

Nýsköpun & neytendur
Consumers & Products

Vinnsla & virðisaukning
Value Chain & Processing

Erfðir & eldi
Genetics & Aquaculture

Líftækni & lífefni
Biotechnology & Biomolecules

Mælingar & miðlun
Analysis & Consulting

Öryggi & umhverfi
Food Safety & Environment



Þróun gæðastuðuls- aðferðar og geymslupól á þíddum makríl (*Scomber scombrus*)

Kolbrún Sveinsdóttir
Patricia Miranda Alfama
Aðalheiður Ólafsdóttir
Emilía Martinsdóttir

Nýsköpun og neytendur

Skýrsla Matis 25-10
Júlí 2010

ISSN 1670-7192

<i>Titill / Title</i>		Þróun gæðastuðulsáferðar og geymsluþol á þíddum makríl (<i>Scomber scombrus</i>) / Development of Quality Index Method and storage life of thawed mackerel (<i>Scomber scombrus</i>)	
<i>Höfundar / Authors</i>		Kolbrún Sveinsdóttir, Patricia Miranda Alfama, Aðalheiður Ólafsdóttir og Emilía Martinsdóttir	
<i>Skýrsla / Report no.</i>	25-10	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Júlí 2010
<i>Verknr. / project no.</i>	1008 - 1930		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i> AVS rannsóknasjóður í sjávarútvegi, UNU Sjávarútvegsskóli Háskóla Sameinuðu þjóðanna			
<i>Ágríp á íslensku:</i>		<p>QIM aðferðin (Quality Index Method) er hlutlæg, fljótleg og áreiðanleg skynmatsaðferð sem þróuð hefur verið til að meta ferskleika fisks. Markmið rannsóknarinnar var að útbúa QIM einkunnaskala fyrir þíddan makríl (<i>Scomber scombrus</i>) sem geymdur var í ís við 0°C og prófa notkun hans í geymsluþolstilraun. Makrillinn var metinn með skynmati eftir QIM og DA aðferð (generic descriptive analysis), einnig voru taldar örverur (TVC og H₂S myndandi) og mælt histamín í allt að 9 daga frá uppbíðingu.</p> <p>Niðurstaða rannsóknarinnar var QIM aðferðin fyrir þíddan makríl sem var þróuð og prófuð í geymsluþolsrannsókn. Gæðastuðull – QI (heildarsumma einkunna) jókst línulega með geymslutíma á ís. QIM aðferðin fyrir þíddan makríl byggir á mati á gæðaðáttum einsog útliti á roði, áferð, lit og formi augna, lit og lykt tálkna, útlit slíms í tálknnum og tálknblaða og upplausn innyfla og getur heildarsumma fisksins orðið 19 að hámarki. Í verkefninu var einnig þróuð aðferð (general descriptive analysis-DA) til að meta soðinn makríl. Helstu einkenni makrilsins strax eftir þíðingu var lykt og bragð af ferskri olíu, málmlykt og sæt lykt/bragð sem dofnaði heldur með geymslutímanum. Það sem takmarkaði geymsluþolið voru skynrænir eiginleikar sem lýsa skemmdareinkennum, einsog þrálykt og –bragð sem getur verið áberandi í feitum fiski eftir lengri frystigeymslu.</p> <p>Samkvæmt skynmati á soðnum makrílflökum er geymsluþol þídds makrils eftir fimm mánaða frystigeymslu um 4-6 dagar. Heildarfjöldi örvera og H₂S myndandi örvera var minni en yfirleitt sést við lok geymsluþols af völdum örvera. Histamín mældist ekki (< 5 ppm) í þíddum makríl á geymslutímanum sem var 9 dagar á ís.</p>	
<i>Lykilorð á íslensku:</i>		þíddur makrill, geymsluþol, QIM, skynrænir eiginleikar, histamín	

Report summary

Summary in English:

The Quality Index Method (QIM) is an objective, rapid and reliable sensory method. The aim of the present study was to develop a QIM scheme for frozen-thawed Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) stored in ice at 0°C and evaluate the scheme in a shelf life study. The mackerel was evaluated with sensory evaluation (QIM and generic descriptive analysis (DA)), microbial counts (Total viable counts (TVC) and H₂S-producing bacteria) were estimated and histamine measured for up to nine days.

The main result of this study was the QIM scheme to evaluate freshness of frozen-thawed Atlantic mackerel storage in ice which was developed and tested in a shelf life study. The quality index - QI (sum of scores) increased linearly with storage time on ice. The QIM for thawed mackerel is based on the evaluation of quality parameters dealing with the appearance on back and belly side, texture, colour and form of eyes, mucus, colour and odour of gills and appearance of gill filaments and dissolution of viscera. The maximum sum of scores (QI) can be 19. A method to evaluate cooked mackerel was also developed (general descriptive analysis-DA). Newly thawed mackerel had fresh oil, metallic and sweet odours and flavours. The main limitation of length of shelf life in chilled storage after thawing were sensory characteristics describing spoilage such as rancid odour and flavour which can be prominent in fatty fish species after extended frozen storage.

According to sensory evaluation of cooked mackerel, the shelf life of thawed mackerel after five months of frozen storage is around 4-6 days. Counts of TVC and H₂S producing bacteria were relatively low at the end of shelf life. Histamine was not detected (< 5 ppm) in the thawed mackerel during the storage time of nine days on ice.

English keywords: *thawed mackerel, shelf life, QIM, sensory characteristics, histamine*

CONTENTS

1	Inngangur	1
2	Efni og aðferðir	4
2.1	Makrill	4
2.2	Skynmat	4
2.2.1	Skynmat á hráum fiski með QIM	4
2.2.2	Skynmat á soðnum fiski með DA	5
2.3	Efnamælingar	6
2.4	Örverumælingar	7
2.6	Tölfræðiúrvinnsla	7
3	Niðurstöður	8
3.1	Skynmat	8
3.1.1	Skynmat á hráum flökum með QIM	8
3.1.2	Skynmat á soðnum flökum með DA	16
3.2	Histamín mælingar	18
3.3	Örverumælingar	19
4	Ályktanir	20
5	Þakkarorð	20
6	Heimildir	21

1 INNGANGUR

Atlantshafsmakrill (*Scomber scombrus*) (Mynd 1) er algengastur í köldum og tempruðum svæðum (Collette og Nauen 1983). Helstu veiðisvæði makrilsins eru í NV og NA Atlantshafi, Miðjarðarhafi og Svartahafi, og er seldur ferskur, frosinn, reyktur og niðursoðinn. Í ætilegum hluta makrils er 18.7% prótein og 11.4% fita (FAO 1989). Atlantshafsmakrill telst því til feitra fisktegunda.



Mynd 1. Atlantshafsmakrill (*Scomber scombrus*)

Venjulega er smár og meðalstór feitur fiskur eins og síld, sardínur og makrill ekki slægður strax eftir veiði. Ástæðan fyrir þessu er m.a. fjöldi fiska sem veiddur er samtímis og hraðari gæðarýrnun (upplitun, þráamyndun). Venjulega er fiskurinn kældur eða frystur stuttu eftir veiði. Geymsluþol er skilgreint sem sá tími sem vara er hæf til neyslu. Geymsluþol feitra fisktegunda er almennt styttra (2-8 dagar) en magurra tegunda (7-15 dagar) (Huss, 1995, Martinsdóttir et al 2001). Í meðhöndlun er ferskur makrill vandmeðfarinn þar sem holdið er mjúkt og fituríkt og roðið þunnt. Samkvæmt heimildum um geymsluþol fersks makrils geymist hann allt frá 5-7 dögum (Xing et al. 1993) að 9 dögum (Jhaveri et al. 1982) á ís. Öllu lengra geymsluþoli má ná með undirkælingu (-2°C) og loftskiptum umbúðum (MAP) eða allt að 21 degi (Hong et al. 1996). Frystur makrill sem geymdur er við -30°C og góðar aðstæður hefur a.m.k. 6 mánaða geymsluþol (Keay 1979).

Skynmat er ein helsta aðferðin til að meta ferskleika fisks (Olafsdóttir et al. 1997, Martinsdóttir 2004). Þróuð hefur verið aðferð, þar sem skynmat er notað á kerfisbundinn og áreiðanlegan hátt sem hlutlæg mæling á gæðum. Þessi aðferð er gæðastuðulsaðferðin, sem í daglegu tali er oft nefnd QIM og vísar það til enska nafnsins Quality Index Method, en aðferðin er upphaflega frá Ástralíu (Bremner, 1985). QIM hefur gefið góða raun við að meta ferskleika fisks á fljótlegan og áreiðanlegan hátt. Aðferðin felur í sér að hver gæðapáttur (t.d. lykt af tálknunum eða litur augna) er metinn og gefin einkunn á bilinu 0-1,

0-2, eða 0-3 eftir vægi þáttarins. Þessar einkunnir eru síðan lagðar saman í heildareinkunn, svonefndan gæðastuðul sem fylgja á beinni línu eftir geymslutíma í ís.

Þar sem fisktegundir og annað sjávarfang hafa mismunandi einkenni og skemmast á mismunandi hátt þarf að aðlaga QIM aðferðina að hverri tegund og afurð. Samstarfsaðilar á Íslandi, Noregi, Danmörku og Hollandi á sviði rannsókna í sjávarútvegi hafa haft samvinnu um að halda utan um rannsóknir á QIM aðferðinni, kennslu og birtingar. Markmið þessa samstarfs er jafnframt að koma QIM aðferðinni á framfæri innan fiskiðnaðarins og stuðla að almennri notkun aðferðarinnar í viðskiptum með fisk. Sett hefur verið á fót heimasíða til að halda utan um þetta samstarf og þar er að finna fjölda birtinga í vísindatímaritum um QIM aðferðina (qim-eurofish.com). QIM hefur m.a. verið þróuð fyrir þorsk, ýsu, karfa, ufsa, rækju, síld, lax, slétt hverfu, sandhverfu, skarkola og sólfílu (Martinsdóttir et al 2001). QIM aðferðin hefur einnig verið aðlöguð að ferskleikamati Atlantshafsmakrils (Andrade et al 1997). Nokkur munur er á ferskum og frystum makríl og því óvíst að þessi skali henti til að meta ferskleika þiðins makrils.

Skynmat á soðnum fiski er oft notað samhliða þróun og prófun á QIM aðferðinni. Þá er notaður þjálfður skynmatshópur til að fylgjast með skemmdarferli mismunandi fisktegunda og ákveða lok geymslupols. DA (General Descriptive Analysis) er dæmi um aðferð sem hægt er að nota í þessu sambandi, en þessi aðferð getur hentað bæði í rannsóknum og við gæðaeftirlit. Aðferðin getur verið mjög einföld og notuð til að meta einstök skynræn einkenni útlits, lyktar, bragðs eða áferðar, en einnig er hægt að meta marga skynræna eiginleika samtímis og fá þannig heildarlýsingu á afurðinni. Slíkar aðferðir hafa verið notaðar til að lýsa skynrænum eiginleikum sjávarafurða og með þeim hefur verið sýnt fram á mun í skynrænum eiginleikum vegna mismunandi aðstæðna svo sem veiðitíma síldar (Nielsen et al 2005), geymslutíma laxs (Sveinsdóttir et al 2002, 2003), afbrigði og eldshitastig bleikju (Ginés et al 2004), geymslutíma og aðstæðna í frystigeymslu þorsks (Hurling and McArthur 1996), uppruna, geymslutíma og geymsluáðfera þorskflaka (Sveinsdóttir et al 2009).

Atlantshafsmakríll er ein þeirra fisktegunda sem getur myndað histamín í miklu magni við of hátt geymsluhitastig og valdið svonefndri skombroíðeitrun. Ekki er hægt að eyða histamíni eftir að það hefur myndast í fiski, svo sem með suðu. Eituráhrif geta valdið ofnæmisviðbrögðum hjá fólki allt frá óþægindum á húð upp í ógleði, uppköst og niðurgang. Í sumum tilfellum finnur fólk fyrir kláða, svima og í verri tilfellum valda eituráhrifin taugaáfalli, sársauka í lungum og truflunum á andardrætti. Ákveðnar bakteríur í vexti framleiða ensímið histidine decarboxylase. Þetta einsím hvarfast við histidine sem er náttúrulega til staðar í miklu magni í ákveðnum tegundum (Scombridae, Clupeidae, Engraulidae and Coryphaenidae).

Viðmiðunarmörk fyrir histamín í Evrópu (EU) er 100 ppm (Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005) mælt með HPLC aðferð (High-Performance Liquid Chromatography).

Markmið verkefnisins var að þróa skala til að meta ferskleika þídds makrils og leggja mat á notagili skalans í geymsluþolsrannsókn á makríl. Markmiðið var jafnframt að meta geymsluþol þídds makrils út frá skynrænum eiginleikum, örveruvexti og histamín myndun. Verkefnið var framkvæmt í tveimur skrefum: Fyrst fór fram forathugun á þíddum makríl þar sem skalar fyrir ferskan makríl (Andrade et al 1997) og síld (Martinsdóttir et al 2001) voru hafðir til hliðsjónar við að útbúa skala fyrir þíddan makríl. Í seinna skrefinu var gerð geymsluþolsrannsókn þar sem frystur makrill var þíddur og geymdur á ís og metinn með skynmati eftir QIM og DA aðferð (generic descriptive analysis), einnig voru örverur (TVC og H₂S myndandi) taldar og histamín mælt allt að 9 daga frá uppbíðingu.

2 EFNI OG AÐFERÐIR

2.1 Makrill

Makrill (veiddur suðaustur af Íslandi í ágúst 2009) var geymdur við -24°C þar til tilraunirnar fóru fram 4-5 mánuðum síðar. Forathugun fór fram í desember 2009 þar sem gæðastuðulsaðferðin var löguð að frystum makrill, en geymsluþolsrannsóknin fór fram í janúar 2010. Alls voru 162 fiskar þíddir við 3°C yfir nótt og geymdir á flöguís í plastkössum í kæli við $0-1^{\circ}\text{C}$. Í geymsluþolsrannsókninni voru fiskar metnir og mældir eftir 1, 2, 4, 6, 8 og 9 daga frá þíðingu.

Fylgst var með hitastigi með hitanemum (Micro-T DS1922L from NexSens Technology - Dayton, OH, USA).

2.2 Skynmat

2.2.1 *Skynmat á hráum fiski með QIM*

Makrill var tekinn úr kæli klukkustund fyrir skynmat. Fiskurinn var lagður á hvítt hreint borð. Í herberginu þar sem matið fór fram var herbergishiti og góð lýsing yfir borðinu. Þróun og prófun QIM var í meginatriðum samkvæmt þeirri aðferðafræði sem lýst er af Martinsdóttir et al (2001) og Sveinsdóttir et al (2003).

Forathugun fól í sér aðlögun QIM að þíddum makrill. Til hliðsjónar voru hafðir QIM skalar fyrir svipaðar tegundir eins og ferskan makrill (Andrade et al 1997; Badiani et al 2009) og síld (Martinsdóttir et al 2001). Tveir einstaklingar skráðu skynrænar breytingar á þíddum makrill nær daglega í 10 daga frá þíðingu. Eftir þann tíma var makrillinn greinilega skemmdur. Hverjum eiginleika er gefin einkunn eftir lýsingum, þar sem 0 svarar til ferskleikaeinkenna en hærri einkunnir með geymslutíma að hámarki einkunn 3. Þessar upplýsingar voru nýttar til að útbúa drög að QIM skala fyrir þíddan makrill.

Fyrir geymsluþolsrannsóknina var lögð lokahönd á þróun QIM skalans fyrir þíddan makrill ásamt því að skynmatshópur var þjálfaður í notkun skalans. Skynmatshópurinn var vanur skynmati með QIM og var þjálfaður samkvæmt ISO (1993) í skynmati. Í upphafi þjálfunar voru drögin að einkunnaskalanum kynnt og dómarar beðnir að meta misgamlan þíddan makrill og koma með tillögur að breytingum á skalanum ef þeir töldu þörf á því. Skynmatsstjóri breytti skalanum í samræmi við mat dómaranna. Í fyrstu tveimur þjálfunartímum fengu dómarar upplýsingar um geymslutíma makrillsins, en í

Þeim þriðja voru sýnin merkt með þriggja stafa tölum sem valdar voru af handahófi og gáfu engar upplýsingar um geymslutímann (mynd 1).

QIM skalinn var svo notaður til að meta makríllinn í geymsluþolsrannsókninni. Tíu dómarar mátu útlit/lit fisksins og áferð, lit tálkna, slím og lykt, lit og lögun augna og upplausn innyfla. Alls voru 4-5 fiskar voru metnir frá hverjum geymsludegi á tveggja daga tímabil, í alls fjórum sýnatökuskiptum.



Mynd 1. Skynmatsdómari við mat á þíddum Atlantshafsmakríl samkvæmt QIM aðferð. Fiskurinn er dulmerktur með þriggja stafa tölu.

2.2.2 Skynmat á soðnum fiski með DA

Fyrir mat á soðnum makríl var fiskurinn flakaður og flökin snyrt einsog sýnt er á mynd 2. Flakinu var skipt í 3-4 bita sem hver var settur í dulmerkt álform og soðinn við 100°C í 6 mínútur í forhitaðum gufuofni (Convotherm Elektrogeräte GmbH, Eglfing, Germany) og borið fram heit fyrir dómarana.

Þrjú skipti voru notuð til að útbúa matsskala fyrir soðinn þíddan makríl samkvæmt DA aðferð. Undir stjórn skynmatsstjóra útbjuggu dómarar orðalista yfir einkenni til að lýsa lykt, bragði, útliti og áferð makríls eftir mislanga geymslu á ís. Dómarar voru síðanþjálfaðir í að lýsa magni þessara einkenni á ókvarðaðri línu (frá 0 til 100%).

Í geymsluþolsrannsókninni mat hver dómari (alls 10 dómarar) sýnin í tvísýni í tilviljunarkenndri röð í fjórum skiptum (hámark fjögur sýni í hvert skipti) á tveggja daga tímabili. Tölvukerfi (FIZZ, Version 2.0, 1994-2000, Biosystèmes) var notað til að skrá skynmatsniðurstöður.



Mynd 2. Snyrting makríflaka fyrir sýnaundirbúning í mati á soðnum makríl.

2.3 Efnamælingar

Histamín var mælt í tvísýni (tvö flök af tveimur fiskur frá hverjum geymsludegi) fyrir skynmat á soðnum sýnum. Histamín var ákvarðað með HPLC (High-Performance Liquid Chromatography) aðferð (Corbin *et al.* 1989, Gouygou *et al.* 1987) þar sem 25 g fiskvöðva var viktað í glerílát og mixað (Ultra turrax homogenizer) í 60 mínútur í um 50 ml 10% TCA (Trichloroacetic acid). Útdrátturinn var síaður gegnum Whatman 542 fíltur undir lofttæmi og 0.45 μm filter (millipore). Þá er 0.25 ml sýnis síað og bætt í 0.5 ml OPA (o-phthaldialdehyde) í sýnahólk. Lausnin var geymd í myrkri í 3.5 mínútu. Þá var 2 ml ethylacetate bætt í og sett í skilvindu í 1 mínútu eða þar til fasarnir voru alveg aðskildir. Vökvi úr efri fasanum var pípettaður í flösku, tilbúið í HPLC keyrsluna sem tók 40 mínútur.

2.4 Örverumælingar

Sýni úr tveimur fiskum frá hverjum geymsludegi voru tekin á sama tíma og QIM var framkvæmt. Roðið var dauðhreinsað og 20g sýni úr fiskvöðva tekin, hökkuð og sett í stomacher poka með 180 g peptone vatni til 10-faldar þynningar og blandað í eina mínútu. Heildarfjöldi (total viable counts – TVC) og brennisteinsmyndandi bakteríur (H_2S -producing bacteria) var metinn eftir sáningu á járnagar (iron agar - IA) (spread plate technique) og talningu eftir fimm daga við $17^\circ C$.

2.6 Tölfræðiúrvinnsla

Tölfræðiforritið Unscrambler (Version 9.7; CAMO, Trondheim, Norway) var notað til að meta hversu vel var hægt að áætla geymsludaga á ís útfrá QIM með PLS (partial least-square regression) með full crossvalidation, þar sem Y var dagar á ís en X voru stig gefin útfrá QIM aðferð. Tölfræðiforritið NCSS 2000 (NCSS, Kaysvill, Utah, USA) var notað til að kanna hvort marktækur munur var á hópum samkvæmt mati á soðnum makríl með DA aðferð. Til að kanna mun í einstaka eiginleikum var notast við ANOVA (analysis of variance) greiningu og Duncan's Multiple-Comparison test eftirpróf til að kanna mun milli einstakra hópa. Munur var álitinn marktækur ef $p < 0.05$. Tölfræðiforritið PanelCheck (V1.3.2) var notað til að skoða frammistöðu skynmatsdómara sem og samband sýna (scores) og skynmatseinkenna (loadings).

3 NIÐURSTÖÐUR

3.1 Skynmat

3.1.1 *Skynmat á hráum flökum með QIM*

Í forathugun var settur saman QIM skali sem talinn var lýsa breytingum sem verða á þíddum makríl með geymslu á ís. Lýsingum við hvern gæðapátt var gefin einkunn frá 0 til 1, 0 til 2 eða 0 til 3 háð vægi þáttar. Gæðapættirnir voru útlit roðs á baki og kvið, áferð metin með því að þrýsta fingri á bak fyrir miðju, litur, skírleiki og lögum sjáaldurs, litur, slím, útlit tálknþráða og lykt tálkna, útlit lífhimnu og upplausn innyfla. Heildar summa einkunna var mest 38 stig. Eftir að einkunnaskalinn var þróaður áfram með skynmatsdómurum var þáttunum fækkað (skírleiki sjáaldurs, áferð kviðs, útlit lífhimnu var tekið út) og lýsingum breytt til að lýsa betur einkennum fisksins með geymslu. Eftir breytingarnar var hámarkssumma einkunna 19 í stað 38.

Tafla 1 sýnir QIM skalann sem þróaður var fyrir þíddan makríl en leiðbeiningar fyrir matið eru gefnar upp í töflu 2. Slíkar leiðbeiningar eru mikilvægar, sérstaklega fyrir nýja dómara.

Myndir 3-6 sýna hvernig þíddur makrill breytist með geymslu í ís. Í upphafi geymslu er liturinn við bak bláleitur og skær en minnir á perlu/ hvítur (mynd 3a). Undir lok geymslu í ís, eða þegar fiskurinn er ekki lengur neysluhæfur, er litur á roði minna skær og komin einsog gullin slikja við kvið (mynd 3b).

Við upphaf geymslunnar eru augun flöt eða aðeins sokkin og sjáaldrið aðeins gráleitt (mynd 4a). Undir lok geymslunnar verða augun sokkin/mjög sokkin og sjáaldrið grátt (ljósari litur í miðju) (mynd 4b)

Útlit tálknþráða, litur og slím tálkna breyttist með geymslu. Við upphafs geymslu í ís voru tálknin rauð/lifrrauð, tálknþræðirnir samfelldir og slímið tært en með geymslu á ís urðu tálknin meira brúnleit, upplituð og loks grá eða gulleit, tálknblöð voru meira klofin, en slímið varð kekkjótt eða ekki til staðar (mynd 5a-d).

Innyfli makrilsins voru heil í upphafi geymslutímans á ís (mynd 6a) en uppleyst við lok geymslutímans (mynd 6b).

Tafla 1. QIM (Quality Index Method) aðferð fyrir þíddan Atlantshafsmakríl (*Scomber scombrus*).

Gæðapáttur	Lýsing	Einkunn	
Útlit, áferð	Roð, bak	Skært, sterkur blár litur	0
		Mattara, minna skært	1
		Mattur, fólblár litur	2
	Roð, kviður	Perluhvítt	0
		Vottur af gylltri slikju	1
		gyllt slikja	2
	Áferð, bak	Í dauðastirðnun	0
		Aðeins mjúkt, hold réttir sig undan fingri	1
		Mjúkt, hold réttir sig hægt	2
Mjög mjúkt, hold réttir sig ekki		3	
Augu	Augasteinn	Gráleitur	0
		Grár (ljós blettur í miðju)	1
	Form	Flöt	0
		Aðeins sokkin	1
Tálkn	Litur	Lifrarrauður	0
		Brúnleitur	1
		Ljósbrúnn (grá, græn eða gulleitur)	2
	Slím	tært slím	0
		Þurrt, mjög lítið slím	1
	Tálknblöð	Heil, tálknþræðir þéttir	0
		Aðeins klofin	1
		Mikið klofin	2
	Lykt	Fersk, þörungur, málmur, sjór	0
		Þrá, gras, súrt gras	1
		Mjög þrá, súr mjólk, blautur hundur, borðtuska, táfýla	2
Innyfli	Upplausn, bein	Heil, skær litur, bein föst við hold	0
		Byrjuð að leysast upp, daufari litur, bein aðeins laus frá holdi	1
		Innyfli uppleyst, daufur litur, bein laus frá holdi	2
Gæðastuðull (0-19)			

Tafla 2. Leiðbeiningar fyrir mat með QIM ferskleikamati á þíddum makríl.

Gæðapáttur	Leiðbeiningar
Útlit roð	Litur á baki og kvið metinn í sitthvoru lagi.
Áferð	Aflögun vöðvans undan þrýstingi. Þrýst er á holdið með fingri. Ef hold réttir sig strax er sýnið stíft og fjaðurkennt.
Form augna	Þar sem um er að ræða frystan og þíddan fisk er augað aldrei kúpt, aðeins flatt eða sokkið.
Tálknblöð	Athugið hvort þræðir tálknanna loða saman eða eru aðskildir. Ef fiskurinn er ferskur eru þræðirnir fastir saman í heil tálknblöð. Með auknum geymslutíma aðskiljast þræðirnir og tálknblöðin klofna.



Mynd 3. Litur á roði þídds makrils við upphaf geymslu á ís (a) og lok geymslu á ís (b).



Mynd 4. Útlit augna í þíddum makríl við upphaf geymslu á ís (a) og lok geymslu á ís (b).



Mynd 5. Útlit tálkna í þíddum makríl með geymslutíma á ís (frá a til d þar sem a = upphaf geymslu og d = lok geymslu).



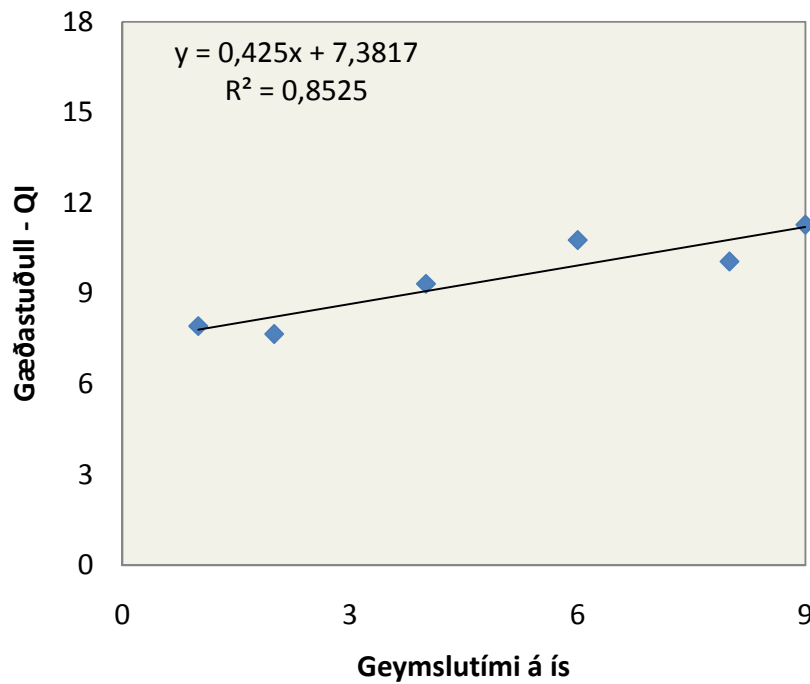
Mynd 6. Útlit innnyfla í þíddum makríl við upphaf geymslu á ís (a) og lok geymslu á ís (b).

Vart varð við að kviður hluta fisksins (alls 7% fiskanna) var rofinn og holdið grautarkennd fljótlega eftir þíðingu einsog mynd 7 sýnir.



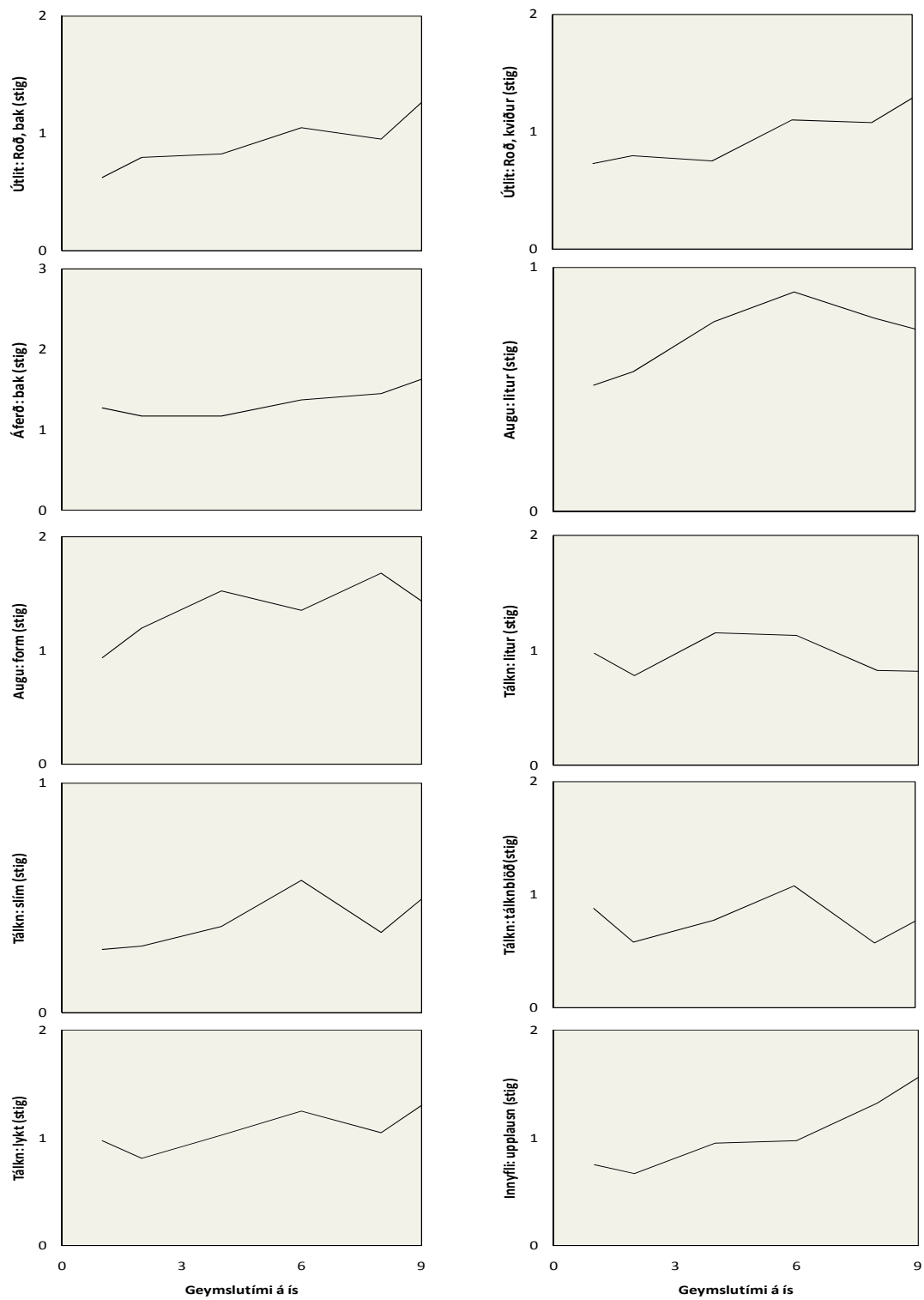
Mynd 7. Kviðrof í þíddum makríl.

Gæðastuðullinn (Quality Index – QI) var reiknaður fyrir hvern geymsludag (meðaltal yfir 4-5 fiska og 10 dómara). Línulegt samband reyndist vera milli geymslutíma á ís og gæðastuðulsins QI ($R^2 = 0.86$) (mynd 8).



Mynd 8. Breytingar í gæðastuðli (meðaltal, N =4/5) með geymslutíma þídds makrils á ís.

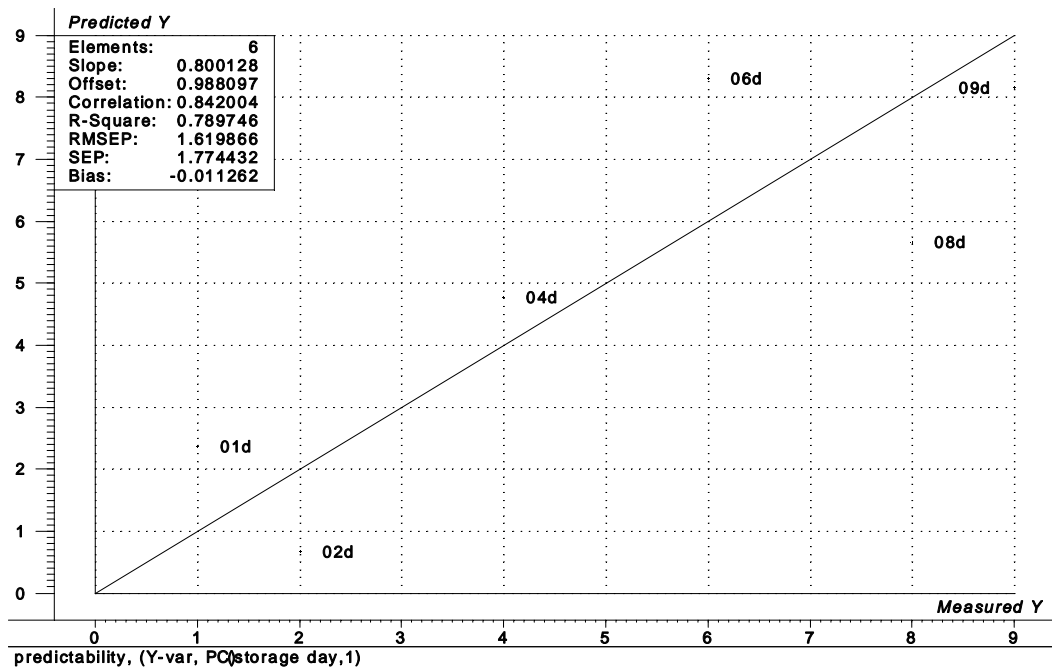
Aðferðin QIM gerir ráð fyrir því að stig fyrir öll gæðaeinkenni hækki með geymslutíma. Breytingar í stigum fyrir hvern gæðapátt makrils eru sýndar á mynd 9. Í flestum tilfellum breyttust stig gefin fyrir þættina ekki mjög mikið með geymslutímanum, en hækkuðu þó aðeins í flestum tilfellum, einna mest fyrir upplausn innyfla.



Mynd 9. Meðalstig gefin fyrir hvern gæðapátt í QIM skalanum fyrir þíddan makríl (N=4/5) með geymsludögum á ís.

Fylgni (r) milli stiga sem gefin voru fyrir hvert einkenni og geymslutíma var marktæk fyrir Útlit roðs við bak (r = 0,90) og útlit roðs við kvið (r = 0,92), áferð við bak (r = 0,85) og upplausn innyfla (r = 0,95), en samkvæmt Chatfield (1983), er fylgni uppá 0,83 eða hærra marktæk miðað við 95% öryggismörk.

Munur á QI milli fiska innan geymsludags var í nokkrum tilfellum marktækur. Niðurstöðurnar voru skoðaðar með PLS til að kanna hversu vel QI spáði fyrir um geymslutíma (Mynd 10). Spágildi QI er áætlað útfrá SEP gildi (standard error of performance). Gera má ráð fyrir að gögnin séu normaldreifð þar sem QI er summa 10 gilda og þá t-dreifingu fyrir matið. Því má gera ráð fyrir að eftirfarandi gildi fyrir 95% öryggismörkin (Sveinsdóttir et al 2003): $SEP \times t (df = 5) = 1.77 \times 2.571 = 4.55$. Af þessu má ráða að ef 4-5 fiskar eru metnir úr hverri lotu megi spá fyrir um geymslutímamann með nákvæmni uppá ± 2.3 daga.



Mynd 10. PLS módel fyrir QIM gögn fyrir þíðan makríl á ís með crossvalidation. Mæld gildi v.s. spágildi. Meðal QI fyrir hvern dag (N = of 4/5) X til að spá fyrir um geymsludaga Y.

3.1.2 Skynmat á soðnum flökum með DA

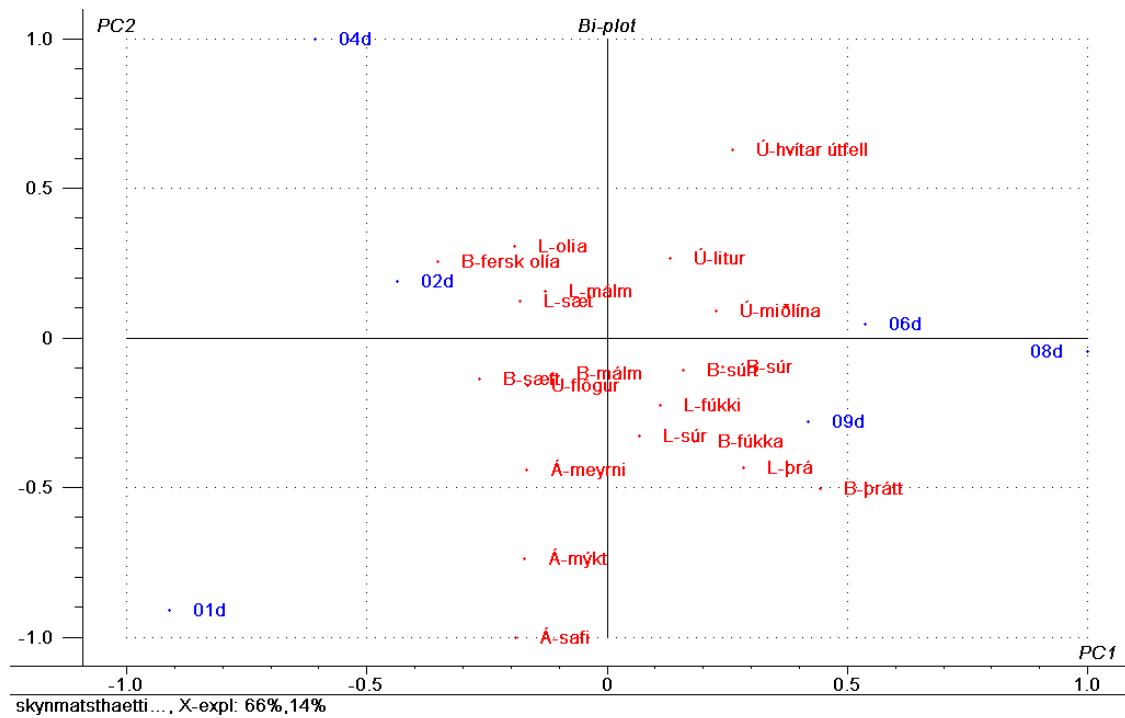
Matsþættir fyrir soðinn þíddan makríl voru skilgreindir af skynmatshóp einsog sýnt er í töflu 3.

Tafla 3. Skynmatseiginleikar fyrir soðinn þíddan makríl og skilgreiningar þeirra.

Matsþættir		Skilgreining matsþáttar
Lykt	Fersk olía	fersk fiskolía
	málmur	málmkennd lykt
	sæt	sæt lykt
	súr	súr lykt, fersk
	fúkki	fúkki, mold
	smjörsýra	smjörsýra, táfýla
	þrái	þrá lykt
Útlit	litur	utan miðlínu: ljós=ljósgrár; dökkur=dökkgrár/dökkgrábrúnn
	gulur vökvi	hve gulur er vökvinn í boxinu
	hvítar útfellingar	hvítar útfellingar á yfirborði sýnis
	miðlína	greinileg=dökk og skýr; ógreinileg=ljós og óskýr
	flögur	sýni rennur í flögur þegar þrýst er á með gaffli
Bragð	fersk olía	fersk fiskiolía, ferskt lýsi
	málmur	málmkennt bragð
	sætt	sætt bragð
	súrt	súrt
	fúkki	fúkki, mold
	beiskt	beiskt, rammt
	þrái	þrátt bragð
Áferð	mýkt	metið í fyrsta biti
	safi	þegar tuggið: þurr=dregur vökva úr munni; safaríkur=gefur frá sér vökva
	meyrni	þegar tuggið hefur verið nokkrum sinnum
	límkenndur	límur saman tennur þegar bitið er í fisk

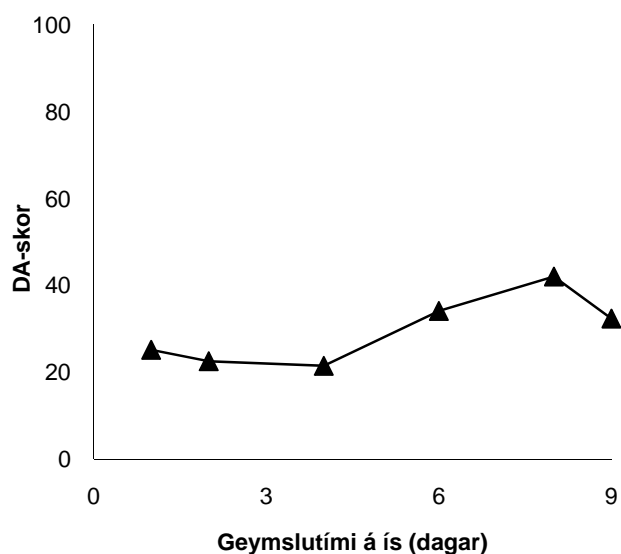
Helstu einkenni makrilsins var lykt af ferskri olíu, málmlykt og sæt lykt sem dofnaði heldur með geymslutímanum. Almenn var útlit makrilsins ljóst, miðlínan frekar greinileg en hvítar útfellingar jukust nokkuð með geymslutíma. Bragð makrilsins einkenndist af ferskri olíu, málm og sætu bragði sem dofnaði með geymslutímanum. Áferðin var almennt mjúk í meðallagi, frekar lítið safarík og í meðallagi meyr. Mynd 11 sýnir yfirlit af því hvernig skynmatseiginleikar þídds makrils breytast með geymslutíma. Í upphaf geymslu (1-4 dagar á ís) einkennist makrillinn meira af bragði af ferskri olíu, olíu, málm

og sætri lykt, en með geymslu verður súr og fúkka lykt og bragð meira áberandi sem og þrá lykt og bragð.



skynmatsthaetti..., X-expl: 66%,14%
Mynd 11 Sýni (scores) og skynmatspættir (loadings) soðins þídds makrúls metin af skynmatsdómurum. d = dagar á ís; Ú = útlitspættir; Á = áferðapættir; L = lyktarþættir; B = bragðþættir

Við upphaf geymslutímans var þrátt bragð greinanlegt en jókst með geymslutíma einsog mynd 12 sýnir. Á 6. degi er þráabragðið verulega mikið sem bendir til að hámarks geymslutími sé <6 dagar á ís.



Mynd 12. Þráabragð af soðnum þíddum makríl með geymslu.

3.2 Histamín mælingar

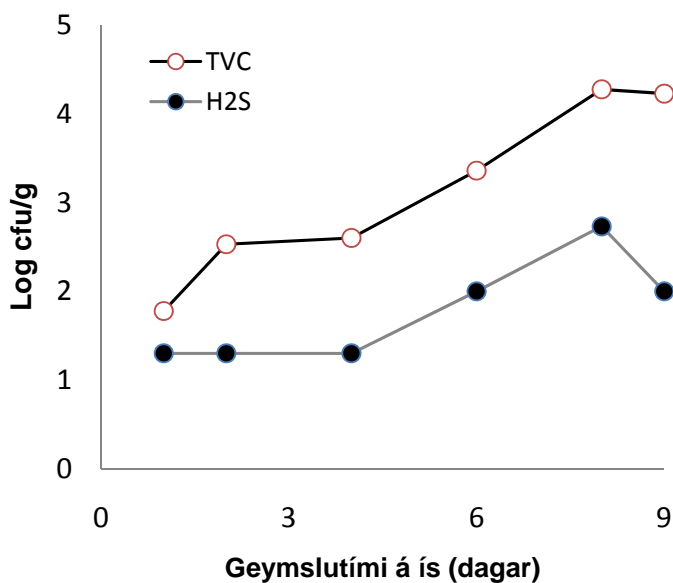
Histamín mældist ekki í þíddum makríl á geymslutímanum sem var 9 dagar á ís (< 5 ppm). Þetta er í samræmi við niðurstöður Barbuzzi *et al* (2009), sem mældi histamín í þíddum makríl á 10 daga geymslutíma, en sá makrill hafði áður verið geymdur við -24°C í 6 mánuði. Sömuleiðis sýndu niðurstöður Hardy og Smith (1976) að histamín mældist ekki í makríl sem hafði verið geymdur við -14 °C, -21 °C og - 29 °C.

Margar rannsóknir hafa verið birtar um histamín í makríl. Samkvæmt Jhaveri *et al.* (1982) var upphaflegt magn histamíns 2 mg/100 g sem hélst stöðugt fyrstu 10 dagana en jókst í 10 mg histamín/100 g eftir 2 vikur. Luten (1983) sýndi fram á að histamín magn í makríl sem geymdur er við 0 °C í allt að 13 daga var lágt (0.3-0.6 ppm). Samkvæmt Taylor (1986) benda allar rannsóknir til að histamín myndun sé lítil í fiski sem geymdur er við 0 °C. Lokuruka and Regenstein (2007) sýndu fram á að histamín magn í makríl fyrstu 7 daga geymslu væri tilviljunarkennt, en það ykist eftir 8 daga og makrill sem geymdur hafði verið í 13 daga innihélt 39 ppm histamíns. Sömu höfundar komust að þeirri niðurstöðu að óslægður makrill væri öruggur til neyslu varðandi histamín í allt að 9 daga. Einnig að makrill sé nokkuð öruggur til neyslu jafnvel fram yfir 13 daga á ís hvað varðar histamín eitru, svo lengi sem upphaflegt örverumagn sé lágt og meðhöndlun góð.

3.3 Örverumælingar

Við upphaf geymslutímans var heildarörverufjöldi (TVC) lægri en 2 log cfu/g en óx með geymslu og var 4-5 log cfu/g við lok tilraunar á degi 9 einsog sjá má á mynd 13. Brennisteinsmyndandi örverur (H_2S -producing bacteria) voru undir 1.3 log cfu/g fyrstu fjóra daga geymslutímans en fjöldi þeirra jókst nokkuð eftir það og var 2-3 cfu/g við lok geymslutímans.

Jhaveri *et al.* (1982) sýndi að fjöldi örvera í holdi fersks slægðs makrils var við upphaf geymslu 3.3 log cfu/g og 6.8 log cfu/g eftir tveggja vikna geymslu á ís. Þetta er töluvert meiri fjöldi en okkar rannsókn sýndi fram á. Ástæðan er líklegast sú að makrillinn í okkar rannsókn var frystur í fimm mánuði. Rannsóknir Magnusson og Martinsdóttir (1995) og Martinsdóttir and Magnusson (2001) sýndu að frystigeymsla í lengri tíma hefur þau áhrif að örverum fækkar í fiski. Rannsókn Licciardello og D'Entremont (1987) sýndu sömu áhrif og benti jafnframt á að frystigeymsla gæti stuðlað að lengra geymsluþoli eftir þjóðingu.



Mynd 13. Heildar örverufjöldi (TVC) og brennisteinsmyndandi bakteríur (H_2S) í makríl með geymslutíma á ís.

4 ÁLYKTANIR

QIM aðferðin fyrir þíddan makríl var þróuð og prófuð í geymsluþolsrannsókn. Gæðastuðull – QI (heildarsumma einkunna) hækkaði línulega með geymslutíma á ís. QIM aðferðin fyrir þíddan makríl byggir á mati á gæðapáttum eins og útliti á roði, áferð, lit og formi augna, lit og lykt tálkna, útlit slíms í tálknum og tálknblaða og upplausn innnyfla og getur heildarsumma fisksins orðið 19 að hámarki. Í verkefninu var einnig þróuð aðferð (general descriptive analysis-DA) til að meta soðinn makríl. Helstu einkenni makrilsins strax eftir þíðingu var lykt og bragð af ferskri olíu, málmlykt og sæt lykt/bragð sem dofnaði heldur með geymslutímanum. Áferðin var almennt mjúk í meðallagi, frekar lítið safarík og í meðallagi meyr. Það sem takmarkaði geymsluþolið voru skynrænir eiginleikar sem lýsa skemmdareinkennum, einsog þráalykt og –bragð sem getur verið áberandi í feitum fiski eftir lengri frystigeymslu.

Samkvæmt skynmati á soðnum makrílflökum er geymsluþol þídds makrils eftir fimm mánaða frystigeymslu um 4-6 dagar. Histamín mældist ekki (< 5 ppm) í þíddum makríl á geymslutímanum sem var 9 dagar á ís.

5 ÞAKKARORÐ

Verkefnið var unnið sem nemendaverkefni við Sjávarútvegsskóla Sameinuðu þjóðanna (UNU) og hluti af verkefninu Sælkerafiskur fyrir ferðalanga sem er styrkt af AVS rannsóknasjóði í sjávarútvegi og er þakkað fyrir stuðninginn.

6 HEIMILDIR

Andrade, A., Nunes, M. og Batista, I., 1997. Freshness quality grading of small pelagic species by sensory analysis. In *Methods to determine the freshness of fish in research and industry* (G.Olafsdottir, J. Luten, P.Dalgaard, M. Careche, V. Verrez-Bagnis, E. Martinsdottir, & K. Heia ed., pp. 333-338). Nantes, France.

Barbuzzi, G., Grimaldi, F., og Del Nobile, M.A. 2009. Quality decay of fresh processed fish stored under refrigerated conditions. *Journal of Food Safety* 29, 271-286.

Bremner, H.A., 1985. A convenient easy to use system for estimating the quality of chilled seafood. *Fish Processing Bulletin* 7, 59-70.

Collette, B. B., og Nauen, C. E., 1983. Scombroid of the world an annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerel, bonitos and related species known to date. *FAO Fish*.

Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs.

Corbin, J.L., Marsh, B.H. og Peters, G.A., 1989. An improved method for analysis of polyamines in plants tissue by precolumn Derivatization with ophthaldehyde and separation by High Performance Liquid Chromatography determination of histamine in fish. *Plant Physiol.* 90: 434-439.

FAO, 1989. Yield and nutritional value of the commercially more important fish species. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 309. Torry Research Station, Aberdeen (UK). Rome, FAO. 187.

Ginés, R., Valdimarsdottir, T., Sveinsdottir, K. og Thorarensen, H. 2004. Effects of rearing temperature and strain on sensory characteristics, texture, colour and fat of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*); *Food Quality and Preference*, 15(2): 177-185

Gouygou, J. P., Sinquin C. og Durand, P., 1987. High Pressure Liquid Chromatography determination of histamine in fish. *Journal of Food Science* 52 (4): 925-927.

Hardy, R. og Smith, G.M., 1976. The storage of mackerel (*Scomber scombrus*). Development of histamine and rancidity. *Journal Science of Food Agric.* 27 (595).

Hong, L.C., Leblanc, Z.J. Hawrish, Z.J. og Hardin R.T., 1996. Quality of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) fillets during modified atmosphere storage. *Journal of Food Science*, volume 61, n. 3. 646-651.

Hurling, R. og McArthur, H. 1996. Thawing, Refreezing and Frozen Storage Effects on Muscle Functionality and Sensory Attributes of Frozen Cod (*Gadus morhua*). *Journal of Food Science* 61(6), 1289-1296

Huss, H.H., 1995. Quality and quality changes in fresh fish. *FAO Fisheries Technical Paper*. No.348. Rome, FAO.

ISO 1993. Sensory analysis – general guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: Selected assessors, 8586-1. Genf, Switzerland: The International Organization for Standardization

Jhaveri, S. N., Leu, A. og Constantinides, S.M., 1982. Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*): Shelf life in ice. *Journal of Food Science*, volume 47, 1808-1810.

- Keay, J.N., 1979. Handling and Processing Mackerel. Torry Advisory note n. 66. Torry Research Station.
- Licciardello, J. J. og D'Entremont D.L., 1987. Bacterial growth rate in iced fresh or frozen-thawed Atlantic cod, *Gadus morhua*. *Marine Fisheries Review*, 49 (4), 43-45.
- Lokuruka, M. N. L. og Regenstein, J. M., 2007. Handling and storage of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) on biogenic amine production, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 15: 4, 17-33.
- Luten, J. B., 1983. The formation of biogenic amines in mackerel (*Scomber scombrus*) and marinated herring under different temperature conditions. Western European Fish Technologists Association, 13th Annual Meeting, Ijmuiden, Netherlands.
- Magnusson, H. og Martinsdottir, E. 1995. Storage quality of fresh and frozen-thawed fish in ice. *Journal of Food Science* vol 60, n. 2. 273-278.
- Martinsdottir, E., og Magnusson H., 2001. Keeping Quality of sea-frozen thawed cod fillets on ice. *Journal of Food Science* – vol. 66, n. 9. 1402-1408.
- Martinsdottir, E., Sveinsdottir, K., Luten, J., Schelvis-Smit, R., og Hyldig, G., 2001. Reference manual for the fish sector ; Sensory Evaluation of Fish Freshness. *QIM Eurofish*. Ijmuiden, The Netherlands.
- Martinsdottir, E., 2004. QIM for evaluating fish freshness in *Infofish International* number 2/2004 March/April. 35-40.
- Nielsen, D., Hyldig, G., Nielsen, J. og Nielsen, H. H. 2005. Sensory properties of marinated herring (*Clupea harengus*) processed from raw material from commercial landings. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(1), 127-134.
- Olafsdottir, G., Verrez-Bagnis, V., Luten, J.B., Dalgaard, P., Careche, M., Martinsdottir, E., og Heia, K., 1997. The need for methods to evaluate fish freshness. In *Methods to determine the freshness of fish in research and industry. Processing of the Final Meeting of the Concerted Action "Evaluation of Fish Freshness" AIR3CT94 2283*, Nantes Conference, November 12-14, 1997. 17-29. Paris, International Institute of Refrigeration.
- Sveinsdottir, K., Hyldig, G., Martinsdottir, E., Jorgensen, B. og Kristbergsson, K., 2002. Application of Quality Index Methods (QIM) scheme in shelf life study of farmed Atlantic salmon (*Salmo solar*). *Journal Food Science*: 67, 1570-1579.
- Sveinsdottir, K., Hyldig, G., Martinsdottir, E., Jorgensen, B. og Kristbergsson, K., 2003. Quality Index Method (QIM) scheme developed for farmed Atlantic salmon (*Salmo solar*). *Food Quality and Preference* 14, 237-245. Elsevier Science Ltd.
- Sveinsdóttir, K., Martinsdóttir, E., Green-Petersen, D., Hyldig, G., Schelvis, R. og Delahunty, C. 2009. Sensory characteristics of different cod products related to consumer preferences and attitudes. *Food Quality and Preference*, 20 (2) 120-132
- Taylor, S.L. 1986. Histamine food poisoning: Toxicology and clinical aspects in *CRC Critical Reviews in Toxicology* vol.17 issue 2, 91-128, CRC Press.
- Xing, Y., Yoo, Y., Kelleher, S.D., Nawar, W. W., og Hultin, H. O., 1993. Lack changes in fatty acid composition of mackerel and cod during iced and frozen storage. *Journal of Food Lipids*, 1. 1-14.