LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS

VETERINARIJOS AKADEMIJA

Veterinarijos fakultetas

Aušra Zupkienė

Vakuumo įtaka jautienos brendimo procesui

The influence of vacuum on process of beef maturation

Veterinarinės maisto saugos ištęstinių studijų

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovas: Prof. dr. Gintarė Zaborskienė

KAUNAS 2015

DARBAS ATLIKTAS MAISTO SAUGOS IR KOKYBĖS KATEDROJE

PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ

Patvirtinu, kad įteikiamas magistro baigiamasis darbas **„Vakuumo įtaka jautienos brendimo procesui“**.

1. Yra atliktas mano paties/pačios;
2. Nebuvo naudotas kitame universitete Lietuvoje ir užsienyje;
3. Nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikiu visą panaudotos literatūros sąrašą.

Aušra Zupkienė

(data) *(autoriaus vardas, pavardė)* *(parašas)*

PATVIRTINIMAS APIE ATSAKOMYBĘ UŽ LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ ATLIKTAME DARBE

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklingumą atliktame darbe.

Aušra Zupkienė

(data) *(autoriaus vardas, pavardė)* *(parašas)*

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADOS DĖL DARBO GYNIMO

Gintarė Zaborskienė

(data) *(darbo vadovo vardas, pavardė)* *(parašas)*

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS APROBUOTAS KATEDROJE

Mindaugas Malakauskas

(aprobacijos data) *(katedros/instituto vedėjo/jos vardas, pavardė)* *(parašas)*

Magistro baigiamojo darbo recenzentas

(vardas, pavardė) *(parašas)*

Magistro baigiamasis darbas yra įdėtas į ETD IS

(gynimo komisijos sekretorės (-riaus) parašas)

Turinys

SANTRAUKA 4

SUMMARY 5

ĮVADAS 7

1. LITERATŪROS APŽVALGA 9

1.1 Galvijų mėsos kokybės apibūdinimas 9

1.2 Priešskerdiminiai veiksniai, turintys įtakos mėsos brendimui 11

1.3 Skerdiminiai veiksniai 13

1.4 Poskerdiminiai veiksniai ir jų įtakojami biocheminiai procesai 14

1.5 Saugojimo sąlygų įtaka mėsos mikrobiologinei, cheminei taršai ir brendimui 17

1.6 Pakavimo įtaka jautienos brendimui, išsilaikymui ir spalvai 19

2. TYRIMO MEDŽIAGOS IR METODAI 22

2.1. Tyrimų laikas ir vieta 22

2.2. Tyrimo objektas 22

2.3. Tyrimo metodai 22

3. TYRIMO REZULTATAI 26

3.1 Jautienos cheminės sudėties ir aplinkos sąlygų įvertinimas 26

3.2 Vakuume brandintos jautienos tyrimų rezultatai 27

4. REZULTATŲ APIBENDRINIMAS 32

IŠVADOS 34

LITERATŪROS SĄRAŠAS 35

SANTRAUKA

Darbo pavadinimas: **Vakuumo įtaka jautienos brendimo procesui**

Darbo vadovas: Prof. dr. Gintarė Zaborskienė

Raktiniai žodžiai: jautiena, vakuumas, brandinimas, pieno rūgštis.

Darbo apimtis ir struktūra

Darbas parašytas lietuvių kalba, kurį sudaro: įvadas, literatūros apžvalga, medžiagos ir metodai, rezultatai, rezultatų aptarimas, išvados, naudotos literatūros sąrašas. Darbo apimtis 39 puslapiai, darbe yra: 61 literatūros šaltinis, 4 paveikslai, 6 lentelės.

Darbo tikslas − įvertinti vakuumo įtaką jautienos raumens *M.longissimus dorsi* brendimo procesui.

Darbo uždaviniai: įvertinti fizikinius cheminius rodiklius: pieno rūgšties kiekį, biogeninių aminų bendrą kiekį, pH, amoniakinio azoto kiekį jautienos ilgajame raumenyje, laikant vakuume ir aplinkos atmosferoje šaldytuve; įvertinti griliuje kepto jautienos ilgojo raumens, laikyto vakuume ir aplinkos atmosferoje juslines savybes, atlikti palyginamąją gautų rezultatų analizę, įvertinti vakuumo įtaką jautienos raumens *M.longissimus dorsi* brendimo procesui.

Tyrimui buvo naudota trijų metų amžiaus karvių skerdenų ilgojo raumens *M. longissimus dorsi* mėsa. Vakuumas turėjo įtakos jautienos ilgojo raumens *M. longissimus dorsi* brendimo procesui: brendimo greičiui, gilios autolizės pradžios taškui: minimali vidutinė pH vertė I grupės jautienoje brandinimo metu buvo pasiekta 8 parą po paskerdimo, pH buvo 5,48-5,55; II grupės jautienoje - savaite vėliau, t.y. 15 parą po skerdimo- pH buvo 5,60-5,62; vakuumas lėtino pieno rūgšties susidarymą, maksimalus pieno rūgšties kiekis nustatytas 4 dienomis vėliau II negu I grupės mėsoje; amoniakinio azoto kiekis ir bendra biogeninių aminų kiekis nuo pat pirmos paros pastoviai didėjo, žymiai didesnės reikšmės buvo nustatytos II - osios grupės mėsoje, kai $p \leq 0{,}001$ ir $p \leq 0{,}05$ atitinkai, gili autolizė prasidėjo, kai amoniakinio azoto kiekis siekė 30 mg/kg, aerobinėmis sąlygomis laikytoje mėsoje po15 paros, o vakuume - po 21 dienos.

Vakuumas turėjo įtakos jusliniams jautienos raumens *M. longissimus dorsi* rodikliams, nulėmė jautienos išsilaikymą ir puikias juslines savybes iki 25 parų. Tarp amoniakinio azoto kiekio ir bendro BA kiekio nustatytas stiprus tiesinės priklausomybės ryšys, kai R=0,855. Mėsos pramonėje jautienos brandinimas vakuume yra rekomenduotinas, nes nuo to priklauso mėsos prailginta išsilaikymo trukmė, priimtini technologiniai rodikliai: mėsos rūgštingumas pH, pieno rūgšties kiekis, amoniakinio azoto kiekis, bendras biogeninių amnų kiekis, priimtinos termiškai apdorotos mėsos juslines savybe

SUMMARY

Name of the work: **The influence of vacuum on beef maturation process**

Leader: Prof. dr. Gintarė Zaborskienė

Keywords: beef, vacuum, aging, lactic acid.

Structure and scope of the work

The work consists of an introduction, literature review, materials and methods, results, discussion of results, conclusions, references: 39 pages, 61 literary source, 4 figures, 6 tables.

The aim of this work - to evaluate the influence of the vacuum on beef *M.longissimus dorsi* maturation process.

Objectives of the study: to evaluate the physico-chemical characteristics: the amount of lactic acid, the total amount of biogenic amines, pH, ammonia nitrogen content, of the long beef muscle, at the storage in the refrigerator on the vacuum environment and the atmosphere; to evaluate organoleptic qualities of the grilled beef muscle, stored in a vacuum environment and atmosphere, perform a comparative analysis of the results and to evaluate the vacuum influence on beef *M.longissimus dorsi* maturation process.

The three-year-old cow *M.longissimus dorsi* meat was used for the experiment. The vacuum was affected by *M.longissimus dorsi* maturation process: the speed of maturation, the starting point of deep autolysis. Vacuum slowing down the formation of lactic acid, lactic acid maximum level was fixed 4 days later than in the meat, stored at the aerobical conditions; deep autolysis started when ammonia nitrogen was 30 mg / kg. The vacuum was affected excellent organoleptic properties of up to 25 days. Among the ammonia nitrogen content and the total amount of BA established a strong linear dependence, R = 0.855. Beef meat maturing in a vacuum is recommended, since it depends on meat lengthened survival time acceptable technological indicators, meat acidity, lactic acid, ammonia nitrogen, total biogenic amines amount, acceptable organoleptic properties of heat-treated meat.

SANTRUMPOS

BA – biogeniniai aminai;

MA - Modifikuota dujų atmosfera;

CO_2 - Anglies dioksidas;

CO - anglies monoksidas

N_2 - azoto dujos

pH – aktyvusis rūgštingumas

ĮVADAS

Kokybiški ir saugūs mėsos produktai užtikrina žmogaus sveikatą ir gerovę, nes jie sudaro galimybes įtvirtinti gamybos ir vartojimo grandies tarpusavio pasitikėjimą. Rinkoje paklausi ir vartotojų labiausiai vertinama tokia mėsa, kuri pasižymi geromis juslinėmis, technologinėmis savybėmis. Daugelyje Europos šalių mėsos rinka perpildyta, tad ieškoma įvairių būdų jos kokybei pagerinti bei konkurencingumui padidinti. Mėsos kokybė priklauso ne vien nuo raumenų kiekio skerdienoje, bet ir nuo fizinių, cheminių bei technologinių mėsos savybių.

Mėsos kokybė yra daugiafaktorinė sąvoka. Ją lemia tokie veiksniai kaip gyvulio veislė, amžius, pašarai, aplinkos ir laikymo sąlygos, skerdimo sąlygos bei sąlygos, kuriomis mėsa laikoma po skerdimo ar perdirbama (Galvijininkystės perspektyvos Lietuvoje. http://www.zum.lt/min/Informacija/dsp_news.cfm. Prieiga per internetą 2013 m. birželio 11 d.).

Vienas esminių galvijų auginimo skirtumų tarp Lietuvos ir ES šalių senbuvių – gerų mėsinių veislių gyvulių stoka. Lietuvoje, kaip ir daugelyje intensyvios žemdirbystės šalių, daugiausia galvijienos pagaminama iš pieninių veislių galvijų. Selekcijos būdu didinant minėtų veislių galvijų pieno produkciją stengiamasi nepabloginti jos mėsinių savybių ir mėsos kokybės (Banys, 1998). Mėsos apdorojimas užima svarbią vietą tarp kitų mėsos kokybę veikiančių faktorių. Mėsos kokybės rodiklius lemia gyvulio skerdimo technologinių operacijų kokybė, ypač jei organizmas buvo veikiamas kitų išorinių faktorių ankstesniuose paruošimo etapuose.

Skerdenų ar skerdenų dalių laikymas po skerdimo, brandinimas taip pat turi įtakos mėsos kokybei bei technologinėms savybėms. Technologiniai veiksniai ir rodikliai, lemiantys kokybės ir saugumo pokyčius, domina ir žaliavos perdirbėjus, ir vartotojus. Vartotojai pageidauja kokybiškos mėsos ir vis daugiau dėmesio skiria mėsos aromatui, skoniui ir sultingumui.

Jautiena - ilgai bręstanti mėsa. Mėsos brendimui įtakos turi jos rūšis, sudėtis, aplinkos veiksniai. Daugiau jungiamojo audinio turinti mėsa bręsta ilgiau. Dėl didesnio hidrolitinių fermentų kiekio jaunų gyvulių organizme metabolizės procesai vyksta intensyviau, todėl jų mėsa subręsta greičiau nei senų gyvulių. Dėl panašių priežasčių lėčiau nei karvių bręsta jaučių mėsa. 0 – 2°C temperatūroje subrendusių galvijų mėsa įgyja švelnią konsistenciją per 10 – 12 parų, o jaunų – per 3 – 4 paras (Skimundris, 2000).

Mėsos brendimo eiga priklauso nuo glikogeno – gyvulinės kilmės polisacharido raumenyse. Optimalų jautienos subrendimo lygį charakterizuotų mėsoje iš glikogeno susidariusios pieno rūgšties kiekis (Fukumoto et al., 1995) ir aktyvusis rūgštingumas pH. Gyvo gyvulio pH būna 7,0–7,5.

Tinkamiausia maistui mėsa, kurios pH yra 5,6–6,2. Maksimalios pieno rūgšties kiekio jautienoje vertės pasiekiamos 7 - 12 parą po paskerdimo. Tuo laiku pasiekiamos žemiausios pH reikšmės. Toks jautienos išlaikymas reikalauja didelių financinių išteklių (Steinhauser, 1995). Siekiant sumažinti šias išlaidas, taikomos įvairios technologinės poskerdiminės mėsos manipuliacijos: skerdenos sudalijimas praėjus 48-72 val. po skerdimo, pakavimas į vakuumą, staigus sušaldymas.

Vakuuminis pakavimas yra labiausiai paplitęs būdas pirminėje mėsos perdirbimo gamyboje. Vakuuminė pakuotė apsaugo nuo mioglobino oksidacijos, mėsa išlieka nežymiai pakitusios ar pirminės spalvos, o produktas mažai nudžiūsta, drėgmės kiekis lieka taip pat mažai pakitęs (Cornforth et al., 2008). Toks būdas leidžia ir toliau skerdenos dalims bręsti, tuo pačiu prailginant vartojimo terminą. Daugelis mokslininkų pateikia, kad vakuumuotoje mėsoje, ypač jos vartojimo termino pabaigoje, irstant baltymams, labai padaugėja laisvų amino rūgščių ir biogeninių aminų. Todėl labai svarbu išsiaiškinti, ar pakavimas į vakuumą gali būti pritaikomas efektyvesniam jautienos brandinimui.

Darbo tikslas:

įvertinti vakuumo įtaką jautienos raumens *M.longissimus dorsi* brendimo procesui.

Darbo uždaviniai:

1. Įvertinti fizikinius cheminius rodiklius: pieno rūgšties kiekį, biogeninių aminų bendrą kiekį, pH, amoniakinio azoto kiekį jautienos ilgajame raumenyje, laikant vakuume ir aplinkos atmosferoje šaldytuve.
2. Įvertinti griliuje kepto jautienos ilgojo raumens, laikyto vakuume ir aplinkos atmosferoje juslines savybes.
3. Atlikti palyginamąją gautų rezultatų analizę, įvertinti vakuumo įtaką jautienos raumens *M.longissimus dorsi* brendimo procesui.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1 Galvijų mėsos kokybės apibūdinimas

Mėsos kokybę apibūdina daugelis mitybinių, biologinių ir technologinių veiksnių (Jukna ir kt., 2004). Kitaip sakant, mėsos kokybę apibūdina jos cheminė sudėtis ir fizinės savybės (pH, spalva, vandens rišlumas, kietumas, terminio apdorojimo nuostoliai, mėsos baltymų visavertiškumas, virškinamumas ir kt.). Šiems rodikliams turi įtakos gyvulių rūšis, veislė, lytis, amžius, išauginimo technologijos, įmitimas ir kiti veiksniai. Jų žinojimas ir kryptingas žmogaus veiklos organizavimas padeda gerinti mėsos savybes ir mėsos kokybę.

Mėsa yra vienas iš pagrindinių mūsų maisto šaltinių, todėl privalome ieškoti geriausių rezultatų gyvulių auginime ir veisime, norint geros produkcijos. Šalyse, kur išvystyta mėsinė galvijininkystė, daugiausia galvijienos gaunama iš mėsinių veislių galvijų. Šalyse, kur mėsinių galvijų populiacija maža, jautienos kokybė gerinama pieninių veislių karves kryžminant su mėsinių veislių buliais (Jukna ir kt., 2006). Pastaruoju metu Lietuvoje, kaip ir daugelyje Europos Sąjungos šalių, ypatingas dėmesys kreipiamas gyvulininkystės produkcijos kokybei ir saugai užtikrinti. Daugelyje intensyvios žemdirbystės šalių gyvulių selekcija vykdoma atsižvelgiant ne tik į kiekybinius, bet ir į kokybinius mėsos produkcijos rodiklius. Vartotojai ėmė ieškoti kokybės garantijų pačioje technologinės grandinės pradžioje, t.y. žaliavos gamyboje. Žaliavos kokybė įtakoja tolesnio mėsos perdirbimo produktų sudėtį, savybes, maistinę vertę (Belcher, 2006). Tikslingai pasirenkant produktų gamybos technologiją, prognozuojant mėsos gaminių kokybę, reikalinga išsami mėsos kokybės rodiklių analizė.

Jautienos kokybė apibrėžiama apjungiant daugybę produktą apibūdinančių rodiklių: jos spalvą, kvapą, konsistenciją ir kitas fizines bei chemines savybes (Brunken et al., 2004). Įvairių veislių galvijai turi žymius skirtumus ne tik masės, bet ir mėsos kokybės atžvilgiu. Nustatyta, kad pagrindiniai mėsos kokybės rodikliai yra paveldimi. Iš skirtingų veislių galvijų gaunamos skirtingos skerdenos išeigos. Mėsinių galvijų veislių skerdenos išeiga daug didesnė nei pieno ir pieno - mėsos krypties galvijų (Kosovač et al., 2009). Mėsinių galvijų veislės pasižymi greitu brendimu, gerais mėsos kokybės rodikliais. Iš mėsinių veislių galvijų gaunama vertingiausia mėsa su gerai išvystytu raumeniniu ir riebaliniu audiniu (Herefordai, Šorthornai, Aubrakai ir kt.). Šių galvijų veislės raumenys, ypač nugaros, krūtinės, strėnų srityje, yra gerai išvystyti.

Įvairių vaislių galvijų tų pačių skerdenos dalių mėsa yra skirtinga savo chemine sudėtimi ir kaloringumu, technologinėmis ir juslinėmis savybėmis. Jungiamasis audinys, esantis mėsoje, mažina jos maistinę vertę ir padidina kietumą. Mėsos švelnumas priklauso nuo kolageno kiekio joje. Nustatyta, kad ne visas mėsoje esantis kolagenas, bet tiktai jo dalis, kuri netirpi vandenyje, arba tirpi druskų tirpaluose, turi įtakos mėsos švelnumui. Mėsos raumenų atsparumas pjaustymui tuo didesnis, kuo juose daugiau jungiamojo audinio, ir tuo prasčiau tokia mėsa įsisavinama. Jautiena, kurios sudėtyje yra daugiau elastino, esti kietesnė ir verdant ar apkepant jos kietumas sumažėja (Honikel et al., 2000). Pūvant mėsai, elastinga jos konsistencija tampa puria. Tai aktinmiozino pakitimo rezultatas, kuriam įtakos turi mikroorganizmų išskiriamos kologenazės (Neath et al., 2007).

Nemažą įtaką mėsos subrendimui ir kokybės rodikliams turi ir gyvūno amžius ir lytis. Ilgą laiką gyvūną laikant ir šeriant, didėja procentinis riebalų kiekis, o taip pat mažėja vandens kiekis mėsoje. Mėsa tampa kietesnė, mažėja jos sultingumas, kinta spalva, keičiasi baltymų kokybinė sudėtis, daugėja jungiamojo audinio baltymų, kinta kvapo intensyvumas ir skonis. Karvių raumeninės skaidulos yra šviesesnės, lyginant su bulių. Nustatyta, kad, esant vienodai gyvulio masei, kastruotų gyvulių skerdenoje yra daugiau riebalinio audinio negu nekastruotų (Monson et al., 2004).

Naudojant racioną, subalansuotą pagal visas maistines ir neorganines medžiagas, sudaromos galimybės gauti ne tik didelį gyvulio masės priesvorį, bet ir reguliuoti mėsos sudėtinių dalių santykį (Skimundris V., 2000). Gyvulių, išaugintų šiaurėje, t.y. žemoje temperatūroje, riebalų sudėtyje yra daugiau nesočiųjų riebalų rūgščių, negu riebaluose gyvulių, išaugintų pietuose, t.y. aukštesnėje temperatūroje. Su augaliniu pašaru gyvuliai gauna karotinų, kurie ištirpsta riebaluose. Galvijų riebaluose daugiau karotinų, todėl jie esti gelsvi. H. Stankevičius (1999) tyrė skerdenos kokybės gerinimą. Tyrimai parodė, kad, norint pagerinti skerdenos kokybę, reikia subalansuoti pašaruose nepakeičiamas amino rūgštis (Stankevičius, 1999).

Mėsos ir jos produktų gamybos įmonių ateitis priklauso ne tik nuo įmonės gebėjimo pateikti vartotojui patrauklius, aukštos mitybinės vertės, bet ir nuo žaliavų gamintojų (tiekėjų) sugebėjimo tiekti kokybiškas žaliavas. Pastaraisiais metais mokslininkai vis didesnį dėmesį skiria priešskerdiminio ir poskerdiminio laikotarpio veiksnių įtakos tyrimams. Norint turėti gerą ir kokybišką produktą bei žaliavą, negalima įgnoruoti priešskerdiminio ir poskerdiminio laikotarpio, kadangi šių veiksnių įtaka turi didelę reikšmę tolimesnei skerdenos, žaliavos ir produkto kokybei. Mokslininkų atliekami tyrimai turi įtakos gerinant mėsos žaliavos ir produkcijos kokybę, gamybos pradinuose etapuose. Perdirbėjams, o tuo pačiu ir vartotojams svarbu, kad pagaminamas produktas nekeltų grėsmės žmonių sveikatai.

1.2 Priešskerdiminiai veiksniai, turintys įtakos mėsos brendimui

Amžius. Gyvuliui senstant, kinta mėsos juslinės savybės ir cheminė sudėtis. Nustatyta, kad mėsos skoninės savybės, amino rūgščių sudėtis galutinai susiformuoja galvijams pasiekus 3 m., kiaulėms 6 - 8 mėn., avims - 6 mėn. amžių. Gyvuliui augant, vyksta esminiai pakitimai jo organizme: nuosekliai didėja raumeninio audinio, poodinių ir tarpraumeninių riebalų kiekis (Molette, 2003). Gyvuliui senstant, kinta mėsos cheminė sudėtis. Galvijų prieauglio mėsoje baltymų yra 21,7 proc., riebalų 6 proc., o 18 mėn. - atitinkamai 19,3 proc. ir 10,7 proc. Senų galvijų mėsa yra kietesnės konsistencijos, nes jungiamajame audinyje padidėja elastinių ir kalogeninių skaidulų kiekis. Tokių gyvulių raumeninės skaidulos tampa plonesnės, sumažėja arba išnyksta riebalinis audinys, todėl pablogėja mėsos kulinarinės savybės. Senų gyvulų mėsoje yra mažiau visaverčių baltymų ir drėgmės (Skimundris, 2000). Mėsa, paskerdus senus gyvulius, būna blogesnės kokybės. Jaunų gyvulių mėsa aromatinga ir malonaus skonio. Penint senus gyvulius, riebalų susikaupia daugiau nei penint jaunus gyvulius, nes pastarųjų skerdenos masės padidėjimas vyksta raumeninių skaidulų, o senų - riebalinio audinio sąskaita. Jaunų gyvulių mėsa pasižymi mažiau ryškiomis skonio ir kvapo savybėmis, jos spalva šviesesnė. Tokioje mėsoje mažiau riebalinio audinio. Geriausios kokybės mėsa gaunama, paskerdus jaunus, lytiškai subrendusius gyvulius: buliukus – 15 - 18 mėn., kiaules – 6 - 8 mėn., avis – 7 - 8 mėn. Amžiaus (Šimkevičienė ir kt. 1986).

Lytis. Ji turi esminės įtakos mėsos kokybei. Nekastruotų patinų mėsa kietesnės konsistencijos, mažiau susikaupusių tarpraumeninių riebalų, jų vietoje yra daugiau jungiamojo audinio. Kai kurių gyvulių rūšių patinų (kuilių, senų avinų, ožių) mėsa turi nemalonų specifinį kvapą, todėl jų skerdena realizacijai netinkama. Buliukų mėsa pasižymi gerai išvystytu tamsesnės spalvos raumeniniu sluoksniu. Ji yra kietesnės konsistencijos dėl didesnio jungiamojo ir mažesnio riebalinio audinio kiekio. Patelių mėsa yra šviesenės spalvos, minkštesnės konsistencijos. Skirtingų lyčių gyvulių mėsos skirtumai tampa labiau pastebimi didėjant jų amžiui. Priklausomai nuo lyties pastebimas mėsos cheminės sudėties skirtumas, pvz.: bulių ilgojo nugaros raumens baltymai sudaro 21,7 proc., riebalai 1,1 proc., o kastratų (jaučių) - atitinkamai 22,1 proc. ir 2,5 proc., karvių - 22,2 proc. ir 3,4 proc. Jaučių (kastratų) mėsoje yra daugiau visaverčių baltymų negu bulių mėsoje. Telyčių mėsa švelnesnė negu karvių (Destefanis et al., 1996).

Kastruotų gyvulių mėsa yra minkštesnės konsistencijos, joje daugiau tarpraumeninių riebalų, mažiau jungiamojo audinio, lyginant su nekastruotais gyvuliais. Patinų mėsoje daugiau arginino ir cistino, o patelių - mažiau arginino negu suaugusių gyvulių.

Veislė - svarbus faktorius, įtakojantis mėsos subrendimą. Specializuotų mėsinių veislių gyvuliai ir paukščiai pasižymi geresnėmis mėsinėmis savybėmis, didesne raumenų išeiga skerdenoje ir didesniu glikogeno kiekiu (Hopkins et al., 2000). Pieninių ir pieninių-mėsinių galvijų skerdenos paprastai pasižymi mažesniu glikogeno kiekiu raumenyse, negu mėsinių galvijų. Pieninių ir pieninių - mėsinių galvijų mėsoje būna daugiau jungiamojo bei kaulinio audinio, daug mažiau tarpraumeninių riebalų. Priklausomai nuo gyvulio rūšies yra skirtingas raumeninio, riebalinio bei jungiamojo audinio kiekis bei santykis mėsoje, būdingos riebalų susikaupimo vietos. Skirtingų veislių gyvulių mėsa skiriasi pagal baltymų kiekį, jų amino rūgščių sudėtį, ekstraktinių medžiagų kiekį ir kt. - maistinę, biologinę ir energinę vertę (Vieira et al., 2006).

Įmitimas. Įmitusių gyvulių mėsoje yra daugiau glikogeno. Tai sąlygoja geresnį mėsos subrendimą. Padidėjus gyvulių įmitimui, sumažėja nevisaverčių baltymų ir nebaltyminių ekstraktinių medžiagų kiekis. Gerėjant gyvulio įmitimui padidėja raumeninio ir riebalinio audinio, sumažėja jungiamojo audinio (kolageno ir elastino) kiekis, todėl mėsa po skerdimo tampa minkštesnės konsistencijos (Farouk et al., 2003).

Transportavimas. Nepalankios transportavimo sąlygos - gyvulių masės nuostolių, ligų, traumų ir net žuvimo priežastis. Jei gyvuliai pervežami stresinėmis sąlygomis - sumažėja glikogeno kiekis raumenyse. Dėl padidėjusio raumenų metabolizmo, stresui jautrių paskerstų gyvulių audiniuose pakinta glikogeno skilimo greitis, per 1 val. jis paverčiamas į pieno rūgštį, todėl pH nukrenta, raumenų temperatūra būna 41,5 - 43,0°C. (Skimundris, 2000). Galvijienoje PSE sindromas (anglų kalboje pale, soft, excudative – blyški, minkšta, vandeninga mėsa) pastebimas rečiau ir jis yra mažiau ryškus, dažniausiai jis pastebimas jaunų bulių skerdienoje. Esant PSE mėsos sindromui, ją laikant atšaldytą, gaunami mėsos masės nuostoliai (2,5 – 4 proc.). Tokią mėsą termiškai apdorojant, nuostoliai būna didesni (4,0 – 8,0 proc.) (Immonen et al., 2000).

PSE mėsa blogiau suriša vandenį, todėl mėsą perdirbant į tai reikia atkreipti dėmesį. To rezultatas - blogai vyksta mėsos brendimas, tokia mėsa bus prastesnės kokybės, jos negalima ilgai laikyti, ji greitai genda. Stresas sukelia papildomą energijos išeikvojimą ir veda prie fiziologinių funkcijų sutrikimo: homeostazės persitvarkymo, svorio kritimo, rezistentiškumo ir adaptacinių - prisitaikomųjų mechanizmų nusilpimo (Kristensen, 2001).

Mėsos kokybės rodiklius lemia gyvulio skerdimo technologinių operacijų kokybė, ypač jei organizmas buvo veikiamas kitų išorinių faktorių ankstesniuose paruošimo etapuose (Mousavi et al., 2007; Vieira et al., 2009).

1.3 Skerdiminiai veiksniai

Apsvaiginimo būdas. Svaiginimo tikslas – sumažinti skausmą, saugiai paskersti ir nuleisti kraują. Svaiginant neturi sustoti širdies darbas. Gyvuliai gali būti svaiginami ir kūjo smūgiu į galvą (ypač mažesnėse skerdyklose), durklo dūriu į pakaušį, bet šiuo atveju gyvuliai jaučia skausmą, tačiau negali judėti. Humaniškumo sumetimais nepatartina svaiginti specialaus pistoleto šūviu (Gyvulių ir paukščių priėmimas bei skerdimas. Bendrasis programavimo dokumentas. http://www.lzuu.lt/nm/l-projektas/gyv_kokybe/21.htm. Prieiga per internetą 2011 m. birželio 1 d.).

Mėsos kokybę lemia svaiginimo būdas bei gyvulio būklė. Su CO_2 apsvaigintų gyvūnų raumenų pH aukštesnis, bei lėtesnis pH kritimas iš karto po skerdimo. Aukšta pH beveik nesukelia mėsos baltymų denatūracijos, vandens rišlumas nepablogėja, taigi eksudatas nesusidaro (Campo et al., 2000).

Nukraujavimo laipsnis. 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), nukraujavimo laiko po apsvaiginimo, nukraujinimo metodo ir kt. Gyvulį nukraujinant vertikalioje padėtyje, kraujo išeiga būna 35 – 40 proc. didesnė, negu jį nukraujinant horizontalioje padėtyje (Skimundris, 2000). Skerdžiant gyvulį, stengiamasi įdurti optimaliai, kad būtų kuo mažesnė įpjova, o išbėgantis kraujas kuo mažiau įsiskverbtų į aplinkinius audinius ties dūrio vieta, kad jų vėliau nereiktų pašalinti (Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2004 m. lapkričio 5 d. įsakymas Nr. 3D-605, http://www.zum.lt/documents/isakymu-priedai/110825-3D-653.pdf; Prieiga per internetą 2015 m. balandžio 28 d.).

Odos nulupimo kokybė. Odos lupimas - susideda iš dviejų etapų: odos atlupimo ir galutinio odos nulupimo. Odos atlupimas - tai dalinis odos nulupimas rankiniu būdu, panaudojant diskinį arba specialų peilį. Galutinai oda nulupama mechanizuotai (Skimundris, 2000). Lupant gyvulio odą, turi būti kuo mažiau pažeidžiami riebalai bei kiti poodiniai audiniai. Skerdena be odos turi būti visiškai švari, neaplipusi plaukeliais (Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2004 m. lapkričio 5 d. įsakymas Nr. 3D-605). Todėl reikia laikytis veterinarinės sanitarijos taisyklių. Skerdenos prekinė išvaizda ir mėsos kokybė nustatoma vadovaujantis atitinkamomis pirminio skerdenos apdorojimo taisyklėmis. Mėsos kokybė pablogėja užteršus ją virškinamojo trakto turiniu ir odos nešvarumais (Skimundris, 2000) tuo pačiu mikroorganizmų tarša. Padidėjusi biologinė tarša įtakoja greitesnę autolizę trumpesnį brendimo periodą, mėsa greičiau ima gęsti.

1.4 Poskerdiminiai veiksniai ir jų įtakojami biocheminiai procesai

Pagrindiniai poskerdiminiai veiksniai, kurie turi įtakos mėsos brendimui būtų: mėsos laikymo temperatūra, mėsos mikrobiologinė tarša, pakavimo būdas. Paskerdus gyvulį, jo organizme nutrūksta deguonies tiekimas į audinius, sutrinka maistinių medžiagų ir energijos apykaita, buvę gyvame organizme grįžtami procesai tampa negrįžtamais. Prasideda anaerobiniai biocheminiai procesai, mėsos fermentai keičia fizines ir chemines mėsos savybes. Mėsai būdingiausi reiškiniai skirstomi į tris pagrindines fazes: l) pomirtinį raumenų sustingimą; 2) mėsos brendimą; 3) gilią mėsos autolizę (Šimkevičienė ir kt. 1986).

Poskerdiminiu periodu mėsoje vyksta įvairūs biocheminiai procesai:

- konsistencijos pokyčius sąlygojančių baltyminių medžiagų kitimas;
- skonio ir aromato medžiagų susidarymą sąlygojančių ekstrahuojamų medžiagų kitimas.

Abu šie procesai tarpusavyje susiję. Kai kurios ekstraktinės ir mineralinės medžiagos turi įtakos mėsos baltymų mechaninėms savybėms, o baltymų skilimo produktai dalyvauja formuojantis mėsos skoniui ir aromatui (Šimkevičienė ir kt. 1986).

Mėsos atvėsinimo temperatūra. Aukšta temperatūra ir greitas pH kritimas iš karto po skerdimo sąlygoja baltymų denatūraciją, padidina vandens netekimą ir yra šviesios mėsos spalvos priežastimi. Baltymų denatūracija baigiasi, kai mėsa visiškai sustingsta, nes aktimiozino susidarymas sustabdo miozino denatūraciją (Wagner, 1999). Aukšta *pre rigor* temperatūra sukelia greitą pH reikšmės kritimą, proteinų denatūraciją, apriboja μ-kalpaino autolizę. Nugarinė, kuri vėso, esant 38°C temperatūrai, pasižymėjo didesniu baltymų išsiskyrimu į vandenį, didesniais virimo nuostoliais, lyginant su nugarine, kuri vėso 15 °C (Kim et al., 2012).

Skerdenas greitai atšaldžius, sustingimas kiek užsilaiko ir būna ne toks gilus. Jaunų gyvulių skerdenų raumenyse pomirtinis sustingimas išsivysto greičiau nei senų, gerai įmitusių gyvulių – lėčiau nei liesų, o ligotų – būna ne toks gilus. Temperatūros sumažinimas, atvėsinimas iš karto po skerdimo, sumažins pH kritimo greitį, to pasekoje ir baltymų denatūracijos apimtį net 37 proc. Kuo greičiau sumažinama temperatūra, sumažėja pH kritimo greitis, sumažėja skysčių atpalaidavimas, bei pagerėja mėsos spalva. Tai rodo raumenų temperatūros mažinimo kuo anksčiau po nukraujinimo, svarbą, mėsos kokybės gerinimui (Brunken et al., 2004).

Glikogeno kiekis mėsoje ir biocheminiai procesai. Mėsos pH mažėjimas yra glaudžiai susijęs su raumenų glikogenu, kai yra mažesnis glikogeno kiekis, gali sumažėti gliukozės lygis, taip pat mažiau gaminasi pieno rūgštis ir lėčiau krinta pH po paskerdimo (Soltanizadeh et al., 2008). Kupranugariai yra gliukoneogenezės gyvūnai, dėl turimų savo kuprų. Fermentų reikalingų glikolizei

stygius yra priežastis dėl ko kupranugarių mėsoje lėčiau krenta pH ir glikogeno kiekis, nei jautienoje (Immone et al., 2000).

Tolesnis autolizės etapas – mėsos brendimas, kurio metu atsipalaiduoja raumenys, padidėja vandens surišimo pajėgumas, formuojasi mėsos skonis, aromatas, sultingumas. Tačiau visų šių procesų trukmė skirtinga. Jautienos kietumas pastebimai sumažėja po 5 – 7 parų, tuo tarpu jos optimalios juslinės savybės susiformuoja tik po 10 – 14 parų. Pomirtinius mėsos pokyčius sąlygoja įvairūs biocheminiai ir fermentiniai procesai: glikogeno irimas, kreatinfosfato (KF) ir adenozintrifosfato (ATF) skilimas, aktino ir miozino asociacija į akomiozino kompleksą, raumenų hidratacijos pokyčiai. Autolizės eigai labai svarbus prieš skerdimą raumenyse esantis glikogeno kiekis, kurio juose gali būti nuo 0,3 iki 1,0 proc. Ganiavos metu paskerstų galvijų mėsoje glikogeno kiekis yra didesnis nei tų gyvulių, kurie paskersti tvartiniu laikotarpiu (Šimkevičienė, Kažemėkaitytė, 1986). Aukštos temperatūros ar ūmus stresas prieš skerdimą paspartina pH kritimą (Berri, 2000). Pavargusių ir liesų gyvulių mėsoje glikogeno kiekis sumažėja, todėl galutinė pH vertė yra $6,2 \leq pH \geq 6,5$.

Kaupiantis rūgštims (pieno, piruvinei, fosforo), suyra dikarbonatinis buferis, iš plazmos išsilaisvina kalcis, kuris sąlygoja aktino ir miozino komplekso susidarymą. Sutrumpėjus raumeninėms skaiduloms, dėl aktino ir miozino sąryšio iš raumenų išspaudžiama dalis vandens, labai sumažėja miofibrilinių baltymų hidratacija. Be to, gausėjant rūgštims, aplinkos pH artėja prie daugumos mėsos baltymų izoelektrinio taško. Esant rūgštiniam pH, pradeda veikti katepsiniai, mėsos hidrolizę skatinantys, fermentai (Immonen et al., 2000). Katepsinių fermentų veikiami pradeda skilti sarkoplazmos ir miofibrilių baltymai. Irstant peptidinėms jungtims „išpurenama“ mėsos struktūra, padidėja raumeninio audinio švelnumas. Pakitus baltymų struktūrai, padidėja laisvų hidrofilinių grupių skaičius, ir pagerėja raumenų hidratacinė savybė, tačiau jau nebepasiekiamas „šiltai“ mėsai būdingas vandens surišimo pajėgumas. Šešias paras išlaikyta mėsa gerai surišta vandenį. Tai nuo 85 iki 87 proc. prilygsta „šiltos“ mėsos sugebėjimui surišti vandenį. Mėsos brendimo metu, veikiant fermentams, susidaro tirpūs kolageno irimo produktai, pagerėja jo įsisavinimo laipsnis. Kolageno brinkimą skatina ir šio proceso metu susidariusios organinės rūgštys.

Mėsos produktų (ypač kurių sudėtyje yra pridėto vandens) kokybė labai priklauso nuo fibrilinių baltymų kiekio, kadangi šie baltymai pasižymi geromis brinkimo savybėmis. Nustatyta, jog „šilta“ mėsa ne tik geriau suriša vandenį, bet ir riebalus. Tokioje mėsoje daugiau tirpių baltymų, kurie emulsuoja riebalus ir apkepinimo proceso metu ant produkto paviršiaus sudaro ploną elastingą plėvelę. Nustatytas tiesioginis ryšys tarp mėsos vandens surišimo savybės ir pH, miofibrilinių baltymų ekstrakcijos laipsnio bei nebaltyminio azoto kiekio padidėjimo (Damen et al., 2007).

Mėsos sušaldymo temperatūra neturi didelės įtakos, ypač, jei sušaldoma greitai ir giliai iki žemesnės negu -18°C temperatūros, vandens rišlumui , baltymų denatūracijai mėsos brandinimo metu. Tuo tarpu aukšta (≥ 38°C) *pre rigor* temperatūra turi įtakos vandens rišlumui, ir nesvarbu, ar mėsos raumenys buvo paveikti elektros srove, pakartotinai įtempiami pakuojant (Kim et al., 2012).

Mėsos apdorojimas užima svarbią vietą tarp kitų mėsos kokybę veikiančių faktorių. Nuo to, kaip bus atliekami šaldymo, sušaldymo ir kiti apdorojimo procesai, nemažai priklausys ir galutinė mėsos kokybė (Dransfield et al., 1986; Dransfield et al.1998).

Sušaldytoje mėsoje (mėsos vidaus temperatūra ne didesnė kaip -12°C) vyksta daugybė fizinių, cheminių ir biologinių pokyčių, kurie turi įtakos mėsos kokybei. Mėsos fermentų veikla šaldymo metu sulėtėja, tačiau visiškai nesustoja net ir žemoje temperatūroje. Toliau vyksta mėsos komponentų autolitiniai kitimai (Damen et al., 2007; Farouk et al., 2003; Hinton et al., 1998).

Kuo greičiau sušaldoma, tuo ankstesnėse stadijose sulėtėja autolitiniai procesai: glikogeno skilimas, nedaug sumažėja pH, mažiau kinta mėsos savybės. Sušaldytos mėsos vanduo virsta ledu, padidėja druskų koncentracija, kuri sąlygoja mikroorganizmų žuvimą. Kadangi šaldymo metu didėja druskų koncentracija audiniuose, tai inhibuoja daugelį reakcijų. Tačiau vyksta ir atvirkštinis procesas – iš lizosomų išlaisvinti fermentai aktyvuojasi ir kai kurios biocheminės reakcijos spartėja. Lipazė netenka aktyvumo esant –35ºC, net ir –79ºC temperatūra fermentų nesunaikina (Hildrum et al., 1999).

Mėsos saugaus vartojimo terminas priklauso nuo mikrobiologinių ir fizikinių cheminių jos rodiklių, kuriuos įtakoja laikymo salygos. Mėsos šaldymas ir sušaldymas yra pagrindiniai procesai, nuo kurių priklauso laikomos mėsos kokybės rodikliai. Šiame amžiuje vis dažniau naudojamas jautienos sušaldymas, nes tai užtikrina ilgesnį išsilaikymo terminą. Mokslinių tyrimų rezultatai rodo, kad sušaldymas turi įtakos mėsos mikrobiologinei kokybei, fizikiniams bei cheminiams rodikliams, pavyzdžiui, riebalų oksidaciniam stabilumui ir mėsos juslinėms savybėms (Damen et al., 2007; Farouk et al., 2003; Hinton et al., 1998). Moksliniais tyrimais (Farouk et al., 2003; Lagersted et al., 2008; Ngapo et al, 2002; Zhang et al., 2005) buvo bandyta išaiškinti užšaldymo proceso poveikį jautienos raumenų struktūrai. Kita vertus, svarbu pažymėti, kad sušaldytos mėsos kokybei po atšildymo turi įtakos ir pačios mėsos savybės. Taigi, jautienos stabilumas, laikant ją užšaldytą ilgą laiką, priklauso ne vien nuo išorinių veiksnių, bet ir nuo mėsos cheminės sudėties, kuri siejama su mėsos spalvos stabilumu, sarkoplazmos baltymų tirpumu ir riebalų oksidacija (Farouk et al., 2003; Zhang et al, 2005). Vieira ir kt. (2009) nustatė, kad jautienos saugojimo -20ºC ir -80ºC sušaldytame būvyje trukmė turi įtakos tekstūros rodikliams: 10 dienų trunkantis sušaldymas neturėjo poveikio tekstūros rodikliams, tačiau -20ºC ir -80ºC laikymas 75 ar 90 dienas pagerino virtos mėsos tekstūros rodiklius.

Priešingi rezultatai pateikiami Lagersted ir kt. (2008) vertinant instrumentiniu metodu mėsos minkštumą, minkštesnė mėsa buvo ta, kuri buvo atvėsinta, lyginant su sušaldyta. Jautienos brandinimo ar sušaldytame būvyje laikymo trukmė neįtakoja sultingumo, nes sultingumas siejamas su tarpraumeniniais riebalais (Destefanis et al., 1996; Vieira et al., 2006), nors kiti autoriai pateikia priešingus duomenis (Dransfield, 1998; Monson et al., 2004; Shanks et al., 2002).

1.5 Saugojimo sąlygų įtaka mėsos mikrobiologinei, cheminei taršai ir brendimui

Į vidinius sluoksnius mikroorganizmai patenka gyvuliui esant gyvam arba skerdimo metu, o paviršiaus užterštumas padidėja, nesilaikant sanitarijos reikalavimų, rekomenduojamų mėsos laikymo sąlygų. Mėsa - puiki terpė mikroorganizmų vystymuisi, todėl laikymo metu mėsoje vykstantys pokyčiai priklauso ne tik nuo audinių fermentų, bet ir nuo mikroorganizmų veiklos (Gracey et al., 1999). Nors mikrobiologinis mėsos gedimas tiesiogiai susijęs su gyvulio ikiskerdimine būkle: ligotų, alkanų ir pavargusių gyvulių mėsa genda greičiau, tačiau ypač svarbus tinkamas aplinkos drėgmės ir temperatūros režimas mėsos laikymo kamerose.

Intensyviausiai mikroorganizmai vystosi, esant 90 – 95 proc. santykinei oro drėgmei. Vasaros metu į kameras, kuriose nėra kondicionierių, patekęs šiltas oras labai padidina patalpos drėgnumą, o tai skatina bakterijų ir pelėsinių grybelių vystymąsi. Mikroorganizmų skverbimąsi į vidinius audinių sluoksnius stabdo skerdenų paviršiuje susidariusi apdžiūvusi plėvelė. Tokia apsauginė plėvelė greičiau susiformuoja atvėsinimo kamerose su priverstine oro cirkuliacija, kuri taip pat užtikrina ir greitesnį bei tolygesnį skerdenų atvėsimą (Grujiic et al., 1993).

Aukštesnė temperatūra turi didelės įtakos maiste vykstančioms fermentinėms ir cheminėms reakcijoms, o mikrobiologinė veikla, pakėlus aplinkos temperatūrą nuo 2 - 3°C iki 7 - 10°C, suintensyvėja 5 kartus (Leskauskaitė ir kt., 2010) Žema temperatūra stabdo mikroorganizmų veiklą. Dauguma mėsą gadinančių mikroorganizmų nesivysto prie –3°C ar –5°C temperatūros. Mikroorganizmai apmiršta tiek mėsos sušaldymo, tiek vėliau laikymo metu. Mikroorganizmų apmirimo greitis tiesiogiai priklauso nuo mėsos sušaldymo temperatūros ir jos žemėjimo greičio.

Mėsos laikymo patalpose turi būti palaikoma 85 – 90 proc. santykinė oro drėgmė bei dirbtinė oro cirkuliacija. Esant mažesnei oro drėgmei, padidėja skerdenų ir mėsos nudžiūvimo nuostoliai. Aukšta patalpų temperatūra, padidėjusi drėgmė, prasta patalpų ventiliacija sudaro sąlygas mėsos pelėjimui (Feiner, 2006).

Pagrindinis ir dažniausiai pasitaikantis mėsos gedimas yra puvimas. Mėsos puvimas – tai jos organinių medžiagų, daugiausia mėsos baltymų ir kitų jos sudėtinių dalių gilus skilimas, kurį sukelia

puvimo bakterijų fermentai. Puvimą sukelia proteolitiniai mikroorganizmai, kurių vystymuisi būtini baltymai ar jų dalinės hidrolizės produktai. Šis procesas gali vykti tiek aerobinėmis tiek anaerobinėmis sąlygomis ir jo eiga priklauso nuo ardomų baltymų savybių, išorinių aplinkos faktorių bei mikroorganizmų rūšies. Nustatyta, kad esant 18 - 20ºC temperatūrai, mikroorganizmai patenka į gilesnius audinius ir per 1 - 2 paras gali prasiskverbti 2 - 10 cm, o 0ºC temperatūroje - per 30 parų į 1 cm gylį. Kadangi jungiamasis audinys turi silpnai šarminę terpę, jame susidaro palankios sąlygos daugintis puvimo mikroorganizmams. Tuo galima paaiškinti greitesnį mėsos gedimą arčiau kaulų ir sąnarių (Skimundris, 2000).

Pirmasis aerobinio puvimo požymis - gleivių susidarymas ant mėsos paviršiaus. Pradinėje puvimo stadijoje buvusi rusva mėsos spalva gedimo metu palaipsniui įgauna pilką atspalvį. Gilioje puvimo stadijoje mėsos spalva tampa žalsva. Esant aerobiniam skilimui, mėsos pH yra tarp 7,0 ir 8,0, mėsa pasižymi nemaloniu, bet ne tokiu aštriu, kaip anaerobinio puvimo, kvapu.

Deamininimo ir dekarboksilinimo procesų metu susiformavusios oksi- ir keto- rūgštys kinta, susidarant dujoms, alkoholiams ir aldehidams. Deamininantis amino rūgštims, susidaro riebiosios rūgštys, amoniakas. (Šimkevičienė ir kt., 1986).

Daugelio amino rūgščių skilimo produktai - agmatinas (iš arginino), kadaverinas (iš lizino), feniletilaminas (iš fenilalanino), tiraminas (iš tirozino) - yra toksiški, bet jų skilimo produktų toksiškumas mažesnis. Tuo galima paaiškinti didesnį apsinuodijimą mėsa pradinėse jos gedimo stadijose nei puvimo procesui užsitęsus (Medina ir kt., 2003; Muhammad ir kt., 2009). Produkto sandėliavimo sąlygos taip pat gali paspartinti ar sulėtinti BA susidarymą mėsos produkte. P. Kalač ir P. Krausova (2005) teigia, kad atskirų biogeninių aminų, ypač tiramino, sandėliavimo metu padaugėja nežymiai, tačiau bendras BA kiekis padidėjo ženkliai. Bakterijų, pasižyminčių dekarboksilazės aktyvumu, vystymasis gali reikšti toksiškų medžiagų buvimą maisto produktuose. Net maisto produktų atšaldymas neužkerta kelio biogeninių aminų formavimuisi (Lazaro et al., 2013). Bunkova ir kt. (2010) nustatė, kad BA kiekis gali padidėti ir +4 C° temperatūroje saugojimo metu. Mokslininkų tyrime su galvijiena ir vištiena po 5 dienų laikymo + 4 ^{0} C temperatūroje biogeninių aminų nustatyta 52 ir 105 mg/kg. Vėliau BA koncentracija vištienoje padidėjo anksčiau ir greičiau nei jautienoje. Mokslininkų nuomone tai vyksta todėl, kad vištų raumenų skaidulos yra trumpesnės nei galvijų. Tai palengvina proteolitinimas fermentams skaidyti amino rūgštis, kurios yra BA pirmtakai **(**Galgano et al.2009**;** Lazaro et al., 2013). BA kiekis mėsos produktuose Europos Sąjungos bei Lietuvos Respublikos teisės aktuose nėra reglamentuojamas.

Kadangi amino rūgštys vienu metu gali deaminintis ir dekarboksilintis, iš tirozino ir triptofano susidaro krezolis, fenolis, indolas, skatolas. Puvimo proceso metu, skylant amino rūgštims, turinčioms

sieros (cisteinui, cistinui, metioninui), išsiskiria sieros vandenilis, amoniakas ir susidaro merkaptanai. Indolas, skatolas, krezolis ir merkaptanas - toksiškos medžiagos, kaip ir sieros vandenilis pasižyminčios nemaloniu specifiniu kvapu. Didesnis H_2S kiekis susikaupia gilesnio mėsos puvimo stadijose. Sieros vandeniliui reaguojant su mioglobinu, mėsa įgauna žalsvą atspalvį (susidaro sulfomioglobinas). Taigi, ankstyvosiose mėsos puvimo stadijose susidaro amoniakas, sieros vandenilis, anglies dvideginis, lakios riebiosios rūgštys, o vėlesnėse - pradeda kauptis ir indolas, skatolas, fenolis, krezolas (Šimkevičienė ir kt., 1986).

1.6 Pakavimo įtaka jautienos brendimui, išsilaikymui ir spalvai

Jautienos tinkamumo laikas yra labai svarbus mažmeninės prekybos rinkoje. Tinkamumo laikas yra apibrėžiama kaip laiko tarpas, kai produkto savybės išlieka priimtinos produkto vartotojui. Tinkamumą charakterizuoja produkto savybės - išvaizda, tekstūra, skonis, spalva ir maistinė vertė (Singh et al., 2005).

Mėsa paprastai pakuojama ore, vakuume arba apsauginėje atmosferoje, supakavimo būdas gali įtakoti skirtingos sudėties mikrofloros atsiradimą ir skirtingų BA formavimąsi. Supakuojant į aerobines sąlygas, daugiausia auga gedimą sukeliančios *Pseudomonas* ir *Enterobacteriaceae* rūšies bakterijos, vakuume - pieno rūgšties bakterijos. Vakuuminė pakuotė gali sumažinti biogeninių aminų susidarymo kiekį, lyginant su laikymu aerobinėmis sąlygomis tuo pačiu periodu (Galgano et al., 2009).

Jautiena paprastai pristatoma į parduotuves: kaip supakuota jautiena arba paruošta pagal individualius užsakymus aerobinėje atmosferoje. Supakuojant galvijieną, pakuotė apsaugo mėsą nuo aplinkos dulkių ir deguonies. Po pakuotės atidarymo dažniausiai jautiena smulkinama, gaminami pusgaminiai, kurie paprastai yra iš naujo supakuojami į deguoniai pralaidžią suvyniojamą plėvelę. Individualiai paruošti paketai gali būti tiekiami tiesiai vartotojui mažmeninėje prekyboje (Eilert, 2007). Taigi įvairios sudėties pakuotės ir pakavimo medžiagos gali vienaip ar kitaip įtakoti, mėsos brendimo rodiklius ir juslines savybes, vartojimo terminą. Kitas vienas iš efektyviausių ir tinkamiausių praktikoje mėsos saugos ir kokybės gerinimui veiksnių yra laikymo temperatūra Taigi pakuočių pritaikymas kartu su puikia temperatūros kontrole ir nepriekaištinga higiena apsprendžia šviežios mėsos tinkamumą vartojimui (Koutsoumanis et al., 2005).

Vakuuminis pakavimas yra labiausiai paplitęs būdas pirminėje mėsos perdirbimo gamyboje. Vakuuminė pakuotė paprastai pasiekiama, naudojant maišelius, kurie turi labai mažą drėgmės ir deguonies pralaidumą. Oro (deguonies šaltinis) yra pašalinamas iš paketo vakuumine kamera irpaketas šiluminiu būdu užsandarinami. Belcher (2006) pažymi, kad deguonies nebuvimas stabdo aerobinių

bakterijų dauginimąsi, taip prailgina vartojimo laiką. Tačiau vakuuminė pakuotė apsaugo ir nuo mioglobino oksidacijos, mesa išlieka nežymiai pakitusios ar pirminės spalvos, o produktas mažai nudžiūsta, drėgmės kiekis lieka taip pat mažai pakitęs.

Vakuume supakuotos šviežios jautienos vartojimo terminas paprastai nurodomas iki 35-45 Dienų po pagaminimo, o ilgesnį tinkamumo terminą iki 70 iki 80 dienų įmanoma pasiekti laikant 28-32 ° F (-2,22-0° C) temperatūroje Voges ir kt. (2006). Giliai sušaldžius, t.y. žemesnėje kaip 0 ° F (-17,8° C) temperatūroje vakuume supakuotą jautieną jos vartojimo laikas pratęsiamas iki 12 mėnesių.

Pakavimas į orui pralaidžią vyniojamąją plėvelę ar aplankalą -labiausiai paplitusi šviežios mėsos pakuotės forma mažmeninėje rinkoje. Pakuotės su MA paprastai susideda iš putų dėklo, absorbuojančio drėgmę tinklelio, ant kurio dedama mesa, ir pralaidžios orui ir drėgmei plėvelės. Tačiau ši pakuotė leidžia skverbtis O_2 iš aplinkos ir tuo pačiu skatina mioglobino aksidaciją, jautienos raumenų spalva po truputį ima keistis iš violetinės į šviesiai, vėliau sodriai raudoną, galiausiai iki rudos spalvos. Nors šis pakavimo būdas yra labiausiai ekonomiškas, bet suteikia jautienai trumpiausią vartojimo terminą ir nepageidaujamus mioglobino pokyčius. Vartojimo terminas naudojant orui pralaidžias plėveles būdingas jautienai yra nuo trijų iki septynių dienų, priklausomai nuo jautienos susmulkinimo laipsnio (Brooks, 2007).

JAV yra taikomas ir “Masterpack” pakavimas. “Masterpack” sistemą sudaro nuo 4 iki 8 pralaidžių orui išorinių aplankų paketai, kurie patenka į didelį maišelį (motherbag), kuris yra nepralaidus deguoniui ir drėgmei. Šioje pakuotėje yra pašalinamas O_2 ir užpildoma dujų mišiniu. Tipiška dujų mišinio sudėtis jautienai: anglies CO_2 kiekis svyruoja nuo 100% iki 80%, o likusi dalis – N_2. CO_2 buvimas slopina aerobinių bakterijų augimą, todėl prailginamas mėsos vartojimo laikas. Mažmenininkas pries parduodant atidaro maišelį (motherbag) ir išima paketus iš maišelio su CO_2 dujų mišiniu. Produkto spalva nuo atmosferos O_2 per 30 minučių pakinta iki sodriai raudonos, tampa pageidaujama. Jautienos tokiose pakuotėse vartojimo laikas yra dešimt 14 dienų Yra keletas faktorių, kurie įtakoja CO_2antimikrobinį poveikį: bakterijų kiekis, dujų koncentracija, temperatūra, pakavimo plėvelės pralaidumas. Žemesnėje temperatūroje CO_2 veikia geriau. Vis dėlto, CO_2 nesustabdo pieno rūgšties ir mielių augimo (Coles et al., 2003).

Naudojant MA su dideliu deguonies kiekiu dujas gaunamas taip pat panašus efektas. Tokios pakuotės paprastai užpildomos 80% O_2 ir 20% CO_2 (Belcher, 2006). Smulkiagabalinė jautiena paprastai išsilaiko nuo dešimties iki 14, o stambiagabalinė – nuo 12 iki 16 dienų (Cornforth, 2008; Belcher, 2006). MA pakuotė su mažu deguonies kiekiu, 70% N_2 ir 30% CO_2 yra naudojama taip pat gan dažnai jautienos pakavimui. N_2 yra bekvapės inertinės dujos, o CO_2 yra naudojamas bakterijų augimui mažinti.Vienintelis šios pakuotės trūkumas yra tas, kad nėra jokio deguonies, kuris galėtų

reaguoti su mioglobinu ir sukelti “žydėjimą”, bedeguonis mioglobinas yra dominuojantis realizavimo periodu (Hunt 2004). Nors tamsiai violetinė spalva nėra labai priimtina vartotojams, tačiau vartojimo terminas pratęsiamas nuo 25 iki 35 dienų (Irkin et al., 2010).

MA pakuotės, kur naudojamos N_2, CO_2 ir CO dujos yra vienos iš populiariausių ypač smulkintos jautienos atveju, JAV. Dažniausiai pasirenkama dujų sudėtis: 69,6% N_2, 30%CO_2, ir 0,4% CO.Vis dėlto, CO papildymas suteikia mėsos spalvai pageidaujamą efektą, nes mioglobinas palaipsniui oksiduojasi, nusidažo sodriai raudona spalva, žinoma kaip “žydėjimas” (medžioklė, 2004). Tokia spalva išsilaiko žymiai ilgiau negu pakuotėse su turtinga O_2 aplinka, kur metmioglobino - rudos spalvos susidarymas neišvengiamas. Trūkumas naudojant CO yra tas, kad vartotojas susidaręs neigiamą nuomonę dėl potencialiai pavojingų CO dujų tačiau vartojimo laikas pakankamai ilgas maždaug: 28 dienos maltai jautienai ir 35 dienos stambiagabalinei jautienai (Cornforth, 2008).

Taigi, pakavimas į vakuumą yra vienas iš tinkamiausių būdų jautienos vartojimo terminui pratęsti, sukuriant nepalankias sąlygos mikroorganizmų vystymuisi.

2. TYRIMŲ ATLIKIMO VIETA IR METODIKA

2.1 Tyrimų atlikimo vieta

Tyrimai buvo atlikti 2013-2014 metais Lietuvos sveikatos mokslų universitete, Veterinarijos akademijoje, Maisto saugos ir kokybės katedroje, Nacionalinio Maisto ir veterinarijos rizikos vertinimo instituto Panevėžio skyriuje, chemijos laboratorijoje ir Kauno technologijos universiteto Maisto instituto Chemijos laboratorijoje.

2.2 Tyrimo objektas

Tyrimui buvo naudota trijų metų amžiaus karvių skerdenų ilgojo raumens *M. longissimus dorsi* mėsa. Karvių skerdenų kokybė buvo įvertinta visų vienodai, skerdenos priskirtos: DO2 – O raumeningumo klasei ir II riebumo klasei. Pirmą parą po skerdimo skerdenos buvo laikytos skerdyklos X 0-2ºC temperatūroje šaldytuve, buvo matuota skerdenos ir aplinkos temperatūra, santykinė oro drėgmė. Antrą parą po skerdimo skerdenos buvo sudalintos, šešios nugarinės buvo pervežtos į tyrimų laboratoriją, kur buvo padalintos per pusę, šešios pusės buvo priskirtos I tiriamąjai grupei, o kitos šešios pusės – II grupei. I – osios tiriamosios grupės mėsa buvo laikyta aerobinėmis sąlygomis 18 parų po skerdimo, šaldytuve esant +2,7±0,76 ºC temperatūrai, o II grupės – supakuota į vakuumą 30 parų tame pačiame šaldytuve, tomis pačiomis sąlygomis.

2.3 Tyrimo metodai

Antrą parą po paskerdimo buvo nustatyta nugarinių mėsos fizikiniai cheminiai rodikliai, naudojantis šiais tyrimo metodais:

1. Tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekis, proc. - LST ISO 2173:2004;
2. Drėgmės kiekis, proc. - LST ISO 1442:2000;
3. Bendrasis riebalų kiekis, proc. - LST ISO 1443:2000;
4. Azoto kiekis - LST ISO 937:2000, baltymų kiekis buvo perskaičiuotas azoto kiekį dauginant iš 6,25, proc.;
5. Bendrasis pelenų kiekis, proc.- LST ISO 936:2000.

Mėsos vidaus ir aplinkos temperatūra, santykinė oro drėgmė buvo nustatyti 1, 2, 3, 4, 8, 11, 15, 18, o vakuume supakuotos – dar ir 21, 25, 30 parą po paskerdimo. Tuo pačiu metu buvo atrenkami mėginiai mėsos subrendimo rodikliams įvertinti.

pH nustatymas potenciometriniu metodu pagal LST ISO 2917: 2002 Mėsa ir mėsos produktai. pH nustatymas. Pamatinis metodas. Mėsos ir mėsos ekstrakto pH buvo matuotas pH – metru „INOLAB 3". pH – metras buvo prieš tos dienos matavimus nukalibruojamas pagal standartinius buferinius tirpalus (pH=4 ir pH=7). Po to elektrodai nuplaunami distiliuotu vandeniu, nusausinami popieriniu filtru ir pamerkiami į tiriamąją vandeninį mėsos ekstraktą (1:10) ar susmulkintos mėsos masę. Nusistovėjus skalės rodyklei, atskaitomi pH–metro parodymai. Po to elektrodai vėl nuplaunami ir pamerkiami į distiliuotą vandenį.

Pieno rūgšties tyrimai. Pieno rūgštis buvo nustatyta kapiliarinės izotachoforezės metodu, naudojant kapiliarinės izotachoforezės analizatorių EA 102 (VILLA LABECO s.r.o., Slovakia). Pieno rūgštis buvo išekstrahuota iš mėsos distiliuotu vandeniu (1:10) ir po filtravimo nustatyta iš antrinio filtrato. Elektrolitų sistema: mobilus elektrolitas (LE) 5 mM HCl + 15 mM β-alanine + 0,1% M-HEC (metil hydroksietylceliuliozė), pH = 3,2; terminatorius (TE) 5 mM kaprono rūgštis + TRIS. Analizės sąlygos V=30µl, I_1=200µA, I_2=50µA, mėginio skiedimas distiliuotu vandeniu 1:200. Pieno rūgšties koncentracija apskaičiuota iš kalibracinės kreivės, naudojant ITPPro programą. Metodo jautrumas yra 0,01 mg/100g pavyzdžio.

Amino-amoniakinio azoto nustatymas. Metodas pagrįstas amoniako ir amino grupių reakcija su formalinu. Bendras jų kiekis mėsos ekstrakte ekvivalentiškas 0,1 mol/l natrio hidroksido kiekiui ir nustatomas titruojant. Atliekant tyrimą, 25 g susmulkintos mėsos sutrinama su 30 – 40 ml distiliuoto vandens, viskas perpilama į kolbą ir praskiedžiama distiliuotu vandeniu iki 100 ml. Kolbos turinys purtomas 3 min., leidžiama nusistoti, vėl purtomas 2 min., filtruojamas.

Į 100 ml kolbutę imama 40 ml ekstrakto ir baltymai nusodinami 10% aliuminio alūno [$AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$] tirpalu bei prisotintu bario hidroksido tirpalu. Bendras nusodintojų tūris turi būti ne mažesnis už ekstrakto tūrį. Bario hidroksido kiekis, reikalingas 10% aliuminio alūnui neutralizuoti, nustatomas prisotintu bario hidroksidu titruojant 10 ml 10% aliuminio alūno tirpalą su 5 lašais 1% spiritinio fenolftaleino tirpalo. Iš sunaudoto titravimui bario hidroksido kiekio apskaičiuojama kiek reikia imti aliuminio alūno ir bario hidroksido tirpalų ekstrakto baltymams nusodinti. Po nusodinimo, kolbos turinys praskiedžiamas iki 100 ml, išmaišomas ir po 10 min. nufiltruojamas. Kartu ruošiamas kontrolinis tirpalas.

20 ml paruošto filtrato ir kontrolinio tirpalo su 0,3 ml indikatoriaus (lygiomis dalimis sumaišytų 0,1% neutralaus raudonojo ir metileno mėlynojo dažų spiritinių tirpalų) neutralizuojama titruojant 0,1

mol/lnatrio hidroksido tirpalu iki žalsvos spalvos. Po to į reakcijos mišinį pilama10 ml iki neutralios reakcijos nutitruoto formalino ir pridedama 0,5 ml kito indikatoriaus (1 dalis 0,1% timolio mėlynojo sumaišyta su 3 dalimis 1% fenolftaleino, ištirpinto 50% spirite). Po reakcijos su formalinu vėl fitruojama 0,1 mol/l natrio hidroksido tirpalu iki violetinės spalvos.

Amino - amoniakinio azoto kiekis (mg/100g) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$x = \frac{1{,}4 \times 100 \times 100(V - V1) \times 100}{25 \times 40 \times 20} = 70x(V - V1)$$

$$x = 70(V - V1)$$

Kur:

V – 0,1 mol/l natrio hidroksido tirpalo kiekis ml, sunaudotas pagrindiniam – tiriamajam mėginiui po reakcijos su formalinu titruoti;

V1 – 0,1 mol/l natriohidroksido tirpalo kiekis ml, sunaudotas kontroliniam tirpalui titruoti.

Biogeninių aminų bendro kiekio nustatymas. Naudojama homogenizuota jautienos mėsa, kurioje buvo tiriamas bendras tiramino, putrescino, kadaverino, histamino, tiramino, spermino ir spermidino kiekis. Biogeniniai aminai išskirti iš homogenizuotos žaliavos, ekstrahuojant 0,4 mol/l perchloro rūgštimi. Ekstrakto dalis 45 min. derivatizuota 40ºC temperatūroje dansilchlorido tirpalu (5-dimethylaminonaphtalene-1-sulfonyl chloride). Atlikus derivatizaciją, atvėsinus iki kambario temperatūros, dansilchlorido likutis pašalintas 25 proc. amoniaku. Tolesnis biogeninių aminų tyrimas efektyviosios skysčių chromatografijos metodu atliktas KTU Maisto intitute. Mėginiai filtruoti per 0,45 µm membraninį filtrą, 20 µl įšvirkšta į chromatografinę sistemą. Analizei naudota kolonėlė LiChroCART® 125-4, užpildyta LiChrospher® 100 RP-18 e (5 µm), nešančioji fazė − eliuentai: B – acetonitrilas, A – amonio acetatas 0,1mol/l. Analizuota 28 min, pirmąsias 19 min keičiant eliuento sudėtį nuo 50 proc. B iki 90 % B (atitinkamai nuo 50 % A iki 10 % A), tada 1 min, paliekant eliuento sudėtį pastovią – 90 proc. B (10 proc. A), vėliau, kad būtų užtikrintas kitos analizės medžiagų atskyrimas, 8 min kolonėlė pildyta eliuentu, kurio sudėtis − 50 proc. B ir 50 proc. A. Debitas visos analizės metu nekito – 0,9 ml/min, UV detekcija vyko esant 254 nm. Identifikuota lyginant kiekvieno nustatomo amino sulaikymo trukmę kolonėlėje su atitinkamos etaloninės medžiagos sulaikymo trukme. Kiekybinė analizė atlikta pagal vidinio standarto metodą, skaičiuojant smailės plotą apibrėžtam etaloninės medžiagos kiekiui. Biogeninių aminų vidutinė reikšmė apskaičiuota pagal tris pakartojimus, paskaičiuotas standartinis nuokrypis.

Skysčių chromatografijos metu, užfiksuotų biogeninių aminų kiekybinė analizė atliekama pagal vidinio standarto metodą, naudojant susidariusius vidinio standarto ir biogeninio amino plotus.

Bendras biogeninių aminų kiekis (mg/kg) = S_H/S_{Vst} *50

S_H – visų tirtų biogeninių aminų plotas tiriamajame tirpale;

SV_{st} – vidinio standarto plotas tiriamajame tirpale;

Statisinė analizė. Analizuojant duomenis naudota Microsoft Office Excell 2007 programa, paskaičiuoti vidutinės vertės, paklaidos, reikšmių skirtumų patikimumo lygmuo (p), tiesinės priklausomybės tarp bendro BA kiekio ir amoniakinio azoto kiekio ryšio koreliacijos koeficientas R. Skirtumai tarp tirtų rodiklių reikšmių mėsoje laikytoje aerobinėmis ir anaerobinėmis sąlygomis yra patikimi, kai $p \leq 0,05$, skirtumai laikomi nepatikimais, kai $p > 0,05$.

Juslinis įvertinimas - jusliškai buvo vertinama griliuje 15 min. keptos atskirai I ir II grupių mėsos pjausniai, vertintojų skaičius buvo 5. Penkių balų sistemoje buvo vertintos šios mėsos juslinės savybės, priskiriant aukščiausią balą 5 labiausiai teigiamai išreikštai savybei:

- skonis - ragaujant, kramtant mėsą burnoje;
- kvapas - paviršinių mėsos sluoksnių kvapas nustatomas jusliškai. Po to švariu peiliu įpjaunami audiniai, ir nustatomas giluminių sluoksnių kvapas;
- sultingumas - nustatomas, lengvai spaudžiant pirštu mėsos pjūvio paviršių, bei vertinant sultingumą kramtant burnoje;
- trapumas - mėsos trapumas yra svarbi skonį įtakojanti savybė. Vertinama kramtant mėsą burnoje;
- vaizdas - apžiūrint dalies raumeninio audinio bei riebalų būklę. Peiliu įpjaunami raumeninio audinio giluminiai sluoksniai, stebima pjūvio raumenų išvaizda ir spalva.

3. TYRIMŲ REZULTATAI

3.1 Jautienos cheminės sudėties ir aplinkos sąlygų įvertinimas

Procesai, vykstantys galvijo skerdenoje po skerdimo, buvo stebimi pagal juslinius ir fizinius požymius. Tik paskerdus gyvulį, „šiltos“ mėsos temperatūra, tik ką patalpinus skerdeną šaldytuve, buvo 34,7 °C, pH - artimas natyviniam (6,83 - 6,88), raumeninės skaidulos atsipalaidavę. Šios mėsos konsistencija buvo švelni, elastinga. Praėjus 6 val. prasidėjo pomirtinio sustingimo stadija, kurios metu mėsa prarado savo elastingumą.

Pomirtinio sustingimo greitis ir gilumas priklauso nuo aplinkos temperatūros. Kai aplinkos temperatūra šaldytuve buvo 0 °C, raumenų pomirtinis sustingimas galvijų skerdenose įvyko per 24 val.

Mėsos cheminė sudėtis buvo įvertinta antrą parą po paskerdimo, rezultatai pateikti 1 lentelėje. Įvertinus mėsos cheminę sudėtį, buvo nustatyti nežymūsbaltymų, riebalų, drėgnio ir sausųjų medžiagų tiriamosiose grupėse rodiklių skirtumai, kai p>0,05visais atvejais, nes mėsa buvo tų pačių gyvulių.

1 lentelė. **Mėsos cheminė sudėtis antrą parą po paskerdimo**

Rodiklis	**I gr.**	**II gr.**
Baltymai, %	20,17	20,19
Riebalai, %	1,66	1,56
Drėgnis, %	76,84	76,99
Sausos medžiagos, %	23,05	23,01

Pirmosios grupės mėsa buvo laikoma iki 18 parų po paskerdimo, kai aplinkos vidutinė temperatūra buvo 2,7±0,7°C, mėsos vidaus temperatūra – 3,9±1,7°C, santykinė oro drėgmė – 77,8±1,4 proc. I gr. mėsos laikymo šaldytuve sąlygos brandinimo metu pateiktos 2 lentelėje.

2 lentelė. **I grupės mėsos laikymo šaldytuve sąlygos brandinimo metu**

Rodiklis	Paros po paskerdimo							
	1	2	3	4	8	11	15	18
Aplinkos temperatūra, °C	0	4,3	2,7	2,4	2,4	2,3	2,9	2,0
Mėsos temperatūra, °C	34,7	7,1	5,6	3,2	3,3	2,9	2,9	2,1
Santykimė oro drėgmė, proc.	68	78	79	80	77,8	77,1	77	75,4

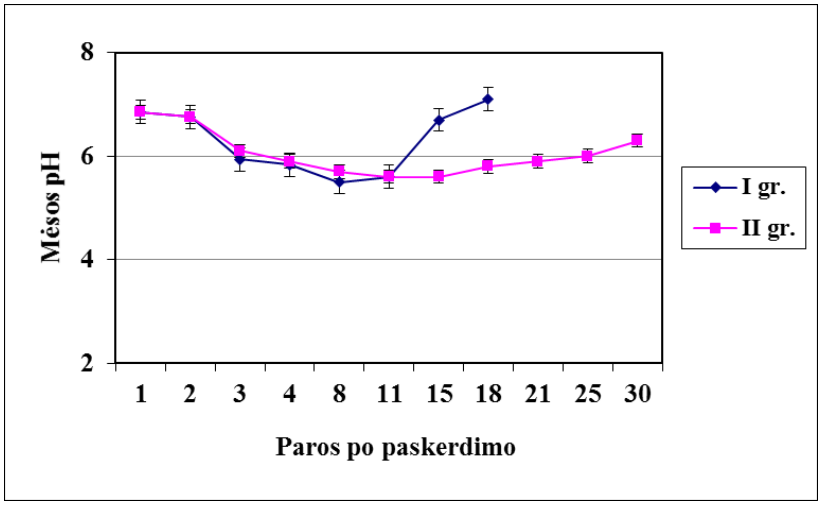
Antroji tiriamoji grupė buvo patalpinta šaldytuve, kuriame buvo palaikoma vidutiniškai šiek tiek žemesnė temperatūra - 2,3±0,1°C, nes 21, 25, 30 paromis temperatūra buvo jau nusistovėjusi ir siekė vidutiniškai 2,2±0,1 °C. Mėsos vidaus temperatūra – 6,4±0,1°C, santykinė oro drėgmė – 76,3±4,3 proc. II gr mėsos laikymo šaldytuve sąlygos brandinimo metu pateiktos 3 lentelėje.

3 lentelė. **II grupės mėsos laikymo šaldytuve sąlygos brandinimo metu**

Rodiklis	Paros po paskerdimo										
	1	2	3	4	8	11	15	18	21	25	30
Aplinkos temperatūra, °C	0	4,3	2,7	2,4	2,4	2,3	2,9	2,0	2,3	2,2	2,0
Mėsos temperatūra, °C	34,3	7,2	5,9	3,3	3,4	3,0	2,9	2,3	3,0	2,8	2,3
Santykinė oro drėgmė, proc.	68	78	79	80	77,8	77,1	77	75,4	75,1	76,4	75,4

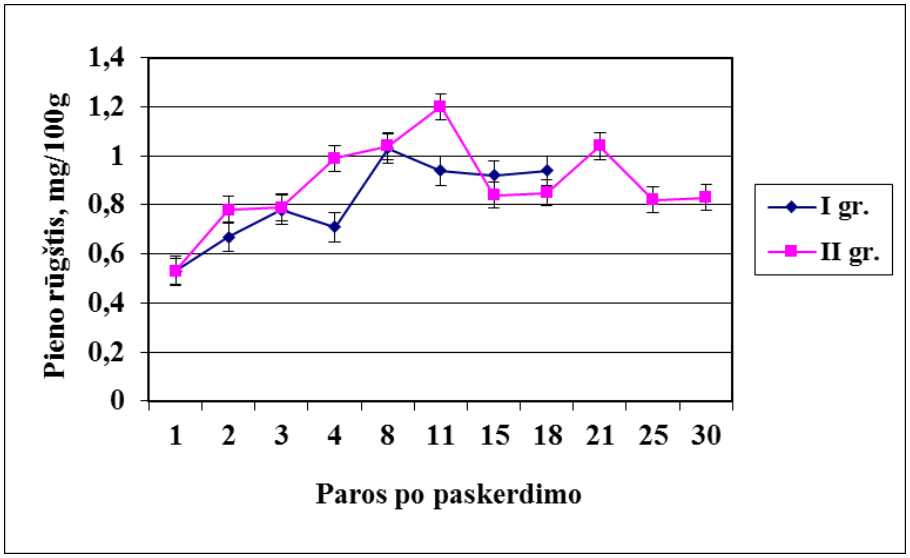
3.2 Vakuume brandintos jautienos tyrimų rezultatai

Lyginant pH kitimą mėsoje, tiriamosiose grupėse pastebėti nežymūs skirtumai, kai $p>0,05$. Mėsos aktyvusis rūgštingumas pH pirmosios grupės mėsoje jau po 8 parų laikymo pradėjo didėti ir 18 parą buvo pasiekęs 7,1. Vakuume supakuotos mėsos pH kito panašiai iki 11 paros ir žymiai nesiskyrė nuo pirmosios grupės, tačiau vėliau pH nuo 11 iki 30 paros tolygiai didėjo, periodo pabaigoje siekė 6,3 - kas rodo nežymų mėsos šarmėjimą. Jautienos pH brendimo laikotarpiu pavaizduotas 1 paveiksle.



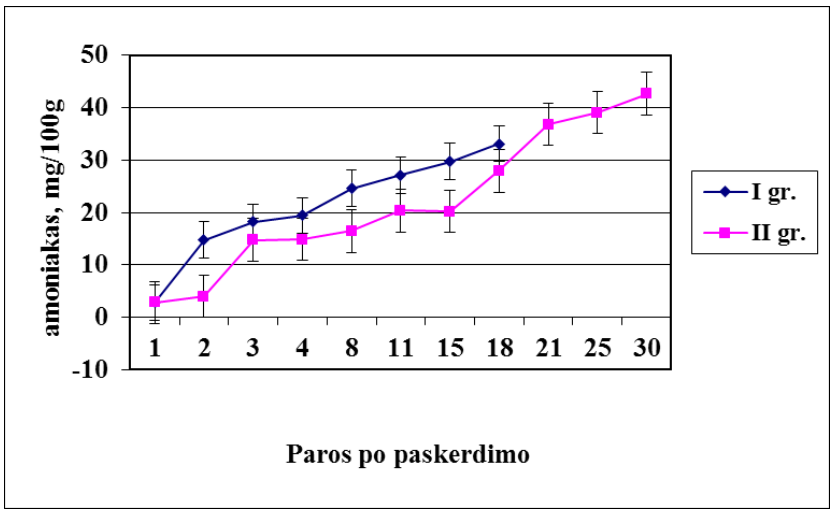
1 pav. **Jautienos pH pokytis brendimo laikotarpiu**

Pieno rūgšties susidarymas abejose grupėse visu tiriamuoju 30 dienų periodu skyrėsi nežymiai, kai p>0,05, Pieno rūgšties susidarymo dinamika pirmąsias 8 paras po paskerdimo buvo žymiai intensyvesnė I grupės mėsoje, laikytoje aerobinėmis sąlygomis, bet maksimali reikšmė I – sios grupės mėsoje (1,03±0,087 mg/100g) buvo pasiekta 8 parą, kas rodo, kad glikogenolizė baigėsi, tuo tarpu II - osios grupės mėsoje 8 parą po paskerdimo buvo nustatyta panašus pieno rūgšties kiekis (1,04±0,029 mg/100g), o maksimali reikšmė buvo nustatyta 11 parą po paskerdimo ir siekė 1,2±0,010 mg/100g. Mėsoje laikytoje vakuuminėje pakuotėje 11-30 parų po paskerdimo laikymo periodo pabaigoje pieno rūgšties kiekis sumažėjo iki 0,83±0,017 mg/100g. Abiejų tiriamų grupių mėsoje pieno rūgšties susidarymas laiko atžvilgiu kito „banguotai“, pavaizduota 2 paveiksle.



2 pav. **Pieno rūgšties kiekis jautienoje brendimo laikotarpiu**

Amino amoniakinio azoto kiekis tiriamųjų grupių mėsoje nuolat didėjo visu laikymo periodu, žymiai didesnės reikšmės buvo nustatomos I - osios grupės mėsoje, kai p≤0,001. Nuo 4 paros po paskerdimo (3 paveikslas) matoma gilesnės autolizės pradžią I grupės mėsoje. Tuo tarpu II grupės mėsoje gilios autolizės pradžios taškas būtų 15 para po paskerdimo, kai amoniakinio azoto kiekis buvo didesnis negu 20 mg/kg. Amino amoniakinio azoto kiekis aerobinėmis sąlygomis laikytoje mėsoje 18 parą pasiekė 33,09±0,17 mg/kg, o anaerobinėmis sąlygomis 30 parą siekė 42,65±0,21 mg/kg.

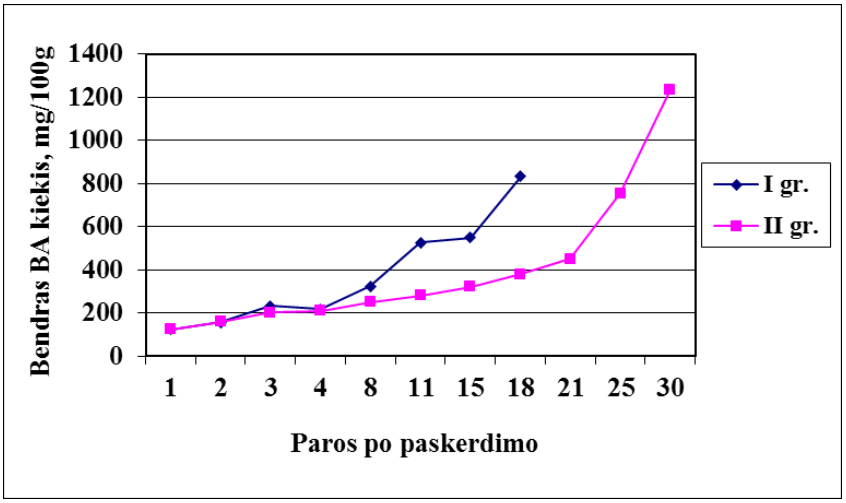


3 pav. **Amino amoniakinio azoto kiekis jautienoje brendimo laikotarpiu**

Nustatytas amoniakinio azoto kiekis abiejų tiriamųjų grupių mėsoje neviršijo Mėsos ir paukštienos šviežumo įvertinimo techniniame reglamente (patvirtintame Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2000 m. gruodžio 14 d. įsakymu Nr. 356 (Žin., 2001, Nr.1-19) nurodytų tinkamos vartoti mėsos šio rodiklio verčių.

Bendras BA kiekis tiriamųjų grupių mėsoje nuolat didėjo visu laikymo periodu. Iki 8 paros I ir II grupių mėsoje jų kiekiai skyrėsi nežymiai, tačiau vėliau I gr. mėsoje BA susidarymas suintensyvėjo ir 18 parą bendras jų kiekis siekė 833,09±0,58 mg/100g. Visu 30 dienų po skerdimo periodu žymiai biogeninių aminų bendras kiekis reikšmingai skyrėsi I ir II grupių mėsoje, kai $p \leq 0,05$. Panašus bendras BA kiekis buvo nustatytas aerobinėmis sąlygomis laikytoje mėsoje 18 parą, o vakuume – 25 parą. Po 25 paros bendras BA kiekis vakuume laikytoje mėsoje žymiai padidėjo ir 30 parą po paskerdimo siekė net 1235,88±12,66 mg/kg.

Tarp amoniakinio azoto kiekio ir bendro BA kiekio nustatyta stiprus tiesinės priklausomybės ryšys, kai R=0,855.



4 pav. **Bendras BA kiekis jautienoje brendimo laikotarpiu**

I grupės griliuje keptos jautienos pjausnių juslinės savybės nuo ketvirtos iki 18 paros brandinimo periodu geriausiai buvo įvertintos brandinimo laikotarpio 15 parą po paskerdimo (4 lentelė). Mėsa buvo kvapni, sultinga, trapi, gero skonio. Nors skoninės savybės 15 parą po paskerdimo buvo tokios pat, kaip ir 4 parą po paskerdimo, tačiau kvapas, sultingumas ir trapumas buvo įvertinti žymiai didesniais balais negu brandinimo laikotarpio pirmoje pusėje.

4 lentelė. **I grupės griliuje keptos jautienos pjausnių juslinės savybės brandinimo metu**

Juslinės savybės	Paros po paskerdimo				
	4	8	11	15	18
skonis	3,7	3,3	3	5	-
kvapas	5	4,7	4,3	5	4
sultingumas	2,3	3,7	3,7	4,3	4
trapumas	3	3,3	3,7	4	3,5
vaizdas	4	4	4,3	4	3

Įvertinant mėsos kokybę, svarbu, kaip greitai ji bręsta, t.y. kada įgauna tinkamą skonį, aromatą. I grupės jautienos juslinės savybės nuo ketvirtos iki 15 paros brandinimo periodu buvo priimtinos, tačiau 18 parą žalia mėsa pasižymėjo nepageidautinu kvapu, todėl skonis nebuvo vertintas, pjausnys neturėjo vaizdo, nors sultingumas ir trapumas buvo panašus, kaip ir po 8 parų, tuo tarpu vakuumuotos

II grupės mėsos juslinės savybės buvo priimtinos iki laikotarpio pabaigos 30 paros, o geriausiomis juslinėmis savybėmis mėsa pasižymėjo 25 parą po paskerdimo, 5 lentelė.

5 lentelė. **II grupės griliuje keptos jautienos pjausnių juslinės savybės brandinimo metu**

Juslinės savybės	Paros po paskerdimo							
	4	8	11	15	18	21	25	30
skonis	3,7	3,7	4,3	3,7	4	4	5	4
kvapas	4,3	4,3	4,7	3,3	1,3	4	4	4
sultingumas	2,7	3,7	4	4,7	3,7	4	5	4
trapumas	3,3	3,3	4	4	3,7	4	5	4
vaizdas	4	4,3	4,7	4,7	4	4	5	4

4. TYRIMO REZULTATŲ APIBENDRINIMAS

Mėsos autolizės procesas gali būti stebimas pagal skerdenos temperatūros, mėsos pH, angliavandenių, pieno rūgšties, lakiųjų riebiųjų rūgščių, silpnai surištos drėgmės kiekį. pH rodiklis dažnai naudojamas pirminiam mėsos rūšiavimui. (Neath et al., 2007).

Apibendrinant rezultatus, buvo atlikta duomenų analizė ir tirtų rodiklių I ir II grupių mėsoje reikšmių palyginimas, gauti t- testo rezultatai pateikti 6 lentelėje.

6 lentelė. **Tirtų rodiklių reikšmių palyginimas (t-testas)**

Tirtas rodiklis	Porinis t-testas tarp grupių
Pieno rūgštis	nereikšmingas
Mėsos pH	nereikšmingas
Amoniakinis azoto kiekis	$p \leq 0,001$
Bendras biogeninių aminų kiekis	$p \leq 0,05$

p* - skirtumo tarp reikšmių statistinis patikimumas, kai $p \leq 0,05$.

Tirti rodikliai, išskyrus mėsos rūgštingumą ir pieno rūgšties kiekį, I ir II grupių mėsoje reikšmingai skirėsi. Todėl galima teigti, kad jautienos laikymas vakuume nors ir neturėjo reikšmingos įtakos pH ir pieno rūgšties kiekiui mėsoje, tačiau nulėme gilesnės autolizės vėlesnę pradžią ir prailgino brendimo procesus viena savaite. BA formavimasis buvo stabdomas, anaerobinėmis sąlygomis laikytoje mėsoje bendras BA kiekis buvo žymiai mažesnis visu tiriamuoju periodu negu aerobinėmis sąlygomis laikytoje mėsoje, Panašus bendras BA kiekis buvo nustatytas aerobinėmis sąlygomis laikytoje mėsoje 18 parą (324,26±10,74 mg/kg), o vakuume – 25 parą (321,6±14,43 mg/kg). Mėsos vakuumavimas prailgino mėsos brendimą, atitolindamas puvimo procesus, nors ir didesnės įtakos mėsos rūgštingumui neturėjo.

Gyvo gyvūno raumenyse pH vertė yra artima, ar net aukščiau neutralios vertės (pH 7,0 - 7,2). Po skerdimo, ji greitai kinta ir po valandos pH sumažėja iki 6,2 - 6,3. Praėjus 24 h po skerdimo raumenyse vandens sujungimo pajėgumas būna mažiausias, o spalva šviesiausia (Kristensen et al., 2001). Mūsų tiriamo darbo metu buvo nustatytas lėtesnis pH pokytis: pirmą parą po paskerdimo pH reikšmė sumažėjo iki 6,85. Žemiausias pH skerdenoje pasiekiamas praėjus 6 - 12 valandų po skerdimo, pH nukrinta iki 5,8 – 5,4. Laktatas kaupiasi ir pH krenta tol, kol baigiasi glikogeno atsargos arba pasiekiamas minimalus pH, kuris slopina tolimesnę glikolizę. Žemas raumenų glikogeno kiekis sąlygotas streso prieš mirtį, įtakoja žemas galutines pH vertes ir minimalų sustingimo laiką.

Mėsos pH vertė labai svarbi mėsos kokybei vertinti. Mėsos pH vertės pokyčiai turėjo didelės įtakos mėsos kokybiniams rodikliams, kadangi jie yra glaudžiai susiję. Mėsos rūgštingumas tiesiogiai ar netiesiogiai nulėmė juslinius rodiklius:

1. spalvą – ji dažniausiai apibrėžia vartotojų pasirinkimą. Vartotojų pirmasis įspūdis sudarytas mėsos spalvos nulems tolimesnį jų norą pasirinkti produktą (Molette, 2003);
2. sultingumą ir skonį – paprastai jis priklauso nuo mėsos vandens rišlumo ir vandenyje tirpių junginių su didesniu molekuliniu svoriu buvimo, skonis yra pats svarbiausias kriterijus vartotojams (Magnusson ir kt., 2005);
3. kvapą – mėsos kvapas priklauso nuo plataus kiekio kokybinių veiksnių, taip pat faktorių, tiesiogiai susijusių su mėsos struktūra ar poskerdiminiais procesais (Cambero et al., 2000).

Autolizės proceso metu skylant baltymams, angliavandeniams, lipidams, susidaro skonio ir aromato pirmtakai – histidinas, glutaminas, glutaminė ir asparagininė rūgštys, aldehidai, ketonai, lakiosios riebiosios rūgštys. Penkias paras žemos temperatūros patalpoje išlaikyta mėsa pasižymi geru skoniu ir aromatu. Savybė surišti vandenį – lemia produkto sultingumą, švelnią konsistenciją bei išeigą. Drėgmės surišimo savybė priklauso ne tik nuo autolizės proceso eigos, bet ir nuo daugelio kitų faktorių, kaip antai: paskersto gyvulio amžiaus, lyties, vandens ir riebalų santykio mėsoje, baltymų kiekio, miofibrilinių baltymų tirpumo, mėsos sušaldymo bei jos laikymo sąlygų ir t. t. (Šimkevičienė ir kt., 1986).

Pasiekus pieno rūgšties kiekio maksimumą, mėsa tampo minkšta, specifinio jautienos išraiškingo kvapo, tačiau nepasižymėjo dar pilnai subrendusios mėsos savybėmis. Pieno rūgšties susidarymo dinamika pirmąsias 8 paras po paskerdimo buvo žymiai intensyvesnė I grupės mėsoje, 8 parą po paskerdimo šios grupės mėsos jusliniai rodikliai buvo dar nepasiekę tinkamų, nors pieno rūgšties kiekis buvo maksimalus. Visgi mėsos juslinės savybės priklauso ir nuo mikroorganizmų veiklos, gilesnės autolizės metu (Šimkevičienė ir kt.,1986), kai susidaro didesnis biogeninių aminų kiekis. Mūsų duomenimis mėsa pasižymėjo priimtinesnėmis juslinėmis savybėmis, kai amoniakinio azoto kiekis buvo 20-40 mg/kg, o bendras biogeninių aminų kiekis buvo nuo 549,76 mg/kg iki 753,98 mg/kg, Tačiau Hutarova ir kt. (2014) pasiūlė taikyti tokias biogeninių aminų kiekio (suminio putrescino, kadaverino, tiramino ir histamine kiekio) mėsoje ribas higieninei kokybei įvertinti: <5 mg/kg geros kokybės šviežioje mėsoje, 5-20 mg/kg priimtinos higieninės kokybės mėsoje, bet turint pirminius gedimo požymius, 20-50 mg/kg prastos higieninės kokybės mėsoje ir > 50 mg/kg sugedusioje mėsoje.

Manome, remiantis gautais rezultatais, kad juslinės savybės ne visasa atspindi cheminę taršą mėsoje.

IŠVADOS

1. Vakuumas turėjo įtakos jautienos ilgojo raumens *M. longissimus dorsi* brendimo procesui: brendimo greičiui, gilios autolizės pradžios taškui:

1.1. minimali vidutinė pH vertė I grupės jautienoje brandinimo metu buvo pasiekta 8 parą po paskerdimo, pH buvo 5,48-5,55; II grupės jautienoje - savaite vėliau, t.y. 15 parą po skerdimo- pH buvo 5,60-5,62;

1.2. vakuumas lėtino pieno rūgšties susidarymą, maksimalus pieno rūgšties kiekis nustatytas 4 dienomis vėliau II negu I grupės mėsoje;

1.3. amoniakinio azoto kiekis ir bendras BA kiekis nuo pat pirmos paros pastoviai didėjo, žymiai didesnės reikšmės buvo nustatytos II - osios grupės mėsoje, kai $p \leq 0,001$ ir $p \leq 0,05$ atitinkai, gili autolizė prasidėjo, kai amoniakinio azoto kiekis siekė 30 mg/kg, aerobinėmis sąlygomis laikytoje mėsoje po15 paros, o vakuume - po 21 dienos.

2. Vakuumas turėjo įtakos juslinėms jautienos raumens *M. longissimus dorsi* savybėms, nulėmė jautienos išsilaikymą ir puikias savybes iki 25 parų, laikant šaldytuve.

3. Tarp amoniakinio azoto kiekio ir bendro BA kiekio nustatytas stiprus tiesinės priklausomybės ryšys, kai R=0,855.

4. Mėsos pramonėje jautienos brandinimas vakuume yra rekomenduotinas, nes nuo to priklauso mėsos prailginta išsilaikymo trukmė, priimtini technologiniai rodikliai: mėsos rūgštingumas pH, pieno rūgšties kiekis, amoniakinio azoto kiekis, bendras biogeninių amnų kiekis, priimtinos termiškai apdorotos mėsos juslines savybes.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Banys A. Lietuvos žalieji galvijai. Vilnius. Mokslas. 1998. 170 p.
2. Belcher, J.N. 2006. Industrial packaging developments for the global meat market. Meat Science. 74:143-148.
3. Berri C. Variability of sensory and processing qualities of poultry meat. World's Poultry Science Journal. 2000. Vol. 56. P. 209 – 224.
4. Brooks, C. 2007. Beef packaging. Beef Facts, Product Enhancement. Available at: http://www.beefresearch.org/
5. Brunken H.G., Glodek P. Untersuchungen zur Fleisch beschaffenheit im Hinblick auf die Leitfahigkeit und Halotanhanreaktion von Schvveinen der Deutschen Landrasse. Zūchtungskunde. 2004. N. 4. P. 45.
6. Bunkova L., Bunka F., Klcovska P., Mrkvicka P., Dolezalova M., Kracmar S. Formation of biogenic amines by Gram-negative bacteria isolated from poultry skin. *Food Chemistry*.2010. Vol. 121. P. 203–206.
7. Cambero I., Pereira-Lima C., Ordonez J., Fernando G. Beef broth flavour development. Science of Food and Agriculture. 2000. Vol 80. P. 1510- 1518.
8. Campo M. M., Santolaria P., Sañudo C., Lepetit J., Olleta J. L., Panea B., et al. Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. Meat Science. 2000. 55. P. 371–378.
9. Coles R., Mcdowell D., Kirwan M. Food packaging technology. blackwell publishing ltd. 2003. P. 1-23.
10. Cornforth D. P. and Hunt M. C. Low-Oxygen Packaging of Fresh Meat with Carbon Monoxide Meat Quality, Microbiology, and Safety.*AMSA White Paper Series*. 2008. Vol. 2. P. 1-10.
11. Cornforth, D. and Hunt, M. (2008). Low-oxygen packaging of fresh meat with carbon monoxide. Meat quality, microbiology, and safety. AMSA White Paper Series, Nr. 2. P. 1-10. American Meat Science Association, Savoy, Illinois, USA. Eilert, S. 2007. Testimony before the House Agriculture Committee. Available at: agriculture.house.gov/testimony/110/h71030/Eilert.doc.
12. Damen F. W. M. & Steenbekkers L. P. A. Consumer behaviour and knowledge related to freezing and defrosting meat at home. British Food Journal. 2007. 109(7). P. 511–518.

13. Destefanis G., Barge M. T. & Brugiapaglia A. Meat quality in four muscles of hypertrophied Piamontese and Belgian Blue and White young bulls. In Proceedings of 42nd international congress of meat science and technology. 1st–6th September, Lillehammer, Norway. 1996. P. 298–399.

14. Dransfield E. Conditioning of meat. Recent advances and development in the refrigeration of meat chilling. Meeting of IIR Commission C2 Bristol (OK). 1986. Section, 1. P. 61–68.

15. Dransfield E. The value of beef tenderness to the consumer. In Proceedings of 44th international congress of meat science and technology. 1998 30th August–4th September, Barcelona, Spain. P. 810–811.

16. Farouk M. M. & Weliczko K. J. Effect of diet and fat content on the functional properties of thawed beef. Meat science. 2003. 64. P. 451–458.

17. Farouk M.M., Weliczko K.J. & Merts I. Ultra-fast freezing and low storage temperatures are not necessary to maintain the functional properties of manufacturing beef. Meat Science. 2003. 66. P. 171–179.

18. Feiner G. Quality Ingredients. Australia. Meat products handbook: Practical science and technology. September 2006. 672 p.

19. Fukumoto G.K., Kim Y.S., Oduda D., Ako H. Chemical composition and shear force requirement of loin eye muscle of young, forage-fed steers. Research Extension Series 161. 1995. P. 1-5.

20. Galgano F., Favati F., Bonadio M., Lorusso V., Romano P.Role of biogenic amines as index of freshness in beef meat packed with different biopolymeric materials. *Food Research International.* 2009. Vol. 42. P. 1147–1152.

21. Galvijininkystės perspektyvos Lietuvoje. http://www.zum.lt/min/Informacija/dsp_news.cfm. Prieiga per internetą 2011-06-01.

22. Gracey J.F., Collins D.S., Huey R.J. Meat hygiene. 10th edition. Elsevier Health Sciences. 1999. P. 21 – 758.

23. Grujiic R., Petrovic L., Pikula B. & Amidzic L. Definition of the optimum freezing rate: 1. Investigation of structure and ultrastructure of beef muscle Longissimus dorsi frozen at different freezing rates. Meat Science. 1993. 33. P. 301–318.

24. Gyvulių ir paukščių priėmimas, paruošimas bei skerdimas. Bendrasis programavimo dokumentas (BPD). http://www.lzuu.lt/nm/l-projektas/gyv_kokybe/21.htm. Prieiga per internetą 2011-06-01.

25. Hildrum K.I., Solvang M., Nilsen B.N., Froyetein T. & Berge J. Combined effects of chilling rate, low voltage electrical stimulation and freezing on sensory properties of bovine M. Longissimus dorsi. Meat Science. 1999. 52. P. 1–7.

26. Hinton M., Holder J.R., Hudson W.R., Coombs E., Allen V. & Corry J.E.L. The bacteriological quality of British beef 3. Frozen primal joints. Meat Science. 1998. 50(4). P. 403–409.

27. Honikel K., Lengerken G. Fleisch und Fleischwaren. Frankfurt am Main. 2000. P. 706-709.

28. Hunt, M.C., Mancini, K.A., Hachmeister, K.A., Kropf, D.H., Merriman, M., DelDuca, G. and Milliken, G. 2004. Carbon monoxide in modified atmosphere packaging affects color, shelflife, and microorganisms of beef steaks and ground beef. Journal of Food Science. Vol. 69 (1). P. 45-52.

29. Hutarova Z., Borilova G., Svobodova I., Večerek V., Forejtek P., Hulankova R., Maršalek P. Effect of storage conditions on the biogenic amine content in wild boar meat. *ACTA VET. BRNO*. 2014. Vol. 83. P. 61–65.

30. Immonen K., Puolanne E. Variation of residual glycogen glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. Meat Science. 2000. Vol. 55. P. 279 – 283.

31. Irkin R. and Kizilirmak O. Control of Listeria monocytogenes in Ground Chicken Breast Meat under Aerobic, Vacuum and Modified Atmosphere Packaging Conditions with or without the Presence of Bay Essential Oil at 4°C.*Food Sci. Technol. Res*. 2010. Vol.16 (4). P. 285 – 290.

32. Jukna Č., Jukna V., Baltušnikienė A. Šiuolaikinės selekcijos Lietuvos juodmargių ir Lietuvos žalųjų galvijų mėsos produkcijos palyginamasis įvertinimas. Veterinarija ir zootechnika. Kaunas. 2006. T. 33 (55). P. 36-38.

33. Kalač, P. Krausova P. A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods. *Food Chemistry*.2005. Vol. 90. P. 219–230.

34. Kim Y.H.B., Stuart A., Nygaard G., Rosenvold K. High pre rigour temperature limits the ageing potential of beef that is not completely overcome by electrical stimulation and muscle restraining. Meat Science. 2012. Vol. 53. P. 12-19.

35. Kosovač O., Živković B., Radović Č., Smiljaković T. Quality indicators: carcas side and meat quality of pigs of diferent genotypes. Biotechnology in Animal Husbandry. 2009. Vol. 25 (3–4). P. 173–188.

36. Koutsoumanis, K.P. and Taoukis, P. 2005. Meat safety, refrigerated storage and transport: Modeling and management. In: J.N. Sofos, Editor, Improving the Safety of Fresh Meat. Woodhead/Publishing, Ltd., Cambridge, UK. P. 503–561.

37. Kristensen L, Purslow P.P. The effect of ageing on the water-holding capacity of pork: role of cytoskeletion proteins. Meat Science. 2001. Vol. 58. P. 17-23.

38. Lagersted A., Enfält L., Jihansson L. & Lundström K. Effect of freezing on sensory quality, shear force and water loss in beef M. Longissimus dorsi. Meat Science. 2008. 80. P. 457–461.

39. Lazaro C. A., Conte-Júnior A., Cunha F., Másrico E., Mano S. B. Franco R. M. Validation of an HPLC Methodology for the Identification and Quantification of Biogenic Amines in Chicken Meat.*Food Analytical Methods*. 2013. Vol. 6. P. 1024-1032.

40. Leskauskaitė D., Mažuknaitė I., Vinauskienė R., Pukinskytė S., Vinauskaitė R. Valgomųjų išrūgų baltymų plėvelių savybės ir jų įtaka šviežios mėsos kokybei. Maisto chemija ir technologija. 2010. T. 44(Nr. 2). P. 35-42.

41. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2004 m. lapkričio 5 d. įsakymas Nr. 3D-605, http://www.zum.lt/documents/isakymu-priedai/110825-3D-653.pdf. 2015.04.28.

42. Magnusson M., Scholderer J., Bredahl L. Consumer expectations of the quality of pork produced in sunstainable outdoor systems. University of Uppsala. 2005. P. 9 – 28.

43. Medina M.Á., Urdiales J.L., Rodríguez-Caso C., Ramírez F.J. and Sánchez-Jiménez F. Biogenic Amines and Polyamines Similar Biochemistry for Different Physiological Missions and Biomedical Applications // Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology. 2003. Vol. 38 (1). P. 23-59.

44. Mėsos ir paukštienos šviežumo įvertinimo techninis reglamentas. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2000 m. gruodžio 14 d. įsakymas Nr. 356 (Žin., 2001, Nr.1-19).

45. Molette C., Remignon H., Babile R. Maintaining muscles at a high post-mortem temperature induces PSE-like meat in turkey. Meat Science. 2003. Vol. 63. P. 525 – 532.

46. Monson F., Sañudo C. & Sierra I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. Meat Science. 2004. 68. P. 595–602.

47. Mousavi R., Miri T., Cox P.W. & Fryer P. Imaging food freezing using a X - ray microtomography. International Journal of Food Science and Technology. 2007. 42. P. 714–727.

48. Muhammad Zukhrufuz Zaman, Abdulamir A.S., Fatimah Abu Bakar, Jinap Selamat and Jamilah Bakar, A Review: Microbiological, Physicochemical and Health Impact of High Level of Biogenic Amines in Fish Sauce, American Journal of Applied Sciences. 2009. Vol. 6 (6). P. 1199-1211.

49. Neath K.E., Del Barrio A.N., Lapitan R.M., Herrera J.R.V., Cruz L.C., Fujihara T., Muroya S., Chikuni K., Hirabayashi M., Kanai Y. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during postmortem aging. Meat Science. 2007. Vol. 75 (1). P. 499 – 505.

50. Ngapo T. M., Berge P., Culioli J., Dransfield E., De Smet S. & Claeys E. Perimysial collagen crosslinking and meat tenderness in Belgian Blue double- muscled cattle. Meat Science. 2002. 61. P. 91–102.

51. Shanks B.C., Wulf D.M. & Maddock R. J. Technical note: The effect of freezing onWarner–Bratzler shear force values of beef Longissimus steaks across several postmortem ageing periods. Journal of Animal Science. 2002. 80(8). P. 2122–2125.

52. Šimkevičienė Z., Kažemėkaitytė D. Mėsos ir jos produktų kokybės bei technologijos laboratoriniai darbai. Kaunas. 1986. P.81.

53. Singh, R.K. and Singh, N. 2005. Quality of packaged foods. In J.H. Han, Editor, Innovations in food packaging. Elsevier Academic Press, Amsterdam, pp. 22-24.

54. Skimundris V. Skerdimo produktų tehnologija. Vilnius. Žuvėdra. 2000. 259 p..

55. Soltanizadeh N., Kadivar M., Keramat J., Fazilati M. Comparison of fresh beef and camel meat proteolysis during cold storage. Meat Science. 2008. Vol. 80. P. 892 – 895.

56. Steinhauser L. Hygiena a technologie masa. Steinhauser s.r.o. ve svém vydavatelství potravinářské literatury LAST, Brno. 1995. P. 549-559.

57. Vieira C., Diaz M.T., Martínez B., García-Cachán M.D. Effect of frozen storage conditions (temperature and length of storage) on microbiological and sensory quality of rustic crossbred beef at different states of ageing. Meat Science 2009. Vol. 83. P. 398–404.

58. Vieira C., García-Cachán M. D., Recio M. D., Domínguez M. & Sañudo C. Effect of ageing time in meat of rustic genotype animals and its crossbred with Charolais breed slaughtered at the same maturity grade. Spanish Journal of Agricultural Research. 2006. Vol. 4(3). P. 225–234.

59. Voges, K.L., Mason, C.L., Brooks, J.C., Delmore, R.J., Griffin, D.B., Hale, D.S., Henning, W.R., Johnson, D.D., Lorenzen, C.L., Maddock, R.J., Miller, R.K., Morgan, J.B., Baird, B.E., Gwartney, B.L. and Savell, J.W. 2007. National beef tenderness survey –2006: Assessment of Warner–Bratzler shear and sensory panel ratings for beef from U.S. retail and foodservice establishments. Meat Science. Vol. 77(3). P. 357-364.

60. Zhang, S.X., Farouk M.M., Young O.A., Weliczko K.J., & Podmore C. Functional stability of frozen normal and high pH beef. Meat science. 2005. Vol. 69. P. 765–77.