsos produktų. Šalyje kiaulių skerdžiama palyginti mažai: 2004 m. – 74 tūkst., 2005–2006 m. – 81 tūkst., 2007 m. – 62 tūkst., 2008 m. – apie 48 tūkst. Europos Sąjungos šalyse skerdžiamų kiaulių skaičius ženkliai skiriasi – Vokietijoje per mėnesį kiaulių paskerdžiama vidutiniškai 3,9 mln., Olandijoje – 1,1 mln., Danijoje – 1,4 mln. Jungtinių Tautų maisto ir žemės ūkio organizacijos ekspertų duomenimis, pasaulyje kiaulienos gamyba didės. Jos apimtys neatsiejamos nuo technologinių kiaulienos gamybos ir perdirbimo procesų racionalizavimo, siekiant geriausių produkto savybių.

Norint gaminti konkurencingus mėsos produktus, būtina ne tik efektyviai valdyti technologinį procesą, bet ir

pagerinti žaliavos kokybę. Mokslinių tyrimų duomenimis, mėsos kokybei įtaką daro daugelis veiksnių: veislė, lytis, amžius, jautrumas stresui. Tai genetinių veiksnių visuma, lemianti kiaulių mėsos morfologines, fizikines, chemines, biochemines ir technologines savybes (Clayes et al., 2001; D'Souza, Mullan, 2002; Stimbirys, Antanavičius, 2005; Virgili et al., 2003; Adegoke, Falade, 2005). Vienas iš genų, lemiančių ne tik kiaulių vislumą, penėjimosi spartą, raumeningumą, atsparumą ligoms, bet ir mėsos kokybę, yra recesyvinis halotano genas. Kiaulės, turinčios šį geną, mažiau rezistentiškos, prastesnė jų mėsos kokybė. Tokių kiaulių skerdenose randama daugiau mėsos su PSE ir DFD sindromais (Kriauzienė ir kt., 2005). Mėsos kokybei įtaką daro ir šėrimas (Apple et al., 2003), pašariniai priedai, laikymo sąlygos (Driessen, Geers, 2000; Klont et al., 2001; Liorančas et al., 2005). A. Kozak su grupe tyrė

jų (2002), J. Dailidavičienė su kitais mokslininkais (2008) tyrė gyvulių sveikatos būklės įtaką mėsos kokybei. Modernėjant žaliavos apdorojimo technologijoms, vis daugiau dėmesio skiriama ikiskerdiminių ir skerdimo veiksnių analizei bei korekcinėms priemonėms sistemos sukūrimui (Appleby, Hughes, 1997; Warris, 2000; Dousek et al., 2002; Wajda, Denaburski, 2003; Denaburski, Bak, 2002; Schloss et al., 2003; Stern et al., 2003). Mėsos kokybės rodiklius lemia gyvulio skerdimo technologinių operacijų kokybė, ypač jei organizmas buvo veikiamas kitų išorinių faktorių ankstesniuose paruošimo etapuose (Juncher et al., 2001; Maribo et al., 1998; Schafer et al., 2000; Velarde et al., 2001; Channon et al., 2001; Barton-Gade, 1997; Warris et al., 1995; Warris, 2000; Taylor et al., 1995).

Darbo tikslas – įvertinti ikiskerdiminius ir skerdimo veiksnius, darančius įtaką kiaulienos kokybei, nustatyti skirtingų svaiginimo būdų ir kraujo šalinimo laipsnio įtaką mėsos biocheminiams procesams po skerdimo (pH ir temperatūros kaitai).

Tyrimų metodai. Ikiskerdiminių ir skerdimo faktorių įtaką kiaulienos kokybei nustatėme keturiose skirtingo pajėgumo mėsos įmonėse. A ir B įmonėse kiaulės buvo svaiginamos elektra, C ir D – skirtingos koncentracijos anglies dvideginio (CO₂) dujomis. Kiaulės buvo apžiūrimos transporto priemonėje, varant bei laikant aptvaruose iki skerdimo ir skerdimo metu.

Apsvaiginimo efektyvumas buvo tikrinamas iš karto kabinant kiaules ant kabamojo kelio ir kraujo šalinimo metu, vertinant knyslės (nosies pertvaros) bei akies-vokų refleksą, kvėpavimo judesius, skerdinio judesius pakabinius (nuleidžiant kraują). Kraujo šalinimo laipsnį nustatėme vizualiai įvertinę skerdenos išvaizdą (raumenų, riebalų spalvą, poodinių ir pilvaplovės kraujagyslių ryškumą, kraują smulkiose ir stambiose kraujagyslėse).

Norėdami įvertinti biocheminius procesus po skerdimo (pH ir temperatūra), tyrėme Lietuvos baltųjų ir pjutrenų kiaulių mišrūnus, bekonus, transportuotus ne ilgesniu kaip 100 km atstumu specialiu sanitarijos ir higienos normas atitinkančiu transportu (bandovežiu). Nepergruotos kiaulės iki skerdimo buvo laikomos 2–2,5 val. ikiskerdiminiuose aptvaruose. A ir B įmonėse kiaulės buvo svaiginamos elektros srove specialiomis elektrinėmis replėmis. Svaiginimo trukmė – 3–5 sekundės. Apsvaigintos kiaulės buvo kabinamos ant kabamojo kelio už vienos užpakalinės galūnės žemiau kulno sąnario. Įėjimo į krūtines ląstą vietoje buvo perpjaunamos kaklo kraujagyslės ir 6–8 min. buvo nuleidžiamas kraujas. Svaiginimas dujomis C įmonėje buvo atliekamas 80 proc., o D įmonėje – 90 proc. CO₂ koncentracija.

Temperatūros ir pH matavimai buvo atlikti portatyviniu pH-metru IQ150. Matavome ilgiausiąjį nugaros raumenį (*Musculus longissimus dorsi* – LD) 4 cm gylyje tarp 2 ir 4 slankstelių ir šlaunų raumenį (*Musculus semimembranosus* – SM) 4 cm gylyje. Prieš įsmeigiant elektrodus, odos paviršiniai sluoksniai reikiamose vietose buvo pradurti peiliu. Matavimai atlikti praėjus 45 min. ir 24 val. po skerdimo. Kiekvienoje tiriamojoje grupėje, t. y. skirtingose mėsos įmonėse, buvo po 90 bekonų. Tiriamose mėsos įmonėse iš viso apžiūrėta 4892 kiaulės.

Statistiškai rezultatus – aritmetinį vidurkį, aritmetinio

vidurkio paklaidą, patikimumo kriterijų bei patikimumo laipsnį – nustatėme pagal Stjudentą (Sakalauskas, 1998).

Tyrimų rezultatai. Ikiskerdiminės ir poskerdininės apžiūros metu keturiose skirtingo pajėgumo įmonėse ištyrėme 4892 kiaules. Tyrimo metu, stebėdami gyvulių būklę bandovežyje, jų iškrovimą, laikymą ikiskerdiminiuose aptvaruose ir skerdimo procesą (svaiginimą, kraujo nuleidimą, skerdinio dorojimą), nustatėme šiuos pažeidimus: su kiaulėmis buvo elgiamasi grubiai, neretai jos buvo mušamos. Laikomos aptvaruose iki skerdimo kiaulės buvo pergrupuojamos. Jas apžiūrint transporto priemonėje ar tuoj pat iškrovus, pavienėms nustatyti ryškūs streso požymiai. Kai kurios kiaulės gulėjo ant pilvo ar buvo tupėjimo padėtyje. Nemaža dalis jų buvo palyginti ramios, nekniso, o pavarytos nenoromis ėjo atkišusios priekines kojas, kvėpavo greitai ir tik retkarčiais pražiojusios snukį, kartkartėmis išleisdavo ryškius aiškaus tono garsus. Pasiskerdus tokias kiaules buvo rasti ryškūs PSE sindromui būdingi mėsos požymiai.

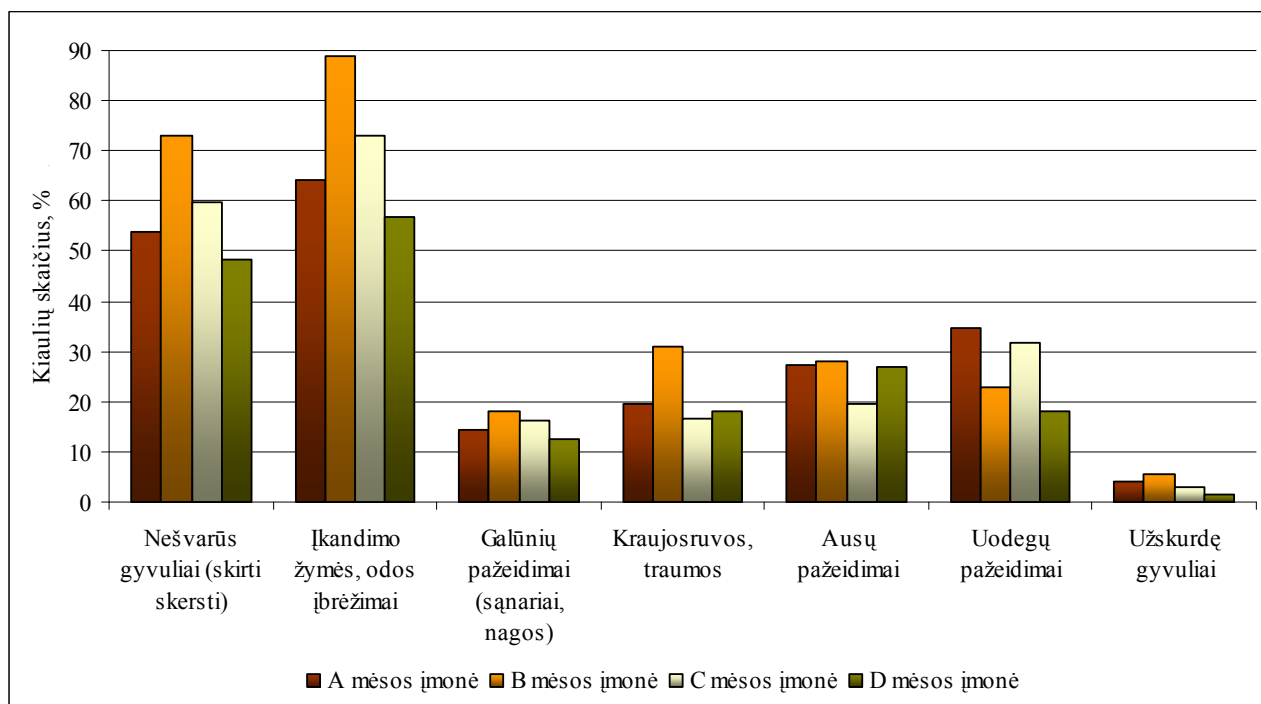
Iš 4892 apžiūrėtų ir skersti skirtų kiaulių nešvarios buvo 2885, vidutiniškai – 58,72 proc. visų skerdžiamų gyvulių. Daugiausia nešvarių kiaulių buvo B įmonėje – 73 proc. visų skerdžiamų kiaulių. Įkandimo žymės ir odos įbrėžimai nustatyti 3368 kiaulėms – 71 proc. Daugiausia tokių buvo B įmonėje – net 89 proc. Šiek tiek mažiau kiaulių rasta su pažeistomis ausimis – apie 25 proc.; galūnių pažeidimai sudarė apie 15 proc. Skersti taip pat pasiūsti užskurdę gyvuliai. A ir B įmonėse tokių kiaulių kiekis svyravo nuo 4,2 iki 5,7 proc., o C ir D įmonėse užskurdusių kiaulių buvo 1,6–2,9 proc.

Stebint pažeidimus skerdimo metu, 1983 kiaulių plaučiuose nustatyta edema dėl plikavimo vandens aspiracijos, taip pat kraujo aspiracija. Vadinas, kraujas buvo nuleidžiamas nepakankamai kiaules apsvaiginus – jos iš dalies gyvos pateko į plikavimo vonią, taip pat nebuvo išlaikomas reikiamas kraujo šalinimo laikas (6–8 min.). 2621 kiaulės vidaus organuose buvo rastos gilios įpjovos, padarytos juos netinkamai šalinant. Vidutiniškai 28 proc. vidaus organų nustatyti nepakankami nuleisto kraujo požymiai. Apžiūros metu nustatyti odos plyšimai dėl netinkamo plikavimo (2,36–4,79 proc.), odos įbrėžimai, kandimo žymės (56,7–89 proc.), kraujosruvos, traumos (16,5–31 proc.), su kaulų lūžiais rastas 1 proc. kiaulių. Kraujosruvos raumenyse dėl netinkamo svaiginimo elektra sudarė 11,82–13 proc., tuo tarpu įmonėje, kur kiaulės svaiginamos 80 proc. CO₂, kraujosruvų buvo tik 0,2 proc., o įmonėje, kur svaiginama CO₂, 90 proc., kraujosruvų kiaulių raumenyse nebuvo. Kraujosruvos ir traumos raumenyse atsiranda kiaules mušant krovimo ir iškrovimo, transportavimo metu, kai staigiai stabdomas transportas arba daromi staigūs posūkiai. Kraujosruvų raumenyse atsiradimą sąlygoja ir netinkamas svaiginimas elektra, t. y. kai naudojama netinkama srovė ir įtampa, neteisinga replių padėtis, per ilgą ekspozicijos laiką. Šie veiksniai gali sąlygoti ir stuburo lūžius bei hematomas. Kiaulių stuburo lūžiai įmonėse, kur svaiginimas buvo atliekamas elektra, sudarė 5,7–5,81 proc.

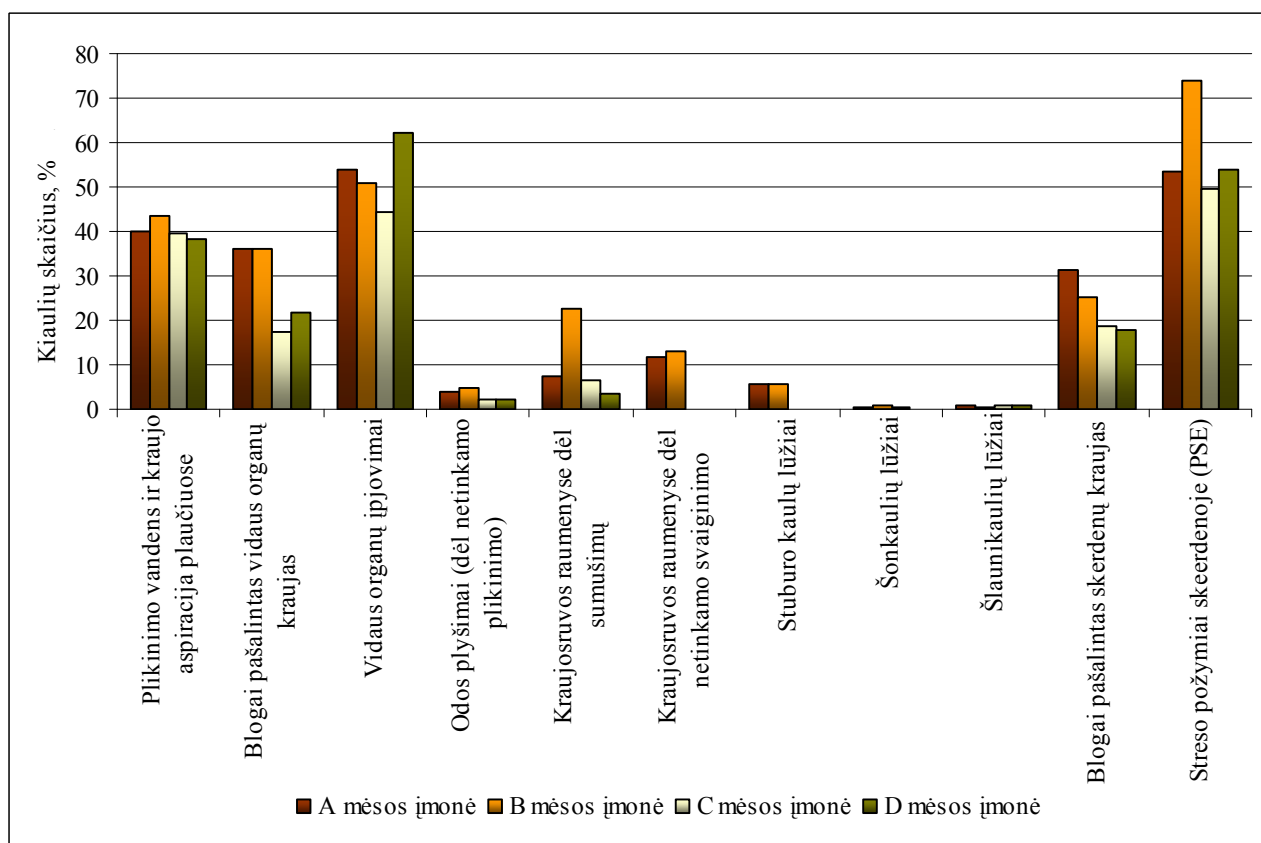
Nepakankamai nuleisto kraujo požymiai nustatyti 1132 skerdenoms – vidutiniškai 20,81 proc. apžiūrėtų skerdenų. Daugiau blogai nukraujintų skerdenų buvo

įmonėse, kur kiaules svaigino elektra – 25,38–31,36 proc. 2690 apžiūrėtų kiaulių skerdenų (54,99 proc.) turėjo stresinės mėsos požymių, t. y. mėsa buvo blyški, minkšta ir

vandeninga arba rausva, minkšta ir vandeninga, o kai kuriais atvejais – tamsi, kieta ir sausa. Daugiausia tokių skerdenų (74 proc.) rasta B skerdykloje.



1 pav. Pokyčiai, nustatyti apžiūros metu iki skerdziant



2 pav. Poskerdiminės apžiūros metu nustatyti pokyčiai

1 lentelė. Kiaulių reakcija kabinimo ir kraujo nuleidimo metu

Svaiginimo būdas	Svaiginimas elektra A mėsos įmonėje		Svaiginimas elektra B mėsos įmonėje		Svaiginimas 80 proc. CO ₂ C mėsos įmonėje		Svaiginimas 90 proc. CO ₂ D mėsos įmonėje	
Ištirta kiaulių	240		237		233		314	
Kiaulių reakcija	Kiaulių skaičius	Procentai	Kiaulių skaičius	Procentai	Kiaulių skaičius	Procentai	Kiaulių skaičius	Procentai
Vokalizacija (žviegimas)	34	14,16	27	11,39	-	-	-	-
Kvėpavimo judesiai	204	84,99	193	81,42	228	97,85	156	49,68
Akies-voko reakcija	170	70,83	165	69,62	88	37,77	42	13,38
Knyslės reakcija	24	10,00	26	10,97	14	6,01	3	0,96
Skeleto raumenų judesiai šalinant kraują	156	65,00	153	64,55	99	42,49	39	12,42

2 lentelė. Kiaulių skerdinio raumenų judesių intensyvumas šalinant kraują

Svaiginimo būdas	Svaiginimas elektra A mėsos įmonėje		Svaiginimas elektra B mėsos įmonėje		Svaiginimas 80 proc. CO ₂ C mėsos įmonėje		Svaiginimas 90 proc. CO ₂ D mėsos įmonėje	
Ištirta kiaulių	240		237		233		314	
Skeleto raumenų judesių intensyvumas:	Kiaulių skaičius	Procentai	Kiaulių skaičius	Procentai	Kiaulių skaičius	Procentai	Kiaulių skaičius	Procentai
riboti	91	38,00	40	16,87	36	15,45	26	8,28
vidutiniškai išreikšti	36	15,00	21	8,86	35	15,02	11	3,50
išreikšti	29	12,00	92	38,82	28	12,02	2	0,64
Iš viso:	156	65,00	153	64,55	99	42,49	39	12,42

3 lentelė. Kiaulių kvėpavimo judesių intensyvumas šalinant kraują

Svaiginimo būdas	Svaiginimas elektra A mėsos įmonėje		Svaiginimas elektra B mėsos įmonėje		Svaiginimas 80 proc. CO ₂ C mėsos įmonėje		Svaiginimas 90 proc. CO ₂ D mėsos įmonėje	
Ištirta kiaulių	240		237		233		314	
Kvėpavimo judesių intensyvumas	Kiaulių skaičius	Procentai	Kiaulių skaičius	Procentai	Kiaulių skaičius	Procentai	Kiaulių skaičius	Procentai
2–5 k. (+)	84	35,00	69	29,11	159	68,24	147	46,82
6–10 k. (++)	67	27,91	53	22,36	52	22,31	9	2,86
11–20 k. (+++)	53	22,08	71	29,95	17	7,30	-	-
Iš viso:	204	84,99	193	81,42	228	97,85	156	49,68

Vertindami skerdimo veiksmus, apžiūrėjome 477 kiaules, svaigintas elektra, ir 547 kiaules, svaigintas CO₂. Vidutiniškai 13 proc. kiaulių kabinimo ir kraujo nuleidimo metu žviegė, 83 proc. nustatyti kvėpavimo ir 65 proc. skerdinio judesiai, teigiami akies-vokų refleksai – 70 proc., knyslės refleksas – 10 proc. Tas rodo, jog kiaulės apsvaiginamos nepakankamai. Tokią reakciją gali sąlygoti netinkamai paruoštos svaiginimo replės, nesureguliuotas srovės stiprumas ir įtampa, nešvarios replės arba nešvarūs gyvuliai, nes neužtikrintas geras kontaktas.

Vertinant kiaulių reakciją kabinimo ir kraujo šalinimo metu, svaiginant 80 proc. ir 90 proc. CO₂, gauti kitokie

rezultatai nei svaigintų elektra. Kiaulių vokalizacijos reiškinių šiose įmonėse nenustatyta. Kvėpavimo judesiai nustatyti 97,85 proc. kiaulių, kurios buvo svaigintos 80 proc. CO₂ koncentracija, ir 49,68 proc. kiaulių svaigintų 90 proc. CO₂ koncentracija. Skeleto raumenų judesiai taip pat buvo dažnesni C įmonėje ir sudarė 42,49 proc., o D įmonėje – 12,42 proc., akies-vokų refleksas atitinkamai 37,77 ir 13,38 proc., knyslės refleksas – 6,01 ir 0,96 proc.

Norėdami ištirti kiaulių skerdimo technologinio proceso pažeidimų įtaką mėsos kokybei, nustatėme pH ir temperatūrą gerai ir nepakankamai nukraujintoms skerdenoms – kiekvienoje grupėje buvo po 15 bekonų.

4 lentelė. Gerai ir nepakankamai nukraujintų skerdenų SM ir LD pH, temperatūra 45 min. ir 24 val. po skerdimo

Rodiklis	Gerai nukraujinta skerdena, n=15	Nepakankamai nukraujinta skerdena, n=15
pH ₄₅ SM	6,54± 0,02	6,49± 0,01*
T ₄₅ SM	39,68± 0,09	39,82± 0,08
pH ₄₅ LD	6,44± 0,02	6,33± 0,04*
T ₄₅ LD	39,56± 0,07	39,10± 0,04***
pH ₂₄ SM	5,70± 0,03	5,71± 0,02
T ₂₄ SM	6,37± 0,02	6,63± 0,01***
pH ₂₄ LD	5,50± 0,08	5,64± 0,02***
T ₂₄ LD	4,64± 0,01	5,34± 0,02***

*p<0,05; ***p<0,001

Lyginant pirmąją (gerai nukraujintos skerdenos) su antrąja kiaulių grupe (nepakankamai nukraujintos skerdenos) praėjus 45 min. po skerdimo gerai nukraujintų kiaulių pH₄₅ SM buvo 6,54, ir nepakankamai nukraujintų – 6,49 (p<0,05). Šių raumenų temperatūra iš esmės nesiskyrė ir buvo atitinkamai T₄₅ SM 39,68°C ir T₄₅ SM 39,82°C. Gerai nukraujintų kiaulių pH₄₅ LD buvo 6,44, o nepakankamai nukraujintų – 6,33 (p<0,05). T₄₅ LD gerai nukraujintų kiaulių buvo aukštesnė ir siekė 39,56°C, o nepakankamai nukraujintų – 39,1°C (p<0,001). Praėjus 24 val. po

skerdimo, nustatyti statistiškai patikimi skirtumai (p<0,001) tarp T₂₄ SM – 6,37 – gerai nukraujintų ir 6,63 – blogai nukraujintų kiaulių; blogai nukraujintų T₂₄ SM buvo 0,26 laipsnio aukštesnė, o T₂₄ LD nepakankamai nukraujintų kiaulių – 5,34°C, t. y. 0,7 laipsnio aukštesnė nei gerai nukraujintų. pH₂₄ LD gerai nukraujintų – 5,50 ir pH₂₄ nepakankamai nukraujintų kiaulių – 5,65 (p<0,001); nepakankamai nukraujintų pH buvo 0,14 aukštesnė nei gerai nukraujintų.

5 lentelė. SM ir LD pH, temperatūra 45 min. ir 24 val. po skerdimo, svaiginant elektra ir skirtingos koncentracijos anglies dvideginio dujomis

Rodiklis	A n=90	B n=90	C, n=90	D, n=90
pH ₄₅ SM	6,45±0,02	6,45±0,02	6,62±0,01***	6,57±0,01***
T ₄₅ SM	39,71±0,04	39,62±0,04	39,71±0,05	39,62±0,04
pH ₄₅ LD	6,45±0,02	6,47±0,02	6,63±0,01***	6,56±0,01***
T ₄₅ LD	39,11±0,07	39,16±0,09	39,08±0,07	39,92±0,12***
pH ₂₄ SM	5,64±0,02**	5,55±0,02	5,49±0,01*	5,57±0,01**
T ₂₄ SM	6,84±0,10***	6,39±0,09	6,84±0,09	5,79±0,13***
pH ₂₄ LD	5,55±0,02*	5,49±0,02	5,53±0,01	5,58±0,00***
T ₂₄ LD	5,41±0,08**	5,08±0,08	5,36±0,08*	5,08±0,08

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Vertindami svaiginimo būdo įtaką poskerdiminiams biocheminiams procesams, palyginome pH ir temperatūros kaitą po skerdimo praėjus 45 min. ir 24 val. Kiekvienoje grupėje buvo po 90 kiaulių. Praėjus 45 min. esminio skirtumo tarp rodiklių A ir B įmonėse nebuvo. A įmonės kiaulių pH₄₅ SM buvo 6,45, T₄₅ SM – 39,62°C; pH₄₅ LD – 6,47, o T₄₅ LD – 39,16°C. B įmonės kiaulių pH₄₅ SM buvo toks pats, kaip ir pirmoje grupėje, o T₄₅ SM – didesnė ir siekė 39,71°C; pH₄₅ LD buvo žemesnė, T₄₅ LD buvo 0,05°C žemesnė negu pirmuoju atveju.

Matuojant pH ir temperatūrą praėjus 24 val. po skerdimo, nustatyti ryškesni skirtumai. A įmonėje pH₂₄ SM buvo 5,64, o B įmonėje – 5,55 (p<0,01). Ilgiausiojo nugaros raumens pH₂₄ LD A įmonės kiaulių buvo 5,55, o B įmonės – 5,49 (p<0,05). A įmonės kiaulių T₂₄ SM buvo 6,84°C, o B įmonės kiaulių šlaunies raumens temperatūra buvo 0,45° žemesnė – T₂₄ SM 6,39°C (p<0,001).

Vandenilio jonų koncentracijos ir temperatūros poky-

čius kiaulių šlaunies ir nugaros ilgiausiajame raumenyse nustatėme C ir D įmonėse, kur kiaulės buvo svaiginamos skirtinga CO₂ koncentracija. Svaiginant 80 proc. CO₂ dujų koncentracija pH₄₅ SM buvo 6,62, o kiaulių, kurios buvo svaiginamos 90 proc. CO₂ dujų koncentracija, pH₄₅ SM – 6,57; skirtumas – 0,05 ir statistiškai patikimas (p<0,001). Nugaros ilgiausiojo raumens pH₄₅ LD buvo atitinkamai 6,63 ir 6,56 ir skyrėsi 0,03 (p<0,001). Ilgiausiojo nugaros raumens aukščiausia temperatūra buvo kiaulių, svaigintų 90 proc. CO₂ dujų koncentracija, ir siekė 39,92°C. Skirtumas lyginant su A, B, C įmonių rodikliais statistiškai patikimas (p<0,001). Praėjus 24 val. po skerdimo nustatėme, kad šlaunies raumens kiaulėms, svaigintoms 80 proc. CO₂ koncentracijos dujomis, pH₂₄ SM – 5,49, t. y. žemesnė, nei svaiginant 90 proc. CO₂ koncentracijos dujomis (p<0,05). Bet žemiausia T₂₄ SM 5,79 buvo svaigintų 90 proc. CO₂ dujomis (p<0,001). Svaigintų 90 proc. CO₂ dujomis nustatyta pH₂₄ LD – 5,58,

t. y. aukštesnė, nei svaiginant žemesnės koncentracijos dujomis ir elektra, o temperatūra T_{24} LD – 5,08°C buvo statistiškai patikimai žemesnė, nei svaiginant kiaules žemesnės koncentracijos dujomis bei elektra.

Tyrimo rezultatų aptarimas. Terminas „technologinė mėsos kokybė“ nusako žaliavos tinkamumą tolimesniam perdirbimui bei išeigą perdirbimo metu – tai mėsos rišlumas, spalva, švelnumas, pH ir cheminė sudėtis. Šie rodikliai veikiami sudėtingiausių sąveikaujančių faktorių, tokių kaip veislė, genotipas, šėrimas, auginimo būdas, transportavimas, laikymas, skerdinio apdorojimas, atšaldymas, laikymo sąlygos, perdirbimas. Tyrimų metu, vertindami ikiskerdiminiuosius ir poskerdiminiuosius veiksnius, nustatėme grubių technologinio proceso pažeidimų. Atsižvelgdami į rastų pokyčių pobūdį (įbrėžimai, kandimo ir mušimo žymės, traumos, klinikiniai streso požymiai) galime teigti, kad pažeidžiami gyvūnų gerovės reikalavimai transportuojant, iškraunant, laikant ikiskerdiminėse patalpose ir svaiginant (Schloss et al., 2003). Įmonėse skerdžiami nešvarūs, pavargę, streso būsenos gyvuliai, pažeidžiamas svaiginimo ir kraujo šalinimo technologinis procesas (kraujo ir plikimo vandens aspiracija, blogai šalinamas organų kraujas ir nepakankamai – skerdenų, kraujosruvos dėl kraujagyslių plyšimo, kaulų lūžiai) ne tik pažeidžia gyvūnų gerovės reikalavimus, bet blogina skerdenų prekinę išvaizdą, sanitarinę kokybę, dalis skerdenos dalių turi būti brokuojamos, dėl patirto streso sutrikdomi brendimo biocheminiai procesai, nukenčia mėsos technologinės savybės. C. Werner ir kitų tyrėjų (2005) duomenimis, oksidacinių procesų intensyvumas kiaulių raumenyse mažėja gyvuliui vystantis, t. y. galimybe sintetinti ATF (adenozintrifosforo rūgštis) oksidacinio metabolizmo metu šiame audinyje kinta augimo metu. Atsižvelgiant į mitochondrijų funkcijas, galima manyti, kad tų gyvulių, kurių oksidacijos procesų pajėgumas yra sumažėjęs, kiekvienas ikiskerdiminis veiksnys, kurio metu taikoma ATF (stresas, gyvulio krovimas, transportavimas, anestezija ir kt.), yra susijęs su metaboliniais acidozės procesais. Dėl greitai kintančio pH tokių gyvulių mėsa bus prastos kokybės (PSE).

Vertindami svaiginimo būdo veiksmingumą nustatėme, kad efektyviau kiaulės buvo apsvaigintos 90 proc. CO₂ koncentracija. Didelę reikšmę turi ne tiek svaiginimo būdas, kiek svaiginimo operatoriaus įgudimas. Pvz., svaiginant elektra B įmonėje išreikšti skerdinio judesiai nustatyti 38,82 proc. kiaulių, nes nepakankamas apsvaiginimas elektra sukelia bėgimo judesius, spazminį kvėpavimą (Zrenner, Haffner, 1999), o A įmonėje tik 12 proc. svaiginant anglies dvideginio dujomis buvo efektyvesnis. Taigi galime teigti, kad kokybiškas operatoriaus darbas taip pat turi įtakos, mat daliai kiaulių buvo nustatomas akiesvyzdžio bei knyslės refleksas. Efektyviai apsvaigintoms kiaulėms šių refleksų neturi būti.

Vizualius vertinimo rezultatus patvirtina ir biocheminiai tyrimai. A. Velarde ir kt. (2001) bei H. Channon su grupe mokslininkų (2001) tyrė svaiginimo įtaką fizikiniams ir biocheminiams kiauļienos rodikliams ir nustatė, kad mėsos kokybę lemia svaiginimo būdas bei gyvulio būklė. Palyginus svaiginimo elektra ir dujomis būdus įrodyta, kad svaiginama CO₂ kiaulė gerai nukraujuoja, gli-

kogeno kiekis raumenų audinyje padidėja, o glikogenolizės reakcijų sparta normali. Tačiau svaiginant CO₂ pavargusius gyvulius, praėjus 24 val. po skerdimo nustatyta didelė raumenų pH. S. Morgan Jones (1995) duomenimis, praėjus vienai valandai po skerdimo pH yra labai svarbus indikatorius vertinant glikolizės laipsnį skerdienoje. pH mažesnė kaip 6 dar vadinama kritine riba, žemiau kurios vystosi PSE mėsa. Kiaulių mėsoje galutinė pH matuojama 24–48 val. po skerdimo. Aukšta pH beveik nesukelia mėsos baltymų denatūracijos, vandens rišlumas nepablogėja, taigi eksudatas nesusidaro (Denaburski, Bak, 2002).

Mūsų tyrimų duomenimis, pH₄₅ kiaules svaiginat CO₂ dujomis buvo aukštesnė nei svaiginant elektra: pH₄₅ SM – 6,57–6,62 ir pH₄₅ LD – 6,56–6,63 (p<0,001), bet visais atvejais nebuvo žemesnė nei 6,0. pH₂₄ SM buvo mažiausia svaiginant 80 procentų CO₂, o temperatūra – aukščiausia. Ilgiausiojo nugaros raumens pH buvo žemiausia (artima PSE) – pH₂₄ LD – 5,49 svaiginant elektra B įmonėje ir aukščiausia svaiginant 90 proc. CO₂ dujomis – 5,58. P. Barton-Gade (1997) palygino šiuos du apsvaiginimo metodus ir teigė, kad su CO₂ apsvaigintų kiaulių pH aukštesnė ir pH kritimas iš karto po skerdimo lėtesnis, taip pat ilgesnis skerdenų sustingimo laikas, dėl to rečiau pasireiškia PSE. Temperatūros ir glikogenolizės reakcijų sparta nėra tiesiogiai viena nuo kitos priklausomas, tačiau esant aukštesnei temperatūrai glikogenas sparčiau skyla į pieno ir piruvato rūgštis, o dėl aukštos skerdenos temperatūros ir žemos terpės (pH) prasideda baltymų denatūracijos procesai – pradeda formuotis PSE defekto raumenų audinys (Bowker et al., 2000; Klont et al., 2001).

Mūsų tyrimų rezultatus galėjo veikti įmonėse prieš skerdimą gyvuliams darantys įtaką daugelis nespecifinių ir jiems neįprastų dirgiklių. K. Maribo ir kitų tyrėjų (1998), A. Schutt (1999) nuomone, mėsos kokybės rodiklius lemia gyvulio skerdimo technologinių operacijų kokybė, ypač jei organizmas buvo veikiamas kitų išorinių veiksnių ankstesniuose paruošimo etapuose. Poskerdiniame laikotarpyje sumažėjus raumenų temperatūrai, sulėtėja metaboliniai procesai ir pH kritimo greitis. Raumenų temperatūra priklauso nuo raumenų anatominės padėties (jų lokalizacijos vietos). Paviršinius raumenis aplinkos sąlygos (temperatūra, oras) veikia labiau, nei tas raumenų grupes, kurios išsidėsčiusios giliau (kumpio raumenys). Dėl to atvėsavimo metu kumpio raumenų temperatūra krinta lėčiau nei nugaros raumenų. PSE raumenų būklė priklauso nuo glikolizės greičio ir nuo raumens temperatūros *postmortem* – t. y. tokia būklė randasi tuomet, kai skerdenos temperatūra yra aukšta, o glikolizė vyksta intensyviai. Be to, atskiro organizmo pokyčiai po skerdimo priklauso nuo daugelio biologinių veiksnių, ypač nuo raumenų audinio struktūros (Šalaševičienė ir kt., 2003; Bowker et al., 2000; Von Lengerken et al., 2002).

Kraujo nuleidimo laipsnis priklauso ne tik nuo darbuotojo kvalifikacijos, bet ir nuo gyvulio būklės prieš skerdžiant, auginimo veiksnių suformuotos raumenų audinio struktūros (Maribo et al., 1998).

Išvados. Atlikę stebėjimus keturiose skirtingo pajėgumo mėsos perdirbimo įmonėse, galime teigti:

- tyrimų metu rasti grubūs gyvūnų gerovės reikalavimų ir skerdimo technologinio proceso pažeidimai, kurie

ikiskerdiminiame etape ir svaiginimo metu veikia skerdenų kokybę (ibrėžimai, traumos, blogai pašalintas kraujas, kraujosruvos, kaulų lūžiai, daro mėsą blyškia, minkštą, vandeningą (PSE); tokia mėsa vyrauja tarp kiaulienos kokybės pakitimų ir sudaro 58 proc. apžiūrėtų skerdenų;

- skerdenų kraujo šalinimo laipsnis turi įtakos mėsos pH ir temperatūros kaitai; statistiškai patikimi skirtumai nustatyti praėjus 24 val. po skerdimo;

- svaiginimo būdas ir darbuotojų kvalifikacija turi įtakos kiaulių apsvaiginimo efektyvumui, skerdinio kraujo šalinimo laipsniui ir poskerdiminiams metaboliniams procesams, veikiantiems mėsos pH ir temperatūrą;

- gyvūnų gerovės požiūriu efektyviausiai kiaulės apsvaiginamos 90 proc. anglies dvideginio dujų koncentracija.

Literatūra

1. Adegoke G. O., Falade K. O. Quality of meat. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 2005. 3. P. 87–90.

2. Apple J. K., Boger C. B., Brown D. C., Maxwell C. V., Friesen K. G., Roberts W. J., Johnson Z. B. Effect of feather meal on live animal performance and carcass quality and composition of growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.* 2003. 82. P. 172–181.

3. Appleby M. C., Hughes B. O. *Animal Welfare*. Wallingford. 1997. 336 p.

4. Barton-Gade P. The effect of pre-slaughter handling on meat quality in pigs. Manipulation pig production. VI. Eds. P. D. Cromwell. *Proceedings of 6th Biennial conference. APSA*. 1997. P. 100–123.

5. Bowker B. C., Grant A. L., Forrest J. C., Gerrard D. E. Muscle metabolism and PSE pork. *Proceedings of American Society of Animal Science*. 2000. P. 1–8.

6. Channon H. A., Payne A. M., Warner R. D. Comparison of CO₂ stunning with manual electrical stunning (50 Hz) of pigs on carcass and meat quality. *Meat Science*. 2001. Vol. 60. P. 63–68.

7. Claeys E., De Smet S., Demeyer D., Geers R., Buys N. Effect of rate of pH decline on muscle enzyme activities in two pig lines. *Meat Science*. 2001. Vol. 57. P. 257–263.

8. Dailidavičienė J., Januškevičienė G., Jukna V., Počekvičius A., Kerzienė S. Skerdyklose dažniausiai nustatomi kiaulių respiratoriniai pokyčiai ir jų įtaka mėsos kokybei. *Veterinarija ir zootechnika*. Kaunas, 2008. T. 43 (65). P. 20–24.

9. Denaburski J., Bak T. The most important causes for quantitative and qualitative losses during breeding and turnover before slaughtering of farm animals. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 2002. Vol. 5. No. 4. P. 26–275.

10. Dousek J., Vecerek V., Valcl O., Chloupek P., Pistekova V. Protection of animals against cruelty: transport of cattle, sheep, goats and pigs. *Acta Vet. Brno*.

2002. Vol. 71. P. 555–562.

11. Driessen B., Geers R. Stress during transport and quality of pork. An European view. I conferencia Virtual International sobre qualidade de Carne Suina. 2000. P. 1–14.

12. D'Souza D. N., Mullan B. P. The effect of genotype, sex and management strategy on the eating quality of pork. *Meat Science*. 2002. Vol. 60. P. 95–101.

13. Juncher D., Ronn B., Mortensen E., Henckel P., Karlsson A., Skibsted L., Bertelsen G. Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of pork. *Meat Science*. 2001. Vol. 58. P. 34–357.

14. Klont R. E., Hulsegge B., Hoing-Bolik A. H., Geritzen M. A., Kurt E., Winkelmann-Goedhart H. A., de Jong I. C., Kranen R. W. Relationships between behavioral and meat quality characteristics of pigs raised under barren and enriched housing conditions. *J. Anim. Sci.* 2001. 79. P. 2835–2843.

15. Kozak A., Vecerek V., Steinhauserova I., Chloupek P., Pistekova V. Results of slaughterhouse carcass classification (capable for human consumption, capable for processing and condemned) in selected species of food animals. *Vet. Med. Czech*. 2002. 47. P. 26–32.

16. Kriauzienė J., Miceikienė I., Masiulienė A., Baltėnaitė L. Hal geno įvairovė S linijos kiaulių bandoje. Geno įtaka kiaulių reprodukciniams savybėms. *Veterinarija ir zootechnika*. Kaunas, 2005. T. 30 (52). P. 50–53.

17. Liorančas V., Bakutis B., Januškevičienė G. Influence of rearing space on the carcass and meat quality of pigs. //XIIth International Congress ISAH: Animals and Environment. ISBN 83-89968-36-3. Warsaw, Poland, 2005. P. 169–173.

18. Maribo H., Olsen E., Barton-Grade P., Juel Moller A., Karlsson A. Effect of early post mortem cooling on temperature and pH fall in pigs. *Meat Science*. 1998. 59. P. 115–125.

19. Morgan Jones S. Quality and grading of carcasses of meat animals. CRC Press. 1995. 233 p.

20. Sakalauskas V. Statistika su Statistika. Statistinė programa Statistika for Windows. Vilnius. Margi raštai. 1998. P. 44–59.

21. Schafer A., Knight P., Wess T., Purslow P. Influence of sarcomere length on the reduction of myofibrillar lattice spacing post-mortem and its implication on drip loss. 46th International Congress of meat science and technology. Congress Proceedings. Argentina. 27 August – 1 September 2000. Buenos Aires. 2000. P. 214–215.

22. Schloss A., Demel W., Bergemann S., Jäger K-H. Tierschutzgerechter Transport und Betäubung von Schlachtschweinen in Relation zur Fleischqualität und Überprüfung der Einhaltung der Kühlvorschriften beim

- Transport von Fleisch. Abschlussbericht zum Projekt. Veröffentlichung g. 2003. 83 S.
23. Schutt A. Tierärztliche Überwachung der Schlachthygiene bei Rind und Schwein und Kennzeichnung von Schlachttieren und Fleisch. BgVV. Berlin. 1999. S. 2–83.
24. Stern S., Heyer A., Andersson H., Rydhmer L., Lundström K. Production results and technological meat quality for pigs in indoor and outdoor rearing systems. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 2003. Vol. 53. No. 4. P. 166–174.
25. Stimbirys A., Antanavičius L. Skirtingų kiaulių veislių kryžminimo įtaka skerdenų raumeningumui. *Veterinarija ir zootechnika*. 2005. T. 30 (52). P. 83–87.
26. Šalaševičienė A., Stankevičius H., Stankevičienė M., Liutkevičienė V. Virusų poveikis kiaulienos technologiniams rodikliams. Vandens išlumo geba. *Veterinarija ir zootechnika*. Kaunas, 2003. T. 24 (46). P. 123–133.
27. Taylor A., Nute G., Warkup C. The effect of chilling, electrical stimulation and conditioning on pork eating quality. *Meat Science*. 1995. Vol. 39. P. 339–347.
28. Velarde A., Gispert M., Faucitano L., Alonso P., Manteca X., Diestre A. Effects of the stunning procedure and the halothane genotype on meat quality and incidence of haemorrhages in pigs. *Meat Science*. 2001. Vol. 58. P. 313–319.
29. Virgili R., Degni M., Schiazappa C., Faeti V., Polletti E., Marchetto G., Pacchioli M., Mordenti A. Effect of age at slaughter on carcass traits and meat quality of Italian heavy pigs. *J. Anim. Sci.* 2003. 81. P. 2448–2456.
30. Von Lengerken G., Maak S., Wicke M. Muscle metabolism and meat Quality of pigs and poultry. *Veterinarija ir zootechnika*. 2002. T. 20 (42). P. 82–86.
31. Wajda S., Denaburski J. Pre-slaughter handling of pigs. *Animal science papers and reports*. 2003. Vol. 21. Supplement 1. P. 173–181.
32. Warriss P. *Meat Science: an introductory text*. New York. 2000. 310 p.
33. Warriss P., Brown S., Nute G., Knowles T., Edwards J., Perry A., Johnson S. Potential interactions between the effects of preslaughter stress and post-mortem electrical stimulation of the carcasses on meat quality in pigs. *Meat Science*. 1995. Vol. 41. P. 55–68.
34. Warriss P. D., Brown S. N., Knowles T. G., Edwards J. E., Perry A. M., Johnson S. P., Werner C., Opalka J. R., Gellerich F. N., Wicke M. The influence of mitochondrial function on meat quality in turkey and swine. *Arch. Tierz. Dummerstorf*. 2005. 48. P. 106–114.
35. Werner C., Opalka J., Gellerich F., Wicke M. The influence of mitochondrial function on meat quality in turkey and swine. *Arch. Tierz. Dummerstorf*. 2005. 48. P. 106–114.
36. Zrenner K., Haffner R. *Lehrbuch für Fleischkontrolleure*. Stuttgart. 1999. S. 327–346.
- Gauta 2009 03 30
Priimta publikuoti 2009 12 07