



PIKAAJALISE LAAGERDAMISE MÕJU ABERDIINI-ANGUSE VEISETÕU LIHAKVALITEEDILE

EFFECT OF LONG AGEING TIME ON BEEF QUALITY OF ABERDEEN ANGUS

Alo Tänavots¹, Arne Põldvere^{1,2}, Lembit Lepasalu¹, Riina Soidla¹

¹ Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini loomakasvatuse instituut, F.R. Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu

² Eesti Tõusigade Aretusühistu, Aretuse 2, 61411 Märja, Tartumaa

Saabunud: 18.09.2013
Received: 18.09.2013
Aktsepteeritud: 26.09.2013
Accepted: 26.09.2013

Avaldatud veebis: 20.12.2013
Published online: 20.12.2013

Vastutav autor: Alo Tänavots
Corresponding author: Alo Tänavots
e-mail: alo.tanavots@emu.ee

Keywords: beef, tenderness, ageing, Aberdeen Angus breed, Warner Bratzler sheare force test

Lühendid / Abbreviation key: **MTM** – suur ümarlihas (*m. teres major*); **MLD** – pikim seljalihhas (*m. longissimus dorsi syn. m. longissimus thoracis et lumborum*), **WB** – Warner Bratzler.

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2013_2_tanavots.pdf

ABSTRACT. Beef cattle farming have expanded rapidly over the last decade in Estonia. The objective of this work was to study the effect of long ageing time on the quality of meat of the Aberdeen Angus cattle. Technological traits were analysed at 14, 28, 35 and 60 days, and chemical parameters at 14 days of ageing. No differences were found between the moisture, ash and protein contents of the muscles, while intramuscular fat concentration ranged from 0.15 to 2.62% in MTM and 0.87 to 1.62% in MLD. Decline in pH was observed, whereas electroconductivity, ageing and boiling loss increased during ageing. The shear force energy at the cutting point of MTM fibres was 221.1–271.1 mJ. Breaking point of MTM muscle fibres was highest (38.5 N) at 35 days of storing. Significantly lower shear force (29.6 N) was at 60 days. No differences were found between 14 and 28 days of ageing. The MLD muscle showed a clear trend towards tenderizing during ageing (139.1–80.4 mJ). The energy consumption value decreased at 35 days, while the shear force was significantly lower already at 28 days compared to 14 days of ageing (27.8 vs. 22.5 N). At 60 days, the shear force was 16.6 N. It can be concluded that ageing did not affect MTM muscle tenderness during 14 to 35 days of storing, and had only a modest effect at 60 days. However, ageing time had a significant effect on the tenderness of MLD.

© 2013 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2013 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Eestis on viimasel kümnendil lihavedekasvatuse järjest laiemalt levinud ja veiseliha on leidnud tarbijate toidulaual olulise koha. Aastate jooksul on imporditud üha enam lihavedetõuge, keda peetakse enamasti vabalt karjamaal. Eesti Lihavedekasvatavate Seltsi (2013) andmetel oli 2013. aasta jaanuari seisuga Eestis 14 erinevat lihavedetõugu 50 977 veisega, kellest arvukuselt teisel kohal 25%ga oli aberdiini-anguse tõug. Aberdiini-anguse tõugu lihavede liha peetakse üheks õrnemaks tänu kõrgemale rasvasisaldusele võrreldes teiste mandriuroopa lihatõugudega (Koch jt, 1982; Koch jt, 1979; O'Ferrall jt, 1989; Chambaz, 2003).

Lihavedeid on aretatud spetsiaalselt selleks, et saada kõrgema toiteväärtusega, pehmemat ja maitsvamat liha. Kuna veiseliha on struktuurilt sitke, tuleks seda

enne tarvitamist laagerdada, et vähendada lõikejõu tugevust (Field jt, 1971; Jennings jt, 1978; Mottram, 1998). Laagerduse käigus müofibrillaarsed valgud lagunevad, liha hakkab pärast surmakangestuse faasi pehmemaks muutuma, tema maitseomadused paranevad (Koochmarraie jt, 1995). Liha õrnuse parandamiseks peaks seda laagerdama vähemalt 14 päeva, pikemaajalisel laagerdumisel võib tekkida ebameeldiv lõhn ja veiseliha tekib maksa kõrvalmaitse (Hanzelková, 2011). Protsessi kestel toimuvad lihas biokeemilised ja mikrobioloogilised protsessid – muutub liha värvus, maitse, tekstuur – kõik need parandavad liha kvaliteeti (Wicklund jt, 2005). Seega õige laagerdustehnoloogia kasutamine määrab olulisel määral lõpptoote kvaliteedi ja ka töötlemise majanduslikud näitajad. Liha õrnust peetakse tavaliselt üheks tähtsamaks kriteeriumiks (Love, 1994). Veiseliha

laagerdatakse Eestis veel üsna vähe, samas kui mujal maailmas on see laialt levinud (Tobreluts, 2011).

Kasutatakse kolme põhilist veiseliha laagerdamise meetodit: 1. kuivlaagerdamine; 2. märglaagerdamine; 3. Laagerdamine alternatiivse pakendi kasutamise. Eeltoodud kolmest meetodist on veiseliha märglaagerdamine praegusel ajal enamkasutatav meetod liha laagerdamise tehnoloogias, sest see võimaldab, võrreldes teiste tehnoloogiatega, paremini kontrollida protsessi ja laagerdamise tingimusi.

Töö eesmärgiks oli uurida pikaajalise laagerdamise mõju aberdiini-anguse tõu lihale ja määrata selle protsessi käigus toimuvaid kvaliteedinäitajate muutusi ning hinnata optimaalse laagerdusaja pikkust.

Materjal ja meetodika

Loomad. Kuus uurimuses osalenud aberdiini-anguse tõugu lihavaise pulli pärinesid ühest Eesti lihavaisekasvatuse farmist. Veiseid peeti traditsioonilisel viisil aastaringselt karjamaal, kus neil oli võimalus halva ilma korral varjuda. Vasikad kasvasid oma emade juures kuni võõrutamiseni (umbes 7–8 kuu vanuseni) karjamaal. Pärast võõrutamist kuni tapamiseni oli nende põhisöödaks suveperioodil karjamaarohi ja lisaks anti neile mineraale ja soola. Talveperioodil kuulus veiste ratsiooni silo ja hein, mida söödeti *ad libitum* ning sool. Silo varuti 2012. aastal 50% ristiku ja 50% kõrreliste suhtega kultuurrohumaalt (timut, karjamaaraihein). Pullidele söödeti esimese niite silo, mis niideti 2.–4. juunil ja mille sileerimisel kindlustuslisan-deid ei kasutatud. Organoleptilised näitajad olid rulli-

silol väga head (proove ei analüüsitud). Hein varuti juuli esimesel nädalal looduslikelt rohumaadelt ja jõeluhtadelt. Heina säilitati varjualustes ja selle kvaliteet oli visuaalsel hinnangul rahuldav.

Karjatamine toimus kopliviisiliselt, roteerides viie kopli kaupa, mis olid liigirohked looduslikud rohumaad. Noorveiseid peeti 15-loomalistes gruppides, kellele söödeti silo kahest rullihoidjast ning hein toodi ruloonidena pullide magamisasetetele, kus selle jäägid olid ka ühtlasi allapanuks. Juua said veised suvel vabalt jõest ja tiikidest, talvel olid kasutusel kuultermosjooturid (60 looma kohta kaks jooturit).

Veised tapeti 21. jaanuaril 2013. a EL poolt tunnustatud tapamajas. Veiste tapmisaege vanus varieerus suhteliselt suurtes piirides, olles 18–33 kuud (tabel 1). Siiski nelja looma vanuse erinevus oli kolm kuud. Suure vanuse erinevuse põhjuseks oli ekstensiivsel pidamisel esinev pullide erinev kasvukiirus, mille tõttu osad veised saavutasid soovitava elusmassi teistest hiljem.

Veised suunati tapaliinile umbes tunni aja jooksul tapamajja saabumisest. Tapaprotsessi käigus märgistati veiserümbad kõrvamärgil oleva numbriga. Tapajärgselt veiserümbad kaaluti ja hinnati väljaõppinud klassifitseeriija poolt SEUROP süsteemi kasutades subjektiivselt. Seejärel transporditi rümbad jahutuskambrisse, mille temperatuur oli 0–+4°C ning hiljem viidi jahutatud liha säilituskambrisse. Poolrümbad lõigati veerandrumpadeks ja transporditi 31. jaanuaril 2013. a teise ettevõttesse ning tükeldati tööstuses kasutatava skeemi alusel.

Tabel 1. Uuringus osalenud veiste üldiseloomustus

Table 1. Characteristics of beef cattles in study

Näitajad/Items	Veis 1 Cattle 1	Veis 2 Cattle 2	Veis 3 Cattle 3	Veis 4 Cattle 4	Veis 5 Cattle 5	Veis 6 Cattle 6
Vanus, kuud / Age, months	28	19	33	21	21	18
Tapasooja rümba mass / Hot carcass weight, kg	322,1	280,8	282,6	359,9	309,7	226,4
Jahutatud rümba mass / Cold carcass weight, kg	314,6	274,3	275,7	352,5	302,6	220,8
Jahutuskadu / Chilling loss, %	2,3	2,3	2,4	2,1	2,3	2,4
Rümba lihakus klass (EUROP) Carcass meatiness class (EUROP)	O	R	O	R	R	O
Rümba rasvasus klass / Carcass fatness class	3+	3+	3+	3+	3–	2+

Liha iseloomustus. Laagerdunud liha kvaliteedi hindamiseks lõigati kuue veise suurest ümarlihastest (*m. teres major*) (MTM) ja kolme veise pikimast seljalihastest (*m. longissimus dorsi* sün *m. longissimus thoracis et lumborum*) (MLD) proovitükid suurusega umbes 300 g. Lihased pakendati lihatööstuses vaakumpakendisse ja transporditi jahutuskastis EMÜ VLI lihalaborisse, kus neid märglaagerdati kuni 60 päeva temperatuuril –1°C. Liha keemiline koostis määrati lihalaboris laagerdumise 14. päeval, teised veiseliha kvaliteedinäitajaid hinnati 14., 28., 35. ja 60. laagerduspäeval pärast tapmist.

Uuringu käigus määrati veiseliha kvaliteedi muutused laagerdusprotsessil. Tehnoloogilistest näitajatest mõõdeti liha happesust (pH-väärtust), elektrijuhtivust, veesidumisvõimet, värvust, laagerduskadu, keedukadu, keemilisest koostisest liha kuivaine-, rasva-, tuha- ja valgusisaldust. Liha pH-väärtust, värvust ja elektri-

juhtivust mõõdeti erinevate seadmetega; vastavalt pH STAR CPU, OPTO STAR CPU ning LF STAR CPU.

Keemiliselt koostiselt lihaproovid valgu-, niiskuse- (kuivaine-) ja tuhasisalduse osas oluliselt ei erinenud (tabel 2). MTM rasvasisaldus jäi 0,15–2,62% vahele, MLD oli aga see 0,87–1,62%. Vähem oli lihaskoes rasva lihastes 0,15% MTMs ja 0,87% MLDs, rohkem aga vastavalt 2,62% ja 1,62%.

Liha veesidumisvõime määrati Grau ja Hammi (1952, 1957) meetodil, mida olid muutnud Volovinskaja ja Kjelman (1961). Meetod põhineb lihast eralduva vee hulga kindlakstegemise printsiibilil, kus 0,3-grammine liha kaalutis pannakse viieks minutiks tuhavabale 150-millimeetrise läbimõõduga filterpaberile (nr 43, MN 640m) ühekilogrammise raskuse alla kahe klaasi vahele. Laiaks vajutatud liha ja märja laigu alad mõõdetakse planimeetriga ning leitakse lihast filterpaberile eraldunud vesise ala pindala.

Tabel 2. Lihaste keemilise koostise keskväärtused 14 päeva pärast tapmist (\pm standardviga)

Table 2. Average values of chemical composition of muscles after 14 days of slaughtering (\pm standard error)

Lihas	Kuivaine- sisaldus, <i>Dry matter content,</i> %	Valgu- sisaldus, <i>Protein content,</i> %	Tuha- sisaldus, <i>Ash content,</i> %	Rasva- sisaldus, <i>Fat content,</i> %
Suur ümarlihas <i>M. teres major</i>	22.38 (0.37)	19.92 (0.42)	1.07 (0.03)	1.38 (0.39)
Selja pikim lihas <i>M. longissimus dorsi</i>	24.37 (0.18)	22.12 (0.10)	1.11 (0.02)	1.14 (0.24)

Liha veesidumisvõime iseloomustab liha võimet hoida endas vett ning seda väljendatakse protsentides liha massi suhtes.

$$B\% = \frac{(A - 8,4 * V)}{A_1} * 100,$$

kus

B% – lihast eraldunud vee osakaal, %;

A – vee koguhulk uuritavas lihatükis, mg;

A₁ – proovitüki mass, mg;

8,4 – 1 cm² suurune filterpaberi ala sisaldab 8,4 mg vett;

V – lihast eraldunud vee pindala filterpaberil, cm².

Liha kuivaine määrati vastavalt Eesti Vabariigi standardile EVS-ISO 1442 (1999). Toorrasva hulga kindlakstegemiseks kasutati Soxtec aparati (Tecator Application Note AN 23/80) AOAC 991.36 (1995) meetodikat kasutades. Toorproteiinisaldus määrati meetodikaga AOAC 981.10 (1996) Tecator seadet kasutades. Tuhasisaldus määrati tuhastamise teel muhvelahjus vastavalt ISO 936:1998 standardile (1998).

Laagerduskaio määramiseks kaaluti vaakumpakendatud proovitükk, pakend avati ja eraldati liha. Pakend koos eraldunud lihamahlaga kaaluti ja seejärel valati lihamahl pakendist välja, see pesti ja kuivatati ning kaaluti uuesti. Seejärel arutati eraldunud lihamahla kogus, mille alusel leiti laagerdamiskadu.

Veiseliha keedukaio leidmiseks kaaluti proovitükid ja asetati need kilekottidesse ning kuumutati vesivannis temperatuuril 95°C kuni proovisisese temperatuur oli 72–76°C. Proovid võeti vesivannist välja ja jahutati toatemperatuurini, seejärel kaaluti ning arutati keedukaadu.

Veiseliha tekstuuri mehhaaniliste parameetrite määramiseks kasutati tekstuurianalüsaatorit TMS Pro lisaseadmega lihaskoe lõiketugevuse määramiseks (TMS-PRO LOAD CELL 1kN) ning lõikeadmega TMS-PRO *Light weight blade set*. Proovitükkide ettevalmistamine ja lõiketugevuse määramine toimus WB meetodika alusel (Savell jt, 2013). TMS Pro tehnilised andmed olid:

1. V-kujuline, 60 kraadne nurgaga lõiketera, paksusega 1,016 mm.
2. Tera liikumiskiirus 500 mm/min.
3. Maksimaalselt rakendatav jõud \leq 1000 N.

Testiti kuue lihaseise termiliselt töödeldud MTM lõiketugevust laagerdamise 14., 28. 35. ja 60. päeval.

Samuti ka kolme lihaseise termiliselt töödeldud MLD lõiketugevust. Proovitükkide võtmiseks kasutati puurmasinat, millele oli kinnitatud proovivõtu toru diameetriga 11 mm. Igast lihaproovist lõigati piki lihaskiudu proovivõtu toru abil välja kuni kümme proovitükki, seejärel alustati nende lõikamist risti lihaskiude. Testitud proovitükkidest kasutati lõikejõu parameetrite määramiseks kuut proovi igast lihast. Analüüsist jäeti välja proovitükid, kus testimise käigus tuvastati sidekoe olemasolu, mille läbistamiseks rakendati oluliselt rohkem jõudu.

Statistiline analüüs. Variatsioon- ja korrelatsioonanalüüs tehti paketi Statistical Analysis System (SAS, 1999) abil. Vähimruutude keskmised laagerdusaegade lõikes hinnati MTM ja MLD lihaste lõikejõu ja -energia näitajatele järgmise üldise lineaarse mudeli alusel:

$$Y_{ijn} = \mu + Aeg_i + Lihas_j + e_{ijn},$$

kus

Aeg_i – laagerdumise aja mõju päevades (14, 28, 35, 60);

Lihas_j – lihase mõju (1–6).

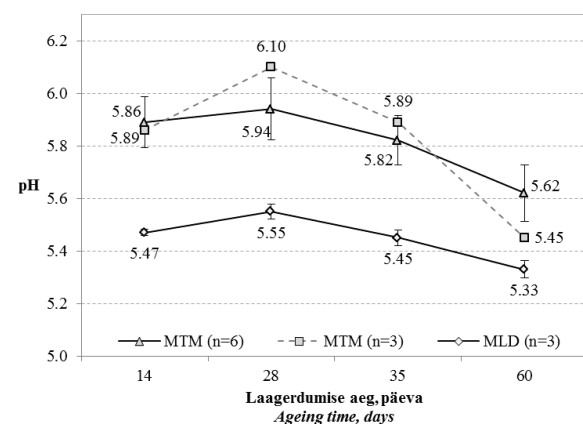
Lihastevahelise erinevuse statistilise olulisuse kindlakstegemiseks kasutati *student t*-testi.

Olulisuse tõenäosuse tasemed on esitatud tavapäraselt: *** – $p < 0,001$; ** – $p < 0,01$; * – $p < 0,05$; # – $p < 0,1$. Vähimruutude keskmiste oluliste erinevuste väljatoomiseks kasutati ülaindeksina tähti (a, b ja c), kus erinevate tähtedega tähistatud sama rea vähimruutude keskmised erinevad oluliselt (tõenäosus vähemalt $p < 0,05$).

Tunnustevaheliste seoste kirjeldamiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonikoefitsienti.

Tulemused

Tehnoloogilised parameetrid. Katseandmetel oli 14. laagerduspäevaks pärast tapmist kõigi MTM lihaste pH autolüüsi järgselt stabiliseerunud (joonis 1).



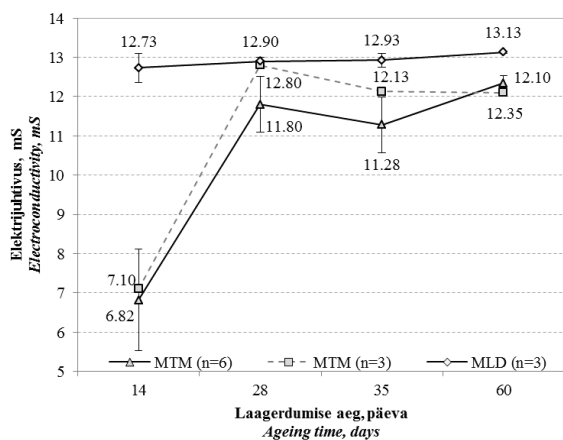
Joonis 1. pH-väärtuse (\pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul

Figure 1. Changes of pH-value (\pm standard error) during ageing

MLD lihaste happesus oli võrreldes MTM lihaste happesusega madalam (0,29–0,42 võrra) kõikidel laagerduspäevadel. Mõlema lihase puhul langeb liha happesus (pH-väärtus) veidi laagerdusaja pikenedes. MTM lihaste puhul oli langus 0,27 ja MLD lihaste korral väiksem, 0,14. Osadel MTM lihaproovidel esinesid riknemise tunnused 28., 35. ja 60. päeval. Tegemist võis olla lihaste osalise mikrobioloogilise saastumisega lihaproovide vaakumpakendamisel. Samas MLD puhul riknemise tunnuseid ei tuvastatud.

14 päeva pärast tapmist jäi kõigi MTM lihaste mõdetud elektrijuhtivus vahemikku 4,20–11,00 mS (keskmine 6,82 mS; joonis 2). 28. laagerduspäeval oli lihaproovide keskmine elektrijuhtivus aga pea kaks korda kõrgem – 11,80 mS (8,70–13,80 mS). Laagerdusaja edasisel pikenedes 35. päevani elektrijuhtivus mõningal määral langes (11,28 mS), kuid 60. laagerduspäeval aga tõusis 12,35 mS-ni. Joonise 2 andmetel MTM lihaste elektrijuhtivus suureneb laagerdusaja pikenedes 5,53 mS võrra.

Samuti suurenes ka MLD lihaste elektrijuhtivus laagerdusperioodi pikenedes, kuid elektrijuhtivuse näitajad oli võrreldes suur ümarlihasega veidi kõrgemad. Elektrijuhtivuse muutus laagerdusaja kestel oli antud lihase korral siiski oluliselt väiksem (0,4 mS) kui MTM lihase puhul. Seega võib väita, et laagerdamisprotsessi kestel vabaneb lihaskiudude vaheline lihamaahl, mille tõttu suureneb veiselihade elektrijuhtivus.



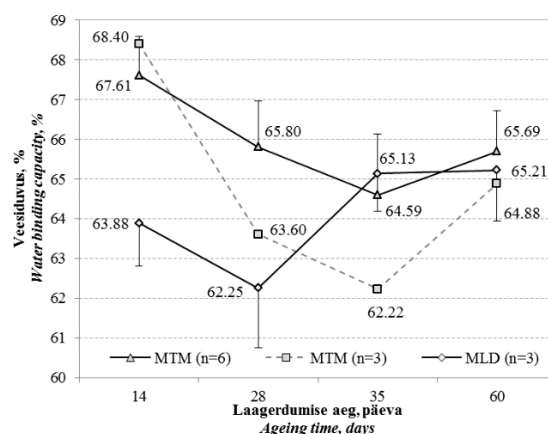
Joonis 2. Elektrijuhtivuse (\pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul
Figure 2. Changes of electroconductivity (\pm standard error) during ageing

Fenotüübilised seosed erinevate lihaste pH-väärtuse ja elektrijuhtivuse vahel osutusid nõrgaks ja statistiliselt mitteoluliseks ($r_{\text{MTM}} = 0,153$, $p = 0,474$); $r_{\text{MLD}} = -0,277$, $p = 0,190$).

Keskliste näitajate alusel leitud veesiduvuse muutus laagerdusaja kestel oli väike (MTM 64,59–67,61%, MLD 62,25–65,21%). MTM lihas sidus paremini vett 14. laagerduspäeval (67,61%), millele järgnes veesiduvuse mõningane langus kuni 35. laagerduspäevani (64,59%; joonis 3). Edasisel laagerdamisel jäi MTM lihaste veesiduvus suhteliselt stabiilseks, olles laagerdusaja lõpuks 65,69%. Erinevate

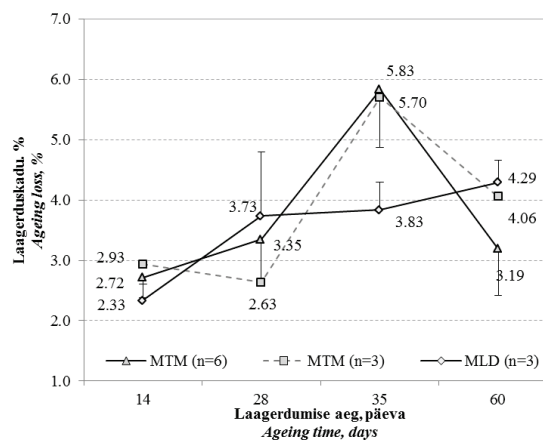
veiste MTM lihaste veesiduvusi võrreldes, leiti küllaltki suured erinevused (58,55–70,60%).

MLD lihase veesiduvused olid võrreldes MTM lihasega 14. ja 28. laagerduspäeval umbes 5% madalamad. Edaspidisel laagerdamisel aga MLD veesiduvus tõusis oluliselt ning oli 35. ja 60. laagerduspäeval samal tasemel kui MTM lihaste veesiduvus. Ilmselt toimub MLD lihases vee intensiivsem eraldumine varem ja MTM lihaste puhul toimub see pikema aja kestel.



Joonis 3. Liha veesiduvuse (\pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul
Figure 3. Changes of water binding capacity (\pm standard error) during ageing

Laagerduskadu suureneb MTM lihaste laagerdamisaja pikenedes 14. laagerduspäeval 2,72% kuni 5,83% 35. päeval (joonis 4). Seejärel langes lihamaahla kadu tavapärase 3,19% tasemini. Seega võib oletada, et lihaskiudude kõige intensiivsem lagunemine toimus 28. ja 35. laagerduspäeva vahel, kus lihamaahla eritub lihast kõige rohkem. Seda tulemust kinnitavad ka veesiduvuse tulemused, kus see näitaja oli madalam laagerdusaja keskel. Ka veiste lihaste vahel olid laagerduskadude erinevused suured, olles 0,99–9,90% kogu laagerdusaja kestel.

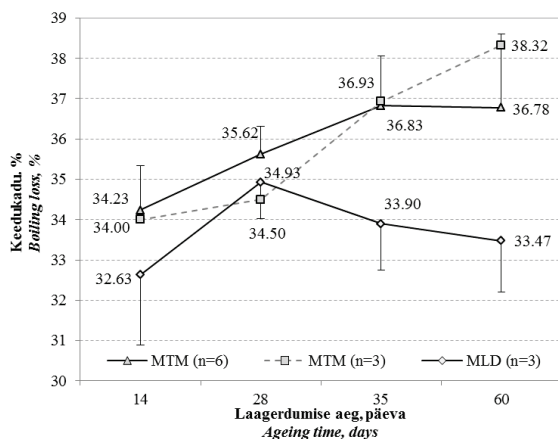


Joonis 4. Veiselihade laagerduskao (\pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul
Figure 4. Changes of ageing loss (\pm standard error) during ageing

Võrreldes MTM lihastega suurenevad MLD lihaste laagerduskadod laagerdusaja pikenedes lineaarselt 14. päevalt 60. päevani (2,33–4,29%). Seega võib järeldada, et laagerdamisaja pikenedes suureneb ka lihaste laagerduskadu.

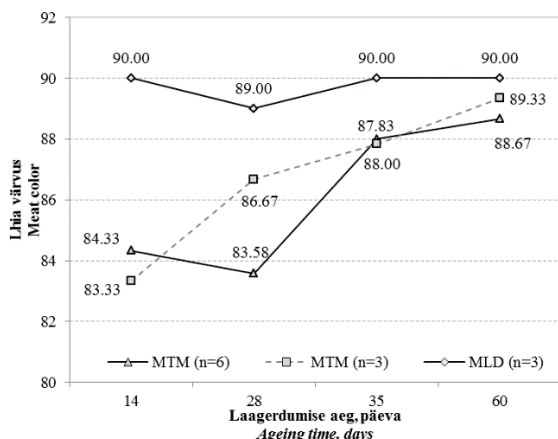
Korrelatsioon MTM lihase pH-väärtuse ja laagerduskao vahel oli nõrgalt negatiivne, kuid statistiliselt mitteoluline ($r = -0,242$; $p = 0,254$), samas MLD lihase puhul oli seos keskmise tugevusega negatiivne ja ka statistiliselt usaldusväärne ($r = -0,459$; $p = 0,024$). Seega võib väita, et liha hapendumisel (pH-väärtus langeb) eraldub enam lihamahla.

MTM lihaste keedukadu suurenes lineaarselt 35. laagerduspäevani (34,23–36,93%) ning stabiliseerudes seejärel 36,78% juures (joonis 5). Ka MLD lihaste keedukadu suurenes 28. laagerduspäevani (32,63–34,93%), kuid hakates seejärel langema ning oli 60. laagerduspäevaks 33,47%.



Joonis 5. Keedukao (\pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul
Figure 5. Changes of boiling loss (\pm standard error) during ageing

Korrelatsioon liha pH-väärtuse ja keedukao vahel oli uuritavatel lihastel erineva suunaga. MLD lihastel oli seos nõrgalt positiivne ja statistiliselt mitteoluline ($r = 0,135$, $p = 0,531$), kuid MTM lihaste puhul keskmiselt tugev negatiivne statistiliselt oluline seos ($r = -0,503$, $p = 0,012$).



Joonis 6. Värvuse muutus laagerdusaja jooksul
Figure 6. Changes of colour during ageing

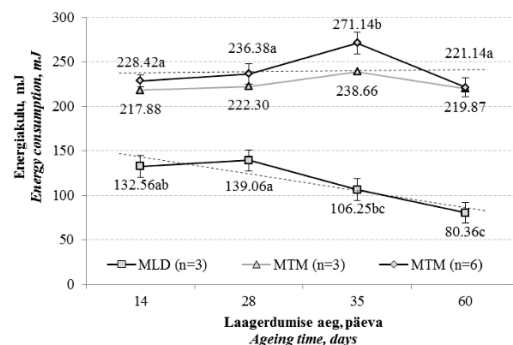
Samas seosed keedukao ja laagerduskao vahel olid nii MLD lihastel kui ka MTM lihastel keskmiselt tugevad ($r_{MLD} = 0,310$, $p = 0,140$ ja $r_{MTM} = 0,470$, $p = 0,020$).

Lihaveiste MTM lihaste värvus muutus laagerdumise kestel tumedamaks, kusjuures intensiivsem värvuse muutus toimus laagerdumise 35. päeval (joonis 6). Samas MLD lihaste värvus jäi kogu laagerdumisperioodi kestel samaks.

Mehhaanilised parameetrid. Keskmise energia-kulu, mis kulub lihaste proovitükide deformeerimiseks enne lihaskiudude purunemist, suurenes laagerdumisel ja oli MTM lihaste puhul laagerdusperioodi kestel sarnane (joonis 7). Statistiliselt oluliselt rohkem kulub energiat küll 28 päeva laagerdunud lihaskiudude deformeerimiseks, kuid arvestades eelnevate ja järgneva laagerduspäeva energiakulu sarnast taset võib tegemist olla mõningase kõrvalekaldega proovide ettevalmistamisel.

MLD lihaste puhul algas lihaskiudude intensiivne lagunemine pärast 28. laagerduspäeva, kus lihaproovide kokkusurumiseks ja purunemiseks kulunud energia vähenes seitsme päeva jooksul 32,81 mJ võrra ($p < 0,05$) ning laagerdusperioodi lõpuks oli see juba 80,36 mJ.

Eelnevast nähtub, et laagerduse ajal on erinevat tüüpi lihastele erinev mõju ja ka keskmise energiakulu erinevus lihaste vahel osutus statistiliselt oluliseks ($p < 0,001$).

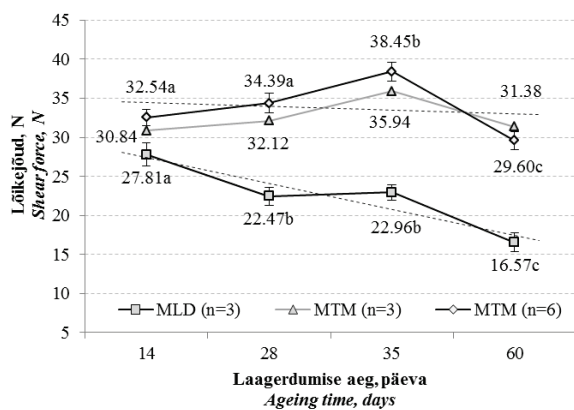


Joonis 7. Lihaskiudude purunemiseks kulunud energiakulu (vähimruutude keskmised \pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul

Figure 7. Changes of energy consumption (least squares means \pm standard error) to break muscle fibres during ageing

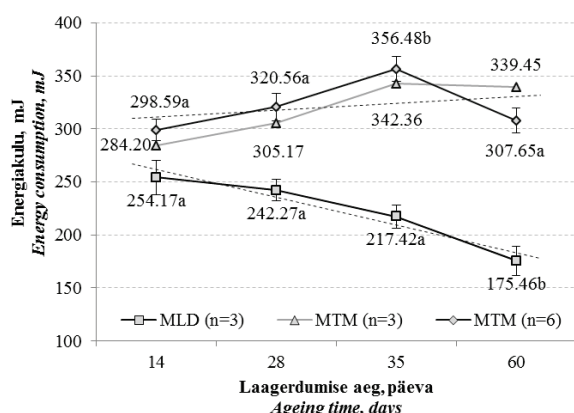
Proovitiiki lõikepunkt ehk maksimaalne jõud, mille juures algas lihase proovitiiki purunemine, vähenes laagerdusaja lõpuks nii MTM kui ka MLD lihaste puhul, vastavalt 1,16 N ja 11,24 N võrra (joonis 8). MTM lihaste puhul täheldati küll lõikejõu olulist tõusu 35. laagerduspäeval, kuid see võis olla tingitud veast proovide ettevalmistamisel, kuna lõikejõud 60. laagerduspäeval (29,6 N) oli oluliselt ($p < 0,05$) madalam kui laagerdusperioodi algul (32,54 N). MLD lihaste puhul vähenes lõikejõud aga oluliselt ($p < 0,05$) juba 28. laagerduspäeval (5,34 N võrra), jäädes seejärel järgneva seitsme päeva kestel stabiilseks. Sarnaselt MTM lihastele toimus ka MLD lihaste puhul laagerdusaja lõpul (60. päev) lõikejõu oluline langus, mis

viitab lihaskiudude intensiivsele lagunemisele laagerdumise viimase 25 päeva kestel.



Joonis 8. Lihaskiudude lõikejõu (vähimruutude keskmised \pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul
Figure 8. Changes of muscle fibres shear force (least squares means \pm standard error) during ageing

Summaarne energiakulu on vajalik proovitüki deformeerimiseks ja läbilõikamiseks. Nagu energiakulu lõikepunktini, nii ka koguenergia kulu MTM lihaste läbilõikamisele ei muutunud laagerdusaja lõikes oluliselt. Seevastu MLD lihased reageerisid laagerdusaja pikemisele koguenergia kulu langusega, olles küll statistiliselt oluliselt erinev ($p < 0,05$) ainult laagerdumise viimasel päeval.



Joonis 9. Lihaskiudude läbilõikamiseks kulunud koguenergia (vähimruutude keskmised \pm standardviga) muutus laagerdusaja jooksul
Figure 9. Changes of total energy consumption (least squares means \pm standard error) to cut through muscle fibres during ageing

Arutelu

Veiseliha pH-väärtus on autolüüsi järgselt 14. laagerduspäevaks pärast tapmist stabiliseerunud (Brewer, Novakofski, 2008). MTM lihase happesus on MLD lihase happesusest madalam kõikidel laagerduspäevadel. Mõlema lihase puhul langeb liha happesus (pH-väärtus) laagerdusaja pikenedes. Kolme MTM lihase pH-väärtuse tõusu 28. päeval võis põhjustada glükogeenivarude hilisem lõhustumise algus, kuna hilisem pH langus oli oluliselt suurem kui kõigil lihastel kokku. MLD lihaste puhul oli 28. laagerduspäeval

pH-väärtuse tõus oluliselt väiksem, mis näitab glükolüüsi lõhustumisprotsessi ühtlasemat jagunemist laagerdusaja kestel.

MTM lihaste lihasesisese rasva sisaldus oli suurem kui MLD lihastel, kuid selle võrra oli väiksem MTM lihaste proteiinisaldus. Samas MTM lihaste rasvasisaldus varieerus suuremas ulatuses kui MLD lihaste oma. MTM lihaste suurem lihasesisese rasva sisaldus aga ei tähendanud, et liha lõikamiseks oleks kulunud vähem jõudu (WB lõikejõu tugevus). Ka Mandell jt (1997) ning Campo jt (1999) leidsid, et lihasesisene rasv on väiksema tähtsusega liha struktuuri mõjutav faktor kui laagerdumine või teised näitajad.

Laagerdamisprotsessiga suureneb veiseliha elektrijuhtivus. MTM lihase elektrijuhtivus tõusis 6,82 mS kuni 12,35 mS, MLD lihasel 12,7 mS kuni 13,1 mS. Kuna elektrijuhtivus näitab liha rakustruktuuride kahjustuse astet, siis võib väita, et laagerdusprotsessi kestel kahjustub liha struktuur ja vabaneb lihaskiudude vaheline lihamahl, mis toob endaga kaasa elektrijuhtivuse tõusu.

Laagerdusaeg ei mõjuta oluliselt liha veesiduvust kummagi lihase korral, kusjuures liha veesiduvuse muutus laagerdusaja kestel oli väike (MTM 64,6–67,6%, MLD 62,3–65,2%). MTM lihas sidus paremini vett 14. laagerduspäeval, edasisel laagerdamisel jäi lihase veesiduvus suhteliselt stabiilseks. MLD lihase veesiduvused olid seevastu võrreldes MTM lihasega 14. ja 28. laagerduspäeval umbes 5% madalamad. Edaspidisel laagerdamise käigus MLD lihase veesiduvus tõusis saavutades 35. ja 60. laagerduspäevaks MTM lihaste veesiduvusega sama taseme. Põhjuseks võib olla asjaolu, et MLD lihases toimub vee intensiivsem eraldumine varem ja lühema aja jooksul kui MTM lihaste puhul.

Hanzelková jt (2011) leidsid, et MLD lihase keedukadu suureneb oluliselt 42-päevase laagerdusaja kestel (25,5–34,0%). Shanks jt (2002) aga näitasid oma uurimuses, et liha keedukadu hakkab tõusma peale 5-päevast laagerdust, kusjuures oluline keedukao tõus leiti 21. ja 35. laagerduspäeva vahel (22,02–26,36%). Antud uurimuses leiti sarnane trend küll MTM lihaste puhul, kuid MLD lihaste puhul järgnes peale keedukao tõusu 28. laagerduspäevani väike langus ja hiljem jäi keedukadu suhteliselt stabiilseks. Seega laagerdusaeg mõjutab keedukadu olenevalt lihast 28. või 35. laagerduspäevani. Vieira jt (2006) seevastu leidsid, et lühiajaline, 14-päevane, laagerdamine ei mõjuta keedukadu oluliselt ning nende (Vieira jt, 2007) hilisemas uuringus ei muutunud keedukadu oluliselt ($p > 0,1$) ka edasisel laagerdamisel 28. päevani.

Liha laagerduskadu suureneb laagerdamisaja pikenedes mõlema lihase puhul, kusjuures MLD lihaste vaheline varieeruvus oli väiksem. Laagerduskadu on MTM lihaste puhul maksimaalne (5,83%) 35. laagerduspäeval, seejärel langes lihamahla kadu tavapärase 3,19% tasemini. Võib oletada, et lihamahla kõige intensiivsem eraldumine lihast toimus 28. ja 35. laagerduspäeva vahelisel perioodil. Eeltoodud kinnitavad ka veiseliha veesiduvuse määramise tulemused,

kus see näitaja oli madalam laagerdusaja keskel. Vieira jt (2006) leidsid aborigeense tõu ja selle ristani võrdlemisel, et laagerduskadu muutus esimesel 14 laagerduspäeval vähe.

Ensümaatiline tegevus, mis põhjustab lihaskiudude lagunemist laagerdumise kestel, on kõige tähtsam tegur, mis mõjutab liha õrnemaks muutumist normaalse tehnoloogilise protsessi korral (Roncalés jt, 1995). MLD lihaste laagerdumisaaja pikenedamine muutis liha tekstuuri – liha muutus õrnemaks kogu laagerdusaja kestel. Sarnase tulemuse said ka Vieira jt (2007), kes leidsid, et MLD lihase WB lõikejõu tugevuse väärtus langes ($p < 0,1$) just 14. ja 28. laagerdumispäeva vahel. Huff ja Parrish (1993) ning Sañudos jt (2004) leidsid, et MLD lihaste 21-päevasel laagerdumisel nende lõikamiseks rakendatav jõud pidevalt väheneb. Nad märkisid, et õrnuse suurenemine oli progresseeruv, kuid eriti märgatav laagerdumise alguses. Ka Stolowski jt (2006) näitasid, et aberdiini-anguse ja braama tõu ristandite MLD lihase kõige suurem lõikejõu vähenemine (5 N) leiab aset 2. ja 14. päeva vahel, mis 42. laagerduspäevaks küll väheneb, kuid muutus on siiski statistiliselt oluline. Samas seitsmest vaatluse all olnud lihastest ühe puhul laagerdusaja kestel lihase pehmenemist ei toimunud ja kolme puhul leidis see aset esimese 14 päeva jooksul. Accioli jt (1995) leidsid, et WB lõikejõu väärtus erines oluliselt 9. ja 16. laagerduspäeval, kuid 16. ja 23. laagerduspäeva vahel enam olulist erinevust polnud. Vastupidiselt, Muchenje jt (2008) leidsid, et aberdiini-anguse MLD lihas oli saavutanud lõpliku pehmuse juba teiseks laagerdumispäevaks ja edaspidi (21. laagerduspäev) WB lõikejõud oluliselt ei vähenenud. Laagerdumise tulemusena vähenes liha lõikamiseks vajalik lõikejõud ja selleks kulutatud energia. Laagerdamise mõju oli erinevatele lihasele lihastele (MLD ja MTM) erinev. MTM lihaste tekstuuri laagerdusaja kestel muutusi ei toimunud. Seega võib järeldada, et MTM lihases toimusid ensümaatilised protsessid lihaskiudude lagunemiseks kiiremini ja 14. laagerduspäevaks oli liha õrnuse maksimum juba saavutatud. Siiski, erineva laagerduse kestusega MTM lihaste ja nende proovitükkide näitajate väärtuste vahel oli suur varieeruvus. Selle põhjuseks võis olla pullide suhteliselt suur vanuse erinevus, kelle lihaste sidekoe sisaldus oli suurem. Hästi on teada fakt, et raskemate ja vanemate veiste liha on vähem õrnem ja vajab laagerdumiseks pikemat aega (Shorthose, Harris, 1990; Koomaraie jt, 2002; Vieira jt, 2002; Kolczak jt, 2003). Campo jt (2000) ning Monson jt (2004) näitasid, et täiskasvanud loomade liha soovitava õrnuse saavutamiseks peab see laagerduma mitmeid nädalaid, kuid enamuse (75–80%) liha pehmenemisest leiab aset laagerdumise esimesel kümnel päeval, millal liha vastupanu lõikamisele väheneb eksponentsiaalselt.

McKeith jt (1985) näitasid, et veiste tagaosa lihastel on suurem ($p < 0,05$) lõikejõu tugevus kui nimme- (MLD) ja turjaosa lihastel (MTM). Antud uurimuses olid MLD lihased pehmemad, õrnema tekstuuri ja võrreldes MTM lihastega. Nende lihase läbi-

lõikamiseks oli vaja kulutada ca 1,5–2,0 korda vähem jõudu ja energiat. Ehkki MTM lihast loevad Calkins ja Sullivan (2007) oluliselt õrnemaks kui MLD lihast, leiti antud töös, et MLD lihaste deformeerimiseks ja lihaskiudude purustamiseks kulub vähem energiat ja jõudu võrreldes MTM lihastega. Ka lõikejõu erinevus MTM ja MLD lihaste vahel osutus statistiliselt oluliseks ($p < 0,001$). Samas Belew jt (2003) leidsid 40 lihase WB lõikejõu uuringus, et MTM ja MLD lihaste lõikamiseks kulunud jõud ei erinenud oluliselt. Kuna erinevatel lihastel on erinev funktsionaalsus, siis lihaste õrnus võib sõltuda ka nende rakendamise erinevates pidamistingimustes, mis mõjutab omakorda nende õrnust (Belew jt, 2003). Ka liha tapajärgsel käitlemisel, laagerdamisel ja termilisel töötlemisel võib olla erinev mõju erinevatele lihastele (Stolowski jt, 2006).

Järeldused

Lihaveise lihaste märglaagerdamine temperatuuril -1°C mõjutab lihakvaliteeti positiivselt, kuid kasutatud laagerdustehnoloogia mõju erinevatele lihasgruppide õrnusele on varieeruv ja vajab täiendavaid uurimusi ning alternatiivsete meetodite ja/või lisainete kasutamist. MLD lihase tekstuuri parameetrid paranevad oluliselt efektiivsemalt võrreldes MTM lihasega. Ilmselt mõjutab lihakvaliteeti lihaste erinev funktsionaalsus ja füsioloogilised parameetrid. Laagerdamisele tuleks suunata vaid sellised lihasgrupid, mille tekstuuri parameetrid selle käigus oluliselt paranevad ning kasutada teiste lihasgruppide puhul alternatiivseid meetodeid. Läbiviidud uurimistulemuste põhjal piisab veiseliha märglaagerdamiseks 28 päevast.

Tänuõnad

Täname MTÜ Liivimaa Lihaveist koostöö eest.

Autorid avaldavad tänu Tanel Kaartile keerukama statistilise analüüsi eest.

Uuringut rahastas Põllumajandus Registrite ja Informatsiooni Amet projekti 8-2/T11058VLTD raames.

Kasutatud kirjandus

- Accioli, A., Franci, O., Sargentini, C., Pugliese, C., Bozzi, R., Lucifero, M. 1995. Effetto della frollatura sulle caratteristiche della carni di vitelloni Chianini da 16 a 24 mesi di età. – Atti XI Congresso Nazionale ASPA-Grado, p. 359–360.
- Arthur, P.F. 1995. Double muscling in cattle. – Aust. J. Agric. Res., 46, p. 1493–1515.
- AOAC 988.10. 1996. AOAC Official Method 988.10, Soy Protein in Raw and Heat-Processed Meat Products. http://www.aoac.org/omarev1/988_10.pdf [03.07.2013]
- AOAC 991.36. 1995. AOAC Official Method 991.36, Fat (Crude) in Meat, Solvent Extraction (Submersion) Method. – http://www.aoac.org/omarev1/991_36.pdf [03.07.2013]

- Belew, J.B., Brooks, J.C., McKenna, D.R., Savell, J.W. 2003. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. – *Meat Science*, 64, 507–512.
- Brewer, S., Novakofski, J. 2008. Consumer Sensory Evaluations of Aging Effects on Beef Quality. – *Journal of Food Science*, 73, S78–S82.
- Calkins, C.R., Sullivan, G. 2007. Ranking of Beef Muscles for Tenderness. – *Beef facts: Product enhancement*, 6 pp.
- Campo, M.M., Sañudo, C., Panea, B., Alberti, P., Santolari, P. 1999. Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. – *Meat Science*, 51, p. 383–390.
- Campo, M.M., Santolara, P., Sañudo, C., Lepetit, J., Olleta, J.L., Panea, B., Alberti, P. 2000. Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. – *Meat Science*, 55, p. 371–378.
- Chambaz, A., Scheeder, M.R.L., Kreuzerb, M., Dufey, P.-A. 2003. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. – *Meat Science*, 63, p. 491–500.
- Eesti Lihaveisekasvatajate Selts. 2013. Lihaveiste arv tõugude viisi 01.01.2013. <http://www.lihaveis.ee/toud-ja-aretus> [02.07.2013]
- Eesti Vabariigi standard EVS-ISO 1442:1999 (1999) Liha ja lihatooted. Niiskusesisalduse määramine (põhimeetod) http://www.evs.ee/Checkout/tabid/36/screen/freedownload/productid/158260/doclang/en/preview/1/EVS_ISO_1442;1999_en_preview.aspx [03.07.2013].
- Field, R.A., Riley, M.C., Chang, Y.O. 1971. Free amino acid changes in different aged bovine muscles and their relationship to shear values. – *Journal of Food Science*, 36, p. 611–612.
- Grau, R., Hamm, R. 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. – *Fleischwirtschaft*, 4, p. 295–297.
- Grau, R., Hamm, R. 1957. Über das Wasserbindungsvermögen des Säugetiermuskles. II Über die Bestimmung der Wasserbindung des Muskles. – *Z. Lebensmittel – Untersuchung und Forschung*, 15, p. 446–460.
- Hanzelková, Š., Simeonovová, J., Hampel, D., Dufek, A., Šubrt, J. 2011. The effect of breed, sex and aging time on tenderness of beef meat. – *Acta Vet. Brno*, 80, p. 191–196.
- Huff, E.J., Parrish, F.C. Jr. 1993. Bovine longissimus muscle tenderness as affected by post-mortem aging time, animal age and sex. – *Journal of Food Science*, 58, 713–716.
- ISO 936:1998. 1998. Meat and meat products – Determination of total ash. International Organization for Standardization. 6 pp.
- Jennings, T.G., Berry, B.W., Joseph, A.L. 1978. Influence of fat thickness, marbling and length of ageing on beef palatability and shelf-life characteristics. – *Journal of Animal Science*, 46, p. 658–665.
- Koch, R.M., Dikeman, M.E., Crouse, J.D. 1982. Characterization of biological types of cattle (Cycle III). III. Carcass composition, quality and palatability. *Journal of Animal Science*, 54, p. 35–45.
- Koch, R.M., Dikeman, M.E., Lipsey, R.J., Allen, D.M., Crouse, J.D. 1979. Characterization of biological types of cattle. Cycle II:III. Carcass composition, quality and palatability. – *Journal of Animal Science*, 49, p. 448–460.
- Kolczak, T., Pospiech, E., Palka, K., Lacki, J. 2003. Changes in structure of psoas major and minor and semitendinosus muscles of calves, heifers and cows during post-mortem ageing. – *Meat Science*, 64, p. 77–83.
- Koomaraie, M., Kent, M.P., Shackelford, S.D., Veiseth, E. 2002. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? – *Meat Science* 64, p. 345–352.
- Koohmaraie M., Wheeler T.L., Shackelford S.D. 1995. Beef tenderness: regulation and prediction. USDA-ARS U. S. – *Meat Animal Research Center*, 9, p. 1–25.
- Love, J. 1994. Product acceptability evaluation. In: *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products* (eds. A.M. Pearson, T.R. Dutson), Glasgow: Blackie Academic & Professional, p. 337–358.
- Mandell, I.B., Gullet, E.A., Wilton, J.W., Kemp, R.A., Allen, O.B. 1997. Effects of gender and breed on carcass traits, chemical composition and palatability attributes in Hereford and Simmental bulls and steers. *Livestock Production Science*, 49, p. 235–248.
- McKeith, F.K., DeVol, D.L., Miles, R.S., Bechtel, P.J., Carr, T.R. 1985. Chemical and sensory properties of thirteen major beef muscles. – *Journal of Food Science*, 50, p. 869–872.
- Monsón, F., Sañudo, C., Sierra, I. 2004. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. – *Meat Science* 68, p. 595–602.
- Mottram, D.S. 1998. Flavour formation in meat and meat products: A review. – *Food Chemistry*, 62, 415–424.
- Muchenje, V., Dzama K., Chimonyo M., Raats J.G., Strydom, P.E. 2008. Meat quality of Nguni, Bonsmara and Aberdeen Angus steers raised on natural pasture in the Eastern Cape, South Africa. – *Meat Science* 79, p. 20–28.
- O'Ferrall, G.J.M., Joseph, R.L., Tarrant, P.V., McGloughlin, P. 1989. Phenotypic and genetic parameters of carcass and meat quality traits in cattle. – *Livestock Production Science*, 21, p. 35–47.
- Roncalés, P., Geesink, G.H., Van Laack, R.L.J.M., Jaime, I., Beltrán, J.A., Barnier, V.M.H., Smulders, F.J.M. 1995. Meat tenderisation: Enzymatic mechanisms. In: *Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation related to meat quality* (eds. A. Ouali, D.I. Demeyer, J.M. Smulders). ECCEAMST, Utrecht, p. 311–332.
- Sañudo, C., Macie, E.S., Olleta, J.L., Villarroel, M., Panea, B., Alberti, P. 2004. The effects of slaughter

- weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. – *Meat Science* 66, p. 925–932.
- Savell, J., Miller, R., Wheeler, T., Koohmaraie, M., Shackelford, S., Morgan, B., Calkins, C., Miller, M., Dikeman, M., McKeith, F., Dolezal, G., Henning, B., Busboom, J., West, R., Parrish, F., Williams, S. 2013. Standardized Warner-Bratzler Shear Force Procedures for Genetic Evaluation. <http://meat.tamu.edu/research/shear-force-standards/> [03.07.2013]
- Shorthose, W.R., Harris, P.V. 1990. Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. – *Journal of Food Science*, 55, p. 1–8, 14.
- Stolowski, G.D., Baird, B.E., Miller, R.K., Savell, J.W., Sams, A.R., Taylor, J.F., Sanders, J.O., Smith, S.B. 2006. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. – *Meat Science*. 73, p. 475–483.
- Tobreluts, E. 2011. Lihaveis, Tartu, 91 lk.
- Vieira, C., Cerdeño, A., Serrano, E., Lavín, P., Mantecón, A.R. 2007. Breed and ageing extent on carcass and meat quality of beef from adult steers (oxen). – *Livestock Science*, 107, p. 62–69.
- Vieira, C., García-Cachán, M.D., Recio, M.D., Domínguez, M., Sañudo, C. 2006. Effect of ageing time on beef quality of rustic type and rustic × Charolais crossbreed cattle slaughtered at the same finishing grade. – *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4, p. 225–234.
- Vieira, C., Domínguez, M., García-Cachán, M.D. 2002. Carcass characteristics and effect of ageing time in yearling beef of the rustic genotype and of a genotype improved by crossbreeding with the Charolais breed. – *Proceedings of 48th International Congress of Meat Science and Technology*, 25th August–1st September, Rome, Italy, p. 364–365.
- Volovinskaja, V., Kjelman, B. 1961. Методические рекомендации по изучению мясной продуктивности, оценке качества туш и мяса. – Москва.
- Wicklund, S.E., Stetzer, A.J., Tucker, E.M., Nicolalde, C.L., Brewer, M.S. 2005. Microbiological characteristics of enhancement solutions. – *Journal of Food Science*, 70, p. 296–300.

Effect of long ageing time on beef quality of Aberdeen Angus

Alo Tänavots¹, Aarne Põldvere^{1,2}, Lembit Lepasalu¹,
Riina Soidla¹

¹ Estonian University of Life Sciences,
Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences,
F.R. Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu, Estonia

² Estonian Pig Breeders Association, Aretuse 2, 61411
Märja, Tartumaa, Estonia

Summary

Beef cattle farming have expanded rapidly over the last decade in Estonia. At the beginning of 2013, the

number of beef cattle was 50,977, whereas Aberdeen Angus was the second largest (25%) breed.

The structure of beef meat is generally tough, so it must be allowed to age between slaughter and cooking. Wet ageing of beef is relatively uncommon in Estonia. The objective of this work was to study the effect of longer ageing time on the quality of meat of the Aberdeen Angus breed reared in Estonia.

Six free-range beef bulls, aged 18 to 33 months, were slaughtered and dissected according to EU standards. Six *m. teres major* (TM) and three *m. longissimus dorsi* (LD) muscles were removed and vacuum packed to carry out the 60-day ageing process at –1°C. Technological traits were analysed at 14, 28, 35 and 60 days, and chemical parameters at 14 days of ageing. To determine beef texture, an analyser with Warner-Bratzler shear blade was used. Samples were drilled with a 11 mm hollow borer, and boiled at inner temperature of 72–76°C. Six samples from each muscle were selected to measure the shear force.

No differences were found between the moisture, ash and protein contents of the muscles, while intramuscular fat concentration ranged from 0.15 to 2.62% in MTM and 0.87 to 1.62% in MLD. Decline in pH was observed, whereas electroconductivity, ageing and boiling loss increased during ageing. The water binding capacity of both MTM and MLD showed opposite results.

The shear force energy at the cutting point of MTM fibres was 221.1–271.1 mJ. Even though the highest energy level was detected at 35 days, this value differed significantly ($p < 0.05$) from that observed at other days of ageing, which might have been due to the presence of fascia in the samples. A similar fluctuation was observed in the breaking point of muscle fibres, where it was also the highest (38.5 N) at 35 days of storing. Still, significantly lower force (29.6 N) was needed to break fibres at 60 days. No differences were found between 14 and 28 days of ageing, and also the shear force and the energy level did not differ at different days of ageing. The MLD muscle showed a clear trend towards tenderizing during ageing (139.1–80.4 mJ). The energy consumption value decreased at 35 days, while the shear force was significantly lower already at 28 days compared to 14 days of ageing (27.8 vs. 22.5 N). At 60 days, the shear force was 16.6 N. It can be concluded that ageing did not affect MTM muscle tenderness during 14 to 35 days of storing, and had only a modest effect at 60 days. However, ageing time had a significant effect on the tenderness of MLD. Therefore, to select an ageing method, the type of muscle shall be considered.