

Verkefnaskýrsla

07 - 02



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

MARS 2002

ÁHRIF PÖKKUNAR MEÐ CAPTECH
(CONTROLLED ATMOSPHERE
PACKAGING TECHNOLOGY) Á
GEYMSLUÞOL LAMBAKJÖTS

Guðjón Þorkelsson
Gústaf Helgi Hjálmarsson



<i>Titill / Title</i>	<i>Áhrif þökkunar með CAPTECH (Controlled Atmosphere Packaging Technology) á geymsluþol lambakjöts</i>		
<i>Höfundar / Authors</i>	<i>Guðjón Þorkelsson og Gústaf Helgi Hjálmarsson</i>		
<i>Skýrsla Rf / IFL report</i>	07 - 02	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Mars 2002
<i>Verknr. / project no.</i>	1488		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	<i>Framkvæmdanefnd búvörusamninga</i>		
<i>Ágrip á íslensku:</i>	<p>Markmið tilraunarinnar var að meta geymsluþol lambakjöts sem pakkað var með CAPTECH (Controlled Atmosphere Packaging Technology) aðferðinni. Sólarhringsgamlir lambaskrokkar voru hlutaðir í framstykki, hrygg og læri sem síðan var pakkað saman. Stykkjunum var hverju um sig vafið í rakadrægan klút áður en þeim var raðað saman í poka. Fyrir lokun var pokinn loftæmdur og síðan fylltur með CO₂ í hlutföllunum 1:1,6 (kjöt:CO₂). Eftir lokun var kössunum komið fyrir í geymslu við -0,9°C. Til samanburðar var lambakjöti, sem fékk að öðru leit sömu meðferð, pakkað á hefðbundin hátt í loftdregna poka. Tæknin virkaði á réttan hátt. Kolsýran tafði överuvöxt þannig að geymsluþol framstykjanna var meira en 8 vikur en minna en 10 vikur. Geymsluþol hryggjanna var 12-16 vikur og geymsluþol læranna a.m.k. 16 vikur.</p> <p>Securefresh vélin virkaði á réttan hátt og kolsýran frá Ísaga var hrein eins og mælingar á súrefnisleifum sýndu. Þá dugði að nota loftþétta EVOH-plastpoka. Ekkert súrefni barst í gegnum umbúðirnar og það litla súrefni sem var í þeim í upphafi eyddist. Sjónmat á lit staðfesti þetta. Kjötið roðnaði eftir að umbúðir voru opnaðar.</p> <p>Kjötið í loftskiptu umbúðunum geymdist lengur en 4 vikur en skemur en 8 vikur og það roðnaði á samskonar hátt og kjöt pakkað með 100% CO₂ þegar pokarnir voru opnaðir.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Lambakjöt, CAPTECH, íslenskar aðstæður</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>This report is about the introduction of the CAPTECH-technology for packaging and storing lamb in Iceland. One day old carcasses were cut into legs, saddle, square cut shoulders, flanks and shanks. Each cut was individually wrapped in moisture absorbing cloth before packing, placing the equivalent of one carcass in a multilayer plastic bag with a high gas barrier. The bags were then placed in corrugated carton boxes. The bags were vacuumized and filled with 100% CO₂ and sealed in a Securefresh 10 machine. The meat was kept at -0,9°C for up to 16 weeks. Vacuum packed cuts were used for comparison. The CAPTECH-technology was successful. The CO₂ slowed down the microbial growth so that the legs had a shelf life of 16 weeks, the saddles 12 to 16 weeks and the square cut shoulders 8 to 10 weeks. The machine worked as planned. The gas supply was pure enough and the residue of oxygen was less than 500 ppm. The barrier and sealing of the plastic bag was sufficient. The colour bloomed and the meat got a good red colour 30 to 40 minutes after the bags were opened. The vacuum packed meat was kept for more than 4 weeks but less than 8 weeks the bloom effects were similar when the bags were opened.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>Lamb meat, CAPTECH, Icelandic conditions</i>		

EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT	1
ÁGRIP	2
INNGANGUR	3
EFNI OG AÐFERÐIR	7
HRÁEFNI OG PÖKKUN	7
UMBÚÐIR	8
RAKADRÆGIR KLÚTAR.....	8
LOFTÞÉTTUR POKI	8
YTRI POKI	9
PAPPAKASSI	9
SÝNATAKA OG MÆLINGAR	9
SÝNATAKA.....	9
MÆLINGAR	10
Örverur	10
pH.....	11
Litur.....	11
Rýrnun.....	12
Súrefni %.....	12
Hitastig.....	12
NIÐURSTÖÐUR	13
ÖRVERUR.....	13
SÝRUSTIG (pH)	15
LITUR.....	16
RÝRNUN.....	19
SÚREFNISLEIFAR	20
HITASTIG	20
UMRÆÐUR OG ÁLYKTANIR	21
HEIMILDIR	24

ÁGRIP

Markmið tilraunarinnar var að kynnast og afla reynslu um CAPTECH-pökkun á dillkajöti ásamt því að framkvæma geymsluþolstilraun á fersku lambkajöti. Tilgangurinn var að yfirfæra þessa tækni til Íslands svo unnt verði að flytja kælt dillkajöt sjóleiðis til kaupenda án þess að litur þess spillist og örverur skemmi það. Með því móti mætti lækka flutningskostnað umtalsvert.

Tilraunin var framkvæmd í sláturhúsi Norðlenska matbúrans ehf. á Húsavík. Hún skiptist í þrjá hluta. Dagana 9.-12. september 2001 var pökkunarvélin sett upp og prufukeyrð, eiginlegri tilraun var frestað því innri og ytri umbúðir höfðu ekki borist til Húsavíkur í tæka tíð. Dagana 23.-24. október 2001 var byrjað á geymsluþolstilrauninni. Þann 7. janúar 2002 var tilraunapökkun fyrir kaupendur í Bandaríkjunum framkvæmd.

CAPTECH-tæknin byggir á eftirfarandi atriðum :

- að kjötið sé hreint og vel verkað.
- að stykkjunun sé vafið í rakadræga pappírsklúta til að forðast upplitun og hægja á örveruvexti
- að umbúðirnar séu nógu þéttar til að halda kolsýrunni inni og súrefni andrúmsloftsins úti.
- að notuð sé hrein kolsýra fyrir matvælaeiðnað (undir 20 ppm)
- að leifar súrefnis séu undir 500 ppm
- að Securefresh-vélin virki á réttan hátt
- að pakkað kjöt sé geymt við 0°C til -1,5°C stöðugan hita.

Til samanburðar var kjöti einnig pakkað á hefðbundinn hátt í loftdregnar umbúðir.

Tæknin virkaði á réttan hátt. Kolsýran tafði överuvöxt þannig að geymsluþol framstykkjanna var meira en 8 vikur en minna en 10 vikur. Geymsluþol hryggjanna var 12-16 vikur og geymsluþol læranna a.m.k. 16 vikur.

Securefresh vélin virkaði á réttan hátt og kolsýran frá Ísaga var hrein eins og mælingar á súrefnisleifum sýndu. Þá dugði að nota EVOH-plastpokana. Mælingar á leifum súrefnis sýndu að ekkert súrefni barst í gegnum umbúðirnar og það litla súrefni sem var í þeim í upphafi eyddist. Sjónmat á lit staðfesti þetta. Kjötið roðnaði eftir að umbúðir voru opnaðar. Kjötið í loftskiptu umbúðunum geymdist lengur en 4 vikur en

skemur en 8 vikur og það roðnaði á sama hátt og kjöt pakkað með 100 CO₂, þegar pokarnir voru opnaðir.

INNGANGUR

Á Íslandi hefur útflutningur á dillkajöti verið stundaður í mörg ár, aðallega á frystum afurðum. Eftirspurn eftir fersku kjöti hefur farið vaxandi, bæði í Bandaríkjunum og í Evrópu. Mun herra verð fæst fyrir kælt kjöt heldur en frosið kjöt á útflutningsmörkuðum. Mjög mikilvægt er að geta orðið við þessari kröfu kaupenda þegar útflutningsskyldan er 20-30% af framleiðslunni. Fram til þessa hefur aukinn flutningskostnaður gleypt umtalsverðan hluta hækkunarinnar. Takmörkuð afkastageta hefur valdið því að ekki hefur verið hægt að flytja út kælt kjöt í verulegu magni. Gera má ráð fyrir verulegri lækkun flutningskostnaðar ef kjötið verður flutt með skipum í stað flugvéla eins og gert er í dag. Ýmis tæknileg vandamál eru einnig tengd flutningum með flugi, svo sem mikil meðhöndlun og hnjask, takmarkað og óstöðugt framboð á flutningsplássi. Þá er einnig erfitt að stjórna hitastigi á meðan á lestun, flutningi og losun stendur. Ástæðan fyrir loftflutningunum hefur verið stutt geymsluþol ferskra kjötafurða sem hefur kallað á stuttan flutningstíma (Arninbjörn Þórarinsson 2000).

Örveruvöxtur, ásamt myndun óæskilegra efnasambanda sem hafa neikvæð áhrif á lykt og bragð, eru þeir meginþættir sem ákvarða geymsluþol ferskra kjötvara (Kainty 1989). Til að lágmarka hættuna á ótímabærum skemmdarferlum er nauðsynlegt að viðhafðir séu góðir framleiðsluhættir á öllum stigum framleiðslunnar. Mengun kjötskrokka af völdum örvera fer eftir því hvernig staðið hefur verið að framleiðslu, slátrun og vinnslu. Ástand dýranna við slátrun, dreifing örvera við slátrun og vinnslu svo og hitastýring við geymslu og dreifingu eru þar lykilatriði.

Mikið er af nátturulegum örverum utan á húsdýrum sem og í meltingarvegi þeirra. Nokkrar þeirra geta verið hættulegar heilsu manna þó svo að þær hafi engin áhrif á sjálf dýrin. Aðrar örverur koma svo úr umhverfi framleiðslunnar. Sumar þola vel kulda og geta því skemmt kjöt við geymslu í kæli. Í fersku kjöti eru kjöraðstæður fyrir skemmdarörverur en flestar sjúkdómsvaldandi örverur geta lifað en ekki fjölgað sér við þann hita sem notaður er í kæligeymslum.

Aðstæður við flutning og í rétt sláturhúsa hafa áhrif á hreinlæti dýranna. Slæmar aðstæður valda streitu sem getur leitt til meiri örverumengunar vegna skitu.

Mikilvægt er að eingöngu sé slátrað tiltölulega hreinum og þurrum dýrum. Erfitt er að fá hreint kjöt af skítugum dýrum inn á vinnslulínur sláturhúsa.

Aðrar örverur geta komið úr meltingarvegi, öndunarferum, þvagi og mjólk. Mikil örverumengun verður ef skorið er á innfyli við innanúrtöku. Önnur snerting verður með hnífum, höndum og hlífðarfatnaði starfsmanna, vinnslutækjum, þ.m.t. sögum, úrbeiningarborðum, færiböndum og því vatni sem notað er til að þvo skrokka, hendur og tæki. Loftmengun í formi úða og agna verður einnig í sláturhúsinu. Allir þessir þættir geta borið örverur og mengað skrokkana.

Nær öll örverumengunin er utan á skrokkunum. Aðalatriðið varðandi hreinlæti er því að halda niðri yfirborðsmengun á öllum stigum framleiðslunnar.

Með góðri kælingu strax eftir slátrun myndast aðstæður sem draga úr vexti annarra en kuldakærra örvera. Kuldakærar örverur geta þó vaxið allt niður í -5°C (Adams og Moss 1997) en lægsta hitastig við kælingu á kjöti án þess að frysta það er $-1,5^{\circ}\text{C}$ (Borch og fleiri 1996).

Sýrustig er annar mikilvægur þáttur en pH lægra en 5,8 við loftfirrtar aðstæður dregur verulega úr vexti örvera í kjöti.

Aðferðum við þökkun á fersku kjöti má skipta í þrennt eftir loftinu umhverfis kjötið, þ.e. loft, lofttæmi (*vacuum*) og loftskipti (*modified atmosphere, MA, controlled atmosphere, CAP*). Í loftskiptum umbúðum er mismunandi hlutfall súrefnis, O_2 , kolsýru, CO_2 og í sumum tilfellum köfnunarefnis, N_2 . Hægt er að lengja geymsluþol kjötvara töluvert með þökkun með CO_2 en vöxtur örvera er meira og minna hindraður við slíkar aðstæður. Hægt er að auka áhrifin með lækkun á hitastigi því við það eykst leysanleiki kolsýrunnar. Kolsýran velur strax út mjólkursýrubakteríur en vöxtur þeirra er verulega skertur og kemur í reynd ekki fram fyrr en eftir nokkrar vikur miðað við geymslu við kjöraðstæður (Borch og fleiri 1996). Kjöt í loftskiptum umbúðum getur því haft lengra geymsluþol en kjöt í loftdregnum umbúðum. Kjörgeymsluaðstæður fyrir ferskt kjöt hafa verið skilgreindar við 100% CO_2 í hlutfallinu 1:1,6 (kjöt:gas) við $-1,5^{\circ}\text{C}$ (Borch og fleiri 1996; Tewari og fleiri 1998; Jeyamkondan og fleiri 2000).

Nýsjálendingar hafa flutt út ferskt kjöt til Evrópu í loftskiptum umbúðum í meira en 15 ár. Í fyrstu var magnið lítið en það hefur síðan aukist jafnt og þétt. Sérstakar vélar, svokallaðar “snorkle”- vélar voru þróaðar til þökkunar með loftskiptum í stórum pokum, t.d. CVP og Corrvac. Helstu vandamálin sem orðið hafa er að kjötið hefur stundum orðið brúnt eða grátt vegna of mikilla leifa af súrefni í pokunum (Gill 1996). Árið 1987 gerðu Rannsóknastofnun landbúnaðarins, ásamt

umboðsaðila Corrvac pökkunarvéla (Valdimar Gíslason ehf), tilraun með gaspökkun á lambakjöti með slíkri vél og gekk það nokkuð vel (Guðjón Þorkelsson, 1987). Nýsjálendingar héldu áfram að þróa pökkunarkerfi til að uppfylla kröfur markaðarins. Leiðandi rannsóknarfyrirtæki, (MIRINZ), pökkunarfyrirtæki og stærsti útflytjandi lambakjöts á Nýja Sjálandi þróuðu kerfi fyrir lambakjöt sem kallast CAPTECH (Controlled Atmosphere Packaging Technology). Fyrirtækið sem nú framleiðir þessar vélar heitir Securefresh Pacific Ltd. en um helmingur útflytjenda fersks lambakjöts á Nýja Sjálandi notar þær.

Veturinn 1999-2000 vann Arinbjörn Þórarinnsson, undir leiðsögn Guðjóns Þorkelssonar, að lokaverkefni við Háskólann á Akureyri fyrir Kjötumboðið þar sem aflað var upplýsinga um CAPTECH-tæknina og hún tekin út. Jafnframt því var gerð tilraun með pökkun með Corrvac- “snorkle” vél.

Þegar „snorkle“ vél er notuð er loft dregið úr pokanum og kolsýru síðan dælt inn í hann. Vandamál skapast við þessa gerð véla þegar pakkað er vörum sem eru óreglulegar í laginu eða þegar nokkrum einingum er pakkað saman, því pokinn fellur alveg saman. Ef það gerist t.d. ofarlega í pokanum lokar það fyrir loftstreymi neðar úr honum. Auk þess strekkist mikið á honum, en við það eykst álagið mikið, sem getur leitt til þess að pokinn rifnar ásamt því sem eiginleikar hans til að hindra flæði lofttegunda minnkar stórlega. Tilraunin með Corrvac- vélin staðfesti að mislitun kjöts er vandamál þegar þessar vélar eru notaðar. Litarefni í kjöti, myoglobin, afoxast í metmyoglobin ef súrefni af ákveðnum styrk verður eftir í pakkningum og kjöt fær þá brúnan lit. Því var mikilvægt að vélin, sem notuð yrði við tilraunina, gæti útilokað nær allt súrefni innan pakkningar. En tilraunin leiddi í ljós að svo var ekki og því var ekki skynsamlegt að nota slíka vél, skoða þyrfti aðra kosti. Því var lagt til að prófa Securefresh-vél sem notaðar hafa verið til pökkunar á kjöti til útflutnings frá Nýja-Sjálandi til Evrópu og Bandaríkjanna með góðum árangri. Vegna mikils kostnaðar, tendum kaupum á Securefresh-vél, var framkvæmt arðsemismat til að kanna hvort grundvöllur væri fyrir kaupum á slíkri vél. Í ljós kom að aukna sölu og fjárstuðning þyrfti til að ráðast í slík kaup.

Securefresh vélnar hafa tvo mikilvæga tækieiginleika umfram aðrar vélar, þ.e. „snorkle“ og „chambers“. Það gerir það að verkum að þrýstingur innan og utan pokans helst svipaður, pokinn fellur því ekki saman og því er hægt að draga loftið úr honum að miklum krafti (1 torr) með loftþípunum og sprauta síðan lofttegundum inn í

pokann. Með þessari tækni er hægt að ná súrefnismagni innan pokans niður fyrir 500 ppm eða 0,05%.

Í framhaldi af verkefni Arinbjarnar keyptu Landsamtök sauðfjárbænda SecureFresh 10 (Securefresh Pacific Ltd. Auckland, Nýja Sjáland), til pökkunar á dilkakjöti í loftskiptar umbúðir til útflutnings. Norðlenska ehf. ákvað að gera tilraun með þessari tækni síðastliðið haust. Framkvæmdanefnd búvörusamninga styrkti bæði kaupin á vélinni og pökkunartilraunina.

Markmið tilraunarinnar var að kynnast og prófa CAPTECH-pökkun á dilkakjöti og gera geymslupólstilraun á fersku lambakjöti og einnig að senda pakkað kjöt til kaupenda í Bandaríkjunum til umsagnar.

EFNI OG AÐFERÐIR

Tilraunin var gerð í sláturhúsi Norðlenska matbúrans ehf á Húsavík ogskiptist hún í þrjá hluta. Dagana 9.-12. september 2001 var vélinn sett upp og prufukeyrð, en eiginlegri tilraun var frestað því innri og ytri umbúðir höfðu ekki borist til Húsavíkur í tæka tíð. Dagana 23.-24. október sama ár var byrjað á geymsluþolstilrauninni. Þann 7. janúar 2002 var síðan tilraunapökkun fyrir kaupendur í Bandaríkjunum.

HRÁEFNI OG PÖKKUN

Þrjátíu 12 til 15 kg lambaskrokkum úr slátrun þ. 23. október var pakkað sólarhringi eftir slátrun. Til að kanna hreinleika þeirra var hitastig mælt og örverusýni tekin tilviljunarkennt úr tíu skrokkum fyrir stykkjun. Skrokkarnir voru stykkjaðir í læri, framstykki, framskanka og hryggi. Hækill var sagaður af og mjaðmabein skorin úr lærunum.

Ígildi eins skrokks fór í hvern poka og kassa, þ.e. tvö læri, hryggur og tvö framstykki. Hvert stykki var vafið í rakadrægan pappírsklút, (Fabri-cell international), áður en því var komið fyrir í plastpoka.



1. mynd - Frágangur á stykkjuðu dillkajöti til pökkunar í loftskiptar umbúðir

Pökkun var framkvæmd í Securefresh 10 pökkunavél og var kjötinu pakkað í 100 % “food grade” kolsýru frá Ísaga hf. (við mælingu við uppsetningu á vél reyndust leifar af súrefni í kolsýrunni vera undir 20 ppm.). Milli 10 til 12 kg af kjöti var pakkað í hvern poka og á móti því fóru u.þ.b. 16 lítrar af kolsýru. Kössunum var síðan raðað á bretti í kæli. Þar þurftu þeir að vera í 1-2 daga á meðan kolsýran var að leysast upp í kjötinu og þó að síga saman svo hægt væri að loka kössunum og stafla á bretti fyrir geymslu í kæligámi (Eimskip hf) sem stilltur var á $-1,5^{\circ}\text{C}$.



2. mynd - Pökkun á stykkjuðu dilkakjöti í loftskiptar umbúðir.

UMBÚÐIR.

Rakadrægir klútar.

Rakadrægir PE-klútar, 500x500 og 500 x 750 mm, voru notaðir til að safna í sig kjötsafa og sem beinhlífar. Hlutverk þeirra var einnig að koma í veg fyrir myndun bleikra blettna á yfirborðsfitu og til að hindra að safinn myndi liggja á yfirborði stykkjanna, sem gerir vöxt örvera erfiðari vegna lækkunar á vatnsvirkni.

Loftþéttur poki.

Marglaga plastpoki, 570x800x125, var notaður. Hann var með :

- EVOH lagi til að hindra innstreymi súrefnis og útstreymi kolsýru
- Nyloni til að koma í veg fyrir að beinin gerðu holur á pokann
- ULDPE og límlagi til að mynda þéttan og sterkan saum við lokun pokans

Gegndræpið var :

OTR	cc/m ² /24hr/atm	<3
	200C, 75%RH	
MVTR	GM/M ² /24HR, 380C, 90%RH	<6

Ytri poki.

Loftskipti pokinn var settur í venjulegan plastpoka sem virkar eins og „þurr smurning“ á milli hans og pappakassans. Reynslan sýnir að þetta er besta leiðin til að halda holumyndun í lágmarki við land- og sjóflutninga.

Pappakassi.

Pappakassi úr einföldum bylgjupappa, 540x400x130 mm, var notaður. Lokið var einfalt en botninn þannig gerður að brotið var yfir langendana svo þeir urðu þriggja laga, sem gerði þá mun sterkari en ef um einfaldan botn hefði verið að ræða.

SÝNATAKA OG MÆLINGAR

Sýnataka

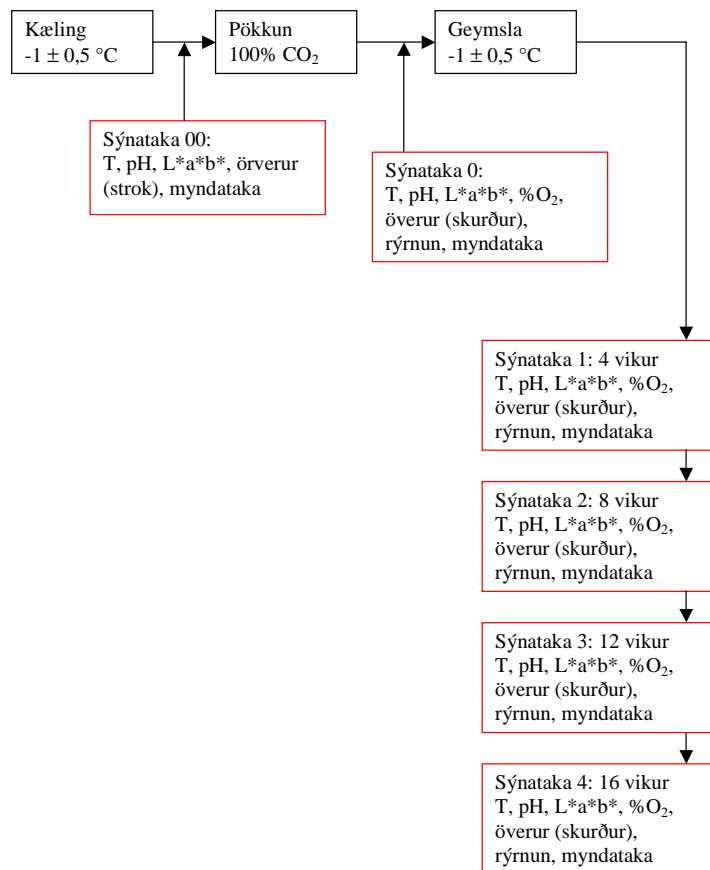
Sýnin voru tekin á fjögurra vikna fresti og flutt kæld til Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins, (Rf), til mælinga (flutningsaðili Landflutningar).

Í 1. töflu og 3. mynd sést uppsetning tilraunar og mælingar.

1. tafla - Listi yfir sýnatöku og mælingar

Vikur frá pökkun	Skrokkur ¹
Ferskt sýni fyrir pökkun: Örverur, hiti, litur, sýrustig	
0	2*
4	2
8	2
12	2
16	2
Samtals pakkar	12

¹ Í hvern kassa var pakkað heilum skrokk: frampart án skanka, læri án hækils og mjaðmabeins og hrygg. Tvísýni voru tekin við hverja sýnatöku.



3. mynd - Tilraunauppsetning fyrir geymsluþolstilraun á lambkjöti pakkað í loftskiptar umbúðir. T = hitastig, $L^*a^*b^*$ = litmælingar, $\%O_2$ = Súrefnisleyfar í umbúðum

Mælingar

Örverur

Sýni til að meta hreinlæti við slátrun og örverufræðilegt ástand lambaskrokkanna voru tekin eftir kælingu daginn eftir slátrun. Stroksýni voru tekin á hangandi skrokkum með penslun á $2 \times 50 \text{ cm}^2$ svæði við bringu og nára með dauðhreinsuðum bómull sem síðan var komið fyrir í dauðhreinsuðu sýnaglassi. Tekin voru sýni af 5 skrokkum sem voru valdir tilviljunarkennt úr sláturlotu. Heildargerlafjöldi við 30°C var ákvarðaður fyrir hvern cm^2 með áhellingaraðferð (APHA, 1992). Fjöldi kóli- og saurkóligerla var metinn samkvæmt aðferð APHA, 1992.

Núllpunktur var markaður með sýnatöku strax eftir pökkun. Sýni voru síðan tekin eftir 4, 8, 12 og 16 vikur. Við örverumælingar á sýnum var um það bil $4 \times 4 \text{ cm}$ flötur og 2-3 cm að dýpt skorinn úr kjötstykkinu með dauðhreinsuðum áhöldum. Heildarfjöldi kuldaháðra og kuldakærra baktería við 15°C af skálum með 20-200 kólóníum ásamt heildarfjölda mjólkursýrubaktería á (MRSS) agar var mældur í hverju

sýni samkvæmt lýsingu í International Journal of Food Microbiology, 5, (1987) bls. 230-232.

pH

Sýrustig var mælt með því að stinga elektróðu (pH/Pt 1000 combination electrode body: glass, 110 mm) beint inn í vöðva í gegnum fitufrítt yfirborð. Notaður var Portamess® 913 pH mælir (Knick Elektronische Meßgerate, Berlin, Þýskaland). pH var leiðrétt fyrir hitastigi á sjálfvirkann hátt.



4. mynd - Mælingar á sýrustigi (pH) í framstykki

Litur

Litur var mældur á yfirborði kjötsýnis strax eftir opnun og aftur eftir 40 mínútur til að meta súrefnisbindingu myoglobins. Litabreytingar voru mældar með Minolta Colorimeter CR-300 (Minolta, Osaka, Japan), samkvæmt L^* , a^* og b^* hnitakerfinu (CIELAB litakerfið). Rauður litur var túlkaður samkvæmt α -gildum, þar sem gildið hækkar eftir því sem rauði liturinn eykst. Mælingar á framstykki voru teknar á skurðsári við bóg, langa hryggvöðva aftan á hrygg hægra megin við hryggsúlu og á skurðsári innan á læri. Litur var í sumum tilfellum mældur í læri undir yfirborðsfitulagi. Fitulag var skorið af þannig að fitulaus vöðvinn kom í ljós og litmælt á hefðbundinn hátt. Alfa gildi fyrir rauðan lit var reiknað sem meðaltal út frá mælingum tveggja sýna með þremur endurtekningum. Einnig voru breytingar á CIE L^* (hvítt = 100, svart = 0) og b^* (+b = brúnir/gulir tónar, -b = bláir tónar) mældar á meðan á geymslutímanum stóð.



5. mynd - Mælingar á lit á bógvöðva.

Rýrnun

Rýrnun var skilgreind sem vökvatap í vöðva við geymslu (drip loss). Rakadrægir klútar, sem voru vafðir utan um stykkinn, voru af staðlaðri þyngd og stærð (40 g/klútur). Rýrnun var mæld samkvæmd eftirtalinni aðferð: (1) sameiginleg þyngd kjöts og rakadrægs klúts var vigtuð strax eftir opnun poka; (2) kjötið var þerrað með pappírþurrku og vökvalaust stykkið vigtað (“drip-free” þyngd); (3) vökva- og rakaleifar voru skilgreindar sem þyngdaraukning rakadræga klútsins miðað við upphafsþyngd hans.

Mismunur á þyngd rakaklúts eftir pökkun var dregin frá upphaflegri þyngd hans (fyrir pökkun). Mismunurinn var skilgreindur sem raka- og vökvatap úr kjötstykki. Hlutfall raka og þyngd kjötstykkis með raka var ákvarðað og túlkað sem rýrnun.

Súrefni %

Súrefnisleifar í poka eftir loftskipti og lokun voru mældar með Combi Check 9800-2 (PBI-Dansensor A/S, Ringsted, Danmörk). Áður en plastpokinn utan um kjötstykkinn var opnaður var nál stungið í gegnum gúmmíhring sem var límdu á pokann og inn í loftrými hans. Súrefnisstyrkur var lesin af eftir að jafnvægi komst á mæli. Súrefnisstyrkur var gefin upp sem ppm.

Hitastig

Kjarnahiti var mældur í 10 skrokkum með stungumæli fyrir pökkun og síðan í stykkjum við hverja sýnatöku strax eftir að þau voru tekin úr kæli. Onset síriti (Onset, Massachusetts, USA) var notaður til að fylgjast með hitstigi í kæli á meðan á tilrauninni stóð.

NIÐURSTÖÐUR

Örverur

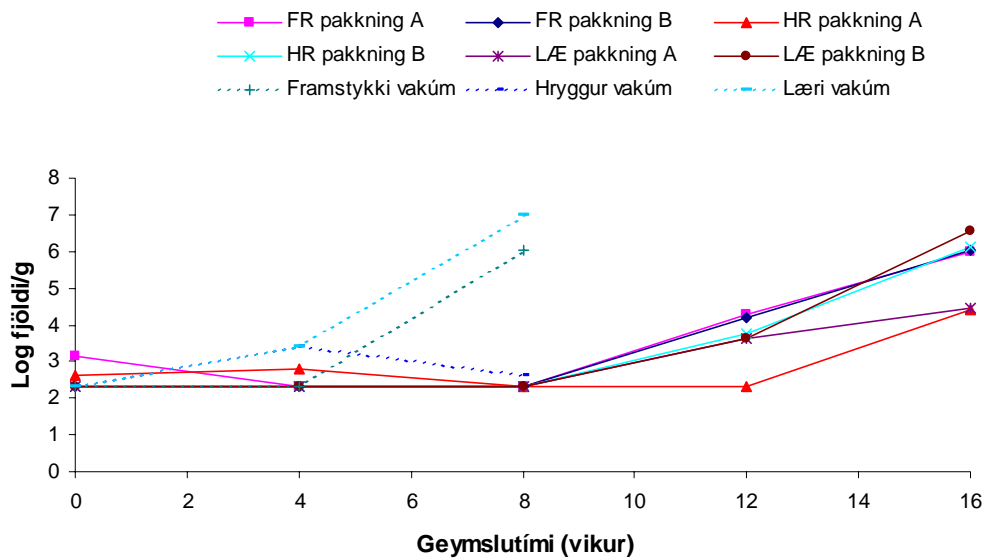
Heildarfjöldi örvera á sólarhringsgömlum skrokkum við 30°C reyndist að meðaltali 5,8 /cm², kólígerlar mældust innan við 0,03 mpn/cm² (2. tafla). Þetta eru lág gildi og kjötið var því mjög hreint.

2. tafla – Niðurstöður örverumælinga á sólarhringsgömlum skrokkum

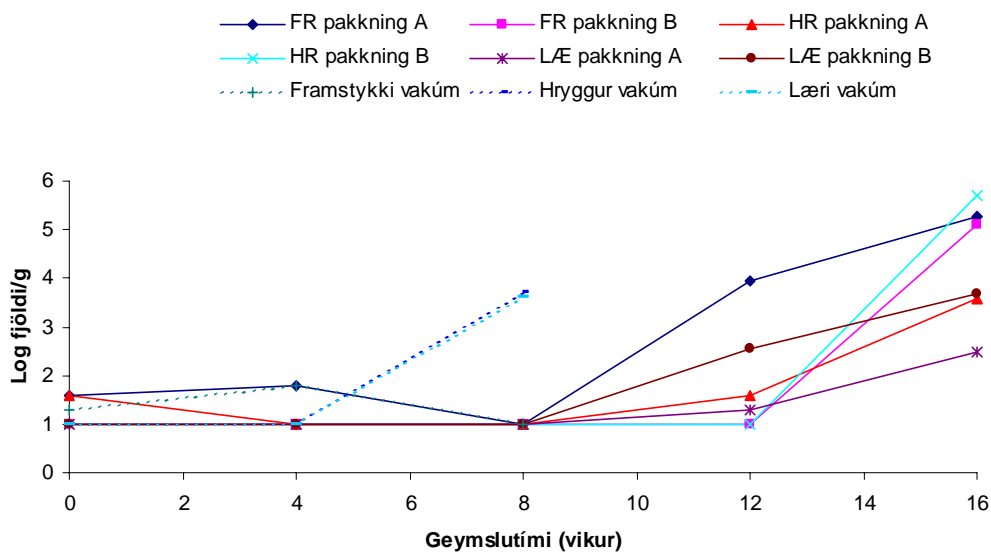
Númer skrokks	TPC 30 °C (fjöldi/cm ²)	Kólí alls (mpn/cm ²)	Kólí saur (mpn/cm ²)
1	4	<0,03	<0,03
2	15	<0,03	<0,03
3	3	<0,03	<0,03
4	1	<0,03	<0,03
5	6	<0,03	<0,03
Meðaltal	5,8	<0,03	<0,03
Staðalfrávik	5,4		

Niðurstöður örverumælinga í geymsluþolstilrauninni eru sýndar á 6. og 7. mynd. Ekki var marktækur munur á magni kuldakærra og kuldaþolinna örvera né mjólkursýrubaktería á milli sýna pakkað með 100% CO₂ (6. mynd). Fyrstu átta vikur geymslutímans varð ekki vart við aukin vöxt örvera, hvorki við heildartalningu né talningu mjólkursýrubaktería. Fyrstu átta vikurnar reyndist heildarfjöldi kuldaþolinna og kuldakærra örvera um 2,5 log fjöldi/g (300 cfu/g), sem er mjög lág tala.

Vöxtur örvera reyndist mestur í framstykki og hryggjum. Magn kuldaþolinna og kuldakærra örvera var komið í log 4 fjöldi/g eftir 12 vikur og log 6 til 7 fjöldi/g eftir 16 vikur. Kjöt telst gallað þegar örverufjöldin er kominn í log 7 fjöldi/g og ósöluhæft þegar hann er kominn í log 8 fjöldi/g. Minnst mældist af kuldaþolnum örverum í lærunum. Fjöldinn var enn í log 2 eftir 12 vikur en var kominn í log 4 eftir 16 vikur. Fjöldi mjólkursýrugerla fylgdi magni kuldaþolinna gerla en var aðeins minni (7. mynd).



6. mynd - Vöxtur kuldapölinna og kuldakærra örvera eftir geymslu framparta (FR), hryggja (HR) og læra (LÆ) við $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $100\% \text{CO}_2$. Punktalínur tákna samskonar mælingar í vakúmpökkuðu kjöti.



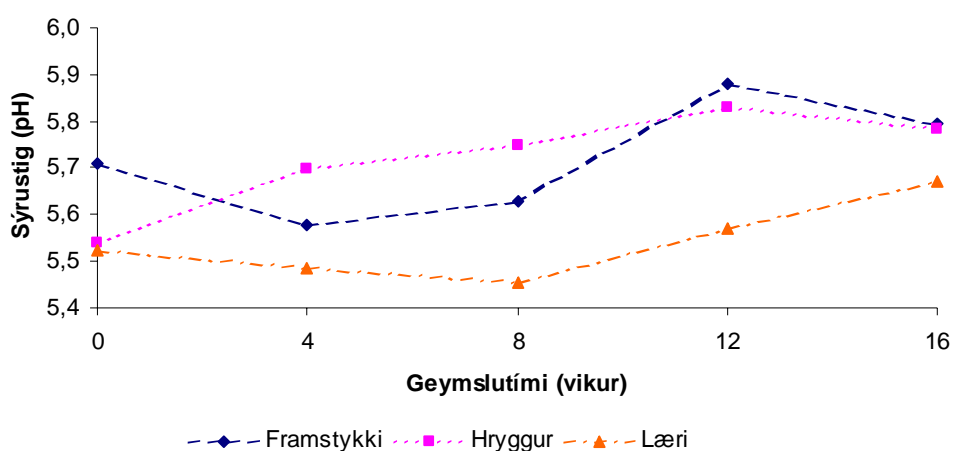
7. mynd – Vöxtur mjólkursýrubaktería á MRSS agar eftir geymslu framparta (FR), hryggja (HR) og læra (LÆ) við $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $100\% \text{CO}_2$. Punkta línur tákna samskonar mælingar á vakúmpökkuðu kjöti.

Örverumælingar á vakúmpökkuðu kjöti sýndu aukningu á örveruvexti eftir 4 vikur, samanborið við 8 vikur í stykkjum pakkað við $100\% \text{CO}_2$. Eftir 8 vikur var fjöldi kuldapölinna og kuldakærra örvera farinn að nálgast log 6 til 7 fjöldi/g. Vöxtur mjólkursýrubaktería sýndi sambærilega tilhneigingu eftir 4 vikna geymslu. Eftir 8 vikur var fjöldi mjólkursýrubaktería í vakúmpökkuðu kjöti um log 4 fjöldi/g, sem er fjórfaldur vöxtur, borið saman við vöxt við $100\% \text{CO}_2$. Þess ber þó að geta að ekki

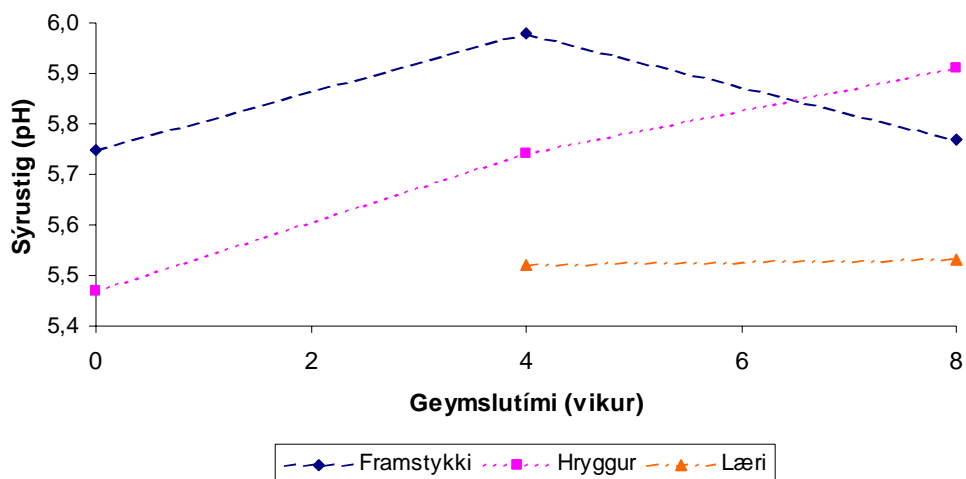
var mælt eftir 5, 6 eða 7 vikur þannig að niðurstöður bendir eingöngu til þess að geymsluþol vakúmpakkaða kjötsins hafi verið meira en 4 vikur og minna en 8 vikur.

Sýrustig (pH)

Munur ($p < 0,05$) á sýrustigi (8. mynd) reyndist annarsvegar á milli mælinga í framstykki og lærum og hinsvegar á milli mælinga í hryggjum og lærum. Í byrjun var sýrustigið í framstykkinu 5,7 en 5,5 í hrygg og læri. Eftir 16 vikna geymslu hafði það hækkað í 5,8 í framstykki og hrygg en var þá 5,7 í læri. Sýrustig í lærum mældist lægra á geymslutímanum heldur en í framstykki og hryggjum. Sýrustigbreytingar í framstykki og hryggjum reyndust sambærilegar, utan mælinga í 4. og 8. viku, þegar sýrustig í framstykki reyndist að meðaltali vera um 0,1 lægra (5,6 á móti 5,7). Frá 8. viku og út geymslutímann mældist jafnt vaxandi sýrustig í læri. Sýrustigið lækkaði eftir 12 vikur í framstykki og hrygg, hugsanlega vegna breytileika á milli sýna. Líklegasta skýringin á hækkuðu sýrustigi er aukin leysni próteina og peptíða vegna niðurbrots próteina.



8. mynd – Áhrif þökkunar í 100% kolsýru á sýrustig í lambakjöti (framstykki, hryggur og læri) geymt við $-1,5^{\circ}\text{C}$. Meðaltal tveggja mælinga.



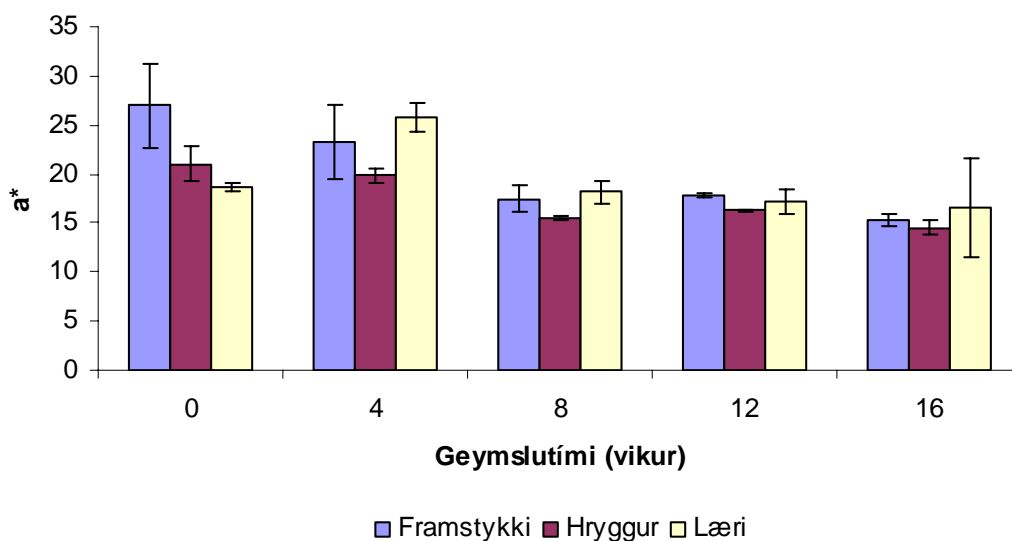
9. mynd – Breytingar á sýrustigi í framstykki, hrygg og læri í lofttæmdum umbúðum við $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Meðaltal tveggja mælinga.

Hærra sýrustig mældist í framstykkjum og hryggjum eftir 4 vikna geyslu, pakkað í loftdregnar umbúðir, borið saman við sömu stykki pakkað með 100% kolsýru (9. mynd). Mælingar í læri skáru sig úr að því leyti að ekki varð vart við hækkun á sýrustigi eftir 8 vikna geyslu.

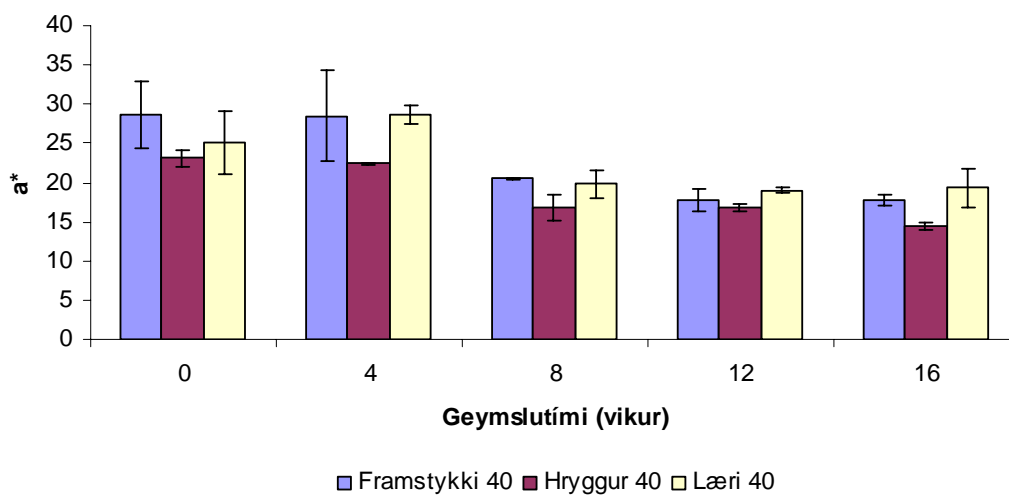
Litur

Áberandi var hve miklar breytingar komu fram á rauðum lit í kjöti, pakkað við 100% CO_2 , 30 til 40 mínútum eftir að umbúðirnar voru opnaðar. Áttu þessar breytingar við á öllum geyslutímanum. Mælingar á CIE a^* , þ.e. rauða blænum, eru sýndar á 10. og 11. mynd. Á 10. mynd eru niðurstöður mælinga á kjöti, sem mælt var strax og pokinn var opnaður. Þar má sjá að a^* gildi fyrir bógvöðvann var um 27 en lækkaði niður í 24 eftir 4 vikur og í 18 eftir 8 vikur. Það hækkaði síðan lítillega eftir 12 vikur en var komið niður í 16 eftir 16 vikur, þ.e. rauði liturinn dofnaði. Sama gerðist í hryggjunum og lærunum. En athyglisvert er að kjötið roðnaði alltaf eftir að hafa staðið í venjulegu lofti í 40 mínútur og var í öllum tilvikum með ásættanlegan rauðan lit. Mesta hækkunin á rauðum lit var í lærastykkjum, eða um 2,62 að meðaltali, síðan að meðaltali um 2,02 í framstykkjum og minnst, eða um 1,10, í hryggjum. Ef á heildina er litið minnkaði rauði liturinn í kjöti við opnun eftir því sem leið á tímann. Brúnir/gulir tónar, mældir sem hækkun á CIE b^* gildum, jukust eftir því sem leið á geyslutímann. Við skoðun á CIE L gildum (12. mynd) á kjöti strax eftir opnun sást að geyslutími virtist ekki hafa áhrif á L, aftur á móti virðist tilhneigingin vera sú að

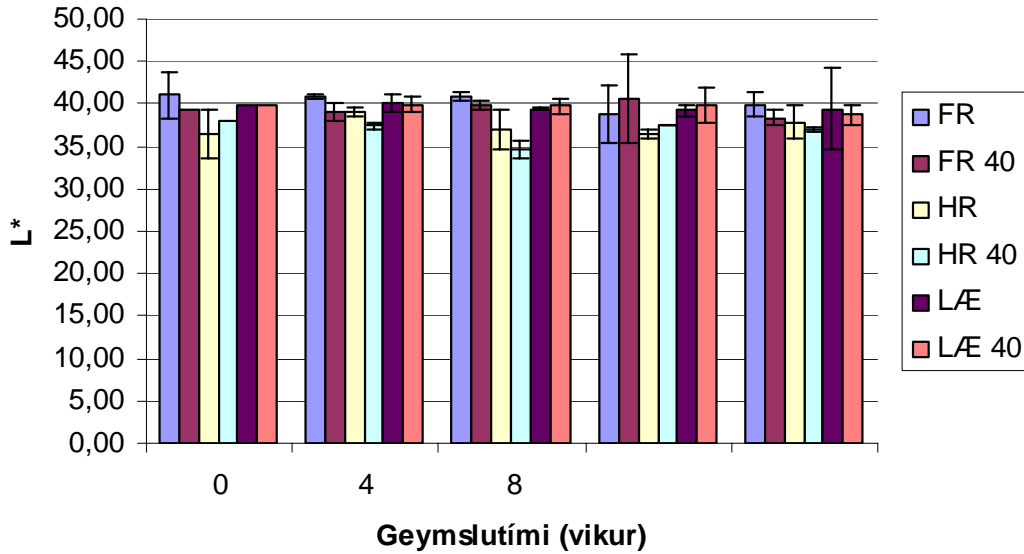
L lækkar (kjötið dökkar) vegna áhrifa súrefnis, samfara því sem rauði liturinn jókst við snertingu við súrefni.



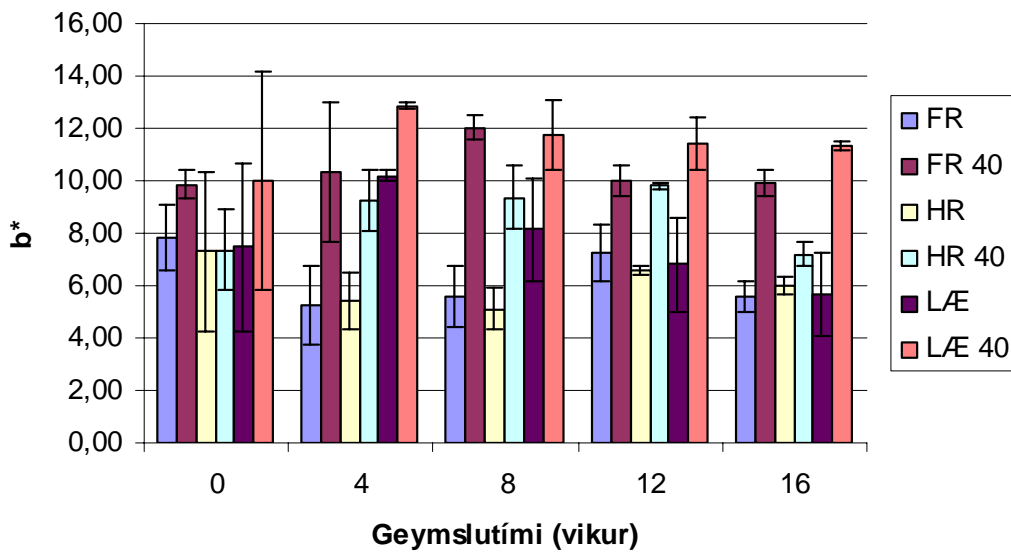
10. mynd – Áhrif þökkunar í 100% kolsýru og geymslu við $-1,5^{\circ}\text{C}$ á CIE a^* gildi lambavöðva (framstykki, hryggur og vikur). Mælt strax við opnun loftþéttra umbúða. Því hærra a^* gildi því rauðari er liturinn. Meðaltal sex mælinga.



11. mynd – Áhrif þökkunar í 100% kolsýru og geymslu við $-1,5^{\circ}\text{C}$ á CIE a^* gildi lambavöðva (framstykki, hryggur og vikur). Mælt 40 mínútum eftir opnun loftþéttra umbúða. Því hærra a^* gildi því rauðari er liturinn. Meðaltal sex mælinga.



12. mynd – Breytingar á CIE L* gildi lambavöðva (framstykki, hryggur og læri). Mælt strax við opnun umbúða og eftir 40 til 50 mínútur frá opnun (FR 40, HR 40 og LÆ 40). Því hærra L* gildi því ljósari er litur kjötsins. Meðaltal sex mælinga.



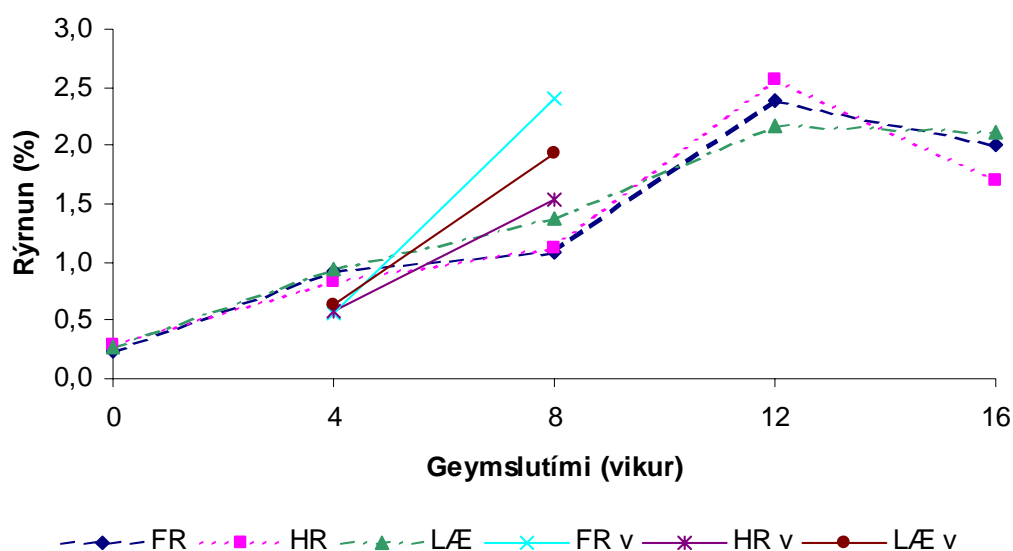
13. mynd – Breytingar á CIE b* gildi í lambavöðva mælt strax eftir opnun og eftir 40 til 50 mínútur frá opnun (FR 40, HR 40 og LÆ 40). Því hærra b* gildi því brún/gulari tónn. Meðaltal sex mælinga.

13. mynd sýnir breytingar á CIE b* gildi á geymslutímanum. Ef myndin er skoðuð sést að brún/gulur litur eykst eftir því sem súrefni kemst að vöðvanum. Þessi litamyndun virðist aukast eftir því sem leið á geymslutímann.

Samskonar litabreytingar komu fram í vakúmpakkaða kjötinu og sást í kjöti pökkuðu í 100% CO₂.

Rýrnun

Rýrnun jókst þegar leið á geymslutímamann og var ferillinn svipaður í öllum stykkjunum (14. mynd). Á fyrstu 8 vikunum jókst rýrnunin úr 0,3 % að meðaltali í 1,2%. Umtalsverð aukning mældist eftir 12 vikur, eða úr 1,2% í 2,4%. Hugsanleg skýring á þessari aukningu er að á tímabilinu frá 8. til 12. viku voru sýnin færð úr stöðluðum aðstæðum (-1,5°C) í 0°C kæli í eigu Norðlenska. Hitamælir (síríti), sem var staðsettur í einum sýnakassana, sýndi að hitastigið fór niður í - 2,5°C á tímabili. Slík kæling er um 1°C lægri heldur en lægsta hitastig sem hægt er að geyma ferskt kjöt án þess að frysta það. Hugsanlegt er að ysta lag kjötstykkjanna hafi frosið (að hluta), sem hefur þá orsakað aukið vökvatap.

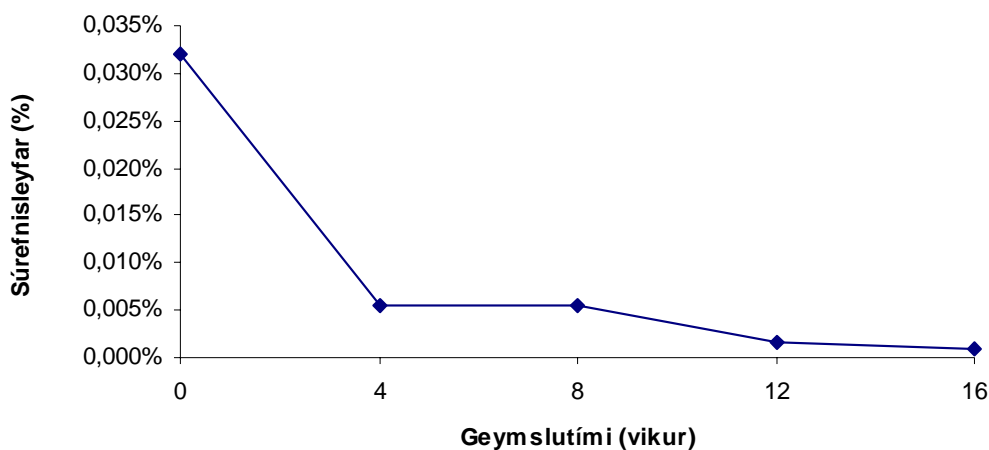


14. mynd – Áhrif pökkunar í 100% kolsýru og við vakúm og geymslu við - 1,5°C á rýrnun lambkjöts (framstykki, hryggur og læri). Meðaltal tveggja mælinga. Heilar línur tákna samskonar mælingar á vakúm pökkuðu kjöti.

Rýrnun í vakúmpökkuðu kjöti reyndist vera um 0,25% lægri eftir 4 vikna geymslu en eftir 8 vikna geymslu mældist rýrnunin hærri í öllum stykkjunum, borið saman við stykki sem pakkað var með 100% CO₂.

Súrefnisleifar

Til að hámarksárangur náist með þökkun kjöts í 100% CO₂ mega súrefnisleifar í CO₂ ekki vera meiri en 500 ppm. Súrefnisleifar fóru minnkandi með tímanum (15. mynd). Meginlækkunin varð fyrstu 4 vikurnar, en þá minnkaði styrkurinn úr 0,032% (~300 ppm) í 0,006% (~60 ppm). Lokastyrkur súrefnis reyndist um 0,001% (~10 ppm), eftir 16 vikna geymslu.



15. mynd - Súrefnisleifar (%) mælt í umbúðum með 100% CO₂ við -1,5°C. Meðaltal tveggja mælinga.

Hitastig

Kjarnhiti, mældur í skrokkum tæpum sólarhring eftir slátrun, var 0,5°C (meðalhiti 10 skrokka). Kjarnhitastig sýna við sýnatöku var í öllum tilfellum á bilinu 1-3°C og má rekja hækkun frá geymsluhita til flutnings. Meðalgeymsluhitastig reyndist -0,94 °C. Af 4020 mælingum voru 60,9% (n=60,9% af N) á bilinu 0-0,5°C, um 22,3% (n=22,3% af N) mælinganna reyndust vera á bilinu -1,0-1,5°C. Algengasta hitastigið reyndist vera -1,31°C, en það reyndist einnig vera miðgildi safnsins. Hæsta geymsluhitastig, mælt eftir að stöðugleiki náðist í geymslugámi, reyndist 1,13°C en lægsta hitastig reyndist -2,57°C. Hitastig varð í takmarkaðan tíma hærra en 1,13°C í upphafi geymslutímans (3,14°C) og svo aftur í flutningi. Sá tími sem hitastigið var um 3°C í upphafi geymslutímans er ekki talinn hafa haft áhrif, þar sem hitastigið náði hitastigi kjötsins aftur á skömmum tíma.

UMRÆÐUR OG ÁLYKTANIR

Þetta verkefni er ekkert annað er yfirfærsla á tækni sem er margbúið að prófa á Nýja Sjálandi og er í mikilli og aukinni notkun og hefur skilað tilætluðum árangri, þ.e. löngu geymsluþoli og rauðu kjöti. Tilgangurinn með verkefninu var hins vegar að sannreyna hana við íslenskar aðstæður og skilyrði.

CAPTECH-tæknin byggir á eftirfarandi atriðum:

- að kjötið sé hreint og vel verkað
- að stykkjunun sé vafið í rakadræga pappírsklúta til að forðast upplitun og til að hægja á örveruvexti
- að umbúðirnar séu nógu þéttar til að halda inni kolsýrunni og súrefni andrúmsloftsins úti.
- að notuð sé hrein kolsýra fyrir matvælaíðnað (undir 20 ppm)
- að leifar súrefnis séu undir 500 ppm
- að Securefresh-vélin virki á réttan hátt
- að pakkað kjöt sé geymt við 0°C til -1,5°C stöðugan hita

Til samanburðar var kjöti einnig pakkað á hefðbundinn hátt í loftdregnar umbúðir.

En hvernig tókst þá til? Tæknin virkaði á réttan hátt. Kolsýran tafði överuvöxt þannig að geymsluþol framstykjanna var meira en 8 vikur en minna en 10 vikur. Geymsluþol hryggjanna var 12-16 vikur og geymsluþol læranna a.m.k. 16 vikur. Hér skiptir leysanleiki kolsýrunnar miklu máli. Hann eykst með lækkandi hitastigi. Með geymslu við -1,5°C er leysanleiki CO₂ í kjötinu sjálfu hámarkaður. Meðalgeymsluhitastig var um -0,94°C og því má álykta að hindrunaráhrif (leysanleiki) CO₂ í kjötinu hafi ekki verið í hámarki. Þau áhrif gætu hugsanlega skýrt aukin vöxt örvera eftir rúmlega 8 vikna geymslu. Mun á geymsluþoli læra, hryggja og framstykja má hugsanlega skýra út frá sýrustigsmun. Fituvefur hefur hærra pH borið saman við fitulausan vef. Kjöt inniheldur almennt um 0,2% glukósa og 0,4% amínó sýrur. Í fituvef og í vef með hátt pH (pH > 6,0) er þetta hlutfall lægra, sem gerir það að verkum að magn kolvetna sem næringarforða er minna og örverur brjóta því amínósýrur hraðar niður en það veldur óæskilegri lykt og bragði (Borch og fleiri 1996). Þessi áhrif voru greinileg í framstykjunun því megn rotnunarlykt var af þeim eftir 12 vikna geymslu.

Sýrustig í framstykki og lærum lækkaði fyrstu fjórar vikurnar. Þessa lækun má hugsanlega rekja til áhrifa CO₂. (Foegeding og fleiri 1996). Hvorki *Enterobacteriaceae* eða *B. thermosphacta* geta vaxið við 100 CO₂ við -1,5°C í kjöti með hátt sýrustig. En þessar tegundir eru þekktar skemmdarörverur í vakúmpökkuðu kjöti (Borch og fleiri 1996). Pökun í 100% CO₂ og góð kæling getur því dregið úr skemmdarferli kjöts með sýrustig yfir 5,8.

Fylgni virðist vera á milli sýrustigs í kjötvöðva og litar. Lágt sýrustig, í kringum 5,3, hefur verið tengt ljósbleikum/rauðum lit á meðan pH um 6,0 hefur verið tengt dökkum lit (Tewari og fleiri 1998). Þessi áhrif sáust vel þegar leið á geymslutímenn, sér í lagi í kring um viku tólf. Dökkur litur (brúnn tónn) var áberandi á framstykki og hrygg, aftur á móti var liturinn á lærisvöðva rauðari og ljósari.

Securefresh vélin virkaði á réttan hátt og kolsýran frá Ísaga var hrein. Það sýna mælingarnar á súrefnisleifunum. Þá dugir að nota EVOH-plastpokana. Mælingar á leifum súrefnis sýna að ekkert súrefni hefur borist í gegnum umbúðirnar og það litla súrefni sem var í þeim í upphafi hefur eyðst. Sjónmat á lit staðfesti þetta. Kjötið roðnaði eftir að pokarnir voru opnaðir.

Myoglobin er aðallitarefnið í kjötvöðva. Þegar það binst súrefni er það ljós rautt eins og sést vel í fersku kjöti. Við pökun í loftdregnar umbúðir kemur vatn í stað súrefnis og kjötið verður bleikt. (Jeyamkondan og fleiri 2000). Slík litabreyting sást vel er kjötinu var endurpakkað í vakúumbúðir. Brúnn á yfirborði kjöts, sem geymt er við 100% CO₂, hefur verið tengd við oxun á myoglobin og hemoglobin (Foegeding og fleiri 1996). Litamælingar sýndu að brún/gulur yfirborðslitur (CIE b*) jókst eftir því sem leið á geymslutímenn. Þessi breyting bendir til oxunar á myoglobini og hemoglobini, sem hefur farið vaxandi eftir því sem leið á geymslutímenn.

Geymsluþol vacuumpakkaða kjötsins var meira en 4 vikur en minna en 8 vikur. Það myndaði ekki rauðan lit eftir opnun poka.

Hitastigið var í lagi, þótt það hefði getað verið betra. Kjörhitastig við geymslu á fersku kjöti er -1,5°C, en það hitastig hámarkar einnig hindrunaráhrif CO₂ (Gill og Jones 1992, Jay 1992). Meðalgeymsluhitastig reyndist vera -0,94°C sem er um 0,5 °C hærra en kjörhitastig. Erfitt er að meta með einhverri vissu áhrif hitastigsbreytingar sem urðu við flutning sýna á milli kæligeymsla undir lok geymslutímans. Þá fór hitastigið niður undir -2,5°C. Einnig voru hitastigsveiflur við flutning sýna frá

Norðlenska til Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins og sveiflast hitinn upp í allt að 5 °C.

Rýrnun í vakúmpökkuðu kjöti reyndist um 0,25% lægri eftir 4 vikna geymslu en eftir 8 vikna geymslu mældist rýrnunin hærri í öllum stykkjunum, borið saman við stykki pökkuðum með 100% CO₂. Fyrri rannsóknir hafa sýnt að CO₂ getur dregið úr vatnsheldni kjöts við geymslu (Ahvenainen og fleiri 1989).

Þrátt fyrir þessa annmarka tókst tilraunin. Markmið hennar var að kynnast og afla reynslu um CAPTECH-pökkun á dilkakjöti og gera geymsluþolstilraun á fersku lambakjöti og einnig að senda kjöt til kaupenda í Bandaríkjunum til umsagnar, sem einnig reyndist jákvæð.

HEIMILDIR

- Adams, M.R. og Moss, M.O. 1997. Food Microbiology. Cambridge, The Royal Society of Chemistry.
- Ahvenainen, R., Skyttä E og Kivikataja, R.-L. 1989. "Factors affecting the shelf-life of gas- and vacuum-packed cooked meat products. Part I: Sliced ham." *Lebensm. Wiss.u. Technol.* **22**: 391-398.
- American Public Health Association (APHA). 1992. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, 3. ed.
- Borch, Elisabeth., Kant-Muermans, Marie-Louise. and Blixt Ylva. 1996. "Bacterial spoilage of meat and cured meat products." *International Journal of Food Microbiology* **33**: 103-120.
- Foegeding, E. Allen, Lanier, Tyre C. and Hultin, Herbert O. 1996. Characteristics of Edible Muscle Tissues. Food Chemistry. O. R. Fennema. New York, Marcel Dekker, Inc.: pp 879 - 943.
- Gill, C.O.. 1996. "Extending the Storage Life of Raw Chilled Meats. *Meat Science.* **55**: 99-109.
- Gill, C.O. and Jones, S.D.M. 1992. "Efficiency of a commercial process for the storage and distribution of vacuum packaged beef." *J. Food Prot.* **55**: 880-887.
- Jakobsen, M. and Jörgensen, A. 1987. *International Journal of Food Microbiology*, **5**: 230 - 232.
- Jay, J.M. 1992. Modern food microbiology. New York, Chapman & Hall.
- Jeyamkondan, S., Jayas, D.S. and Holley, R.A. 2000. "Review of Centralized Packaging Systems for Distribution of Retail-Ready Meat." *Journal of Food Protection* **63**(6): 796-804.
- Kainty, R. 1989. "Spoilage microbes on meat and poultry." *Food Sci. Technol. Today*(3): 250-251.
- Tewari, G., Jayas, D.S. and Holley, R.A. 1998. "Centralized Packaging of Retail Meat Cuts: A Review." *Journal of Food Protection* **62**(4): 418-425.
- Arinbjörn Þórarinsson. 2000. Þökkun á lambakjöti til útflutnings. Háskólinn á Akureyri, Sjávarútvegsdeild: 66 s.
- Guðjón Þorkelsson. 1986. Þökkun á fersku kjöti í loftskiptar umbúðir. Árbók landbúnaðarins: 11 s.