

4.0 Eftir slátrun



4.1 Sýrustigsmælingar

Orkubirgðir vöðva eru á formi glýkógens sem er brotið niður í glúkósa. Eftir slátrun heldur niðurbrot orkuefna áfram en án súrefnis. Myndast þá mjólkursýra sem safnast upp í vöðvanum og veldur því að sýrustig í vöðvum fellur úr u.þ.b. pH 7,1 í pH 5,5 - 5,8. Sýrustig eða pH er mælikvarði á hve súrt eða basískt kjötið er. Mælikvarðinn gengur frá 0 sem er mjög súrt, í gegnum 7 sem er hlutlaust (eimað vatn) og upp í 14 sem er mjög basískt.

Kjöt með sýrustig á bilinu pH 5,3 - 5,8 telst eðlilegt kjöt.

Við eðlilegar aðstæður er sýrustig í svínavöðvum komið niður fyrir 5,8 þegar 6 – 12 klst. eru liðnar frá slátrun en eftir 12 – 24 klst. í lamba- og nautavöðvum.

Samtímis sýrustigsfalli fellur skrokkhiti vegna kælingar í kjötsalnum. Fyrst eftir slátrun er hiti skrokkans 37°C til 40°C en á meðan niðurbrot glýkógens á sér stað myndast hiti í vöðvunum og getur hitinn stigið í skrokkunum um allt að 4°C. Bæði sýrustigs- og hitastigsfall verða að vera innan ákveðinna marka svo að kjötgæðin haldist. Þetta er metið í kjötsal og fylgst með fallinu þar til endanlegu sýrustigi er náð (sjá 18. mynd síðar í kaflanum). Mælingar á sýrustigi sem gerðar eru á kjötskrokkum 45 mínútum eftir slátrun kallast pH₁ og 24 tímum eftir slátrun kallast pH₂.

Magn glýkógens í vöðva við slátrun stjórnar sýrustigfalli í vöðva og hvernig hann breytist í kjöt. Með eðlilegu glýkógenmagni verður sýrustigsfallið eðlilegt. Lækkun sýrustigs hefur mikil áhrif á vatnsbindieiginleika kjöts og þar með á gæði þess. Það er því mikilvægt að lækkun sýrustigs gangi eðlilega fyrir sig.

Gallar í kjöti

Meðferð dýra fyrir slátrun hefur mikil áhrif á gæði kjöts. Því skiptir miklu máli að sláturdýrin séu vel haldin og verði ekki fyrir óþarfa álagi í flutningi og slátruhúsi. Sýrustigsmælingar á kjöti eru fyrst og fremst notaðar sem vísir að kjötgæðum. Þrjár algengustu gallar í kjöti eru DFD, PSE og RSE.

DFD (dark, firm, dry) - dökkt, stíft og þurr kjöt

Slæm meðferð fyrir slátrun getur leitt af sér svokallað DFD-kjöt eða streitukjöt. Ef dýrið hefur orðið fyrir miklu álagi og orkuforðinn í vöðva er lítill sem enginn við slátrun getur eðlileg lækkun á sýrustigi ekki átt sér stað. Nægileg mjólkursýra myndast ekki og endanlegt sýrustig kjötsins verður hærra en pH 6,2. Slíkt kjöt er dökkt á litinn, fast eða stínt viðkomu og áferðin er þurr. Það hefur góða vatnsbindieiginleika en geymsluþol þess er lélegt þar sem skilyrði örvera til vaxtar eru betri við hátt sýrustig. DFD finnst einkum í nauta- og lambakjöti.

PSE (pale, soft, exudative) - kjöt er ljóst, lint og slepjukennt

Orsakir PSE geta verið erfðafræðilegar en einnig getur röng meðferð búfjár leitt til PSE. Þessi galli finnst fyrst og fremst í svínakjöti og er oft nefndur vatnsvöðvi. Svín sem bera „halothane“ erfðavísi eru mun viðkvæmari fyrir streitu og því meiri líkur á PSE einkennum en hjá þeim sem eru án þessa erfðavísis. En jafnvel þó svínin séu án „halothane“ erfðavísis getur vatnsvöðvi myndast ef meðferð dýranna fyrir slátrun er ekki rétt. Ef dýrin eru mjög æst fyrir slátrun brotna orkuefnin hratt niður eftir slátrun. Sýrustigið fellur þá hratt og getur verið komið niður fyrir pH 5,6 meðan skrokkhitinn er enn hár (35-40°C). Við það breytist bygging og þar með starfhæfni próteinanna í vöðva og vatnsbindieiginleikar þeirra minnka. PSE-kjöt er mjög ljóst á litinn, slepjulegt, hefur lélegan þéttleika og lélega vatnsbindigetun. Þessar breytingar eru óafturkræfar. PSE er álitinn alvarlegur galli en hann getur verið mismikill bæði milli vöðva í skrokk og milli skrokka. Stundum er kjötið algerlega óhæft til neyslu og er þá oftast um að ræða kjöt af arfhreinum gripum. Mælingar á sýrustigi í hryggvöðva, 45 mínútum eftir slátrun (pH₁), geta gefið til kynna hvort um PSE einkenni sé að ræða.

RSE (reddish-pink, soft, exudative) - kjöt er með eðlilegan rauðan lit en lint og slepjulegt

RSE er millstig milli eðlilegs kjöts og PSE-kjöts. Hvað veldur RSE er ekki að fullu ljóst en bæði erfða- og umhverfisþættir geta leitt til þess að kjöt flokkist sem RSE. Oftast eru notaðir þrír mælipættir samhliða til að aðgreina RSE-kjöt frá öðru kjöti, þ.e. sýrustig, kjötlitur og vatnsheldni. Þar sem pH_1 hefur ekki gefið góða raun við að greina RSE kjöt er mælt með að nota pH_2 . RSE hefur aðallega verið greint í svínakjöti.

- DFD finnst einkum í nauta- og lambakjöti
- PSE finnst einkum í svínakjöti
- RSE finnst einkum í svínakjöti

Mælistaðir og mæliaðferðir

Algengast er að nota færanlega samsetta hita- og sýrustigsmæla (sjá 13. mynd) til að fylgjast með falli sýrustigs og hita eftir slátrun. Það er gert fyrst innan við klukkutíma eftir slátrun (pH_1) og síðan aftur 24 tímum eftir slátrun (pH_2). Mikilvægt er að sýrustigmælar séu rétt stilltir en nánar er fjallað um sýrustigsmæla síðar í kaflanum

Nautgripir

Nautakjöt er mælt eftir að kælihitastigi er náð u.þ.b. sólarhring eftir slátrun (pH_2). Mælt er þannig að elektróðu sýrustigsmælisins er stungið inn í enda hryggvöðvans á afturparti. Einnig eru dæmi um að mælt sé í miðju innanlærisvöðvans. Verulegur munur er á sýrustigi eftir því í hvaða vöðva er mælt. Þau viðmiðunarmörk sem ákvarða hvort um gallað kjöt sé að ræða miðast við endanlegt sýrustig (pH_2) og að mælt sé í hryggvöðva.

Svín

Í svínakjöti er fyrst og fremst verið að kanna hvort um PSE eða RSE galla sé að ræða og nauðsynlegt að mæla bæði pH_1 og pH_2 . Mælt er þannig að elektróðu sýrustigsmælisins er stungið á milli rifja (á innanverðum skrokki) fyrir framan enda á lundum, þvert á hryggvöðvann og inn í hann miðjan. Einnig er hægt að mæla í miðjan innanlærisvöðvann.

Sauðfé

Kindakjöt er mælt u.þ.b. sólarhring eftir slátrun (pH_2) með því að stinga elektróðu innanfrá í hryggvöðva á milli aftasta og næst aftasta rifs.

Sýrustigsmælar

Samsettur sýrustigs- og hitastigsmælir sést á 13. mynd.



13. mynd. Samsettur sýrustigs- og hitastigsmælir.

Stilling pH mælis

Fyrir sýrustigsmælingu er nauðsynlegt að stilla pH mæli. Þetta er venjulega gert með því að mæla tvær mismunandi stuðpúðalausnir (buffer) með þekktu sýrustigi. Nota á stuðpúðalausnir með pH 4,01 og pH 7,00 þegar væntanlegar niðurstöður liggja á bilinu pH 5 og pH 6. Sýrustig er mjög háð hita og því hefur hitastig einnig áhrif á stillingu elektróða. Mikilvægt er að hiti stuðpúðalausna sé sá sami og hiti þess sýnis sem á að mæla. Rétt er að lesa handbók viðkomandi mælis vel yfir.

Byrjað er á að setja inn upplýsingar um hita mælilausna. Elektróðan er síðan skoluð vel með eimuðu vatni og dýft í stuðpúðalausn með pH 7,0 og mælir fínstilltur þar til hann sýnir niðurstöðuna nákvæmlega rétta. Ráðlagt er að hræra stöðugt í lausnunum á meðan á stillingu stendur. Síðan er elektróðan skoluð vandlega með eimuðu vatni og dýft ofan í hina stuðpúðalausnina með pH 4,01. Ef mælir sýnir ekki niðurstöðu nákvæmlega rétta er hann fínstilltur. Ef elektróðan starfar ekki innan þessa marka, telst hún ónothæf. Stillingu á alltaf að framkvæma á sambærilegan hátt, t.d. með sama biðtíma, sama hraða á hræru o.s.frv. Eftir að mælingu sýna lýkur þá eru stuðpúðalausnir mældar að nýju. Ef sú mæling sýnir veruleg frávik frá stillingu mælis þá er mælir stilltur að nýju og mæling sýna endurtekin.

Geymsla og þrif á elektróðu

Til eru margar mismunandi gerðir elektróða, t.d. oddhvasar elektróður úr hertu gleri til að stinga beint í kjötvöðva. Þó elektróður séu misjafnar að stærð, gerð og lögun, þá er meðhöndlun þeirra svipuð frá einum framleiðanda til annars. Elektróða er geymd í eimuðu vatni og skal skipta reglulega um vatn. Ef óhreinindi eins og fita setjast utan á elektróðuna er hún hreinsuð með mildu sápuvatni og síðan skoluð með eimuðu vatni.

Slit á elektróðu

Með tímanum ganga elektróður úr sér og slitna þrátt fyrir góða meðhöndlun. Því er nauðsynlegt að skrá niður allar stillingar og mælingar í sérstaka dagbók til að meta ástand elektróðunnar. Í nýrri gerðum af pH-mælum fylgir oft hugbúnaður til að fylgjast með notkuninni.

- Hiti stuðpúðalausna við stillingu á elektróðu á að vera sá sami og hiti kjöts við mælingu.
- Elektróðu skal geyma í eimuðu vatni.
- Óhreinindi á elektróðu, t.d. fitu, má hreinsa með mildu sápuvatni og skola síðan með eimuðu vatni.
- Best er að skrá allar stillingar og mælingar í sérstaka dagbók til að fylgjast með líftíma elektróðunnar.

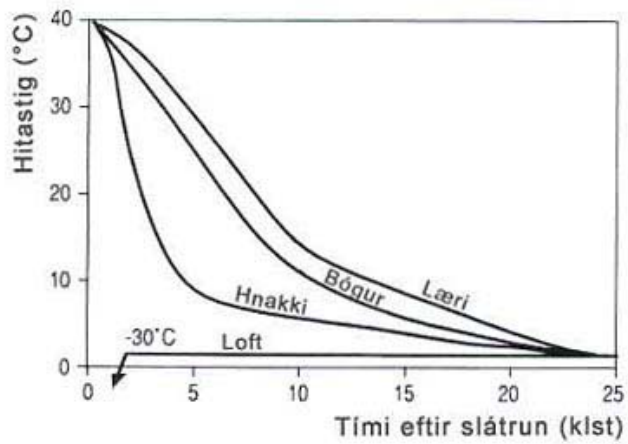
4.2 Kæling kjötskrokka

Kæliaðferðir

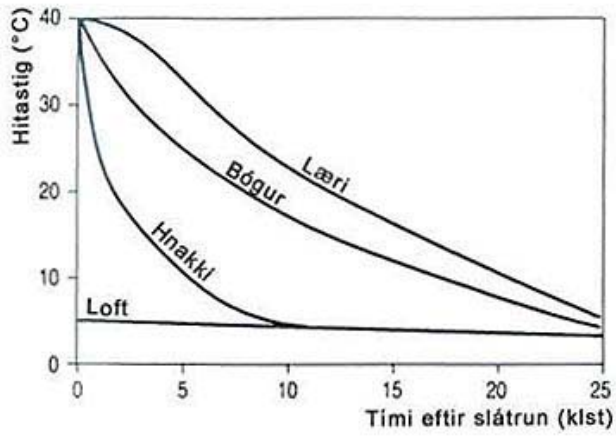
Til eru nokkrar aðferðir við að kæla kjöt en hver þessara aðferða tekur alfarið mið af tegund og stærð þeirra skrokka sem á að kæla. Sú aðferð sem mest er notuð er loftkæling á sláturskrokkum. Þá er kældu lofti (–1 til 5°C) dreift um kæliýmið með viftum. Lofthraðinn er venjulega mjög hægur eða á bilinu 0,5 til 1,0 m/s. Loftunin ræðst af því hve þétt sláturskrokkarnir hanga saman og fjarlægðinni frá loftúttaki. Nútíma kæliklefar hafa stýringu á bæði hita og lofthraða.

Önnur kæliaðferð og hraðvirkari er hraðkæling. Hún er eingöngu notuð á svínaskrokka. Þá eru skrokkarnir settir í gegnum frystigöng á færibandi og fara á móti loftstraumnum. Í frystigöngunum er hitastigið –10 til –40°C og lofthraðinn 1,5 til 4 m/s og skrokkarnir eru frá hálf tíma að 4 tímum í göngunum. Hægt er að stilla lofthraða og hitastig að vild eftir því um hvaða dýr er að ræða. Oftast er ysta lag skrokkanna frosið. Eftir þessa aðferð eru skrokkarnir settir inn á venjulegt kæliými.

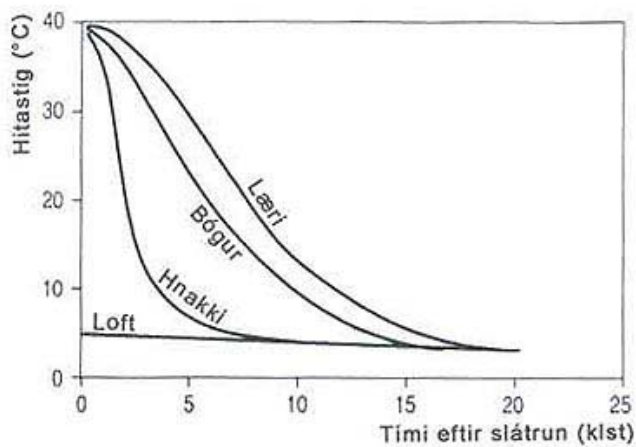
14., 15. og 16. mynd sýna hitafall í nautgripa- og sauðfjárvöðva við mismunandi aðstæður. 17. mynd sýnir hitafall í svínahnakka með annars vegar hraðkælingu og hins vegar hægri loftkælingu. Mælt er með hraðkælingu á svínakjöti til að draga úr hugsanlegum göllum af völdum PSE.



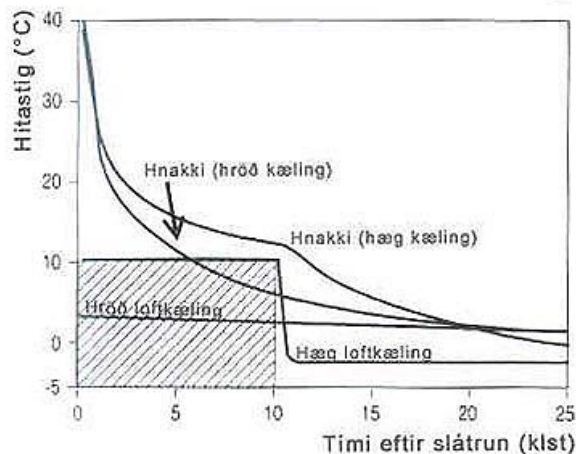
14. mynd. Hitafall í vöðvum nautgripakjöts. Á fyrstu 10 klst. er lítil eða engin kæling, eftir það er hraðkælt við -30°C lofthita.



15. mynd. Hitafall í mismunandi vöðvum í nautakjöti við sama lofthita.



16. mynd. Hitafall í mismunandi vöðvum í lambakjöti við sama lofthita.



17. mynd. Hitafall í svínahnakka með hraðkælingu og hægri loftkælingu.

Þær aðferðir sem notaðar eru við kælingu á *alifuglakjöti* eru aðallega loftkæling og vatnskæling. Mjög mikilvægt er að kjarnahiti alifuglakjöts sé kominn niður í 4°C innan klukkustundar eftir slátrun. Þegar svo er eykst geymsluþol kjötsins verulega.

Örverur

Kæling er nauðsynleg í slátrunarferlinu, við geymslu og dreifingu kjötvara. Eitt af markmiðum kælingar er að hindra vöxt smitgerla og lengja geymsluþol með því að hafa hemil á ýmsum skemmdargerlum. Vöxtur gerla á yfirborði sláturdýra fer mjög eftir hitastigi. Við 20°C er geymsluþol skrokka einungis 1-2 dagar, við 5°C er það um 8 dagar og við 0°C er geymsluþolið um 15 dagar.

Tími

Ferskt kjöt skal kæla strax að lokinni skoðun eftir slátrun. Kjarnahiti í kjötskrokkum og skrokkhlutum skal vera lægri en 4°C í kinda- og svínakjöti 24 klst. eftir slátrun og 48 klst. eftir slátrun í stórgripakjöti eigi að dreifa og selja kjötið kælt.

Eðlilegur kælitími er 16-24 klst. fyrir sauðfjárskrokka en 36-48 klst. fyrir nautgripa- og hrossaskrokka. Kælitíma má stytta verulega með því að [raförva](#) skrokkana eftir slátrun.

Eðlilegur kælitími svínaskrokka við venjulega loftkælingu er 16-24 klst. Með hraðkælingu má stytta hann niður í 10-12 klst. Við slátrun á svinum er mælt sérstaklega með hraðri kælingu strax eftir slátrun til að draga úr hugsanlegum PSE göllum.

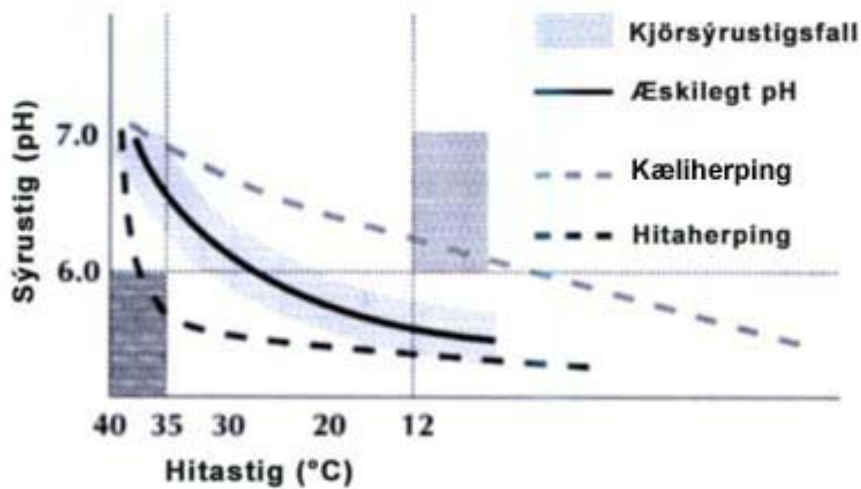
Kjarnahiti í kjöti eftir frystingu skal vera -18°C eða lægri. Eftir frystingu skal kjötið geymt við -18°C eða lægri hita og hiti í frystigeymslum skal vera stöðugur.

Rýrnun

Þegar kjötskrokkar eru vigtaðir heitir inn í kjötsal eða kæli er dregin frá ákveðin prósentu vegna rýrnunar við kælingu. Þessi prósentu byggir á athugunum og reynslutölum. Viðmiðunartölur eru 2,55% fyrir sauðfjárskrokka, 3% fyrir nautgripaskrokka og 2,2% fyrir svínaskrokka.

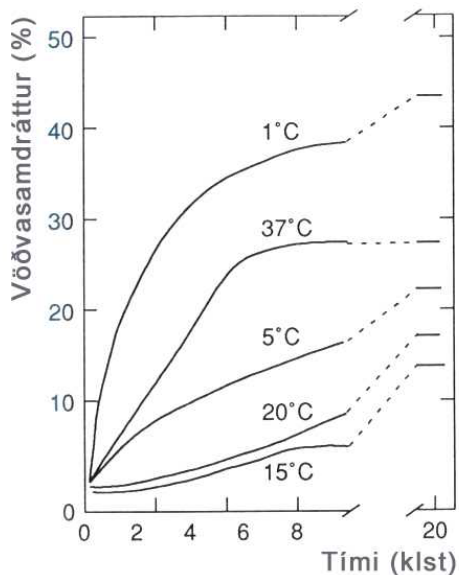
Kjöttgæði

Hraði kælingar hefur mikil áhrif á gæði kjöts. Kælingin verður að fylgja dauðastirðunarferlinu á þann hátt að kjöttgæði verði sem mest. Of hröð kæling eða frysting, sauðfjár- og nautgripakjöts, strax eftir slátrun leiðir til þess að kjötið verður seigt. 18. mynd sýnir æskilegt sýru- og hitastigsfall í lærvöðva, auk fráviks af völdum hita- og kæliherpingar.



18. mynd. Æskilegt sýru- og hitastigsfall í lærvöðva, auk frávik af völdum hita- og kæliherpingar.

Eftir slátrun gengur á orkuefnin og mjólkursýra myndast. Við það lækkar pH-gildið. 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 milli 14 og 19°C við upphaf dauðastirðnunar (sjá 19. mynd).

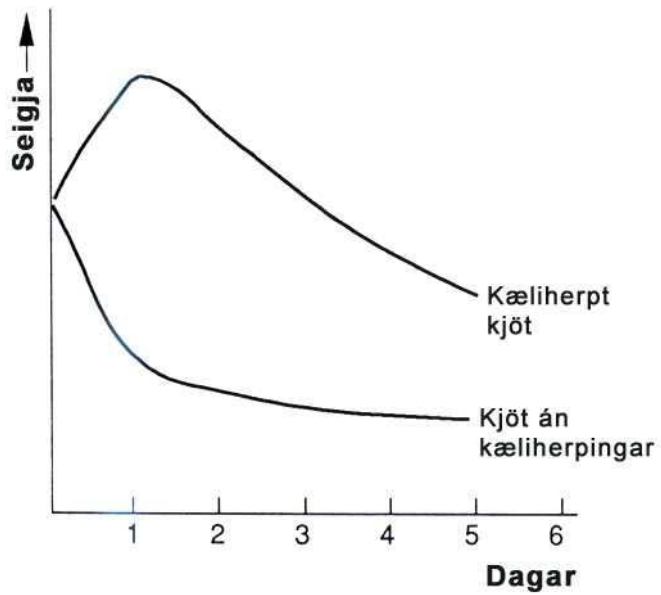


19. mynd. Vöðvasamdráttur við mismunandi hitastig.

Ef dauðastirðnun hefst við lægra hitastig verður samdráttur vöðvanna mun meiri og við fáum kæliherpingu í vöðvana og mjög seigt kjöt. Það sama gerist ef hitastigið 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. Á 20. mynd sést meyrnunarferli við 2°C í eðlilegu kjöti og í kæliherptu kjöti.

Ef kjöt er fryst áður en orkuefnin eru uppurin og áður en vöðvinn hefur farið í gegnum dauðastirðnun, verður kröftugur samdráttur þegar kjöti er þiðið upp. Þetta er stundun kallað þiðherping. Afgangur orkuefna fer í að ljúka dauðastirðnunarferlinu og geta sum kjötstykki orðið allt að 60% styttri vegna samdráttarins. Jafnframt

Því að kjötið verður mjög seigt getur allt að 25% rýrnun átt sér stað vegna hrips. Sýrustigsfallið eftir slátrun segir til um hve hratt niðurbrot á glúkógeni á sér stað. Dauðastirðnun byrjar þegar pH gildið hefur náð 5,8-6,0. Í skrokkum af lambi eða nautgripum sem ekki eru [raförvaðir](#) byrjar dauðastirðnun 6-10 klst. eftir slátrun.



20. mynd. Meyrnunarferli við 2°C í eðlilegu kjöti og í kæliherptu kjöti.