

Vinnsla og vörubrúun  
Processing and Product  
Development

Líftækni  
Biotechnology



Matvælaöryggi  
Food Safety



# Beit á hvönn og bragð af lambakjöti

Guðjón Þorkelsson  
Rósa Jónsdóttir  
Aðalheiður Ólafsdóttir  
Óli Þór Hilmarsson

Nýsköpun og neytendur

Skýrsla Matís 20-09  
Júlí 2009

ISSN 1670-7192



Titill / Title	<b>Beit á hvönn og bragð af lambkjöti</b> <b>Grazing on <i>Angelica archangelica</i> and flavour of lamb meat</b>		
Höfundar / Authors:	Guðjón Þorkelsson, Rósa Jónsdóttir, Aðalheiður Ólafsdóttir og Óli Þór Hilmarsson		
Skýrsla / Report no.	20-09	Útgáfudagur / Date:	Júlí 2009
Verknr. / project no.	1408-1800		
Styrktaraðilar / fundiing:	Landssamtök sauðfjárbænda		
Ágríp á íslensku:	<p>Áhrif beitar á hvönn á rok gjörn efni, fitusýrur, lykt og bragð af hituðu lambkjöti voru rannsökuð. 18 lömbum var skipt í þrjá jafna hópa. Einn var á hefðbundnum úthaga, annar var 3 vikur og þriðji 6 vikur fyrir slátrun á haga þar sem hvönn var ríkjandi. Lömbin voru 120-140 daga gömul við slátrun. Myndrænt próf, Quantitative Descriptive Analysis (QDA) var notað til að lýsa skynrænum eiginleikum hitaðs hryggvöðva með yfirborðsfitu. Rok gjörn lyktarefni voru einangruð úr safnsýnum hryggvöðva með fitu úr öllum þremur hópunum og mæld á gasgreini-massagreini (GC-MS) til að fá massaróf efnanna og þannig bera kennsl á þau. Lyktargreining með gasgreini-sniffer (GC-O, gas chromatography olfactometry), sem byggist á því að lykta af efnunum þegar þau koma af gasgreinisúlunni, var notuð til að bera kennsl á lyktarefni sem geta verið í mjög litlu magni en valdið einkennandi lykt. Fitusýrur voru mældar með gasgreini. Tölfræðiaðferðin ANOVA (GLM - General Linear Model) og Duncan's próf voru notuð til að greina hvort tilraunahópar væru mismunandi með tilliti til skynmatspáttu og lyktarefna. Skynmatseinkenni tilraunahópa voru skoðuð með höfuðþáttgreiningu (Principal Component Analysis-PCA). Fjölbreytuaðhvarfsgreiningin <i>partial least square regression</i> (PLSR) var gerð. Módelið var með rok gjörn efni og fitusýrur sem stýribreytur (X-breytur) og tölfræðilega marktæka skynmatspætti sem svarbreytur (Y-breytur).</p> <p>Mest af breytileikanum í skynmatsniðurstöðum var hægt að skýra út frá því hvort lömbin voru eða voru ekki á hvönn. Kjöt lamba sem bitu hvönn var með kryddlykt og kryddbragð sem tengdist háu magni <math>\alpha</math>-pinene, <math>\beta</math>-phellandrene and octanal og C18:1 and C18:2 fitusýra en kjöt lamba á hefðbundnum úthaga var með lambakjöts- og ullarlykt og almennt sterkari lykt og bragð sem tengdist 2-butanone, 3-methyl-3-buten-1-ol and 3-hydroxy-2-butanone og mettuðum fitusýrum. Tími beitar á hvönn skýrði aðeins 4,6% breytileikans. Niðurstöðurnar benda til að sérstakir terpenoidar þ.e. <math>\beta</math>-phellandrene and <math>\alpha</math>-pinene séu einkennandi fyrir kjöt af lömbum sem hafa verið á hvönn.</p> <p>Niðurstöður verkefnisins benda sterklega til að beit á hvönn síðustu vikunnar fyrir slátrun breyti bragði lambakjöts. Rannsóknin staðfestir að hvannakjöt er einstakt. Þann eiginleika má þá nota við markaðssetningu á kjötinu.</p>		
Lykilorð á íslensku:	Lambakjöt, hvönn, rok gjörn efni, bragð		

*Summary in English:*

The influence of finishing traditional grazing lambs on fields of *Angelica archangelica* on volatile compounds, fatty acids and odour and flavour of cooked meat was studied. 18 lambs were divided into 3 equal groups. One grazing on traditional grassland pasture, one grazing for 3 weeks and one grazing for 6 weeks on Angelica pasture. The lambs were slaughtered at the age of 120-140 days. Quantitative Descriptive Analysis (QDA) was used to describe the sensory attributes of cooked loins with subcutaneous fat. Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and gas chromatography olfactometry (GC-O) were used to identify volatile compounds and describe their odours. Fatty acids were analyzed by gas chromatography (GC). Analysis of variance was used to study the influence of treatments on sensory attributes. Relationship between sensory attributes, volatiles and fatty acids was studied using principal component analysis (PCA) and Partial Least Square Regression (PLSR).

Most part of the variation in sensory data (95.4%) was explained by the grazing or not grazing on Angelica. Meat of lambs that grazed on Angelica had spicy odour and flavour that correlated with high amount of  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -phellandrene and octanal and C18:1 and C18:2 fatty acids while the meat of the control lambs that continued to graze on pasture had lamb meat and wooly odours and generally stronger odour and taste that correlated with high amounts of 2-butanone, 3-methyl-3-buten-1-ol and 3-hydroxy-2-butanone together with saturated fatty acids. Only small part of the variation (4.6%) was explained by how long the lambs grazed on Angelica. The results indicate that specific terpenoids, e.g.  $\beta$ -phellandrene and  $\alpha$ -pinene can be used as indicators of Angelica pasture.

The results strongly indicate that grazing traditional grass pasture lambs on Angelica fields changes the flavour of the meat. The study confirms that the Angelica meat is unique and this can be used in the marketing of the meat.

*English keywords:*

Lamb meat, *Angelica archangelica*, volatiles, flavour

# EFNISYFIRLIT

<b>1. INNGANGUR .....</b>	<b>1</b>
<b>2. FRAMKVÆMD .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Tilraunaskipulag og sýnataka .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. Skynmat.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3. Headspace Solid Phase Microextraction (HS-SPME) fyrir gasgreini-sniff .....</b>	<b>5</b>
<b>2.4. Gasgreini-sniff (GC- Olfactometry).....</b>	<b>5</b>
<b>2.5. Purge-and-trap sýnasöfnun fyrir GC-MS.....</b>	<b>6</b>
<b>2.6. Fituútdráttur og fitusýrugreining.....</b>	<b>6</b>
<b>2.7. Gagnaúrvinnsla.....</b>	<b>7</b>
<b>3. NIÐURSTÖÐUR.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Skynmat.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. Rokgjörn efni .....</b>	<b>10</b>
3.2.1. Rokgjörn efni mæld með GC-MS .....	11
3.2.2. Lyktargreining (GC-O) .....	16

<b>3.3. Fita og fitusýrur .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4. Samband lyktarefna, fitusýra og skynmatsþátta.....</b>	<b>19</b>
<b>4. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR.....</b>	<b>21</b>
<b>5. ÞAKKARORÐ .....</b>	<b>22</b>
<b>6. HEIMILDIR.....</b>	<b>22</b>
<b>7. VIÐAUKAR.....</b>	<b>25</b>
<b>7.1. Texti vegna veggspjalds á Fræðapingi landbúnaðarins 2009.....</b>	<b>25</b>
<b>7.2. Texti erindis á alþjólegri kjötrannsóknaráðstefnu í Kaupmannahöfn í ágúst 2009 .....</b>	<b>31</b>
<b>7.3. Veggspjöld á Fræðapingi landbúnaðarins í febrúar 2009 .....</b>	<b>35</b>

## 1. INNGANGUR

Sérmarkaðir og sérvörur eru framtíðin í sölu á lambakjöti. Þar er gert út á hefðir, ímynd, uppruna, veitingahús, ferðapjónustu, staðbundna matvælaframleiðslu og vinnslu og sölu heima á bóndabæjunum. Hægt er að fá sérstöðuna verndaða eða viðurkennda svo hægt sé að merkja afurðir framleiðslukerfi og jafnvel gæðum. Þannig er m.a. hægt að gera greinarmun á vörum framleiddum eftir almennum gæðakröfum og vörum með sérstöðu varðandi framleiðsluaðferð og bragð (Guðjón Þorkelsson o.fl. 2008). Matvara sem höfðar til ferðamanna og er framleidd úr staðbundnu eða svæðisbundnu hráefni hefur einnig verið nefnd í sambandi við að auka tekjur bænda af afurðum sem þeir framleiða (Guðmundur H. Gunnarsson o.fl. 2008). Árið 2007 leiddi athugun í ljós að beit á hvönn fyrir slátrun hafði áhrif á lykt og bragð lambakjöts (Óli Þór Hilmarsson 2008). Athuginin var samstarfsverkefni Búnaðarsamtaka Vesturlands, Matís, LBHÍ og Höllu Steinólfsdóttur og Guðmundar Gíslasonar sauðfjárbænda í Ytri-Fagradal á Skarðsströnd. Ákveðið var að endurtaka tilraunina en með ákveðnum breytingum og fá m.a. úr því skorið hvort nóg sé að hafa lömbin á hvannabeit í 3 vikur í stað 6 vikna. Auk skynmats á kjötinu var ákveðið að mæla rokgjörn lyktarefni. Greiningar á rokgjörnum efnunum eru mikið notaðar í rannsóknum á áhrifum fôðurs og beitar á bragð og til að greina kjöt til uppruna síns. Það er vitað að fôðrun og beit hafa mikil áhrif á rokgjörn efni í kjöti jörturdýra. Kjarnfôður (korn) hefur áhrif á greinóttar fitusýrur, sum aldehyð og laktón en grasbeit hefur áhrif á fenól, terpen, indól og brennisteinssambönd (Vasta og Priolo 2006). Rokgjörn lyktarefni voru mæld í íslensku lambakjöti í Evrópuverkefni um lambakjöt. Þar flokkaðist það með öðru kjöti af lömbum sem hafði verið beitt á gras á Ítalíu, Frakklandi og Wales (Sebastian o.fl. 2003).

Tilgangur þessarar rannsóknar var tvíþættur. Annars vegar að kanna hvort þriggja vikna hvannabeit sé nægjanleg til að ná fram skynmatseiginleikum hvannalamba en rannsóknir Matís ohf. haustið 2007 sýndu að skynmatseiginleikar lambakjöts breytast ef lömbum er beitt er á hvönn í sex vikur. Hins vegar að athuga samsetningu lyktarefna í kjöti af hvannalömbum og skoða hvernig hún tengist skynmatseiginleikum kjötsins. Í rannsókninni var borið saman kjöt af lömbum eftir þriggja og sex vikna beit á hvönn, auk

lamba úr hefðbundnu beitarlandi. Rokgjörn lyktarefni voru einangruð úr safnsýnum af kjöti og mæld með gasgreini-massagreini (GC-MS) til að fá massaróf efnanna og þannig bera kennsl á þau. Lyktargreining með gasgreini-sniffer (GC-O, gas chromatography olfactometry), sem byggist á því að lykta af efnum þegar þau koma af gasgreinisúlunni, var notuð til að bera kennsl á lyktarefni sem geta verið í mjög litlu magni en valdið einkennandi lykt.

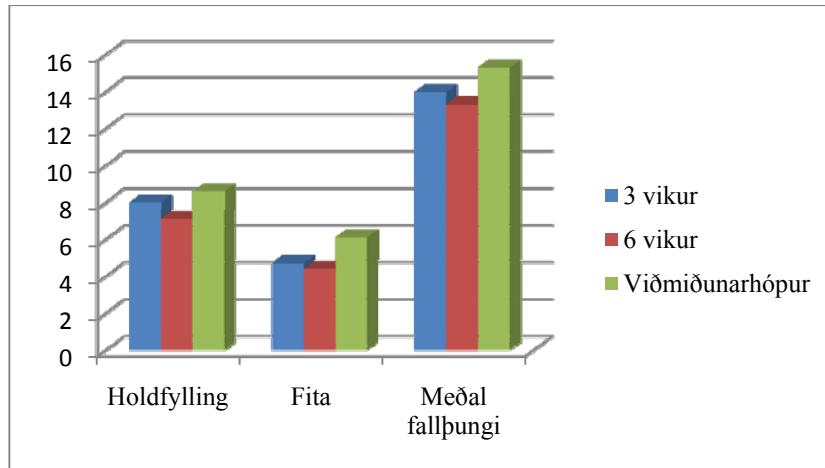
## **2. FRAMKVÆMD**

### **2.1. Tilraunaskipulag og sýnataka**

Átján lömb voru í tilrauninni. Þeim var skipt í þrjá jafna hópa:

- V - viðmiðunarhópur á hefðbundnum úthaga
- H3 - hópur sem var 3 vikur fyrir slátrun í Akureyjum þar sem hvönn var ríkjandi
- H6 - hópur sem var 6 vikur fyrir slátrun í Akureyjum

Ærnar voru að loknum sauðburði settar í 95 ha úthagagirðingu með fjölbreyttum gróðri þar sem þær voru geymdar fram að tilrauninni. Sláturdagur var pantaður þann 11. september og þar með voru dagsetningarnar á flutningi á lömbunum út í eyjuna komnar á hreint. Sex vikum fyrir sláturdag voru lömbin úr fyrri hópnunum tekin, vigtuð og flutt út í eyju. Þremur vikum seinna var sami fjöldi lamba tekinn undan vigtaður og settur út í eyju. Viðmiðunarhópurinn gekk undir mæðrum sínum í hólfi þar sem ekki er hvönn. Þegar fyrri hópurinn hafði verið í 6 vikur og seinni hópurinn í 3 vikur var lömbunum smalað saman í eyjunni og þau flutt í land. Samanburðarhópnun var einnig smalað heim, lömbin vigtuð og send í sláturhús. Við vigtun kom í ljós að lömbin sem einungis voru í 3 vikur á hvannarheitinni höfðu ekki bætt við sig í eyjunni, heldur lést að meðaltali um 1 kg. Meðalþungi þeirra var 30,9 kg en var kominn í 29,9 kg við slátrun. Meðalþungi lambanna sem voru í 6 vikur í eyjunum jókst úr 23,3 kg í 29,5 kg. Lömbin úr samanburðarhópnun voru að meðaltali mun þyngri en hvannalömbin (37 kg). Lömbunum var öllum slátrað 11. september í sláturhúsi SS á Selfossi.



Mynd 1. Fitu- og holdfyllingarflokkun og meðalfallþungi hópa lamba í tilrauninni

Á mynd 1 má sjá mismuninn á hópunum hvað varðar fitu, holdfyllingu og meðalfallþunga. Þarna má greinilega sjá að með því að taka lömbin undan mæðrunum hefur dregið úr þroska þeirra eins og vænta mátti og sést á bæði fallþunga- og flokkunartölum. Lömbin sem fyrst eru tekin undan (eru 6 vikur í eyjunni) eru þroskaminnst en þau sem heima voru eru þroskamest. Lömbin sem einungis voru 3 vikur út í eyjunni höfðu betri meðalflokkun, meðalgerð og meðalfallþunga en þau lömb sem voru 6 vikur í eyjunni (Sigríður Jóhannesdóttir, 2009).

Daginn eftir slátrun voru skrokkarnir brytjaðir niður og hryggjunum pakkað í loftdregnar umbúðir og þeir látnir meyrna í fimm daga við 4°C. Tekin voru 60-80 g af hryggvöðva við spjaldhrygg með fitulagi til mælingar á rokgjörnum efnum og fitusýrum. Bitunum var pakkað inn í álpappír og þeir settir í lofttæmdar umbúðir. Samhliða þessu var hryggvöðvum fyrir skynmat pakkað í lofttæmdar umbúðir. Öll sýni voru fryst og geymd við -24°C fram að mælingum. Fyrir mælingar voru sýnin þídd yfir nótt við 4°C.

Sýnahóparnir þrír (V, H3 og H6) voru metnir með skynmati (MA08SKY048-50) í október 2008. Einungis voru notaðar gimbrar í skynmatið og gasgreinimælingarnar.

Fyrir gasgreinimælingar og lyktargreiningu voru sýnin hökkuð í Moulinex matvinnsluvél og safnsýni útbúin af hverjum hópi. Um 100 g af vöðva voru vigtuð í 100 mL Erlenmayer flösku með skrúftappa og soðin í vatnsbaði við 70°C í 40 mínútur. Sýnin voru kæld niður fyrir söfnun á rokgjörnum efnum. Útbúin voru þrísýni af hverjum hópi fyrir hvora



gasgreinimælinguna, þ.e. GC-O og GC-MS. Sambærileg sýni voru tekin í fitusýrugreiningar.

## 2.2. Skynmat

Sýnin voru metin eftir myndrænu prófi, QDA aðferð (quantitative descriptive analysis), þar sem skilgreindir matsþættir voru metnir til að lýsa einkennum í bragði og lykt af þjálfuðum skynmatshópi (Hootman, 1992; Stone and Sidel, 1985). Tíu dómara sem allir höfðu reynslu af skynmati (ISO, 1993) og þekktu vel aðferðina tóku þátt í skynmatinu. Matsþættir voru skilgreindir af skynmatshópi, og matið þjálfað í þremur þjálfunartímum fyrir skynmatið. Matsþættir voru 14 og eru skilgreiningar og lýsingar þeirra í töflu 1. Hver matsþáttur var metinn eftir styrk eða einkennum á ókvarðaðri línu sem í úrvinnslu var kvörðuð frá 0-100. Einungis voru notaðir hryggvöðvar með fitulagi fyrir skynmatið. Þeir voru steiktir í heilu lagi í steikarpokum við 180°C, þar til kjarnhita 64°C var náð (u.þ.b 20 mín.). Þá voru vöðvarnir tekin úr ofninum og látnir standa á borði í um 5-10 mínútur (kjarnhiti = 68°C). Þeir voru síðan skornir í u.þ.b. 2 sm. þykkar sneiðar. Sneiðarnar voru settar í álform með loki og sem voru borin fyrir skynmatsdómara í heitum pyrex skálum. Séð var til þess að hver dómari fengi alltaf samskonar bita af vöðvanum (t.d. alltaf bita af framhluta). Sýnin voru metin heit, þrjú sýni í einu. Sýnin voru dulkóðuð og sýnahóparnir voru metnir í þrísýni. Skynmatsforritið Fizz var notað við uppsetningu, framkvæmd og úrvinnslu skynmats.

**Tafla 1.** Matsþættir fyrir QDA á lambakjöti.

Matsþáttur	Kvarði (0-100%)	Skilgreining
<i>Lykt</i>		
Kryddlykt	engin   mikil	Metið um leið og loki lyft. Lykt getur minnt t.d. á hvönn, anís, kúmen
Lambakjötslykt af kjöti	engin   mikil	Lambakjötslykt af kjöti
Ullarlykt	engin   mikil	Metið um leið og loki lyft. Ullarlykt
Aukalykt af kjötinu	engin   mikil	Aukalykt af kjötinu. Lýsið í athugasemdum
Fitulykt af fitunni	engin   mikil	Fitulykt af fitunni
Sæt lykt af fitu	engin   mikil	Sæt lykt af fitu
<i>Bragð</i>		
Kryddbragð	ekkert   mikið	Kryddbragð
Lambakjötsbragð	ekkert   mikið	Lambakjötsbragð
Súrt bragð	ekkert   mikið	Súrt bragð
Lifrar/ villibragð	ekkert   mikið	Lifrar/ villibragð
Ullarbragð	ekkert   mikið	Ullarbragð
Jámbragð	ekkert   mikið	Jámbragð, getur minnt á blóðbragð
Fitubragð	ekkert   mikið	Fitubragð
Aukabragð	ekkert   mikið	Aukabragð. Lýsið í athugasemdum

### 2.3. Headspace Solid Phase Microextraction (HS-SPME) fyrir gasgreini-sniff

SPME búnaður og hálfskautaður PDMS/DVB (polydimethylsiloxane /divinylbenzene PDMS/DVB) sprautuþráður með 65  $\mu\text{m}$  lagi af ásongsefni voru frá Supelco (Bellefonte, PA, USA). Fyrir notkun var sprautuþráðurinn hitaður í inntaki gasgreinisins samkvæmt leiðbeiningum frá framleiðenda. Blank-keyrsla var ávallt keyrð í byrjun mælinga til að tryggja hreinleika sprautuoddsins. Sprautu SPME-ins var stungið í gegnum loftþétt lok á Erlenmayer flöskunni sem innhélt soðið sýni og opnað fyrir sprautuoddinn með ásongsefninu. Áður hafði 1 mL af 10  $\mu\text{L/L}$  vatnslausn af innri staðli (heptanoic acid ethyl ester) verið bætt út í flöskuna. Rokgjörnum efnum var safnað á sprautuþráðinn í 40 mínútur við stofuhita.

### 2.4. Gasgreini-sniff (GC- Olfactometry)

Strax eftir uppsöfnun rokgjarnra efna var SPME sprautunni stungið í inntak gasgreinisins (splitless mode) og frásogað inn á GC-súluna í 2 mínútur. Ferðafasinn var helium og flæðið (linear velocity) stillt á 22.9 cm/s. Rokgjörnu efnin voru aðskilin á DB-5ms hárpípusúlu (e. Capillary column) (30 m  $\times$  0.25 mm i.d.  $\times$  0.25  $\mu\text{m}$ , J&W Scientific, Folsom, CA, USA). Mælingarnar voru framkvæmdar á GC (HP 5890, Hewlett-Packard, Palo Alto, CA). Eftirfarandi hitaprógramm var notað: 50°C í 7 mín, 50°C í 120°C um 5°C/mín og frá 120°C í 220°C um 10°C/mín. Hitastig inntaks var 250°C og nemans (FID, flame ionization detector) var 280°C. Endi súlunnar var splittaður í 1:1 milli FID og sniffs (ODO-1 olfactory detector outlet (SGE International Pty. Ltd, Australia)). Köfnunarefni, blásið í gegnum vatn til að bæta við raka, var notað til að blása útstreyminu að sniffi. Tveir skynmatsdómarar framkvæmdu lyktarskynmat og gáfu styrkleikaeinkunnir (styrkur, tími og rástími) fyrir hvert lyktarefni. Styrkleiki hvernar lyktar var ákvarðaður og til þess notaður eftirfarandi skali: 0 = engin lykt; 1 = á mörkum; 2 = vottur af lykt; 3 = lítil lykt; 4 = greinileg lykt; 5 = mikil lykt. Dómararnir voru þjálfaðir til að þekkja einkennandi efni sem myndast við þránun með því að sprauta inn staðalblöndum og sniffa af lyktarefnunum. Staðalblandan samanstóð af eftirfarandi efnum: 2-butanone, 3-methyl-butanal, hexanal, *cis*-4-heptenal, 1-octen-3-ol, 2,4-

heptadienal og 2-nonenal. Allir staðlarnir voru frá Sigma–Aldrich. Þessari aðferð er lýst nánar í grein Rósu Jónsdóttur o.fl. 2005.

## 2.5. Purge-and-trap sýnasöfnun fyrir GC-MS

Sýnasöfnun fyrir GC–MS byggist á svokallaðri *purge-and-trap* sýnasöfnun (Olafsdóttir, Steinke og Lindsay, 1985). Soðið sýni, 100 g ± 2 g saltlausn, var vigtað út í 250 mL suðufloesku ásamt 100 g ± 2 g af mettaðri NaCl. Auk þess var útbúin blanklausn af 100 g ± 2 g mettaðri NaCl saltlausn. Í floeskurnar var látinn 1 mL af 10 µL/L vatnslausn af innri staðli (heptanoic acid ethyl ester). Köfnunarefni, u.þ.b. 100 mL/mín var látið streyma í gegnum suðufloeskuna við herbergishita í 2,5 klst (15 L) og rokgyörnum efnum safnað á 250 mg af Tenax 60/80 (Alltech, Deerfield, IL) ásogsefni í ryðfríum stáltúbum (Perkin-Elmer, Buckinghamshire, U.K.) fyrir samtengdar ATD 400 og GC-MS mælingar. Rokgyörnu efnin voru frásoguð með hita (ATD 400, Perkin-Elmer, Buckinghamshire, UK) úr Tenax túbunum og aðskildar með samskonar hárpípusúlu og fyrir GC-O mælingarnar. *Ion range* massaskynjarans var 35-300 m/z.

Borin voru kennsl á rokgyörnu efnin með því að sniffa af stöðlum með GC-O, auk þess að bera saman rástíma (eða retention ideces, RI) fyrir ethyl estera og massaróf efnanna við staðalefni frá Sigma-Aldrich og Merck. Einnig var notast við MS gagnasafnið sem fylgir GC-MS hugbúnaðinum (Hewlett-Packard Co, 1997), gagnasafnið Flavornet (Acree og Arn, 2004), ásamt því að styðjast við ýmsar fræðilegar heimildir. Niðurstöður GC-MS mælingar eru gefnar upp með svokölluðu PAR-gildi (Peak Area Ratio), þ.e. PAR = flatarmál topps/flatarmál innri staðals × 100.

## 2.6. Fituútdráttur og fitusýrugreining

Fituútdráttur var gerður með klóróform/metanol blöndu samkvæmt aðferð Folch og fleiri (1957). Metýlun var gerð samkvæmt AOCS Official Method Ce 1b-89 með smávægilegri aðlögun. Gasgreining á fitusýrumetýl esterum (FAME) var gerð á Varian 3900 GC gasgreini með *fused silica* hárpípusúlu (HP-88, 100 m x 0.25 mm x 0.20 µm film), skiptu

inntaki (e. split injector) og logajónunarnema (e. flame ionisation detector) sem tengdur var við Galaxie Chromatography Data System, Version 1.9.3.2 software. Ofninn var forritaður á eftirfarandi hátt: 100°C í 4 mínútur, þá var hitinn hækkaður upp í 240°C um 3°C/mínútu og þessum hita haldið í 15 mínútur. Hitastig inntaks var 225°C og nemans 285°C. Ferðafasi var helium og flæðihraði 0.8 mL/min; skiptihlutfall inn á súlu, 200:1. Þetta hitaforrit byggist á AOAC 996.06.

Vikmörk (95%) fyrir fitusýrugreiningar eru  $\pm 0,05\%$  fyrir fitusýrur á bilinu 0,1 til 1% af heildarfitusýrum og fyrir fitusýrur í meira en 1% magn eru vikmörk  $\pm 0,1\%$  með eftirfarandi undantekningum: C14:0 =  $\pm 0,02\%$ ; C16:0 =  $\pm 0,02\%$ ; C18:0 =  $\pm 0,04\%$ ; C18:1n-9 =  $\pm 0,03\%$ .

## 2.7. Gagnaúrvinnsla

Tölfræðiaðferðin ANOVA (GLM - General Linear Model) og Duncan's próf voru framkvæmd í NCSS 2000 (NCSS, Utah, USA) til að greina hvort tilraunahópar væru mismunandi með tilliti til skynmatsþátta og lyktarefna (marktækur munur ef  $p < 0,05$ ). Skynmatseinkenni tilraunahópa voru skoðuð með höfuðþáttagreiningu (Principal Component Analysis-PCA) í forritinu Panelcheck (V1.3.2 MATFORSK, Norway). Fjölbreytuaðhvarfsgreiningin *partial least square regression* (PLSR) var gerð með forritinu Unscrambler 9.5 (CAMO AS, Þrándheimi, Noregi). Módelið var með rokgjörn efni og fitusýrur sem stýribreytur (X-breytur) og tölfræðilega marktæka skynmatsþætti sem svarbreytur (Y-breytur).

## 3. NIÐURSTÖÐUR

### 3.1. Skynmat

Munur milli hópanna var mestur í lykt en hvergi var marktækur munur milli lamba sem var beitt í þrjár og sex vikur á hvönn. Allir þrír hóparnir höfðu mikla lambakjötslykt og tölverða kryddlykt, fitulykt og sæta lykt af fitu. Ullarlykt var frekar lítil og aukalykt mjög lítil. Viðmiðunarhópur hafði marktækt meiri ullarlykt og fitulykt af fitu en hinir

tveir hóparnir. Lömb sem beitt var á hvönn (H3 og H6) höfðu meiri kryddlykt en viðmiðunarhópurinn. Lambakjötslykt og aukalykt var meiri af viðmiðunarhópi en af sex vikna hópnunum. Ekki var marktækur munur í sætri lykt af fitu.

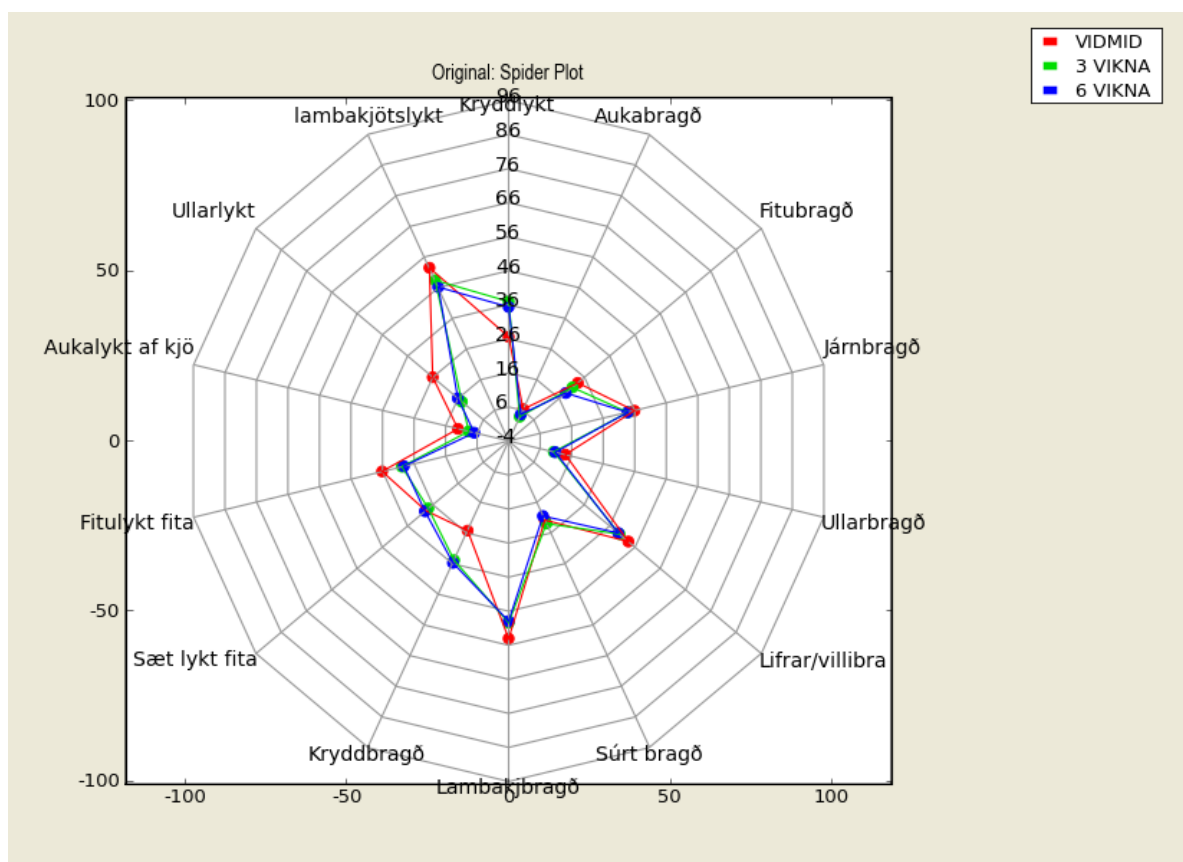
**Tafla 2.** Meðaltöl skynmatsþátta (Skali 0-100) fyrir lambakjötshópana; H = hvannalömb, V = venjuleg lömb (samanburðarhópur). Ef bókstafir innan línu eru ólíkir er marktækur munur milli samsvarandi hópa.

Skynmatsþáttur		V	H3	H6	p-gildi
<i>Lykt</i>					
Kryddlykt	*	27 b	37 a	35 a	0,012
Lambakjötslykt af kjöti	*	52 a	48	46 b	0,053
Ullarlykt	***	26 a	15 b	16 b	0,000
Aukalykt af kjötinu	*	12 a	9	7 b	0,027
Fitulykt af fitunni	**	36 a	30 b	29 b	0,003
Sæt lykt af fitu		29	28	29	0,794
<i>Bragð</i>					
Kryddbragð	*	25 b	35 a	36 a	0,012
Lambakjötsbragð		54	49	49	0,183
Súrt bragð		22	23	20	0,505
Lifrar/ villibragð		43	40	39	0,546
Ullarbragð		14	10	11	0,119
Járnbragð		36	34	34	0,791
Fitubragð	ms	23	21	19	0,084
Aukabragð		6	4	5	0,145

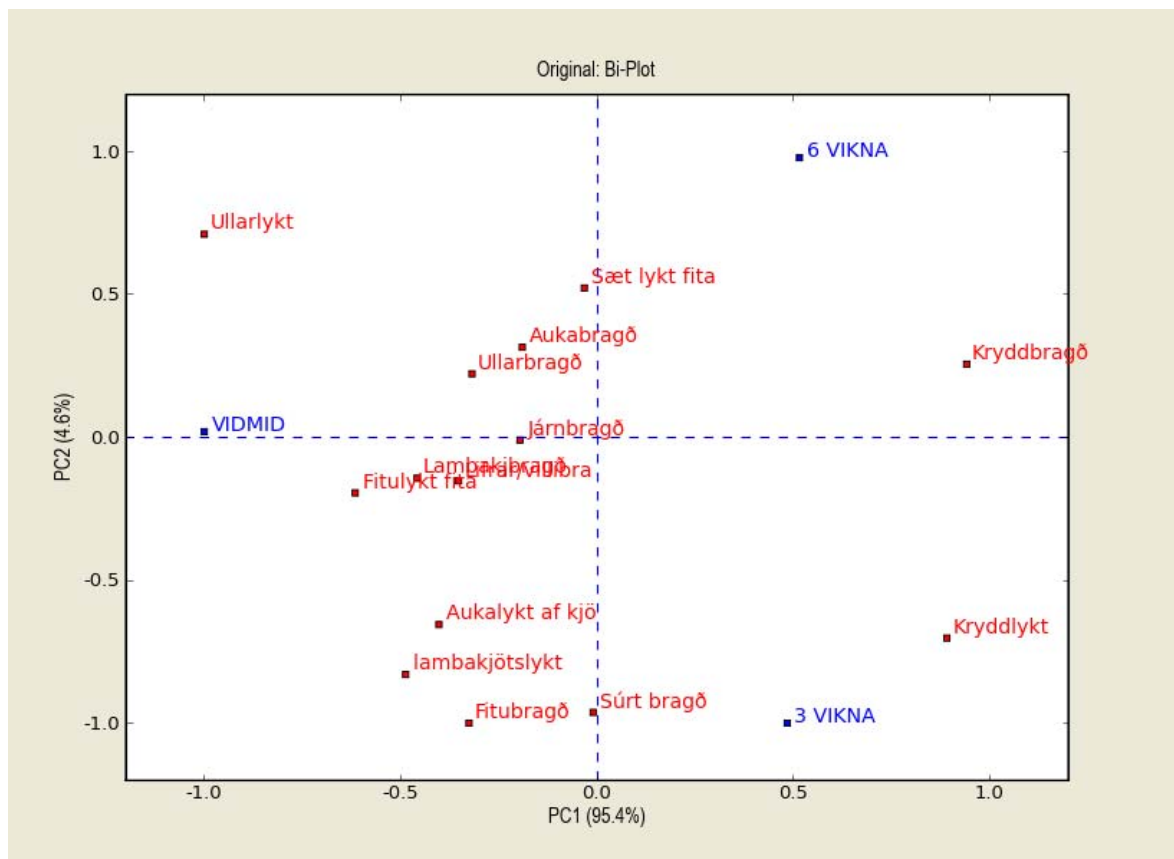
ms (marginal significance,  $p = 0,05-0,10$ ); \* ( $p < 0,05$ ); \*\* ( $p < 0,01$ ); \*\*\* ( $p < 0,001$ )

Allir þrjú hóparnir höfðu mikið lambakjötsbragð og lifrar- eða villibragð. Járnbragð og kryddbragð var nokkuð áberandi en súrt bragð, fitubragð og ullarbragð var lítið. Aukabragð var ekki greinanlegt. Í bragði var einungis marktækur munur á kryddbragði þar sem lömb sem beitt var á hvönn höfðu marktækt meira kryddbragð en viðmiðunarhópur. Munur í fitubragði var á mörkum marktækni og hafði viðmiðunarhópur mesta fitubragðið. Lambakjötsbragð og ullarbragð var mest hjá viðmiðunarhópi þó að munur væri ekki marktækur. Meðaltöl og p-gildi eru sýnd í töflu 2. Meðaltöl skynmatsþátta eru einnig sýnd á mynd 2.

Þegar höfuðþáttagreining er skoðuð sést að langmestur breytileiki (95,4%) er útskýrður af því hvort lömbum var beitt á hvönn eða ekki (sjá mynd 3). Hvannalömbin (3 vikna og 6 vikna) einkennast af kryddlykt og kryddbragði en Viðmið af ullarlykt, fitulykt af fitu og lambakjötsbragði. Hluti af breytileikanum (4,6%) er útskýrður með lengd beitar á hvönn. Almennt má segja að viðmiðunarhópurinn sé lyktar- og bragðmeiri en lömb sem beitt var á hvönn en hann hefur þó ekki þá kryddlykt og kryddbragð sem einkennir hvannalömbin.



**Mynd 2.** Meðaltöl skynmatsþátta. (V = Viðmiðunarhópur; H3 = Beitt á hvönn í 3 vikur; H6 = Beitt á hvönn í 6 vikur).



**Mynd 3.** Höfuðþáttgreining; Meðaltöl yfir dómara og endurtekningar. Scores (sýni H og V) og loadings (skynmatsþættir: B = bragð, L = lykt.).

### 3.2. Rokgjörn efni

Niðurstöður gasgreinimælinga eru að finna í töflu 3 og mynd 4 og sýna hvaða lykt er mest einkennandi fyrir lambakjötið. Lýsing á lyktareinkennum ásamt samsvarandi efnasambandi er raðað upp í töflu 3 eftir rástíma (eða retention indes, RI) efnanna. Efni með stuttan rástíma eru yfirleitt rokgjarnari en þau sem hafa lengri rástíma. Ekki var hægt að bera kennsl á öll lyktarefni sem mældust með GC-O. Þess ber einnig að geta að ýmis efni sem mælast í miklu magni með GC-MS þurfa ekki að leggja mikið til lyktar þar sem lyktarþröskuldur efna er mjög mismunandi.

### 3.2.1. Rokgjörn efni mæld með GC-MS

Flest efni sem mældust í sýnunum voru aldehyð, ketónar og alkóhól sem tengja má við fituoxun (e. lipid oxidation). Aldehyð og ketónar eru þekktir fyrir að hafa lágan lyktarþröskuld og geta því haft veruleg áhrif á bragð og lykt þrátt fyrir að vera til staðar í litlu magni (Lindsay, 1990).

*Aldehyð:* Stór hluti af efnunum sem mældust í lambakjötinu voru aldehyð en þau eru yfirleitt mjög rokgjörn og geta gefið mikla lykt. Þetta er í samræmi við upplýsingar sem koma fram í yfirlitsgrein Vasta og Priolo (2006) um að aldehyð séu að jafnaði meirihluti rokgjarnra efna í kjöti af jörturdýrum. Mesta breytingin, þó ekki marktæk ( $p=0,0651$ ), var á magni hexanals. Magn þess í viðmiðunarhópi (V) og hópi sem beitt var í þrjár vikur á hvönn (H3) var 115,4 og 126,4 (PAR gildi) en 35,6 í hópi sem beitt var í sex vikur á hvönn (H6). Hexanal er líklegast myndað vegna oxunar á n-6 fitusýrum en það getur einnig verið myndefni oxunar á n-3 fitusýrum. Sama má segja um 3-methyl-butanal sem var í minnsta magni í H6 hópnum ( $p=0,0531$ ), einnig var minnst af heptanali í H6 hópnum þó um marktækan mun væri ekki að ræða ( $p=0,1210$ ), benzaldehyði ( $p=0,0107$ ) og decanali ( $p=0,0491$ ). Magn þessara efna var þó mun minna en magn hexanals. Octanal var eina aldehyðið sem virtist aukast að einhverju ráði með sex vikna hvannabeit þó munurinn væri ekki marktækur ( $p=0,0882$ ).

*Ketón:* Mestu breytingarnar voru í magni ketóna en ketónar, líkt og aldehyð, eru yfirleitt mjög rokgjörn efni og valda mikilli lykt. Ef skoðað er heildarmagn ketóna þá var langmest í hópnum sem fékk enga hvönn (V). Mestu munar um 2-butanone og 3-hydroxy-2-butanone. Marktækt ( $p=0,005$ ) mest var af 2-butanone í viðmiðunarhópi og fór úr PAR-gildi 36,4 í 6-7 í H3 og H6 (tafla 3). 3-Hydroxy-2-butanone greindist eingöngu í viðmiðunarhópi. Þessi tvö efni hafa frekar háan lyktarþröskuld en geta þó haft áhrif á heildarlyktina.

*Alkóhól:* Magn alkóhóla virtist einnig minnka með hvannabeit og var marktækt mesta breytingin á 1-penten-3-ol ( $p=0,0195$ ). Magn þess var PAR-gildi 16,5 í viðmiðunarhópi



en einungis 4,1 í hópi sem beitt var í sex vikur á hvönn. Einnig var svolítill breyting á 3-methyl-3-buten-1-óli, sem var mest í viðmiðunarhópi og 1-pentanóli en ekkert greindist af því í H6 hópi. Þó nokkuð var af 1-octen-3-ól sem veldur sveppalykt en ekki var marktækur munur milli hópa ( $p=0,2036$ ). 1-Octen-3-ól er niðurbrotsefni frá línólsýru (n-6 fitusýra) og 1-penten-3-ól er einnig niðurbrotsefni frá n-6 fitusýrum.

*Terpenar:* Athyglisverð breyting var á terpenum (tafla 3) en bæði fjöldi þeirra og magn jókst með hvannabeit og var mest í hópnum sem beitt var á hvönn í sex vikur (H6). Hér má nefna efni eins og camphene,  $\beta$ -phellandrene, 3-carene, limonene og  $\alpha$ -pinene (tafla 4). Öll þessi efni mældust í hópnum sem beitt var í sex vikur á hvönn en eingöngu limonene og  $\alpha$ -pinene mældust í viðmiðunarhópnum. Sérstaklega var mikil breyting á  $\alpha$ -pinene sem fór úr PAR-gildi 1,6 í V hópi upp í 40,7 í H6 hópi. Einnig greindust  $\alpha$ -cubebene og copaene í H6 hópnum en erfitt reyndist að magngreina þessi efni.

**Tafla 3.** Rokgjörn efni í kjöti af lömbum fõðruð á hvõnn (V = hefðbundin beit; H3 = Beitt á hvõnn í 3 vikur; H6 = Beitt á hvõnn í 6 vikur), meðaltal PAR (peak area ratio) ± staðalskekkja.

Efni	Efnaflokkur	RI <sup>a</sup>	ID <sup>b</sup>	Lýsing á lykt (GC-O)	V	H3	H6	P gildi
2-Butanone	ketón	190	MS, 1, 2	karamella	36,4 ± 6,0	6,9 ± 0,4	5,9 ± 1,5	0,0050
Ethyl Acetate	ester	200	MS	vottur, brún, mold			1,4 ± 0,0	
1-Penten-3-ol	alkóhól	239	MS, 1	n.d. <sup>c</sup>	16,5 ± 0,9	11,5 ± 3,4	4,1 ± 1,4	0,0195
3-Methyl-butanal	aldehýð	252	MS, 1	n.d.	26,2 ± 3,9	35,3 ± 4,1	10,0 ± 4,3	0,0531
3-Hydroxy-2-butanone	ketón	277	MS	vottur af lykt	51,5 ± 10,1			0,0000
3-Methyl-3-buten-1-ol	alkóhól	325	MS, 2	blóm	3,2 ± 0,8	0,8	0,9 ± 0,1	0,0757
2-Pentenal	aldehýð	342	MS	n.d.		0,5	2,0	
1-Pentanol	alkóhól	348	MS	n.d.	8,4 ± 1,5	8,9 ± 4,1		0,0540
Hexanal	aldehýð	397	MS, 1, 2	graslykt	115,4 ± 33,9	91,8 ± 27,7	35,6 ± 26,3	0,2439
(E)-3-Octene	alken	405	MS	n.d.	12,2		1,1 ± 0,2	
Óþekkt efni		420	2	jarðar-, blómalykt				
Óþekkt efni		430	2	jarðar-, blómalykt				
Óþekkt efni		434	2	bleikt blóm				
Óþekkt efni		439	2	fitulykt				
Óþekkt efni		454	2	kemísk hitalykt				
Óþekkt efni		468	2	sveppalykt				
Óþekkt efni		478	2	vottur af lykt				
cis-4-Heptenal	aldehýð	497	1	kartafla				
Heptanal	aldehýð	500	MS, 1, 2	kartafla	15,5 ± 1,4	10,2 ± 3,2	5,8 ± 3,8	0,1834
Óþekkt efni		514	2	smjörlykt				
4-Hydroxy-butanoic acid	sýra	518	MS	n.d.	1,2		0,7	
1R-.alpha.-Pinene	terpene	522	MS	vottur af lykt	1,6 ± 0,2	25,5 ± 6,7	40,7 ± 6,2	0,0133
3,7-Dimethyl-1,6-octadiene	alken	536	MS	n.d.			6,7 ± 3,1	
Camphene	terpene	540	MS	jarðarlykt			0,4	
2-Methyl-octane	alkan	546	MS	fitulykt			0,5 ± 0,0	
(E)-2-Heptenal	aldehýð	551	MS	n.d.	1,0		0,5 ± 0,1	
Benzaldehyde	aldehýð	554	MS	vottur af lykt	5,8 ± 0,9	3,8 ± 0,8	1,3 ± 0,2	0,0107
3,7-Dimethyl-2-octene	alken	563	MS	n.d.			6,9 ± 2,8	
Óþekkt efni		566	2	fitulykt				

Tafla 3. Framhald

.beta.-Phellandrene	terpene	567	MS	n.d.				8,7 ± 3,1	
1-Octen-3-ol	alkóhól	579	MS, 1, 2	sveppalykt	4,4 ± 0,2	3,7 ± 0,9		2,3 ± 0,8	0,2036
6-Methyl-5-hepten-2-one	ketón	590	MS	blómalykt				0,4	
(E,E)-2,4-Heptadienal	aldehýð	597	MS	vottur af lykt	0,7	0,8			
Decane	alkan	600	MS	n.d.	69,5 ± 10,9				
Octanal	aldehýð	603	MS	n.d.	6,9 ± 0,7	3,8 ± 0,6		14,9 ± 4,1	0,0882
3-Carene	terpene	608	MS	n.d.		1,6 ± 0,5		0,9	0,4808
(E,E)-2,4-Heptadienal	aldehýð	612	MS, 1, 2	sæt fita, sápa		0,5			
Limonene	terpene	630	MS	n.d.	0,6 ± 0,3	2,2 ± 0,3		0,9 ± 0,1	0,0095
2-Ethyl-1-hexanol	alkóhól	632	MS	n.d.	2,1 ± 0,9	2,7 ± 0,4		2,0 ± 0,4	0,7695
Óþekkt efni			2	smjör, popp				0,4	
(E)-2-Octenal	aldehýð	661	MS	leysalykt	1,2				
1-Octanol	alkóhól	674	2	blómalykt	1,3 ± 0,4			1,3 ± 0,3	0,9508
Óþekkt efni		682	2	heit fita, blóm					
Óþekkt efni		695	2	heit, sæt lykt					
(Z)-5-Undecene	alken	697	MS	n.d.				0,6 ± 0,1	
Undecane	alkan	705	MS	n.d.	3,1 ± 0,5	2,8 ± 0,4		1,8 ± 0,2	0,1173
Nonanal	aldehýð	708	MS	n.d.	24,7 ± 2,3	20,4 ± 7,0		17,5 ± 6,6	0,6860
Óþekkt efni		736	2	kjötlykt					
Dimethyl-pentanedioic acid	sýra	738	MS	n.d.	1,4 ± 0,3			0,6 ± 0,2	0,0203
(E)-2-Nonenal	aldehýð	765	MS	mild, fita, jörð, blóm	0,8 ± 0,0	0,7		0,3	0,0251
Octanoic Acid	sýra	776	MS	vottur af lykt				0,9	
Naphthalene		785	MS	n.d.				0,5 ± 0,1	
Óþekkt efni		810	2	jarðarlykt					
Decanal	aldehýð	812	MS, 1, 2	sæt fitulykt	3,3 ± 0,7	1,4 ± 0,5		1,0 ± 0,2	0,0491
Óþekkt efni			2	sæt fitulykt, mild lykt					
Nonanoic acid	sýra	876	MS	n.d.	1,4 ± 0,2			0,6 ± 0,1	0,0016
Óþekkt efni		900	2	þung blómalykt, krydd, fita					
alpha - Cubebene	terpene	876	MS	n.d.				e.m.g. <sup>d</sup>	
Copaene	terpene	900	MS	n.d.				e.m.g.	



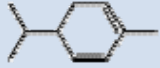

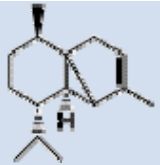
<sup>a</sup> Reiknaður ethyl ester retention index fyrir DB-5 ms hárpípustúlu.

<sup>b</sup> Identification means (aðferð til að bera kennsl á efni): MS = mass spectra 1 = áráðanlegir staðlar; 2 = lyktargreining með GC-O.

<sup>c</sup> n.d. = lykt ekki greinanleg með GC-O.

<sup>d</sup> e.m.g. = ekki magngreinanleg.

**Tafla 4.** Yfirlit yfir terpena sem greindust í kjöti og fitu hvannalamba, mólþyngd, RI (retention index) og lyktarskynjun. Þessar upplýsingar voru sóttar á [www.flavornet.com](http://www.flavornet.com) 20.febrúar 2009.

Efni	Mynd	Mólþyngd	Ethyl ester RI, DB5	Lyktarskynjun
$\alpha$ -pinene		136.1	535	Fura, terpentína
Camphene		136.1	549	Kamfóra
$\alpha$ -phellandrene		136.1	604	Terpentína, mynta, krydd
Limonene		136.1	631	Sítróna, appelsína
$\alpha$ -cubebene,		204.35	946	Kryddjurt, vax

Í yfirlitsgrein Vasta og Priolo (2006) kemur fram að terpenoíð efni séu hluti af rokgjörnum efnum í kjöti af jörturdýrum sem verið hafa á beit eða fôðruð á grænfóðri. Þeir vitna m.a. í rannsóknir hóps sem hefur náð að aðgreina kjöt frá tveimur svæðum í Frakklandi á grundvelli  $\beta$ -pinene og  $\beta$ -cubebene í fituvef nautgripa. Priolo o.fl. (2004) greindu ýmsa terpena í kindafitu og m.a. var  $\alpha$ -cubebene marktækt mest í fitu af kindum af beitarlandi samanborið við innifóðraðar kindur.

Öll terpen efnin sem mældust í H6 hópnum voru til staðar í fóðrinu því þau greindust í sýnum af hvönn sem mæld var í þessari rannsókn (niðurstöður ekki sýndar). Það er í samræmi við rannsóknir Kerrola og féлага (1994a og 1994b) sem rannsökuðu rokgjörn efni í hvannarót (*A. archangelica* L.) í Norður Finnlandi og greindu mikið af terpenum, m.a. voru  $\beta$ -phellandrene og  $\alpha$ -pinene í miklu magni.

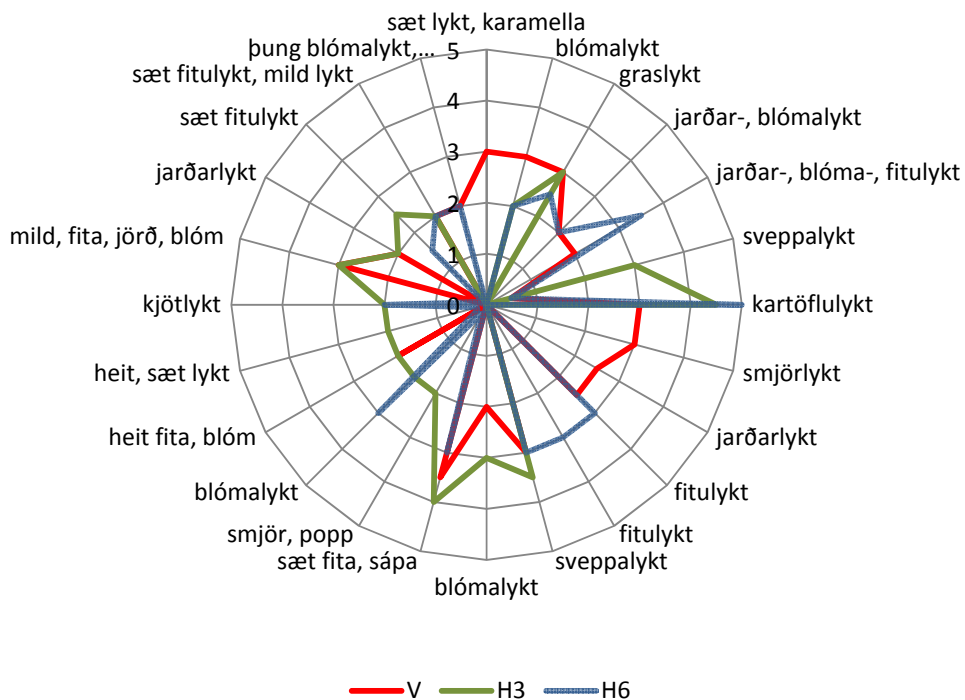
*Önnur efni:* Nokkrar sýrur, alkanar og alkenar greindust í sýnunum en yfirleitt voru þessi efni í litlu mæli auk þess sem þau gefa yfirleitt ekki mikla lykt.

### 3.2.2. Lyktargreining (GC-O)

Lyktin af sýnunum var að jafnaði lítil, vottur af lykt eða á mörkum (einkunn 3 eða minni) og aðeins greinileg eða mikil (einkunn 4 til 5) fyrir tvö til þrjú lyktarefni (mynd 4). Mest einkennandi var lykt af soðnum kartöflum í H6 hópnum og sæt fitulykt sem var mest í H3 hópnum. Einnig var sveppalykt og graslykt einkennandi og svipuð fyrir alla hópana.

*Kartöflulykt:* Kartöflulyktin er af völdum heptanal og líklega einnig *cis*-4-heptenal. *Cis*-4-heptenal, sem er niðurbrotsefni frá n-3 fjölmömettuðum fitusýrum, greindist ekki með GC-MS en það hefur mjög svipaðan rástíma og heptanal og lykt af þessu efni hefur verið lýst sem lykt af soðnum kartöflum (Josephson og Lindsay, 1987). Bæði þessi efni hafa mjög lágan lyktarþröskuld, þ.e. lítið magn þarf af þeim til að við greinum þau með okkar lyktarskynfærum. Þannig er lyktarþröskuldur 3 ppb fyrir heptanal og enn lægri eða 0,04 ppb fyrir *cis*-4-heptenal. Það þarf því mjög lítið af þessum efnum til að þau fari að hafa mikil áhrif. Bæði þessi efni eru niðurbrotsefni fituoxunar.

*Sæt fita, gras, sveppir og karamella:* Sæt fitulyktin (sæt fita, sápa) við RI=612 (tafla 3) er af völdum aldehyðsins 2,4-heptadienal en graslyktin (RI=397) af hexanali. Einkennandi sveppalykt (RI=579) er frá 1-octen-3-ol. Allt eru þetta niðurbrotsefni fituoxunar. Sæt karamellulykt (RI=190) greindist eingöngu í viðmiðunarhópnum (V). Þessi lykt er frá 2-butanone sem myndast vegna fituoxunar (tafla 2) en mest mældist af þessu efni með GC-MS í viðmiðunarhópnum.



**Mynd 4.** Lyktargreining með GC-O á rokgjörnum lyktarefnum í kjöti af lömbum fóðruð á hvönn (V = án fóðrunar á hvönn; H3 = fóðruð á hvönn í 3 vikur; H6 = fóðruð á hvönn í 6 vikur).

*Blómalykt:* Blómalyktin sem kom snemma í gasgreiningu er af völdum 3-methyl-3-buten-1-ol (RI=325). Líklegast er um að ræða niðurbrotsefni frá amínósýrunni leucine. Mesti styrkurinn var af sýnum úr viðmiðunarhópnum sem er í samræmi við GC-MS greiningarnar. Blómalykt (RI=590) í kjölfarið á sveppalyktinni er líklegast komið frá ketóninum 6-methyl-5-hepten-2-one. Einnig var 1-octanol að valda daufri blómalykt. Lykt af nokkrum óþekktum efnum var einnig lýst sem blómalykt.

*Annað:* Ekki tókst að greina hvaða efni voru að valda smjörlykt og jarðarlykt sem komu fram í kjöti af viðmiðunarhópi. 3-Hydroxy-2-butanone, sem eingöngu greindist í viðmiðunarhópi, gefur smjörkennda lykt en í þessu tilviki náðist ekki að greina það með lyktargreiningu. Fleiri lyktareinkenni voru af sýnunum, t.d. nokkur á bilinu RI 405-478 (sjá Töflu 3), sem ekki tókst að bera kennsl á með GC-MS.

Eins og áður kom fram þá var athyglisverð breyting á magni terpena, þ.e. camphene,  $\beta$ -phellandrene, 3-carene, limonene og  $\alpha$ -pinene auk  $\alpha$ -cubene og copaene. Lítil sem engin lykt fannst af þessum efnum með lyktargreiningu en samkvæmt upplýsingum á Flavournet (Acree og Arn, 2004) má lýsa lyktinni af þeim sem furulykt, kamfórulykt, terpentínulykt og sítruslykt, svo eitthvað sé nefnt. Lykt af hvannaafbrigði hefur einnig verið lýst sem grænni lykt, terpentínulykt, ferskri lykt, sellerílykt og sætri hunangulykt (Kerrola o.fl. 1994a; Kerrola og Kallio, 1994a). Hugsanlegt er að þessi terpenefni hafi einhver áhrif á heildarlyktina af kjöti hvannalamba þó í litlu mæli sé og e.t.v. eru þau að valda kryddlykt og kryddbragði sem einkenndi hvannalömbin með skynmati þó erfitt sé að fullyrða um það.

### **3.3. Fita og fitusýrur**

Mikill munur var í fitumagni milli hópa og innhélt viðmiðunarhópur mesta magn fitu (tafla 5) eða 27,7%. Magn fitu í hópnum sem var beitt á hvönn í 3 vikur var 19,2% og 22,6% í hópnum sem var beitt á hvönn í 6 vikur. Hlutfall mettaðra fitusýra var hátt (49,6-52,1%), hæst í viðmiðunarhópnum. Hlutfall fjölómattaðra fitusýra var hæst í magrasta hópnum (H3) og hlutfall trans fitusýra var mest í hópnum sem var beitt á hvönn í 6 vikur.

**Tafla 5.** Fitusýrusamsetning (% fitusýrumetýl ester, fatty acid methyl esters.). (V = hefðbundið beitarland; H3 = beitt á hvönn í 3 vikur; H6 = beitt á hvönn í 6 vikur).

	V	H3	H6
% fita	27,7 ± 0,6	19,2 ± 0,6	22,6 ± 0,05
C10:0	0,3	0,3	0,2
C12:0	0,4	0,3	0,3
C14:0	5,4	4,3	4,2
C14:1	0,1	0,1	0,1
C15:0	0,7	0,6	0,6
C16:0	23,2	22,7	23,1
<i>trans</i> C16:1n7	0,1	0,1	0,1
C16:1n9	0,4	0,4	0,5
C16:1n7	0,9	1,0	1,0
C17:0	1,4	1,4	1,4
C16:2n4	0,4	0,5	0,5
C18:0	20,3	20,3	19,4
<i>trans</i> C18:1	3,9	4,0	4,8
C18:1n9	29,1	30,3	30,0
C18:1n7	0,6	0,6	0,6
C18:1n5	0,4	0,4	0,5
other C18:1	1,0	1,2	1,5
<i>trans</i> C18:2	0,3	0,3	0,3
C18:2n6	1,3	1,8	1,6
C20:0	0,2	0,2	0,3
C18:3n3	1,3	1,4	1,0
C20:1n9	0,1	0,1	0,1
C18:4n3	0,2	0,2	0,2
C20:2	0,1	0,1	0,1
C20:4n6	0,1	0,2	0,1
C20:5n3	0,1	0,2	0,1
C22:5n3	0,2	0,3	0,2
C22:6n3	0,1	0,1	0,1
Óþekktar fitusýrur	7,4	6,9	7,3
Milli C18:1n7 og C18:1n5	0,2	0,2	0,3
MFS	52,1	50,2	49,6
EÓFS	32,3	33,8	34,0
FÓFS	3,9	4,7	3,9
TFS	4,3	4,4	5,2

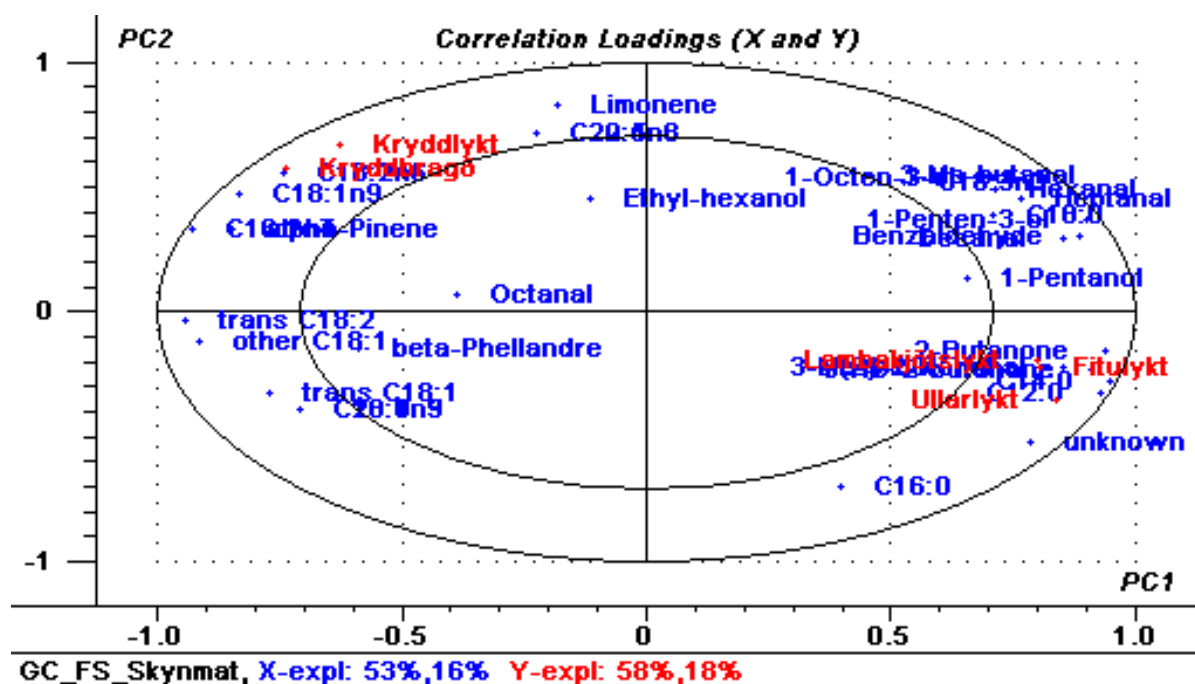
MFS = mettaðar fitusýrur; EÓFS = einómettaðar fitusýrur) FÓFS = fjölómettaðar fitusýrur; TFS = trans fitusýrur

### 3.4. Samband lyktarefna, fitusýra og skynmatsþátta

Samband lyktarefna, fitusýra og skynmatsþátta var skoðað með Partial Least Square Regression (PLSR). Helstu lyktarefnin voru valin fyrir PLSR módelið en mörg þessara efna



stuðla að einkennandi fitulykt og hugsanlega lambkjötslykt. Einnig voru valin þau terpenefni sem þóttu einkenna hvannalömbin. Fimm skynmatsþættir sem sýndu marktækan mun milli hópa, þ.e. kryddbragð og lykt, lambkjöts-, fitu- og ullarlykt, voru notaðir í PLSR módelið. Mynd 5 sýnir niðurstöður PLSR greiningar þar sem fyrstu tveir PLSR þættirnir útskýrðu 69% af breytileikanum í lyktarefnum og fitusýrum (X-breytur) og 76% af breytileikanum í skynmati (Y-breytur). Kryddbragð og kryddlykt tengjast háu magni af  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -phellandrene og octanali auk C18:1 og C18:2 fitusýra í kjöti af lömbum sem beitt var á hvönn í sex vikur (H6). Viðmiðunarhópur (V), sem hafði marktækt meiri ullarlykt og fitulykt af fitu, einkennist t.d. af háu magni af 2-butanone, 3-methyl-3-buten-1-ol og 3-hydroxy-2-butanone ásamt háu hlutfalli mettaðra fitusýra. PLSR módel með lyktarefni sem spágildi (predictors) fyrir valda skynmatþætti virðist útskýra framlag lyktarefna til kryddbragðs og lyktar, ullar-, fitu- og lambkjötslyktar. Niðurstöðurnar benda til þess að niðurbrotsefni fituoxunar séu einkennandi fyrir fitu- og lambkjötslykt.



Mynd 5. Correlation loading mynd úr Partial Least Square Regression (PLSR) módeli með rokgjörn efni og fitusýrum sem stýribreytur (X) og skynmatsþætti sem svarbreytur (Y).

#### 4. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR

Þar sem hóparnir sem notaðir voru í þessari rannsókn voru mismunandi að þyngd mætti álykta sem svo að mismunur í holdfyllingu og fitu hefðu áhrif á niðurstöður skynmatsins. Í fyrri rannsókn (Matís ohf. september 2007) voru tveir hópar skoðaðir, lömb sem beitt var í sex vikur á hvönn og viðmiðunarhópur úr hefðbundinni beit. Hvannalömbin voru í því tilfalli þyngri en viðmiðunarhópurinn. Þar kom fram marktækur munur í kryddlykt, kryddbragði og lambakjötsbragði í samræmi við nýjustu niðurstöður. Því má ætla að mismunandi þyngd milli hópa útskýri ekki bragð og lyktarmun milli hópa heldur sé munurinn tilkominn að langmestu leiti vegna mismunandi beitar.

Í rannsókninni frá því í september 2007 hafði viðmiðunarhópur marktækt meira lambakjötsbragð en lömb sem beitt var í sex vikur á hvönn. Í rannsókninni sem hér er fjallað um er munur á lambakjötsbragði ekki tölfræðilega marktækur þó að viðmiðunarhópur hafi mesta lambakjötsbragðið en sex vikna hópurinn það minnsta. Þetta gæti útskýrst af því að í fyrri tilraun var notað kjöt af eldri skepnum.

Niðurstöður þessarar rannsóknar benda ákveðið til þess að beit á hvönn breyti bragði og lykt lambakjöts. Kjöt af lömbum úr hvannabeit var frábrugðið kjöti af lömbum úr hefðbundnu beitarlandi. Kjöt af lömbum sem beitt var á hvönn einkenndist mjög af kryddlykt og kryddbragði en hafði minni ullarlykt, lambakjötslykt, aukalykt og fitulykt en kjöt af lömbum úr hefðbundnu beitarlandi. Þannig má álykta að þriggja vikna beit sé nóg til að breyta bragði og lykt kjötsins. Enginn munur var á lömbum sem beitt var í þrjár eða sex vikur á hvönn. Hins vegar var ívið meiri munur milli hefðbundinna lamba og lamba sem beitt var í sex vikur, samanborið við hefðbundin lömb og lömb sem beitt var í þrjár vikur á hvönn.

Lyktargreining og massagreining sýndu að helstu lyktarefni sem mældust í lambakjötinu eru niðurbrotsefni fituoxunar. Lykt af soðnum kartöflum, sæt fitulykt, sveppalykt og graslykt voru mest einkennandi fyrir alla hópana og var kartöflulykt mest áberandi fyrir hópin sem var beitt á hvönn í sex vikur. Kartöflulyktin er vegna heptanal og *cis*-4-heptenal, sæta lyktin af 2,4-heptadienal, sveppalyktin af 1-octen-3-ol og graslyktin af hexanali. Allt eru þetta niðurbrotsefni fituoxunar. Ekkert eitt eða nokkur lyktarefni virtust einkenna hvannalömbin en í heildina má segja að lyktin hafi verið minnst af hópnum sem var

beitt á hvönn í sex vikur. Þetta samræmist niðurstöðum skynmats sem sýna að lömb sem beitt var á hvönn voru almennt lyktarminni en lömb úr hefðbundnu beitarlandi. Mest greindist af aldehyðum en mestu breytingarnar voru í magni ketóna. 2-Butanone var í mun meira magni í viðmiðunarhópi samanborið við hvannalömbin og 3-hydroxy-2-butanone mældist eingöngu í viðmiðunarhópi. Þessi tvö efni hafa frekar háan lyktarþröskuld en geta þó haft áhrif á heildarlyktina. Með hvannabeit urðu áhugaverðar breytingar á magni og fjölda terpena, þ.e. camphene,  $\beta$ -phellandrene, 3-carene, limonene og  $\alpha$ -pinene. Átti það sérstaklega við um hópinn sem beitt var á hvönn í sex vikur. Þessi efni geta valdið furulykt, kamfórulykt, terpentínulykt og sítruslykt þó ekki tækist að greina þær með lyktargreiningu í þessari rannsókn. Mikil fylgni er milli skynmatsniðurstaða fyrir kryddlykt og kryddbragð og magns  $\alpha$ -pinene og  $\beta$ -phellandrene. Þetta bendir til þess að hægt sé að nota þessi efni sem mælikvarða á hvannabeit og áhugavert væri að skoða þau nánar í kjöti af hvannalömbum.

## 5. ÞAKKARORÐ

Sigríði Jóhannesdóttir, Búnaðasamtökum Vesturlands, er þakkað fyrir að skipuleggja og stjórna öllu hvannalambaverkefninu. Höllu Steinólfsdóttur og Guðmundi Gíslasyni er þakkað fyrir hugmyndina, samstarfið og að útvega kindur og beitarlönd fyrir verkefnið. Landssamtökum sauðfjárbænda styrki verkefnið fjárhagslega.

## 6. HEIMILDIR

Acree, T. og Arn, H. (2004). *Flavornet and Human Odour Space*, Cornell University, <<http://flavornet.com>>.

Folch, J., Lees, M. og Stanley, G.H.S., *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509 (1957).

Guðjón Þorkelsson, Sveinn Margeirsson og Guðmundur H. Gunnarsson, 2008. Sérstaða íslensks lambakjöts. *Fræðagæing landbúnaðarins* 2008. Bls.507-510. ISSN 1670-7230.

Guðmundur H. Gunnarsson, Þóra Valsdóttir og Brynhildur Pálsdóttir, 2008, Tækifæri í þróun og hönnun matvara í tengslum við ferðamennsku. *Fræðagæing landbúnaðarins* 2008. Bls.552-556. ISSN 1670-7230

- Hootman RC. 1992. Manual on descriptive analysis testing for sensory evaluation. Philadelphia: ASTM. p 52.
- ISO 8586:1993. Sensory analysis general guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: selected assessors. Geneva, Switzerland: The International Organization for Standardization.
- Kerrola, K., Galambosi, B., og Kallio, H. 1994a. Characterization of volatile composition and odor of Angelica (*Angelica archangelica* Subsp. *archangelica* L.) root extracts. J. Agric. Food Chem. 42, 1979-1988.
- Kerrola, K. og Kallio, H. 1994b. Extraction of volatile compounds of Angelica (*Angelica archangelica* L.) root by liquid carbon dioxide. J. Agric. Food Chem. 42, 2235-2245.
- Lindsay, R. C. 1990. Fish Flavors. Food Reviews International 6. (4):437-455.
- Josephson, D.B. og Lindsay, R.C. 1987. Retro-aldol degradations of unsaturated aldehydes: role in the formation of c4-heptenal from t2, c6-nonadienal in fish oyster and other flavor. J. Am. Oil. Chem. Soc. 64:132-8.
- Olafsdottir, G., Steinke, J. A. og Lindsay, R. C. Quantitative performance of a simple Tenax-GC adsorption method for use in the analysis of aroma volatiles. J. Food Sci. 1985, 50, 1431-1436.
- Óli Þór Hilmarsson, 2008, Sérstakt lambkjöt. Frá hugmynd að veruleika. *Fræðaging landbúnaðarins* 2008. Bls.511-514. ISSN 1670-7230
- Rósa Jónsdóttir, Margrét Bragadóttir og Guðmundur Örn Arnarson. 2005. Oxidatively derived volatile compounds in microencapsulated fish oil monitored by solid-phase microextraction (SPME). J. Food. Sci. 70(7):C433-440.
- Sebastián, I., Viallon-Fernandez, C., Berge, P., and Berdagué, J. L.,2003. Analysis of the volatile fraction of lamb fat tissue: influence of the type of feeding. *Sciences des Aliments*, 23: 497-511.
- Sigríður Jóhannesdóttir. 2009. Hvannalömb. Greinargerð.
- Stone H, Sidel JL, 1985. Sensory evaluation practices. Orlando, Fla.: Academic Press, Inc. 311p.
- Thybo A.K., Martens M. 2000. Analysis of sensory assessors in texture profiling of potatoes by multivariate modelling. Food Quality and Preference 11(4): 283-288.

Vasta, V. og Priolo, A. 2006. Ruminant fat volatiles as affected by diet. A review. *Meat Science*, 73, 218-228.

## 7. VIÐAUKAR.

### 7.1. Texti vegna veggspjalds á Fræðapingi landbúnaðarins 2009

#### Er annað bragð af kjöti hvannalamba en kjöti lamba á venjulegum úthaga ?

Guðjón Þorkelsson<sup>1,4</sup>, Rósa Jónsdóttir<sup>1</sup>, Aðalheiður Ólafsdóttir<sup>1</sup>, Óli Þór Hilmarsson<sup>1</sup>, Sigríður Jóhannesdóttir<sup>2</sup>, Halla Steinólfsdóttir og Guðmundur Gíslason<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Matís ohf, <sup>2</sup>Búnaðarsambandi Vesturlands, <sup>3</sup>Ytri Fagradal, Skarðsströnd, <sup>4</sup>Háskóla Íslands

#### Inngangur

Sérmarkaðir og sérvörur eru framtíðin í sölu á lambakjöti. Þar er gert út á hefðir, ímynd, uppruna, veitingahús, ferðapjónustu, staðbundna matvælaframleiðslu og vinnslu og sölu heima á bóndabæjunum. Hægt er að fá sérstöðuna verndaða eða viðurkennda svo hægt sé að merkja afurðir framleiðslukerfi og jafnvel gæðum. Þannig er m.a. hægt að gera greinarmun á vörum framleiddum eftir almennum gæðakröfum og vörum með sérstöðu varðandi framleiðsluaðferð og bragð (Guðjón Þorkelsson o.fl. 2008). Matvara sem höfðar til ferðamanna og er framleidd úr staðbundnu eða svæðisbundnu hráefni hefur einnig verið nefnd í sambandi við að auka tekjur bænda af afurðum sem þeir framleiða (Guðmundur H. Gunnarsson o.fl. 2008). Árið 2007 leiddi athugun í ljós að beit á hvönn fyrir slátrun hafði áhrif á bragð lambakjöts (Óli Þór Hilmarsson 2008). Athuginin var samstarfsverkefni Búnaðarsamtaka Vesturlands, Matís, LBHÍ og Höllu Steinólfsdóttur og Guðmundar Gíslasonar sauðfjábænda í Ytri-Fagradal á Skarðsströnd. Ákveðið var að endurtaka tilraunina en með ákveðnum breytingum og fá m.a. úr því skorið hvort nóg sé að hafa lömbin á hvannabeit í 3 vikur í stað 6 vikna. Auk skynmats á kjötinu var ákveðið að mæla rokgjörn lyktarefni. Greiningar á rokgjörnum efnum eru mikið notaðar í rannsóknum á áhrifum fòðurs og beitar á bragð og til að greina kjöt til uppruna síns. Það er vitað að fòðrun og beit hafa mikil áhrif á rokgjörn efni í kjöti jörturdýra. Kjarnfóður (korn) hefur áhrif á greinóttar fitusýrur, sum aldehyð og laktón en grasbeit hefur áhrif á fenól, terpen, indól og brennisteinssambönd (Vasta og Priolo 2006). Rokgjörn lyktarefni voru mæld í íslensku lambakjöti í Evrópuverkefni um lambakjöt. Þar flokkaðist það með öðru kjöti af lömbum sem hafði verið beitt á gras á Ítalíu, Frakklandi og Wales (Sebastian o.fl. 2003).

## Efni og aðferðir

### *Tilraunaskipulag og sýnataka*

18 lömb voru í tilrauninni. Þeim var skipt í þrjá jafna hópa:

- V - viðmiðunarhópur á hefðbundnum úthaga
- H3 - hópur sem var 3 vikur fyrir slátrun í Akureyjum þar sem hvönn var ríkjandi
- H6 - hópur sem var 6 vikur fyrir slátrun í Akureyjum

Lömbunum var öllum slátrað 11. september í sláturhúsi SS á Selfossi. Daginn eftir voru skrokkarnir brytjaðir niður og hryggjunum pakkað í loftdregnar uppþúðir og þeir látnir meyrna í fimm daga við 4°C. Þá voru hryggvöðvar með fitu skornir úr hryggjunum og þeim pakkað í loftdregnar umbúðir og þeir frystir og geymdir við 24°C.

### *Skynmat*

Hryggvöðvarnir voru teknir úr frysti daginn fyrir skynmat og látnir þiðna í kæli. Þeir voru steiktir í heilu lagi í steikarpokum við 180°C, þar til kjarnhita 64°C var náð. Eftir steikingu voru vöðvarnir látnir standa á borði í um 5-10 mínútur. Þeir voru síðan skornir í u.þ.b. 2 sm. þykkar sneiðar sem bornar voru fyrir dómara. Sýnin voru metin eftir myndrænu prófi, QDA aðferð (quantitative descriptive analysis), þar sem skilgreindir matsþættir voru metnir til að lýsa einkennum í útliti, bragði, lykt og áferð af þjálfuðum skynmatshópi. Tíu dómara sem allir höfðu reynslu af skynmati og þekktu vel aðferðina tóku þátt í skynmatinu. Matsþættir voru skilgreindir af skynmatshópi, og matið þjálfað í þremur þjálfunartímum fyrir skynmatið. Lyktar- og bragðþættir voru 14. Hver matsþáttur var metinn eftir styrk eða einkennum á ókvarðaðri línu sem í úrvinnslu var kvörðuð frá 0-100.

### *Mælingar á rokgjörnum efnum*

Rokgjörn lyktarefni voru einangruð úr safnsýnum hryggvöðva með fitu úr öllum þremur hópunum og mæld á gasgreini-massagreini (GC-MS) til að fá massaróf efnanna og þannig bera kennsl á þau. Lyktargreining með gasgreini-sniffer (GC-O, gas chromatography olfactometry), sem byggist á því að lykta af efnum þegar þau koma af gasgreinisúlunni, var notuð til að bera kennsl á lyktarefni sem geta verið í mjög litlu magni en valdið einkennandi lykt.

### *Tölfræðilegt uppgjör*

Skynmatsforritið Fizz var notað við uppsetningu, framkvæmd og úrvinnslu skynmats. Tölfræðiaðferðin ANOVA (GLM - General Linear Model) og Duncan's próf voru framkvæmd í NCSS 2000 (NCSS, Kaysville, Utah, USA) til að greina hvort munur væri á magni rokgjarnrar efna milli hópa (marktækur munur ef  $p < 0,05$ ). Samband lyktarefna og skynmatsþátta var skoðað með Partial Least Square Regression (PLSR) í Unscrambler 9.5 (CAMO AS, Trondheim, Norway).

## Niðurstöður

### Skynmat

Niðurstöður skynmats eru í 1. töflu. Munur milli hópa var mestur í lykt. Kryddlykt, ullarlykt og fitulykt af fitu var marktækt meiri í viðmiðunarkjötinu en kjöti af hvannalömbum. Minnst lambkjötslykt og aukalykt var af kjöti lamba sem höfðu verið 6 vikur á hvönn en munur í lambkjötslykt milli þriggja vikna og sex vikna var mjög lítill. Kjöt af lömbum sem beitt var í þrjár vikur á hvönn hafði því svipaða lykt og kjöt af lömbum sem beitt var sex vikur á hvönn. Í bragði var marktækur munur á kryddbragði kjöts af hvannalömbum og kjöts af lömbum á úthaga. Fitubragð, lambkjötsbragð og ullarbragð var hærra hjá viðmiðunarhópi þó að munur sé ekki marktækur.

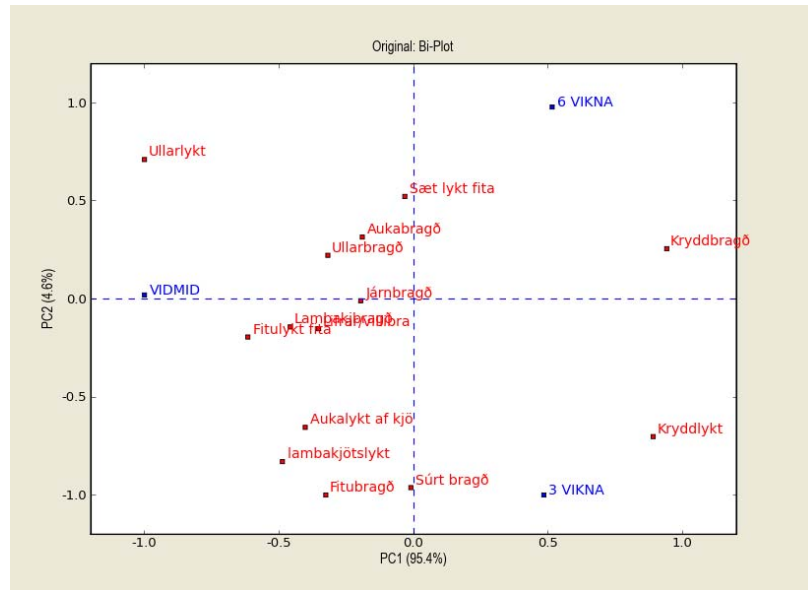
**1.tafla.** Áhrif beitar á hvönn á lyktar- og bragðþætti lambkjöts.

Skynmatsþættir		Viðmið	3 vikur á hvönn	6 vikur á hvönn	p-gildi
<i>Lykt</i>					
Kryddlykt	*	27	37	35	0,012
Lambkjötslykt af kjöti	*	52	48	46	0,053
Ullarlykt	***	26	15	16	0,000
Aukalykt af kjöti	*	12	9	7	0,027
Fitulykt af fitu	**	36	30	29	0,003
Sæt lykt af fitu		29	28	29	0,794
<i>Bragð</i>					
Kryddbragð	*	25	35	36	0,012
Lambkjötsbragð		54	49	49	0,183
Súrt bragð		22	23	20	0,505
Lifrar/villibragð		43	40	39	0,546
Ullarbragð		14	10	11	0,119
Járnbragð		36	34	34	0,791
Fitubragð		23	21	19	0,084
Aukabragð		6	4	5	0,145

- (p<0,05), \*\* (p<0,01), \*\*\* (p<0,001)

Niðurstöður höfuðþáttagreiningar er sýnar á 1. mynd. Langmestur breytileiki (95,4%) er útskýrður af því hvort lömbum var beitt á hvönn eða ekki. Kjöt af hvannalömbum (3 vikna og 6 vikna) einkennast af kryddlykt og kryddbragði en kjöt af viðmiðunar-lömbum af ullarlykt, fitulykt af fitu og lambkjötsbragði. Smáhluti breytileikans (4,6%) er útskýrður með lengd beitar á hvönn. Almennt má segja að viðmiðunar-kjötið sé lyktar- og bragðmeira en hvannakjötið sem einkennist af kryddlykt og kryddbragði.

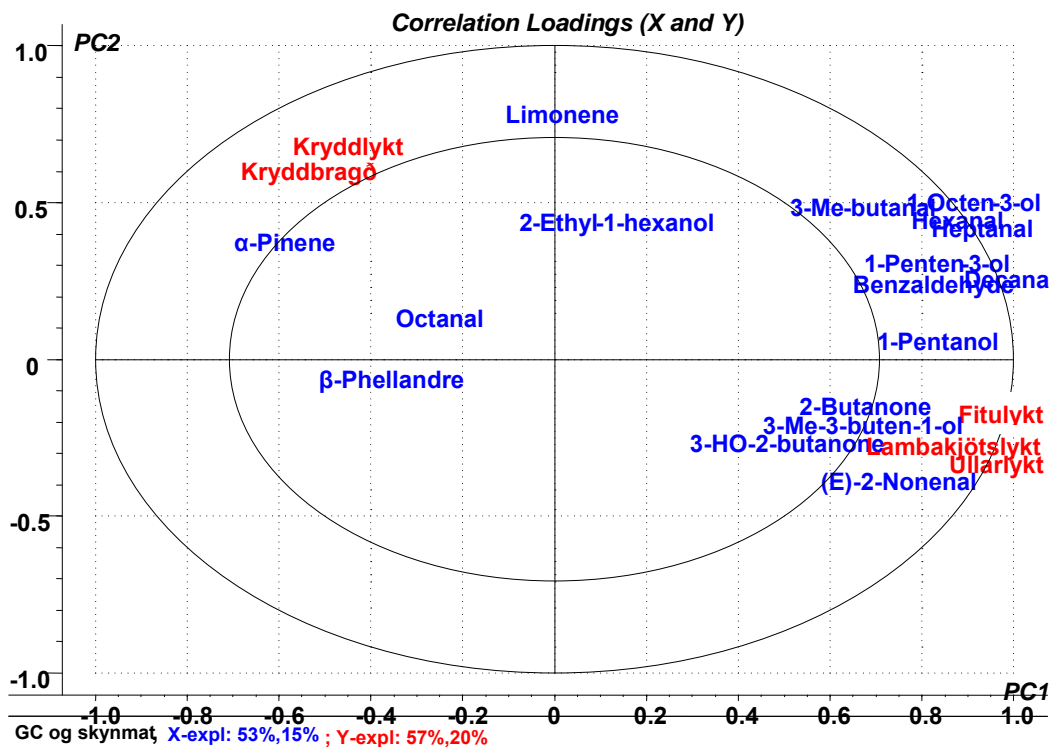




**1. mynd. Höfuðþáttgreining; Meðaltöl yfir dómara og endurtekningar. Scores (sýni H og V) og loadings (skynmatþættir: B = bragð, L = lykt,).**

### Rokgjörn efni

Helstu niðurstöður sýna að einkennandi lyktarefni eru niðurbrotsefni fituoxununar en lítill sem enginn munur var á þessum efnum á milli hópa. Mest greindist af aldehyðum en mestu breytingarnar voru í magni ketóna. Áhugaverðar breytingar voru á magni og fjölda terpena sem jókst með lengri hvannabeit. Um eru að ræða efni eins og camphene,  $\beta$ -phellandrene, 3-carene, limonene og  $\alpha$ -pinene. Þessi efni geta valdið furulykt, kamfóruulykt og sítruslykt þó ekki tækist að greina þær með lyktargreiningu í þessari rannsókn. Hugsanlega má nota ákveðna terpena, t.d.  $\beta$ -phellandrene og  $\alpha$ -pinene sem mælikvarða á hvannabeit. Niðurstöður PLSR greiningar (2. mynd) sýna að fyrstu tveir PLSR þættirnir útskýrðu 68% af breytileikanum í lyktarefnum (X-breytur) og 77% af breytileikanum í skynmati (Y-breytur). Kryddbragð og kryddlykt tengjast háu magni af  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -phellandrene og octanali í kjöti af lömbum sem beitt voru á hvönn í sex vikur (H6). Viðmiðunarhópur (V), sem hafði marktækt meiri ullarlykt og fitulykt af fitu, einkennist t.d. af háu magni af 2-butanone, 3-methyl-3-buten-1-ol og 3-hydroxy-2-butanone. PLSR módel með lyktarefni sem spágildi (predictors) fyrir valda skynmatþætti virðist útskýra framlag lyktarefna til kryddbragðs og lyktar, ullar-, fitu- og lambkjötslyktar. Niðurstöðurnar benda til þess að niðurbrotsefni fituoxunar séu einkennandi fyrir fitu- og lambkjötslykt.



2. mynd. “Correlation loading” mynd úr Partial Least Square Regression (PLSR) módeli með rokgjörn efni sem stýribreytur (X) og skynmatspætti sem svarbreytur (Y)

### Umræður og ályktanir

Niðurstöður rannsóknarinnar benda ákveðið til þess að beit á hvönn breyti bragði lambakjöts. Bæði kjöt af lömbum sem beitt var þrjár vikur og sex vikur á hvönn var frábrugðið kjöti af lömbum sem voru á venjulegum úthaga. Kryddbragð og kryddlykt einkenndi kjötið. Þannig má álykta að þriggja vikna beit sé nóg til að breyta bragði kjötsins. Lengd beitar á hvönn hefur þó áhrif. Enginn munur er á lambakjötslykt af kjöti viðmiðunarlambda og kjöti lambda sem höfðu verið þrjár vikur á hvönn. Hinn vegar var lambakjötslykt marktækt minni í kjöti lambda sem höfðu verið sex vikur á hvönn. Mælingar á rokgjörnum efnum staðfesta muninn á venjulegu lambakjöti og hvannakjöti. Venjulega eru þessar mælingar notaðir til að greina mun á milli meginfóðurkerfa t.d. grasbeitar og kjarnfóðurgjafar. Í þessu verkefni var hins vegar verið að sýna fram á áhrif beitar á „kryddjurtir“ á lyktarþætti í kjötinu, sem er mjög merkileg niðurstaða. Það má því með góðum vísindalegum rökum halda því fram að hvannakjötið sé sérstakt. Því er búið að staðfesta sérstöðuna við hvannakjötið og hægt að nota hana í sölu og markaðsstarfi. Vísindin eru kannski löng en nauðsynleg leið að settu marki. Matreiðslumenn sem prófuðu kjötið komust að sömu niðurstöðu. Sverrir Halldórsson matreiðslumeistari segir eftir að hann bragðaði á hvannakjöti á Sauðamesu í Borgarnesi í haust:

„ uppgötvaðist að þetta þekkta bragð af íslensku lambakjöti var nánast horfið“.

Kjötið var notað úrslitakeppni um Matreiðslumann ársins sem haldin var í Október í Hótel og Matvælskólanum í Kópavogi. Sjö af fremstu matreiðslumeisturum landsins voru dómamar. Meðal umsagna þeirra eru:

„Sjónrænt var kjötið frekar ljóst og minnti mig helst á mjólkurkálfi ef ég ætti að líkja því við eitthvað annað kjöt.Áferðin var fínleg að sjá.Bragðið var í samræmi við ásjónu kjötsins, milt og ákaflaga fínlegt bragð, mun mildara en það lambakjöt sem ég hef smakkað“.

Og lokaorðin eru þeirra:

„Verður að segja að þessi tilraun með beitingu lamba á hvönn er kærkominn nýjung í matarflóru okkar Íslendinga og gæti verið fyrsta skrefið í að innan 5 – 10 ára væri möguleiki á að í boði væri, hvannalamb, heiðarlamb, fjörulamb, krækilamb og jafnvel fleiri útgáfur sem allar tilheyrðu staðbundu hráefni beint úr héraði“. (Sverrir Halldórsson, 2008).

## **Þakkarorð**

Verkefnið var styrkt af Framkvæmdanefnd búvörusamninga.

## **Heimildir**

Guðjón Þorkelsson, Sveinn Margeirsson og Guðmundur H. Gunnarsson, 2008. Sérstaða íslensks lambakjöts.

*Fræðaging landbúnaðarins* 2008. Bls.507-510. ISSN 1670-7230

Guðmundur H.Gunnarsson, Þóra Valsdóttir og Brynhildur Pálsdóttir, 2008, Tækifæri í þróun og hönnun matvara í tengslum við ferðamennsku. *Fræðaging landbúnaðarins* 2008. Bls.552-556. ISSN 1670-7230

Óli Þór Hilmarsson, 2008, Sérstakt lambakjöt. Frá hugmynd að veruleika. *Fræðaging landbúnaðarins* 2008.

Bls.511-514. ISSN 1670-7230

Sebastián, I., Viallon-Fernandez, C., Berge, P., and Berdagué, J. L.,2003. Analysis of the volatile fraction of lamb fat tissue: influence of the type of feeding. *Sciences des Aliments*, 23: 497-511.

Sverrir Halldórsson,2008. Greinargerð um hvannalömb ræktuð af ábúendum í Ytri Fagradal í Skarðströnd.

Vasta V og Priolo A, 2005. Ruminant fat volatiles as affected by diet. A review. *Meat Science*, 73,2,218-228.

## 7.2. Texti erindis á alþjólegri kjötrannsóknaráðstefnu í Kaupmannahöfn í ágúst 2009

# The influence of grazing time on *Angelica archangelica* on volatile compounds and sensory quality of meat from pasture lambs

G. Thorkelsson, R. Jonsdottir, O.T.Hilmarsson, A. Olafsdottir and E.Martinsdottir

**Abstract**—The influence of finishing traditional grazing lambs on fields of *Angelica archangelica* on volatile compounds, fatty acids and odour and flavour of cooked meat was studied. 18 lambs were divided into 3 equal groups. One grazing on traditional grassland pasture, one grazing for 3 weeks and one grazing for 6 weeks on *Angelica* pasture. The lambs were slaughtered at the age of 120-140 days. Quantitative Descriptive Analysis (QDA) was used to describe the sensory attributes of cooked loins with subcutaneous fat. Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and gas chromatography olfactometry (GC-O) were used to identify volatile compounds and describe their odours. Fatty acids were analyzed by gas chromatography (GC). Analysis of variance was used to study the influence of treatments on sensory attributes. Relationship between sensory attributes, volatiles and fatty acids was studied using principal component analysis (PCA) and Partial Least Square Regression (PLSR).

Most part of the variation in sensory data (95.4%) was explained by the grazing or not grazing on *Angelica*. Meat of lambs that grazed on *Angelica* had spicy odour and flavour that correlated with high amount of  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -phellandrene and octanal and C18:1 and C18:2 fatty acids while the meat of the control lambs that continued to graze on pasture had lamb meat and wooly odours and generally stronger odour and taste that correlated with high amounts of 2-butanone, 3-methyl-3-buten-1-ol and 3-hydroxy-2-butanone together with saturated fatty acids. Only small part of the variation (4.6%) was explained by how long the lambs grazed on *Angelica*. The results indicate that specific terpenoids, e.g.  $\beta$ -phellandrene and  $\alpha$ -pinene can be used as indicators of *Angelica* pasture.

The results strongly indicate that grazing traditional grass pasture lambs on *Angelica* fields changes the flavour of the meat. The study confirms that the *Angelica* meat is unique and this can be used in the marketing of the meat.

G.Thorkelsson is with Matis ohf,Icelandic Food Research and University of Iceland, Skulagata 4, 101, Reykjavik, Iceland, ( phone: 3548585044; fax: 354 4225003; e-mail: gudjon.thorkelsson@matis.is).

R.Jonsdottir is with Matis ohf,Icelandic Food Research, Skulagata 4, 101, Reykjavik, Iceland, (e-mail: rosa.jonsdottir@matis.is).

O.T. Hilmarsson is with Matis ohf,Icelandic Food Research, Skulagata 4, 101, Reykjavik, Iceland, (e-mail: oli.thor.hilmarsson@matis.is).

A. Olafsdottir is with Matis ohf, Icelandic Food Research, Skulagata 4, 101, Reykjavik, Iceland, (e-mail: adalheidur.olafsdottir@matis.is).

E. Martinsdottir is with Matis ohf,Icelandic Food Research and University of Iceland, Skulagata 4, 101, Reykjavik, Iceland, (e-mail: e.martinsdottir@matis.is).

*Index Terms*- Lamb, *Angelica archangelica*, volatiles, flavour

## INTRODUCTION

Analysis of volatile compounds by GC-MS has been used in many studies to differentiate between diets of lamb and to authenticate the meat (1). Meat from grass pasture lambs has compounds like long-chain alkanes, C7 aldehydes and 2,3-octanedione while meat of concentrate fed lambs has more of short-branched and non-branched acids and methyl ketones (2-3). 2,3-Octanedione and 3-methylindole (skatole) are indicators of pasture diets. Sheep meat odour/ flavour are linked to the branch chain fatty acids, and are probably intensified by 3-methylindole and alkyl phenols (3). 3-Methylindole is stable while 2,3-octanedione is reduced if lambs are finished on concentrates (4).

Little has been documented about the effects of finishing lambs on pastures with cultivated “spicy” herbs. Trials have started in Iceland of grazing lambs on cultivated fields *Angelica archangelica* in order to produce meat with distinct flavour (Figure 1).



Figure 1. Sheep in a *Angelica archangelica* pasture

## Sensory analysis

The loins were thawed overnight in a refrigerator at 4°C and put into steak bags and cooked to a core temperature of 64°C.

After cooking they were placed for 5-10 minutes on a table before being cut into 2 cm slices that were presented to a trained panel of 10 people. Quantitative Descriptive Analysis (QDA) was used to describe the samples. An unstructured scale (left end = 0%, increasing intensity to the right end = 100%) was used with a defined sensory attribute vocabulary, describing odour and taste. The vocabulary for the products was developed and tested for comparable products in 3 training sessions. 14 odour and taste attributes were selected.

### Analysis of volatile compounds

Volatile compounds were collected from pooled sample of loins with fat by a purge-and-trap sampling prior to gas chromatography mass spectrometry (GC-MS) or solid phase micro extraction (SPME) prior to gas chromatography olfactometry (GC-O). GC-MS and GC-O analysis were done as described in Jónsdóttir and others (9).

### Fatty acid analysis

Fatty acid analysis was done according the GC official methods AOAC 996.06 and AOCS Ce 1f-96

### Statistical analysis

The program Fizz was used in planning, executing and analyzing the data of sensory analysis. Analysis of variance (GLM - General Linear Model and Duncan's test were carried out in NCSS 2000 (NCSS, Kaysville, Utah, USA) to study the differences between treatments in the amounts of volatile components. The relationship between treatments, volatiles, fatty acids and sensory attributes was studied using Principal Components Analysis (PCA), Partial Least Square Regression (PLSR) i UnScrambler 9.5 (CAMO AS, Trondheim, Norway).

## Results and discussion

### Sensory analysis

The results of the sensory analysis are in Table 1. The greatest differences were found in odour attributes. There were more spicy odour and less woolly and fatty odour of the meat of the lambs grazing on angelica than of the meat of lambs grazing on traditional pasture. Meat of lambs grazing for 6 weeks on angelica fields had the least lamb meat odour and off odour, but the difference between the control and meat of lambs grazing for 3 weeks on angelica was small. But the difference in odour between the 3 weeks and 6 weeks group was on the whole rather small.

*Angelica archangelica* spp. *Archangelica* belongs to the umbelliferous family *Apiaceae* and has a strong aromatic odour. The main volatile components of *A. archangelica* are monoterpene hydrocarbons such as  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -phellandrene,  $\delta$ -3-carene, *p*-cymene, 8.4% limonene and sabinene (5-7). They have been characterized sensorically as green, terpenic, fresh, celeriac, and sweet (5).

*Angelica archangelica* can be found all over Iceland. It is sensitive to sheep grazing and as grazing pressures are reduced and more farms become deserted, it expands rapidly into old hayfields and common rangelands. The use of angelica is still alive in Iceland, both as food, fodder and as herbal medicine (8).

The aim of this study was to determine the influence of finishing traditional grazing lambs on a field of *Angelica archangelica* on volatile compounds, fatty acids and odour and flavour of cooked meat.

## MATERIALS AND METHODS

18 lambs were in the experiment. They were divided into 3 equal groups.

- lambs grazing on traditional pasture
- lambs grazing for 3 weeks on Angelica pasture
- lambs grazing for 6 weeks on Angelica pasture



Figure 2. Sheep grazing on Angelica pasture

The lambs were all slaughtered the same day at the age of 120-140 days. The lamb carcasses were chilled down to 4°C for 24 hours and then cut into joints. The saddles were vacuum packed and aged for 5 days at 4°C. The saddles were deboned and loins with subcutaneous fat vacuum packed and frozen and kept at -24°C.



## CONCLUSION

The results strongly indicate that grazing traditional grass pasture lambs on angelica fields changes the flavour of the meat. Both meat of lambs that grazed 3 or 6 weeks on angelica was different from meat of lambs grazing on pasture. The time of grazing on angelica had some influence. It decreased lamb meat odour. The analysis of volatile compounds confirms the difference between the angelica lambs and the pasture lambs. This method is normally used to differentiate between main diets like pasture versus concentrate. In this study it was however used to confirm that grazing on „spicy“ plants for few weeks before slaughter can change the flavour of the meat and in fact produce different kind of lamb meat. The study confirms that the angelica meat is unique and this can be used in the marketing the meat as a local product.

Science can sometimes be useful in confirming what consumers already know. Chefs who tried and tasted the Angelica meat in a „chef of the year“ competition commented that the „the famous flavour in Icelandic lamb meat had almost disappeared“ and that the meat had a lighter colour and milder taste. They also welcomed the meat as an addition to the Icelandic cuisine and forecasted that within 5-10 years we would also have even more version of lamb meat with defined flavour of distinct grazing areas like „high mountain“, „berry“, and „seashore“.

## ACKNOWLEDGEMENT

The farmers Halla Steinólfsdóttir and Guðmundur Gíslason of Ytri Fagridalur, Skardstrond are thanked for providing the

sheep and pastures for this trial. Sigridur Johannesdóttir of Bunadarsamband Vesturlands is thanked for arranging the Angelica lamb meat project. The Sheep Farmers Association of Iceland supported the project financially.

## REFERENCES

- [1] Vasta V and Priolo A (2006). Ruminant fat volatiles as affected by diet. A review. *Meat Science*, 73 (2),218-228
  - [2] [Sebastian I](#), [Viallon-Fernandez C](#), [Berge P](#), [Berdague JL](#) (2003). Analysis of the volatile fraction of lamb fat tissue: influence of the type of feeding. *Sciences Des Aliments*, 23 (4), 497-511.
  - [3] [Young OA](#), [Berdague JL](#), [Viallon C](#), [RoussetAkrim S](#), [Theriez M](#) (1997 ). Fat-borne volatiles and sheepmeat odour.*Meat Science*, 45 (2),183-200.
  - [4] [Priolo A](#), [Cornu A](#), [Prache S](#), [Krogmann M](#), [Kondjoyan N](#), [Micol D](#), [Berdague JL](#) ( 2004 ). Fat volatiles tracers of grass feeding in sheep. *Meat Science*, 66 (2), 475-481
  - [5] Kerrola K , Galambosi B and Kallio H (1994). Charactization of volatile composition and odour of Angelica (*Angelica-Archangelica* subsp *Arcangelicar L*) root. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42 (9), 1979-1988
  - [6] [Nivinskiene O](#), [Butkiene R](#), [Mockute D](#) (2005). The chemical composition of the essential oil of *Angelica Archangelica L.* roots growing wild in Lithuania. *Journal of Essential Oil Research*,17, (4), 373-377
  - [7] Wedge D E, Klun J A, Tabanca N, Demirci B, Ozek T, Baser K H C, Liu H Z, Zang S, Cantrell C L and Zhang J. (2009). Bioactivity-Guided Fractionation and GC/MS Fingerprinting of *Angelica sinensis* and *Angelica archangelica* Root Components for Antifungal and Mosquito Deterrent Activity. *J. Agric. Food Chem.*, 2009, 57 (2), 464–470
  - [8] Helgadóttir A and Steingrimsdóttir L.(2008). *Angelica* in the cultural and nutritional history of Iceland. Nordic Seminar on the Cultural Heritage of Plant Genetic Resources. 17th-18th November 2008. Hillerød, Denmark
- Rósa Jónsdóttir, Guðrún Ólafsdóttir, Erik Chanie, John-Erik Haugen. 2008. Volatile Compounds Suitable for Rapid Detection as Quality

## 7.3. Vegspjöld á Fræðapingi landbúnaðarins í febrúar 2009

- Vinnsla og vörubrúun
- Matvælaöryggi
- Líftækni





# Kryddlegin lömb á fæti



### Skynmat og höfuðþáttagreining

Langmestur breytileiki (95,4%) er útskýrður af því hvort lömbum var beitt á hvörn eða ekki. Kjöt af hvannalömbum (3 vikna- og 6 vikna) einkennist af kryddlykt og kryddbragði en kjöt af viðmiðunarlömbum af ullarlykt, fitulykt af fitu og lambakjötsbragði.

### Er annað bragð af kjöti hvannalamba en kjöti lamba á venjulegum úthaga?

Hvannabeit hefur áhrif á bragðgæði lambakjöts að því er fram kemur í rannsóknum Matis.

Hve langan beitartíma tekur að mynda þetta bragð? Samkvæmt mati sérþjáfaðs hóps á Matis reyndust hvannalömbin hafa meiri kryddlykt og kryddbragð, en lömb í hefðbundnu beitarlandi höfðu meira lambakjötsbragð.

Skynmatshópurinn greindi breytingar á bragði eftir 3 vikna beit, en mun meiri eftir 6 vikna beit.

Almennt má segja að viðmiðunarkjötið sé lyktar- og bragðmeira en hvannakjötið sem einkennist af kryddlykt og kryddbragði.

Mælingar á rokgjörnum efnum staðfesta muninn á venjulegu lambakjöti og hvannakjöti og sýna fram á áhrif beitar á lyktarþætti kjötsins.

Matis ehf. · Borgartúni 21 · 105 Reykjavík · Sími 422 50 00 · Fax 422 50 01 · [matis@matís.is](mailto:matis@matís.is) · [www.matís.is](http://www.matís.is)



