

Vinnsla og vöruþróun
Processing and Product
Development

Líftækni
Biotechnology



Matvælaöryggi
Food Safety



Úttekt á aflífun í sauðfjársláturhúsum haustið 2008

Valur Norðri Gunnlaugsson
Óli Þór Hilmarsson
Ásbjörn Jónsson
Guðjón Þorkelsson

Vinnsla og vöruþróun

Skýrsla Matís 05-09
Febrúar 2009

ISSN 1670-7192

Titill / Title	Úttekt á aflifun í sauðfjársláturhúsum haustið 2008		
Höfundar / Authors	<i>Valur Norðri Gunnlaugsson, Óli Þór Hilmarsson, Ásbjörn Jónsson og Guðjón Þorkelsson</i>		
Skýrsla / Report no.	05-09	Útgáfudagur / Date:	10.02.2009
Verknr. / project no.	1040-1879		
Styrktaraðilar / funding:	<i>Landssamtök sauðfjárbænda</i>		
Ágríp á íslensku:	<p>Aðalfundur Landssamtaka sauðfjárbænda ályktaði í apríl 2008 um að gerð verði ítarleg úttekt á meðferð lambakjöts við slátrun, þá sérstaklega við aflifun og kælingu. Í greinargerð með ályktuninni sagði: „Fundurinn telur nauðsynlegt að könnuð verði hugsanleg áhrif þessara tveggja þátta á gæði kjötsins. Þegar skepnan er aflífuð með rafmagni er hætt við að skrokkar nái ekki að blóðrenna nægilega og eins er hætt við kæliherpingu með of snöggri kælingu eða frystingu. Matis ohf. gerði úttekt á ofangreindum þáttum haustið 2008 þar sem aflifun og kæliferlar í 6 sláturhúsum voru kannaðir, þar af var eitt hús heimsótt tvisvar. Fylgst með aflifun á 100 skrokkum í hverju húsi til að sjá verklag og taka út aðstöðu. Sýrustig og hitastig skrokka var mælt reglulega auk þess sem hitastig var mælt í kjötsölum sláturhúsanna. Skrokkar sem teknir voru í þessa rannsókn fylgdu skokkum í gegnum hefðbundið verkunarferli í hverju sláturhúsi fyrir sig en fyrir frystingu var hryggur fjarlægður og frystur sér. Hryggvöðvar voru svo notaðir í áferðarmælinga til að sjá mismunandi verlagsferla á milli sláturhúsa á meyrni kjötsins. Niðurstöður sýna að deydíngaraðferð hefur áhrif á dauðastirðununarferlið. Það var komið mun lengra í skrokkum lamba í húsum sem nota „hausbak“ aðferðina en hjá húsum sem voru með hausaklemmu. Kælitími er greinilega of stuttur í sumum húsum. Þannig var sýrustig við frystingu hæst þar sem hann var stystur og vel yfir 6,0 í húsinu þar sem hann var einungis 4 tímar. Seigja kjöts var langminnst í hryggvöðva skrokka úr sláturhúsi þar sem notast var við haus-bak aflifunaraðferð, raförvun var notuð og mikil og löng kæling tryggði að kjötið var nálgast fullmeyrnað.</p>		
Lykilorð á íslensku:	<i>Lambakjöt, aflifun, kæling, sýrustig og meyrni.</i>		
Summary in English:	<p>At annual general meeting of sheep farmers association in 2008 was concluded that a general observation ought to take place on treatment of lamb meat at slaughterhouses, particularly at electrocute step and the cooling phase. The aim was to see the influence of these factors on meat quality. Matis ohf. visited 6 slaughterhouses in autumn 2008. The results showed that the electrocution method affected the pH of carcasses. In some slaughterhouses the cooling phase was too short and therefore the pH was too high in carcasses when they were frozen. The tenderest meat came from the slaughterhouse where the meat was electrically stimulated and there was a long cooling paste.</p>		
English keywords:	<i>Lamb meat, electrocution, cooling phase, pH and tenderness.</i>		

Efnisyfirlit

1	Inngangur.....	1
1.1	Deyðing.....	1
1.2	Kæling.....	3
2	Framkvæmd.....	8
2.1	Deyðing.....	8
2.2	Sýnataka	8
2.3	Kæliferlar og sýrustig.....	9
2.4	Eðliseiginleikar.....	10
2.4.1	Sýrustig.....	10
2.4.2	Litur við áferðarmælingu	10
2.4.3	Áferðareiginleikar	11
2.4.4	Tölfræði.....	11
2.4.5	Höfuðþáttagreining.....	11
3	Niðurstöður	13
3.1	Samantekt stungusírita	13
3.2	Eðliseiginleikar.....	15
3.2.1	Sýrustig.....	15
3.2.2	Litur	17
3.2.3	Áferðareiginleikar	19
3.2.4	Höfuðþáttagreining.....	22
4	Samantekt.....	26
5	Umræður og ályktanir	29

1 Inngangur

Aðalfundur Landssamtaka sauðfjárbænda ályktaði í apríl 2008 um að gerð yrði ítarleg úttekt á meðferð lambakjöts við slátrun, þá sérstaklega við aflífun og kælingu. Í greinargerð með ályktuninni segir: „Fundurinn telur nauðsynlegt að könnuð verði hugsanleg áhrif þessara tveggja þátta á gæði kjötsins. Þegar skepnan er aflífuð með rafmagni er hætt við að skrokkar nái ekki að blóðrenna nægilega og eins er hætt við kæliherpingu með of snöggri kælingu eða frystingu. Grunur er um að fyrrgreindir þættir geti spillt gæðum kjötsins“

Því var þetta verkefni sett af stað af Matís ohf. og Landbúnaðarháskólanum með styrk frá Landsambandi sauðfjárbænda og voru markmið þess:

- Að kanna hvort vinnubrögð við deyðingu og aflífun sláturlamba í sláturhúsum hér á landi sé í samræmi við reglur þar um og leiðréttu þau ef þörf krefur.
- Að meta hvort vinnubrögð við aflífun hafi neikvæð áhrif á kjötgæði og stuðla að úrbótum þar sem það á við.
- Að mæla kælingu á lambaskrokkum og bera saman við erlend viðmiðunargildi um tíma, hitastig og sýrustig í kjöti eftir slátrun.
- Að kanna og mæla verklag við frystingu á lambaskrokkum og bera saman við þekkt viðmiðunargildi um hitastig, sýrustig og tímunn frá slátrun til frystingar.
- Að gefa út íslensk viðmiðunargildi sem fyrsta hluta átaks í að tryggja meyrni íslensks lambakjöts.

1.1 Deyðing

Aflífun er skipt í rotun og blóðtæmingu. Í lögum um dýravernd (nr. 15/1994) segir: Dýr skulu aflífuð með skjótum og sársaukalausum hætti og eftir því sem unnt er án þess að önnur dýr verði þess vör. Dýr skulu ávallt svipt meðvitund áður en blóðtæming fer fram.

Í eftirlitshandbók um heilbrigðiseftirlit í sláturhúsum stendur: Kjötskoðunarlæknar framkvæma skoðun á öllum dýrum í sláturhúsrétt fyrir slátrun og komi í ljós, að reglur um dýravernd hafi verið brotnar við aflífun skal kjötskoðunarlæknir gera athugasemdir við það. Hann skal fylgjast

með því að notaður sé leyfilegur aflífunarbúnaður, honum sé vel við haldið, varabúnaður sé fyrir hendi og honum sé vel við haldið og starfsfólk hafi tilskilda þekkingu og þjálfun. Hann skal fylgjast með að sláturdýr séu meðvitundarlaus þegar þau eru stungin og það gert innan tilskilinna tímamarka, dýrunum sé látið blæða minnst 30 sek. áður en tekið er til við önnur sláturstörf.

Áður fyrr var sauðfé deytt með pinnabyssu en í dag er það í öllum sláturhúsum svipt meðvitund með raflosti áður en það er stungið til að láta því blæða út (breyting vegna krafna heilbrigðisyfirvalda í Evrópu ([EU Council Directive 93/119/EC](#))).

Aðferðum við deyðingu er lýst í handbók um meðferð fyrir slátrun og kjötgæði sem gefin var út árið 1994.

Pinnabyssa er útbúin með pinna sem rekinn er inn í heila skepnunnar. Skepnurnar eru deyddar með þessari aðferð. Hálskurð eða stungu skal framkvæma sem fyrst eftir deyðingu. Sláturdýri skal blæða út í minnst 30 sekúndur áður en afhausun eða önnur vinna við dýrið hefst.

Við raflost eru sláturdýr svipt meðvitund með því að leiða rafstraum gegnum heila þeirra. Tvær aðferðir eru einkum notaðar. Annars vegar svokölluð haus–haus aðferð (heilaraflost) og hins vegar haus–bak aðferð (heila-hjartaraflost). Sé straumstyrkurinn, í haus-haus aðferð, nægjanlegur missir dýrið meðvitund og finnur ekki sársauka. Í síðarnefndu aðferðinni eru rafskaut sett bæði á haus og aftur á bak á dýrunum og stöðvast þá hjartað. Lífeðlisfræðilega má skipta afleiðingum raflosts í tvö tímabil. Það fyrra er stjarfi en þá stífnar dýrið og fellur til hliðar. Stjarfi stendur í um 12 sekúndur en er mismunandi langur eftir straumstyrk. Það seinna er krampi þar sem fætur kippast kröftuglega til. Afgerandi er að straumstyrkur sé nægilegur til að stjarfinn standi ekki of stutt. Nauðsynlegt er að hálsstinga dýrið strax, þ.e. áður en kramparnir byrja. Þetta þýðir að hálsstinga þarf innan 15 sekúndna. Ef dýrið fer í krampa þá er velferð bæði dýrs og starfsmanna í hættu. Ef rétt er að raflosti staðið missir dýrið snarlega meðvitund og sársaukaskyn. Þarna er straumstyrkur afgerandi. Raunin er hinsvegar sú að töluvert er um að skautin séu ekki rétt staðsett, að ekki sé nægur straumstyrkur notaður, að leiðnin á milli rafskauta og húðar sé ónóg og að rafskaut séu sett oftar en einu sinni á dýrið. Ef straumur fer oftar en einu sinni í dýr þá eykur það álag á frumu- og æðakerfi og því er meira um blæðingar

sem veldur rýrnun kjötgæða. Auk þess er þannig meðhöndlun algjörlega óásættanleg frá sjónarhorni dýraverndar.

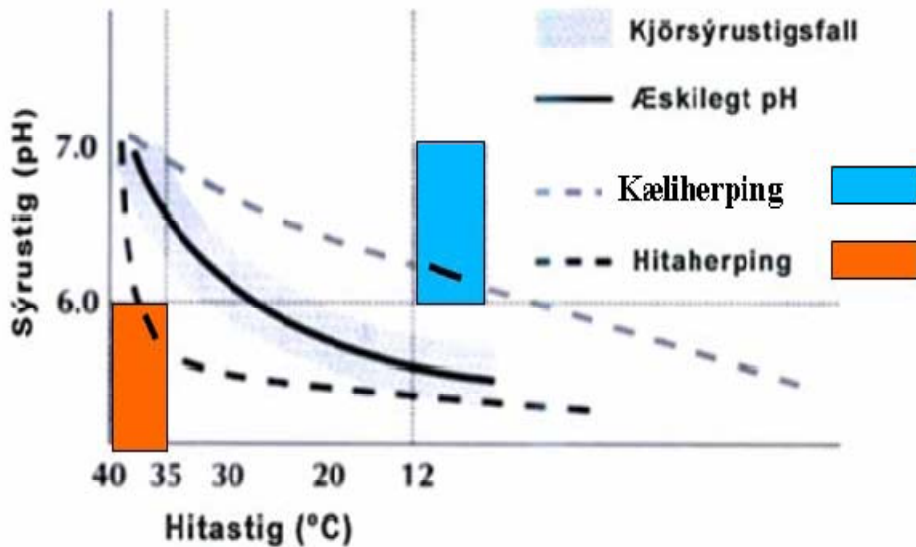
Aldrei má hleypa straumi á rafskaut um leið og þau eru sett á dýrið. Það er mjög mikilvægt að staðsetja rafskautin vel á dýrinu áður en straumi er hleypt á. Annað er ill meðferð á dýri og hætta á blæðingum í kjöti eykst verulega.

Matvælaöryggisstofnun Evrópu hefur bæði árin 2004 og 2006 gefið út vísindaskýrslur og álit um deyðingu og aflifun sláturdýra. (4, 5). Sama gerði Veterinærinstituttet í Noregi árið 2007 (2). Þar er að finna niðurstöður rannsókna og ráðleggingar varðandi aðferðir, búnað og stillingar á honum svo og um vinnubrögð við aflifun og deyðingu. Einnig eru til leiðbeiningar um aðferðir og rétt vinnubrögð hjá Humane Slaughter Association (www.hsa.org.uk).

1.2 Kæling

Undanfarin ár hefur kæling í kjötsal sláturhúsa aukist verulega o.þ.a.l. kæling í kjöti orðið hraðari. Hraði kælingar hefur mikil áhrif á gæði kjöts. Kælingin verður að fylgja dauðastirðunarferlinu á þann hátt að kjötgæði verði sem mest og því þarf að hafa góða stjórn á kæliferlinum. Of hröð kæling eða frysting dillakjöts stuttu eftir slátrun getur aukið líkur á að svokölluð *kæliherping* eigi sér stað, afleiðingar þess er stífara kjöt.

Eftir slátrun gengur á orkuefnin og mjólkursýra myndast og við það lækkar sýrustig skrokka. Meðan á niðurbroti glýkógens stendur myndast hiti í vöðvunum og skrokkhiti getur hækkað um allt að 4°C. Þegar orkuefnin eru á þrotum dragast vöðvarnir saman og dauðastirðnun hefst. Minnsti samdráttur verður þegar hitastig vöðvans er á milli 14 og 19°C við upphaf dauðastirðnunar. Ef dauðastirðnun hefst við lægra hitastig verður samdráttur vöðvanna meiri og við fáum kæliherpingu í vöðvana og mjög seigt kjöt. Það sama gerist ef hitastig er hærra en 19°C, samdráttur verður meiri en við kjörhitastig (14-19°C) og *hitaherping* á sér stað. Hún er þó ekki nærri eins öflug og kæliherping. Hvort sem kjöt er kæliherpt eða hitaherpt er ekki hægt að auka meyrni þess síðar (Locker, 1985; Locker og Hagyard 1963). Kæliherping getur einnig átt sér stað ef sýrustigsfallið er mjög hægt miðað við kælihraðann (Mynd 1). Þetta gerist ef orkubirgðir dýrsins eru litlar og þ.a.l. fer dýrið í dauðastirðnun við hitastig sem er undir 12°C og við pH sem er hærra en 6.



Mynd 1. Æskilegt sýru- og hitastigsfall í lærvöðva, auk frávíka af völdum hita- og kæliherpingar.

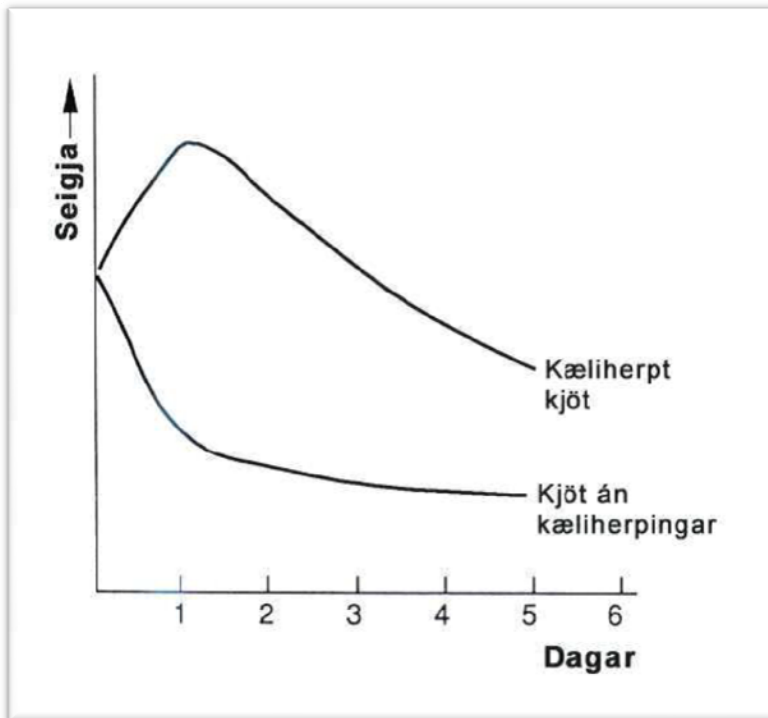
Áhrifin verða meiri eftir því sem hitastigið er lægra og pH enn yfir 6. Stress getur einnig valdið þessum áhrifum, þar sem það getur haft áhrif á orkubirgðir vöðvans. Það skiptir því meginmáli að fylgjast vel með hitastigi og sýrustigi við dauðastirðnun svo að kjötgæðin verði sem best.

Rannsóknir á kæliherpingu í dillkajöti hafa verið framkvæmdar hér á landi. Árið 1985 var framkvæmd rannsókn á vegum Fæðudeildar RALA varðandi kæliherpingu í lambkjöti. Dillkaskrokkar voru hitastigs- og sýrustigsmældir við mismunandi lofthita í kjötsal. Þær mælingar leiddu í ljós að hætta á kæliherpingu var fyrir hendi þar sem fór saman lágur lofthiti í kjötsal (10°C eða minna) og frysting fljótt eftir slátrun (innan við 10 klst.). Niðurstöður áferðarmælinga og skynmats á hryggvöðva staðfestu að áhrif kæliherpingar gætti greinilega í kjöti sem hafði hangið skemur en 10 klst. í kjötsal (Hilmarsdóttir og Þorkelsson, 1985). Önnur rannsókn fimm árum síðar leiddi í ljós að mikill munur var á meyrni kjöts af skrokkum eftir 6 og 10 klst. í kjötsal við 10°C, þar sem kjöt eftir 10 klst. var meyrara (Þorkelsson, 1991).

Haustið 2006 var verkefnið „Áhrif kælingar á meyrni í lambakjöti“ unnið á Matra og var skýrsla gefin út í janúar 2007 hjá Matís. Þar voru framkvæmdar mælingar á hitastigi í dilkaskrokkum í kjötsal sláturhúsa við mismunandi lofthita. Sýni voru tekin úr hryggvöðva dilkaskrokka eftir mislanga viðveru í kjötsal, og þau fryst. Áferðarmælingar voru síðan framkvæmdar á sýnunum til að meta áhrif kælingar á vöðvann. Niðurstöður þessarar rannsóknar sýndu að kjöt sem var aðeins geymt í kjötsal í 4-5 klst. eftir slátrun og fryst eftir þann tíma var stífara en kjöt sem fékk lengri kælitíma í kjötsal (Jónsson *et al.*, 2007).

Í grein eftir Lepetit og fleiri sem kom út árið 2000, er orsök á aukinni stífni í soðnu kæliherptu kjöti skýrð. Þar kemur meðal annars fram að stytting vöðvaþráða og aukin skörun samdráttarpróteina (myofilaments) eykur stífni. Einnig kemur fram að samspil vöðvaþráða og bandvefs hefur áhrif á stífnina. Það hefur verið skýrt þannig að utanfrumurými í kæliherptu soðnu kjöti er meira en í eðlilegu kjöti, þ.a.l. er meira pláss fyrir bandvef til samdráttar án þess að vöðvaþræðir hamli. Þannig verður þéttni bandvefs á flatarmálseiningu meiri og gefur stífara kjöt. Því meira sem bandvefurinn dregst saman því minni verður fjaðurstuðull kjötsins og stífnin eykst í soðnu kjöti. Í hráum vöðva er þessu öfugt farið, stífnin verður minni (Tornberg 1996; Snowden *et al.* 1977).

Ef kjöt er fryst áður en orkuefnin eru uppurin og áður en vöðvinn hefur farið í gegnum dauðastirðnun, verður kröftugur samdráttur þegar kjötið er þiðið upp. Þetta er stundum kallað þíðuherping. Afgangur orkuefnanna fer í að ljúka dauðastirðnunarferlinu og geta sum kjötstykki orðið allt að 60% styttri vegna samdráttarins. Sýrustigsfallið eftir slátrun segir til um hve hratt niðurbrot á glýkógeni á sér stað. Í dilkaskrokkum byrjar dauðastirðnun þegar pH gildið hefur náð 5,8-6,0, eftir 6-10 klst (Meðferð sláturdýra og kjötgæði, 2003). Viðbúið er að í einhverjum sláturhúsum á Íslandi sé þetta raunin að kjötið sé fryst áður en dauðastirðnunin er yfirstaðin og mun þetta verkefni vonandi sýna stöðu þessara mála á landinu.



Mynd 2. Meyrnunarferli við 2°C í eðlilegu kjöti og í kæliherptu kjöti (Fengið úr Kjött og kjötteknologi, Matforsk 1996)

Í gildandi reglugerð „Um slátrun og meðferð sláturafurða“ nr. 461 frá 2003 kemur ekkert fram um hitastig eða geymslutíma annað en í XIV kafla um geymslu á kjöti í 64 gr. segir að „Ferskt kjöt skal kæla strax að lokinni skoðun eftir slátrun. Kjarnhiti í kjötskrokkum og skrokkhlutum skal vera lægri en 4°C í kindakjöti og svínakjöti, 24 klst. eftir slátrun“. Í fyrri reglugerð um sama efni nr. 188/1988 segir hins vegar í 13 gr. 1. kafla að hitastig í kjötsal skal vera á bilinu 8-15°C. Kindakjöt sem frysta á, skal hanga í kjötsal í minnst 10 klst. sé hiti 10°C eða lægri, en minnst 6 klst. nái hiti 14-15°C og aldrei lengur en 24 klst. Samkvæmt nýju reglugerðinni er ekkert tekið á gæðamálum, einungis á þáttum sem snúa að hollustu og matvælaöryggi.

Það er ljóst að hitastig í kjötsölum sláturhúsa er mismunandi, allt eftir því í hverskonar vinnslu kjötinu er ætlað að fara. Borið hefur við að skrokkar í kjötsölum staldri mun styttra við nú en áður þekktist. Með því móti ná sláturhúsin fram lengra geymsluþoli kjötsins ásamt því að verulega dregur úr rýrnun. En hversu langt er hægt að ganga í þessu sambandi, og er hugsanlegt

að nú þegar sé aðaleinkenni íslensks dillakjöts skert með of mikilli kælingu? Þekkt er að nota raförvun á dillaskrokka strax að lokinni aflífun. Sú aðgerð flýttir dauðastirðnunarferlinu mikið og gerir það að verkum að óhætt er að kæla skrokka hraðar eftir slátrun þar sem upphafssýrustig skrokka er töluvert lægra en hjá skrokkum sem fá ekki þessa meðferð. Þessi aðferð hefur verið tekin upp í einu sláturhúsi hér á landi og verður spennandi að sjá hvernig kjötið kemur út í þessu verkefni í samanburði við önnur sláturhús.

Í þessu verkefni fæst vonandi haldgott yfirlit yfir það hvernig staðið er að aflífun og kælingu í sauðfjársláturhúsum hér á landi og í framhaldinu verði unnið að úrbótum þar sem þeirra er þörf.

2 Framkvæmd

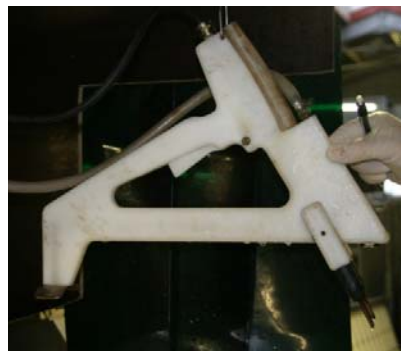
Alls voru 6 sláturhús heimsótt í þessari athugun, þar af var eitt hús heimsótt tvisvar.

2.1 Deyðing

Fylgst var með slátrun á um 100 lömbum á hverjum stað og straumstyrkur, straumtími, tími frá rotun að hálskurði og tími blæðingar frá hálskurði þangað til hausinn er skorinn af var mældur. Einnig voru frávík skráð, þ.e. ef lömbin rotuðust ekki strax þannig að hleypa þurfi straumi á þau oftast en einu sinni.



Hausklemma í húsi 1 og 7



Haus – bak tæki húsi 2, 3 og 4.



Hausklemma í húsi 5 og 6.

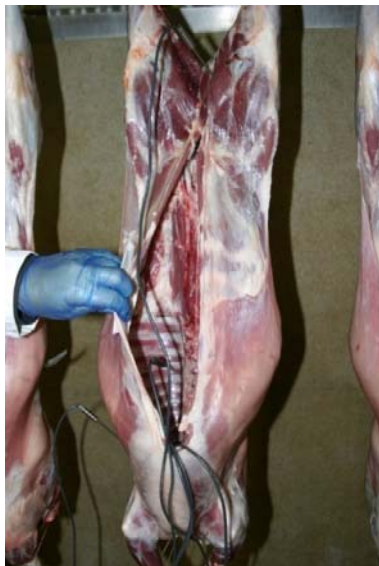
Mynd 3. Myndir af mismunandi tækum sem notuð eru til að svipta lömb meðvitund.

2.2 Sýnataka

Valdir voru 10 skrokkar í hverju sláturhúsi af sama eða svipuðum kjötmatsflokki og þyngd um leið og skrokkarnir komu inn í kælisal eftir slátrun. Reynt var að hafa þessa skrokka af kjötmatsflokki R2 og kringum 15 kg. Í tveimur sláturhúsum voru teknir fleiri skrokkar. Bætt var við 10 léttari skrokkum og 10 þyngri til að sjá breytileika á áferðareiginleikum eftir þyngd skrokka. Skrokkarnir fylgdu öðrum skrokkum í sláturhúsinu í gegnum kæliferilinn og svo í frost, þ.e. voru sama tíma í kælingu og skrokkar sem komu á sama tíma í kælisalinn.

2.3 Kæliferlar og sýrustig

Sex hitastigssíritar af TidbiT v2 gerð frá Onset voru hengdir víðsvegar um hvern kælisal til að ná sem gleggstu yfirliti yfir hitastig þeirra og voru þeir hafðir í salnum frá því að skrokkar sem notaðir voru í rannsókn (áferðarmælingar) komu inn í hann, þar til þeir fóru í frost. Síritar voru stilltir þannig að þeir skráðu hitastig á 5 mínútna fresti.



Kjarnhiti var mældur í einum skrokk með þrem stungusíritum af Ebro gerð og skráðu þeir hitastigið á 5 mínútna fresti. Var síritum stungið í læri, hrygg og bóg.

Sýru- og hitastig skrokka sem fóru áfram í áferðarmælingu var mælt með reglulegu millibili frá slátrun þar til þeir fóru í frost. Notast var við Knick Portamess® 913 X pH-mæli með stunguelektróðu af SE 104 gerð.



Annar Portamess® 913 X pH-mælir með stunguelektróðu af SE 104 gerð var svo stilltur á síritun og settur í einn skrokk þar sem hann mældi sýru- og hitastig á 15 mínútna fresti frá því skrokkur kom inn í kælisal þar til hann var sendur í frost.

Mynd 4. Staðsetning hitasírta í framparti, hryggvöðva og læri (efri mynd) og staðsetning stungu í hryggvöðva fyrir sýrustigssírta (neðri mynd).

2.4 Eðliseiginleikar

Í sláturhúsunum var hryggurinn fjarlægður af skrokknum og frystur eftir mislanga viðveru í kjötsal (4-12 klst.), mislengi eftir sláturhúsum. Í sumum tilvikum voru hryggirnir látnir meyrna í 4 daga áður en þeir voru frystir (Tafla 1) Meðalfallþungi skrokkanna var um 15 kg.

Tafla 1. Fjöldi hryggja notaður í áferðarmælingar og mælinga á lit og pH.

Þyngd skrokka	A (12-13 kg)		B (15 kg)		C (>18 kg)	
Kælitími fyrir frystingu	4-12 klst.	4 dagar	4-12 klst.	4 dagar	4-12 klst.	4 dagar
Sláturhús 1			10			
Sláturhús 2			10			
Sláturhús 3			10			
Sláturhús 4	10	10	10	10	10	10
Sláturhús 5			10			
Sláturhús 6	10	10	10	10	10	10
Sláturhús 7			10			
Samtals	20	20	70	20	20	20

Hryggirnir voru síðan þíddir upp daginn fyrir mælingar við stofuhita og hryggvöðvinn síðan skorin í sýni. Samtals voru mæld 170 sýni úr jafnmörgum hryggvöðvum. Sýrustig og litur hryggvöðva var mælt áður en vöðvinn var settur í áferðarmælinn.

2.4.1 Sýrustig

Sýrustig var mælt með Knick Portamess® 913 X pH-mæli með stunguelektroðu af SE 104 gerð eftir uppþíðingu vöðvans fyrir áferðarmælingu.

2.4.2 Litur við áferðarmælingu

Litur vöðvans var mældur með Minolta litamæli (type CR-300, Japan). Notast er við svokallað CIELAB eða L*, a*, b*-kerfi, sem er lýsing á ákveðnu litarými og mæling á grunnlitum. Bilið milli hnita í rýminu er nátengt sýnilegum mun í litablæbrigðum. L* mælir ljóst/dökkt, a* mælir grænt til rautt og b* mælir blátt til gult. Þessi gildi eru oft notuð til að lýsa litum, og litabreytingum er oft lýst sem breytingum í a* og b*. L*-gildi er mælikvarði á hvíta litinn í vöðvanum og því er lágt L*-gildi merki um að vöðvinn sé dökkur, en hátt gildi að hann sé ljós. L*-gildi fyrir lambakjöt eru

oft á bilinu 30-40. Kjöt með háu a*-gildi er rauðara en kjöt með lægra a*-gildi. Almennt eru a*-gildi fyrir lambavöðva á bilinu 5-20 og b*-gildi eru oft á bilinu 4-12.

2.4.3 Áferðareiginleikar

Áferðarmælingar voru gerðar á hryggvöðva með Texture Analyser-XT2i frá Stable Micro System í Englandi. Áferð var metin með tveimur aðferðum. Annars vegar var áferð metin með því að mæla hörku (hardness (kg)) þegar hrár vöðvi er beittur þrýstingi (samþjöppunarpróf) og hins vegar mæld stífni (toughness (kg)) við skurð á elduðum vöðva (Warner Bratzler aðferð). Í samþjöppunarprófi eru áhrif bandvefs metin með því að pressa vöðvann niður með 80% álagi. Hámarkskraftur sem þarf til að pressa vöðvann er síðan mældur (Lepetit og Culioli, 1994). Warner Bratzler aðferð er notuð til mælingar á stífni kjötsins og felur í sér bæði þátt vöðvaþráðanna og bandvefsins. Hámarkskraftur sem þarf til að skera í sundur vöðvann er mat á stífni hans (Bouton *et al.*, 1975). Báðar þessar aðferðir eru empírískar, sem flestir nota við mælingar á áferð vöðva. Því minni sem krafturinn er því meyrara er kjötið.

2.4.4 Tölfræði

Fervikagreining (ANOVA) var notuð við tölfræðilega úrvinnslu á samanburði á meyrni, lit og pH í kjöti við mismunandi aðstæður, ásamt samanburðarprófi milli tveggja hópa.

2.4.5 Höfuðþáttagreining

Niðurstöður voru meðhöndlaðar með höfuðþáttagreiningu með forritinu Unscrambler®. Höfuðþáttagreiningu er hægt að nota til að kanna hvernig mismunandi mæliþættir (breytur) fyrir hóp sýna tengjast hver öðrum. Einnig til að kanna tengsl á milli sýna og hvort finna megja hópa af svipuðum sýnum. Meginmarkmið höfuðþáttagreiningar er fækkun mikilvægra breytistærða og er hægt að skoða myndrænt allt að þrjár breytur í einu. Við hefðbundna tölfræðigreiningu er einungis unnið með eina breytu í einu og þá vantar upplýsingar um tengsl meðal breytanna.

Sameiginlega leggja báðar grunnbreytur framlag til nýrra reiknaðra breyta eða höfuðþátta (HP) þar sem hver höfuðþáttur er línuleg samantekt upprunalegu breytanna. Mest lýsir fyrsti höfuðþáttur af breytileika safnsins, annar höfuðþáttur næst mest og þannig koll af kalli. Fyrstu

tveir til þrjár höfuðþættirnir lýsa oft stórum hluta breytanleikans og eru því mikilvægastir við túlkun gagna (Jónsdóttir, 1997).

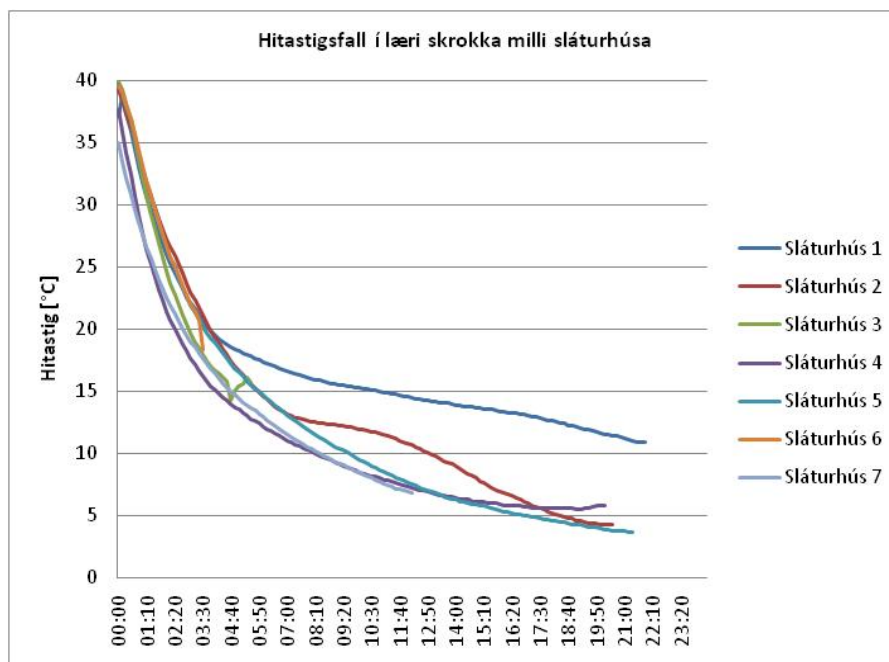
Niðurstöður úr höfuðþáttagreiningu eru aðallega skoðaðar með tveimur gerðum mynda. Annars vegar framlagsmynd (*loadings*) sem sýnir tengsl milli mælipátta og skormynd þar sem tengsl milli sýna er kannað. Einnig er hægt að skoða niðurstöður á sammynd (*bi-plot*) þar sem skor sýna og framlög mismunandi breyta er teiknað inn á sömu mynd.

3 Niðurstöður

Niðurstöður fyrir úttektina varðandi deyðingu skrokka, hitastigs- og sýrustigsfall skrokka á kælitíma og svo niðurstöður úr síritamælum sem settir voru í kjötsali sláturhúsa, eru send á hvert sláturhús fyrir sig. Hér er hinsvegar að finna niðurstöður úr stungusíritum á milli húsa sem og niðurstöður fyrir þær mælingar sem gerðar voru á hryggjum eftir uppþíðingu, þ.e. lita-, sýrustigs- og áferðarmælingar.

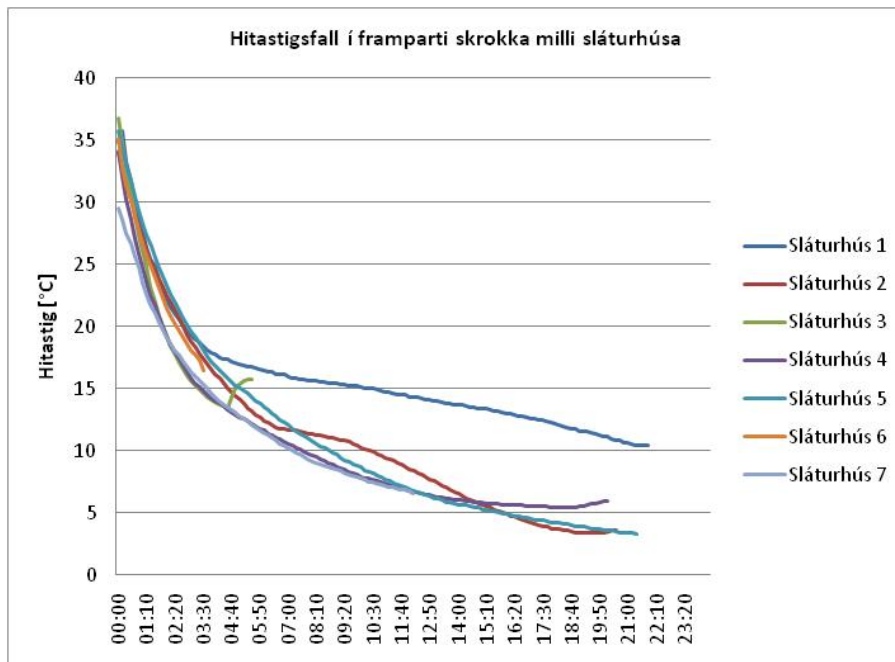
3.1 Samantekt stungusírita

Þegar niðurstöður úr stungusíritum eru bornar saman á milli húsa sést að hraði kælingar er mismunandi eftir húsum. Í sumum þeirra fer hitastig í kjötsal nokkuð eftir útihitastigi en það getur verið æði mismunandi á sláurtímanum. Á þessum 3 gröfum sem sýna hitastigsfall í mismunandi skrokkhlutum má sjá að það getur verið mikill munur á kælihraða. Í grafinu hér að neðan sést að eftir um fjóra tíma er hiti í læri allt frá því að vera um 20°C niður í 15°C. Hraði kælingarinnar hefur svo veruleg áhrif á sýrustigsfallið í skrokknum.

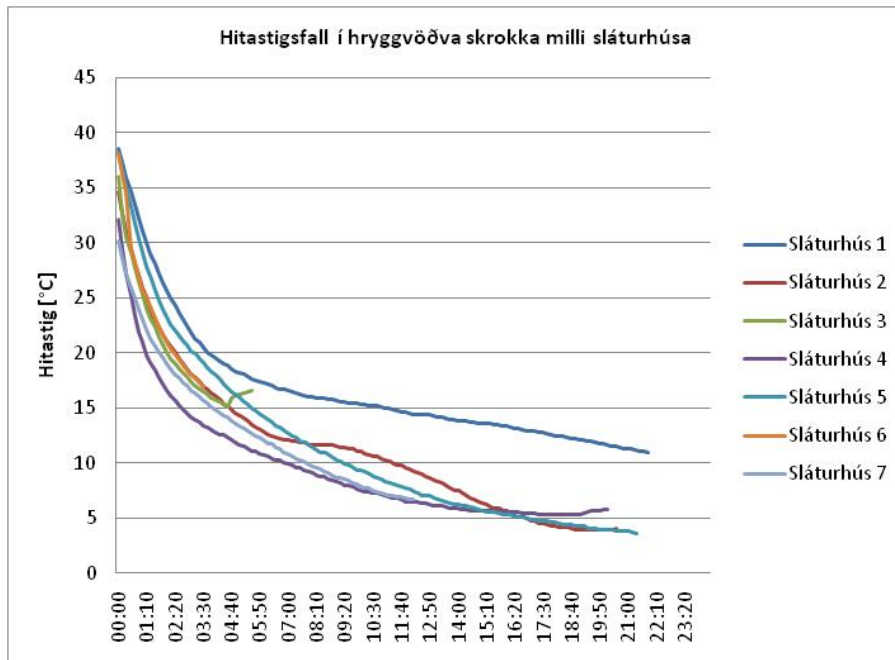


Mynd 5. Samanburður á hitastigsfalli í læri skrokka eftir að þeir koma inn í kjötsal sláturhúsa þar til þeir fara í frost.

Einnig ber að hafa í huga að kæliferillinn er mislangur á milli húsa. Á þessum gröfum sést að stystur er ferillinn í húsi 6 eða aðeins um 4 klst. Ívið lengri er ferillinn í húsi 3 en svo eru hin húsin yfirleitt með töluvert lengri viðverutíma skrokka í kjötsal.



Mynd 6. Samanburður á hitastigsfalli í frumparti skrokka eftir að þeir koma inn í kjötsal sláturhúsa þar til þeir fara í frost.

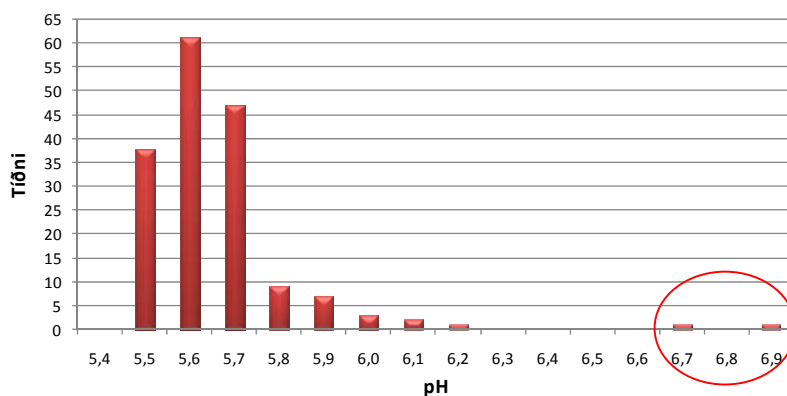


Mynd 7. Samanburður á hitastigsfalli í hrygg skrokka eftir að þeir koma inn í kjötsal sláturhúsa þar til þeir fara í frost.

3.2 Eðliseiginleikar

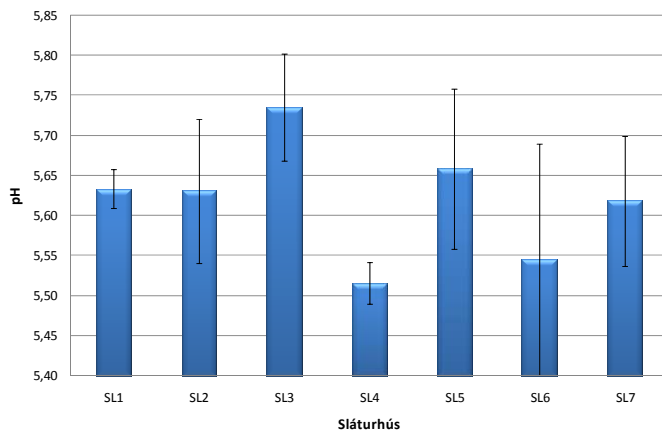
3.2.1 Sýrustig

Sýrustig var mælt í öllum hryggvöðvum eftir geymslu í frosti og úrbeiningu á sama tíma og áferðarmælingar voru framkvæmdar. Meðaltalssýrustig í öllum vöðvum var pH 5,6 (max 6,85; min 5,41). Dreifing sýrustigs í vöðvum sýndi að hluti vöðvanna var með pH 6,0 allt upp í pH 6,9, sem bendir til streitu í vöðva (Mynd 8).



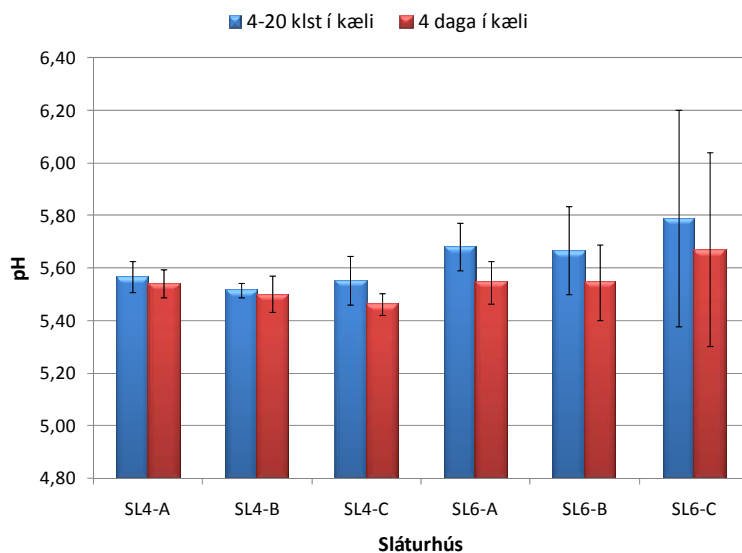
Mynd 8. Tíðni allra sýrustigsmælinga í hryggvöðva úr skrokkum frá öllum sláturhúsum.

Samanburður á pH í hryggvöðva milli sláturhúsa, sýndi marktækan mun á sláturhúsum þar sem pH í vöðvum frá SL4 voru marktækt lægri miðað við húsin SL2, SL3 og SL5 ($p < 0,001$) (Mynd 35). Þetta bendir til að þótt kæling hafi verið hröð í sláturhúsi SL4, er ekki hætt á kæliherpingu þar sem pH er frekar lágt og stöðugt milli skrokka.



Mynd 9. Sýrustig í hryggvöðva lambaskrokka úr öllum sláturhúsum eftir uppþíðingu.

Staðalfrávikidið fyrir sýrustig eftir uppþíðingu hryggja í sláturhúsi 6 var hæst, en rekja má það til eins skrokks sem var með sýrustig um pH 6. Hefði þeim skrokk verið sleppt í útreikningum þá hefði staðalfrávikidið lækkað úr 0,14 í 0,04.

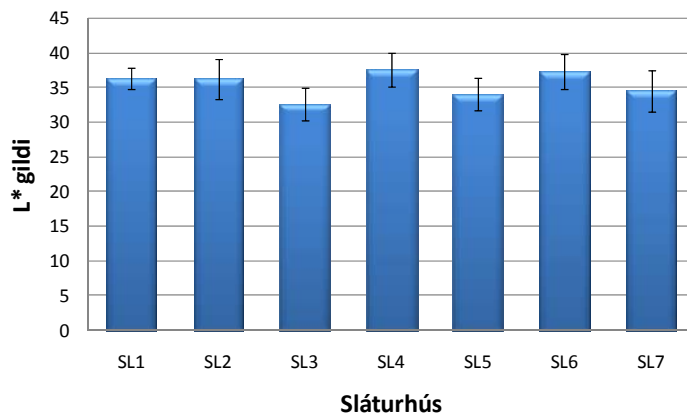


Mynd 10. Sýrustig hryggvöðva eftir uppþíðingu frá tveimur sláturhúsum í skrokkum með mismunandi fallþunga (A= 12-13 kg; B=15 kg; C=þyngra en 18 kg).

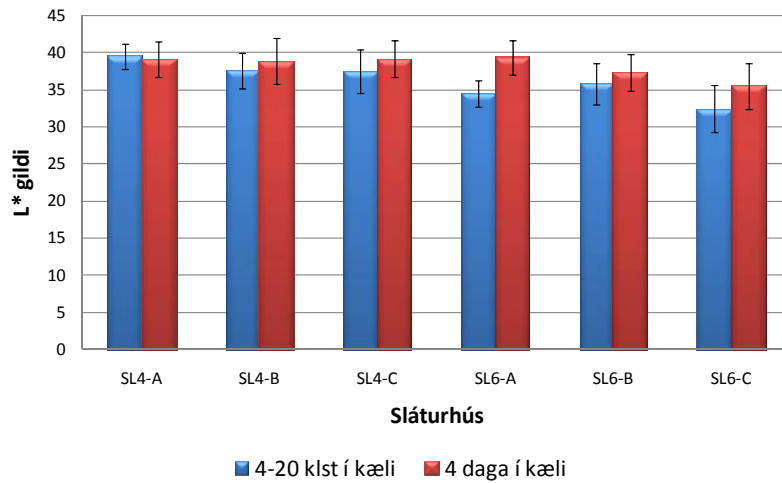
Ekki fannst marktækur munur á pH í vöðva milli mismunandi þyngdarflokka frá húsum SL4 og SL6 (Mynd 36). Í húsi SL6 var sýrustig hæst í hryggvöðva skrokka sem voru þyngri en 18 kg. Niðurstöður sýna einnig lækkun á sýrustigi eftir 4 daga meyrnun, sem bendir til þess að dauðastirðnun hafi verið skammt á veg komin er skrokkarnir voru frystir í SL 6 en í SL 4 var kælitíminn tæplega sólarhringur og er því lítill munur á sýrustigi eftir meyrnunartíma í kæli eftir uppþíðingu. Því má segja að náðst hafi fullmeyrnun kjötsins á þeim kælitíma fyrir frystingu í SL4.

3.2.2 Litur

L*gildi eða ljós/dökkur litur í vöðva var að meðaltali 33,67 (max 40,0;min 29,2). Eftir því sem L* gildið er hærra því ljósari er vöðvinn. Vöðvi í skrokkum frá SL3 var marktækt dekkri samanborið við vöðva úr SL6 og SL4 ($p < 0,001$) (Mynd 37). Kæliferill í húsi SL3 var afar stuttur, og meðalsýrustig í lok kæliferilsins var pH 5,9, sem gæti bent til streitu og þar af leiðandi dekkri litar.

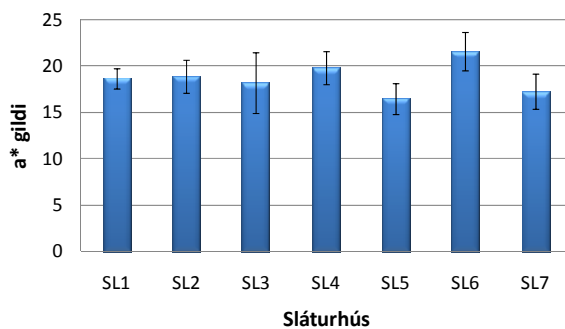


Mynd 11. Ljós/dökkur litur hryggvöðva í skrokkum frá öllum sláturhúsum.



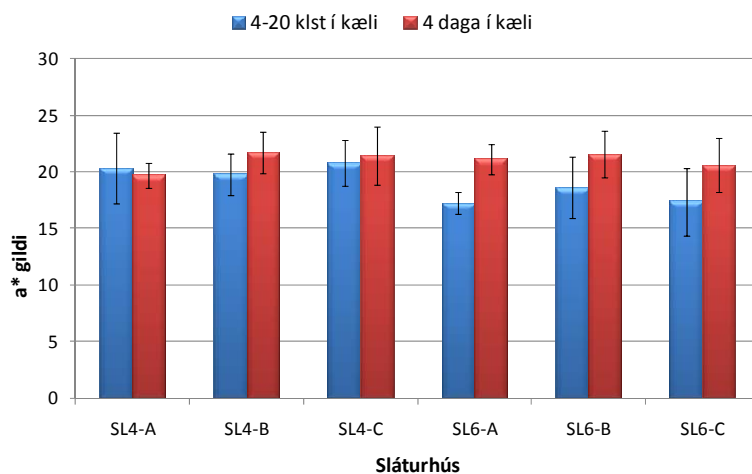
Mynd 12. Ljós/dökkur litur hryggvöðva frá tveimur sláturhúsum í skrokkum með mismunandi fallþunga (A= 12-13 kg; B=15 kg; C=þyngra en 18 kg).

Almennt eru vöðvar marktækt ljósari ($p < 0,001$) í húsi SL4 en í SL6. Ef bornir eru saman skrokkar sem kældir hafa verið mislengi kemur í ljós að skrokkar frá SL6 sem kældir hafa verið í 4 daga eru marktækt ljósari ($p < 0,001$) en skrokkar sem kældir hafa verið í 4-20klst. Í húsi SL4 er engin marktækur munur á milli skrokkanna, miðað við mismunandi kælitíma (Mynd 12). Fylgni ($R^2 = 0,34$) er milli pH og litar (L^* gildi) þar sem kjötið verður ljósara með lækkandi pH.



Mynd 13. Rauður litur hryggvöðva í skrokkum frá öllum sláturhúsum

Meðaltalsgildi (a^* gildi) á rauða litnum var 19,4 (max 26,19; min 13,41). Samanburður á rauðum lit í vöðva skrokka milli sláturhúsa, leiddi í ljós marktækt ($p < 0,001$) rauðari vöðva í sláturhúsi SL6 en í öðrum sláturhúsum, nema í sláturhúsi SL4 þar sem enginn munur var á rauða litnum (Mynd 13).

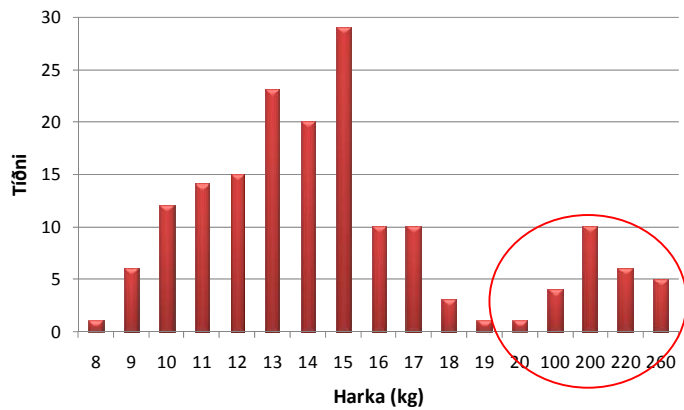


Mynd 14. Rauður litur hryggvöðva frá tveimur sláturhúsum í skrokkum með mismunandi fallþunga (A= 12-13 kg; B=15 kg; C=þyngra en 18 kg).

Ef a^* gildið er skoðað með tilliti til kælitíma, kemur fram marktækur munur á gildum í húsi SL6 þar sem litur er marktækt ($p=0,015$) rauðari í vöðva skrokka sem kældir voru í 4 daga samanborið við skrokka sem kældir voru í 4-20 klst. Þessu er eins farið í skrokkum í húsi SL4 þar sem vöðvinn er rauðari í vöðvum sem kældir voru í 4 daga, en munurinn er ekki marktækur (Mynd 14). Niðurstöður fyrir lit á milli húsa eru ekki afgerandi og ljóst er að mismunandi slátur- og kæliaðferðir hafa lítil áhrif á lit kjötsins. Því er tæplega hægt að tala um kjötgæði útfrá lit einum saman.

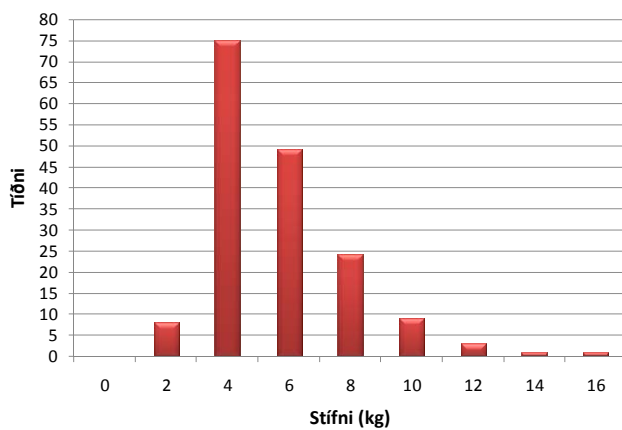
3.2.3 Áferðareiginleikar

Harka (kg) metin með samþjöppunarprófi er mælikvarði á áferðareiginleika í hráum vöðva og segir til um eiginleika bæði vöðva- og bandvefs. Tíðnirit yfir gildin sýnir að dreifingin á gildum fyrir hörku er langt frá því að vera normal-dreifð. Þar sem allnokkur gildi eru töluvert hærri en meginþorri mælinga. Þessi háu gildi eru þó ekki úr sama sláturhúsinu eða má rekja til sömu sláturaðferðar (Mynd 15).

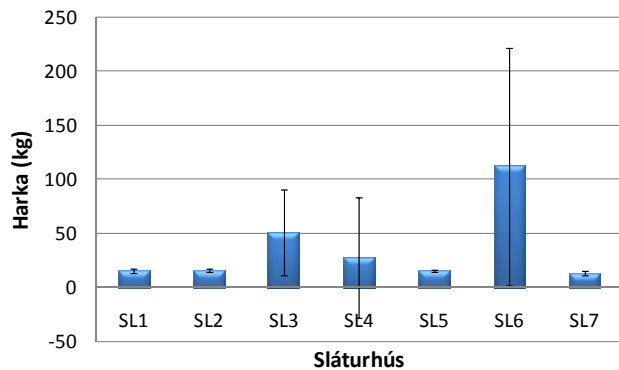


Mynd 15. Tíðni allra gilda á áferðareiginleikum í hráum hryggvöðva.

Þegar áferðareiginleikar í soðnum vöðva eru bornir saman við gildin fyrir hráan vöðva sést að dreifingin fyrir soðinn vöðva er eðlilegri. Eftir að vöðvinn er soðinn eykst meyrnin miðað við hráan vöðva og munur á milli gilda í soðnum vöðva er ekki eins afgerandi og í hráum vöðva.

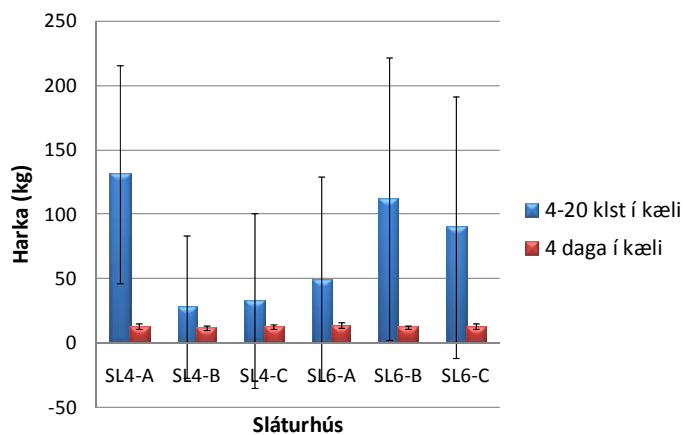


Mynd 16. Tíðni allra gilda á áferðareiginleikum í soðnum hryggvöðva.



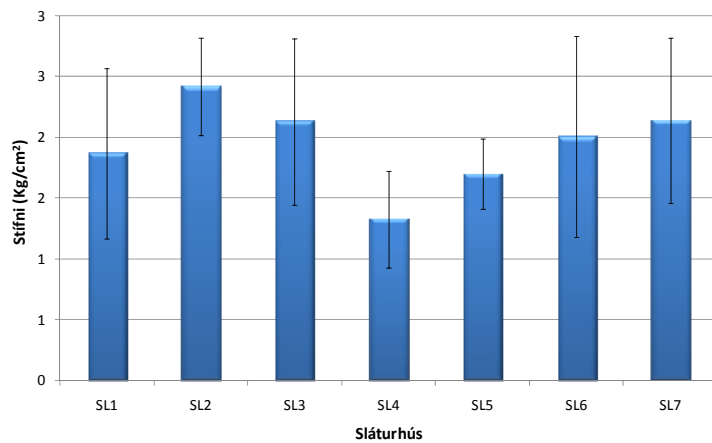
Mynd 17. Áferð í hráum hryggvöðva í 10(kjötflokk R2-R3 ca. 15kg) skrokkum frá öllum sláturhúsum

Samanburður á hörku vöðva í skrokkum milli sláturhúsa sýndi að SL6 var marktækt ($p < 0,001$) með stífasta kjötið af öllum sláturhúsum fyrir utan SL3. Talsverður munur er á milli staðalfrávika í hörku kjöts milli húsa (Mynd 17). Í húsi SL6 var bæði sýrustigsferill og hitastigsferill hægur og í raun voru þetta afar stuttir ferlar, sem gerir það að verkum að dauðastirðnun var ekki lokið sem endurspeglast af minni meyrni í kjötinu. Sömuleiðis í húsi SL3 var kæliferill stuttur og kjötið var um 15°C þegar það fór í frost og hætta á að dauðastirðnun hafi ekki gengið yfir.



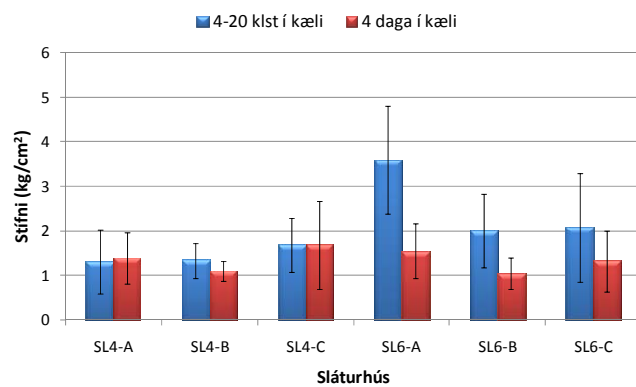
Mynd 18. Áferð í hráum hryggvöðva frá tveimur sláturhúsum í skrokkum með mismunandi fallþunga (A= 12-13 kg; B=15 kg; C=þyngra en 18 kg).

Ef skoðuð er stífni kjöts við mismunandi kælingu þá gildir almennt að kjöt frá SL6 er marktækt ($p < 0,001$) meyrara eftir 4 daga í kæli. Einnig er kjöt í þyngdarflokk A frá SL4 marktækt meyrara eftir 4 daga kælingu. Almennt má segja að kjötið sé meyrara eftir 4 daga í kælingu (Mynd 18).



Mynd 19. Áferð í soðnum hryggvöðva í 10(kjötflokk R2-R3 ca. 15kg) skrokkum frá öllum sláturhúsum

Skrokkar í SL4 eru marktækt ($p < 0,001$) meyrari samanborið við önnur sláturhús (Mynd 19).



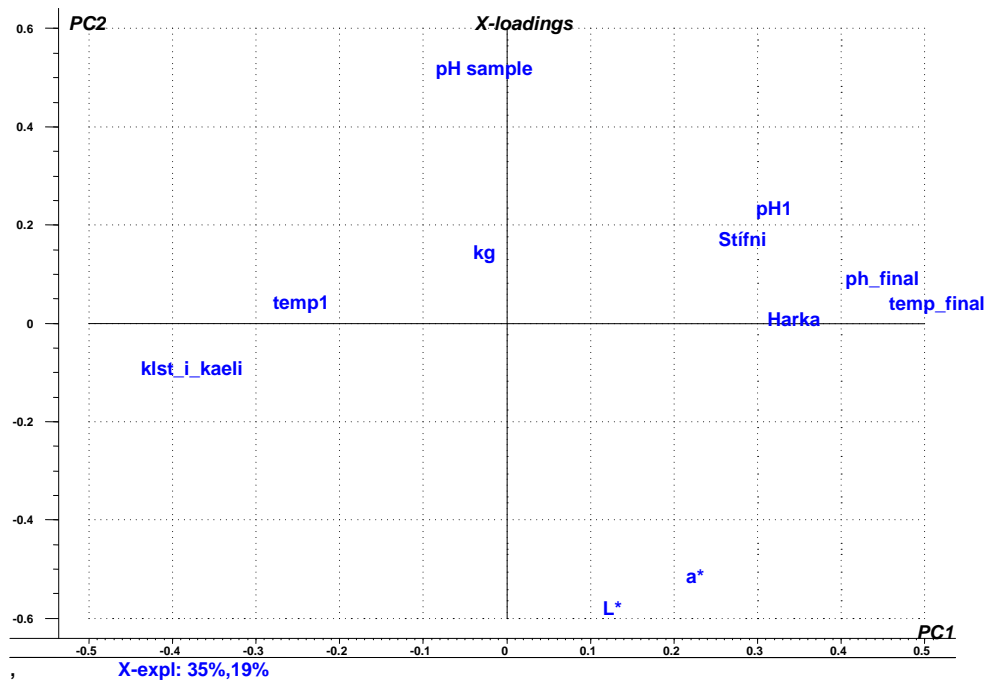
Mynd 20. Áferð í soðnum hryggvöðva frá tveimur sláturhúsum í skrokkum með mismunandi fallþunga (A= 12-13 kg; B=15 kg; C=þyngra en 18 kg)

Áferð í soðnu kjöti er töluvert mýkri samanborið við áferð í hráu kjöti (Léttari 12-13 kg), skrokkar í SL6 eru marktækt stífari en aðrir skrokkar (Mynd 20). Meyrnun eykst yfirleitt í skrokkum eftir 4 daga kælingu, sérstaklega í sláturhúsi 6 þar sem kæliferrill var mjög stuttur.

3.2.4 Höfuðþáttagreining

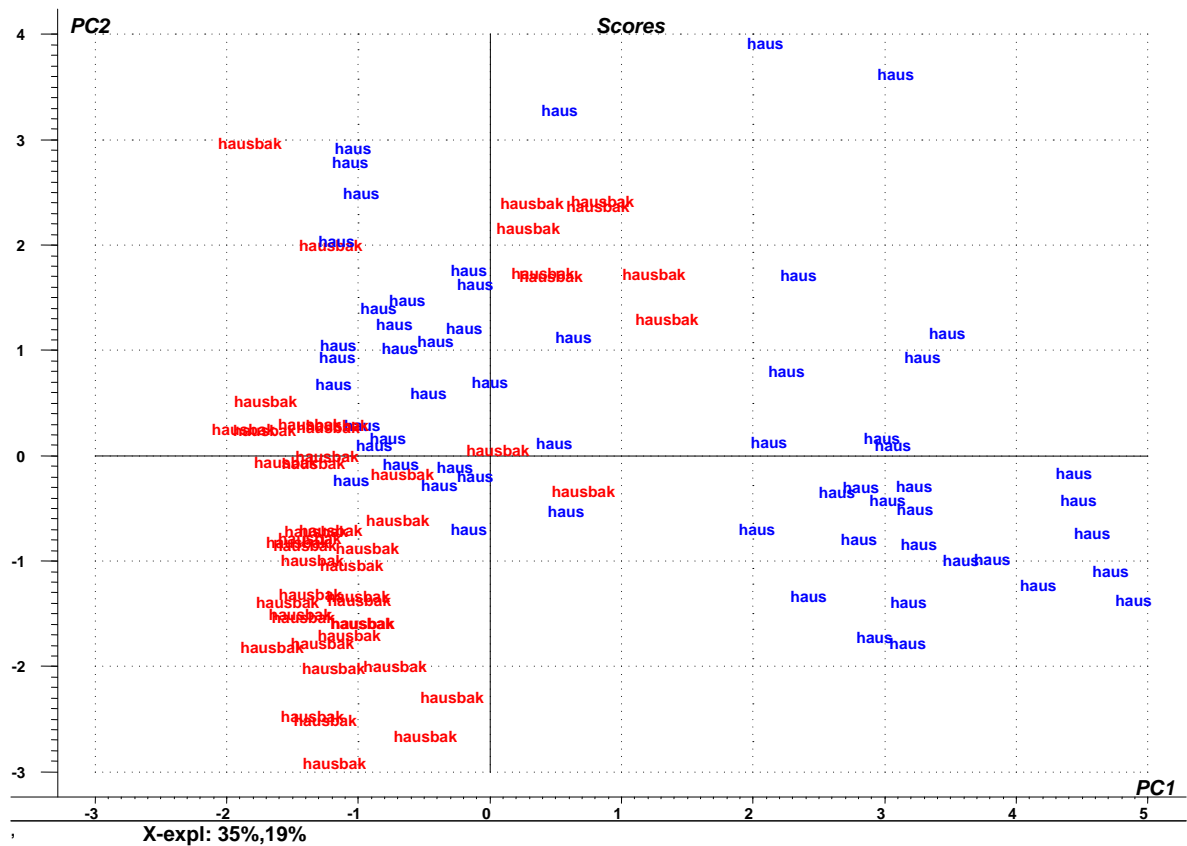
Lokamódel er byggt á gögnum eftir að útlagar (einn skrokkur úr SL4 og SL6) hafa verið fjarlægðir, þar sem þeir rugla módelið. Einsog sjá má á Mynd 21 og Mynd 22 virðist aðferð við aflifun skipta miklu máli fyrir gæði og meyrni kjötsins.

Mynd 21 sýnir breytileika kjötsins í mismunandi mælingum. Fyrsti höfuðþáttur skýrir 35% breytileika gagnanna, sem skýrist helst af mun í deyfingar- og aflífunaraðferð, klukkustundum í kæli (vinstra megin á mynd) og pH gildum, hörku, stífni og loka pH (hægra megin á mynd). Annar höfuðþáttur skýrir 19% af breytileikanum sem skýrist helst af mun í pH sýnis og lit (efst á mynd) og lokahitastigi (neðst á mynd).

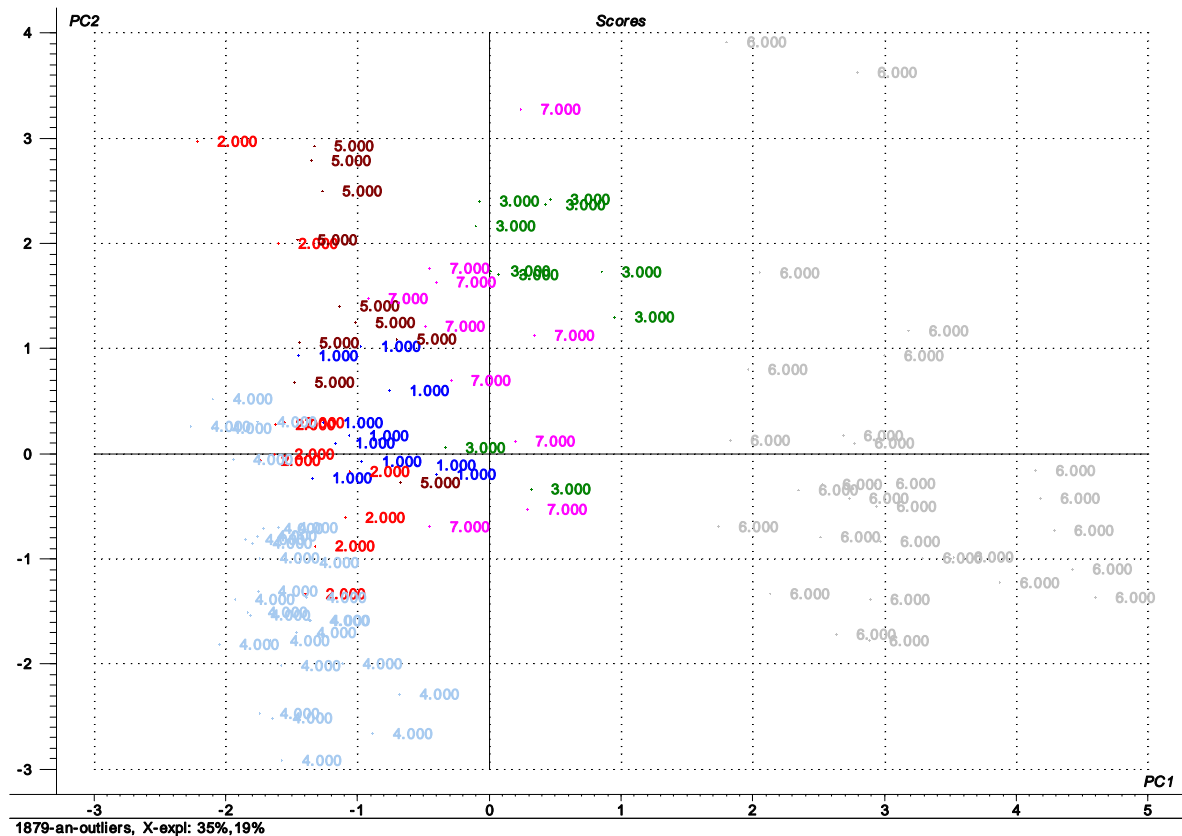


Mynd 21. PCA plot, X-expl. 35%, 19%.

Mynd 22 sýnir að aðferð við deyfingu fyrir aflifun virðist skipta miklu máli hvað varðar gæðamælingar, þar sem skrokkarnir greinast í sundur eftir aðferð við deyfingu. Þegar Mynd 21 og Mynd 22 eru skoðaðar saman má sjá að með „haus-bak“ deyfingu (vinstra megin á Mynd 22) er pH kjötsins lægra (Mynd 21), klukkustundir í kæli fleiri og stífnir og harka minni. Öfugt samband er á milli pH sýnis og litar sem þýðir að eftir því sem pH er hærra því dekkra verður kjötið. Þetta þýðir að ef tími í kælisal er aukin því meyrara verður kjötið. Að auki virðist vera tilhneiging að kjöt úr „haus“ deyfingu hafa bæði dekkri (L*) og rauðari (a*) lit. Þar af leiðandi lítur út fyrir að deyfing „haus-bak“ skili meyrara og ljósara kjöti. Hinsvegar þarf kjötið lengri tíma í kæli.



Mynd 22. Score plot



Mynd 23. Score plot.

Á Mynd 23 eru skrokkar merktir eftir sláturhúsi, og auðséð er að skrokkarnir greinast í sundur eftir sláturhúsum, þ.e. skrokkar innan sama sláturhúss hópast saman. Einungis annarri aflífunaraðferðinni var beitt í hverju sláturhúsi um sig. Því er ekki hægt að fullyrða hvort niðurstöður gæðamælinga séu einungis háðar aflífunaraðferð eða séu af völdum annarskonar meðhöndlunar í hverju sláturhúsi.

Úr þessu þyrfti að greina með því að framkvæma sambærilega rannsókn, þar sem báðum aflífunaraðferðum væri beitt innan sama sláturhússins.

4 Samantekt

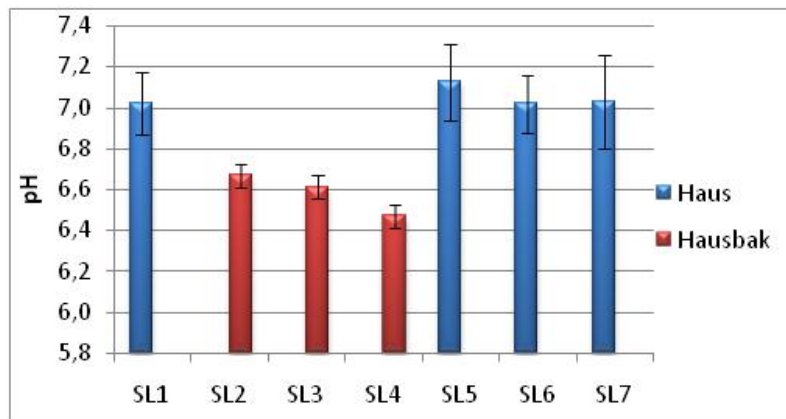
Í töflu 2 er yfirlit um aðstæður í sláturhúsunum í úttektinni og helstu niðurstöður. Þrjú þeirra notuðu „haus“- aðferðina við deyðingu og þrjú „haus-bak“-aðferðina. Verklag við deyðingu var alls staðar í lagi. Tími frá stungu þar til haus var skorinn var frá 15 sekúndum til 4 mínúta. Háræðablæðingar voru meira áberandi í húsum sem nota „haus“- aðferðina og í þeim húsum voru einnig gerðar athugasemdir við blóðtæmingu. Kælitími þ.e. tíminn frá því skrokkarnir komu í kjötsal þar til þeir voru frystir var minnstur 4 tímar og mestur 22 tímar. Hiti í skrokkum við frystingu var frá 4- 22 °C.

Tafla 2. Niðurstöður úttektar á aflifunar- og kæliaðferðum í sauðfjársláturhúsum haustið 2008

Sláturhús	1	2	3	4	5	6	7
Með raförvun	Nei	Nei	Nei	Já	Nei	Nei	Nei
Aðferð við deyðingu	H	HB	HB	HB	H	H	H
Verklag við deyðingu	Í lagi	Í lagi	Í lagi	Í lagi	Í lagi	Í lagi	Í lagi
Aðferð við blæðingu	B	B	B	B	HS	HS	B
Tími að haussskurði	18 s	4 m	22 s	35 s	30 s	4,30 m	19 s
Háræðablæðingar	Já	Nei	Nei	Nei	Já	Já	Já
Blóðtæming	Ath.	Í lagi	Í lagi	Í lagi	Í lagi	Ath	Ath
pH eftir slátrun	7,02	6,67	6,61	6,46	7,13	6,99	7,03
pH við frystingu	5,61	5,65	5,93	5,55	5,77	6,56	5,88
Kælitími, klst	22	21	6	20	22	4	12
Hiti við frystingu	11,0	4,3	14,9	5,9	3,9	20,6	6,6

H= Haus; HB= Haus/bak; B= Bógstunga; HS= Hálsskurður. (SL1 og SL7 eru sama sláturhúsið).
Mælingar gerðar á 15 kg R2 skrokkum.

Deyðingaraðferð hafði áhrif á dauðastirðunarferlið. Það var komið mun lengra í skrokkum lamba í húsum sem nota „haus-bak“ aðferðina en hjá húsum sem voru með hausaklemmu. Kælitími er greinilega of stuttur í sumum húsum. Þannig var sýrustig við frystingu hæst þar sem hann var stystur og vel yfir 6,0 í húsinu þar sem hann var 4 tímar.



Mynd 24. Sýrustig í hryggvöðva lambaskrokka við komu í kæli sláturhúsa. Áhrif aðferða við deyðingu.

Áhrif deyðingar á sýrustig í hryggvöðva í lambaskrokkum við komu í kjótsal sjást á Mynd 24. Sýrustig er marktækt lægra í vöðvum lamba sem deydd voru með „haus-bak“-aðferðinni. Lægsta sýrustigið var í sláturhúsi 4 en þar er notuð raförvun eftir stungu/blæðingu. En það er merkilegt að sýrustigið skuli vera svona lágt í hinum „haus-bak“ húsunum. Aðferðin virðist ein og sér koma af stað einhvers konar raförvun.

Kælihraði og hiti í hryggvöðva skrokka í lok kælingar er sýndur á Mynd 7. Mikill munur er á milli húsa í kælihraða og kælitíma. Í einu húsi voru skrokkarnir frystir eftir 4 tíma og hitinn í þeim var þá um 17°C. Eftir 10 tíma er hiti í kjöti í þremur húsum kominn undir 10°C eða lægra en 12-15°C í tveimur húsum. Í lok kælingar 20-22 tímum eftir slátrun var hann 4-11°C.

Niðurstöður seigjumælinga á hryggvöðva 15 kg skrokka sem voru frystir á hefðbundinn hátt 4-20 tímum eftir slátrun eru á Mynd 19. Við túlkun á niðurstöðum verður að hafa í huga að kælihraði, kælitími, sýrustig og raförvun hafa áhrif á seigjuna. Seigjan var langminnst í hryggvöðva skrokka úr sláturhúsi 4 þar sem haus-bak aðferð, raförvun og mikil og löng kæling voru notuð. Kjötið nálgast það að vera fullmeyrnað.

Kjöt úr öðrum húsum þarf að geyma í kæli eftir uppþýðingu til að ná fullri meyrni. Mest seigja mældist í húsum með „haus“-deyðingaraðferðina. Hafa ber þó í huga að í einu þeirra var kjötið fryst fyrir dauðastirðnun.

Í tveimur sláturhúsum (húsum 4 og 6) voru teknir 30 skokkar, þ.e. 3 einsleitir hópar með 10 skrokkum hver. Munur var á deyðingaraðferð, sýrustigi, kælihraða og kælitíma á milli húsa auk

Þess að í húsi 4 var notuð raförvun. Sýrustig í kjöti úr öllum þyngdarflokkum var komið undir pH 6 tíu tímum eftir slátrun í sláturhúsi 4 þrátt fyrir mikla kælingu. Sýrustigið í kjöti úr sláturhúsi 6 var hins vegar 6,2-6,5 þegar það var fryst. Það var ekki komið í dauðastirðnun og hætta á öðru fyrirbæri sem kallast þíðuherping því veruleg. Ef kjöt er fryst áður en vöðvar hafa farið í gegnum dauðastirðnun, verður kröftugur samdráttur þegar kjötið er þíðið upp. Jafnframt lekur mikil safi úr kjöti sem er bein afurðarrýrnun.

Áhrif mismunandi meðferðar í sláturhúsunum á seigju í elduðum hryggvöðva sést svo á Mynd 20. Greinilegt er að hryggvöðvar úr lambaskrokkum í sláturhúsi 4 eru mun meyrari en hryggvöðvar úr lambaskrokkum í sláturhúsi 6. Hún sýnir líka að kjötið úr sláturhúsi 4 er nánast fullmeyrnað og að kjötið í sláturhúsi 6 þarf að meyrna í fjóra daga til að ná sömu gæðum.

5 Umræður og ályktanir

Í ályktun aðalfundar Landssamtaka sauðfjárbænda var óskin að bera saman aflífun með rafmagni og aðrar deyðingaraðferðir eins og með pinnabyssu. Það var ekki gert í þessu verkefni. Hins vegar má draga þá ályktun af verkefninu að skrokkar lamba sem deyddir voru með rafmagni ná í flestum tilfellum að blóðrenna nægilega. Hins vegar er meira um hárfæðablæðingar og athugasemdir um ófullkomna blóðtæmingu í sláturhúsum sem nota „haus“ aðferðina við deyðingu. Það flækir málið að í tveimur af þeim þremur húsum sem gerðar voru athugasemdir við blóðtæmingu, hékk hausinn styst á skepnunum eftir hálsstungu. Í þremur húsum var mjög hröð kæling en í einu þeirra er það ekki vandmál því þar er notuð raförvun. Í hinum tveimur er hún vandamál sem hægt væri að leysa með raförvun. Í einu húsi var of snögg frysting vandamál sem einnig væri hægt að leysa með raförvun, öflugri kælingu og breyttum vinnubrögðum. Aðrar ályktanir sem má draga eru að með raförvun og snöggri kælingu má framleiða nánast fullmeyrnað lambakjöt og um leið ná fram aukinni hagkvæmi með minni rýrnun skrokka í kæli, minni rýrnun kjöts við sögun og úrbeiningu og lengra geymsluþoli.

Tilgangur úttekta sem þessarar er að benda á það sem vel er gert og benda á það sem betur má fara og koma með tillögur til úrbóta. Kynning og samvinna við sláturleyfishafa er mikilvægasti hluti verkefnisins. Þannig er unnið að því að ná fram sem mestum gæðum íslensks lambakjöts traustum neytendum þess til góða.

Þakkarorð

Starfsfólki sláturhúsa og öðrum sem að verkefninu komu er þökkun góð samvinna. Verkefnið var styrkt af Bændasamtökum Íslands í samvinnu við Landssamtök sauðfjárbænda og Fagráð í sauðfjárrækt.

Heimildir

1. Bouton, P.E., Harris, P.V. og Shorthouse, W.R. (1975) Changes in shear parameters of meat associated with structural changes produced by aging, cooking and myofibrillar contraction. *Journal of Food Science*. 40, 1122.
2. Cecilie M. Mejdell, Vonne Lund. Funksjonelle parametere ved bedøving/avliving på slakteri—krav til metode og utstyr. Veterinærinstituttets rapportserie, 10 – 2007. 20 bls.
3. Embætti yfirdýralæknis, Landbúnaðarháskólinn á Hvanneyri, Matvælarannsóknir Keldnaholti, Rannsóknarstofnun landbúnaðarins og Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins (2003). Meðferð sláturdýra og kjötgæði. Útgefin skýrsla.
4. European Food Safety Authority- AHAW/04-027. WELFARE ASPECTS OF ANIMAL STUNNING AND KILLING METHODS”. Scientific Report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods. (Question N° EFSA-Q-2003-093) 241 bls.
5. EFSA Scientific Report “The welfare aspects of the main systems of stunning and killing applied to commercially farmed deer, goats, rabbits, ostriches, ducks, geese and quail” (Question N° EFSA-Q-2005-005). Annex to the *EFSA Journal* (2006) 326, 1-18. 71 bls.
6. Jónsson, Á., Hilmarsson., Óli Þór og Gunnlaugsson, Valur N. (2007). Áhrif kælingar á meyrni í lambakjöti. Matís skýrsla, 01-07.
7. Lepetit, J., Alicia Grajales, R. Favier (2000). Modelling the effect of sarcomere length on collagen thermal shortening in cooked meat: consequence on meat toughness. *Meat Science* **54**, 239-250.
8. Lepetit, J. and Culioli, J. (1994) Mechanical properties of meat. *Meat Science*, **29**, 271-283.
9. Locker, R.H. (1985). Cold-induced toughness of meat. In A.M. Pearsons and T.R. Dutson (Eds.). *Advances in meat research* (Vol.1, pp. 1-44). Westport, CT, USA: AVI Publishing Co., Inc.
10. Locker, R.H., and Hagyard, C.J. (1963). A cold shortening effect in beef muscles. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **14**, 787-793.
11. Jónsdóttir, R. (1997). Áhrif fóðurfitu á svínakjöt. Skoðuð með fitusýrugreiningu, skynmati og fjölbreyttuölfræði. Ritgerð til meistaraþrófs í matvælafræði við HÍ. Fjölrit Rala nr. 188, 22-28. Rannsóknarstofnun landbúnaðarins.
12. Snowden, J.M., Bouton, P.E. and Harris, P.V. (1977). Influence of constraint during heating and cooling on the mechanical properties of collagen tissue. *Journal of Food Science*, **42** (2), 880-894.
13. Tornberg, E. (1996). Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Science*, **43** (S), 175-191.
14. Þorkelsson, G. (1991). Framleiðsla, dreifing og sal á fersku dillakjöti. *Fréttabréf nr. 6*, Fæðudeilt, Rannsóknarstofnunar landbúnaðarins, Kjött og kjötteknologi, Matforsk (1996)