

Eesti Maaülikool
Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

TERVE LOOM JA TERVISLIK TOIT

Konverentsi
„Terve loom ja tervislik toit 2019“
artiklite kogumik

Kogumiku peatoimetaja: Marko Kass

Kogumikus avaldatud artiklid on retsenseeritud ja korraldajate poolt toimetatud.

Toimetuskolleegium: Andres Aland, Helena Andreson, David Arney, Terje Elias, Merike Henno, Hanno Jaakson, Ivi Jõudu, Allan Kaasik, Marko Kass, Heli Kiiman, Katrin Laikoja, Ragnar Leming, Katri Ling, Kadrin Meremäe, Meelis Ots, Mati Roasto, Alo Tänavots, Andres Valdmann

Kogumik on finantseeritud Euroopa Liidu Regionaalarengu Fondist Eesti Maaülikooli ASTRA projektist „Väärtuasehalapõhine biomajandus“ raames.

Konverentsi „Terve loom ja tervislik toit 2019“ korraldustoimkond:

Riho Gross, Ülle Jaakma, Piret Kalmus, Marko Kass, Liis Käosaar (Publicon OÜ), Katrin Laikoja, Angela Vuks (Publicon OÜ)

Kaane kujundus ja küljendus: Publicon OÜ

Kaane foto: Elina Sergunina

Trükikoda: Vali Press OÜ

© Eesti Maaülikool

ISBN 978-9949-629-66-4

Tartu 2019

Laagerdusaja mõju lihaveise kolme lihase mõnedele omadustele

Riina Soidla¹, Kristi Kerner¹, Marek Tepper¹, Tanel Kaart², Alo Tänavots^{1,2*}

¹EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetool

²EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, tõuaretuse ja biotehnoloogia õppetool

*alo.tanavots@emu.ee

Sissejuhatus

Veiseliha on oma struktuurilt sitke, mistõttu on lihatöötlejate üheks põhiliseks väljakutseks tagada selle õrnus, et valmistatud tooted oleks tarbijatele vastuvõetavad. Üheks levinuimaks liha õrnuse suurendamise meetodiks on liha laagerdamine vaakumpakendis madalatel temperatuuridel. Liha õrnus ja ka teised kvaliteedinäitajad sõltuvad looma lihaste anatoomilisest päritolust. Enam kasutatavate lihaste kiudude läbimõõt on jämedam ja need sisaldavad ka rohkem punaseid lihaskiude (Kirchofer jt., 2002). Pikema füüsilise aktiivsusega ja lühemat taastumise aega vajavates lihastes on rohkem punaseid lihaskiude (Kirchofer jt., 2002), kuid lihased, mis sooritavad kiireid liigutusi vajavad pikemat puhkeaega, seega on nendes ülekaalus valged lihaskiud (Cezar ja Sousa, 2007). Suurema kasutusintensiivsusega lihaste hapnikuvajadus on suurem, mistõttu nende kasutamisel tõuseb selliste lihaste müoglobiini kontsentratsioon ja seoses sellega ka pigmentide sisaldus (Mancini ja Hunt, 2005). Seetõttu on erinevate kehaosade lihased ka erineva värvusega.

Toodangu väljatulek on seotud töötlemise käigus tekkiva toote massikaoga, mis mõjutab majanduslikku tulukust. Termiliselt töödeldud tooteid pakutakse jaekaubanduses tavaliselt keedetud, grillitud või röstitud kujul. Seetõttu on lihatöötlejate üheks eesmärgiks vähendada lihatoodete valmistamise käigus tekkivaid massikadusid. Termilise töötlemise käigus kaotab liha oma massi peamiselt vedeliku ja selle lahustunud ainete eraldumise tõttu.

Uuringu eesmärgiks oli veiseliha optimaalse märglaagerdumisaja leidmine kolme erineva lihase näitel. Katses võrreldi nii toore kui ka *sous-vide* meetodil kuumtöödeldud veiseliha lõiketugevust ja selle muutust laagerdumisaja käigus.

Materjal ja meetodika

Katseloomadeks oli kolm aberdiini-anguse tõugu lihasteist, kelle rümpadelt eemaldati väärtükid, milleks olid selja pikim lihas (*Longissimus dorsi*) (LD), välistüki silm ehk poolkõõluslihas (*Semitendinosus*) (MS) ja reie sisetükk (koosnes peamiselt poolkilelihasest (*Semimembranosus*), lähendajalihastest (*Adductor*)) (RS). Uuringu käigus määrati veiseliha 10., 14., 18. ja 20. laagerdumise päeval lihastes aset leidnud kvaliteedimuutused. Veiseliha küpsetamiskadu leiti *sous-vide* ja grillimise töötlemisviisi kasutamisel. *Sous-vide* tähendab prantsuse keeles „vaakumis/vaakumi all“ ja defineeritakse kui toidu toorainet või sellest valmistatud pooltoodet, mida on küpsetatud vaakumkottides, kontrollitud temperatuuri- ja aja tingimustes (Baldwin, 2012). Tehnoloogilistest ja füüsikalistest näitajatest uuriti liha pH-d, elektrijuhtivust, värvust, kuumtöötlemis- ja grillimiskadu.

Liha omaduste ajas muutumise ning lihaste vaheliste erinevuste statistilist olulisust testiti kahefaktorilise dispersioonanalüüsiga võttes arvesse ka sama partii korduvate mõõtmiste efekti. Lihanäitajate omavahelisi seoseid uuriti korrelatsioonanalüüsi abil. Tulemused loeti statistiliselt oluliseks $P \leq 0,05$ korral. Korduvate mõõtmiste dispersioonanalüüs viidi läbi statistikaprogrammis SAS 9.4, korrelatsioonanalüüs teostati, keskmised ja standardhälbed arvutati ning joonised konstrueeriti statistikaprogrammis R 3.3.3.

Tulemused

Lõikejõud. Toore liha lõiketugevuse lihastevaheline erinevus osutus statistiliselt oluliseks (tabel 1), olles suurim poolkõõluslihasel (46,8 N) ja väiksemad selja pikimal lihasel (22,3 N) ja reie sisetükil (22,8 N). Selle tunnuse varieeruvus oli suhteliselt suur kõigil lihastel (7,5–11,5 N) mis võis olla põhjustatud sidekoelise kile esinemisest lihases. Toore lihase õrnus suurenes keskmiselt kuni 14. laagerduspäevani, kuid hiljem enam mitte (tabel 2). Samas leidis reie sisetüki õrnuse vähenemine aset alles 18. laagerduspäeval (joonis 1A).

Tabel 1. Kolme lihase omaduste keskmised näitajad (\pm standardviga).

Tunnus	Lihase			P-väärtus
	MLD	MS	RS	
Lõiketugevus (toores), N	22,3 (10,4)	46,8 (11,5)	22,8 (7,5)	<0,001
Lõiketugevus (sv), N	32,9 (18,4)	39,8 (13,2)	29,9 (8,7)	<0,001
pH	5,6 (0,1)	5,5 (0,0)	5,5 (0,1)	0,017
Elektrijuhtivus, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1138,6 (72,6)	1112,2 (27,3)	1103,7 (23,3)	0,307
L* (heledus)	38,4 (1,5)	42,5 (2,5)	39,8 (4,4)	0,017
a* (punasus)	14,7 (1,8)	13,7 (1,5)	20,3 (2,8)	<0,001
b* (kollasus)	15,5 (1,4)	16,9 (1,6)	19,1 (2,1)	<0,001
Keedukadu, %	29,8 (4,8)	35,0 (1,4)	28,1 (2,3)	0,154
Grillimiskadu (kuum), %	14,5 (5,8)	15,1 (3,2)	14,5 (2,8)	0,928
Grillimiskadu (jahtunud), %	19,1 (7,0)	20,6 (4,7)	18,8 (3,8)	0,687

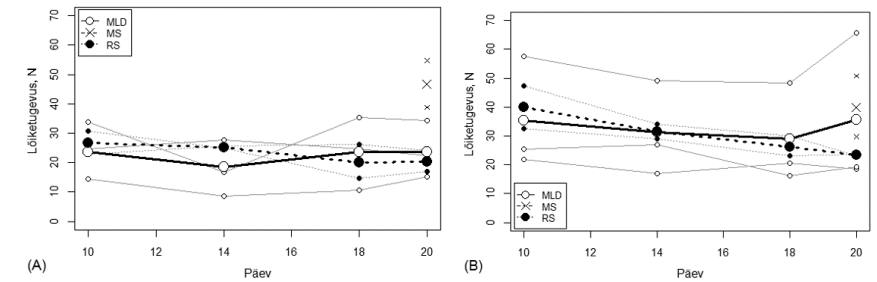
MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkilelihas, lähendajalihased), sv – kuumtöödeldud *sous vide* meetodil

Kuumtöötlemine *sous-vide* meetodil muutis selja pikima lihase (32,9 N) ja reie sisetüki (29,9 N) sitkemaks võrreldes toore lihaga, kuid poolkõõluslihas (39,9 N) õrnus hoopis suurenes. Samas jäi viimati nimetatud lihas ikkagi kõige sitkemaks analüüsitud lihastest hoolimata asjaolust, et poolkõõluslihas proovitükke analüüsiti ainult 20. laagerduspäeval (joonis 1B). Töödeldud lihastest osutus õrnemaks hoopis reie sisetüki lihaste grupp (29,9 N), kusjuures selle lihase lõiketugevus langes kuni 20. laagerduspäevani. Selja pikima lihase lõiketugevus oli eelnevast ainult 3,0 N suurem, kuid saavutas oma optimaalse õrnuse juba 14. laagerduspäevaks (joonis 1B). Lihase mõju nii toore kui ka termiliselt töödeldud lihaste lõiketugevustele oli statistiliselt oluline, oluline oli ka laagerdusaegade mõju.

Tabel 2. Lihaste omaduste muutused laagerdusaja kestel (keskmine \pm standardviga).

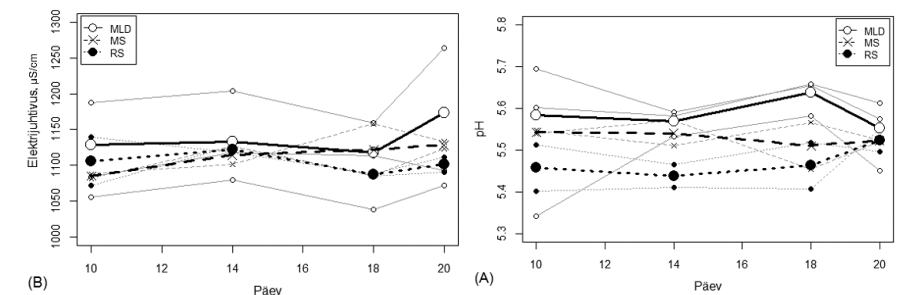
Tunnus	Laagerdusaeg, päeva				P-väärtus
	10	14	18	20	
Lõiketugevus (toores), N	24,9 (9,7)	21,1 (8,3)	22,0 (10,5)	28,9 (14,3)	0,031
Lõiketugevus (sv), N	37,3 (14,7)	31,4 (11,6)	27,8 (12,8)	32,9 (17,9)	<0,001
pH	5,5 (0,1)	5,5 (0,1)	5,6 (0,1)	5,5 (0,1)	0,897
Elektrijuhtivus, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1112,0 (54,2)	1124,6 (38,7)	1110,8 (44,8)	1143,9 (76,7)	0,608
L* (heledus)	39,2 (2,9)	39,4 (2,6)	39,8 (0,1)	41,4 (4,8)	0,519
a* (punasus)	15,9 (4,0)	16,9 (2,1)	15,9 (4,6)	15,3 (3,0)	0,563
b* (kollasus)	16,6 (2,2)	17,9 (1,0)	16,8 (2,9)	16,5 (2,6)	0,406
Keedukadu, %	30,1 (4,3)	28,8 (4,8)	29,2 (4,3)	30,2 (4,5)	0,921
Grillimiskadu (kuum), %	18,7 (4,5)	15,2 (3,9)	12,0 (2,2)	13,0 (3,6)	0,017
Grillimiskadu (jahtunud), %	24,9 (5,5)	20,1 (4,6)	15,5 (3,0)	17,4 (4,0)	0,005

pH-väärtus. Kõigi lihaste pH-väärtus jäi alla 5,8, millest väiksema väärtusega liha loetakse normaalseks (Farmer ja Farell, 2018). Lihase mõju nende pH-väärtusele osutus küll statistiliselt oluliseks ($P = 0,017$), kuid pH-väärtuste erinevus oli ainult 0,1 ühikut. Samuti oli lihastesisene pH-väärtuste varieeruvus väike ($se = 0,0-0,1$). Ehkki vaakumpakend pärsib aeroobsete lagundavate bakterite kasvu, kuid soodustab piimhappebakterite arengut (Puga, 1999), siis antud töös ei osutunud laagerdusaja mõju pH-väärtuse muutusele oluliseks ($P > 0,05$) ja pH koondus 20. laagerduspäevaks kõigil lihastel 5,5 ja 5,6 vahele (joonis 2A).



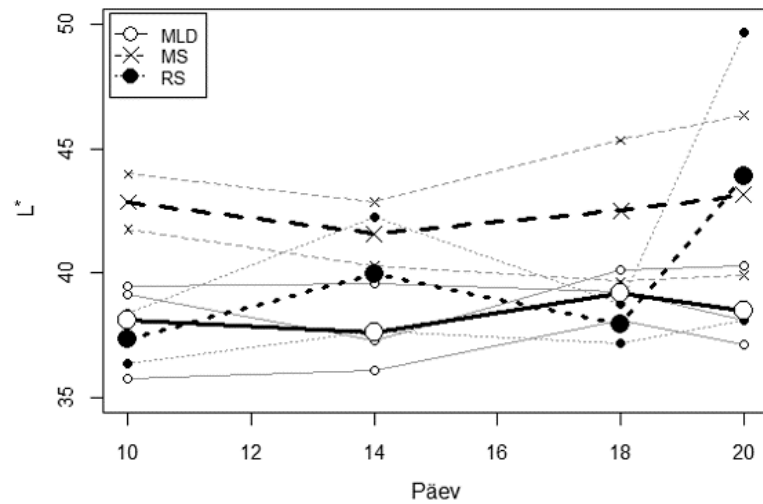
Joonis 1. Veiseliha lõiketugevuse muutus ajas erinevate lihaste korral (A) toorel lihal ja (B) *sous-vide* meetodil töötlemise korral. Erinevad sümbolid ja jooned tähistavad erinevaid lihaseid, peened jooned ja väikesed sümbolid märgivad üksikuid partiisid ning paksud jooned ja suured sümbolid vastavad erinevate partiide keskmistele; MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkilelihas, lähendajalihas ja harjalihas).

Elektrijuhtivus. Liha elektrijuhtivus tõuseb lihase happesuse suurenedes, mille põhjuseks on vaba vee osakaalu suurenemine lihases (Schmitzen jt., 1987). Antud töös sarnast seost ei leitud, kuna lihase pH-väärtus püsis kogu laagerdusaja kestel stabiilne ja seega ka elektrijuhtivus (tabel 2; joonis 2B). Lihase päritolu ega laagerdusaeg ei mõjutanud elektrijuhtivust oluliselt ($P > 0,05$).



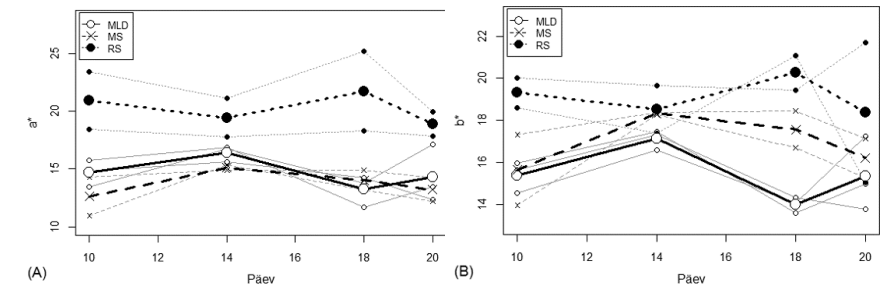
Joonis 2. Veiseliha pH ja elektrijuhtivuse ($\mu\text{S}/\text{cm}$) muutus ajas erinevate lihaste korral. Erinevad sümbolid ja jooned tähistavad erinevaid lihaseid, peened jooned ja väikesed sümbolid märgivad üksikuid partiisid ning paksud jooned ja suured sümbolid vastavad erinevate partiide keskmistele; MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkilelihas, lähendajalihas ja harjalihas).

Värvuskomponent L*. Kolmest analüüsitud lihasest olid heledamad pikim seljalihhas ($L^* = 38,4$) ja reie sisetükk ($L^* = 39,8$) ning tumedaim poolkõõluslihas ($L^* = 42,5$). Heleduskomponendi väärtused erinesid lihaste vahel (tabel 1). Ehkki veiseliha värvus muutus laagerdusaja kestel heledamaks, siis laagerdusaja mõju ei osutunud statistiliselt oluliseks ($P = 0,519$). Heleduse väärtused olid stabiilsemad laagerdusaja kestel selja pikimal lihasel ja poolkõõluslihasel (joonis 3).



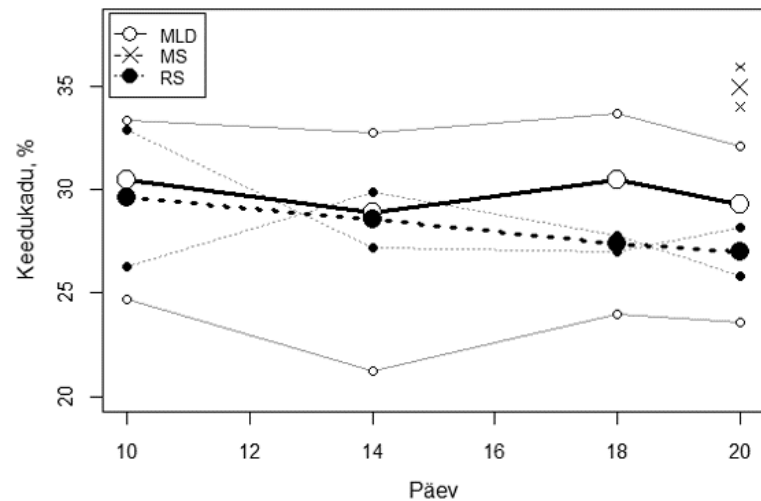
Joonis 3. Veiseliha värvuse heleduskomponendi L muutus ajas erinevate lihaste korral. Erinevad sümbolid ja jooned tähistavad erinevaid lihaseid, peened jooned ja väikesed sümbolid märgivad üksikuid partiisid ning paksud jooned ja suured sümbolid vastavad erinevate partiide keskmistele; MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkõõluslihas, lähendajalihas ja harjalihas).

Värvuskomponendid a* ja b*. Kõige intensiivsema punaka (a^*) ja kollaka (b^*) värvusega oli reie sisetükk ($a^* = 20,3$ ja $b^* = 19,1$), samas poolkõõluslihasel ja selja pikimal lihasel olid need väärtused oluliselt väiksemad (tabel 1; joonis 4A, B). Lihas mõjutab oluliselt ($P < 0,001$) a^* ja b^* värvuskomponentide avaldumist, kuid punaka ja kollaka värvuse intensiivsus laagerdusaja jooksul oluliselt ei muutunud ($P_{a^*} = 0,563$ ja $P_{b^*} = 0,406$). 14. laagerduspäeval lähenesid nii punaka kui ka kollaka värvuse väärtused reie sisetüki puhul teistele lihastele, kuid eemaldusid edasise laagerdusaja kestel jälle (joonis 4A, B).



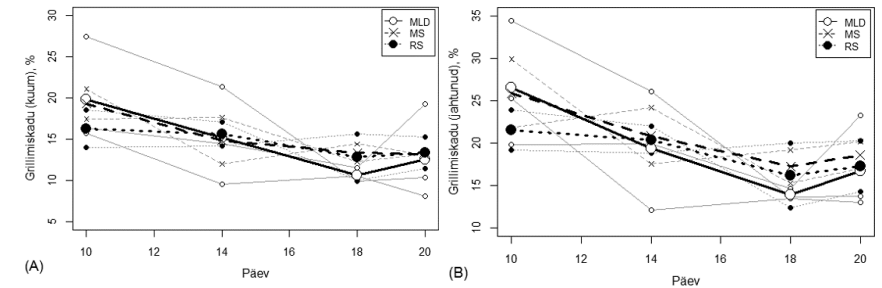
Joonis 4. Veiseliha värvuskomponentide a^* ja b^* muutus ajas erinevate lihaste korral. Erinevad sümbolid ja jooned tähistavad erinevaid lihaseid, peened jooned ja väikesed sümbolid märgivad üksikuid partiisid ning paksud jooned ja suured sümbolid vastavad erinevate partiide keskmistele; MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkõõluslihas, lähendajalihas ja harjalihas).

Töötlemiskaod. Lihasel, ega ka laagerdusajal polnud olulist mõju sous-vide meetodil töötlemise keedukaole (vastavalt $P = 0,154$ ja $P = 0,921$) (tabel 1 ja 2). Vaakumkotis keetmisel kaotas kõige rohkem oma massist poolkõõluslihas (35%), kuid sellel lihasel registreeriti keedukadu ainult 20. päeval, olles samas ikkagi suurem samal päeval mõõdetud teiste lihaste näitajatest (joonis 5). Selja pikima lihase ja reie sisetüki lihaste keedukadu jäi alla 30%. Laagerdusaja mitteoluline mõju keedukaole võis tuleneda lihaste kindlal ajavahemikul töötlemisest konstantsel madalal temperatuuril nn sous-vide meetodil.



Joonis 5. *Sous-vide* meetodil töödeldud veiseliha keedukao muutus ajas erinevate lihaste korral. Erinevad sümbolid ja jooned tähistavad erinevaid lihaseid, peened jooned ja väikesed sümbolid märgivad üksikuid partiisid ning paksud jooned ja suured sümbolid vastavad erinevate partiide keskmistele; MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkilelihas, lähendajalihas ja harjalihas).

Grillitud liha kaotas kohe pärast termilist töötlemist 14,5–15,1% ja pärast 5-minutilist jahtumist 18,8–20,6% oma massist (tabel 1). Mõlema töötlemiskao lihastevahelised erinevused ei osutunud aga statistiliselt oluliseks, küll oli statistiliselt oluline grillimiskadude muutus ajas (tabel 1 ja 2). Laagerdusaja pikenedes suurenes kõikide lihaste grillimiskadu kuni 18. laagerduspäevani nii kohe pärast küpsetamist kui ka pärast jahtumist mõõdetuna (joonis 6A, B).



Joonis 6. Grillimiskadude muutus kuuma ja jahtunud veiseliha ajas erinevate lihaste korral. Erinevad sümbolid ja jooned tähistavad erinevaid lihaseid, peened jooned ja väikesed sümbolid märgivad üksikuid partiisid ning paksud jooned ja suured sümbolid vastavad erinevate partiide keskmistele; MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkilelihas, lähendajalihas ja harjalihas).

Sous-vide meetodil töödeldud veiseliha kaotas töötlemise käigus oluliselt rohkem oma algsest massist võrreldes liha grillimisega. Väiksema küpsetuskao põhjuseks grillimisel võib olla see, et liha kontaktil kuuma pinnaga moodustub selle ümber koorik, mis sulgeb lihaskiudude vahelise ruumi ega lase vedelikul lihast välja valguda.

Tunnustevahelised seosed. Liha omaduste vahelised seosed näitavad, et lihaste pH ja elektrijuhtivuse alanemisel muutub liha sitkemaks (vastavalt $r = -0,48$ ja $r = -0,55$) (tabel 3). Mida vähem lihas vett, ehk selle elektrijuhtivus on madal, seda happelisem liha on ($r = 0,42$). Lihase pH on veel oluliselt seotud värvuse punase ja kollase komponendiga (vastavalt $r = -0,50$ ja $r = -0,44$) muutes madala pH korral nende värvuse tumedamaks. Värvuskomponentide a^* ja b^* omavaheline positiivne seos näitab, et nende intensiivsus muutub sarnaselt. Madalama pH-ga liha kaotab aga grillimisel rohkem vedelikku, mis viitab sellele, et enam kahjustatud struktuuriga liha sisaldab rohkem vaba vett. Mõlemad grillimiskadod olid omavahel tugevalt seotud ehk grillitud liha jahutamisel kaotavad need oma massi sarnaselt $r = 0,96$.

Tabel 3. Veiseliha omadustevahelised lineaarsed korrelatsioonkordajad (statistiliselt olulised seosed ($P \leq 0,05$) on esitatud paksus kirjas).

Näitaja	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)
(A) Lõiketugevus (toores)	1								
(B) pH	-0,48	1							
(C) Elektri juhtivus, $\mu\text{S}/\text{cm}$	-0,55	0,42	1						
(D) L	-0,03	-0,11	0,08	1					
(E) a	-0,06	-0,50	-0,01	-0,35	1				
(F) b	-0,06	-0,44	0,04	0,15	0,67	1			
(G) Keedukadu, %	0,16	-0,14	0,25	0,36	-0,28	-0,14	1		
(H) Grillimiskadu (kuum), %	0,02	-0,38	-0,03	0,04	0,13	0,17	0,33	1	
(I) Grillimiskadu (jahtunud), %	0,11	-0,32	-0,08	0,03	0,08	0,17	0,29	0,96	1

Järeldused

- Sitkemaks lihaseks osutus poolkõõluslihas, struktuurilt õrnemad olid selja pikim lihas ja reie sisetükk.
- Toores liha oli kõige õrnem 14. laagerduspäeval, sous-videl meetodil töödeldud liha aga 18.
- Liha pH ja selle elektri juhtivus ning lihase värvus ei muutunud 20-päevase laagerdusaja kestel oluliselt.
- Reie sisetükk oli intensiivsema punaka ja kollaka värvusega võrreldes teiste lihastega.
- Termilise töötlemise kadu ei erinenud lihaste vahel oluliselt, küll aga vähenes see näitaja liha grillimisel oluliselt 18. laagerduspäevani.

Kasutatud kirjandus

- Baldwin, D.E. 2012. Sous vide cooking: A review. *Int. J. Gastron. Food Sci.* 1:15–30.
- Cezar, M., Sousa, W. 2007. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Uberaba, MG: Editora Agropecuária Tropical. 232 p.
- Farmer, L., Farrell, D. 2018. Review: Beef-eating quality: A European journey. *Animal*, 12:1–10.
- Kirchofer, K.S., Calkins, C.R., Gwartney, B.L. 2002. Fiber-type composition of muscles of the beef chuck and round. *J. Anim. Sci.* 80:2872–2878.
- Mancini, R.A., Hunt, M.C. 2005. Current research in meat color. *Meat Sci.* 71:100–121.
- Puga, D.M.U., Contreras, C.J.C., Turnbull, M.R. 1999. An evaluation of tenderization of forequarter bovine meat (*Triceps brachii*) through methods of ageing and injection with acetic and lactic acids. *Food Sci. Technol.* 19:88–96.
- Schmitten, F., Schepers, K. H. & Festerling, A. 1987. Evaluation of meat quality by measurement of electrical conductivity. In P. V. Eikelenboom, G. Eikelenboom & G. Monin. Evaluation and control of meat quality in pigs. Dordrecht: Martinus Nijho. pp. 191–200.