

Áhrif fóðrunar á gæði kjöts af íslenskum holdablendingum

Effects of feeding barley on the quality of meat from young
mixed breed bulls

Eva Margrét Jónudóttir
Aðalheiður Ólafsdóttir
Guðjón Þorkelsson
Óli Þór Hilmarsson
Sæmundur Sveinsson
Ditte Clausen
Egill Gautason

Skýrsla/Report Matís nr. 32-24

Desember 2024
ISSN 1670-7192
DOI nr. 10.5281/zenodo.17600984



Titill / Title	Áhrif fóðrunar á gæði kjöts af íslenskum holdablendingum Effects of feeding barley on the quality of meat from young mixed breed bulls		
Höfundar / Authors	Eva Margrét Jónudóttir, Aðalheiður Ólafsdóttir, Guðjón Þorkelsson, Óli Þór Hilmarsson, Sæmundur Sveinsson, Ditte Clausen (Ráðgjafamiðstöð Landbúnaðarins) og Egill Gautason (Landbúnaðarháskólanum).		
Skýrsla / Report no.	32-24	Útgáfudagur / Date:	20. desember 2024
Verknr./Project no.	62789		
Styrktaraðilar /Funding:	Matvælasjóður		

Ágrip :	Markmið verkefnisins voru (1) að kanna hvaða áhrif mismunandi kornskammtar, 0%, 21% eða 37% af heildarfóðri fyrir holdablendinga hefðu á gæði og eiginleika nautakjöts, (2) að bera saman gæði og eiginleika kjöts af íslenskum nautum við holdablendinga sem höfðu fengið sömu meðferð og fóðrun. Að auki var verkefninu ætlað að afla upplýsinga um kröfur og upplifun neytenda af íslensku nautakjöti. íslensku nautakjöti. Sýni til mælinga voru hryggvöðvar af gripum úr fódurtilraun sem höfðu fengið uppeldi eftir ofangreindri fódursamsetningu þar til þeir náðu um 350 kg fallþunga að meðaltali. Sláturaldur gripanna í kjötgæðarannsókninni var á bilinu 15,9-27,5 mánuðir. Gripum var skipt upp í 4 hópa sem hver taldi 12 naut. Einn hópur var af íslenska kúakyninu en hinir þrír voru holdablendingar (alls 48 gripir). Töluverður breytileiki var í erfðasamsetningu holdablendinganna en valið var í hópa eftir erfðagreiningu til þess að lágmarka breytileika vegna kúakyns eins og kostur var. Meðaltöl fyrir kyn holdablendingshópana voru; 21% ísl. kúakyn, 34% Angus, 41% Galloway og 3% Limosin. Eftirfarandi mælingar voru gerðar: Erfðagreining, sýrustig, sjónmat á fitusprengingu, sjónmat á lit, efnamæling innanvöðvafitu, áferðarmæling á hráu og elduðu kjöti með WBSF aðferð, suðurýrnun, fitusýrugreining, skynmat og neytendapróf ásamt því að mynd var tekin af sneið á sama stað úr hryggvöðva frá hverjum einasta grip. Greinilegur munur var á hryggvöðva nauta af íslenska kúakyninu annars vegar og holdablendinga hins vegar (sem allir höfðu fengið sama fóður (21% korn) og sömu meðferð) Vaxtahraði holdablendinganna var meiri þar sem meðalaldur íslensku gripanna við slátrun var um 8 mánuðum hærri en holdablendinganna. Holdablendingarnir mældust með hærra hlutfall innanvöðvafitu (fitusprenging), lægra hlutfall fjölómettaðra fitusýra, hærra hlutfall mettaðra fitusýra, sætara bragð, mýkri áferð, meyrara kjöt og skoruðu hærra fyrir alla þætti í neytendaprófum. Neytendum fannst kjöt af íslenska kúakyninu vera af hversdagslegum gæðum en kjöt af holdablendingum hafa meira en hversdagsleg gæði. Áhrif aukins kornhlutfalls í fóðri holdablendinga á hryggvöðva voru: aukinn vaxtahraði, lækkun sláturaldurs, aukin innanvöðvafita, ljósari kjötlitur, meiri fitusprenging, hækkað hlutfall Omega 6 fitusýra, lækkað hlutfall Omega 3 fitusýra og jákvæðari áhrif á upplifun neytenda þ.e. kjöt af holdablendingum var safaríkara og meyrara, hafði betra bragð og meiri gæði. Áhrif á kjötmat voru engin og munur milli fódurhópa með skynmati var ekki marktækur þó svo að fylgni hafi verið við niðurstöður úr neytendaprófunum. Helstu áhrifaþættir á kjötgæði og upplifun neytenda voru sláturaldur og innanvöðvafita (fitusprenging). Þá var einstaklingsbreytileiki meiri innan íslenska kúakynsins en hjá holdablendingum. Upplýsingar úr verkefninu munu nýtast við fódurráðgjöf til bænda. Þar að auki virðist vera tilefni til þess að sérmerkja og markaðsetja eftir frekari aðgreiningu íslenskt nautakjöt til að tryggja stöðugri gæði til neytenda með hærra verði og meiri arðsemi í huga. Þá gæti slík aðgerð bætt markaðstöðu og samkeppnishæfni nautakjöts af íslenskum holdablendingum. Í því sambandi væri einnig áhugavert að fara í frekari rannsókn á yngri hreinræktuðum íslenskum nautum og bera þau saman við holdablendinga á sama aldri. <i>Verkefnið var styrkt af Matvælasjóði. Samstarfsaðilar voru Hofstaðsel (Sel ehf.), Kjötafurðastöð Kaupfélags Skagfirðinga (KS), Íslandsnaut (Ferskar kjötvörur), Ráðgjafamiðstöð Landbúnaðarins (RML), Landbúnaðarháskóli Íslands (LBHÍ) og Matís ehf.</i>
----------------	---

<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Byggfóðrun, holdablendingar, Íslenska kúakynið, ungneyti, kjötgæði.</i>
<i>Summary :</i>	The effects of increased ratio of barley (0%/21%/37%) in roughage feed of young bulls of a mixed meat breed on meat quality were studied and compared to the quality of meat of young bulls from the Icelandic dairy breed. The aim was also to gather information on consumer perception of the meat. Twelve young bulls were in each of the four treatments. Loin muscles of carcasses of the young bulls of approximately 350 kg carcass weight were sampled. The age at slaughter ranged from 15,9 to 27,5 months. Some variation was in the genomic composition of the bulls from the mixed breed. It was on average 21% Icelandic dairy breed, 34% Aberdeen Angus, 41% Galloway and 3% Limousin. Care was taken to minimize the effects of the variation when the bulls were divided between treatments. The loin muscles were analysed for: pH24, visual marbling and colour score, % intramuscular fat and fatty acid composition, Warner Bratzler shear force of raw and cooked meat, cooking loss, colour, odour, flavour and texture using trained sensory panel and consumer perception and preferences. Increased barley led to increased growth rate in grammes of meat per day and lower slaughter age. It increased both visual marbling score and % intramuscular fat (1,78 to 4,32). It increased the percentage of Omega 6 fatty acids and decreased the amount of Omega 3 fatty acids in the intramuscular fat (g/100 g IMF). It had a positive effect of consumer perception and preferences with the meat being juicier, more tender and softer and of higher quality with increased barley in the feed. The differences in sensory properties were not significant but there was however a good correlation with the consumers scores. Increased barley did however not influence EU conformation and fat cover grading of carcasses. Big differences were between the meat of the Icelandic dairy breed and the meat of the mixed meat breed young bulls that were fed in the same way (21% barley). The bulls of the mixed breed were slaughtered 8 months younger on average and their growth rate was much higher. The intramuscular fat of the loin muscle of the mixed breed was much higher (3,82 vs 1,78) as well as the visual marbling score. It had lower percentage of Omega 3 fatty acids and higher percentage of Omega 6 fatty acids. The meat tasted sweeter and was more tender, softer and scored higher in all the attributes of the consumer perception and preferences. The meat of the Icelandic dairy breed was on average of “everyday quality” whereas the meat of the mixed meat breed was of “more than everyday quality”. Age at slaughter, visual marbling score, % intramuscular fat were the independent factors with the best correlation to the evaluation of the consumers. More individual variation was in consumer evaluation within the Icelandic dairy group than the mixed meat breed groups. Information from the project can be used by consultants and individual farmer and processors when considering producing high quality meat. There should be an opportunity to produce especially labelled, higher priced meat of consistent and high quality to consumers. It would improve marketing and competitiveness of meat from mixed meat breeds. <i>The project was supported by Matvælasjóður. Project Partners: Hofstaðsel (Sel ehf.), Kjötafurðastöð Kaupfélags Skagfirðinga (KS), Íslandsnaut (Ferskar kjötvörur), Ráðgjafamiðstöð Landbúnaðarins (RML), Landbúnaðarháskóli Íslands (LBHÍ) og Matís ehf.</i>
<i>English keywords:</i>	<i>Barley feed, mixed breed, Icelandic dairy breed, young bulls, meat quality.</i>

Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
1.1.	Aðferðir Meat Standards Australia við gæðamat á nautakjöti	2
1.2.	Rannsóknir á Íslandi	4
1.3.	Rannsóknasurningar og markmið	5
1.4.	Samstarf	5
2	Framkvæmd / Aðferðafræði	6
2.1.	Tilraunaskipulag	6
2.2.	Erfðagreiningar	7
2.3.	Slátrun og sýnataka	7
2.4.	Sýnaundirbúningur	8
2.5.	Myndgreining og sjónmat	9
2.6.	Innanvöðvafita og fitusýrur í hryggvöðva	13
2.7.	Skurðkraftur á hráum og elduðum vöðva og suðurýrnun	13
2.8.	Skynmat	14
2.9.	Neytendakönnun	15
2.10.	Tölfræðilegt uppgjör	19
3	Niðurstöður og umræður	20
3.1.	Erfðagreiningar	20
3.2.	Slátrupplýsingar	20
3.3.	Sjónmat á fitusprengingu og % innanvöðvafita	22
3.4.	Sjónmat í vöðvalit og ljósmyndun á vöðva	24
3.4.	Hlutfall og magn fitusýra	26
3.6.	Skurðkraftur á hráum og elduðum hryggvöðva	29
3.7.	Skynmat	31
3.8.	Neytendapróf	35
2.9.	Samspil mælibreyta í neytendaprófi og skynmati	38
4	Ályktanir og framtíðarhorfur	40
5	Þakkarorð	41
6	Heimildaskrá	42
7	Viðaukar	45

1 Inngangur

Íslensk nautakjötsframleiðsla stendur frammi fyrir ýmsum áskorunum, þar á meðal samkeppni við innflutt kjöt, neikvæða rekstrarafkomu og óljósa (breytilega) ímynd nautakjöts á markaði. Stöðugt hækkandi rekstrarkostnaður, kostnaður við kjarnfóður og áburð hefur haft neikvæð áhrif á tekjur framleiðenda (Bændablaðið, 29.1.2025). Þar sem kjarnfóður er stærsti breytilegi kostnaðarliðurinn í framleiðslu, leitast bændur við að minnka notkun þess eins og kostur er (María Svanprúður Jónsdóttir, 2021).

Íslensk nautakjötsframleiðsla hefur lengi verið aukabúgrein við mjólkurframleiðslu þar sem gripir, einkum ungneyti af íslenska kúakyninu, hafa verið alin upp á heyi með takmarkaðri kjarnfóðurgjöf. Afleiðingin er langur eldistími og hár sláturaldur miðað við þyngd. Þörf er á frekari rannsóknum á áhrifum mismunandi fóðrunar á kjötgæði, með það að markmiði að stytta eldistímann og bæta bragðgæði. Við innleiðingu Evrópumats á nautgripaskrokkum árið 2017 var tekið mið af þessum aðstæðum, og hámarkssláturaldur ungneyta á Íslandi var settur við 30 mánuði, samanborið við 24 mánuði í flestum Evrópulöndum (Therkildsen et al., 2023).

Bæði vegna þessa háa viðmiðs um hámarks sláturaldur ásamt því að aðgreining kjöts af holdanautum og holdablendingum frá kjöti af íslenska kúakyninu er lítil sem engin, þá leiðir það af sér töluverðan breytileika í gæðapáttum innan sama kjötmatsflokks. Reynslan hefur sýnt að þegar neytendur gera kröfu um einsleitari vöru út frá stærð eða gæðapáttum, takmarkar það nýtingu fyrir þekkta vöruflokk. Því kann að vera lítill markaður fyrir millivöðva (vöðvar aðrir en hryggvöðvar og innra læri) sem verður til þess að íslenskt nautakjöt verður að miklu meira leyti unnið í smásteikur, gúllas og hakkvörur.

Innlit Evrópumatsins hefur stuðlað að betri stöðu holdanautabænda, þar sem skrokkar holdanauta hafa meiri holdfyllingu en skrokkar íslenskra gripa. Þó gefur þetta mat fyrst og fremst vísbendingar um lögun og nýtingu skrokksins, en segir lítið sem ekkert til um bragðgæði og áferð kjötsins.

Til að bæta mat á kjötgæðum mætti bæta við sjónrænu mati á fitusprengingu í hryggvöðva, annaðhvort við 11. eða 5. rif, samhliða Evrópumatinu. Jafnframt mætti gera meiri kröfur um sýrustig í vöðva daginn eftir slátrun, en í dag er það almennt undir 6,0, á meðan alþjóðleg viðmið, t.d. í Ástralíu, miða við 5,7.

Næringargildi nautakjöts ræðst að miklu leyti af fóðrunaraðferðum. Gripir sem aldir eru eingöngu á grasi eða heyi hafa almennt minna fituinnihald, bæði í vöðvum og milli þeirra, samanborið við gripi sem hafa fengið kjarnfóður. Þetta hefur áhrif á orkugildi kjötsins, sem og samsetningu fitusýra (Daley o.fl.2010; Lukic o.fl.2023).

1.1. Aðferðir Meat Standards Australia við gæðamat á nautakjöti

Neytendaprófið í þessu verkefni byggir á rannsóknum og aðferðum Meat Standards Australia (MSA). Þær voru prófaðar til að kynnast þeim og til að benda á ný tækifæri í flokkun og sölu á nautakjöti.

Það er hluti átaks um að bæta gæði og styrkja stöðu nautakjöts sem framleitt er í Ástralíu. Grunnurinn í kerfinu byggir á að stjórna og vakta þá staði í framleiðslukeðjunni sem geta haft annað hvort neikvæð eða jákvæð áhrif á bragðgæði kjötsins. Í því sambandi er talað um „critical control points“. Á íslensku er talað um mikilvæga stýristaði. Mikilvægur stýristaðir eru mest notaðir við innra eftirlit til að hafa stjórn á hættum í matvælavinnslu.

Mikilvægir stýristaðir bragðgæða í kjötframleiðslu geta verið aldur við slátrun, kyni, vaxtarhraða, fóðrun, fitusprengingu, stress, kælingu eftir slátrun og meyrnun. Hjá MSA er þeir tengdir við stjórnugjöf einstakra vöðva út frá neytendaprófum. Þessi nálgun hefur skilað árangri og meiri tekjum til allra í virðis_keðju nautakjöts í Ástralíu (Polkinghorne and Thompson, 2010).

Síðustu áratugina hefur MSA verið í fararbroddi í þróun og nýsköpun á gæðamati og sölu á fersku og frosnu nauta- og kindakjöti (Polkinghorne et al. 2008). Trygging bragðgæða með stjórnun á mikilvægum stýristöðum, aðgreining kjötskrokka, stykkja, vöðva, verðlagning og merking eftir bragðgæðum eru grundvallaratriði í starfsemi MSA. Kerfinu var komið á til að bregðast við minnkandi sölu og óánægju neytenda með bragðgæði kjötsins en einnig til að ná til nýrra markhópa neytenda sem tilbúnir eru að borga hærra verð fyrir mikil gæði og stuðla þannig að auknum verðmætum í virðis_keðju nautakjöts. Bragðgæðatryggingin þýðir einnig meiri aðgreiningu eftir gæðum og hærra verð til þeirra sem uppfylla skilyrði samkvæmt tilheyrandi gæðahandbókum (Meat Standards Australia, 2002). Neytendur í Ástralíu og viðskiptalöndum eru tilbúnir að borga hærra verð fyrir kjöt í hærra bragðgæðaflokki. Meat Standards Australia bragðgæða flokkunarkerfið hefur aukið tekjur hjá framleiðendum, heildsölum og smásölum í Ástralíu. Tengingin við iðnaðinn er í gegnum framleiðslu, vinnslu og vörubætti. Allt byggir þetta á alhliða gæðastýringu í kjötiðnaðinum í Ástralíu þar sem áhersla er lögð á að skilgreina mikilvæga stýristaði fyrir kjötgæði og skilgreina viðmið fyrir bæði áhrifaþætti fyrir og eftir slátrun. Með MSA er allt saman tengt við dóm og óskir neytenda (Polkinghorne 2006; Polkinghorne and Thompson 2010).

Neytendakönnun var framkvæmd til að meta notagildi Meat Standards Australia (MSA) kerfisins í íslenskri kjötframleiðslu. Þetta kerfi tengir saman upplýsingar um uppruna gripanna, hefðbundið

skrokkmat og neytendamatskerfi fyrir einstaka vöðva. Neytendaeinkunn (MQ4) byggir á fjórum gæðapáttum: meyrni (40%), safi (10%), bragð (20%) og heildargæði (30%). Vöðvar eru síðan flokkaðir í fjóra gæðaflokka: ófullnægjandi gæði, hversdagsgæði, meira en hversdagsgæði og mjög mikil gæði.

Mat neytenda er tengt við framleiðslu- og sláturhúsaupplýsingar, þar á meðal skrokkþunga, fituþykkt, fitusprengingu, beinþroska (aldur við slátrun), vaxtarhormónagjöf og kyn. Einnig var sýrustig í vöðva 24 klst. eftir slátrun tekið með í reikniformúluna. Þessar breytur voru síðan notaðar til að reikna út MQ4-einkunn fyrir skrokkinn, sem í MSA-kerfinu stýrir greiðslum til bænda (McGilchrist et al., 2019).

1.2. Rannsóknir á Íslandi

Lítið hefur verið um rannsóknir á viðhorfum og kaupvilja neytenda til nautakjöts á Íslandi. Nauðsynlegt er að bæta úr því. Niðurstöður úr BS verkefni Snædísar Önnu Þórhallsdóttir (2012) sýndu að neytendum þykir íslenskur uppruni mun mikilvægari þáttur við val á lambakjöti en við val á hinum kjöttegundum þremur. Fyrir svína-, nauta- og kjúklingakjöt er verið sá þáttur sem skiptir mestu máli á eftir gæðum en fyrir lambakjötið fer verðið ekki að skipta máli fyrr en gæði og íslenskur uppruni hafa verið tryggð (Snædís Anna Þórhallsdóttir, 2012). Traust neytenda á innlendri framleiðslu er mikið. Neytendur eru tilbúnir til að borga meira fyrir íslenskt nautahakk og íslenskar nautalundir en innflutt kjöt frá Spáni (Snædís Anna Þórhallsdóttir, 2016). Niðurstöður í BS verkefni Snædísar Önnu Þórhallsdóttir um að verð og gæði skipta neytendur meira máli við val á nautakjöti en uppruni (Snædís Anna Þórhallsdóttir 2012) er vísbending um að tryggja þurfi gæði innlendrar framleiðslu betur. Það hefur verið staðfest í ferlendum rannsóknum og einni íslenskri að kjöt af holdakynjum og blendingum er fitusprengdara, meyrara og safaríkara en kjöt af mjólkurkynjum (Woods o.fl. 2004; Smith o.fl. 2009; Dayley o.fl. 2010). Ungneyti af íslenska mjólkurkúakyninu sem fóðruð eru á orkulitlu heyi þurfa 25 og 30 mánuði til að ná 250 kg og 300 kg fallþunga. Fitusprenging í kornnautum var hærri en í heynautum (Þóroddur Sveinsson 2017). Einnig að kjarnfóður auki fitusprengingu, safu og bæti bragð kjötsins (Therkildsen M. o.fl. 2017; MLA 2018).

Holdanaut eru ræktuð til kjötframleiðslu og holdablendingar gefa af sér fitusprengdara, meyrara og safaríkara kjöt en kjöt af íslenskum ungneytum (Gunnar Ríkarðsson o.fl. 1996; Óli Þór Hilmarsson o.fl. 2000). Síðasta rannsókn á kjötgæðum holdablendinga á Íslandi fór fram á árunum 1997-1999. Margt hefur breyst síðan þá. Bæði hefur orðið mikil blöndun holdanautakynja og einnig komið inn nýtt erfðaefni sem eftir miklar kynbætur erlendis hefur aukið kjötgæði enn frekar. Þetta hefur enn ekki verið rannsakað á Íslandi. Ráðgjöf um korngjöf í holdanautaeldi sem byggist á athugunum á vaxtarhraða og EUROP flokkun dugar ekki til að tryggja bragðgæði kjöts. Einnig þarf að líta til þátta eins og fitusprengingar. Bændur hafa ekki eingöngu áhuga á að besta kornhlutfall af fóðri í eldi sínu heldur einnig að framleiða kjöt af sem mestum gæðum.

Verkefni þetta á að svara hvaða áhrif mismunandi kornhlutfall af heildarfóðri holdablendinga hefur á kjötgæði, bragðgæði viðhorf og kaupvilja neytenda. Einnig að bera saman kjöt að alíslenskum gripum og holdablendingum sem voru fóðruð á sama hátt og slátrað við sama lifandi þunga.

Með auknum upplýsingum um bragðgæði er hægt að aðgreina og sérmerkja afurðir, tryggja frekari gæði og bæta afkomu.

1.3. Rannsóknasurningar og markmið

Rannsóknasurningar

- ♥ Hvaða áhrif hefur mismunandi hlutfall korns af heildarfóðri holdablendinga áhrif á kjötgæði og bragðgæði?
- ♥ Er munur á kjöt- og bragðgæðum holdablendinga og hreinræktuðum íslenskum gripum og á sama hlutfalli kjarnfóðurs og við sama sláturþunga.

Markmið

- ♥ Afla upplýsinga um áhrif kornhlutfalls á kjötsgæði og skynræna eiginleika kjöts af holdablendingum.
- ♥ Bera saman kjöt af hreinræktuðum íslenskum gripum og holdablendingum með tilliti til gæðaeiginleika og skynmatsþátta.
- ♥ Afla upplýsinga sem nýtast við fóðurráðgjöf til bænda. Afla upplýsinga um hvort tilefni sé til sérmerkinga á ákveðnu kjöti sem eykur arðsemi bænda og tryggir gæði til neytenda.
- ♥ Nota aðferðir Meat Standards Australia til að afla upplýsinga um viðhorf neytenda, kaupvilja og geðjun á kjöti af holdablendingum og ungneytum af íslenska mjólkurkúakyninu á sama fóðri og við sama sláturþunga.

1.4. Samstarf

Samstarfsaðilar voru Hofstaðsel (Sel ehf), Kjötafurðastöð Kaupfélags Skagfirðinga (KS), Íslandsnaut (Ferskar kjötvörur), Ráðgjafamiðstöð Landbúnaðarins (RML), Landbúnaðarháskóli Íslands (LBHÍ) og Matís ohf. Verkefnið var styrkt af Matvælasjóði.

2 Framkvæmd / Aðferðafræði

2.1. Tilraunaskipulag

Fóðurathugun var gerð með 108 holdablendingum í þremur hópum í Hofstaðaseli í Skagafirði undir stjórn Ráðgjafarmiðstöðvar landbúnaðarins. Gripirnir voru flokkaðir af handahófi í hópa eftir þyngd og aldri við fráfærur haustið 2022. Hóparnir voru fóðraðir á gróffóðri og fengu mismunandi hlutfall af bygg reiknað miðað við heildarpurrefnisgjöf (Tafla 1. Skipulag fóðurathugunar með holdablendingum í Hofstaðaseli.

Tafla 1. Skipulag fóðurathugunar með holdablendingum í Hofstaðaseli.

Hópur	Fóðurmeðferð	Fjöldi gripa
0 % korn	Fóðrað eingöngu á gróffóðri	12
21 % korn	Fóðrað á gróffóðri og 21% bygg	12
37 % korn	Fóðrað á gróffóðri og 37% bygg	12

Einn hópur af ungneytum af íslenska mjólkurkúakyninu var hafður til samanburðar en sá hópur fékk 21% bygg af heildarpurrefni fóðurs (Tafla 2). Íslenski hópurinn var eingöngu borinn saman við holdablendinga sem fengu sömu fóðurmeðferð en ekki aðra fóðurmeðferðarhópa.

Tafla 2. Samanburður á íslenska kúakyninu og holdablendingum

Kyn	Fóðurmeðferð	Fjöldi gripa
Íslenska kúakynið	Fóðrað á gróffóðri og 21% bygg	12
Holdablendingar	Fóðrað á gróffóðri og 21% bygg	12

Fóðurathugunin hófst í desember 2022. Upphaflega var notað heimaræktað bygg frá Hofstaðaseli og þegar það kláraðist vorið 2023 var skipt yfir á byggköggla frá Bústólpa með 8% sojaíblöndun til að tryggja próteinþörf gripanna. Haustið 2024 var sojapróteinið tekið út vegna minni þarfar á próteini því nýtt hey var að koma inn og gripirnir eldri. Það voru engar frekari fóðurbreytingar. Við uppgjör á fóðurskráningum virðist markmiðið um íblöndun á bygg sem hlutfall af þurrefnisáti hafa heppnast vel þrátt fyrir breytilegt þurrefnisinnihald gróffóðursins. Frekari upplýsingar verður að finna í skýrslu RML um „Áhrif mismunandi korngjafar á vaxtarhraða holdablendinga“.

Gripirnir í Hofstaðaseli voru aldir upp að 620-630 kg lífpunga og um 330 kg fallþunga að meðaltali. Með þessari aðferð sjást áhrif fódrunar á vöxt og þar af leiðandi sláturaldur. Sláturaldurinn var því breytilegur milli fódurhópa.

2.2 Erfðagreiningar

Gripirnir í athugininni í Hofstaðaseli voru blanda af mismunandi holdakynjum og því var ákveðið að erfðagreina þá alla. Með því mátti tryggja að sem einsleitastur hópur hafi farið áfram í kjötgæðarannsóknir. Sýni voru tekin úr eyrum allra gripa fódurathugunarinnar til að velja þá gripi sem væru hæfir í kjötgæðarannsóknir. Erfðagreint var með EuroGenomics MD arfgerðargreiningarflögu. Erfðagreiningarnar voru nýttar til að reikna hlutföll kynja í holdablendingum, þ.e. hlutfall Galloway, Angus, Limosin eða íslenskra mjólkurkúakynsins í hverjum grip. Forritið ADMIXTURE (Alexander et al. 2009) var notað til að reikna kynjahlutföllin. Gögn úr hreinum Galloway, Angus, Limosin og íslenskum gripum voru notuð sem viðmiðun fyrir forritið. Gögnin fyrir Angus og Limousin voru sótt af WIDDE gagnagrunninum (n.d.; Matukamalli o.fl., 2009). Gögnin voru hreinsuð og samrýmd á þann hátt að sömu erfðamörk voru notuð á milli allra gripa í rannsókninni. Gögnin voru síuð í PLINK v1.90b6.21 (Chang, et al., 2015). Eftir síun voru 11.870 erfðamörk notuð við greiningarnar. Forritið Admixture v.1.3.0 (Alexander et al., 2009) var keyrt með $K = 1$ til $K = 9$. Heppilegasta K gildið var valið samkvæmt leiðbeiningum Admixture. Passað var upp á að fjöldi einstaklinga í viðmiðunarrópum væri sambærilegur. Til að tryggja jafnan fjölda gripa á milli kúakynja voru 20 gripir úr hverju kyni keyrðir í einu. Keyrslum var því skipt upp í nokkra hluta. Admixture var keyrt með eftirfarandi stillingum: --cv=10. Uppruni mismunandi kynja í prósentum samkvæmt sennilegasta K gildinu, sem var ávallt það sama og fjöldi kúakynja sem notað voru í greiningunum. Hlutfall kynjasamsetningu blendinga var reiknað út frá P og Q gildum frá Admixture.

2.3. Slátrun og sýnataka

Gripunum var slátrað í stórgripasláturhúsi KS á Sauðárkróki í sex slátrunum frá 23. september 2023 til 3. maí 2024. Þeir voru fluttir í sláturhús sama dag og látnir hvíla í sláturhúsrétt.

Eftir slátrun voru skrokkhelmingar hengdir upp á hásin og látnir stirðna við kælingu þannig að hiti í hryggvöðva var á milli 5-6°C eftir u.þ.b. 24 tíma. Daginn eftir slátrun voru skrokkhelmingarnir skornir á milli 5. og 6. rífs í pístólu og frampart. Sýrustig í hryggvöðva var þá mælt. Ákjósanlegast er að 24 klst eftir slátrun sé sýrustig í vöðva fallið undir 6,0. Of hátt sýrustig hefur áhrif á lit, seigju og geymslupól kjötsins. Þeir skrokkar sem mældust með sýrustig undir 6,0 voru valdir til áframhaldandi rannsókna. Einnig var fylgst með að kælingin væri ekki of hröð til að koma í veg fyrir kæliherpingu og seigt kjöt. Fjórðungar voru svo hengdir upp í kælibíl sem flutti þá í kjötvinnslu Ferskra kjötvara (Íslandsnauts) í Reykjavík. Kjötið var unnið daginn eftir, þ.e. á öðrum degi frá slátrun. Tekin voru sýni af hryggvöðva á milli 5. og –8. rífs pístólu í skynmat, neytendapróf, lit-, fitu, og áferðamælingar.

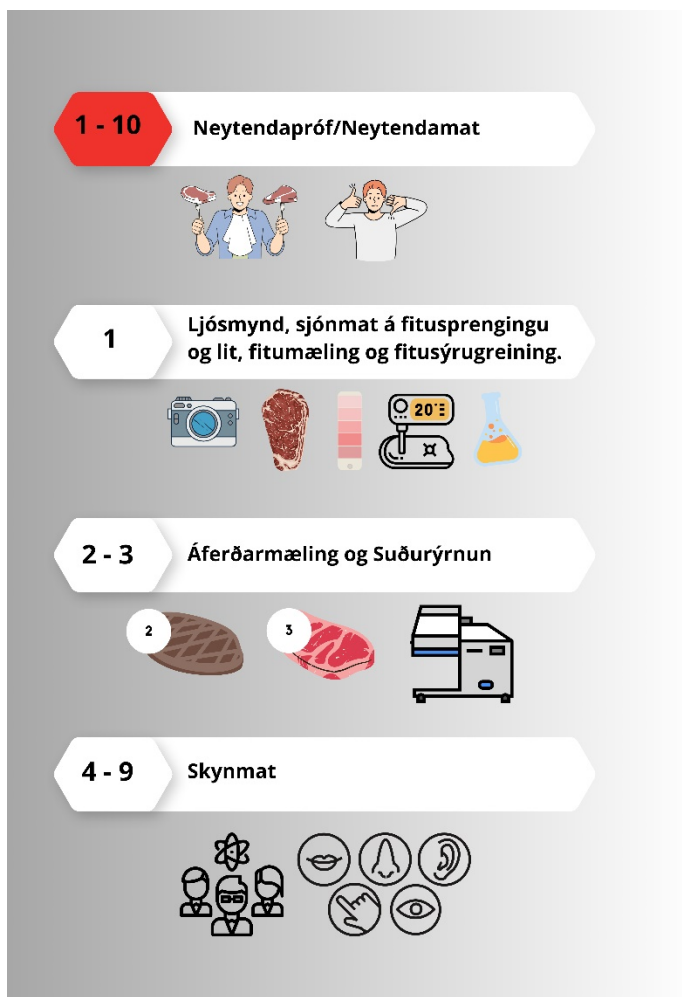
Snyrtum hryggjum var pakkað í loftskiptar umbúðir og þeir látnir meyrna við 2°C í kæli á Matís þar til 10 dagar voru liðnir frá slátrun. Eftir það fóru þeir á frost við -24°C þar til öll sýni voru komin í hús og höfðu fengið sömu meðferð.

2.4. Sýnaundirbúningur

Á myndum 1 og 2 má sjá hvernig hryggvöðvum var skipt upp fyrir einstaka mælingar. Hægri hryggvöðva var skipt í 9 sýni.

- Sneið 1 var tekin í myndatöku, sjónmat á fitu, sjónmat á lit og efnamælingu á innanvöðvafitu.
- Sneið 2 fór í áferðarmælingu á elduðu kjöti.
- Sneið 3 í áferðarmælingu á hráu kjöti.
- Sneiðar 4-9 voru notaðar í skynmat.

Á vinstri hrygg voru 10 sneiðar sem allar voru notaðar í neytendapróf. Því var þannig komið fyrir bæði við skynmat og neytendapróf að dómarar og neytendur lögðu endurtekið mat á sama sneiðanúmer úr mismunandi gripum.



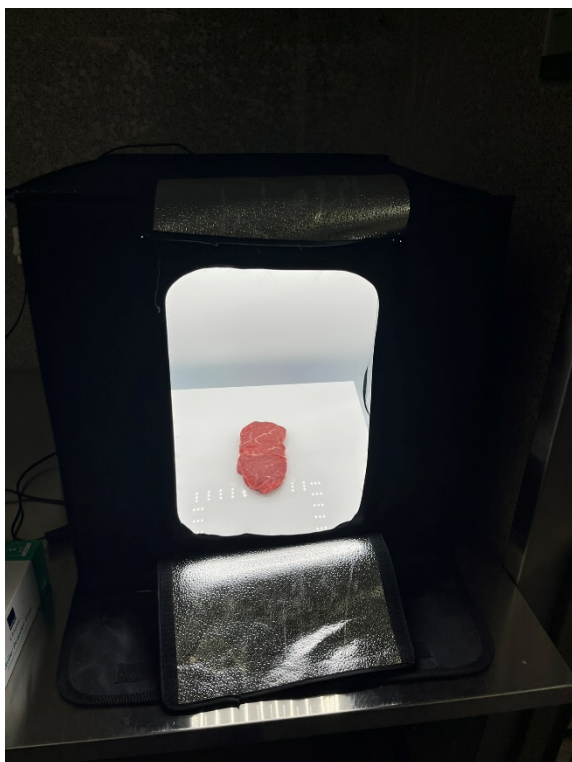
Mynd 1. Sneiðanúmer og mælingar á langa hryggvöðva.



Mynd 2. Skipting hægri og vinstri ísneiðar og mælingar.

2.5. Myndgreining og sjónmat á fitusprengingu og lit á hryggvöðva og fitu utan á kjötskrokkum

Við myndgreiningu á vöðvalit og fitusprengingu var notast við ljósmyndakassa af gerðinni Smith-Victor 25" LED Light Tent. Kassinn er sérstaklega hannaður til að tryggja einsleit ljósviðmið og lágmarka áhrif ytri birtuskilyrða. Hann inniheldur innbyggt LED ljós með dagsljósstilltu litasviði (~5500 K) sem veitir jafna lýsingu. Þessi aðferð tryggir staðlaða myndatöku milli sýna og gerir samanburð mögulegan á milli tilraunahópa í rannsókninni.

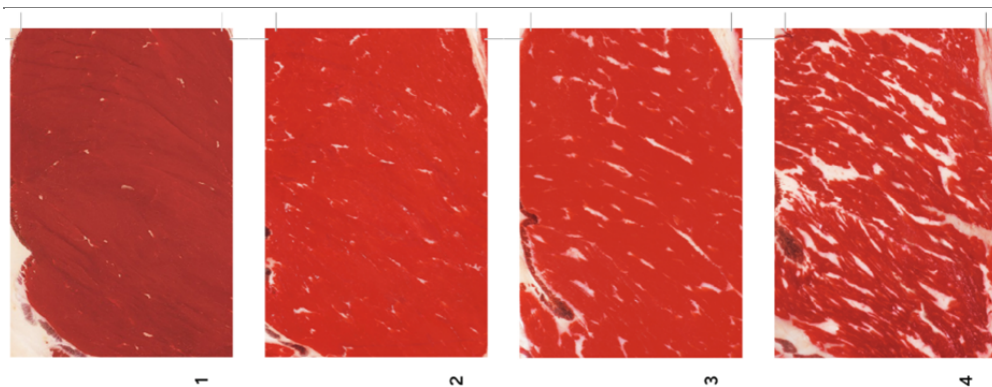


Mynd 3. Myndakassi

Fitusprengring á hryggvöðva (1. sneið) var metin af þremur sérfræðingum Matís. Ákveðið var að nota myndir úr opinberum kvarða fyrir fitusprengringu í Bandaríkjunum.

Tafla 3. Lýsing á fitusprengringu eftir 4 punkta skala samkvæmt United States Department of Agriculture (n.d.)

USDA Lýsing	Íslenska	Númer
Slight	Mjög lítil	1
Small	Lítil	2
Modest	Nokkur	3
Moderately abundant	Mikil	4

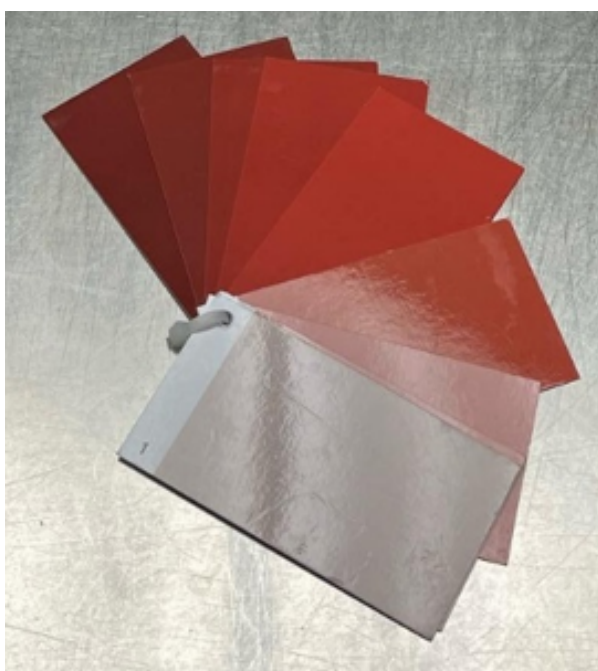




Mynd 4. Spjöld sem notuð voru við sjónmat á fitusprengingu í vöðva

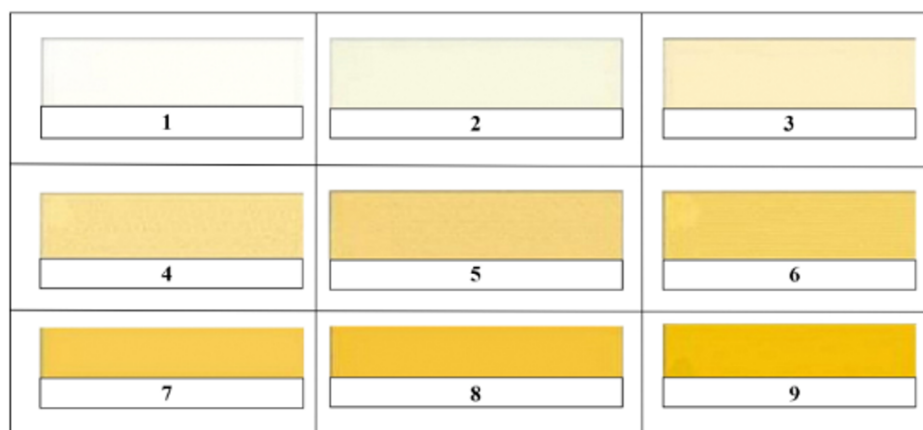
Litur á vöðva var metin samkvæmt skala frá Meat Standards Australia¹.

¹ <https://www.ausmeat.com.au/services/list/meat/aus-meat-chiller-assessment/>



Mynd 5. Sjónmat á skala fyrir kjötlit. 1-5- bjartur rauður kjötlitur, 6-7 dökkrauður kjötlitur. 8-9 djúprauður kjötlitur

Litur á fitu utan á kjötskrokkum var einnig metin eftir skala frá Meat Standards Australia.



Mynd 6. Skali til að meta lit á fitu utan á nautgripaskrokkum. 1-3 hvít fita, 4-6 gulhvít fita, 7-9 gul fita.

2.6. Innanvöðvafita og fitusýrur í hryggvöðva

Innanvöðvafita var mæld á hráu kjöti með efnagreiningu á Matís þar sem notast er við petroleum eter úrdrátt eftir sýruhydrolýsu (NMKL. 1998).

Byrjað var á að metýlera fitusýrur í fitu sem hafði verið einangruð með aðferð Bligh og Dyer (Bligh og Dyer 1959). Metýleringin var framkvæmd samkvæmt AOCS aðferð Ce 1b-89 (AOAC, 1997).

Við greiningu á fitusýrumetýlesterum var notuð AOAC aðferð 996.06.12 (AOAC, 2005). Toppar fitusýrumetýlestera voru greindir samkvæmt stöðlum. Niðurstöður voru annars vegar reiknaðar sem hlutföll (%) fitusýrumetýlestera (fitusýrumetýlesterar sem hlutfall af heildarmagni fitusýrumetýlestera) og hins vegar sem magn (mg/100 g vöðva) út frá magni fitu í vöðva og með því að reikna með að fitan væri 90% fitusýrur.

2.7. Skurðkraftur á hráum og elduðum vöðva og suðurýrnun

Mælingar á hráu kjöti: Sýni úr uppbíddum vöðvasneiðum mæld án frekari meðferðar. Hrátt kjötsýni var skorið eftir vöðvaþráðum endilöngum í bita sem voru 1 cm × 1 cm × 3 cm.

Mælingar á elduðu kjöti: Vöðvasneiðar (181g-395g) voru eldaðar í lokuðum loftdregnum umbúðum í vatnsbaði (e. *SousVide*) við 58°C í 1,5 klst. Eldað kjötsýni var skorið eftir vöðvaþráðum endilöngum í bita sem voru 1 cm × 1 cm × 3 cm.

Sýni úr hryggvöðva voru áferðarmæld með Warner Bratzler aðferð til þess að meta skurðkraft (e. *shear force*). TA.HD plus Texture Analyser var notaður með V-laga gróp (TA-7) til að skera þvert á vöðvafrumur kjötbita og mælir þannig hversu miklu afli þarf að beita til þess að komast í gegnum bitann.

Gerðar voru að lágmarki þrjár mælingar fyrir hvert eldað sýni en sex fyrir hrátt.

Suðurýrnun var mæld á vöðvasneiðum með því að vigta sýni fyrir og eftir eldun. Þyngd af elduðu sýni var deilt með þyngd af hráu sýni og margfaldað með hundrað til að fá prósent suðuheimtur. Suðurýrnun var svo 100 - suðuheimtur.

2.8. Skynmat

Skynmat var framkvæmt af þjálfuðu starfsfólki Matís í sérhönnuðu rými (ISO 858, 2007). Kjötið var metið með myndrænni greiningu (Generic Descriptive Analysis - GDA, Lawless and Heymann, 2010). Sjö dómarar mátu öll sýni í rannsókninni. Allir dómararnir voru þjálfðir í skynmati og reyndir í myndrænni greiningu (ISO 8586, 2023).

Skynmatsskalinn samanstóð af 15 þáttum sem er lýst í töflu 4. Svipaður skali hefur verið notaður í fyrri rannsóknum á nauta- og lambakjöti. Fjórir þjálfunartímar voru haldnir til að fara yfir skalann með dómurum, aðlaga að tilraunahópnum sem skoðaðir voru í þessu verkefni og þjálfra dómara í notkun og staðsetningu á skala.

Kjötið var eldað þannig að sneiðar af hryggvöðvum í loftdregnum umbúðum voru settar í hitabað við 58°C í 90 mínútur (kjarnhiti 58°C). Eftir eldun voru sneiðarnar teknar úr pokunum og sýni skorin úr þeim fyrir skynmat. Úr hverri sneið voru skornir 10 bitar og var hvert sýni einn slíkur biti (um 20 g). Bitarnar voru strax settir í 140 ml álbox og bornir fram heitir fyrir dómara. Á hverjum skynmatsfundi voru öll sýni fyrir hvern dómara bitar af sama stað úr sneið. Á hverjum skynmatsfundi voru metin sýni af fjórum nautum, einu úr hverjum tilraunahópi. Öll sýni voru dulkóðuð með þriggja stafa númeri og metin í tilviljanakenndri röð. Rauð ljós voru notuð við skynmatið til að koma í veg fyrir að mögulegur munur milli sýna í útliti hefði áhrif á matið.

Fyrir hvert sýni var styrkur hvers skynmatsþáttar metinn á 15 sentimetra línulegum skala sem í úrvinnslu var breytt í númeraðan skala frá 0 til 100. Forritið FIZZ (Version 2.51C, 1994-2018, Biosystèmes) var notað til söfnunar skynmatsgagna en frammistaða dómara og skynmatshóps var metin með aðstoð forritsins Panelcheck (V1.3.2, Nofima, Tromsø, Norway).

Tafla 4. Skynmatsþættir fyrir myndræna greiningu á elduðu nautakjöti.

Skynmatsþáttur	Skali	Skilgreining
Lykt		
Nautakjöt	engin mikil	Einkennandi lykt af nautakjöti, blóð, málmur
Sæt	engin mikil	Sæt lykt, heit mjólk, heitur rjómi, kálfalykt
Lifur	engin mikil	Lifrarlykt
Fita	engin mikil	Fita, nautafita
Þung	engin mikil	Þung lykt, dýrallykt
Bragð		
Nautakjöt	ekkt mikið	Einkennandi bragð af nautakjöti, blóð, málmur
Lifur	ekkt mikið	Lifrabragð
Súrt	ekkt mikið	Súrt grunnbragð
Fita	ekkt mikið	Fita, steikarfitu
Sætt	ekkt mikið	Sætt bragð
Áferð		
Mýkt	stinnt mjúkt	Fyrsta bit - skerið bita úr sýninu og bítuð þvert á vöðvatrefjar
Meyrni	seigt meyr	Hversu seigt eða meyr er kjötið við tyggingu
Safi	þurrt safaríkt	Þurr- dregur safu úr munni, safaríkt- gefur frá sér safu
Maukkennt	ekkt mikið	Mauk, kindakæfa
Fituáferð	ekkt mikið	Fituáferð í munni eftir kyngingu

2.9. Neytendakönnun

Auglýst var eftir þátttakendum í neytendakönnun á nautakjöti á samfélagsmiðlunum Facebook og Instagram. Sjá dæmi á mynd 7.

Alls skiluðu 129 manns inn skráningu fyrir ósk um þátttöku í neytendamatinu. 32 einstaklingar voru valdir til þátttöku. Leitast var eftir að velja einstaklinga sem borðuðu nautakjöt 2-4 sinnum í mánuði eða oftar en þar að auki voru umsækjendur valdir til að fá eins fjölbreyttan hóp í aldursbili og með eins jöfnum kynjahlutföllum og hægt var. Þar spilaði einnig inn í valið á hvaða tímum fólk komst til að taka þátt í rannsókninni. Neytendur sem mættu öll þrjú skiptin og smökkuðu alls sýni af 24 mismunandi nautum voru 30 talsins. Þar af 10 konur en 20 karlar. Athygli vakti að mun fleiri karlar en konur skráðu sig til þátttöku í rannsókninni (Tafla 5).


Matís
Sponsored •

...

Við leitum að einstaklingum á aldrinum 20 – 60 ára sem almennt kaupa og borða nautakjöt en eru EKKI með sérþekkingu á kjöti eða starfa með kjöt að atvinnu, svo sem kjötiðnaðarmenn, matreiðslumenn, matvælafræðingar og fleira því um líkt.

Framlag þátttakenda felst í því að smakka meðalsteikt nautakjöt og meta eftir skala; meyrni, safi, bragð og heildargeðjun.

Þátttakendur þurfa að mæta þrisvar á Matís (Vínlandsleið 12, 113 Rvk). Lagt er upp með mætingu einu sinni í viku, í þrjár vikur, annað hvort miðvikudag eða fimmtudag á tímabilinu sept-okt.

Mikilvægt er að þátttakendur geti mætt í öll þrjú skiptin en að loknu þriðja skiptinu verða þátttakendur leystir út með litlum gjafapakka af nautakjöti.

Viltu taka þátt í neytendarannsókn á nautakjöti



Viltu taka þátt í neytendarannsókn á nautakjöti?

Tilgangur rannsóknarinnar er að skoða gæði mismunandi gerða af nautakjöti út frá mati neytenda

SÆKJA UM ÞÁTTTÖKU

Rannsóknin er styrkt af matvælasjóði og Íslandsnauti
Nánari upplýsingar verða sendar ef áhugi er fyrir þátttöku

Mynd 7. Skjáskot af sýnidæmi um kostaða auglýsingu á samfélagsmiðlum Matís til að óska eftir þátttakendum í neytendarannsókn á nautakjöti.

Tafla 5. Aldur og kyn þeirra 30 neytenda sem tóku þátt í neytendamati á nautakjöti 2024.

Aldur, ár	Karl	Kona	Alls
51-60	5	3	8
41-50	7	5	12
31-40	5	1	6
21-30	3	1	4
Alls	20	10	30

Átta þátttakendur voru í hverjum hópi neytenda og mættu á fyrirfram ákveðnum tíma til Matís. Einn til tveir hópar mættu hvern dag sem könnun fór fram og mættu allir þátttakendur alls þrisvar sinnum til Matís.

Neytendakönnunin var framkvæmd í skynmatsaðstöðu Matís. Þar eru átta borð með skilrúmunum til að þátttakendur trufluðu ekki hvern annan. Á hverju borði er tölva sem könnunin var keyrð í. Fyrir hvern dómara var settur diskur og hnífapör til að meta sýnin, en einnig vatnskanna, glas og kex með hlutlausu bragði til að hreinsa munn milli sýna. Sýni fyrir neytendakönnun voru elduð á sama hátt og fyrir skynmatið þ.e. í loftdregnum umbúðum í hitabaði við 58°C í 90 mínútur (Mynd 8) Ólíkt eldun fyrir skynmat voru sneiðarnar brúnaðar í steikargrilli (Mynd 8) í 30 sekúndur, teknar af grillinu og

léttsaltaðar, áður en þær voru skornar í bita á sama hátt og fyrir skynmatið. Bitarnir voru alltaf saltaðar af sama einstaklingi til að söltunin yrði sem jöfnust milli bita og lágmarka þannig áhrif hennar á mat neytenda. Átta bitar voru skornir úr hverri sneið og var einn slíkur biti eitt sýni fyrir neytanda. Hver biti var settur í 140 ml álform, lok sett yfir, og formið sett í hitaborð. Hvert sýni var merkt með þriggja stafa númeri og sýnin voru borin fram í tilviljunarkenndri röð (Mynd 9).

Neytendur mátu átta sýni í hvert sinn sem þeir mættu til Matís. Fjögur sýni voru borin fram í einu, eitt af hverjum grip, og voru sýnin borin fram strax eftir eldun í hituðum glerskálum til að halda hita á þeim fram að mati. Eftir að þátttakendur höfðu lokið við að meta sýnin fengu þeir stutta hvíld (um korter) þar til næsti skammtur með fjórum sýnum var borinn fram og metinn á sama hátt. Einn gripur úr hverjum tilraunahóp var metinn í hverjum skammti. Rauð ljós voru ekki notuð við framkvæmd á neytendakönnuninni þar sem útlit bitanna er hluti af heildarupplifun neytenda.



Mynd 8. frá vinstri: steikargrill sem notað var til brúnunar á kjöti fyrir neytendamat og skýringarmynd af hitabaði fyrir nautakjötssýni með sous vide tæki stillt á 58°C.



Mynd 9. Skýringarmynd fyrir undirbúning nautakjötssýna fyrir neytendamat.

Neytendakönnunin var keyrð í forritinu SurveyMonkey. Í byrjun hvernar könnunar (fyrir hvern fjögurra sýna skammt) settu þátttakendur inn nafn og kennitölu til að hægt væri að tengja saman niðurstöður milli kannana. Því næst kom upp númer fyrsta sýnis og voru þátttakendur beðnir um að slá inn númer sýnisins til að tryggja að rétt sýni væri metið í hvert sinn. Sýnið var síðan metið eftir spurningarlistanum (tafla 6). Þegar því var lokið kom upp númer næsta sýnis og þannig koll af kolli þar til öll fjögur sýnin höfðu verið metin.

Neytendaprófið var gert til að prófa kerfi Meat Standards Australia sem tengir saman upplýsingar úr ræktun og hefðbundnu mati á kjötskrokkum við dóm neytenda á einstaka vöðvum. MQ4 einkunn neytenda var reiknuð út en hún byggir á mismunandi vægi fjögurra gæðapátta. (Meyrni 40%, safi 10%, bragð 20% og heildargæði 30%) (Watson o.fl. 2008).

Tafla 6. Spurningarlisti fyrir hvert sýni í neytendakönnun á nautakjöti.

spurning	skali
Hvernig finnst þér meyrni kjötsins?	Línulegur skali (0 til 100) Ekki meyr (0) mjög meyr (100)
Hvað finnst þér um það hversu safaríkt kjötið er?	Línulegur skali (0 til 100) Ekki safaríkt (0) mjög safaríkt (100)
Hvernig finnst þér bragð kjötsins?	Línulegur skali (0 til 100) Mjög vont bragð (0) mjög gott bragð (100)
Hvernig finnst þér þetta kjöt ?	Línulegur skali (0 til 100) Mjög vont kjöt (0) mjög gott kjöt (100)
Hvað finnst þér um gæði þessa kjöts? (merkið við einn valkost)	Merkt við einn valkost Ófullnægjandi gæði (1) Hversdagsgæði (2) Meira en hversdagsgæði (3) Mjög mikil gæði (4)

Neytendaeinkunn (MQ4) byggir á fjórum gæðapáttum: meyrni (40%), safi (10%), bragði (20%) og heildargeðjun (30%). Vöðvar eru flokkaðir í fjóra gæðaflokka: ófullnægjandi gæði, hversdagsgæði, meira en hversdagsgæði og mjög mikil gæði.

2.10. Tölfræðilegt uppgjör

Meðaltöl og staðalfrávik voru reiknuð í Microsoft Excel ásamt því að t-próf var gert til að kanna mun á milli tilraunahópa.

Munur milli tilraunahópa í skynmati var metinn með tölfræðiaðferðinni general linear model og eftirprófið Duncan's próf var notað til að skoða mun milli hópa. Einþátta ferveikagreining (One Way Anova) var notuð til að meta mun milli hópa eftir niðurstöðum úr neytendaprófum. Forritið Unscrambler (Version 11.0, Camo Analytics AS, Bedford, Massachusetts) var notað til að gera höfuðþáttagreiningu (PCA) á niðurstöðum úr skynmati. Fylgnigreiningar voru unnar í Microsoft Excel (version 2412). Marktækur munur á meðaltölum milli hópa var metinn með óháðu t-prófi (independent samples t-test). Marktækni miðast við $\alpha = 0,05$.

3 Niðurstöður og umræður

3.1. Erfðagreiningar

Niðurstöður erfðagreininga á nautgripunum í tilrauninni eru í töflu 7. Hlutfall mismunandi kynja var notað til að velja sem jafnasta gripi í kjötgæðatilraunina. Þegar valdir voru 12 gripir í hvern hóp var því horft til niðurstaðna erfðagreininga og lagt upp með að kynjablanda og kynjahlutfall væri eins sambærilegt og hægt var milli hópa. Þetta er gert til þess að útiloka eða takmarka eins og hægt er áhrif af búfjárkyni. Ekki var munur á milli hlutfalli kynja á milli fódurhópa (t-próf). Breyta í brennidepli var fódur gripanna.

Tafla 7. Hlutfall búfjárkynja milli fódurhópa.

	% bygg í gróffóðri holdablendinga					
	0%		21%		37%	
Fjöldi gripa	12		12		12	
Nautakyn	Meðaltal	Staðal- frávik	Meðaltal	Staðal- frávik	Meðaltal	Staðal- frávik
Galloway	41	9	42	9	40	11
Aberdeen Angus	34	8	35	13	33	13
Limosin	2	3	3	3	3	3
Íslenskt mjólkurkúakyn	22	5	20	8	22	5

3.2. Sláturupplýsingar

Sláturupplýsingar eru í töflu 8. Um þriggja mánaða munur var á aldri holdablendinga eftir fódurmeðferð. Holdablendingar sem fengu 37% bygg voru 17,2 mánaða að meðaltali þegar þeim var slátrað en gripirnir sem fengu ekkert korn voru 20,7 mánaða. Fallþungi var svipaður eða frá 344,2 kg til 350,2 kg. Vaxtarhraði (g kjöt/dag) fór jókst með korngjöf. Ekki var munur á 12% og 37% hópanna. Athygli vekur að skrokkar gripa sem eingöngu fengu gróffóður fóru að meðaltali í gæðaflokka R+ og 3- og að skrokkar gripa sem fengu 21% korn voru svipaðir eða R+ og 2+ en skrokkar gripa sem fengu 37% fengu lakasta einkunn fyrir holdfyllingu, R og 2+ fyrir fitu. Sýrustig var í öllum tilvikum eðlilegt.

Tafla 8 . Áhrif byggfóðrunar á sláturupplýsingar holdablendinga

	% bygg í gróffóðri					
	0%		21%		37%	
	Meðaltal	Staðal- frávik	Meðaltal	Staðal- frávik	Meðaltal	Staðal- frávik
Aldur við slátrun, mánuðir	20,7 ^a	1,6	18,6 ^b	1,2	17,2 ^c	0,9
Fallþungi. Kg	350	32	349	35	344	25
Vaxtarhraði g kjöt/dag	563 ^a	74	621 ^b	74	650 ^b	67
Holdfylling (1-15)	8,83 ^a	1,34	9,00 ^a	1,08	8,08 ^b	0,76
Fita (1-15)	6,67	1,43	6,17	1,27	6,50	1,04
Meðalholdfylling	R+		R+		R	
Meðalfitustig	3-		2+		2+	
Sýrustig (pH24)	5,59 ^a	0,10	5,58 ^a	0,07	5,63 ^b	0,14

12 holdablendingar í hverjum hópi. Mismunandi bókstafir innan línu gefa til kynna marktækan mun milli viðkomandi hópa

Töluverður munur var á Íslenskum gripum af mjólkurkúakyni og holdablendingum (Tafla 9). Báðir hóparnir höfðu fengið 21% kornfóður. Munur var í öllum tilvikum marktækur nema í fallþunga og fitumati skrokka.

Um sjö mánaða munur var á aldri við slátrun. Hreinræktuð íslensk voru að meðaltali 25,5 mánaða gömul þegar þeim var sláttrað. Skrokkar þeirra voru um 12 kílóum léttari og meðalholdfylling var O+ á móti R+ fyrir skrokka holdablendinganna. Lítill munur var á fitumati (2+). Sýrustig í hryggvöðva daginn eftir slátrum var ívið hærra í vöðvum gripanna af íslensku mjólkurkyni en samt innan eðlilegra marka.

Tafla 9. Sláturupplýsingar fyrir íslenska gripi og holdablendinga á 21% byggfóðri

	Íslenskir		Holdablendingar	
Fjöldi gripa	12		12	
	Meðaltal	Staðalfrávik	Meðaltal	Staðalfrávik
Aldur við slátrun, mánuðir	25,5	1,23	18,6	1,21
Fallþungi. Kg	336,9	18,0	349,2	35,2
Vaxtarhraði g kjöt/dag	436	35,9	621	74,0
Holdfylling (1-15)	6,33	0,47	9,00	0,08
Fita (1-15)	5,92	0,50	6,17	1,27
Meðalholdfylling	O+		R+	
Meðalfitustig	2+		2+	
Sýrustig (ph24)	5,68	0.10	5,58	0,07

3.3. Sjónmat á fitusprengingu og % innanvöðvafita

Fita inni í vöðvum er talin vísbending um safaríkt og bragðgott kjöt. Ef hún er nógu mikil sést hún sem hvítir flekkir í vöðvanum. Vöðvarnir eru þá fitusprengdir (marbled). Fitusprenging í vöðvum er hluti af mati nautaskrokka í mörgum löndum sem framleiða mikið magn af nautakjöti. Sjónmat er þá notað til að meta hversu mikil hún er. Innanvöðvafita (intramuscular fat) er hins vegar mæld með efnagreiningum og segir til um magn fitunnar í prósentum eða grömmum.

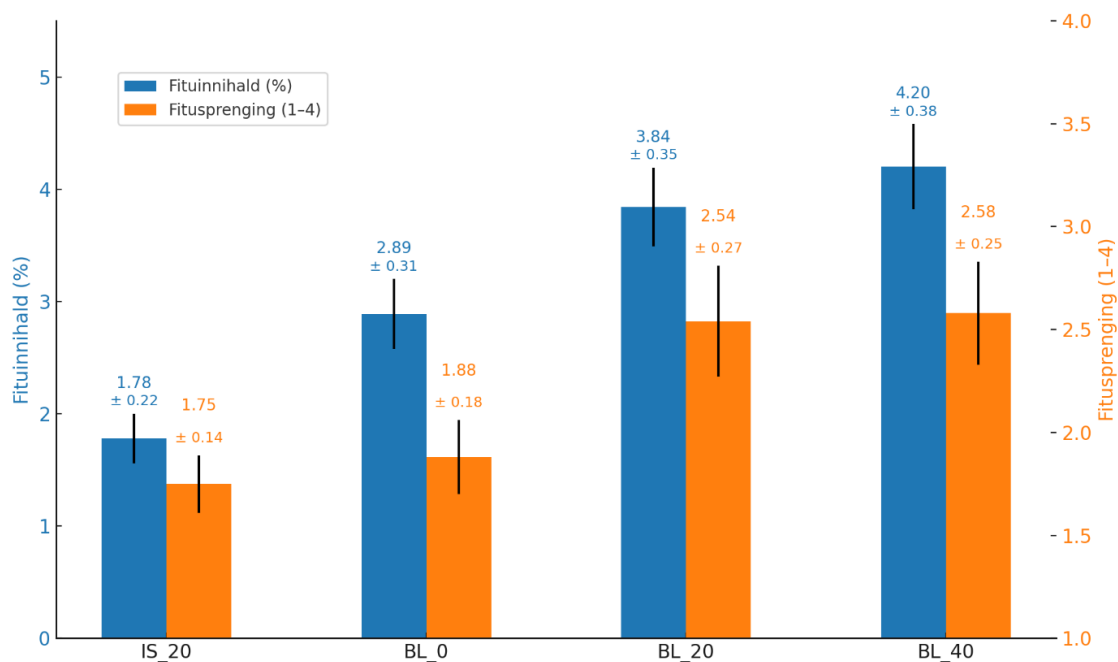
Samhengi er á milli innanvöðvafitu og fitusprengingar í nautakjöti. Savell, Cross og Smith (1986) sýndu að innanvöðvafita, mæld sem prósent af vöðva, hefur sterka fylgni við sjónrænt mat á fitusprengingu. Innanvöðvafita er lykilþáttur hvað varðar fitusprengingu og kjötgæði en þá hafa fóðrun, kynbætur og mataræði dýra bein áhrif á innanvöðvafitu og fitusprengingu (Hocquette & Chatellier, 2011).

Hlutfall innanvöðvafitu hjá holdablendingum fór vaxandi með korngjöf en þess ber þó að geta að munur milli hópa er ekki mikill. Fitusprenging virðist einnig aukast lítillega með aukinni korngjöf en ekki var marktækur munur á 21% og 37% hópunum (Mynd 10).

Korn er ríkt af auðmeltanlegum kolvetnum sem eykur orkuframboð í fóðri nautgripa. Hærra orkuframboð stuðlar að aukinni fitusöfnun, sérstaklega innan vöðvanna (Smith et al., 2009). Þegar dýr fá hátt hlutfall korns í fóðri, einkum á lokastigi eldis (e. *finishing phase*), hefur það veruleg áhrif á fitusprengingu.

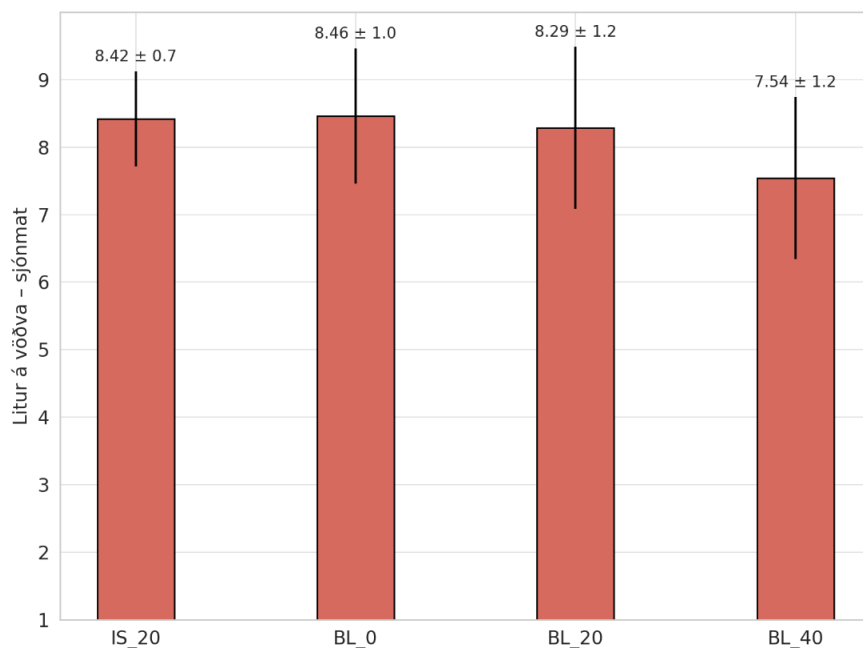
Korngjöf hefur verið tengd aukinni innanvöðvafitu samanborið við grasfóðrun. Til dæmis sýndi rannsókn Duckett o.fl. (2013) að nautgripir sem fengu kornríkt fóður höfðu meiri fitusprengingu en þeir sem voru eingöngu grasfóðraðir.

Í þessari rannsókn var fita í hryggvöðva (g/100g) og sjónmat á fitusprengingu mun hærra í hryggvöðum holdablendinga en hryggvöðva gripa af íslensku mjólkurkyni á sama fóðri (21% bygg). Fylgnistuðull á milli efnamælinga og sjónmats var 0,56, sem er frekar lágt sem gæti skýrst af óvönnum matsmönnum og frekar lítilli fitusprengingu.



Mynd 10. Sýnir meðaltöl (n=12) fituprósentu eftir fóðurhópum í fullsnyrtum hryggvöðva nautakjöts ásamt meðaltali fyrir fitusprengingu samkv. sjónmati á fjögurra punkta skala (1 = minnst & 4 = mest). * IS_20 = Naut af íslensku mjólkurkúakyn með 21% korngjöfi. BL_0: Holdablendingar án korngjafar, BL_20: Holdablendingar með 21% korngjöf, BL_40: Holdablendingar með 37% korngjöf.

3.4. Sjónmat í vöðvalit og ljósmyndun á vöðva

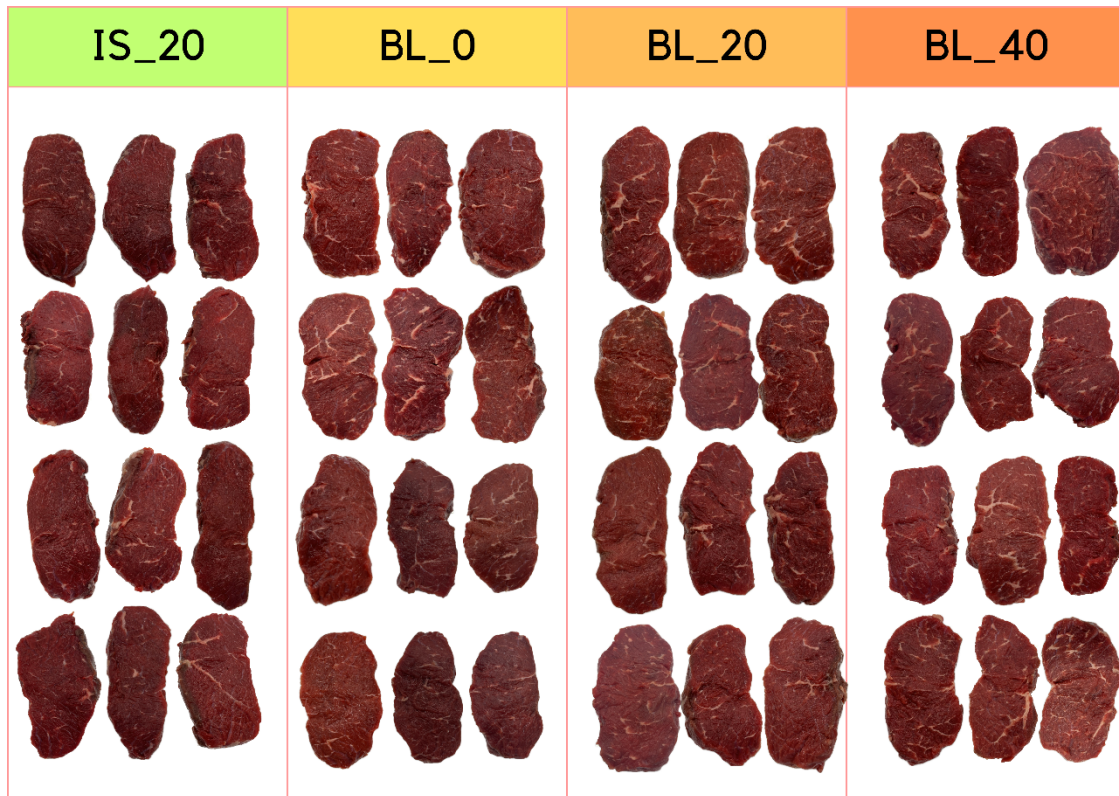


Mynd 11. Litur á hryggvöðva nautgripa samkvæmt sjónmati (Meat Standards Australia (MSA, 2024)) eftir fódurhópum. vöðvasneiðar úr hryggvöðva (longissimus lumborum) eftir mismunandi fódun. IS_20 = Naut af íslensku mjólkurkúakyni. BL_0: Holdablendingar án korngrjafar, BL_20: Holdablendingar með 21 % korngrjóf, BL_40: Holdablendingar með 37 % korngrjóf

Litur á vöðva var metið vaxandi dökkt eftir skala frá 1-9. Vöðvar hreinræktaðra íslenskra nauta og fódurhópa með 0% og 21% kornfóður voru með einkunnir yfir 8 sem er dökkt kjöt. Vöðvar úr hópnum með 37% kornfóður voru marktækt ljósari en enn samt frekar dökkt kjöt (Tafla 11).

Litur á fitu utan á skrokkum var metinn eftir vaxandi skala (1 til 9) frá hvítum upp í dökkgulan. Sýnin mældust frá tveimur og upp í fjóra og að meðaltali 2,74 sem er frekar ljós litur með smá gulum blæ.

Á mynd 12 má sjá dæmigerðar vöðvasneiðar úr hryggvöðva nautgripa úr fjórum tilraunahópum. Sneiðarnar eru teknar úr miðhluta hryggvöðva og sýna sjónrænan mun á fitusprengingu (innanvöðvafitu) og lit. Myndin gefur sjónræna vísbendingu um áhrif mismunandi kornfóðurs á samsetningu og eiginleika vöðva. Meiri fitusprengingu og bjartari lit má gjarnan sjá hjá hópum með hærri kornfóðurgjöf (BL_20 og BL_40).



Mynd 12. Sýnidæmi úr öllum fíðurhópum – vöðvasneiðar úr hryggvöðva (*longissimus lumborum*) eftir mismunandi fíðrun. IS_20: Naut af íslensku mjólkurkúakyni með 21 % korngjöf, BL_0: Holdablendingar án korngjafar, BL_20: Holdablendingar með 21 % korngjöf, BL_40: Holdablendingar með 37 % korngjöf. (IS_20 Fita 1.78% . BL_0 Fita 2.89%. BL_20 Fita 3.84%. BL_40 Fita 4.20%)

3.4. Hlutfall og magn fitusýra

Munur er á næringargildi nautakjöts eftir því hvort gripir hafa eingöngu verið fóðraðir á gróffóðri (grasi eða heyi) eða einnig fengið kjarnfóður eða kornfóður. Kjöt af grasfóðruðum gripum er fituminna og því orkuminna en kjöt af kornfóðruðum gripum. Þetta á bæði við um fitu utan á skrokknum, milli vöðva og inni í vöðum (innanvöðvafita, fitusprenging). Gerð fitusýra í kjöti er áhugaverð því fitusýrur hafa áhrif á hættu á hjarta og æðasjúkdómum.

Fitusýrum má skipta í mettaðar, einómettaðar og fjölómettaðar. MUFA (monounsaturated fatty acids), SFA (saturated fatty acids) og PUFA (polyunsaturated) eru skammstafanir sem notaðar eru fyrir þessa hópa.

Fjölómettuðu skipast svo í „hollar“ Omega-3 og „óhollar“ Omega-6 fitusýrur. Við mat á hollustu er oft miðað við hlutfall fjölómettaðra og mettaðra fitusýra. Það á helst að vera á milli 0,4-1,0 en ætti ekki að fara yfir 4 (Jiménez-Colmenero 2007). Einnig er hægt að nota hlutfall Omega6 og Omega3 fitusýra. Það á helst að vera sem næst 1:1 til 2:1 eins og var í fæðu fólks á fyrri tímum. Hlutfallið nú á tímum er talið vera nær 15:1 (Simopoulos 2002). Fóðrun hefur áhrif á samsetningu fitusýra í vöðvum nautgripa. Þannig er herra hlutfall fjölómettaðra fitusýra í vöðvum gripa sem fóðraðir hafa verið á gróffóðri eða grasi en herra hlutfall mettaðra fitusýra í vöðvum kornfóðraðra gripa. En við túlkun á niðurstöðum mælinga þarf að hafa í huga að munurinn í magni (mg/100 g kjöts) er oftast minni vegna þess að innanvöðvafita í grasfóðruðum gripum er minni en í kornfóðruðum gripum. Þannig er því haldið fram að vöðvar grasfóðraðra nautgripa séu hollari en af kornfóðruðum gripum. Magnið af einstaka fitusýrum gæti þó verið svipað vegna meiri fitu í vöðvum kornfóðruðu gripanna (Nogoy et al. 2022).

Niðurstöður fitusýrumælinga er því settar fram bæði sem grömm í 100 grömmum af fitu (%) og sem milligrömm í 100 grömmum af vöðva.

Hlutfall PUFA/SFA var svipað í fitu í vöðva gripa úr öllum fóðurhópum. En hlutfall Omega6/Omega 3 fitusýra fer úr 0,85 í 2,36 vegna þess að hlutfall Omega 3 minnkar og hlutfall Omega 6 vex með auknu kornfóðri (Tafla 10 og viðauki). Mæld voru safnsýni 12 vöðva fyrir hvern fóðurhóp.

Tafla 10. Áhrif kjarnfóðurs í fóðri ungneyta á prósent fitusýra (grömm/100g fitu) í langa hryggvöðva.

%	Hlutfall byggs í gróffóðri holdablendinga		
Fitusýrur	0%	21%	37%
Mettaðar (SFA)	44.2	43.2	42.6
Einómettaðar (MUFA)	43.2	45.5	47.5
Fjölmettaðar (PUFA)	5	4.3	4.1
DHA + EPA	0.7	0.4	0.4
PUFA:SFA	0.11	0.10	0.10
Omega 3	2.6	1.7	1.4
Omega6	2.2	2.4	2.6
Omega 6/Omega 3	0.85	1.71	2.36

Tafla 11. Áhrif korns í fóðri ungneyta á magn fitusýra (grömm/100g fitu) í langa hryggvöðva

	Hlutfall byggs í gróffóðri holdablendinga		
	0%	21%	37%
mg fita/100 vöðva	2,890	3,840	4,200
Mettaðar (SFA)	1,150	1,493	1,610
Einómettaðar (MUFA)	1,124	1,572	1,796
Fjóómettaðar (PUFA)	130	149	155
DHA + EPA	18	14	15
PUFA:SFA	0.11	0.10	0.10
Omega 3	68	59	53
Omega6	57	83	98
Omega 6/Omega 3	0.85	1.41	1.86

Munur var bæði í hlutfalli fitusýra í fitu í vöðva og magni (mg/100 g vöðvi) sem skýrist af mun í % innannvöðvafitu á milli vöðva af ungnautum af íslenska mjólkurkúakyninu (1,78%) og holdablendingum (3,84%). Báðir hóparnir fengu 21% bygg. Þannig er hærra hlutfall af mettuðum og ómettuðum fitusýrum í fitu í vöðvum holdablendinga en hærra af fjölmömettuðum fitusýrum í fitu í vöðvum hreinræktuðu íslensku gripanna. Vöðvar íslensku gripanna voru með hærra PUFA/SFA hlutfall en af holdagripunum, 0,15 á móti 0,10 og mega 6/Omega 3 hlutfall 1,32 á móti 2,40 (Tafla 12 og viðauki).

Tafla 12. Áhrif kyns ungneyta á prósent (g/100 g) fitusýra í fitu í langa hryggvöðva

	Íslendingar	Holdablendingar	Mismunur
Metttaðar (SFA)	40.5	42.6	-2.1
Einómettaðar (MUFA)	45.4	47.5	-2.1
Fjóómettaðar (PUFA)	6.2	4.1	2.1
DHA + EPA	0.8	0.4	0.4
PUFA:SFA	0.15	0.10	0.06
Omega 3	2.5	1.7	0.8
Omega6	3.3	2.4	0.9
Omega 6/Omega 3	1.32	2.4	-1.08
Óþekktar	7.9	5.9	2

Munurinn í % innanvöðvafitu leiddi til þess að magn mettaðra, einómettaðra og fjölómettaðra var meira í vöðvum holdablendinganna. PUFA/SFA hlutfallið var 0,14 á móti 0,10 og Omega 6/Omega3 hlutfallið var 1,65 á móti 1,71 sem er töluvert minni munur en þegar niðurstöðurnar eru skoðar sem prósentum í magni fitu (tafla 13).

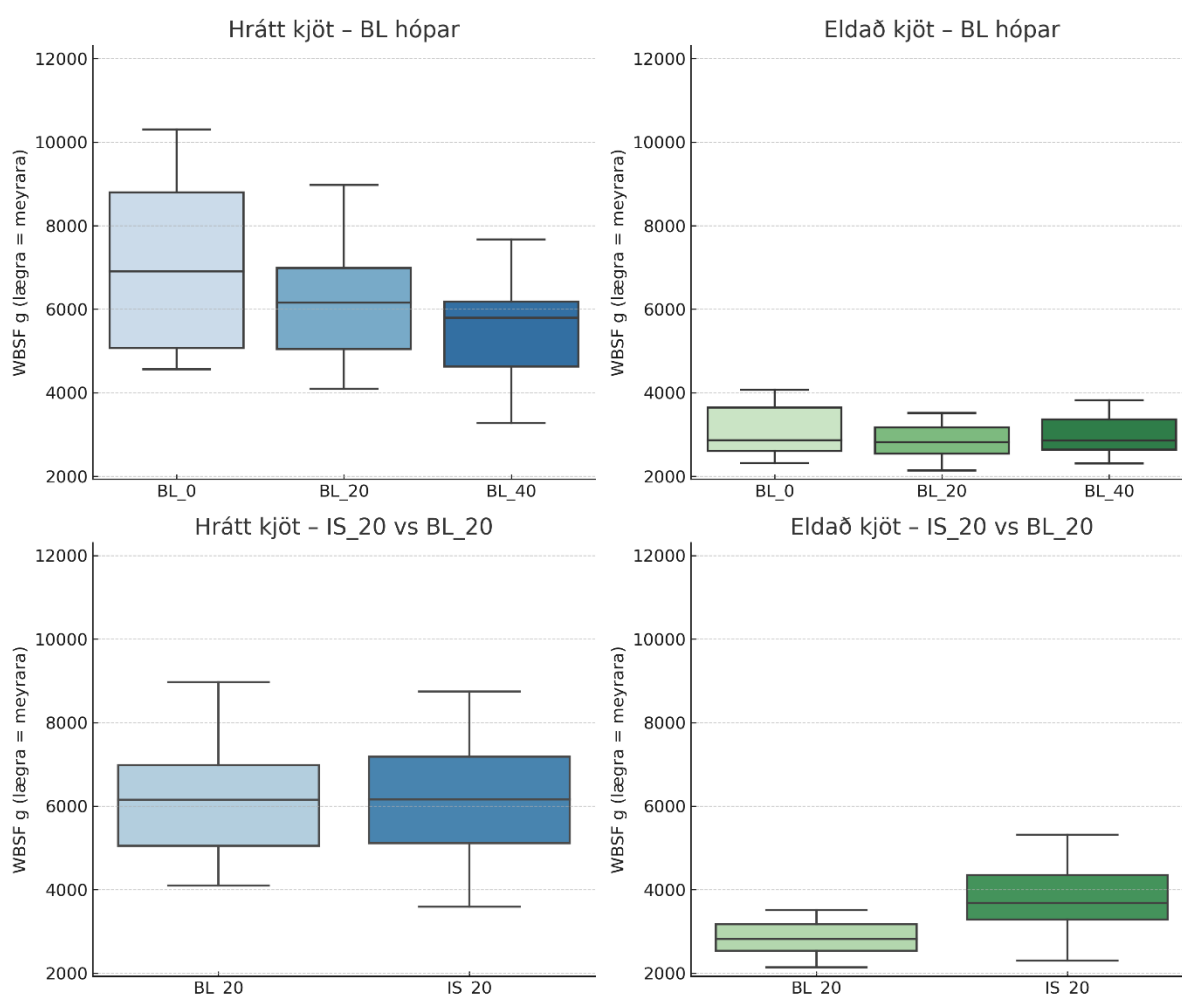
Tafla 13. Áhrif kyns ungneyta á magn (mg/100 g vöðva) fitusýra í fitu í langa hryggvöðva

	Íslendingar	Holdablendingar	Mismunur
mg fita/100 vöðva	1,780	3,840	2,060
Metttaðar (SFA)	721	1,472	751
Einómettaðar (MUFA)	727	1,642	914
Fjölómettaðar (PUFA)	99	142	42
Óþekktar	127	204	77
DHA + EPA	14	19	5
PUFA:SFA	0.14	0.10	0.06
Omega 3	36	54	18
Omega6	59	92	33
Omega 6/Omega 3	1.65	1.71	0.06

3.6. Skurðkraftur á hráum og elduðum hryggvöðva

Meyrni nautakjöts metin með WBSF-aðferð (Warner-Bratzler Shear Force). Bláir reitir sýna niðurstöður mælinga á hráu kjöti og grænir reitir niðurstöður á elduðu kjöti. Hver hópur samanstendur af 12 gripum. Fyrir hvern grip voru framkvæmdar 6 mælingar á hráu kjöti og 3 mælingar á elduðu kjöti.

Bornir eru saman þrír hópar holdablendinga (BL_0, BL_20 og BL_40), sem fengu mismunandi hlutfall korns í fóðri (0%, 21% og 37%), ásamt samanburði milli holdablendinga og nauta af íslensku mjólkurkúakyni (IS_20) og holdablendinga (BL_20) sem fengu 21% korn í fóðri. Lægri gildi gefa til kynna meyrara kjöt.



Mynd 13. Meyrni kjöts (WBSF) eftir fóðrun – samanburður á hráu og elduðu kjöti. IS_20 = Naut af íslensku mjólkurkúakyni. BL_0: Holdablendingar án korngjafar, BL_20: Holdablendingar með 21 % korngjöf, BL_40: Holdablendingar með 37 % korngjöf

Meyrni nautakjöts metin með WBSF-aðferð sýndi tölfræðilega marktækan mun milli hópa. Munur á milli 0% og 37% hópsins var marktækur fyrir hráa kjötið ($p = 0,03$) en ekki eldaða kjötið ($p = 0,39$). Að öðru leyti var ekki marktækur munur á milli hópa í hráa kjötinu. Sama á við um eldaða kjötið einu marktæki munurinn var á milli hreinræktuðu íslensku gripanna og holdablendinga sem höfðu fengið sams konar kornfóður ($p = 0,01$). Með auknu hlutfalli korns í fóðri lækkaði skurðkraftur (WBSF) í hráu kjöti og sérstaklega í elduðu, sem bendir til aukinnar meyrni. WBSF-mælingar á elduðu kjöti voru marktækt lægri en í hráu kjöti í öllum hópum, og lægstu gildi komu fram hjá gripum sem fengu 37% bygg.

Kjöt af holdablendingum með 21% korngjöf var marktækt meyrara eftir eldun ($p = 0,028$) en kjöt af gripum af íslensku mjólkurkúakyni sem fengu sömu meðferð. Munurinn var ekki marktækur á hráum sýnum ($p = 0,79$), sem bendir til þess að eldun hafi ekki haft eins jákvæð áhrif á meyrni íslenska hópsins eins og holdablendinga.

Þessar niðurstöður gefa því vísbandingu um að bæði fóðrun og búfjáarkyn geti haft áhrif á meyrni nautakjöts og að eldun geti ýkt þessi áhrif eftir uppruna. Þetta skýrir að hluta betri neytendaeinkunnir fyrir kjöt af holdablendingum í verkefninu.

Tafla 12. Niðurstöður fyrir suðurýrnun úr öllum tilraunahópum. IS_20 = Naut af íslensku mjólkurkúakyni. BL_0: Holdablendingar án korngjafar, BL_20: Holdablendingar með 21 % korngjöf, BL_40: Holdablendingar með 37 % korngjöf.

Hópur	Suðurýrnun (%)
IS_20	23.7 ± 1.5
BL_20	23.9 ± 1.8
BL_0	23.1 ± 2.6
BL_20	23.9 ± 1.8
BL_40	23.5 ± 5.1

Ekki var marktækur munur á suðurýrnun (e. Cooking loss) milli hópa (tafla 12).

3.7. Skynmat

Lítill munur var milli fódurhópa út frá niðurstöðum skynmats (tafla 15). Munur milli hópa fyrir sæta lykt og þunga lykt, ásamt meyrni, var á mörkum marktækis (ms).

Tafla 15. Áhrif byggs í fódri ungneyta á lykt, bragð og áferð hryggvöðva. Meðaltöl skynmatsþátta úr myndrænni greiningu og p-gildi fyrir mun millil hópa. Mismunandi bókstafir innan línu gefa til kynna marktækan mun milli viðkomandi hópa. Hvert sýni var metið af 7 skynmatsdómurum. Tólf gripir voru metnir í hverjum tilraunahóp.

	% bygg í gróffóðri holdablendinga			
	0	21	37	p-gildi
<u>Skynmatsþættir</u>				
Lykt				
Nautakjöt	53	53	52	0,933
Sætt	37	38	33	0,082 ^{ms}
Lifur	5	5	4	0,315
Fita	3	3	3	0,582
Þung	4	4 ^b	6 ^a	0,068 ^{ms}
Bragð				
Nautakjöt	60	61	60	0,562
Lifur	9	7	9	0,294
Súrt	31	32	31	0,903
Fita	3	3	3	0,370
Sætt	19	19	18	0,838
Áferð				
Mýkt	64	67	67	0,347
Meyrni	61	64	65	0,099 ^{ms}
Safi	59	61	62	0,384
Maukkennt	9	10	9	0,557
Fituáferð	2	2	2	0,991

ms (0.05 < p < 0,1)

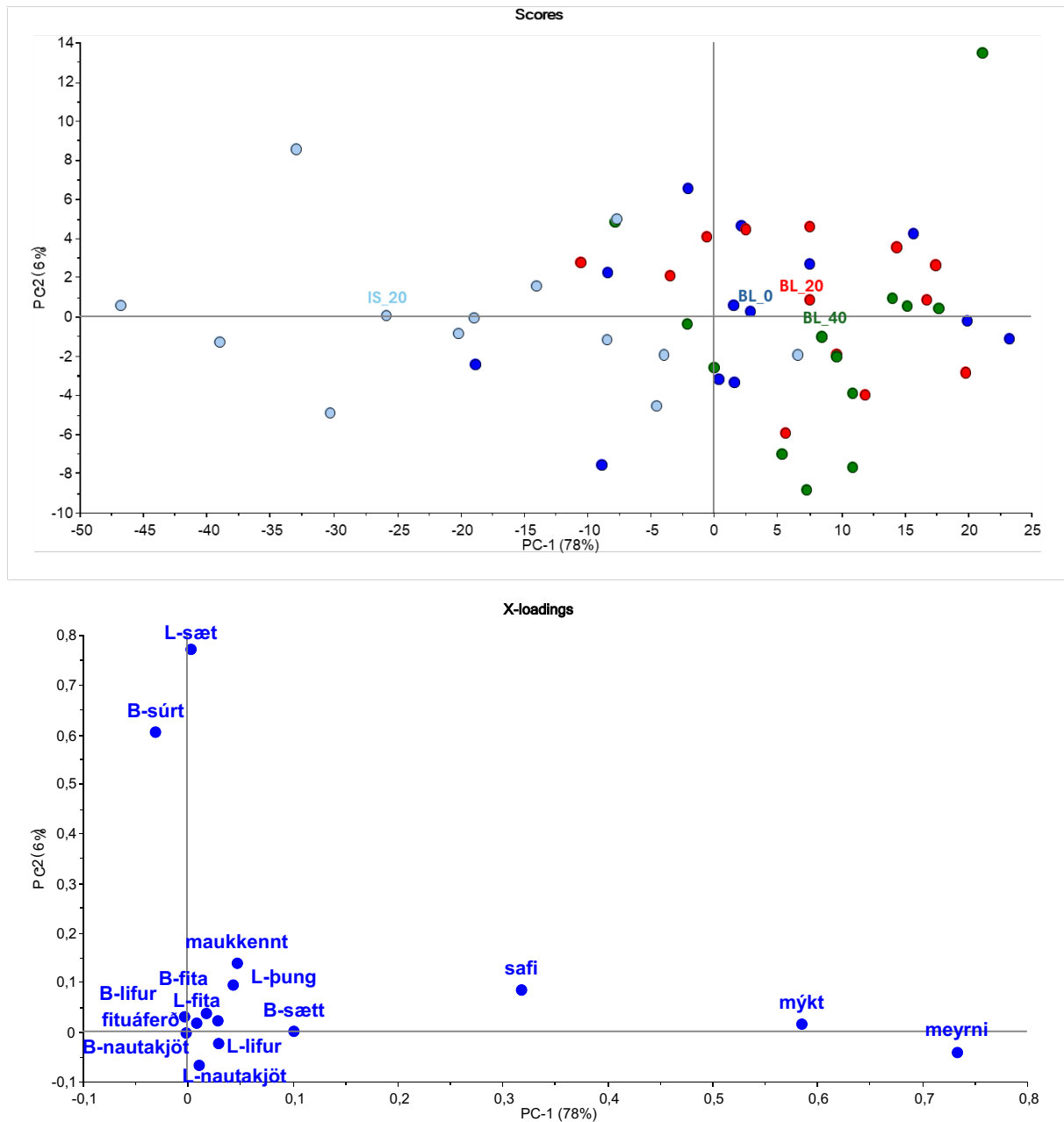
Nokkur munur var á kjöti af íslenska mjólkurkúakyninu og holdablendingum. Lítill munur var í lykt og bragði en sætt bragð var þó meira af holdablendingum. Munur var í mýkt og meyrni milli hópa og var kjöt af holdablendingum mýkra og meyrara en kjöt af íslenska mjólkurkúakyninu (tafla 16).

Tafla 16. Áhrif búfjáarkyns ungneyta á lykt, bragð og áferð hryggvöðv. Meðaltöl skynmatsþátta úr myndrænni greiningu og p-gildi fyrir mun milli hópa. Hvert sýni var metið af 7 skynmatsdómurum. Tólf gripir voru metnir í hvorum tilraunahóp.

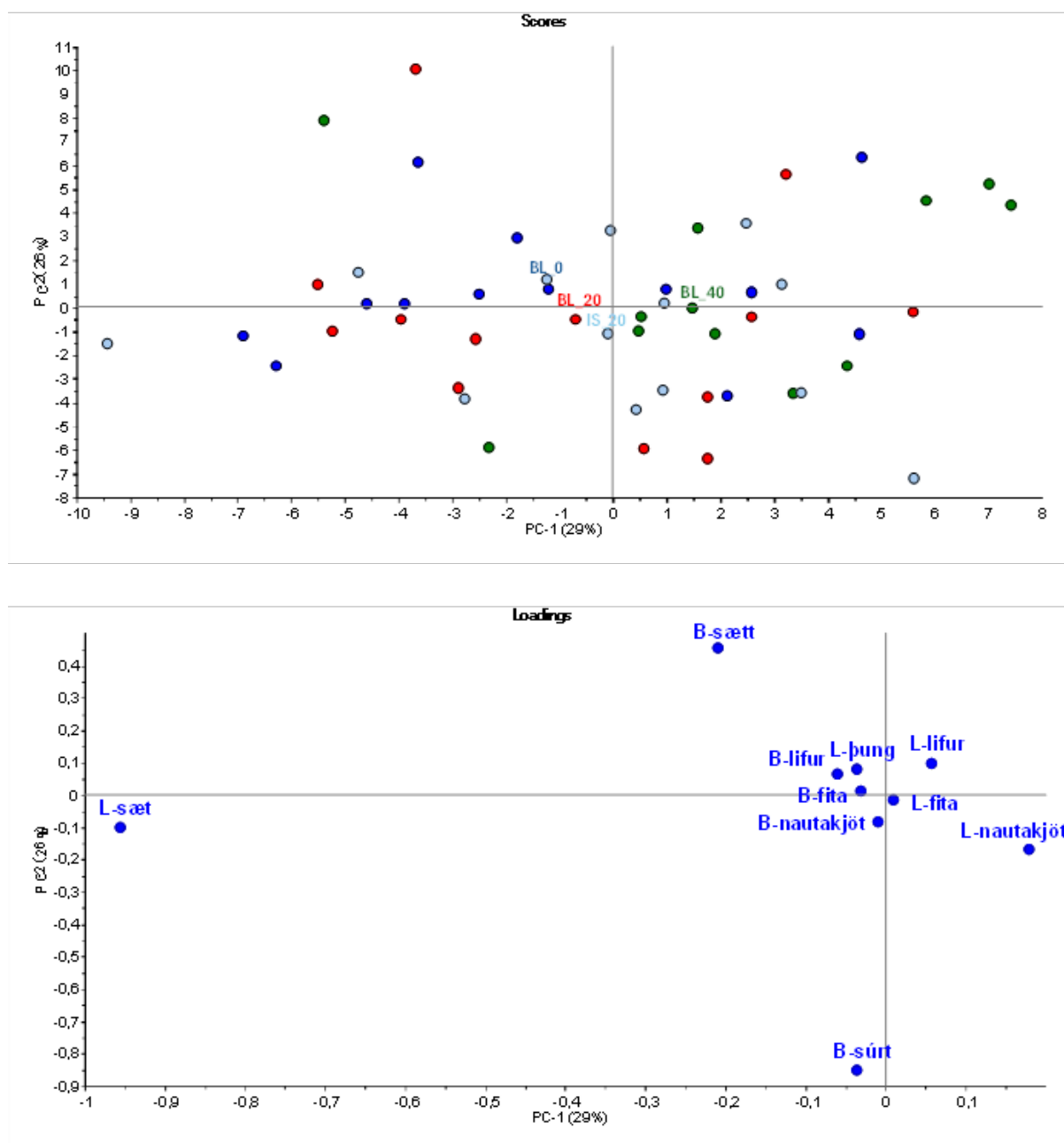
	Íslensk mjólkurkúakynið	Holdablendingar	p-gildi
Skynmatsþættir			
Lykt			
Nautakjöt	53	53	0,994
Sæt	37	38	0,908
Lifur	4	5	0,009
Fita	2	3	0,132
Þung	3	4	0,092
Bragð			
Nautakjöt	60	61	0,603
Lifur	8	7	0,278
Súrt	31	32	0,693
Fita	4	3	0,131
Sætt	15	19	0,005
Áferð			
Mýkt	54	67	0,005
Meyrni	45	64	0,002
Safi	54	61	0,136
Maukkennt	9	10	0,724
Fituáferð	2	2	0,794

Út frá niðurstöðum skynmats má ætla að kjötið sem metið var fyrir þessa rannsókn úr öllum tilraunahópum hafi almennt haft einkennandi lykt og bragð af nautakjöti ásamt sætri lykt. Nokkuð súrt bragð fannst af kjötinu og vottur af sætu bragði. Mjög lítil lifrarlykt, fitulykt og þung lykt fannst af kjötinu og einnig lítið sem ekkert lifrabragð og fitubragð. Kjötið var almennt lítið maukkennt og hafði nær enga fituáferð. Kjöt af holdanautum var mýkra, meyrara og safaríkara en kjöt af gripum af íslenski mjólkurkúakyni.

Nokkur breytileiki var á eiginleikum kjöts milli nauta. Með höfuðþáttagreiningu sést að höfuðþáttur 1 (PC 1) útskýrir 78% af breytileika gagnanna og tengist mest áferðarþáttunum safa, mýkt og meyrni (mynd 14). Breytileiki í áferðarþáttum var meiri í kjöti af íslenska mjólkurkúakyninu en kjöti af holdanautum. Höfuðþáttur tvö (PC 2) útskýrir 6% af breytileikanum og tengist mest sætri lykt. Mynd 15 sýnir höfuðþáttagreiningu á lyktar- og bragðþáttum en þar útskýrir höfuðþáttur 1 29% af breytileika gagnanna og tengist mest sætri lykt, höfuðþáttur 2 útskýrir 26 % af breytileikanum og tengist sætu og súru bragði.



Mynd 14. Höfuðþáttgreining (Principal Component Analysis, PCA) fyrir meðaltöl skynmatsþátta úr myndrænni greiningu fyrir tilraunahópana fjóra. Efri myndin er scores graf og neðri myndin loadings graf. Hver punktur á scores grafi sýnir stöðu kjöts af einu nauti út frá skynrænum eiginleikum sem sýndir eru í loadings grafi. IS_20 - ljósbláir punktar, BL_0 - dökkbláir punktar, BL_20 – rauðir punktar, BL_40 – grænir punktar. Meðaltöl hvers hóps eru merkt inn á scores grafið með hópaheiti. Hópaheiti: [BL = holdablendingur, IS = íslenskt kyn] _ [0, 20 og 40 = prósentu korns í fóðri]. Skynmatsþættir á loadings grafi: L – lykt, B – bragð.



Mynd 15 Höfuðþáttagreining (Principal Component Analysis, PCA) fyrir meðaltöl skynmatsþátta úr myndrænni greiningu fyrir tilraunahópana fjóra út frá lyktar- og bragðþáttum. (Einn útlagi úr hópi BL_40 var fjarlægður). Efri myndin er scores graf og neðri myndin loadings graf. Hver punktur á scores grafi sýnir stöðu kjöts af einu nauti út frá lyktar- og bragðþáttum sem sýndir eru í loadings grafi. IS_20 - ljósbláir punktar, BL_0 dökkbláir punktar, BL_20 – rauðir punktar, BL_40 – grænir punktar. Meðaltöl hvers hóps eru merkt inn á scores grafið með hópaheiti. Hópaheiti: [BL = holdablendingur, IS = íslenskt kyn] _ [0, 20 og 40 = prósentu korns í fóðri]. Skynmatsþættir á loadings grafi: L – lykt, B – bragð.

3.8. Neytendapróf

Mikill munur var á öllum gæðapáttum milli holdablendinga sem fengu ekkert korn og þeirra sem voru að hluta til á kornbættu fóðri (tafla 17). Kjöt af nautum sem fengu korn var meyrara, safaríkara, bragðbetra og almennt betra að mati neytenda en kjöt af nautum sem fengu ekki korn.

Tafla 17. Áhrif hlutfalls bygg í gróffóðri holdablendinga á mat neytenda með myndrænni greiningu á gæðum hryggvöðva.

Matspáttur	Hlutfall byggs í gróffóðri holdablendinga						p-gildi
	0%		21%		37%		
Matspáttur	Meðal-tal	Staðal-frávik	Meðal-tal	Staðal-frávik	Meðal-tal	Staðal-frávik	
Meyrni	63 ^b	23	70 ^a	20	72 ^a	18	0,000
Safi	60 ^b	21	65 ^{ab}	20	66 ^a	20	0,026
Bragð	68 ^b	17	72 ^a	16	71 ^a	17	0,038
Heildargeðjun	64 ^b	20	70 ^a	18	71 ^a	17	0,001
Gæðaeinkunn	2,4 ^b	1	2,7 ^a	1	2,7 ^a	1	0,000
MQ4 einkunn	64 ^b	18	70 ^a	16	71 ^a	16	0,001

Mismunandi bókstafir innan línu gefa til kynna marktækan mun milli viðkomandi hópa fyrir viðkomandi skynmatspátt. Hvert dýr var metið af 28 neytendum. Úrvinnsla gagna: One Way Anova og Duncan's eftirpróf. Hryggvöðvar af sex gripum voru í hverri meðferð. MQ4 byggir á mismunandi vægi fjögurra gæðapátta. (Meyrni 40%, safi 10%, bragð 20% og heildargeðjun 30%)

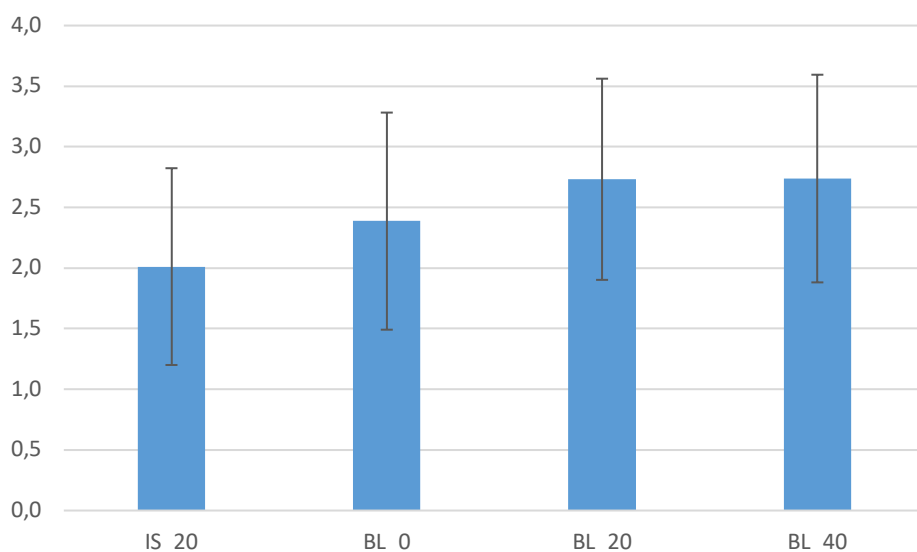
Mikill munur var milli kjöts af íslenska mjólkurkúakyninu og holdablendingum fyrir alla gæðapætti. Kjöt af holdablendingum var að meðaltali meyrara, safaríkara, bragðbetra og almennt betra að mati neytenda (tafla 18).

Tafla 18. Samanburður á mati neytenda með myndrænni greiningu á hryggvöðvum af gripum af íslenska mjólkurkúakyninu og holdablendingum.

Matspáttur	Íslenska kúakynið		Holdablendingar		p-gildi
	Meðaltal	Staðalfrávik	Meðaltal	Staðalfrávik	
Matspættir					
Meyrni	48	24	72	20	0,000
Safi	52	21	66	20	0,000
Bragð	63	19	71	16	0,000
Heildargeðjun	55	22	71	18	0,000
Gæðaeinkunn	2,0	0,8	2,7	0,8	0,000
MQ4 einkunn	55	20	71	16	0,000

Fóður fyrir báða hópa innihélt 21% korn. Sex gripir voru metin fyrir hvorn hóp. Hver gripur var metinn af 28 neytendum. Úrvinnsla gagna: One Way Anova. MQ4 byggir á mismunandi vægi fjögurra gæðapátta. (Meyrni 40%, safi 10%, bragð 20% og heildargeðjun 30%)

Í neytendaprófinu voru þátttakendur beðnir um að meta gæði kjötsins á skalanum 1-4 (útskýrt í töflu 6). Meirihluti kjötsins var metinn hafa meira en hversdagsgæði en einstaklingsbreytileiki gripa var nokkur. Þó virðist að fóðrun, sláturaldur og búfjárkyn hafi einhver áhrif á upplifun neytenda. Kjöt af holdablendingum sem hafa fengið korn þykir aðeins betra en af þeim sem hafa fengið eingöngu hey (mynd 15). Sláturaldur virðist hafa áhrif á kjötgæði, en með lægri sláturaldri eru gæði meiri (tafla 19). Hugsanlega skýrir það gæðamuninn milli holdagripa og gripa af íslenska mjólkurkúakyninu þar sem holdablendingarnir voru yngri við slátrun. Því er ekki hægt að fullyrða að munurinn sé vegna kyns því ekki er hægt að aðskilja sláturaldur og búfjárkyn algjörlega í þessari athugun.

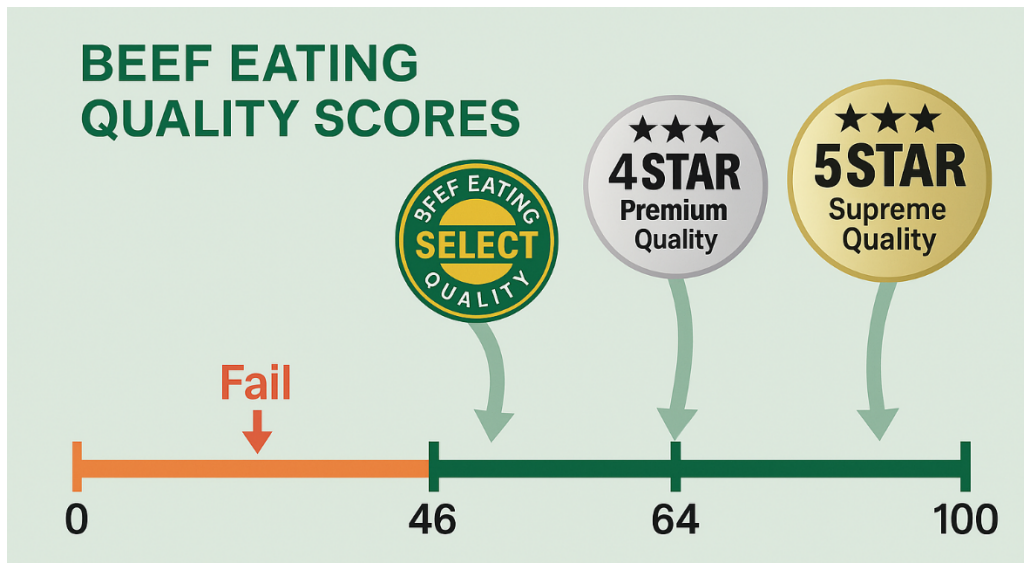


Mynd 15. Meðaltal fyrir gæðamat neytenda á nautakjöti í könnuninni. Y-ás: Einkunn fyrir gæðamat: 1 = ófullnægjandi gæði, 2 = hversdagsgæði, 3 = meira en hversdagsgæði, 4 = mjög mikil gæði. IS_20 = Naut af íslensku mjólkurkúakyni. BL_0: Holdablendingar án korngrjafar, BL_20: Holdablendingar með 21 % korngrjaf, BL_40: Holdablendingar með 37 % korngrjaf

Niðurstöður úr MQ4 einkunnum eru notaðar til að gefa einstaka vöðvum stjörnur til að nota í sölu- og markaðsstarfi. Því er nánar lýst í töflu 19 og mynd 16.

Tafla 19. Lýsing á stjörnugjöf Meat Standards Australia fyrir nautavöðva

MQ4 einkunn	MSA stjórnur	Lýsing á bragðgæðum
Undir 46		Ekki með í MSA stjörnugjöf
46 til 63	***	Hversdagsgæði
64 til 76	****	Meira en hversdagsgæði
Yfir 77	*****	Hámarksgæði



Mynd 16. Lýsing á stjörnugjöf Meat Standards Australia

Stjörnugjöf fyrir sýnin í neytendaprófuninni er sýnd í töflu 20. Þar sést að besta kjötið er af fimm ungum holdagripum óháð fóðri (mjög mikil gæði) og lakasta kjötið er af tveimur frekar gömlum hreinræktuðum íslenskum gripum (fall). Kjöt af gripum úr öllum meðferðum raðast svo í milliflokkana tvo (hversdagsgæði og meira en hversdagsgæði).

Tafla 20. Áhrif kjötkyns og fódrunar á aldur við slátrun og MQ4 gæðaeinkunn í neytendaprófi á hryggvöðva.

Kyn/Gripur	% bygg	Sláturaldur. (mán)	MQ4	Túlkun
Íslenska kúakynið	21	26,8	42	Fall
Íslenska kúakynið	21	27,5	42	
Holdablendingur	0	21,3	54	Hversdagsgæði
Íslenska kúakynið	21	24,8	56	
Íslenska kúakynið	21	24,0	57	
Holdablendingur	21	18,1	61	
Holdablendingur	0	18,0	62	
Holdablendingur	0	21,7	62	
Holdablendingur	37	18,6	63	
Holdablendingur	0	21,8	63	
Holdablendingur	21	16,5	64	Meira en hversdagsgæði
Holdablendingur	21	18,5	65	
Holdablendingur	37	16,4	66	
Íslenska kúakynið	21	24,0	66	
Holdablendingur	0	22,7	67	
Íslenska kúakynið	21	24,6	67	
Holdablendingur	37	24,2	70	
Holdablendingur	37	16,6	73	
Holdablendingur	37	18,0	75	Mjög mikil gæði
Holdablendingur	21	16,8	77	
Holdablendingur	21	18,0	77	
Holdablendingur	37	16,8	78	
Holdablendingur	21	17,7	78	
Holdablendingur	0	19,3	79	

2.9. Fylgni á milli skynmats og neytendaprófs

Mjög sterk línuleg jákvæð fylgni er innbyrðis milli allra gæðapátta sem spurt var um í neytendakönnuninni (0,9-1,0) eins og sjá má í töflu 21.

Tafla 21. Pearsons fylgnistuðlar (r) á milli matspátta í neytendaprófi á ungnautakjöti

	Meyrni	Safi	Bragð	Heildargeðjun	Gæðastig	MQ4 einkunn
Meyrni	1,0					
Safi	0,9	1,0				
Bragð	0,9	1,0	1,0			
Heildargeðjun	1,0	0,9	1,0	1,0		
Gæðastig	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	
MQ4 einkunn	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

Lítill fylgni var milli gæðapátta annars vegar, og lyktar og bragðpátta úr skynmati hins vegar. Þó var jákvæð fylgni allra gæðapátta við sætt bragð. Fylgni var einnig nokkur við lifrarlykt sem almennt var þó mjög dauf (tafla 22). Línuleg fylgni var hins vegar milli gæðapátta úr neytendakönnun og niðurstaðna úr skynmati fyrir safa, og mjög sterk fylgni við mýkt og meyrni. Af þessu má ætla að niðurstöður úr skynmati fyrir áferðarþættina mýkt, meyrni og safa ásamt sætu bragði hafi forspárgildi fyrir geðjun neytenda á nautakjöti (svipuðu því sem var notað í þessari rannsókn).

Tafla 22. Pearsons fylgnistuðlar (r) milli matspátta í neytendaprófi á ungnautakjöti og niðurstaðna úr (myndrænni greiningu) á sama kjöti.

	Meyrni	Safi	Bragð	Heildar-geðjun	Gæða-stig	MQ4 einkunn
Lykt						
Nautakjöt	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2
Sæt	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1
Lifur	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Fita	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
Þung	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
Bragð						
Nautakjöt	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2
Lifur	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0
Súrt	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1
Fita	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Sætt	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
Áferð						
Mýkt	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
Meyrni	0,9	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8
Safi	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7
Maukkennt	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Fituáferð	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2

Í töflu 23 sést að af þáttum sem hægt er að mæla í slátruhúsi hafði aldur við slátrun sterka neikvæða fylgni við MQ4 einkunn neytenda (-7,7). Jákvæð fylgni við sjónmat á fitusprengingu var í meðallagi (0,6) og frekar veik kjötmatsþætti og efnamelda fitu í vöðva (0,5)

Tafla 23. Fylgni slátrubátta, sjónmats á fitusprengingu og % innanvöðvafitu við bragðgæðaeinkunn MSA (MQ4)

Matsþáttur	Fylgni við MQ4
Aldur við slátrun	- 0,7
Sjónmat á fitusprengingu	0,6
EUROP holdfylling	0,5
EUROP fitustig	0,5
% innanvöðvafita	0,5

4 Ályktanir og framtíðarhorfur

Fóðrun með byggi hafði marktæk áhrif á sláturaldur og fitumagn í vöðva, bæði út frá sjónrænu mati og efnamælingum. Báðir þessir þættir höfðu síðan áhrif á lit kjötsins, fitusýrusamsetningu og mat neytenda á gæðum þess. Hófleg korngjöf reyndist nægjanleg til að bæta eða tryggja kjötgæði, þar sem lítill munur fannst milli hópanna sem fengu 21% og 37% korn.

Mat á bragðgæðum kemur ekki fram í niðurstöðum hefðbundins skrokkmats, sem er í samræmi við fyrri rannsóknir í Evrópu. EUROP-matskerfið metur lögun og nýtingu skrokka og þar með verðmæti þeirra, en segir lítið til um bragðgæði (Farmer & Farrell, 2018). Evrópskar rannsóknir á MSA-kerfinu hafa bent til þess að mikill breytileiki í framleiðslukerfum og ólík viðhorf neytenda geri upptöku sambærilegs kerfis óskynsamlega fyrir Evrópu (Legrand o.fl 2013). Þó hafa sumir vísindamenn lagt til að sjónmat á fitusprengingu verði tekið upp í evrópska skrokkmatskerfið til að taka meira tillit til bragðgæða (Liu et al., 2021).

Mjólkurframleiðendur gegna lykilhlutverki í þessari umræðu, þar sem 60% af öllu nautakjöti í Evrópusambandinu kemur frá mjólkurkúakynjum. Þar af leiðandi þurfa allar breytingar á matskerfum eða framleiðslukilyrðum að taka mið af hagsmunum þeirra.

Til að bæta samkeppnisstöðu þeirra sem framleiða nautakjöt á Íslandi er á Íslandi nauðsynlegt að tryggja gæði þess. Ein leið væri að taka upp sjónmat á fitusprengingu í skrokkamati og leggja meiri áherslu á aldur við slátrun sem gæðavísi. Með því mætti aðgreina kjöt eftir gæðum og selja það á hærra verði.

Samkeppni bænda sem framleiða nautakjöt með holdanautum er ekki einungis við mjólkurframleiðendur heldur einnig við innflutt nautakjöt. Þar er samkeppnin byggð á uppruna, gæðum og verði. Miklar breytingar á opinberum reglum gætu haft veruleg áhrif á mjólkurframleiðendur, þar sem um 80% af íslensku nautakjöti kemur úr mjólkurframleiðslu. Ef skilgreiningin á aldri ungneyta yrði lækkuð úr 30 mánuðum í 24 mánuði, eins og í mörgum Evrópulöndum, gæti það haft mikil áhrif á verðmyndun og framleiðslu.

Einn möguleiki væri að lækka þessi mörk í áföngum á næstu tíu árum, sem myndi gefa mjólkurframleiðendum svigrúm til að aðlagast breyttum aðstæðum. Jafnframt gæti kyngreining á sæði fyrir mjólkurkúr leitt til aukins framboðs holdablendinga á næstu árum.

5 Þakkarorð

Höfundar þakka Matvælasjóði fyrir veittan styrk til verkefnisins.

Íslandsnauti frá ferskum kjötvörum færur við þakkir fyrir að leggja til kjötsýni í verkefnið ásamt góðu samstarfi sem og vinnu við undirbúning og umstang vegna sýnatöku.

Sérstakar þakkir fá Bessi Freyr Vésteinsson stórbóndi, Kjötafurðastöð Kaupfélags Skagfirðinga sem og sérlegir smakkarar í neytendamati á nautakjötinu fyrir að gefa sér tíma fyrir þátttökuna.

Höfundar vilja undirstrika mikilvægi samstarfs og samtals milli frumframleiðenda, annarra aðila innan virðiskeðjunnar sem og vísindasamfélagsins. Rannsóknir og niðurstöður þeirra eru til lítils gagns ef þær eru ekki hagnýtar fyrir greinina.

6 Heimildaskrá

- Alexander, D. H., Novembre, J., & Lange, K. (2009). Fast model-based estimation of ancestry in unrelated individuals. *Genome Research*, 19(9), 1655–1664. <https://doi.org/10.1101/gr.094052.109>
- AOCS, 1997. Fatty acid composition by GLC. Marine oils. A.O.C.S. Official Method Ce 1b-89. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. American Oil Chemists' Society. Champaign, Illinois, USA.
- AOAC, 2005. Fat (Total, saturated, and unsaturated) in foods. In K. Helrich (Ed.), *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. AOAC Official Method 996.06. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA.
- CSIRO. 2008. Accessory Publication. MSA Sensory Protocol. Aust. J. (2008). *Experimental Agric.* 48(11), 1360-1367. Skoðað 27.02.2023 á: https://www.publish.csiro.au/EA/acc/EA07176/EA07176_AC.pdf
- Bligh, E.G. and Dyer, W.S., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. and Physiol.* 37: 911.
- Bændablaðið (29.01.2025). Bændur greiddu 99 krónur með hverju framleiddu kíló í árið 2023. 29. Janúar. Bændablaðið. Sótt af <https://www.bbl.is/frettir/baendur-greiddu-99-kronur-med-hverju-framleiddu-kiloi-arid-2023>
- Chang, C. C., Chow, C. C., Tellier, L. C. A. M., Vattikuti, S., Purcell, S. M., & Lee, J. J. (2015). Second-generation PLINK: Rising to the challenge of larger and richer datasets. *GigaScience*, 4, 1–16. <https://doi.org/10.1186/s13742-015-0047-8>
- Daley, C. A., Abbott, A., Doyle, P. S., Nader, G. A., & Larson, S. (2010). A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition Journal*, 9(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-9-10>
- Duckett, S. K., Neel, J. P. S., Fontenot, J. P., & Clapham, W. M. (2013). Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: II. Ninth- and longissimus muscle fatty acid composition in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 91(3), 1434-1445.
- Farmer, L. J., & Farrell, D. T. (2018). Review: Beef-eating quality: A European journey. *Animal*, 12(11), 2424–2433. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001672>
- Gunnar Ríkhartsson, Guðjón Þorkelsson, Þóroddur Sveinsson og Ólafur Guðmundsson. 1996. Samanburður á íslenskum nautum og Galloway-blendingum. *Fjölrit Rala – Rala report* 186, 55s.
- Hocquette, J. F., & Chatellier, V. (2011). Prospects for the European beef sector over the next 30 years. *Animal Frontiers*, 1(2), 20–28.
- ISO 8586:2023. Sensory analysis — General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors
- ISO 8589:2007. Sensory analysis — General guidance for the design of test rooms
- Jiménez-Colmenero, F. (2007). Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of saturated fatty acids. *Trends in Food Science & Technology*, 18(11), 567-578. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.05.006>
- Lukić, M., Simunović, S., & Simunović, S. (2023). Nutritional approaches to enhance fatty acid composition of beef: A review. *Scientific Journal "Meat Technology"*, 64(2), 189-193. <https://doi.org/10.18485/meattech.2023.64.2.3>

- Lawless, H. and Heymann, H. (2010) Sensory Evaluation of Food Science Principles and Practices. Chapter 1, 2nd Edition, Ithaca, New York.
<http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- Legrand, I., J. F. Hocquette, R. J. Polkinghorne, and D. W. Pethick. (2013). 'Prediction of beef eating quality in France using the Meat Standards Australia system', *Animal*, 7: 524-29.
- Liu, J., Pogorzelski, G., Neveu, A., Legrand, I., Pethick, D., Ellies-Oury, M. P., & Hocquette, J. F. (2021). Are marbling and the prediction of beef eating quality affected by different grading sites? *Frontiers in Veterinary Science*, 8, Article 611153. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.611153>
- María Svanbrúður Jónsdóttir, Kristján Óttar Eymundsson, Eyjólfur Ingvi Bjarnason, Sigríður Ólafsdóttir og Runólfur Sigursveinsson (2021). Afkoma nautakjötsframleiðenda 2017-2019. Ráðgjafarmiðstöð landbúnaðarins, júní 2021.
- Matukumalli, L. K., Lawley, C. T., Schnabel, R. D., Taylor, J. F., Allan, M. F., Heaton, M. P., O'Connell, J. R., Moore, S. S., Smith, T. P., Sonstegard, T. S., & Van Tassell, C. P. (2009). Development and characterization of a high-density SNP genotyping assay for cattle. *PLoS One*, 4(4), e5350. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005350>
- McGilchrist, P., Polkinghorne, R. J., Ball, A. J., & Thompson, J. M. (2019). The Meat Standards Australia Index indicates beef carcass quality. *Animal*, 13(8), 1750–1757. <https://doi.org/10.1017/S1751731118003713>
- Meat Standards Australia, (2002). Standards Manual (Section 7: Processor). Tbl 5. Skoðað 27.02.2023 á: https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/marketing-beef-and-lamb/documents/meat-standards-australia/msa-standards-manual-2020-_section-7_processor.pdf
- MLA (Meat & Livestock Australia), (2018). Tips & Tools: The effect of marbling on beef eating quality. ISBN: 1 74036 391 4. Skoðað 24.2.2023 á: https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/marketing-beef-and-lamb/documents/meat-standards-australia/msa07-beef-tt_the-effect-of-marbling-on-beef-eating-quality-lr.pdf
- NMKL method no. 160, 1998. Fat Determination in Foods.
- Nogoy, K. M. C., B. Sun, S. Shin, Y. Lee, X. Zi Li, S. H. Choi, and S. Park. 2022. 'Fatty Acid Composition of Grain- and Grass-Fed Beef and Their Nutritional Value and Health Implication', *Food Sci Anim Resour*, 42: 18-33.
- Óli Þór Hilmarsson, Þóroddur Sveinsson, Ásbjörn Jónsson, Elsa Dögg Gunnarsdóttir, Svava Liv Edgarsdóttir og Hannes Hafsteinsson. 2000. Samanburður á alíslenskum, Angus x íslenskum og Limósín x íslenskum nautgripum. II – Slátur- og kjötgæði. Ráðunautafundur 2000;196 – 205.
- Polkinghorne, R, JM Thompson, R Watson, A Gee, and M Porter. 2008. 'Evolution of the Meat Standards Australia (MSA) beef grading system', *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48: 1351-59.
- Polkinghorne, R. J. 2006. 'Implementing a palatability assured critical control point (PACCP) approach to satisfy consumer demands', *Meat Science*, 74: 180-87.
- Polkinghorne, R., & Thompson, J. M. (2010). Meat standards and grading: A world view. *Meat Science*, 86(1), 227-235.
- Savell, J. W., Cross, H. R., & Smith, G. C. (1986). Percentage ether extractable fat and moisture content of beef longissimus muscle as related to USDA marbling score. *Journal of Food Science*, 51(3), 838–840.
- Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the Omega-6/Omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*, 233(6), 674-688. <https://doi.org/10.1177/153537020223300602>

- Smith, S. B., Gotoh, T., & Greenwood, P. L. (2009). Role of fat cell size and number in regulating the lipid metabolism and distribution of fat in cattle. *Animal Production Science*, 49(1), 1-8
- Smith S, Gill C, Lunt D, Brooks M. Regulation of Fat and Fatty Acid Composition in Beef Cattle Anim Biosci 2009;22(9):1225-1233. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.r.10>
- Snædís Anna Þórhallsdóttir 2016. Rannsókn á sértækri eftirspurn eftir íslensku nautakjöti. Drög að mastersritgerð.
- Snædís Anna Þórhallsdóttir, (2012). Viðhorf íslenskra neytenda til landbúnaðarafurða - Áhrifaþættir á kjötneyslu. BD ritgerð bið LBHÍ. <http://hdl.handle.net/1946/12447>
- Therkildsen, M., Spleth, P., Lange, E. M., & Hedelund, P. I. (2017). The flavor of high-quality beef – a review. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 67(3–4), 85–95. <https://doi.org/10.1080/09064702.2018.1487466>
- Therkildsen, M., Vestergaard, M., & Jensen, L. R. (2023). Beef production systems and meat quality. *Meat Science*, 196, 109101. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109101>
- Therkildsen, Margrethe, Mogens Vestergaard, Morten Kargo, Liisa Keto, Per Ertbjerg, Gudjon Thorkelsson, Maria Gudjónsdóttir, Maria Kjetså, Mervi Honkatukia, Bjørg Egelandssdal, Nina Svartedal, Morten Røe, Freddy W. Fikse, Anders H. Karlsson, and Anna Hesse)2023). 'Carcass characteristics of Nordic native cattle breeds', *Genetic Resources*, 4: 1-19.
- United States Department of Agriculture. (n.d.). Carcass beef standards. U.S. Department of Agriculture. <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/CarcassBeefStandard.pdf>
- United States Department of Agriculture. (n.d.). Shields and marbling pictures. U.S. Department of Agriculture. <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/beef/shields-and-marbling-pictures>
- Watson, Roger, A. Gee, Rodney Polkinghorne, and M. Porter. 2008. 'Consumer assessment of eating quality - Development of protocols for Meat Standards Australia (MSA) testing', *Australian Journal of Experimental Agriculture - AUST J EXP AGR*, 48.
- Widde database. (n.d.). Widde: A database for genetic diversity analysis in domestic animals. Retrieved from <http://widde.toulouse.inra.fr/widde/>
- Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., & Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat science*, 66(1), 21-32.
- Þóroddur Sveinsson 2017. Vaxtargeta íslenskra nauta í kjötframleiðslu. Rit LBHÍ nr.86.

7 Viðaukar

Tafla 24. Áhrif kjarnfóðurs í fóðri unguneyta á prósent fitusýrur í langa hryggvöðva

%	% bygg í fóðri holdablendinga		
Fitusýrur	0%	21%	36%
C14:0	2.4	2.2	2.2
C14:1	0.2	0.1	0.1
C15:0	0.3	0.2	0.2
C16:0	26.6	26.7	25.6
C16:1n7	3.1	3.1	3.4
C16:3n4	0.3	0.2	0.1
C17:0	0.7	0.6	0.6
C17:1	0.6	0.5	0.5
C18:0	14.0	13.3	13.9
C18:1(n9+n7)	38.7	41.4	43.1
C18:2n6	1.8	2.0	2.2
C18:3n3	1.2	0.8	0.6
C20:0	0.1	0.1	0.1
C20:1(n11+n9)	0.4	0.3	0.4
C20:4n6	0.4	0.4	0.4
C20:4n3	0.1	0.1	0.1
C20:5n3(EPA)	0.5	0.4	0.3
C22:1(n11+n9)	0.3	0.1	0.1
C22:5n3	0.6	0.4	0.3
C22:6n3(DHA)	0.2	0.1	0.1
óþekktar	7.7	7.0	5.9

Tafla 25. Áhrif kjarnfóðurs í fóðri ungneyta á magn (mg/100 g) í langa hryggvöðva

	% bygg í fóðri holdablendinga		
	0%	21%	36%
mg fita 100 g/vöðva	2,890	3,840	4,200
C14:0	62	76	83
C14:1	5	3	4
C15:0	8	7	8
C16:0	692	923	968
C16:1n7	81	107	129
C16:3n4	8	7	4
C17:0	18	21	23
C17:1	16	17	19
C18:0	364	460	525
C18:1(n9+n7)	1,007	1,431	1,629
C18:2n6	47	69	83
C18:3n3	31	28	23
C20:0	3	3	4
C20:1(n11+n9)	10	10	15
C20:4n6	10	14	15
C20:4n3	3	3	4
C20:5n3(EPA)	13	14	11
C22:1(n11+n9)	8	3	4
C22:5n3	16	14	11
C22:6n3(DHA)	5	3	4
Óþekkt	223	269	248

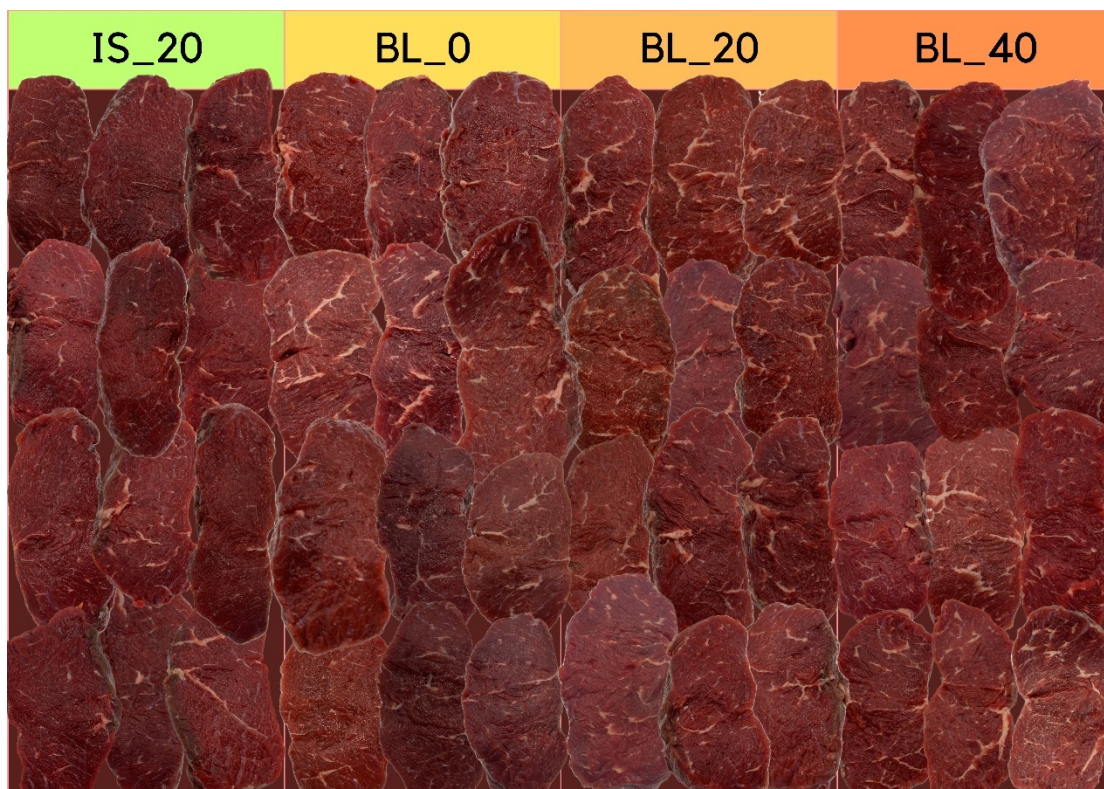
Tafla 26. Áhrif g kyns ungneyta á prósent fitusýra í langa hryggvöðva

	Íslendingar	Holdablendingar	Mismunur
C14:0	2.3	2.2	0.1
C14:1	0.1	0.1	0
C15:0	0.2	0.2	0
C16:0	24.8	26.7	-1.9
C16:1n7	3.6	3.1	0.5
C16:3n4	0.2	0.2	0
C17:0	0.6	0.6	0
C17:1	0.5	0.5	0
C18:0	12.6	13.3	-0.7
C18:1(n9+n7)	40.3	41.4	-1.1
C18:2n6	2.6	2	0.6
C18:3n3	1	0.8	0.2
C20:0	0.1	0.1	0
C20:1(n11+n9)	0.5	0.3	0.2
C20:4n6	0.7	0.4	0.3
C20:4n3	0.1	0.1	0
C20:5n3(EPA)	0.6	0.4	0.2
C22:1(n11+n9)	0.4	0.1	0.3
C22:5n3	0.7	0.4	0.3
C22:6n3(DHA)	0.2	0.1	0.1
Óþekktar	7.9	7	0.9

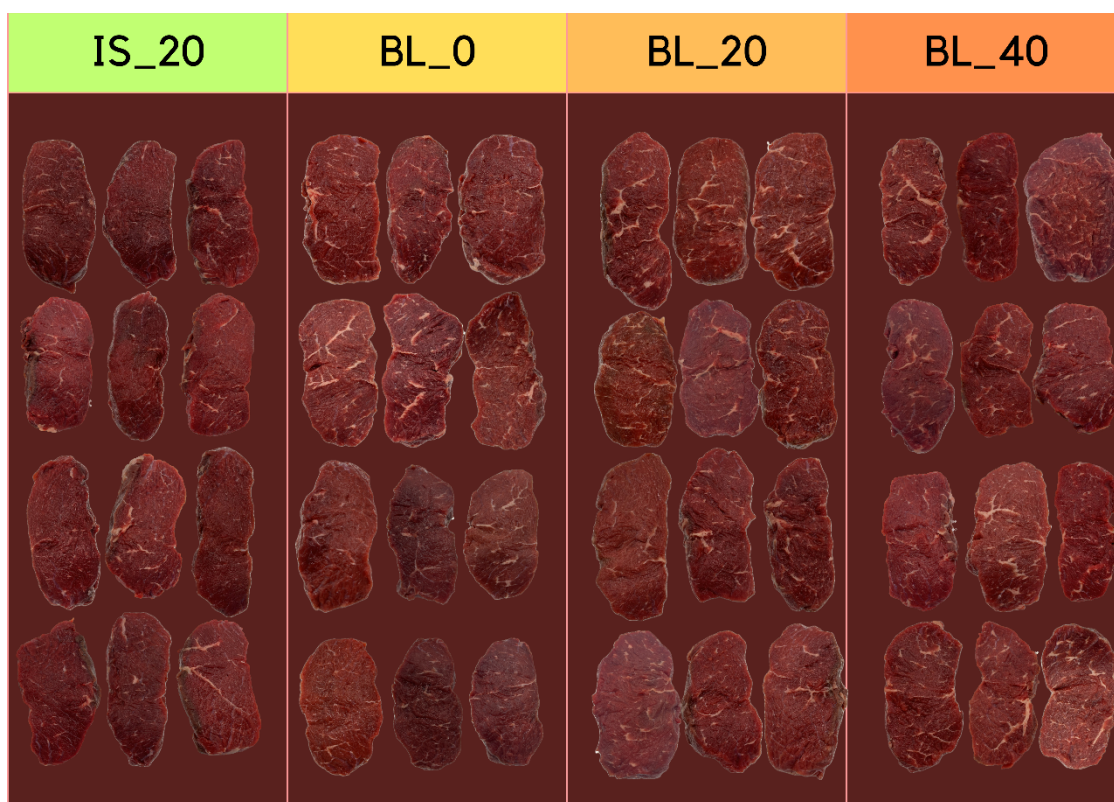
Tafla 27. Áhrif kjarnfóðurs/kyns unguneyta á magn (mg/100g vöðva) fitusýra í langa hryggvöðva

	Íslendingar	Holdablendingar	Mismunur
mg fita/100 g vöðva	1,780	3,840	-2,060
C14:0	40.9	84.5	-43.5
C14:1	1.8	3.8	-2.1
C15:0	3.6	7.7	-4.1
C16:0	441.4	1025.3	-583.8
C16:1n7	64.1	119.0	-55.0
C16:3n4	3.6	7.7	-4.1
C17:0	10.7	23.0	-12.4
C17:1	8.9	19.2	-10.3
C18:0	224.3	510.7	-286.4
C18:1(n9+n7)	717.3	1589.8	-872.4
C18:2n6	46.3	76.8	-30.5
C18:3n3	17.8	30.7	-12.9
C20:0	1.8	3.8	-2.1
C20:1(n11+n9)	8.9	11.5	-2.6
C20:4n6	12.5	15.4	-2.9
C20:4n3	1.8	3.8	-2.1
C20:5n3(EPA)	10.7	15.4	-4.7
C22:1(n11+n9)	7.1	3.8	3.3
C22:5n3	12.5	15.4	-2.9
C22:6n3(DHA)	3.6	3.8	-0.3
Óþekkt	140.6	268.8	0

SFA = saturated fatty acids (mettaðar fitusýrur); MUFA = monounsaturated fatty acids (einómettaðar fitusýrur); PUFA = polyunsaturated fatty acids (fjölmottaðar fitusýrur); TFA = trans fatty acids (transfitusýrur); EPA = eicosapentaenoic acid (C20:5n-3); DPA = docosapentaenoic acid (C22:5n-3); DHA = docosahexaenoic acid (C22:6n-3).



Mynd 17. Sýnidæmi úr öllum fódurhópum – vöðvasneiðar úr hryggvöðva (*longissimus lumborum*) eftir mismunandi fóðrun.



Mynd 18. Sýnidæmi úr öllum fódurhópum – vöðvasneiðar úr hryggvöðva (*longissimus lumborum*) eftir mismunandi fóðrun

Tafla 28. Pearsons fylgnistuðlar (r) milli matsþátta í neytendaprófi á ungnautakjöti og niðurstaðna úr (myndrænni greiningu).

	meyrni	safi	bragð	heildargeðjun	gæði	MQ4 einkunn	L-nautakjöt	L-sæt	L-lifur	L-fita	L-þung	B-nautakjöt	B-lifur	B-súrt	B-fita	B-sætt	mýkt	meyrni	safi	maukkennt	fituáferð
meyrni	1,0																				
safi	0,9	1,00																			
bragð	0,9	1,0	1,0																		
heildargeðjun	1,0	0,9	1,0	1,0																	
gæði	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0																
MQ4 einkunn	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0															
L-nautakjöt	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	1,0														
L-sæt	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	1,0													
L-lifur	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,1	-0,3	1,0												
L-fita	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,0	0,3	0,2	1,0											
L-þung	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	-0,3	0,2	0,0	0,3	1,0										
B-nautakjöt	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,6	0,1	0,0	0,0	-0,1	1,0									
B-lifur	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	-0,1	0,1	0,1	1,0								
B-súrt	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	-0,3	1,0							
B-fita	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3	0,2	0,5	0,1	0,2	0,1	0,0	1,0						
B-sætt	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	-0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	-0,1	-0,4	0,0	1,0					
mýkt	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,0	0,0	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	-0,2	0,0	0,7	1,0				
meyrni	0,9	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	-0,1	0,0	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	-0,2	0,0	0,7	1,0	1,0			
safi	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	-0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3	-0,4	0,1	0,7	0,9	0,9	1,0		
maukkennt	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,0	0,0	0,2	0,5	0,4	0,4	1,0	
fituáferð	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	-0,1	0,2	0,1	0,4	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,3	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	1,0