

# 1. viðauki

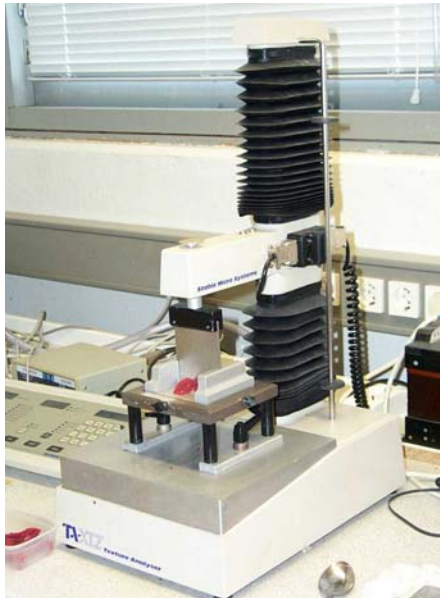
## Áferðarmælingar, litarmælingar, myndgreining og skynmat

Ýmsar aðferðir eru þekktar til að ákvarða gæði kjöts aðrar en sýrustigmælingar sem getið er um í 4. kafla. Hér verður fjallað stuttlega um áferðarmælingar, litarmælingar, myndgreiningu og skynmat.

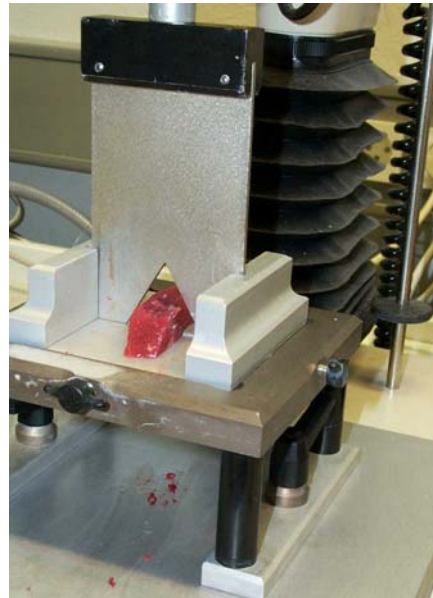
### Áferðarmælingar

Warner-Bratzler aðferðin er sú aðferð sem oftast er notuð til áferðarmælinga. Við áferðarmælingu er skorið þvert á vöðvafrumurnar. Í Warner-Brazler aðferð er notaður þar tilgerður hnífur sem hefur V-laga gróp í miðju. Hraði hnífs, þegar skorið er, er 20 cm /mín. Tækið mælir hámarkskraft í Newton-einingum í mótstöðu kjötsins við skurð. Til eru ýmsar gerðir áferðarmæla t.d. Texture Analyser (1. mynd) og Instron. Fjöldi sýna þarf að vera nægur til að vinna á tölfraðilegan hátt úr niðurstöðum.

Áferðarmælingar eru bæði gerðar á hráu og soðnu kjöti. Ef mælingar eru gerðar á soðnu sýni þá er ein aðferð að setja þau í poka og hita við 74°C í 80 mín. og síðan kæla þau í ísbaði í 15 mín. Áður en áferð er mæld eru sýnin látin standa við stofuhita í álpappír í 30 mín. Sýni eru skorin í sneiðar (15 x 9 mm) fyrir mælingar.



1. mynd. Áferðarmælir (Texture Analyser).



### Litarmælingar

Litarmælingar eru framkvæmdar með sérstökum litarmælum sem mæla grunnliti og endurkast frá yfirborði skurðarsárs þverskorins vöðva. Svokallað CIELAB eða L\*, a\*, b\* útfærsla er oft notuð til að mæla lit í kjöti. L\* gildið mælir ljóst/dökk, a\* mælir frá grænu í rautt, og b\* mælir frá bláu í gult. Niðurstöður litarmælinga eru síðan bornar saman við mæligildi á litaspjaldi sem nær yfir æskilegan sem og óæskilegan lit í nauta- og svinakjöti.

## Myndgreining

Nota má myndgreiningu á smásjármyndum á margvíslegan hátt t.d. til að mæla frumustærð (flatarmál frumna), lengd vöðvaþráða, lengd sarkómera (samdráttareining vöðvans), gerð vöðvaþráða og áhrif vinnsluferla á innri gerð vöðvans. Fyrir mælingu eru tekin sýni og þau fryst í köfnunarefni. Síðan eru sýnin skorin niður í örsniðli í örþunnar sneiðar og þær litaðar á gleri eftir því hvað á að skoða. Hægt er að lita ósérhæft fyrir próteini en einnig fitu og kollagen (bandvef). Einnig er hægt að lita sértækt fyrir vöðvaþráðagerð. Síðan eru sýnin skoðuð í smásjá og tölvumyndir teknar sem síðan er unnið úr í þar til gerðu forriti. Á 2. mynd sést lengd sarkómera við mismunandi upphengiaðferðir nautaskrokka. Upphenging á mjaðmabeini eykur sarkómerulengd og þar með meyrni kjöts.



**2. mynd.** Myndgreining af lengd sarkómera í nautgripaskrokkum. Til vinstri eru sarkómerur úr skrokkum í hefðbundinni hásinuupphengju. Til hægri eru sarkómerur úr skrokkum í mjaðmabeinsupphengju.

## Skynmat

Skynmatið fer þannig fram að a.m.k. átta þjálfaðir dómara dæma sýnin. Oftast er annað hvort um geðjunarpróf eða samanburðarpróf að ræða. Í geðjunarprófi staðsetja dómara sýni á geðjunarskala eftir að hafa tekið tillit til þeirra þátta sem ráða gæðum t.d. meyrni, safu, útlits, lyktar o.s.frv. Einnig er hægt að dæma ákveðna eiginleika þar sem ráðað er á skala frá litlu að miklu, t.d. meyrni frá mjög meyrri kjöti í mjög seigt. Einnig eru til samanburðarpróf af ýmsu tagi þar sem dómari dæmir hvaða sýni er t.d. meyrara, safaríkara o.s.frv., hvaða sýni eru eins eða hvaða sýni sker sig úr. Fjöldi sýna og dómara ræðst af því hvaða próf eru notuð og að hægt sé að reikna út hvort niðurstöðurnar séu marktækar eða ekki.

Fyrir skynmat á soðnu/elduðu sýni er vöðvi skorinn í sneiðar og þær eldaðar. Er þá miðað við að ná kjarnahita um 71°C en stundum hærra eða lægri hita eftir því hvaða kjöt er um að ræða. Síðan eru bitarnir skornir niður í teninga og bornir þannig fram í merktum lokuðum boxum fyrir skynmatið.

## 2. viðauki

### Raförvun nautakjöts

Með raförvun er hægt að stytta tíma í kjötsal fyrir frýstingu í 4 klukkustundir (188/1988). Við notkun á raförvun í sláturferlinu fara skrokkarnir hraðar í gegnum dauðastirðnun en ella, auk þess sem líkurnar á kæliherpingu eru hverfandi (sjá efni um dauðastirðnun og kæliherpingu í 4. kafla „Meðferð sláturdýra og kjötgæði“). Kjötíð kemst fyrir á markað og hefur lengra geymsluþol. Þetta gerir það að verkum að bæði er hægt að byrja að kæla skrokkana fyrir og hraðar en við hefðbundnar aðstæður og stytta þannig kælitímann og auka gegnumstreymi skrokka í kjötsal. Raförvun er líka talin hafa góð áhrif á meyrni kjöts.

Um tvenns konar raförvun er að ræða þ.e.a.s. háspennu eða lágspennuörvun. Árangurinn af raförvun er háður þáttum eins og spennu og tíðni (púlsar/sek) og hversu lengi skrokkurinn er raförvaður. Lágspennutæki gefa 32 – 100 volta spennu en algengt er að háspennutæki gefi 500 - 600 volta spennu. Straumurinn getur verið frá 0,5 upp í 6 amper og tíðnin 3 – 400 Hz. Algengt er að meðhöndla hvern skrokk í ½ til 1 mín. með 10 – 20 rafpúlsum og fer það eftir því hve spennan er há. Erlendis eru lömb lágspennu-raföruð með 100 volta spennu við 12.5 ríð (Hz) þar sem hver rafpúls varir í 5 m/sek og þrjú snertisvæði rafskauts og skrokks. Raförvunin tekur 1 mínútu.

Straumurinn veldur samdrætti í vöðvum skrokksins svo að orkuvefni eyðast mjög fljótt og dauðastirðnun hefst u.þ.b. 2-3 klst. eftir aflífun. Þegar orkuforði vöðvans er tæmdur (eins og gerist við raförvun) getur vöðvinn ekki dregist saman að ráði þegar dauðastirðnun er náð og þar af leiðandi minnkar raförvun verulega líkurnar á kæliherpingu.

Raförvun hefur áhrif á ensímvirki í vöðva s.k. próteasa (calpain og cathepsín) sem brjóta niður tengingar í vöðva en einnig á virkni s.k. ensímhindra (calpastatín). Raförvunin veldur því að ensímin virka fyrir en ella og hafa þar af leiðandi bætt áhrif á meyrni kjötsins. Það skiptir miklu máli hvenær raförvunin fer fram eftir slátrun því ensímvirkin má hvorki vera of mikil né of lítil svo hún hafi áhrif. Almenn er talið að háspennuörvun sé betri en lágspennuörvun en tíminn eftir slátrun er þó líka talinn skipta máli. Erlendar rannsóknir sýna að öll raförvun (eftir 40 til 60 mín) eykur meyrni og safu (juiciness) samanborið við ómeðhöndluð sýni. Ef raförvun er hins vegar notuð strax (3 mín) eftir slátrun þá leiðir það til þess að próteasa virkni hættir of fljótt og virkni ensímhindrans verður of mikil, þetta á við um bæði lágspennu- og háspennuörvun.

Raförvun verður að beita innan 1 klst. frá aflífun og er notuð við slátrun nautgripa og lamba, en venjulega ekki við slátrun svína vegna hættu á vatnsvöðva. Raförvun hefur einnig verið notuð við kjúklingaslátrun.

#### *Lágspennutæki eða háspennutæki?*

Háspennutæki eru vandmeðfarin. Spennan og straumurinn sem er notaður er lífshættulegur og þar sem mikill raki er í sláturhúsum verður að gæta ítrustu varúðar. Á móti kemur að háspennutækin eru öflugri. Þau verka á fleiri vöðva og auka sennilega meyrni enn frekar en lágspennutækin.

Raförvun:

- Styttir kæliferil og eykur vinnsluafköst sláturhúsa.
- Minnkar hættu á kæliherpingu og lakari gæðum nautakjöts.
- Eykur meyrni nautakjöts.

### 3. viðauki

## Upphenging nautaskrokka

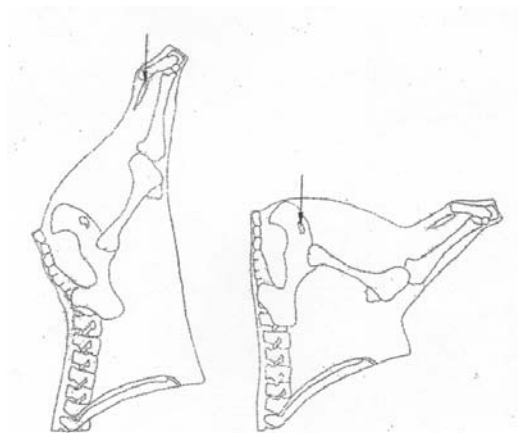
Ein leið til að auka meyrni nautakjöts er að hengja skrokka upp á mjaðmabeini eða á sin í mjöðm (*illosacral ligament*) í stað hásinar eins og gert er í dag. Upphenging á mjaðmabeini er sumsstaðar í notkun erlendis t.d. er yfir 90% af öllum nautgripum á Írlandi hengt upp með þessum hætti og yfir 20% sláturhúsa í Noregi hafa tekið þessa aðferð upp. Svíþjóð er einnig að innleiða þessa aðferð í sínum sláturhúsum og hún er í notkun í BNA og Ástralíu. Í íslenskri rannsókn ([Samanburður á alíslenskum, Angus×íslenskum og Limósín×íslenskum nautgripum. II – Slátur- og kjötgæði](#)) þar sem borin voru saman kjötgæði Angus og Limosine blendinga við íslensk naut, kom í ljós að íslensku nautin gáfu af sér seigara kjöt. Þess vegna þarf að leita allra ráða til að auka meyrni íslenska nautakjötsins.

Eftir slátrun á dauðastirðnun sér stað í öllum sláturskrokkum þegar vöðvar dragast saman þar til orkuefni (glýkógen og ATP) vöðvans eru uppurin. Ef vöðvar eru mjög slakir þegar dauðastirðnun á sér stað þá dragast þeir mjög mikið saman og mikil hætta er á að kjötið verði seigt og meyrni ekki við geymslu. Þegar skrokkur er hengdur upp á mjaðmabeini strekkist á helstu vöðvum á afturhluta dýrsins þar sem fætur eru í 90 gráðu stöðu. Það að þessir vöðvar eru strekktir þegar dauðastirðnun á sér stað kemur í veg fyrir að þeir dragist mikið saman. Þessir vöðvar verða því mun meyrari en sömu vöðvar sem koma af skrokki sem hengdur hefur verið upp á hásin.

Erlendar rannsóknir sýna að það má ná allt að 20% aukningu í meyrni í stóru vöðvunum auk þess að aðferðin flýttir mjög fyrir meyrniferlinu. Hvorug upphengiaðferðin hefur áhrif á framhluta skrokksins.

Upphenging á mjaðmabeini er mjög einföld leið til að auka meyrni nautakjöts og krefst í raun ákaflega lítils vinnuframlags til viðbótar við hefðbundna slátrun þar sem einungis þarf að halda skrokklutum uppi með talíu meðan skipt er um upphengiaðferð. Þar að auki sína rannsóknir að nýting einstakra vöðva eykst allt frá 2 til 10% á afturhluta skrokksins.

Matra stóð fyrir rannsókn á áhrifum þessarar tveggja upphengiaðferða á meyrni íslensks nautakjöts (**Einföld leið til að auka meyrni nautakjöts**) þar sem borin voru saman meyrni og útlit vöðva af skrokkhelmingum sem annars vegar höfðu verið hengdir upp á mjaðmabeini og hins vegar á hásin. Mælingar á meyrni voru gerðar með skynmati, áferðarmælingum og mælingum á lengd s.k. sarkómera (samdráttareining vöðvans). Í íslensku rannsókninni (Einföld leið til að auka meyrni nautakjöts) þá reyndust hryggvöðvi, innra læri og ytra læri vera mun meyrari en sömu vöðvar eftir hásinuupphengju. Þetta voru samhljóða niðurstöður úr skynmati og áferðamælingum sem að auki sýndu að kjötgæðin voru mun jafnari úr upphengingu á mjaðmabeini en hásinuupphengju. Einnig kom í ljós að lengd sarkómera vöðva úr upphengingu á mjaðmabeini var á bilinu 2.4 til 3.1 míkrómetrar en ávallt minni en 2 míkrómetrar úr hásinuupphengju. Samkvæmt fræðunum þá er sarkómerulengd undir 2 míkrómetrum talin leiða til þess að kjöt verði seigt.



T.v.: Upphenging á hásin og t.h. upphenging á mjaðmabeini.

- Upphenging á mjaðmabeini eykur meyrni um 20% að jafnaði
- Kjötgæði verða jafnari ef upphengja á mjaðmabeini er notuð
- Nýting einstakra vöðva eykst um 2 til 10%