

Könnun á hraðvirkum aðferðum til að mæla innanvöðvafitu í lambaskrokkum

On line technologies to measure intramuscular fat in lamb carcasses

Guðjón Þorkelsson

Skýrsla/Report Matís nr. 28-24

Desember 2024

ISSN 1670-7192

DOI nr. 10.5281/zenodo.14275414



Titill / Title	Könnun á hraðvirkum aðferðum til að mæla fitu í lambavöðvum / On line technologies to measure intramuscular fat in lamb carcasses		
Höfundar / Authors	Guðjón Þorkelsson		
Skýrsla / Report no.	28-24	Útgáfudagur / Date:	4. desember 2024
Verknr. / Project no.	62790		
Styrktaraðilar /Funding:	Þróunarfé sauðfjárræktar		
Ágríp á íslensku:	<p>Fitusprengring hefur ekki verið mæld við gæðamat á lamba- og ærskrokkum því ekki er hægt að sjónmeta vöðva þar ekki er skorið á skrokkana eftir kælingu í sláturhúsum. Það er að breytast. Ástralía stærsti útflytjandi á lambakjöti í heiminum hefur tekið innanvöðvafitu upp sem kynbótamarkmið. Til að kynbæta fyrir og greiða bændum fyrir fitu í vöðvum lambaskrokka þarf hraðvirkar og sjálfvirkar mælingar á heitum skrokkum á sláturlínunni. Meat and Livestock Australia og opinberir aðilar hafa stutt þróun og prófun á mælum sem byggja á mismunandi tækni. Einn mælir hefur verið vottaður og er í prófun/notkun í nokkrum sláturhúsum í Ástralíu og Nýja Sjálandi. Mælirinn er frá Meqprobe og byggir á að nemum er stungið í heitan hryggvöðva á sláturlínu, sem meta innanvöðvafitu með leysitækni.</p> <p>Aðrir mælir t.d. ljósmælir (OCT), sem byggir á aðlögun nála sem notaðar hafa verið við myndgreiningar í lækisfræði til að mæla innanvöðvafitu og aðra eiginleika, og segulómmælir (NMR) eru enn í þróun.</p> <p>Tilgangurinn með að taka innanvöðvafitu inn í gæðamatið er að skapa lambakjöti frá Ástralíu sérstöðu á kröfuhörðum mörkuðum í öðrum löndum sem eru tilbúnir að borga hærra verð fyrir meiri bragðgæði.</p> <p>Í skoðun er hvort kynbæta eigi fyrir innanvöðvafitu í íslensku sauðfé. Aðstæður á Íslandi eru allt aðrar en í Ástralíu þar sem slátrað er um 25 milljón lömbum á ári, aldur við slátrun er 6-8 mánuðir, meðalfallþungi 25 kg og um 70% framleiðslunnar er selt út landi. Sláturhúsin á Íslandi gætu verið of lítil til að standa undir kostnaði við hlutlægt mat á fitu í vöðva og einnig er spurning hvort það þjóni einhverjum tilgangi bæði gagnvart bændum og ólíkum mörkuðum. Annar kostur er að einbeita sér að kynbótum og mæla innanvöðvafitu í hryggvöðva lamba frá afkvæmarannsóknabúum daginn eftir slátrun í kælum sláturhúsa. Þá þyrfti að skera á skrokkana til að komast að hryggvöðvum lambanna og nota NIR-mæla eða myndgreiningu til að mæla fitu í vöðva.</p> <p>NIR mælir frá fyrirtækinu SOMA OPT hefur hlotið vottun í Ástralíu til að mæla innanvöðvafitu í hryggvöðvum lambaskrokka. Þá er verið að aðlaga myndgreiningarbúnað fyrir nautakjöt yfir á lambakjöt. Einnig er áhugavert að fylgjast með þróun á tækni fyrir myndgreiningu með venjulegum farsímum.</p> <p>Einnig er áhugavert að fylgjast hvort hægt verði að nota ómskoðun á lifandi fé til að segja til um innanvöðvafitu.</p> <p>Skýrsla þessi er samantekt um þróun mælibúnaðar í tengslum við innanvöðvafitu í lömbum í Ástralíu og Nýja Sjálandi. Hún er hluti af verkefninu „Fitusprengring í lambakjöti sem styrkt er af Þróunarfé í sauðfjárrækt.</p>		
Lykilorð á íslensku:	Lambakjöt, fitusprengring, hraðvirkir mælir		

<p><i>Summary in English:</i></p>	<p>Marbling of muscle is now a sheep breeding objective in Australia and New Zealand. Marbling has in breeding programmes been evaluated in the loin muscles of carcasses of lambs from progeny testing either by sampling muscle for chemical analysis or measuring samples or muscle surfaces by Near Infrared Reflectance (NIR) instruments. Rapid, accurate and reliable techniques for measuring intramuscular fat in loin muscles of lamb carcasses are needed if it is to be included in price to farmers, grading and further processing and marketing. This is being done in Australia and New Zealand. Different technologies have been developed and tested with the support of MLA (Meat and Livestock Australia).</p> <p>Online technologies of interest include:</p> <p>“MEQ (Meat Eating Quality) probe” is an industry applicable technology to estimate intramuscular fat (IMF) percent in lamb inserting laser-based probes in the loin muscle of hot carcasses. It has been granted conditional AUS-MEAT accreditation to measure IMF% in hot lamb carcasses and is being used and tested in abattoirs in Australia and New Zealand.</p> <p>The start up company Miniprobes has developed a needle with a fibre optic probe to measure IMF based on optical coherence tomography (OCT).</p> <p>The company AMPC is developing the Marbl™ technology using a single-sided nuclear magnetic resonance sensor alongside the longissimus muscle to capture IMF measurements without penetrating the carcass.</p> <p>NIR analyser from the company SOMA OPT has been accredited Australia for estimating intramuscular fat in lamb loin muscles. It is based on cut carcasses technology which can be used in research and progeny testing.</p> <p>Including intramuscular fat as a breeding goal in sheep production in Iceland is being considered. It is still too early to say if it is feasible. Data must be collected from progeny testing for many years using the SOM OPT NIR meter or similar tools to see if there is enough genetic variation to justify intramuscular fat as a breeding objective. The small size of sheep production in Iceland with around 400 thousand lambs slaughtered in 8 weeks each year in 3-4 abattoirs will probably make it too expensive to adapt sophisticated online technologies to measure and use intramuscular fat to control and improve the eating quality of the meat.</p>
<p><i>English keywords:</i></p>	<p><i>Lamb, intramuscular fat, rapid analysis</i></p>

Yfirlit

Inngangur.....	1
Ómskoðun.....	4
Mælir frá MEQ probe.....	5
NIR mælir frá SOMA OPT.....	7
Segulómun á innanvöðvafitu á sláturlínu	8
OCT- optical coherence tomography (OCT).....	9
Þakkarorð.....	10
Heimildir	11
Viðauki. Aðrir mælar fyrir nauta- og lambakjöt.....	12

Inngangur

Í nýlegri grein í Animal Frontiers er yfirlit um þróunina í gæða- og verðmætamati kjötskrokka (nauta og lamba) í Ástralíu (Stewart et al. 2024). Matið er að breytast úr huglægu mati á samsetningu, gæðum og gerð skrokka yfir í hlutlægt mat og sjálfvirkar mælingar á samsetningu og gæðum sem í grunninn byggir á mati neytenda á bragðgæðum. Tilgangurinn gagnvart bændum er að þeir framleiði vöru sem hægt er að selja á betra verði og fyrir iðnaðinn að skapa sérstöðu og tækifæri, betra verð og að vinna í samkeppni við birgja frá öðrum löndum á markaði. Mat á samsetningu skrokka (Vöðvi, fita,bein) er tengt við mat á bragðgæðum. Þannig fæst bein tenging á milli framleiðenda og neytenda. Sjálfvirka mæla og öflug gagnavinnslukerfi þarf til að nýja kerfið virki. Samstarf stjórnvalda og kjötiðnaðarins í Ástralíu í verkefninu ALMTech, hefur með beinum fjárstyrkjum til þróunar á tækjum og vottun á þeim, leitt til uppsetningar og notkunar á tækni í sauðfjársláturhúsum til að meta magn af mögru kjöti og eiginleikum sem tengjast bragðgæðum (Gardner et al. 2021).

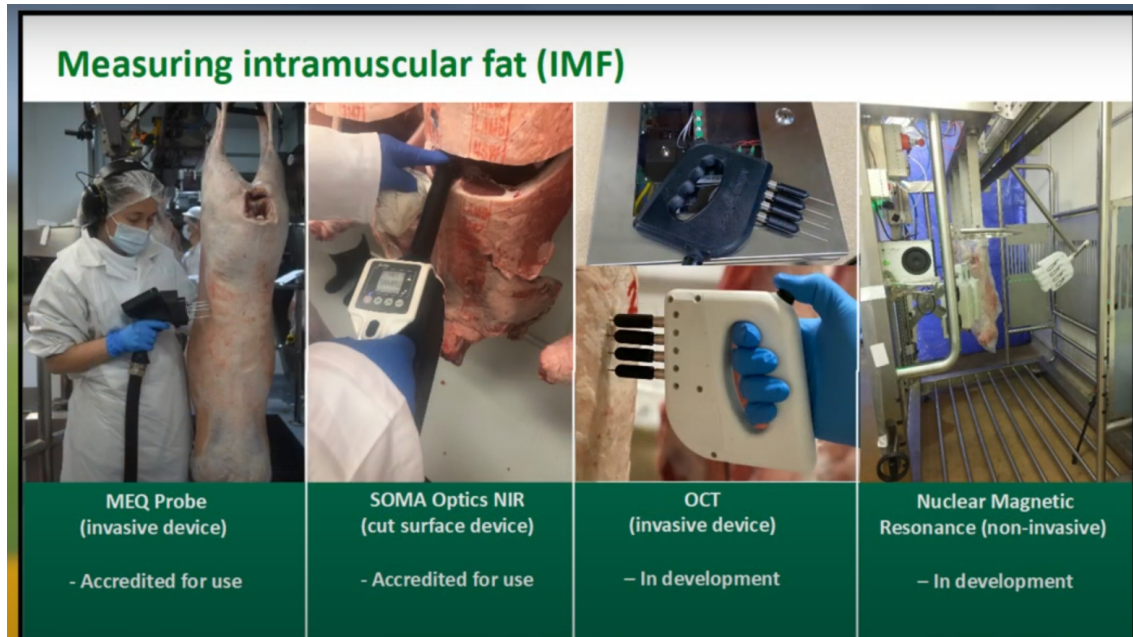
Tækni til að meta bragðgæði þarf að meta og votta út frá hlutlægum mælingum eins og efnamælingum á innanvöðvafitu. Helstu tækin í þessu sambandi eru sýnd á mynd 1. Hún er úr kynningunni frá Meat Standards Australia (MSA) frá árinu 2022 um þróun í sauðfjárverkefnum¹. Hún sýnir þá mæla sem eru efst á baugi og hver staðan á þeim er. Tveir þeirra eru viðurkenndir og hafa fengið vottun til að mæla innanvöðvafitu í vöðvum nautgripa og lamba þ.e. MEQ neminn sem byggir á leysitækni og SOMA Optics NIR mælir til að mæla innanvöðvafitu á yfirborði vöðva. Hinir tveir, ljósmælir (OCT) og segulómmælir (NMR) eru enn í þróun.

Notkun mælanna má gróflega skipta í tvennt út frá tilgangi þeirra (og þá um leið afköstum), þ.e.

- Fyrir ræktunarstarf til að mæla innanvöðvafitu sláturlamba frá afkvæmarannsóknabúum.
- Á sláturlínu til að borga fyrir kjötgæði. Þurfa að vera afkastamiklir og nákvæmir og tengjast afurðakerfi sláturhúsanna.

Einnig má skipta þeim eftir því hvort mælt sé án þess að skera skrokkana í sundur, nemum stungið í þá eða skera þurfi skrokka til að komast að vöðvum sem á að mæla.

¹ <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=3A1kpXLY28M>



Mynd 1. Helstu mælar sem koma til greina til að mæla innanvöðvafitu í hryggvöðva lambaskrokka (Stewart, Polkinghorne, et al. 2024)

Ný tækifæri fylgja nýrri tækni. Hefðbundnu mælingarnar á nautgripaskrokkum eru aldur, kyn, fallþungi, fituþykkt, flatarmál hryggvöðva, fitusprenging með sjónmati, litur á fitu og vöðva og sýrustig. Stofn, þungi, aldur, magn af mögru kjöti eru svo þættir sem eru mældir/skráðir fyrir lambaskrokka. Verið er að undirbúa að taka mælingar á innanvöðvafitu í hryggvöðva lambaskrokka inn í matið. Eiginleikar sem myndgreining gæti mælt í framtíðinni eru bandvefur, skurðkraftur, magn ensíma, vatnsheldni vöðva, breidd vöðvaliða (sarcomers), samsetning fitu og arfgerð²³.

Innanvöðvafita hefur verið tekin inn sem ræktunarmarkmið í nautgriparækt og í sauðfjarrækt hjá Meat and Livestock Australia. Hugsunin með því er að taka bragðgæði (fitusprengingu) inn í verð til bænda. Samkvæmt upplýsingum frá árinu 2021 er ein kjötvinnsla Gundagai Meat Processors í New South Wales með kerfi sem reiknar út verð til bænda út frá þunga skrokka, magni af mögru kjöti í þeim og innanvöðvafitu hryggvöðva. 35 kr/kg bónus er greiddur ef innanvöðvafita er yfir 5%⁴⁵. Sérstakur stungumælir frá MEQprobe mælir fituna á sláturlínu-hraða (10 skrokkar/mínútu).⁶

Mælirinn notar leysitækni, ljóstækni og algríðma úr vélanámi (Machine learning) til að meta fituna.

²https://unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/meetings/ge.11/2019/MeatQuality_Aug2019/McGilchrist_Meat_Quality_Measurement_Day_2.pdf

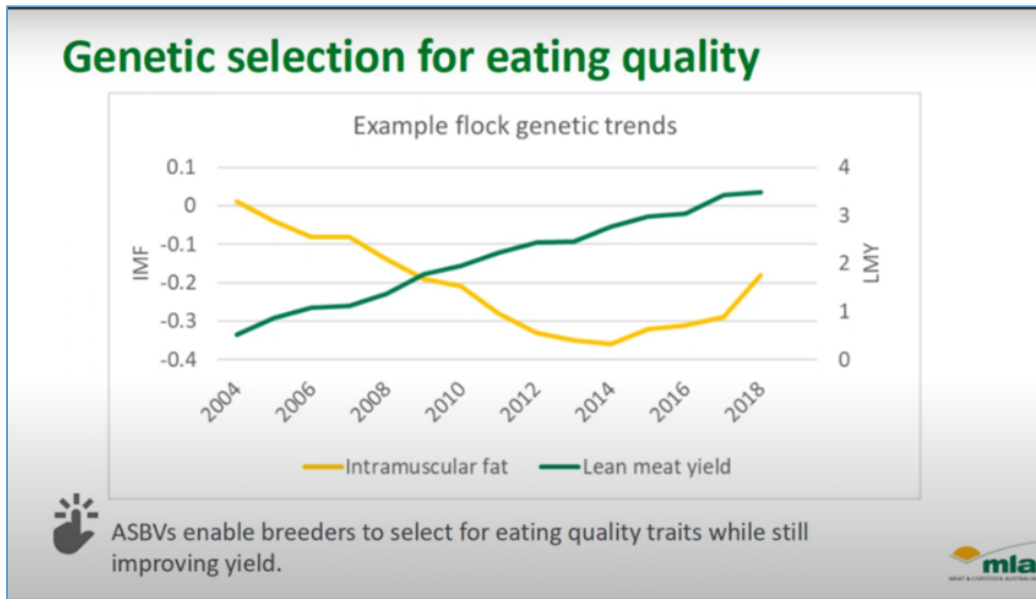
³ <https://www.almtechau.com/>

⁴ <https://www.sheepcentral.com/gundagai-launches-world-first-meat-yield-and-imf-lamb-grid/>

⁵ https://www.sheepcentral.com/wp-content/uploads/2021/05/GL_Late_Season_Lamb_Grid_May_2021.pdf

⁶ <https://www.meqprobe.com/>

Bændur eru þannig hvattir til að nota upplýsingarnar úr sláturhúsinu til að rækta fé með meiri innanvöðvafitu. Mynd 2 er úr kynningunni frá MSA frá árinu 2022 um þróun í sauðfjárverkefnum⁷. Hún er frá einum framleiðanda og sýnir að innanvöðvafita lækkaði samhliða ræktun fyrir meiri vöðva og hvernig hægt er að snúa þeirri þróun við þegar innanvöðvafita var tekin inn í kynbætur.



ASBV = Australian Sheep Breeding Value^{8, 9}

Mynd 2. Dæmi um kynbætur fyrir bragðgæðum með mælingu á innvöðvafitu sláturlamba.

MEQ (Meat Eating Quality) probe er einn að mörgun mælum fyrir innanvöðvafitu í vöðvum sláturskrokka nautgripa og lamba í Ástralíu. Mælar eru einnig í þróun á Nýja Sjálandi og í Japan. Ólík tækni er notuð í mismunandi mæla: Ómskoðun, leysar, segulómun og mælingar með nærinnrauðum lifrósmælingum (NIR) og optical coherence tomography (OCT)¹⁰. Upplýsingar um mæla fyrir bæði nautgripaskrokka og lambaskrokka eru í viðauka.

⁷ <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=3A1kpXLY28M>

⁸ <https://www.sheepgenetics.org.au/getting-started/asbvs-and-indexes/>

⁹ <https://www.genetics.mla.com.au/globalassets/sheep-genetics/resources/brochures-and-fact-sheets/2023-pocketguide-to-asbvs.pdf>

¹⁰ OCT can be understood as a light-based version of ultrasound imaging.

Ómskoðun

Fyrir kynbótastarf væri best ef hægt væri að meta innanvöðvafitu á lifandi lömbum með ómskoðun. Lítið er fjallað um ómskoðun á lifandi dýrum í þeim upplýsingum sem hægt er á ná í frá MSA (Meat Standards Australia). Þó er þar sagt frá verkefni sem var í gangi 2007-2010¹¹. Ekki tókst að ná markmiðinu sem var að sýna fram á tölfræðilega marktæk tengsl ómskoðunar og efnamældrar fitu í hryggvöðva. Einnig var meiningin að þróa og birta leiðbeiningar/aðferðafræði um skönnun á lifandi dýrum í tengslum við kynbótaverkefni. Ekki var skilað niðurstöðum úr tvíblindri rannsókn „double blind scan“ sem þarf til að meta hvort hægt er að nota tæknina til að mæla innanvöðvafitu í hryggvöðva lamba og til að votta skanna sem notaðir eru í ræktunarstarfi til að mæla innanvöðvafitu í lifandi fé.

Peter Clulee frá Dunedin á Suðureyju Nýja Sjálands (Otago Ultrasound) er að prófa að ómskoða lifandi fé í samvinnu við AGResearch í Invermay til að kanna hvort hægt er að nota tæknina til að segja til um innanvöðvafitu í lifandi lömbum¹². Virðist vera flókið. Notast er við eitt sérstakt tæki sem hefur verið aðlagð fyrir þessar mælingar. Notast er við fimm myndir fyrir hverja mælingu. Getur greint á milli lamba með mjög litla, meðal og meira en meðalfitusprengingu. Þarf fleiri mælingar til að segja til um hvort hægt er að nota ómskoðun til að segja til um innanvöðvafitu. Hefur fundið mun á milli stofna.



Mynd 3. Ómskoðun á lömbum

¹¹ <https://www.mla.com.au/research-and-development/reports/2010/ultrasound-intramuscular-fat-scanning-in-sheep/>

¹² <https://country-wide.co.nz/scanning-for-imf-in-sheep/>

Mælir frá MEQ probe

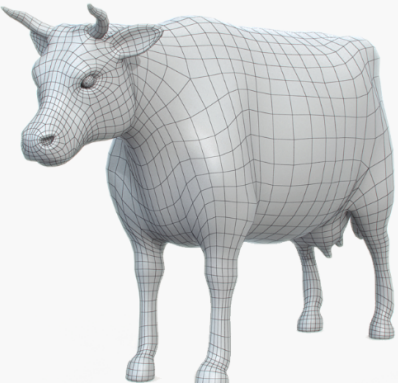
MEQ Probe er sprotafyrirtæki sem hefur þróað og sett upp mæla í nokkrum sláturhúsum í Ástralíu og Nýja Sjálandi (fyrir nautgripi- og kindur).


MEQ probe er afkastamikill mælir innanvöðvafitu með fjórum nemum sem er stungið í hrygg heitra lambaskrokka á sláturlínu. Mælirinn er tengdur við tölvukerfi sláturhúsanna¹³.

Myndin er tekin af heimasíðu fyrirtækisins¹⁴. Hún sýnir hvernig gögnum er safnað, þau greind og hvernig þau eru notuð í iðnaðinum og ræktunarstarfi og tengja þannig saman alla dreifikeðjuna.

The Data-Driven Future


We build data solutions to optimise and revolutionise the global red meat industry






DATA COLLECTION TOOLS

- Novel hardware: Imaging and intrusive measures
- Harvesting data: Commingle MEQ and other data



DATA ANALYTICS TOOLS

- Bespoke algorithms
- Modern Machine Learning approaches
- Extraction of insights from different data types



INDUSTRY INSIGHTS

- Objective data at the individual carcass level
- Know the minimal environment impact for the greatest outcome
- Identify the world's best genetics and practitioners

Mynd 4. „Fjórða iðnbyltingin“ í kjötframleiðslu og kjötvinnslu á Nýja Sjálandi

¹³ <https://www.mla.com.au/contentassets/470c75e3c9d545efbd062484ef813ebd/p.psh.1244---automated-assessment-of-intramuscular-fat-in-lamb-final-report.pdf>

¹⁴ <https://www.meqprobe.com/>

5

Í skýrslu frá MLA segir að fyrirtækið hafi árið 2022 fengið vottun með skilyrðum (conditional) til að mæla innanvöðvafitu í heitum lambaskrokkum¹⁵. Í frétt með skýrslunni segir einnig að MEQ haldi áfram að bæta mælingar (gera nákvæmari) á innanvöðvafitu til undirbúnings fyrir vottun í framtíðinni og til að kanna möguleikana á að mæla aðra eiginleika. Einnig styrkir MLA fjölda sláturhúsa og MEQ Probe við að setja upp mæla og tengja við kerfi fjölda sláturhúsa.



Mynd 5. Mæling á innanvöðvafitu með MEQ-mæli

Fréttir hafa birst af prófun á MEQ mælunum bæði á Nýja Sjálandi og í Ástralíu. Á Nýja Sjálandi er verið að prófa tæknina í tveimur sláturhúsum hjá Alliance Group¹⁶ (Smithfield og Pukeuri). Markmiðið er að sinna þeim neytendum sem eru tilbúnir að borga meira fyrir stöðug og mikil gæði (IMF)¹⁷. Silver Fern Farms hefur einnig skoðað notkun á mælunum og hvort taka eigi þá inn í bragðgæðaprógrammið þeirra¹⁸.

¹⁵ <https://www.mla.com.au/research-and-development/processing-innovation/>

¹⁶ <https://www.rexonline.co.nz/home/rural/2023/11/alliance-group-unleashes-revolutionary-meat-quality-tech-to-transform-red-meat-industry.html>

¹⁷ <https://country-wide.co.nz/checking-intra-muscular-fat-on-the-chain/>

¹⁸ <https://silverfernfarms.com/us/en/what-were-made-of/guaranteed-eating-quality>

Fréttir af Gundagai Meat Processors í New South Wales eru mest áberandi við prófun á mælum til að mæla innanvöðvafitu. Fyrirtækið mælir magn af mögru kjöti í skrokkum með DEXA (Dual Energy X-Ray Absorptiometry)¹⁹ og MEQ til að mæla innanvöðvafitu²⁰. Fyrirtækið borgar bændum um 35 krónum meira fyrir hvert kíló ef innanvöðvafitan er yfir 5%²¹.

Kostnaður við mælana er hár. Leigukostnaður á einum mæli getur verið 125 þúsund evrur á ári með öllu inniföldu. Það gerir um 10-15 kr/kg kjöts í sláturhúsi sem slátrar 100 þúsund lömbum á ári²².

NIR mælir frá SOMA OPT

Soma S-7090²³ er NIR mælir sem hefur fengið vottun til að mæla innanvöðvafitu í hryggvöðvum lamba²⁴. Skera þarf á skrokkana til að komast með nema að yfirborði vöðva.²⁵

Sýnt hefur verið fram á að SOMA NIR getur sagt til um innanvöðvafitu með miðlungs nákvæmni og áreiðanleika. Hægt að nota mælinn við aðstæður í sláturhúsi (Stewart, Corlett, et al. 2024).

Forkönnun var gerð til að kanna erfðasamband á milli efnamældrar innanvöðvafitu og innanvöðvafitu sem var annars vegar metin með MEQ stungu mæli og hins vegar með NIR tæki frá japanska fyrirtækinu SOMA. Innanvöðvafita mæld með MEQ stungu mæli var með þokkalega arfgengi (0,42+/-0,1) og góða erfðafylgni við efnamælda innanvöðvafitu (0,95+/-0,07). Niðurstöðurnar fyrir SOMA mælinn voru svipaðar þ.e. arfgengi (0,42+/-0,1) og erfðafylgni (0,94+/-0,03). Því er hægt að nota báða mælana til að mæla innanvöðvafitu í lambavöðvum en meiri vinna (rannsóknir) er eftir til að skýra út erfðasamband þessara mælinga og annarra skrokk- og bragðgæðamælinga^{26,27}

¹⁹ <https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/news-and-events/documents/dexa-factsheet-lr.pdf>

²⁰ <https://www.sheepcentral.com/gundagai-launches-world-first-meat-yield-and-imf-lamb-grid/>

²¹ https://www.sheepcentral.com/wp-content/uploads/2021/05/GL_Late_Season_Lamb_Grid_May_2021.pdf

²² Samkvæmt upplýsingum frá Remo Carbone framkvæmdastjóra Meqprobe

²³ <https://somaopt.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/en-pdf/Cat.No.08-10-7010E-001.pdf>

²⁴ <https://www.beefcentral.com/processing/tuna-testing-technology-shows-promise-in-lamb-imf-analysis/>

²⁵ <https://www.mla.com.au/research-and-development/reports/2023/l.eqt.2203---calibration-and-accreditation-of-the-soma-device-to-measure-imf-in-sheepmeat/>

²⁶ <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20230390526>

²⁷ <https://www.mla.com.au/contentassets/340d5bce602a4911b20de688b2b2672b/kpi-3.30-genetic-analysis-of-intramuscular-fat-data-collected-with-meq-probe-and-soma-nir-device.pdf>



Mynd 7. NIR mælar frá SOMA OPT til að mæla innanvöðvafitu í lambavöðvum.

Segulómun á innanvöðvafitu á sláturlínu

INMR Measure er sprotafyrirtæki sem hefur þróað mælingar á fitu í vöðva með segulómun til notkunar við raunverulegar aðstæður í iðnaðinum²⁸. Gert í skrokkakæli. Getur verið erfitt að framkvæma vegna plássleysis.

Frumgerð (Marbl™) hefur verið þróuð og er í prófun í sláturhúsum á Nýja Sjálandi²⁹ og í Ástralíu³⁰. Mælirinn byggir á sértökum nema (Marbl™) sem mælir innanvöðvafitu við 13 rif á sjálfvirkan hátt án þess að fara inn í vöðvann³¹ (McCarney et al. 2023).

Í mars 2024 tilkynnti fyrirtækið að tæknin væri komin á það stig að hægt væri að prófa að mæla heita skrokka á sláturlínuhraða í sauðfjársláturhúsi³². Einnig er verið er að prófa tæknina á lifandi nautgripum.

²⁸ <https://www.inmrmeasure.com/products>

²⁹ <https://www.farmersweekly.co.nz/technology/new-lamb-grading-tech-undergoes-tests/>

³⁰ <https://www.ampc.com.au/news-events/news/new-sensor-tool-helps-to-measure-eating-quality-in-sheep-meat>

³¹ https://www.ampc.com.au/getmedia/de4f0cbc-b186-4b27-b908-35a3db998c5e/AMPC_Snapshot_INMR_2022_1049_FINAL.pdf?ext=.pdf

³² <https://www.inmrmeasure.com/news>



Figure 1 – Production Prototype installed in the chiller. The pusher arm is in the centre of the photo. The Marbl™ sensor is partially obscured.



Figure 2 – View of measurement being made, with a lamb carcass being pressed up against the Marbl™ sensor by the pusher arm.

Mynd 8. Frumgerð segulómtækis til að mæla innanvöðvafitu í heitum lambaskrokkum.

OCT- optical coherence tomography (OCT)

Miniprobess³³ er enn eitt sprotafyrirtækið sem er að þróa tækni til að mæla innanvöðvafitu. Tæknin byggir á „fiber optic“ nema inni í sprautunál sem er stungið í vöðva kjötskrokka. Hún er kölluð „optical coherence tomography“ (OCT)³⁴.

Mælirinn er enn á þróunarstigi. Í skýrslu frá 2021 segir að búið sé að þróa frumgerð og prófa hana á heitum lambaskrokkum og verið sé að bæta og þróa mælinn til að koma honum á markað³⁵.

³³ <https://www.miniprobess.com/>

³⁴ <https://www.sheepcentral.com/new-agtech-to-measure-meat-quality-in-lamb/>

³⁵ <https://www.mla.com.au/contentassets/470c75e3c9d545efbd062484ef813ebd/p.psh.1244---automated-assessment-of-intramuscular-fat-in-lamb-final-report.pdf>

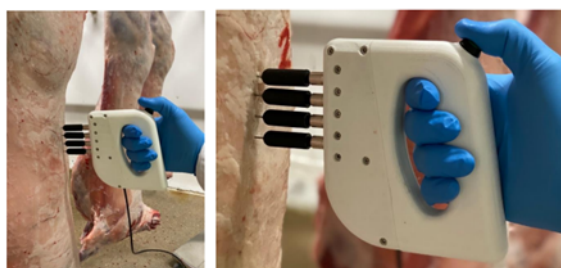
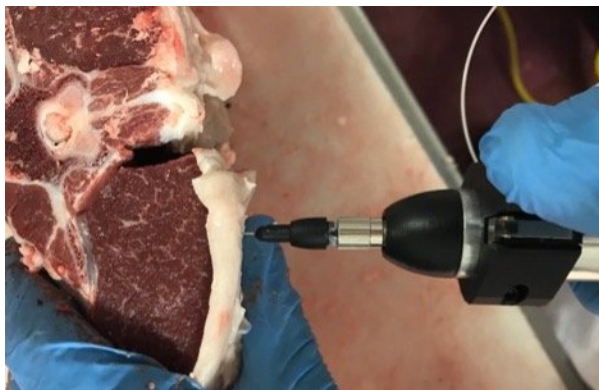
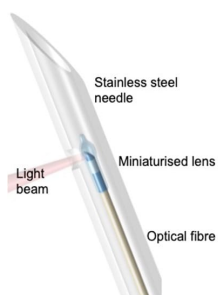


Fig. 1. The IMF scanner being tested on a lamb carcass at JBS Bordertown, November 2021.



Mynd 9. Ljósmaer til að mæla innanvöðvafitu í kjötvöðvum með optical coherence tomography.

Þakkarorð

Skýrsla þessi er samantekt um þróun mælibúnaðar í tengslum við innanvöðvafitu í lömbum í Ástralíu og Nýja Sjálandi. Hún er hluti af verkefninu „Fitusprengring í lambakjöti“ sem styrkt er af Þróunarfé í sauðfjárrækt.

Heimildir

Einarsson, Eythor, Emma Eythorsdottir, Chris R Smith, and Jon Vidar Jonmundsson. 2015. 'Genetic parameters for lamb carcass traits assessed by video image analysis, EUROP classification and in vivo measurements'. *Icel.Agric.Sci.*28,3-14

Gardner, G. E., R. Apps, R. McColl, and C. R. Craigie. 2021. 'Objective measurement technologies for transforming the Australian & New Zealand livestock industries', *Meat Science*, 179: 108556.

McCarney, Evan R., Robin Dykstra, Cameron G. Dykstra, and Anthony FitzPatrick. 2023. 'Automated Eating Quality Measurements on Lamb Carcasses in a Processing Plant Using Unilateral NMR', *Applied Magnetic Resonance*, 54: 1377-89.

Stewart, S. M., M. T. Corlett, G. E. Gardner, A. Ura, K. Nishiyama, T. Shibuya, P. McGilchrist, C. C. Steel, and A. Furuya. 2024. 'Validation of a handheld near-infrared spectrophotometer for measurement of chemical intramuscular fat in Australian lamb', *Meat Science*: 109517.

Stewart, S. M., H. Toft, R. A. O'Reilly, T. Lauridsen, J. Esberg, T. B. Jørgensen, G. Tarr, and M. Christensen. 2024. 'Objective grading of rib eye traits using the Q-FOM™ camera in Australian beef carcasses', *Meat Sci*, 213: 109500.

Stewart, Sarah M., Rod Polkinghorne, David W. Pethick, and Liselotte Pannier. 2024. 'Carcass assessment and value in the Australian beef and sheepmeat industry', *Animal Frontiers*, 14: 5-14.

Viðauki. Aðrir mælur fyrir nauta- og lambakjöt

Meðfylgjandi eru upplýsingar um aðra mæla sem eru í þróun og/eða notkun og þá mest fyrir nautgripaskrokka.

Frontmatec myndavél

Q-FOM™BEEF mælir er notaður fyrir nautgripaskrokka³⁶. Hann notast við fjölmargar bylgjulengdir sýnilegs ljóss til að taka mynd af yfirborði hryggvöðva til að spá fyrir um AUS MEAT fitusprengringu, MSA fitusprengringu, lit á vöðva og fitu, fituþykkt ofan á rífi, flatarmál hryggvöðva og % innanvöðvafitu.



Sjá: (Stewart, Toft, et al. 2024)

³⁶ <https://www.frontmatec.com/media/7252/fmt-instruments-q-fom-beef-2023-2-pager.pdf>

E+V Technology dótturfyrirtæki MAREL

Er með myndavél sem byggir á myndgreiningu sem getur sagt til um fitusprengingu (AUS-MEAT og MSA, AUS MEAT, lit á kjöti og fitu, flatarmál hryggvöðva³⁷).

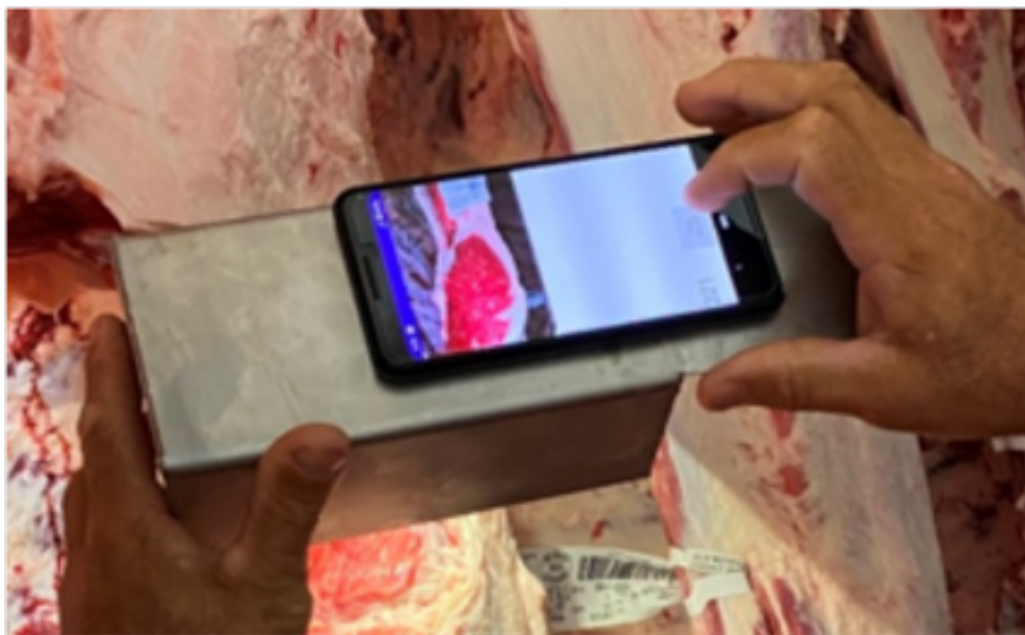


The VBG smart is a new cell phone camera vision system for smaller clients and customers without stationary grading stands and/or not enough space. The system captures the rib eye images and sends the images to an external device for image processing using the approved software algorithms for all grading elements.

³⁷ <https://www.eplusv.com/en/products/beef/vbg-2000/>

MasterBeef™ hugbúnaður

Hugbúnaður og áhald til að skyggja af hryggvöðva nautgripaskrokka til að hægt sé að taka mynd og tengja við búnað í Android sínum til að segja til um fitusprengringu (AUS MEAT og MSA), AUS MEAT lit á fitu og vöðva, flatarmál hryggvöðva.³⁸



³⁸ <https://www.masterbeef.com.au/>

MIJ (MEAT IMAGE JAPAN) myndavél og hugbúnaður

Myndgreiningartækni (Myndavél og hugbúnaður) til að meta fitusprengingu í Wagyu nautgripum samkvæmt reglum og leiðbeiningum í Japan. Mynd tekin af yfirborði vöðva til að meta fitusprengingu, birtustig hennar, grófleika eða finleika auk flatarmáls hryggvöðva^{39, 40}.



³⁹ <https://www.meatimaging.com/about>

⁴⁰ <https://www.britishwagyu.co.uk/news-1/2024/1/19/mij-camera-in-action>

VIAscan® bæði til að gæðameta skrokka og kjötgæði

VIAscan myndgreining á sláturlínu hefur verið notuð í mat á kjötskrokkum í mörg ár. Nú hefur verið bætt við myndavélakerfi sem notað er í kjötkæli til að meta fitusprengringu, lit á fitu og kjöti og flatarmál hryggvöðva⁴¹.



VIAscan var prófað á Íslandi á árunum 2006 og 2007.

„Niðurstöður mats á erfðastuðlum sýna jafnframt að rafrænt EUROP mat getur komið í stað nógildandi matsaðferðar. Rafrænt kjötmat með notkun VIAscan® er því valmöguleiki fyrir íslenska sauðfjárrækt. Meta þarf kostnað við innleiðingu rafræna matsins áður en hægt er að taka ákvörðun“ (Einarsson et al. 2015).

⁴¹ <https://www.mla.com.au/research-and-development/reports/2023/p.pip.0593---utilising-the-viascan-om-grading-solution-to-provide-objective-carcass-measurement/>