

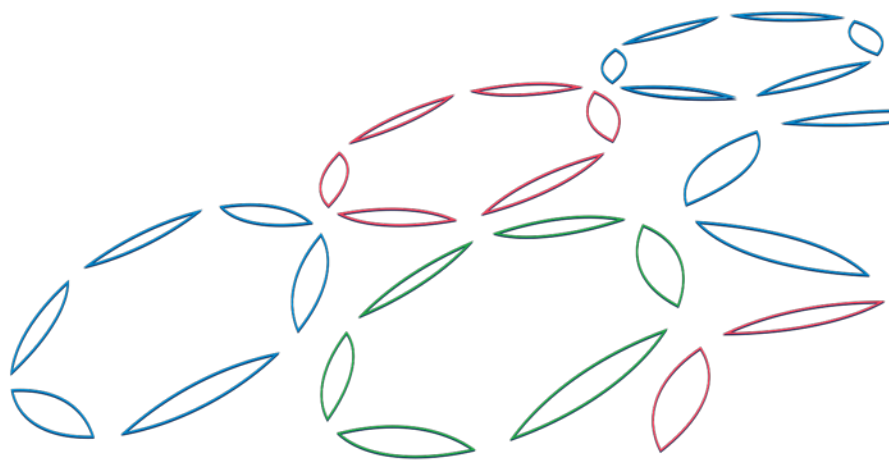


Verðmætamyndandi tækni – Þurrkun uppsjávarfisks

Ásbjörn Jónsson
Cyprian Ogombe Odoli
Sigurjón Arason

Skýrsla Matís 13-17
Desember 2017

ISSN 1670-7192



Report summary

<i>Titill / Title</i>	Verðmætamyndandi tækni – þurrkun uppsjávarfisks Value adding technique – Drying of pelagic fish		
<i>Höfundar / Authors</i>	Ásbjörn Jónsson, Cyprian Ogombe Odoli og Sigurjón Arason.		
<i>Skýrsla / Report no.</i>	13-17	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	13.12. 2017
<i>Verknr. / Project no.</i>	2003-2293		
<i>Styrktaraðilar /Funding:</i>	AVS Rannsóknarsjóður í sjávarútvegi		
<i>Ágríp á íslensku:</i>	<p>Markmið verkefnisins var að bæta vinnsluferla og gæði og öryggi þurrkaðrar sardínu framleidda í Kenía. Eins að skoða nýjar afurðir eins og þurrkaðrar loðnu frá Íslandi til mögulegs útflutnings til Kenía.</p> <p>Niðurstöður sýndu að hægt væri að tryggja gæði þurrkaðrar afurða eins og loðnu hér á Íslandi. Við inniþurrkun er hægt að stýra aðstæðum, eins og hitastigi og hindra þannig afmyndun próteina og þránun fitu. Niðurstöður sýndu einnig að sardína sem var útiþurrkuð í Kenía við hærri hitastig samanborið við inniþurrkun, hafði lakari gæði, þar sem afmyndun próteina átti sér stað ásamt þránun.</p> <p>Hins vegar sýndu markaðskannanir í Kenía að ákveðinn hópur neytenda líkaði vel við inniþurrkaða loðnu frá Íslandi og voru tilbúnir til að kaupa vöruna.</p>		
<i>Íslensk lykilorð:</i>	<i>þurrkun, loðna, sardína, forsuða, þæklun, markaður, Kenya</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>The objective of the project was to improve the process and quality and safety of dried sardines produced in Kenya. As well as introduce new products from Iceland like dried capelins a possible export to Kenya.</p> <p>Results showed that it was possible to control the quality of dried products like capelin in Iceland. By indoor drying, the conditions can be controlled, like temperature and providing denaturation of proteins and oxidation of fat. Results showed also that sardines dried in open air in Kenya with higher temperature compared with indoor drying, had lower quality, were denaturation of proteins and oxidation of fat occurred.</p> <p>Market research indicated that certain social groups of consumers in Kenya liked indoor drying capelin from Iceland, and were willing to by such product.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>Drying, capelin, sardine, blanching, brining, market, Kenya</i>		

Efnisyfirlit

Inngangur	1
Framkvæmd.....	2
Hráefni til þurrkunar.....	2
Áhrif forsuðu og þurrkunaraðferða á eiginleika og gæði þurrkaðrar sardína og loðnu	2
Sardínur-söfnun hráefnis og vinnsla.....	2
Aðferðir.....	3
Loðna –söfnun, hráefni og vinnsla	5
Aðferðir.....	6
Markaðsgreining með neytendakönnun	8
Hráefnið	8
Þátttakendur könnunar	8
Spurningalisti	9
Tölfræðileg greining	9
Niðurstöður og umræða.....	9
Hráefni til þurrkunar.....	9
Loðna	9
Sardína	10
Áhrif forsuðu og þurrkunaraðferða á eiginleika og gæði þurrkaðrar sardína	10
Hitastig og umhverfisraki.....	10
Þurrkhraði og rakahlutfall (Kg vatns/kg þurrrefni)	11
Litur.....	13
Efnasamsetning	14
Þránun	14
Fríar fitusýrur og fitusýrusamsetning	16
Áhrif forsuðu og þurrkunaraðferða á eiginleika og gæði þurrkaðrar loðnu.....	21
Hitastig þurrkunar og rakastig.....	21
Fitu- og saltinnihald	24
Þránun og litur	25
Samantekt.....	28
Markaðsgreining.....	28
Áhrif félags- og lýðfræðilega eiginleika á neytendakönnunina.	28
Samantekt.....	32
Ályktanir	32
Þakkarorð	34

Inngangur

Stór hluti loðnu sem veitt er hér við land er nýttur til mjöl- og lýsisvinnslu og fer mest í fóðurframleiðslu. Loðnan er veidd á þeim tíma sem hún er hrognafull og fer hrygnan í heilfrystingu og þegar hrognin hafa náð réttum þroska er loðnan söxuð fyrir hrognakreistingu og hrognin síðan skilin frá og síðan fryst. Hluti hængsins er blokkfrystur og fluttur út til Austur-Evrópu. Lítið er gert af því að vinna aflann í verðmætari þurrkaðar afurðir þó einhverjar tilraunir og þreifingar hafa verið í þá átt. Nýjar vinnsluleiðir fyrir allt sjávarfang er lykilatriði til að auka verðmæti sjávarafla og bæta rekstur íslenskra sjávarútvegsfyrirtækja og þetta á ekki síður við til að auka virði á smáfiskafla. Með fullvinnslu afurða er stigið skrefi lengra í virðisaukningu í greininni.

Hagnýting sjávarútvegsfyrirtækjanna felst m.a. í bættri nýtingu á fjárfestingu og aukinnar framleiðni. Vinnsla til manneldis kemur sér vel fyrir áhafnir veiðiskipa þar sem mun hærra verð fæst fyrir þann hluta aflans sem fer til manneldis og verðmeiri afurðir. Loðna sem endar virðisikeðjuna sem þurrkuð afurð í Japan er t.d. flutt út frá Íslandi frosin í blokkum og Japanir sjá sjálfir um að þurrka hana með hagkvæmum hætti og koma á neytendamarkað. Þarna tapast því töluverð verðmæti úr landi sem felast í því að þurrka loðnu erlendis. Af uppsjávarfiskum veiðist mest af kolmunna, loðnu og síld og nú síðustu ár hafa umfangsmiklar veiðar á makríl bæst við. Kolmunni er fyrirferðarmikill í afla uppsjávartegunda og stærsti hluti kolmunnans fer í fiskmjölsvinnslu. Þau ár sem skipin hafa lítt mátt veiða af kvótasettum tegundum hafa skipin leitað á önnur mið og stundað tilraunaveiðar á tegundum eins og gulldeplu (R 026-10) og spærling. Miklu skiptir fyrir afkomu sjávarútvegsfyrirtækja að þeir sem veiða og vinna þessar tegundir uppsjávarfiska geti valið um fjölda vinnsluleiða sem þeir geta ráðstafað aflanum í þá vinnslu þar sem mesta verðmæti fæst fyrir hráefnið.

Markmið verkefnisins var að byggja upp þekkingu og þróa vinnsluferil til framleiðslu á fullþurrkuðum afurðum úr loðnu, kolmunna og spærlingi til manneldis á erlenda markaði. Horft var á afurðir sem uppfylla kröfur og væntingar kaupenda aðallega hvað varðar útlit og gæði. Einnig var ætlunin að breyta vinnsluferlinum þannig að hægt væri að nýta færibandapurrkara. Markmið verkefnisins breyttust lítilllega þar sem var einblítt á þurrkun loðnu frá Íslandi og þurrkun á sardínunum frá Kenía.

Meirihluti útfluttra sjávarafurða frá Íslandi til Afríku í gegnum árin hafa verið þurrkaðar botnfiskafurðir á Nígíeríumarkað. Í byrjun þessarar aldar byggði útflutningur til Nígíeríu aðallega af þurrkuðum hliðarafurðum af bolfiski; hausar, hryggir og annað sem féll til við bolfiskvinnslu. Útflutningsverðmæti sjávarafurða til Afríku hefur verið um 10-15 milljarðar íslenskra króna árlega, sem er um 5% af heildarútflutningsverðmæti íslenskra sjávarafurða. Mikill samdráttur varð á útflutningi til Nígíeríu árið 2015. Aðstæður á olíumörkuðum voru margt líkt við það sem gerðist árið 1983, olíuverð lækkað hratt sem kom niður á kaupgeta fólksins í þessum löndum.

Við skipulagningu verkefnisins var ætlunin að nota kolmunna í þetta verkefni en þar sem kolmunnaveiði var nánast enginn á þeim tíma sem verkefni stóð yfir, þá var ákveðið að leggja áherslu á að greina eiginleika loðnu við þurrkun. Á sama tíma var Cyprian Ogombe Odoli doktorsnemi frá Kenía að skoða þurrkeiginleika sardínu, sem veiddist við strendur Kenía og eiginleika loðnu sem veiddist hér við land. Því var ákveðið að leggja áherslu á að rannsaka þessar tvær tegundir og bera þær saman.

Framkvæmd

Hráefni til þurrkunar

Loðna veidd við Ísland og sardína við Kenía var hráefni sem var notað í þessar þurrktilraunir þar sem áhersla var lögð á að rannsaka eðlis- og efnafræðilega eiginleika þessara fisktegunda.

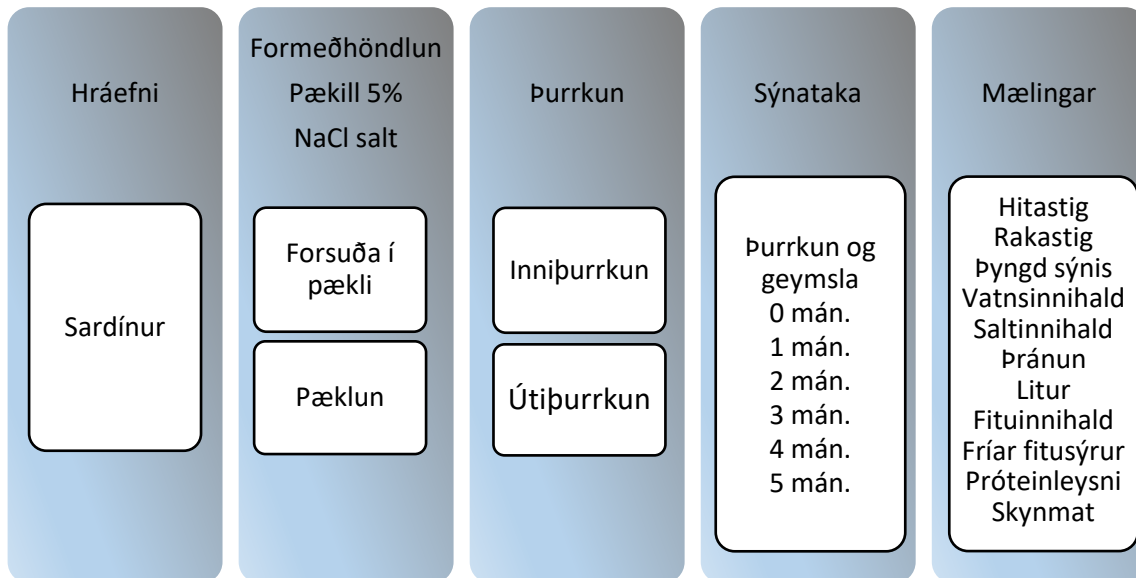
Áhrif forsuðu og þurrkunaraðferða á eiginleika og gæði þurrkaðrar sardína og loðnu

Rannsökuð voru áhrif forsuðu og mismunandi þurrkunaraðferða á eiginleika og gæði sardína við geymslu, ásamt áhrifum fituinnihalds og forsuðu á þrúnun og þurrkhraða á loðnu í þurrkun við lágt hitastig.

Sardínur-söfnun hráefnis og vinnsla

Sardínur voru veiddar í V-Indíahafi við Mombasa, Kenía. Þyngd fiska var á bilinu 20-25 g og var landað 8 klst. frá veiðum. Fiskurinn var geymdur í flöguís og fluttur til rannsóknarstofnunar sjávarútvegs í Kenía. Aflinn var síðan frystur við -25°C . Hluti af aflanum var fluttur til Íslands og afgangurinn varð eftir í Kenía til frekari rannsókna. Þegar fiskurinn kom til Íslands var hann þíddur við $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ yfir nótt. Meðhöndlun fyrir rannsóknina fólst í því að forsjóða hluta af fiskinum í 5% saltpækli við 103°C í 2 mínútur, á meðan hluti var einungis settur í pækil (Mynd 1). Tilgangur með þækluninni var að ná 2% saltinnihaldi í fiskinn. Forsoðna fisknum var síðan

dreift á grindur til kælingar og til að láta leka af honum vatnið. Fiskurinn sem var ekki forsoðinn var settur í saltþekil (5% NaCl) í 2 klst. við 2°C til að ná 2% saltinnihaldi í holdinu. Fisknum var síðan raðað á grindur til að fjarlægja yfirborðsvatn.



Mynd 1. Tilraunahögun á áhrifum forsuðu og mismunandi þurrkunar aðferða á þurrkhræða, gæði og stöðuleika fitu í sardínunum.

Tíu fiskar voru merktir og hver einstaklingur var vigtaður. Þurrktilraun fór fram í þurrkklefa Vestfirsku harðfisksölunnar við stýrðar aðstæður. Aðstæður við þurrkun voru hitastig við 19-25°C og hlutfallslegur raki 40-76%. Lofthraða var haldið stöðugum við 3,6 m/s. Einnig fór fram þurrktilraun í Mombasa, Kenía utandyra þar sem sólin var notuð til þurrkunar á hráefninu, sem var dreift á grindur. Eftir þurrkun var öllum fisknum pakkað í plastpoka og geymdur við stofuhita (24±3°C). Tekin voru sýni einu sinni í mánuði og geymslan stóð yfir í fimm mánuði.

Aðferðir

Hitastig og hlutfallslegur loftraki

Hitastig var mælt yfir þurrktímann með tölvustýrðum hitanemum (iButton DS1922L, Ca, USA) með nákvæmni upp á ±0,5°C. Hlutfallslegur loftraki var mældur með tölvustýrðum rakanemum (innrauður mælir) með nákvæmni upp á ±0,01%. Nemarnir (n=3) voru staðsettir á mismunandi stöðum í þurrkklefanum og skráðu gildi á 15 mínútna fresti.

Litur

Litur þurrkaðra sardínu var mældur með Minolta CR-300 litgreini (Minolta Camera Co., Osaka, Japan) skv. Lab* kerfi (CIE, 1976) með CIE ljósgjafa. Tækið mældi L*-gildi (hvítan lit), a*-gildi (rauðan lit) og b*-gildi (gulan lit) miðað við CIELAB litaskala. Valdir voru 3 mælistaðir á miðlínu hvers fisks og meðaltal tekið.

Efnasamsetning

Heildarfituinnihald var mælt skv. aðferð Bligh og Dyer (1959). Saltinnihald var mælt skv. AOAC (2000). Vatnsinnihald var mælt skv. ISO (1993).

Þránun

Fyrsta stigs þránun var mæld skv. Santha og Decker (1994) með breytingu skv. Karlsdóttir ofl. (2014). Annars stigs þránun var mæld skv. Lemon (1975), með þeim breytingum að $3 \pm 0,5$ g af fiskvöðva var blandað saman við 10 ml af þríklóró ediksýru (TCA) með Ultra-Turrax blandara við 8000 snúninga/mín. í 10 s. Lausnin var síðan skilvinduð í 20 mín við 5100 snúninga/mín. við 4°C (TJ-25 skilvinda, Beckmann Coulter, USA). Hundrað μL af flotinu var safnað saman og blandað við 900 μL af 0,02 M thiobarbituric sýru lausn og hitað í vatnsbaði í 40 mínútur við 95°C. Lausnin var kæld í vatnsbaði, síðan var gleypni mæld í 200 μL við 530 nm (Sunrise Micro plate Reader, Tecan GmbH, A-5082 Grödig, Austria). Niðurstöður voru túlkaðar sem malonaldehyde diethylacetal/kg af sýni.

Fitusýrusamsetning og fríar fitusýrur

Fríar fitusýrur (FFA) voru ákvarðaðar skv. aðferð Bernardez ofl. (2005). Niðurstöður voru túlkaðar sem g FFA/100 g fita. Fitusýrusamsetning var ákvörðuð skv. Aðferð AOAC (1998).

Skynmat með Almennri myndrænni greiningu

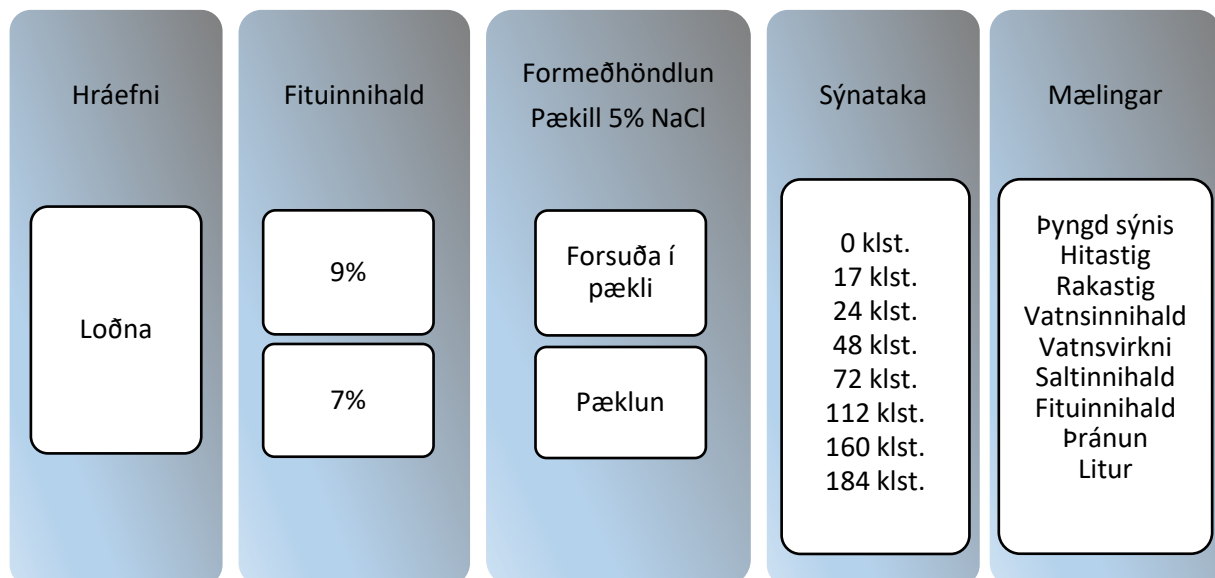
Tíu dómarar voru þjálfaðir til að kynnast skynmatseiginleikum þurrkaðs fisks og að skýra styrkleika hvers skynmatsþáttar. Mælikvarði frá 0 til 100 (Stone og Sidel, 1985) var notaður til að skýra styrkleika skynmatseiginleikanna (Tafla 1). Mat á sýnum var framkvæmt skv. alþjóðlegum staðli (ISO 8586-1, (1993).

Tafla 1. Lýsing á uppsetningu skynmats á þurrkuðum sardínnum.

Skynmatseiginleiki	Skali (0-100)	Stutt nafn	Lýsing á skynmatseiginleika
Lykt			
Einkenni	engin / sterk	O-einkenni	Einkennandi lykt fyrir þurrkaðan fisk
Þránun	engin / sterk	O-þránun	Einkennandi lykt fyrir þránun á fiskolíu
Útlit/Litur			
Vöðvi	engin / sterkur	C-vöðvi	Vöðvi dökkbrúnn
Bragð			
Einkenni	ekkt / sterkt	F-einkenni	Einkenni fyrir þurrkaðan fisk (skreið)
Þránun	engin / sterkt	F-þránun	Bragð af þráinni fiskolíu, þorsklifrarolíu
Áferð			
Þurr	engin / sterkt		Munnvatnsstreymi eykst þegar tuggið er
Klístraður	engin / sterkt		Tennur klístrast við bit í vöðva

Loðna –söfnun, hráefni og vinnsla

Frystar blokkir af loðnu, tveimur dögum eftir veiði í febrúar (C1) og mars (C2) 2013 voru fengnar frá HB Granda á Akranesi. Loðnan var stærðarflokkuð (32±4 g). Blokkirnar voru geymdar í 3 mánuði við -25°C, þar til rannsókn fór fram (Mynd 2).



Mynd 2. Tilraunahögun á áhrifum fituinnihalds og forsuðu á þurrkhraða og þránun í loðnu, veiddri í febrúar og mars.

Í byrjun rannsóknar voru blokkirnar þíddar við 18-20°C yfir nótt. Loðnunni var skipt í tvo hópa, annar var settur í pæklun (BR) og hinn í forsuðu í pækli (BL). BR var settur í 5% NaCl lausn (hlutfall1:1, pækill:fiskur) í 2 klst. við 2°C (til að ná sem næst 2% saltinnihaldi í vöðvann), settar síðan á grindur til að fjarlægja yfirborðs vökva. BL hópurinn var settur í sjóðandi vatn með 5% NaCl lausn í 2 mínútur. Umfram vökvi var svo látinn renna af fiskinum (Tafla 2).

Tafla 2. Tilraunahögun á þurrkaðri loðnu (n=10 fyrir hvern hóp).

Hópur	Fitumagn/veiðitími	Formeðhöndlun(5% salt)	Tími (mín)	Þurrktími (klst)
C1	9% / febrúar	Engin	0	0
C2	7% / mars	Engin	0	0
C1-BR	9% / febrúar	Pæklun	120	184
C1-BL	9% / febrúar	Forsuða í pækli	2	184
C2-BR	7% / mars	Pæklun	120	184
C2-BL	7% / mars	Forsuða í pækli	2	184

Þurrkilraunir fóru fram hjá Vestfirsku Harðfisksölunni í Reykjavík og efnamælingar voru gerðar á Matís. Aðstæðum í þurrklefa var stýrt með stýribúnaði, hitastig var stillt á 19-25°C og hlutfallslegur loftraki á 30-50%. Grindum var raðað í miðjum þurrklefa og hita- og rakanemar staðsettir efst, í miðju og neðst í þurrklefa. Þurrkun stóð yfir þar til hráefnið náði stöðugri vigt.

Aðferðir

Hitastig og hlutfallslegur loftraki

Hitastig og hlutfallslegur loftraki var mældur með sama búnaði og í tilrauninni hér á undan.

Lofthraði

Lofthraði var mældur með búnaði (TA-2 model) með skekkju upp á 0,01 m/sek, á þrem stöðum í þurrklefanum, efst, í miðju og neðst í klefanum.

Þyngdartap

Sýnin voru vigtuð í upphafi þurrktímans og svo eftir þurrkun.

Raki

Rakainnihald er þyngd vatns í hlutfalli við þyngd sýnis. Rakainnihald „ M_t “ á hverjum tíma „ t “ í vatnslausn er skv. jöfnu Shammugam og Natarajan (2006):

(1)

$$M_t = \left[\frac{(M_o + 1)W_t}{W_o} - 1 \right]$$

Þar sem M_t er rakainnihald loðnu í þurrkun, M_0 er upphaflegt rakastig í byrjun þurrkunar, W_t er þyngd sýnis á hverjum tíma í þurrkun og W_0 er þyngd sýnis í byrjun þurrkunar.

Þurrkhraði er í réttu hlutfalli við breytingu á rakainnihaldi hráefnisins og jafnvægisrakainnihalds. Jafnan fyrir þurrkhraða er:

(2)

$$R = dM/dt = M_{t+\Delta t} - M_t/\Delta t$$

Þar sem R er þurrkhraði, dM er breyting á þyngd (g), dt er breyting í tíma; $M_{t+\Delta t}$ er rakainnihald við $t = t + \Delta t$ og M_t er rakainnihald við $t = t$.

Litur

Litur á þurrkuðum fiski var mældur með Minolta CR-300 litgreini (Minolta Camera Co., Osaka, Japan) skv. Lab* kerfi (CIE, 1976) með CIE ljósgjafa. Tækið mældi L^* -gildi (hvítan lit), a^* -gildi (rauðan lit) og b^* -gildi (gulan lit) miðað við CIELAB litaskala. Valdir voru 3 mælistaðir á miðlínu hvers fisks og meðaltal tekið ($n=15$).

Vatnsinnihald

Vatnsinnihald var reiknað út frá léttun sýna við hitun við 105 °C í 4 klst. (ISO, 1993) ($n=3$).

Vatnsvirkni

Vatnsvirkni (a_w) var mæld með Aqua Lab Model CX2 (skekka $\pm 0,003$).

Saltinnihald

Saltinnihald (NaCl) var mælt skv. AOAC (2000) sem g salt /100 g af vöðva ($n=3$).

Fituinnihald

Heildarfita var mæld fyrir hrátt hráefni, þæklað/forsoðið hráefni og þurrkaða afurð. 25 g sýni var meðhöndlað með metanól/klóróform skv. aðferð Bligh og Dyers (1959).

Þránun

Fyrsta stigs þránun var mæld skv. Santha og Decker (1994) með breytingu skv. Karlsdóttir ofl. (2014). Annars stigs þránun var mæld skv. Lemon (1975), með þeim breytingum að $3\pm 0,5$ g af fiskvöðva var blandað saman við 10 ml af þríklóró ediksýru (TCA) með Ultra-Turrax blandara við 8000 snúninga/mín. í 10 s. Lausnin var síðan skilvinduð við 5100 snúninga/mínútu í 20 mín. við 4°C (TJ-25 skilvinda, Beckmann Coulter, USA). Hundrað μ L af flotinu var safnað saman og blandað við 900 μ L af 0,02 M thiobarbiturice sýru lausn og hitað i vatnsbaði í 40 mínútur við

95°C. Lausnin var kæld í vatnsbaði, síðan var gleypni mæld í 200 µL við 530 nm (Sunrise Micro plate Reader, Tecan GmbH, A-5082 Grödig, Austria). Niðurstöður voru túlkaðar sem malomaldehyde diethylacetal/kg af sýni.

Markaðsgreining með neytendakönnun

Framkvæmd var úttekt á mörkuðum í Afríku, nánar tiltekið í Kenía. Markaðskönnun var gerð í Kwale á suðurströnd Kenía og í Mombasa. Hefðbundinn þurrkaður smáfiskur er mikilvægur sem próteingjafi fyrir lágstéttarfolk í mörgum löndum Afríku. Þorri lágstéttarfólks í Kenía verslar matvæli á opnum mörkuðum, á meðan millistéttin, í borgum og bæjum verslar í stórmörkuðum. Þess vegna voru valdir staðir, Kwale í Kenía þar sem meirihluti íbúa er lágstéttarfolk og Mombasa þar sem meirihluti tilheyrir millistéttarfólki (Ipsos-Synovate, 2013; Kenya National Bureau of Statistic 2015). Markmiðið með þessari markaðskönnun var að kynna þurrkaða loðnu frá Íslandi og fá samanburð við sardínu sem var þurrkuð á hefðbundin hátt í Kenía.

Hráefnið

Hráefnið sem notað var í markaðskönnuninni voru sardínur, veiddar í febrúar 2014 við strendur Kenía og loðna, veidd í mars sama ár við Ísland. Sardínurnar voru þurrkaðar á grindum undir berum himni í Mombasa, Kenía. Loðnan var þurrkuð hjá Haustaki í grindarklefum við stýrðar aðstæður. Afurðunum sardínum (vatnsinnihald 24%, fituinnihald 9%) og loðu (vatnsinnihald 19,5%, fituinnihald 27%) var pakkað í 500 g „polyethylene“ umbúðir.

Þátttakendur könnunar

Könnunin var gerð í Mombasa og Kwale við suðurströnd Kenía. Þátttakendur voru valdir meðal kaupenda sem versluðu í þremur stórmörkuðum í Mombasa og þremur opnum mörkuðum í Kwaile yfir fjögurra vikna tímabil. Könnunin var skýrð nákvæmlega fyrir öllum þátttakendum. Samtals tóku 120 manns þátt í könnuninni; 60 manns frá stórmörkuðum og 60 manns frá opnum mörkuðum.

Könnunin fór fram á heimili þátttakenda. Þeim var sent 500 g pakkning með fyrstu afurðinni með útskýringu um að hver og einn hefði frjálst val um eldun hráefnisins og svara spurningalista sem fylgdi með innan viku. Þátttakendur sem versluðu í stórmörkuðum skiluðu síðan spurningalistanum á ákveðnum degi til stórverslana. Einnig var spurningarlistum safnað

saman sem komu frá opnum mörkuðum. Þegar búið var að safna spurningalistunum saman fengu þátttakendur pakkningu með annarri afurðinni og áttu að skila niðurstöðum innan viku.

Spurningalisti

Þátttakendur voru spurðir um hvernig þeim líkaði útlit vörunnar, bragð og áferð og gáfu því einkunn með því að nota 9 stiga skala, þar sem 1 var skilgreining á „líkar mjög illa“ og 9 skilgreining á „líkar mjög vel“. Þátttakendur voru einnig spurðir um vilja þeirra að kaupa vöruna í 500 g pakkningum að virði 200, 400, 600 eða 800 KES (Kenía skildingar) á 9 stiga skala frá 1 (mjög ólíklegt) og 9 (mjög líklegt). Þátttakendur voru upplýstir um að markaðsverð á þurrkuðum sardínunum væri í kringum 400 KES (viðmiðunarverð). Félags- og lýðfræðilegar spurningar (kyn, trú, menntunarstig, atvinna, stærð heimilis og hver neytir þurrkaðs fisks á heimilinu) voru einnig lagðar fram þar sem rannsóknir hafa sýnt tengingu á milli þessara hópa við smekk á matvælum og ástæðu til kaups (Green et al. 2003; Obiero et al. 2014).

Tölfræðileg greining

Tölfræðileg greining var framkvæmd með notkun hugbúnaðarins Microsoft Excel 2010 og NCSS 2000. Fervikagreining (ANOVA) var notuð með Duncans fjölsamanburðarprófi við 95% öryggismörk. Samanburður á mismunandi skynmatseiginleikum var greindur með höfuðþáttagreiningu (PCA) með notkun hugbúnaðarins Panelcheck V 1.4.0 frá Nofima í Tromsø í Noregi. Höfuðþáttagreining er notuð til að skoða hvernig mismunandi mælipættir (breytur) fyrir mismunandi hópa tengjast hver öðrum. Einnig er hægt að skoða tengsl milli hópa. Meginmarkmið höfuðþáttagreiningar er fækkun mikilvægra breytistærða og er hægt að skoða myndrænt allt að þrjár breytur í einu.

Niðurstöður og umræða

Hráefni til þurrkunar

Loðna

Loðnan (*Mallotus villosus*) er kaldsjávarfiskur sem lifir í N-Atlantshafi, í Barentshafi við Ísland,



Mynd 3. Loðna (heimild: Jón Baldur Hlíðberg)

Grænland og í N-Íshafi við Kanada. Einnig finnst hún í Kyrrahafi. Við Ísland heldur loðnan sig í kalda sjónum fyrir norðan land megnið af ævinni en gengur í hlýja sjóinn sunnan og suðvestan við Ísland til hrygningar. Hér við land er loðnan veidd yfir hrygninguna frá janúar til mars, en hún hrygnir í mars (Vilhjálmsson, 2002).

Fituinnihald loðnunnar er háð kynþroska og árstíð, og er á bilinu 4% til 20% (Bragadóttir *et al.*, 2002) með hæsta fituinnihaldið seinni part hausts (nóvember-deseember) en lægsta eftir hrygningu í mars-apríl.

Síðastliðin ár hefur aflamagn á loðnu sem hefur veiðst við Ísland verið á bilinu 100-500 þúsund tonn. Hluti af aflanum hefur verið unnin til manneldis en 80% aflans annað hvort sem heil eða afskurður frá hrognavinnslu fer í fiskmjölsvinnslu til framleiðslu á mjöli og lýsi (Hagstofa Íslands, 2015). Stór hluti af hrygnu er flutt út vegna hrognanna en stærsti hluti hængs fer í fiskmjöl. Til að auka verðmætasköpun hængs, mætti hugsa sér að þurrka loðnu en markaður þarf að vera fyrir hendi.

Sardína

Heimkynni sardínu (*Sardinella gibbosa*) eru helst í Miðjarðarhafi, Svartahafi og í Atlantshafi



Mynd 4. Sardína
(heimild Wikipedia)

meðfram ströndum norðvestur Afríku og allt austur í Norðursjó, auk þess sem hún veiðist umhverfis Bretlandseyjar og Azoreyjar.

Þessi tegund sardínu hrygnir frá apríl til október. Smærri fiskurinn hrygnir í byrjun hrygningartímans en sá eldri hrygnir seinni part hrygningartímans. Aðal hrygningartíminn er hins vegar í júní og júlí, þar

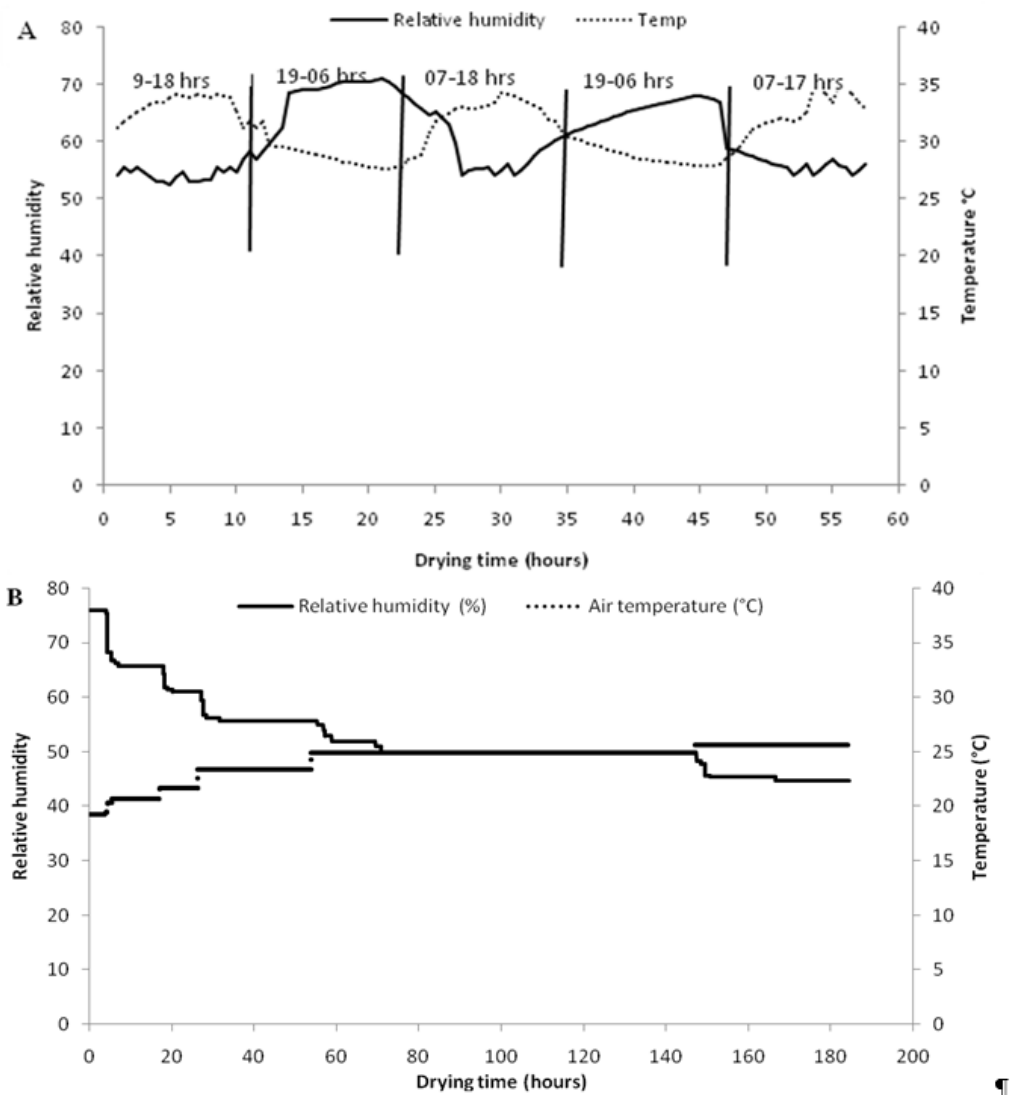
sem meirihlutinn af stofninum hrygnir á þeim tíma (Wikipedia, 2017).

Árið 2012 var skráður afli á land í Kenía um 900 tonn, sem var 10% af artisanal marine fish lönduðum afla í Kenía (State Department of Fisheries Kenya 2012). Talið er að meiru magni sé landað í Kenía, heldur en skráning segi til um, sérstaklega við suðurströnd Kenía. Utanumhald um skráningu landaðs afla er oft ábatavant og veiddur afli af tegundum sem eru verðlitlar er oft ekki gefin upp (Malleret-King *et al.* 2009; Gitonga, 2005). Aflinn er að mestu þurrkaður til manneldis (Froese & Pauly, 2006; Oduor-Odote *et al.*, 2010).

Áhrif forsuðu og þurrkunaraðferða á eiginleika og gæði þurrkaðrar sardína

Hitastig og umhverfisraki

Marktækt hærra hitastig mældist við útiþurrkun (27-35°C) miðað við inniþurrkun (18-25°C). Umhverfis loftraki útiþurrkunar var á bilinu 50-72%, á meðan loftraki í inniþurrkun var á bilinu 49-76% (Mynd 3).



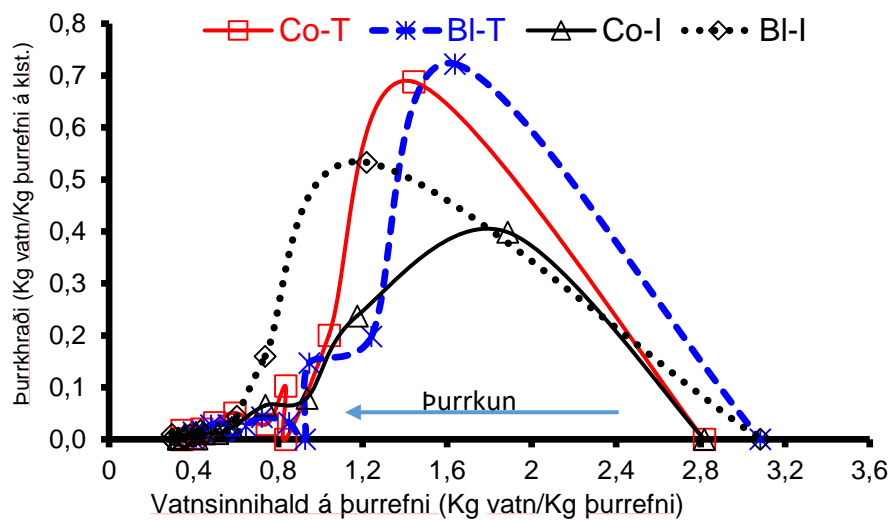
Mynd 5. Breytileiki á hitastigi og hlutfallslegum loftraka, við útiþurrkun (A), og inniþurrkun (B). (Heimildir: Cyprian, 2015).

Við þurrkun gufar vatn upp frá yfirborði fisksins og vatn flæðir frá holdinu til yfirborðsins. Við inniþurrkun, var lágt hitastig og tiltölulega hár loftraki notaður í byrjun þurrkunar til að hindra skelmyndun á yfirborði fisksins. Þegar leið á þurrkunina var hitastigið hækkað með tilheyrandi lækun á loftraka. Með því að nota lágt hitastig (18-25°C) í inniþurrkun dregur úr niðurbroti næringarefna og lágmarkar oxun fitu og afmyndun próteina.

Þurrkhraði og rakahlutfall (Kg vatns/kg þurrefni)

Bæði þurrkunarferð og forsuða höfðu áhrif á þurrkhraða og vatnsinnihald (Mynd 4). Þurrkhraði var marktækt hærrí ($p < 0,05$) við útiþurrkun samanborið við inniþurrkun þegar vatnsinnihald var frekar hátt. Þetta skýrist af meiri uppgufun vatns í útiþurrkun og hærri hita.

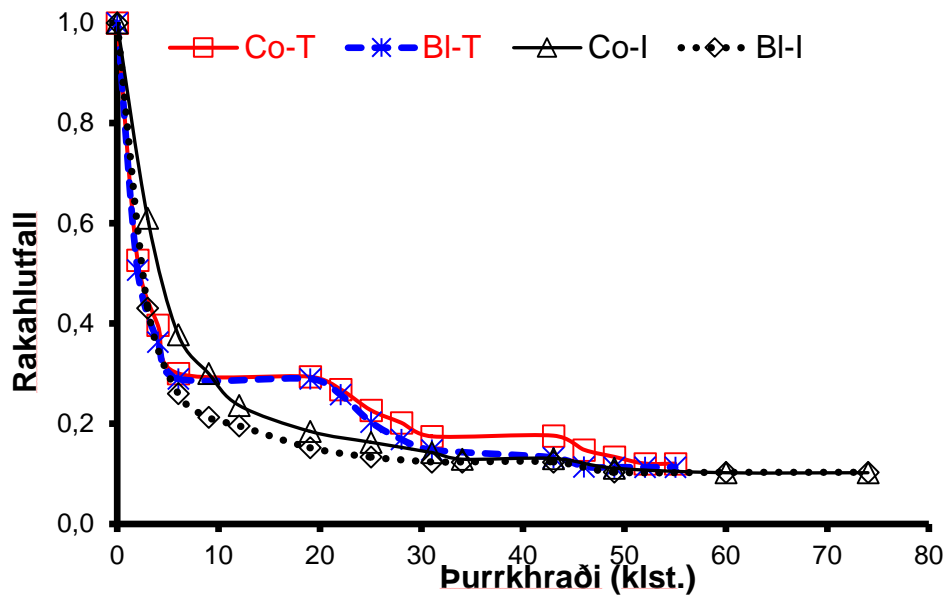
Almennt stjórnast þurrkun af hitastigi, loftraka, vatnsinnihaldi og þurrkhraða (Bellagha *et. al.*, 2007).



Mynd 6. Breytileiki á þurrkhraða eftir vatnsinnihald í óforsoðnum (Co) og forsoðnum (BI) sardínum í inniþurrkun (I) og útiþurrkun (T), n=10. (Heimild: Cyprian, 2015)

Í byrjun þurrkunar var þurrkhraði í inniþurrkun meiri hjá forsoðnum sardínum, en ekki marktækur ($p > 0,05$) miðað við þurrkun á óforsoðnum sardínum. Þurrkhraði í forsoðnum og óforsoðnum sardínum má hugsanlega rekja til afmyndunar og líklega til vatnsrof vöðvapróteina, sem hefur áhrif á vatnsheldni vöðvans. Rannsóknir hafa sýnt fram á að við kaldþurrkun á forsoðinni og óforsoðinni loðnu, var marktækur munur á þurrkhraða milli hópanna (ISO 8586-1, 1993). Rannsóknir sýna að þurrkhraði er ekki aðeins háður hitastigi, loftraka og lofthraða, heldur líka vatnsinnihaldi (Bellagha *et al.*, 2007). Þurrkhraði lækkaði smám saman með minni vatnsinnihaldi á kg þurrefnis, en var háð þurrkunaraðstæðum. Vatnsbinding afurðar jókst við þurrkunina og á seinni stigum þurrkunar flæðir vatn út á yfirborðið (ISO 8586-1, 1993).

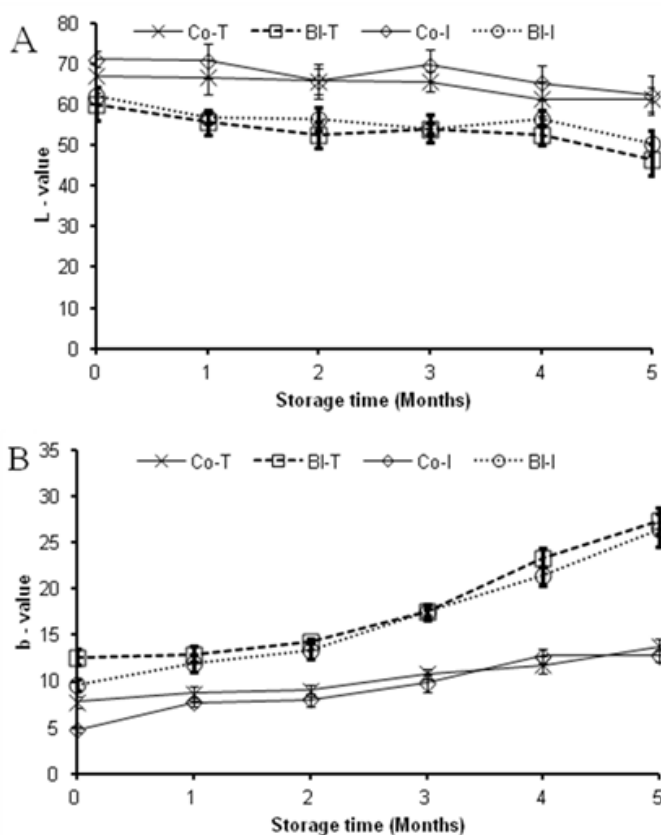
Það tók um 60 og 52 klst. að þurrka sardínur þar til rakainnihald þeirra var stöðugt. Almennt þá minnkar vatnsinnihald með þurrktíma (Mynd 5).



Mynd 7. Breytileiki á rakahlutfalli í óforsoðnum (Co) og forsoðnum (BI) sardínum, við innþurrkun (I) og útiþurrkun (T). (Heimild: Cyprian, 2015).

Litur

Forvinnsla (forsuða/ekki forsuða) fyrir þurrkun og þurrkunaraðferð höfðu töluverð áhrif á lit afurðar. Eftir þurrkun var ljósleiki (L^*) afurða ekki marktækur ($p > 0.05$) milli hópa, forsoðnar sardínur voru dekkri miðað við aðra hópa (Mynd 6). Gulur litur (b^*) var marktækt ($p < 0.05$) hærri í forsoðnum sardínum en í óforsoðnum. Við geymslu dökknaði afurðin, guli liturinn jókst í öllum hópum og var marktækt ($p < 0,05$) hærri í forsoðnum sardínum. Í þurrkuðum afurðum er litur einn af mikilvægum gæðapáttum, sem stuðlar af hrifum neytandans fyrir vörunni (Cyprian *et al.*, 2015; Driscoll og Madamba, 1994). Í þurrkuðum fiski er guli liturinn óæskilegur, þar sem hann bendir til þránunar. Geymsluþol forsoðinna sardína er því takmarkað. Suðan brýtur yfirborðið upp þannig að súrefni hefur greiðari aðgang að fjölómattaðri fitu sem er viðkvæm fyrir þránun.



Mynd 8. Breytileiki í ljósleika (A) og gulum lit (B) í óforsoðnum (Co) og forsoðnum (BI) sardínum í innþurrkun (I) og útiþurrkun (T) sem fall af geymslutíma, $n=15$. (Heimild: Cyprian, 2015).

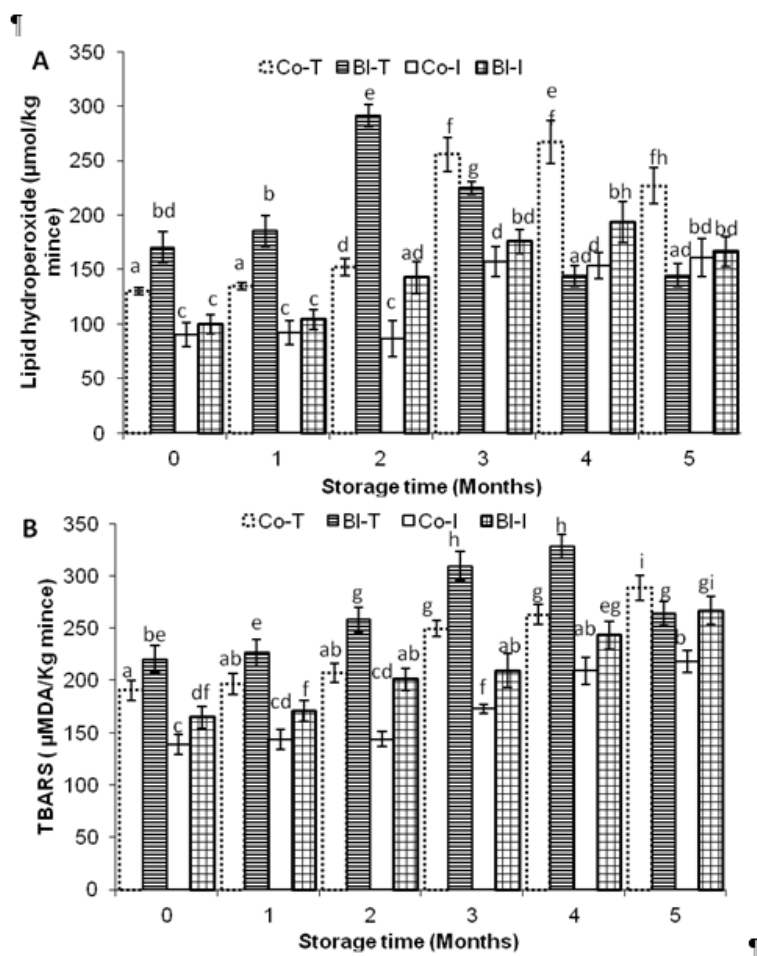
Efnasamsetning

Fituinnihald hrárrar sardínu var $3,0 \pm 0,08\%$. Almennt, minnkaði fituinnihald og vatnsinnihald eftir forsuðu og þæklun. Eðlissvipting próteina hefur mest áhrif, en suðan minnkar vatns- og fitubindieiginleika afurða. Próteininnihald í hrárrí sardínu var $13,52 \pm 0,94\%$ og saltinnihald $0,65 \pm 0,04\%$.

Þránun

Eftir þurrkun var 1. stigs þránun (PV) og 2. stigs þránun (TBARS) skoðuð í afurðum (Mynd 7). Þurrkunaraðferð hafði meiri áhrif á PV en forsuða. PV í afurð var marktækt ($p < 0.05$) hærri við útiþurrkun, miðað við innþurrkun bæði í forsoðinni og óforsoðinni sardínu (170 vs. $100 \mu\text{mol MDA/kg}$ og 131 vs. $90 \mu\text{mol MDA/kg}$). PV gildi voru líka hærri eftir forsuðu, miðað við óforsoðna sardínu. Forsuða og útiþurrkun jók þránun, þar sem hitastig var herra í báðum tilfellum. Almennt hraðar hátt hitastig þránun (Wu og Mao, 2008).

Með geymslutíma, hækkaði PV marktækt ($p < 0.05$) og náði hámarki eftir 2 mánuði hjá hópnum sem var forsoðinn og útiþurrkaður (BI-T), en hjá hinum hópnum náði PV hámarki eftir 3-4 mánuði (Mynd 7A). PV gildi mældist hæst hjá forsoðna (292 $\mu\text{mol/kg}$ sýni) og óforsoðna ($\mu\text{mol/kg}$ sýnis) hópnum sem var útiþurrkaður. Niðurstöður benda til þess að útiþurrkuðu hóparnir eru viðkvæmari gagnvart þránun en hóparnir sem voru inniþurrkaðir, þar sem hærra hitastig og sólarljós hvetur þránun á fitu. Minnkandi PV í enda geymslutíma er í samræmi við rannsóknir Ouor-Odote *et al.* (2010). Forsuða hvetur þránun, þar sem súrefni hefur greiðari aðgang að fitukeðjunum þar sem vatnsinnihaldið hefur minnkað við suðuna og yfirborðið opnast meira.



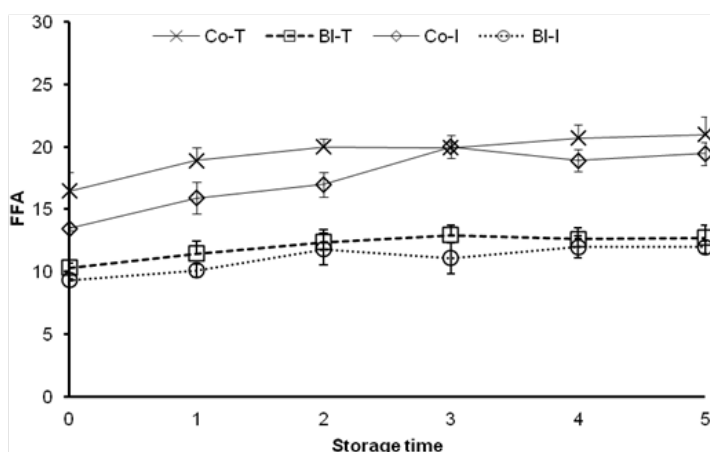
Mynd 9. Fyrsta stigs þránun (PV) (A) og annars stigs þránun (TBARS) (B) í óforsoðinni (CO) og forsoðinni (BI) sardínu, við inniþurrkun (I) og útiþurrkun (T) sem fall af geymslutíma ($n=3$). (Heimild: Cyprian, 2015). Mismunandi bókstafir sýna marktækan mun ($p < 0.05$).

Eftir þurrkun var marktækur munur ($p < 0.05$) á TBARS gildum milli hópanna, með hæstu gildin í útiþurrkaða hópnum (Mynd 7B). Með geymslutíma, hækkuðu gildin hægt í öllum hópum, fyrir utan hóp sem var forsoðinn og útiþurrkaður (BI-T), þar sem TBARS hækkaði ört fyrstu 4 mánuði

og lækkaði síðan á 5 mánuði. Það gefur til kynna niðurbrot á hydróperoxíði í afurð þar sem 2. stigs þránun nær hámarki og byrjar að brotna niður þegar líður á geymslutímann og er það í samræmi við rannsóknir Chotimarkorn *et al.* (2010). Almennt, hraðar forsuða og útiþurrkun þránun marktækt ($p < 0.05$) við þurrkun og geymslu afurða.

Fríar fitusýrur og fitusýrusamsetning

Eftir þurrkun var magn frírra fitusýra (ffa) breytilegt milli hópanna, og marktækt ($p < 0.05$) meira magn í hráefni sem ekki var forsoðið í samanburði við forsoðna hráefnið (Mynd 8). Myndun ffa er aðallega vegna ensímhvarfa og kemur vel í ljós hér, þar sem forsuðan hefur eðlissvipt ensímin og virkni þeirra hverfur. Þær ffa sem myndast í soðna fiskinum er vegna efnahvarfa sem losa um fitukeðjur.



Mynd 10. Breytingar á magni frírra fitusýra í óforsoðnum (Co) og forsoðnum (Bi) sardínunum eftir inniþurrkun (I) og útiþurrkun (T) sem fall af geymslutíma. ($n=3$).

Niðurstöður benda til að hærra hlutfall vatnsrofs glycerol-fatty acid esters sem myndar fríar fitusýrur í óforsoðnum sardínunum við þurrkun, hafi átt sér stað. Þekkt er að vatnsrof glycerol-fatty acid esters er af völdum ensíma (Chotimarkorn, 2010), sem eðlissviptast urðu óvirk við forsuðu á sardínu (Omodara and Olaniyan, 2012). Við geymslu, magn frírra fitusýra jókst í óforsoðnum sardínunum, en magnið var frekar stöðugt í forsoðna hópnum. Niðurstöðurnar sína mikilvægi þess að forsjóða fyrir suðu til að stöðva virkni ensímanna.

Meirihluti fitusýra í sardínunum voru mettaðar fitusýrur (SFA), minna hlutfall var af fjölmettuðum fitusýrum (PUFA) og minnst af einómettuðum fitusýrum (MUFA) (Tafla 3).

Á meðal mettuðu fitusýranna var palmitic sýra (C16:0) mest ráðandi, ásamt einómettuðu fitusýrunni oleic sýru (C18:1n9) og fjölómettuðu fitusýrunni docosahexaenoic acid (DHA). Við þurrkun og geymslu hækkaði hlutfall á mettuðum sýrum á kostnað fjölómettaðra sýra.

Þurrkunarumhverfi, forsuða og geymslutími hafði áhrif á fitusýrusamsetningu.

Tafla 3. Fitusýrusamsetning (g fitusýrur/100 g fita) fitu í hráum vöðva sardína, og þurrkuðum sardínum í loftþéttum umbúðum eftir 5 mánaða geymslu við stofuhita. (Staðalfrávik ±, n=3).

Fitusýrur	Co-RM [†]	BI-RM	Inniþurrkun (I)				Útiþurrkun (T)			
			Co-M0	BI-M0	Co-M5	BI-M5	Co-M0	BI-M0	Co-M5	BI-M5
C14:0	3.92±0.03 ^a	4.02±0.03 ^b	4.05±0.02 ^b	4.18±0.07 ^c	4.83±0.22 ^d	5.43±0.16 ^e	4.33±0.24 ^c	5.00±0.28 ^{de}	5.13±0.22 ^{de}	5.13±0.34 ^{de}
C15:0	0.88±0.01 ^a	0.98±0.11 ^a	0.89±0.01 ^a	0.96±0.02 ^b	0.98±0.00 ^c	1.11±0.03 ^d	1.05±0.07 ^{cd}	0.98±0.00 ^c	0.08±0.00 ^e	1.10±0.04 ^d
C16:0	25.8±0.02 ^a	26.2±0.20 ^a	27.8±0.18 ^b	28.42±0.14 ^c	29.55±0.34 ^d	32.59±0.55 ^e	28.92±0.41 ^{cd}	31.75±0.32 ^e	30.35±0.54 ^d	33.22±0.17 ^f
C17	1.63±0.01 ^a	1.73±0.12 ^a	1.62±0.01 ^b	1.81±0.05 ^c	0.37±0.01 ^d	1.93±0.03 ^e	1.68±0.16 ^{bc}	1.79±0.06 ^c	0.37±0.01 ^d	0.39±0.02 ^d
C18:0	8.59±0.1 ^a	8.79±0.23 ^a	9.62±0.11 ^b	9.68±0.38 ^{bc}	9.99±0.05 ^c	10.62±0.39 ^d	10.53±0.11 ^d	10.96±0.06 ^e	10.99±0.05 ^e	12.00±0.18 ^f
Mettaðar	40.82±0.96^a	41.98±0.28^a	44.5±0.51^b	45.55±0.58^{bc}	46.62±0.62^{ce}	50.44±1.12^d	46.79±0.14^e	50.84±0.37^d	46.92±0.62^e	51.84±0.36^d
C16:1n7	2.66±0.06 ^a	2.70±0.11 ^a	2.57±0.03 ^a	2.54±0.07 ^a	2.52±0.15 ^a	2.46±0.15 ^a	2.31±0.09 ^b	2.22±0.08 ^b	2.49±0.20 ^a	2.52±0.15 ^a
C18:1n9	6.36±0.07 ^a	6.32±0.06 ^a	5.85±0.09 ^b	5.2±0.13 ^{cf}	4.93±0.01 ^d	3.84±0.07 ^e	5.52±0.09 ^c	5.03±0.06 ^f	5.75±0.06 ^b	4.93±0.01 ^d
C18:1n7	2.89±0.03 ^a	2.87±0.01 ^a	2.26±0.03 ^b	2.81±0.07 ^a	2.16±0.00 ^c	2.13±0.04 ^c	2.73±0.18 ^a	2.89±0.01 ^a	2.33±0.04 ^b	2.16±0.00 ^c
C20:1n9	0.76±0.04 ^a	0.77±0.00 ^a	0.56±0.05 ^b	0.49±0.05 ^b	1.27±0.07 ^c	2.00±0.20 ^d	1.68±0.17 ^e	0.55±0.08 ^b	0.33±0.07 ^f	0.27±0.07 ^f
C22:1	4.29±0.03 ^a	4.11±0.13 ^a	3.81±0.17 ^b	3.70±0.28 ^b	3.59±0.18 ^b	4.36±0.19 ^a	3.34±0.04 ^c	3.31±0.10 ^{cd}	3.13±0.16 ^d	3.59±0.18 ^b
Ómettaðar	18.23±0.29^a	18.00±0.32^a	17.05±0.56^b	16.69±0.75^{bc}	16.12±0.27^c	15.31±0.56^{cd}	16.76±0.06^b	16.07±0.26^c	15.84±0.38^{cd}	15.12±0.27^d
C18:2n6	1.37±0.00 ^a	1.29±0.00 ^a	1.24±0.02 ^b	1.02±0.00 ^c	1.22±0.01 ^b	1.19±0.04 ^b	1.32±0.01 ^d	1.26±0.21 ^b	1.35±0.04 ^a	0.83±0.01 ^e
C20:5n3 (EPA)	4.54±0.02 ^a	4.23±0.02 ^a	3.51±0.02 ^b	3.38±0.12 ^b	2.91±0.02 ^c	2.31±0.04 ^d	2.91±0.02 ^c	2.57±0.10 ^e	2.01±0.10 ^f	2.0±0.00 ^f
C22:5n3	2.95±0.01 ^a	2.72±0.01 ^a	2.03±0.01 ^b	1.88±0.04 ^c	1.53±0.03 ^d	1.30±0.07 ^e	1.53±0.03 ^d	1.51±0.01 ^d	1.32±0.02 ^e	1.41±0.10 ^{de}
C22:6n3 (DHA)	16.39±0.25 ^a	15.82±0.25 ^a	14.38±0.07 ^b	12.61±0.63 ^c	10.19±0.61 ^d	8.35±0.72 ^e	12.19±0.61 ^c	10.23±0.29 ^d	9.18±0.46 ^{de}	8.41±0.09 ^e
Fjölómettaðar	26.85±0.75^a	25.61±0.55^a	23.13±0.42^b	22.29±0.58^{be}	19.72±0.52^c	17.99±0.84^{df}	21.72±0.52^e	18.56±0.03^d	16.86±0.65^f	15.05±0.25^g

[†] Skammstöfun: Co = Óforsoðið hráefni; BI = Forsoðið hráefni; RM = Hrátt hráefni; M0 = eftir þurrkun (mán. 0); M5 = geymslutími (mán. 5).

Mismunandi bókstafir innan hversrar raðar sýna marktækan mun milli hópa (p<0.05).

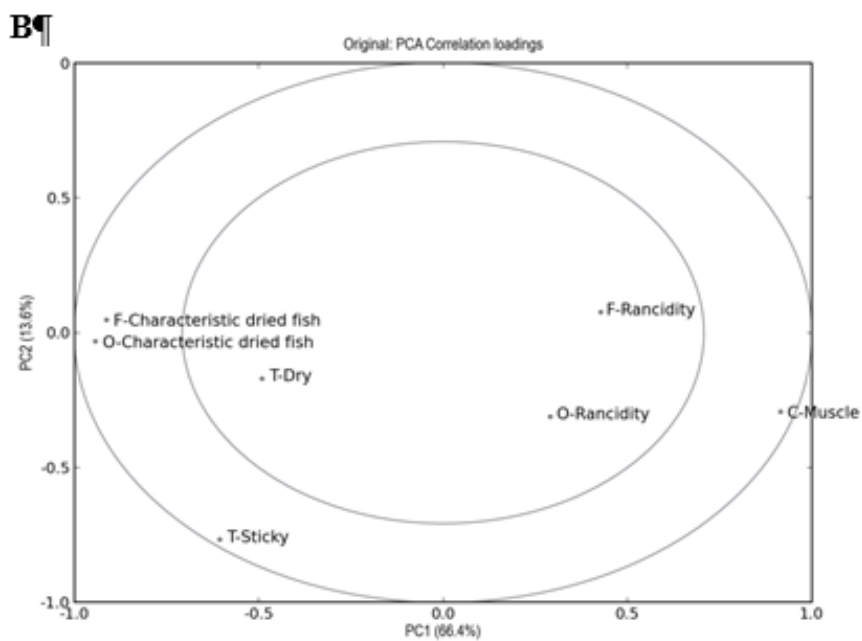
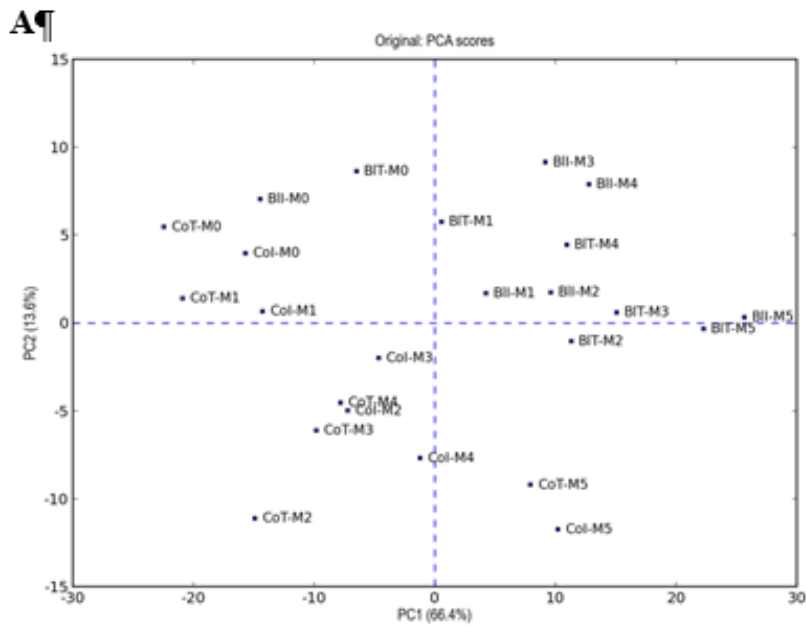
Marktækur (p<0.05) munur var á fitusýrusamsetningu sardína á milli inniþurrkunar og útiþurrkunar, með tilliti til geymslutíma. Ómettaðar fitusýrur lækkuðu meira í sardínum sem voru forsoðnar og útiþurrkaðar, miðað við sardínur sem voru ekki forsoðnar og inniþurrkaðar. Minnkun á ómettuðum fitusýrum við þurrkun og geymslu var hraðari í fitusýrum sem innihéldu tvítengi, sem leiddi í ljós að áhrif oxunar var meiri í PUFA. Hlutfall PUFA hafði lækkað í inniþurrkuðum sardínum, 19% í óforsoðnum og 31% í forsoðnum. Við útiþurrkun hafði hlutfallið lækkað um 37% í

óforsoðnum sardínum og 44% í forsoðnum sardínum. DHA sem er stórt hlutfall af PUFA, lækkaði mest, og bendir til meiri oxunar en aðrar fjölómættaðar fitusýrur. Aðrar fjölómættaðar fitusýrur eins og eicosapentaenoic acid (EPA) sýna svipaða þróun. Lækkun á hlutfalli DHA og EPA í forsoðnum og útipurrkuðum sardínum er áhyggjuefni, þar sem rétt hlutfall af EPA og DHA eru gagnlegar fyrir góðri heilsu neytenda (Karlsdóttir *et al.*, 2014).

Höfuðþáttagreining

Niðurstöður úr höfuðþáttagreiningu lýsa tengsl skynmatseiginleika hópa af þurrkuðum sardínum við geymslutíma (Mynd 9). Hópar er vel aðgreindir hvað varðar geymslutíma, þar sem hópar í byrjun geymslutímans eru vinstra megin á myndinni, og hópar á síðari tímum geymslunnar eru hægra megin. Fyrsti höfuðþáttur (PC1) skýrði 66% af breytileika í gagnasafninu Það voru skynmatseiginleikar á þurrkum sardínum í byrjun geymslutímans (bragð og lykt og áferð; þurr og klístruð), sem höfðu mest áhrif á fyrsta höfuðþátt. Skynmatseiginleikarnir litur vöðva, þránunarbragð og þránunarlykt voru yfirgnæfandi á síðari tímum geymslunnar. Fylgni var á milli óforsoðinna sardína og á fyrri stigum geymslutímans. Einnig var fylgni milli forsoðinna sardína og seinni stigum geymslutímans.

Annar höfuðþáttur (PC2) skýrði 14% af breytileika í gagnasafninu. Þránunarlykt og þránunarbragð stuðluðu ekki marktækt á mismun milli hópa yfir geymslutímann. Þetta má skýra út frá hægri uppsöfnun á TBARS. Rannsóknir hafa sýnt að efnin sem mælast undir TBARS gildinu hafa djúpstæð áhrif á skynmatseiginleika matvæla (Stapelfeldt *et al.* 1997) Cyprian *et al.*, 2015)



Mynd 11. Höfuþáttagreining (A) „scores“ og (B) „correlation loadings“, lýsir skynmatseiginleikum og tengslum millihópa. (M = fjöldi geymslunánaða; Co = óforsoðið hráefni; BI = forsoðið hráefni; I = inniþurrkun; T = útiþurrkun; O = lykt; F = bragð; T = áferð; C = litur).

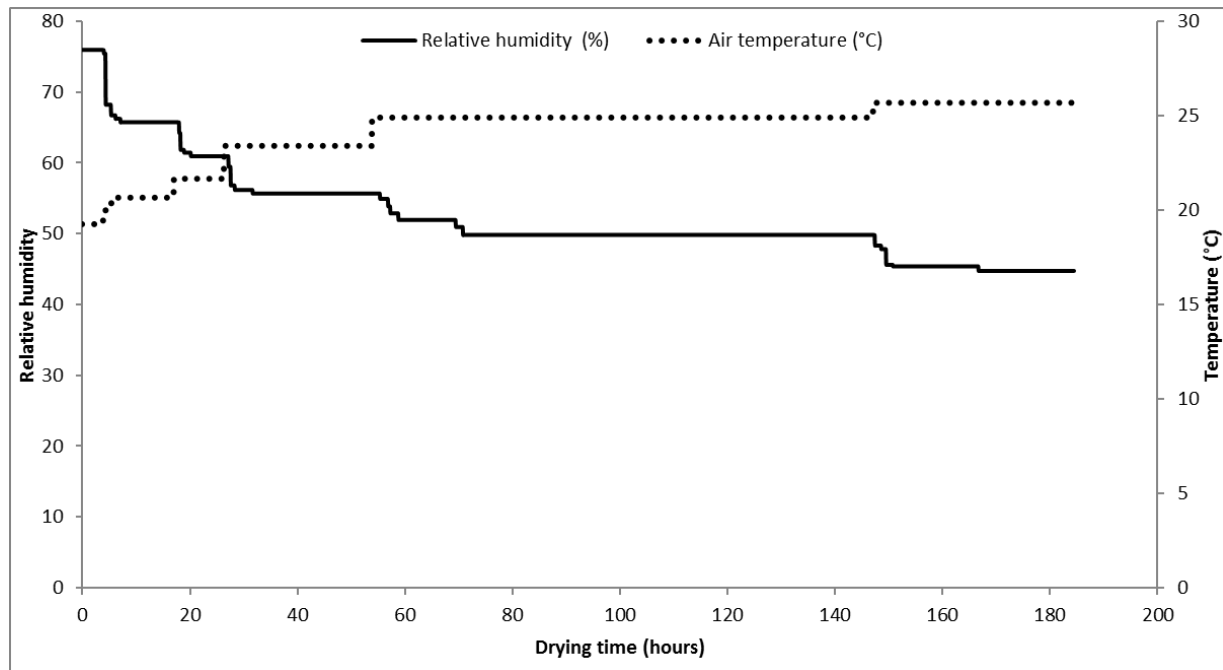
Samantekt

Forsuðan hafði áhrif á þurrkun og dró verulega úr myndun frírra fitusýra í þurrkun og við geymslu. Forsuðan hafði líka áhrif á gæði afurðar s.s. þránun, lit og skynmatsþætti. Jafnvel þó að þurrkun hafi tekið skemmri tíma í útiþurrkun, hafði inniþurrkun þá kosti að skila afurð með stöðugri og jafnari gæðum, varðandi vatnsinnihalds, þránunar og skynmatseiginleika.

Áhrif forsuðu og þurrkunarferða á eiginleika og gæði þurrkaðrar loðnu

Hitastig þurrkunar og rakastig

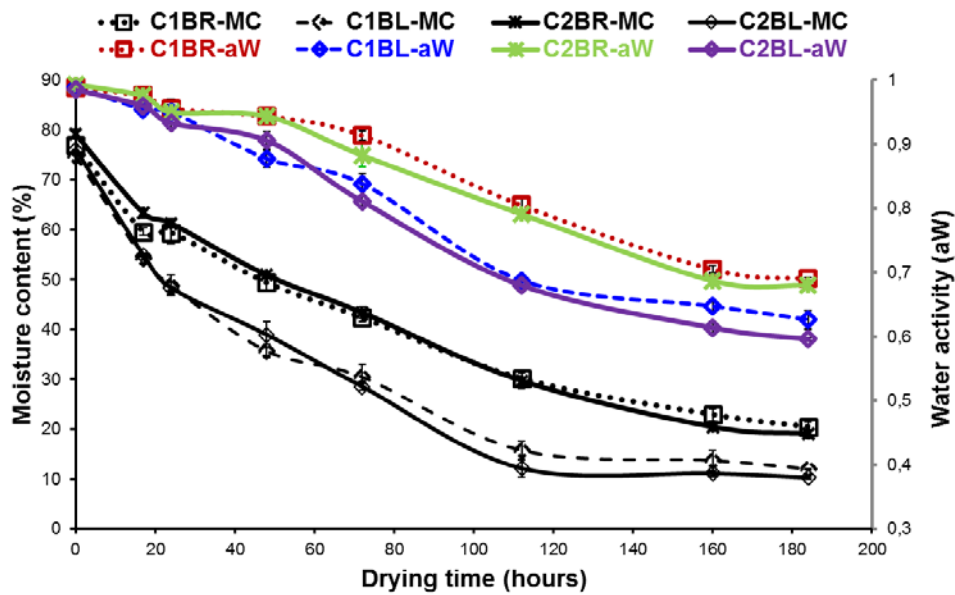
Meðal lofthitastig og hlutfallslegur loftraki voru skráð á meðan þurrkun stóð yfir (Mynd 10).



Mynd 12. Þurrkferill sem sýnir hitastig og hlutfallslegan raka sem fall af tíma, við þurrkun á þæklaðri og forsoðinni loðnu ($n=3$).

Í byrjun þurrkferils var lofthiti um $19 \pm 0.5^\circ\text{C}$ og jókst með tímanum, þar til hann náði $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ í lok þurrkferils. Loftraki var 76% í byrjun en minnkaði þegar leið á þurrkun með tilsvareandi hækkun á hitastigi, þar til loftraki var 45% í lok þurrkunar. Lágt hitastig og hár loftraki í upphafi var til að hindra skelmyndun á yfirborði sem hindrar uppgufun vatns úr hráefninu. Hitastiginu var stýrt þannig að það fór aldrei yfir 25°C , til að hindra afmyndun próteina og niðurbrot næringarefna (Bellagha *et al.*, 2002; Lewicki, 2006). Loftrakinn var minnkaður til að hjálpa til við uppgufun vatns af yfirborði hráefnisins og flæði raka úr hráefninu. Mikilvægt er að halda lofthraða stöðugum í þurrklefanum eða um 3.6 m/s.

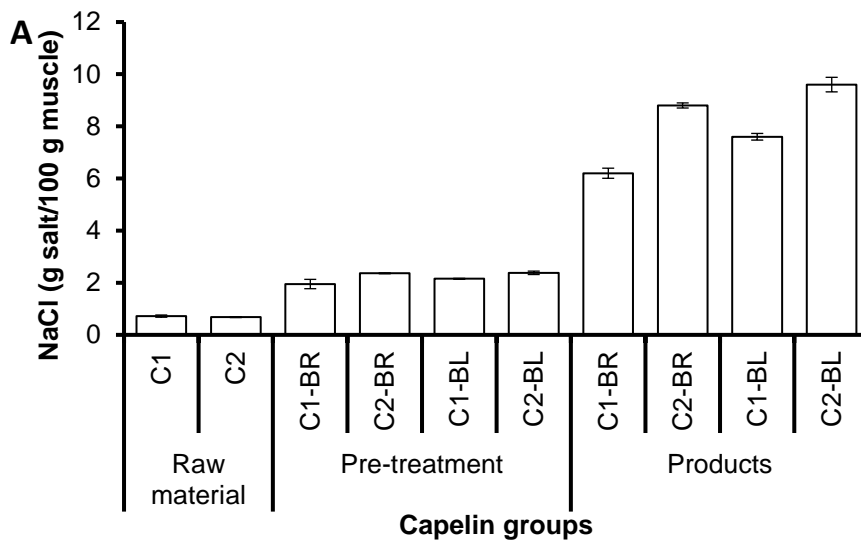
Það tók 184 klst. að þurrka loðnuna þar til jafnvægisrakastigi var náð í afurðinni (Mynd 11). Vatnsinnihald loðnunnar var hátt ($>75\%$) í byrjun þurrkunar, sérstaklega hóparnir sem höfðu mismunandi vatnsinnihald í upphafi og meðan á þurrkun stóð. Vatnsinnihald hópanna C1-BR og C1-BL var 76% og 74% í upphafi, og vatnsinnihald í afurð, þegar náð var jafnvægi við loftraka, var 20% og 13%.



Mynd 13. Breytileiki í rakainnihaldi og vatnsvirkni í pæklaðri (BR) og forsoðinni (BL) loðnu sem fall af þurrktíma (C1 = loðna með hátt fituinnihald; C2 = loðna með lágt fituinnihald).

Hins vegar var upphaflegt rakastig í hópum C2-BR og C2-BL 79 og 76%, og raki í afurðum eftir að búið var að ná jafnvægi við loftraka, 19 og 11%. Uppgufun vatns úr fiskum með hátt fituinnihald (C1-BR og C1-BL) var hægari, en í hópum sem voru með lágt fituinnihald (C2-BR og C2-BL), þar var hún hraðari. Fitan hindrar bæði varmaflæði að vatni í fiskholdi og um leið hægir á uppgufun vatns úr holdi fisksins. Eftir 17 klst. þurrkun var rakainnihald fiska sem voru forsoðnir (BL) marktækt lægra en í pækluðu fiskunum (BR). Skýringin á þessu er líklega vatnsrof vöðvapróteina í fiskinum við forsuðu og hafði áhrif á vatnsheldni vöðvans. Einnig gæti hátt hitastig í fiskum sem voru forsoðnir, hafa aukið virkni vatnsmólikúla, sem leiddi til meiri uppgufunar raka, ásamt fitu sem skolaðist út við kólnun eftir þurrkun, borið saman við pæklaða loðnu í 5% salti í 2 klst. Að þurrkun lokinni, rakainnihald var mismunandi í öllum hópum loðnu, en marktækur munur ($p < 0.05$) var á milli forsoðinnar loðnu (C1-BL og C2-BL) og loðnu sem var pækluð (C1-BR og C2-BR).

Í samræmi við vatninnihald loðnu, lækkaði vatnsvirkni (a_w) meðan á þurrkun stóð, en mismunandi milli hópa (Mynd 11). Í upphafi þurrkunnar var ekki marktækur munur ($p > 0.005$) a_w milli hópa. Meðan á þurrkun stóð hafði forsoðna loðnan (BL) minna rakainnihald og meira saltinnihald og sýndi lægri a_w . Það var áberandi í lok þurrkunar (jafnvægisraka náð, 184 klst.) að vatnsvirkni hópanna var marktækt mismunandi, þrátt fyrir svipaðar þurrkaðstæður. Aðallega hafði salt áhrif á þurrkferil við sömu þurrkaðstæður (Mynd 12), vegna þess að salt er leysanlegt og lækkar a_w í fiski með því að binda laust vatn (Grummer og Schoenfuss, 2011).



Mynd 14. Saltinnihald í pæklaðri (BR) og forsoðinni (BL) loðnu sem fall af þurrktíma ($n=3$). Pre-treatment=pækun/forsuða; Products=þurrkuð afurð; C1=loðna með hátt fituinnihald, C2=loðna með lágt fituinnihald.

Vatnsvirknin var á milli 0,6-0,7 í öllu hópum eftir þurrkun. Þekkt er að matvæli sem innihalda 15-50% vatn hafa vatnsvirkni á milli 0,6-0,85 (Kilic, 2008).

Rakainnihald (M_t) og þurrkhræði við þurrkun á loðnu var reiknaður skv. Jöfnu (1) og (2), og byggðist á vigtnun. Þurrkhræðinn var reiknaður út frá þurrkgildum, með því að meta breytingar í vatnsinnihaldi á ákveðnu tímabili og var útskýrt sem g vatn/klst (Tafla 4).

Tafla 4. Breytileiki í þurrkhræða (g vatn /klst) í 100 g pæklaðri og forsoðinni loðnu sem fall af þurrktíma. (C1 = hátt fituinnihald; C2 = lágt fituinnihald; BL = forsoðin; BR = pækluð).

	Sýnataga á tímabili (Δt) við þurrkun						
Hópur	17	24	48	72	112	160	184
C1-BR	1.58±0.14 ^a	0.77±0.08	0.43±0.03	0.15±0.02 ^a	0.12±0.03 ^{ab}	0.07±0.03	0.05±0.02
C1-BL	1.71±0.14 ^{ab}	0.74±0.04	0.33±0.04	0.15±0.02 ^a	0.08±0.01 ^a	0.05±0.04	0.01±0.00
C2-BR	1.72±0.11 ^{ab}	0.73±0.08	0.38±0.02	0.16±0.03 ^{ab}	0.15±0.03 ^b	0.09±0.03	0.03±0.01
C2-BL	1.86±0.13 ^b	0.67±0.01	0.35±0.04	0.22±0.03 ^{bc}	0.1±0.02 ^{ab}	0.04±0.03	0.01±0.00
p-gildi	0,046	0,862	0,079	0,045	0,015	0,095	0,575

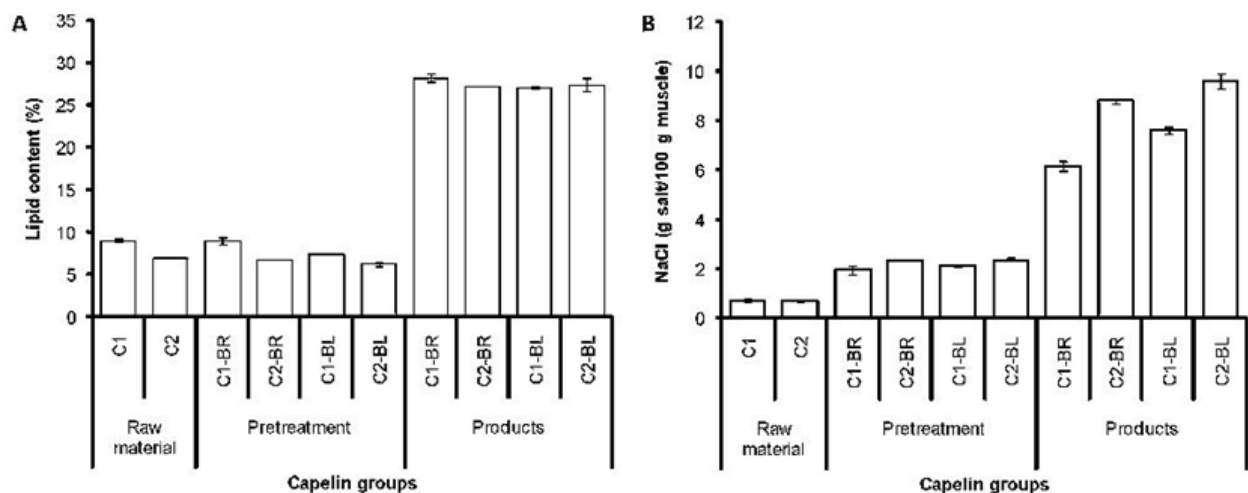
Mismunandi bókstafir sýna marktækan mun milli hópa í dálkum. Feitletraðar tölur sýna marktækan mun ($p<0.05$).

Þurrkhræði var mikill í byrjun, en minnkaði þegar leið á þurrkunina samfara lækun á rakainnihaldi. Á fyrri stigum þurrkunnar á forsoðinni (BL) loðnu með lágt fituinnihald (C2) var þurrkhræðinn mikill en minni við þurrkun á pæklaðri (BR) loðnu með hátt fituinnihald (C1). Eftir 17 klst. var þurrkhræðinn ekki marktækur ($p>0.05$) milli hópanna, en hópur með lágt fituinnihald og forsoðinn (C2-BL) skar sig úr eftir 72 klst. Í enda þurrkunar. Í lok þurrkunar (160-184 klst.) hafði þurrkhræði minnkað undir 0.05g vatn/klst. í 100 g af loðnu fyrir alla hópa. Þessar

niðurstöður sýndu að á fyrstu 48 klst. var uppgufun úr loðnunni mjög hröð. Seinni stig þurrkunar einkenndust af hægum minnkandi þurrkhraða. Uppgufun raka eða flæði gerist hægt inni í vöðvanum og út á yfirborðið, þar sem vegalengd uppgufunar eykst eftir því sem hráefnið þornar meira. Rannsóknir hafa sýnt að 184 klst. þurrkunartími er eðlilegur en á ólíkum tegundum (Jain og Pathare, 2007; Kilic, 2008; Reza *et al.*, 2009; Oduor-Odote *et al.*, 2010a; Omodara og Olaniyan, 2012).

Fitu- og saltinnihald

Fituinnihald í loðnu fyrir þurrkun var marktækt ($p < 0.05$) hærra í hóp C1 (9%), samanborið við loðnu með lægra fituinnihald í hópi C2 (7%) (Mynd 13).



Mynd 15. Breytileiki á fituinnihaldi (A) og saltinnihaldi (B) í pæklaðri (BR) og forsoðinni (BL) loðnu sem fall af þurrktíma ($n=3$). Pre-treatment=pækun/forsoða; Products=þurrkuð afurð. C1 er hátt fituinnihald, C2 er lágt fituinnihald.

Varðandi fituinnihaldið, þá liðu 2 vikur á milli þess sem loðnan var veidd og var munur á fituinnihaldi 2%, vegna árstíðarbundinna sveiflu, eins og rannsóknir Montevecchi og Piatt (1984) styðja. Ef borið er saman fituinnihald á hrárrí loðnu og loðnu sem hefur verið forsoðin með hátt fituinnihald (C1-BL), er marktækur munur ($p < 0.05$) þar á milli, þar sem minna fituinnihald er í loðnu eftir þurrkun, samsvarandi er með pæklaðri loðnu (C1-BR) með hátt fituinnihald. Ekki var marktækur munur ($p > 0.05$) á fituinnihaldi í forsoðinni loðnu með með lágt fituinnihald (C2-BL) samanborið við hráa loðnu (óþurrkuð) og pæklaðrar loðnu með hátt fituinnihald. Þetta gaf til kynna töluverða minnkunar á fituinnihaldi í forsoðu og meira í

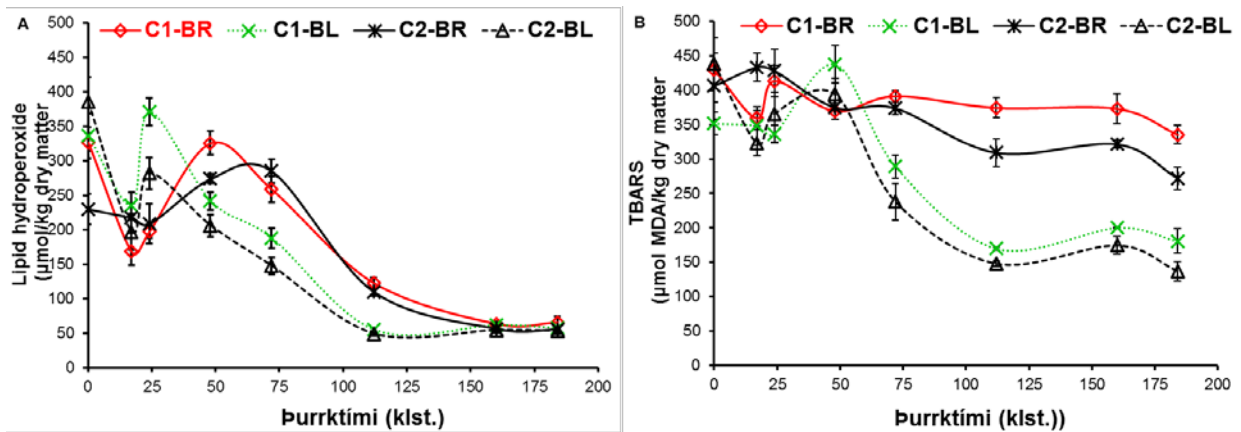
forsoðinni loðnu með lágu fituinnihaldi (C1-BL) en í pæklaða hópnum. Í lok þurrkunar var ekki marktækur munur ($p > 0.05$) á milli hópa í fituinnihaldi sem var á bilinu 27-28% (Mynd 13).

Skýringin er sú að meiri uppgufun vatns var í hópum með lágu fituinnihaldi og hópum < sem voru forsoðnir.

Ekki var marktækur munur ($p > 0,05$) á saltinnihaldi í óunninni loðnu sem innihélt hátt eða lágt fitumagn (C1 og C2), eða 0,72 g salt/100 g vöðva og 0,68 g salt/100 g vöðva (Mynd 13). Hins vegar eftir þæklun og forsuðu, jókst saltinnihald í loðnunni og meira í hópum sem voru með lægra fituinnihald. Þetta gæti orsakast vegna mismunar á upphaflegu saltinnihaldi og rakainnihaldi. Loðna með hátt fituinnihald (C1) innihélt 76% raka á móti loðnu með lágu fituinnihaldi (C2) og innihélt 78% raka. Rakainnihald í loðnu er í öfugu hlutfalli við fituinnihald (Henderson *et al.* 1984). Bendir líka til þess að vökvi í vöðva í C2 hópnum hafði minni leysnien C1 hópurnir sem leiddi til meira flæðis saltjóna í C2 en C1 í þæklun með 5% NaCl lausn í 2 klst. Á hinn bóginn var marktækur munur ($p < 0.005$) á saltinnihaldi í þurrkaðri loðnu, vegna fituinnihalds og þæklun og forsuðu. Loðna með lágt fituinnihald (C2) og forsoðin (BL) innihélt hærri saltstyrk en C1 og BR hóparnir, sem mátti rekja til meiri þornunar sem endurspegladist rakainnihaldi. Mismunur á rakainnihaldi milli pæklaðrar og forsoðinnar loðnu má rekja til afmyndunar og líklega vatnsrof vöðvapróteina við forsuðu, sem höfðu áhrif á vatnsbindingu próteina.

Þránun og litur

Peroxíðgildi (1. stigs þránun) í loðnu lækkaði í upphafi þurrkunar, jókst svo og lækkaði aftur (Mynd 14). Þessar breytingar gerðust á mismunandi tíma þurrkunar hjá hópnum og byggðist á formeðhöndlun (pækill vs. forsuða) og fituinnihaldi. Eftir 17 klst þurrkun, þegar rakainnihald og þurrkhraði var mikill, lækkaði peroxíðgildi í öllum hópum.

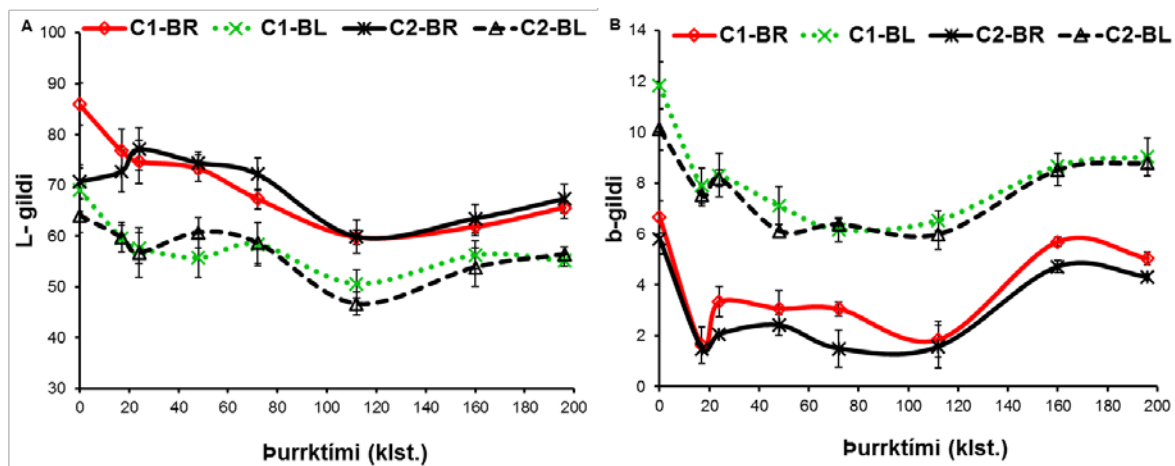


Mynd 16. Myndun hydroperoxide (1. stigs þránun) (A) og Thiobarbituric acid reactive substance (2. stigs þránun) (B) í pæklaðri (BR) og forsoðinni (BL) loðnu sem fall af þurrktíma ($n=3$). (C1) með hátt fituinnihald og (C2) með lágt fituinnihald.

Eftir þurrkun í 24 klst. þegar rakainnihald var 48% og vatnsvirkni (a_w) 0,95 í forsoðinni (BL) loðnu var peroxíðgildið í 370 $\mu\text{mol/kg}$ í C1 og 281 $\mu\text{mol/kg}$ í C2. Í pækluðu (BR) hópunum náðist PV-gildið hámarki eftir 48 klst. þurrkun á loðnu með hátt fituinnihald (C1), ásamt loðnu með lágt fituinnihald (C2) eftir 48-72 klst., þ.e.a.s 325 og 285 $\mu\text{mol/kg}$. Rakainnihald var 50-54% og a_w 0,944 og 0,92. Niðurstöður sýndu miklar breytingar í vöðvabyggingu við þetta rakainnihald, og fitan verður aðgengilegri fyrir oxun. Peroxíaðgildi (1. stigs þránun) var hæst hjá hópum C1-BL og C1-BR eftir þurrkun eftir 25 klst. og 50 klst. Eftir að hámarki var náð (við 45% rakainnihald), lækkaði peroxíðgildið í öllum hópum í 53 $\mu\text{mol/kg}$ í lok þurrkunar. Lækkun á peroxíðgildi er vegna niðurbrots á carbonyl efnasamböndum, hydrocarbons, ketones, og öðrum efnasamböndum sem valda óbragði í matvælum (Undeland *et al.*, 1999). Rannsóknir hafa sýnt að 1. stigs þránun (peroxíðgildi (PV)) hefur ekki veruleg áhrif á skynmatseiginleika (Stapelfeldt *et al.* 1997), fyrr en peroxíð brotnar niður og myndar afurð 2. stigs þránunar (TBARS).

Ólíkt PV, hafði magn TBARS tilhneigingu til að minnka þegar leið á þurrkunina, nema í hópum sem voru forsoðnir (BL), þá jókst TBARS eftir 24 klst. þurrkun. Eftir 50 klst. þurrkun dró úr magni TBARS í forsoðinni loðnu miðað við pæklaða loðnu. Minnkun á magni TBARS má skýra að geta malonaldehyde til að tengjast amínósýrum til myndunar á amidine tengjum og/eða öðrum efnasamböndum, sem er enda afurð þránunar (Undeland *et al.* 1999). Annars stigs þránun (TBARS) er talinn hafa veruleg áhrif á bæði skynmats- og eðliseiginleika matvæla (Stapelfeldt *et al.* 1997).

Almennt sýndu niðurstöður marktækan mun ($p<0.05$) á lit milli forsoðinnar og pæklaðrar loðnu við þurrkun (Mynd 15).



Mynd 17. Breytingar í lit, ljósum lit (*L* gildi) (A) og gulum lit (*b* gildi) (B) í pæklaðri (BR) og forsoðinni (BL) loðnu sem fall af þurrktíma ($n=15$).

Í byrjun þurrkunar var marktækur munur ($p<0.05$) á ljósleika (*L* gildi) á milli formeðhöndlaða hópa, þar sem forsoðna loðnan var dekkri. Meðan á þurrkun stóð höfðu allir hóparnir tilhneigingu til að dökkna eftir 112 klst., eftir það varð vöðvinn ljósari. Eins og með ljósa litinn, hafði forsoðan marktæk ($p<0.05$) áhrif á gula litinn (*b* gildi) við þurrkun. Mismunur á lit hópa sem voru formeðhöndlaðir (pækun/forsoða) fyrir þurrkun var aðallega vegna dekkri litar og aukningu á gula litnum sem varð við forsoðu vegna þrúnunar (PV og TBARS).

Á hinn bóginn, dökknaði vöðvinn í öllum hópum, sem á sér stað á yfirborði vöðvans vegna minni rakainnihalds. Nguyen *et al.* (2012) tengdi dekkri vöðva í söltuðum þorski við þrúnun á yfirborðs vöðvans og lækun í rakainnihaldi, sem hafði áhrif á ljósan lit vöðvans. Guli liturinn var að völdum þrúnunar fitu og ensímískrar brúnunar, og var marktækt mismunandi milli forvinnslu, þar sem forsoðin loðna hafði sterkari lit, vegna hraðari myndunar á PV og TBARS og niðurbrots fitu. Varðandi fituinnihald í loðnunni, var ekki marktækur munur ($p<0.05$) á milli hópa sem fengu sömu forvinnslu, jafnvel þó að hátt fituinnihald gæfi til kynna gulari lit. Þetta bendir til þess að við þurrkun hafi orsök gula litsins verið að völdum ensímaískrar brúnunar, þar sem veik fylgni milli guls litar og PV, og TBARS mældist í öllum hópum. Tveggja mínútna forsoða hafði einhver áhrif á ensím sem myndaði brúnun. Litur er mikilvægur gæðapáttur í matvælum og hefur áhrif á val neytenda (Murat og Onur, 2000). Forsoða á loðnu fyrir þurrkun, sem ætluð er inn á ákveðna markaði, leiðir af sér óæskilegan dökkan lit í þessari tilraun sem er óæskilegur.

Samantekt

Fituinnihald hafði marktæk áhrif á þurrkhraða og lokavatnsinnihald afurðar eftir þurrkun, þar sem loðna með lágt fituinnihald og minna vatnsinnihald, þá þurrkaðist loðnan hraðar. Ennfremur hraðaði forsuða uppgufun vatns úr loðnu vegna suðan opnar yfirborðið því suðan opnar yfirborðið vegna eðlissviptingar próteina, sem hafði áhrif á vatnsheldni og leiddi til gulnunar (*b* gildi) afurða vegna hraðari þrúnunar. Samkvæmt þessum niðurstöðum er ekki mælt með forsuðu á loðnu fyrir þurrkun, alla vega ekki í þækli. Þrátt fyrir að allir hópar væru með vatnsvirkni minna en 0,7 sem hindrar virkni örvera, sýndi loðna sem var þækluð betri stöðugleika gæða eftir þurrkun.

Markaðsgreining

Áhrif félags- og lýðfræðilega eiginleika á neytendakönnunina.

Allir þátttakendur skiluðu niðurstöðum könnunarinnar, 60 sem versluðu í stórverslunum og 60 sem versluðu á opnum mörkuðum, sem telst vera fullnægjandi fjöldi fyrir neyslukönnun (Hough *et al.*, 2006). Félags og lýðfræðilegir eiginleikar hópanna voru mismunandi fyrir utan kynið (Tafla 5). Þó að meira en helmingur af þátttakendum væri kvenkyns, var hlutfallið minna en var búist við, þar sem kvenfólk eru aðalkaupendur á matvælum í flestum svæðum í Afríku (Obiero *et al.* 2014; Schuurhuizen *et al.* 2006). Kvenfólk virtist vera hikandi að taka þátt í könnuninni heldur en karlar, sennilega vegna hárrar tíðni ólæsis. Meirihluti þátttakenda sem versluðu í opnum mörkuðum voru múslímar, ólíkt þátttakendum sem versluðu í stórmörkuðum og voru kristinnar trúar. Þetta kom ekki á óvart þar sem meirihluti íbúa í Kwaile eru múslímar, en meirihluti íbúa í Mombasa eru kristinnar trúar. Talið er að trúarbrögð hafi áhrif á neysluvenjur þátttakenda og þar á meðal val á ákveðnum vörum. Meirihluti múslíma fylgja ákveðnum verklagsreglum við slátrun og framleiðslu afurða, og gætu litið neikvæðum augum á afurðir framleiddar af kristnu fólki.

Stór hluti af þátttakendum sem versluðu á opnum mörkuðum höfðu einungis grunnskólamenntun (72%) eða menntaskólamenntun (28%). Meirihluti sem verslaði í stórmörkuðum höfðu lokið menntaskóla (63%) og háskólaprófi (30%) en einungis 7% höfðu lokið grunnskólaprófi. Flestir þátttakendur sem versluðu á opnum mörkuðum voru sjómenn (27%), viðskiptamenn (27%) og bændur (25%) og þeir sem höfðu fjölda fjölskyldumeðlima 7-9 (47%). Þátttakendur sem versluðu í stórmörkuðum unnu fyrir einkafyrirtæki (48%) og ríkið (30%) með fjölda fjölskyldumeðlima 4-6 manns (46%) (Tafla 5).

Tafla 5. Félags og lýðfræðilegir eiginleikar þátttakenda sem versla í stórmörkuðum (Monbasa) og opnum mörkuðum (Kwaile) í Kenía.

Breytur	Svör	Opnir markaðir % (n=60)	Stórmarkaðir % (n=60)	Meðaltal % (n=120)
Kyn	Kk	43,3	41,7	42,5
	Kvk	56,7	58,3	57,5
Trú	Múslímar	80,0	33,3	56,7
	Kristni	20,0	66,7	43,3
Menntun lokið	Grunnskóli	71,7	6,7	39,2
	Menntaskóli	28,3	63,3	45,8
	Háskóli	0,0	30,0	15,0
Starf/vinn hjá	Ríkið	5,0	30,0	17,5
	Einkafyrirtæki	19,0	48,3	29,2
	Bóndi	25,0	0,0	12,5
	Sjómaður	26,7	3,3	15,0
	Viðskiptamaður	26,7	6,7	16,7
	Atvinnulaus	6,7	11,7	9,2
Fjölskyldumeðlimir	1 - 3	3,3	8,3	5,8
	4 - 6	28,3	58,3	43,3
	7 - 9	46,7	30,0	38,3
	> 10	21,7	3,3	12,5
Verslunarstaður	Opnir markaðir	95,0	58,3	76,7
	Stórmarkaðir	5,0	41,7	23,3
Neytandi í fjölsk.	Barn/Unglingur	5,0	18,3	11,7
	Fullorðnir	1,7	13,3	7,5
	Allir meðlimir	93,3	68,3	80,8

Þátttakendur sem versluðu á opnum mörkuðum neyttu þurrkaðs fisks reglulega oftari en fjórum sinnum í viku (33%), miðað við þátttakendur sem versluðu í stórmörkuðum (5%) (Tafla 6). Neysla á þurrkuðum fiski var almennt meiri meðal minni menntaðra þátttakenda. Neytendur í Kenía líta á smærri uppsjávarfiska sem vöru af lélegum gæðum og er hún aðallega seld á dreifbýlissvæðum, þar sem meginþorri íbúa hefur takmarkaða menntun (Oduor-Odote *et al.* 2010). Meginpartur svarenda sem verslar í stórmörkuðum er yfirleitt millistéttarfolk, sem vinnur flest hjá einkafyrirtækjum eða ríkisreknum fyrirtækjum og með fáa fjölskyldumeðlimi í heimili. Þar með getur það valið um fleiri vörur, sem uppsprettu próteina, en þurrkaðan smáfisk sem er rýrari að gæðum og oft ekki seldur í stórmörkuðum.

Tafla 6. Neyslumynstur þátttakenda í Kenía, miðað við menntun og verslunarstað.

Tíðni neyslu svarenda (%)						
Menntun/verslunarstaður	Minna en 1 sinni í mánuði	1 sinni í mánuði	2-3 sinnum í mánuði	1 sinni í viku	2-3 sinnum í viku	Oftar
Grunnskólamenntun	4,3	6,4	14,9	10,6	29,8	34
Menntaskólamenntun	22,2	5,6	38,4	11,1	11,6	11,1
Háskólamenntun	25,6	20,9	18,0	18,2	8,2	9,1
Opnir markaðir	1,7	8,3	10	16,7	30,0	33,3
Stórmarkaðir	30,0	8,3	33,0	11,7	11,7	5,0

Almennt líkaði svarendum vel við vörunar og gáfu einkunnir á bilinu 7-8 (Tafla 7). Upplifun eða viðbrögð svarenda, þ.e. hvort þeim líkaði við vöruna var yfirleitt meiri hjá þeim sem versluðu á opnum mörkuðum, miðað við þá sem versluðu í stórmörkuðum. Þeir sem versluðu á opnum mörkuðum þekktu vöruna betur og neyttu hennar reglulega. Niðurstöður rannsókna Boutrolle et al., (2005), hafa sýnt sömu kauphegðun.

Niðurstöður rannsóknarinnar sýndu að loðna fékk marktækt ($p < 0,05$) hærri einkunnir fyrir útlitseinkenni, óháð verslunarstað, hins vegar sýndi niðurstöðurnar að sardína var bragðbetri en loðnan. Kemur ekki á óvart þar sem neytendur eru vanir að borða sardínu, en loðnan hefur annað bragð sem er hennar sérkenni. Ekki var marktækur munur ($p > 0,05$) á áferðareiginleikum varanna, en loðnan fékk hærri einkunnir hjá svarendum, óháð verslunarstað. Má segja að báðar vörunar voru ásættanlegar svarendum í Kenía, sem felur í sér að nýjar þurrkaðar fiskafurðir með betri gæðum, gætu almennt skapað vinsældir í Kenía og Suður-Afríku.

Tafla 7. Viðbrögð við skynmatseiginleikum á þurrkuðum sardínunum og þurrkaðri loðnu. Meðaltalsgildi byggt á 9 stiga skala frá 1 (líkar mjög illa) til 9 (líkar mjög vel) (n=120).

Skynmatseiginleikar	Loðna		Sardínur	
	Opnir markaðir	Stórmarkaðir	Opnir markaðir	Stórmarkaðir
Upplifun*	8,0±0,3 ^a	7,1±0,3 ^b	7,7±0,2 ^a	7,0±0,4 ^b
Útlit***	8,4±0,3 ^a	7,8±0,5 ^b	6,8±0,4 ^c	6,8±0,3 ^c
Bragð***	6,7±0,2 ^a	6,3±0,5 ^a	7,6±0,2 ^b	7,4±0,1 ^b
Áferð	7,2±0,5	7,4±0,3	7,0±0,4	7,1±0,2

Mismunandi bókstafir gefa til marktækan mun á milli vara innan vara. * $p < 0,05$, *** $p < 0,001$

Bakgrunnur (lýðfræðilegir þættir) neytenda virtist ekki hafa áhrif á hvort þeim líkaði afurðin, að undanskildu menntunarstigi (Tafla 8). Menntun hefur áhrif í hvaða starfsgrein neytendur sinna og tekjur þeirra ráðast af starfi þeirra (Obiero et al., 2014; Green et al., 2003; Kinnucan et al., 1993). Flestir svarendur sem versluðu í stórmörkuðum töldu að léleg gæði og óaðgengi afurða í smásölu hamlaði neyslu þurrkaðs fisks. Jafnvel þótt flestir svarendur sem versluðu í stórmörkuðum neyttu þurrkaðs fisks sjaldan, gáfu þeir til kynna að neysla gæti aukist innan þessa hóps ef gæðin myndu batna, eins og með tilkomu loðnuafurða. Kyn, trú og fjölskyldustærð höfðu ekki marktæk áhrif á hvernig neytendum líkaði afurðin.

Tafla 8. Áhrif lýðfræðilegra breyta við kaup á þurrkaðri loðnu og sardínu. Hvernig líkar varan (1=líkar mjög illa til 9=líkar mjög vel) og vilji til að kaupa (1=mjög ólíklegt til 9= mjög líklegt). Svörun frá opnum- og stórmörkuðum voru tekin saman.

Breytur	Svarendur	Hvernig líkar varan		Vilji til kaups	
		Loðna	Sardínur	Loðna	Sardínur
Kyn	Kk	7,4±0,4	7,3±0,6	7,8±0,3	7,5±0,2
	Kvk	7,6±0,2	7,4±0,3	7,9±0,1	7,6±0,5
	p-gildi	0,517	0,623	0,769	0,645
Trú	Múslímar	7,8±0,2	7,5±0,0	8,0±0,2	7,7±0,2
	Kristni	7,2±0,3	7,2±0,3	7,6±0,4	7,5±0,1
	p-gildi	0,83	0,223	0,207	0,45
Menntun	Grunnskóli	7,9±0,3 ^a	7,6±0,2 ^a	8,2±0,3 ^a	7,9±0,2 ^a
	Menntaskóli	7,5±0,2 ^a	7,7±0,3 ^a	7,8±0,2 ^{ab}	7,6±0,3 ^a
	Háskóli	6,6±0,5 ^b	6,4±0,2 ^b	7,1±0,5 ^b	6,9±0,2 ^b
	p-gildi	0,028	0,045	0,046	0,039
Fjölskyldustærð	1-3	8,3±0,5	7,4±0,7	8,1±0,5	8,3±0,3
	4-6	7,4±0,3	7,3±0,2	7,6±0,2	7,3±0,2
	7-9	7,4±0,3	7,4±0,2	7,8±0,3	7,8±0,2
	> 10	8,3±0,4	7,5±0,3	8,4±0,3	7,5±0,3
	p-gildi	0,203	0,929	0,402	0,091

Mismunandi bókstafir gefa til kynna marktækan mun milli vara innan dálka ($p < 0,05$).

Niðurstöður sýndu að vilji til að kaupa afurðirnar var óháður verslunarstað (Tafla 9). Vilji til að kaupa afurðir var frekar hár í einkunnagjöf, en marktækur munur ($p < 0,05$) byggðist á svari þeirra sem versluðu á mismunandi verslunarstöðum. Svarendur sem versluðu á opnum mörkuðum höfðu meiri vilja til að kaupa afurðirnar en þeir sem versluðu í stórmörkuðum.

Bæði svarendur sem versluðu á opnum mörkuðum og í stórmörkuðum voru tilbúnir til að borga 200 KSH fyrir 500 g af afurð, en fleiri vildu borga hærra verð fyrir loðnu en sardínur

($p < 0,05$). Kaupendur á opnum mörkuðum vildu ekki borga meira en 400 KSH /500 gr fyrir þurrkaðar sardínur, en kaupendur í stórmörkuðum voru tilbúnir að borga 600 KSH fyrir þurrkaða loðnu.

Tafla 9. Vilji til að kaupa (1=mjög ólíklegt til 9=mjög líklegt) þurrkaða loðnu og þurrkaðar sardínur að vissri upphæð í 500 gr pakkingu (90KSH=1USD).

Vilji til kaupa	Loðna		Sardínur	
	Opinn markaður	Stórmarkaður	Opinn markaður	Stórmarkaður
Ólíklegt/Líklegt að kaupa	8,3±0,2 ^a	7,3±0,2 ^b	8,0±0,1 ^a	7,2±0,2 ^b
KSH 200	8,6±0,2 ^a	8,8±0,1 ^a	7,9±0,1 ^b	7,8±0,2 ^b
KSH 400	6,7±0,3 ^a	7,5±0,2 ^b	6,1±0,2 ^a	5,2±0,3 ^c
KSH 600	4,0±0,2 ^a	6,4±0,2 ^b	3,2±0,2 ^c	2,1±0,2 ^d
KSH 800	1,4±0,1	3,8±0,3 ^a	1,2±0,1	1,2±0,1

Mismunandi bókstafir gefa til kynna marktækan mun á milli vara innan raða ($p < 0,001$).

Þessar niðurstöður sýna að fyrir hendi er markaður á meðal tekjulágs fólks fyrir þessar afurðir, en að sama skapi væri hægt að auka neyslu fólks með hærri tekjur, ef gæðin batna og verði stöðug, og útlit afurða batna er sérstaklega mikilvægt. Vilji til kaups á loðnu frekar en sardínum byggist á betra útliti loðnunnar.

Samantekt

Þurrkuð loðna og sardína komu að jafnaði vel út úr markaðskönnunni. Munur var á einkunnum á skynmatseiginleikum, þar sem loðnan fékk hærri einkunn vegna útlits á meðan sardína fékk hærri einkunn vegna bragðs. Neytendur sem versluðu í stórmörkuðum og tilheyrðu millistétt voru tilbúnir að borga allt að 600 KSH fyrir 500 g af loðnu. Neytendur sem versluðu á opnum mörkuðum voru tilbúnir til að greiða allt að 400 KSH fyrir sama skammt, bæði fyrir loðnu og sardínu. Neytendur úr millistétt sem neyttu þurrkaðs fisks reglulega voru tilbúnir til að prófa nýjar afurðir af þurrkuðum fiski, ef hægt væri að tryggja rétt og stöðug gæði afurðar.

Ályktanir

Markmið verkefnisins var að bæta gæði og öryggi þurrkaða sardínu og skoða nýjar afurðir á borð við þurrkaða loðnu á sama markaði.

Þurrkuð sardína og loðna með lága vatnsvirkni sem hindrar örveruvöxt og tryggir stöðugleika í geymslu og dreifingu er hægt að framleiða með forsuðu og inniþurrkun. Afurð framleidd við stýrðar þurrkaðstæður og með stöðluð gæði hentar vel sem þurrkaðar smáfiskafurðir í Kenía

og nágretta löndum. Dagaa sem er ferskvatns fiskur m.a. úr Viktoríuvatni er mikið þurrkaður og seldur á mörkuðum Austur Afríku. Það er veitt um 500.000 tonn af Dagaa árlega og fer þessi fisktegund að mestu í þurrkun og þessi afurð gæti stuðlað að eftirspurn eftir öðrum þurrkuðum afurðum.

Ekki er hægt að tryggja gæði afurðar með þæklun og forsuðu fyrir útiþurrkun, sérstaklega með tilliti til niðurbrots fitu og þrúnunar. Heldur má ekki gleyma því að innviðir keðjunnar frá veiðum til neytenda skortir aðgengi að ís og neysluvatni. Þækla fisk í um 2 klst. við herbergishita í óneysluhæfu vatni til að ná viðeigandi saltstyrk er ekki raunhæft, samanborið við þæklun í 2-3 mín. Breytingar í vinnsluferlinum geta haft mikil áhrif á öryggi, en frekari rannsóknar er þörf til að bæta forsuðuna.

Loðnuhængur fer aðallega í framleiðslu á lýsi og mjöli. Til framleiðslu á þurrkuðum afurðum verður fitan í loðnunni að vera í réttu magni. Hátt fituinnihald hægir á þurrkuninni og eykur þurrktímann, á sama tíma og hún verndar próteinin við forsuðu, þurrkun og reykingu. Forsuða fyrir útiþurrkun er ekki hentug vegna háshitastigs, og hefur áhrif á eðlis- og efnabreytingar. Þurrkun þarf að framkvæma við lágt hitastig til að viðhalda gæðum próteina og útliti hennar.

Markaðskönnun sýndi velvilja neytenda á að kaupa inniþurrkaða loðnu og sardínu, og líkaði þeim við afurðirnar. Neytendum líkaði vel við þurrkaða loðnu, sérstaklega þeir sem versluðu í stórmörkuðum. Millistéttin var tilbúin að borga hærri upphæð við kaup á loðnu (600 KSH/500 g) og allt að 400 KSH/500 g. Lágstéttin sem neytti reglulega þurrkaðs fisks, var tilbúin að borga 400 KSH/500 gaf bæði þurrkaðri loðnu og sardínu. Neytendur gátu vel hugsað sér að neyta nýrra þurrkaðra afurða, eins og loðnu, ef hægt væri að tryggja góð og stöðug gæði á afurðinni.

Almennt þykir þurrkaður og reyktur smáfiskur í Kenía vera næringarríkur. Ef hægt væri að auka neysluna og bæta gæðin við framleiðsluna, mætti koma í veg fyrir vannæringu í flestum þróunarlöndunum í framtíðinni.

Óforsoðinn og inniþurrkaður smáfiskur, er næringarrík afurð og mikilvægt að gæðin haldist stöðug við geymslu. Inniþurrkun er ekki háð veðurfari, ólíkt því í þróunarlöndunum þar sem fiskurinn er þurrkaður úti með tilheyrandi háu hitastigi. Við þær aðstæður þarf hræfnið að vera af góðum gæðum, og þörf er á bættri meðferð í framleiðslu eftir sardínuveiðar.

Þakkarorð

Viljum þakka AVS fyrir veittan stuðning í verkefninu. Einnig starfsfólki Haustaks fyrir afnot af bæði húsnæði og starfsmönnum. Ekki síst viljum við þakka Síldarvinnslunni á Neskaupstað fyrir að útvega hráefni til verkefnisins.

Heimildir

AOAC (2000). Fat (total, saturated and unsaturated) in foods: Method 996.06. In Davi, E., editor. *Official methods of analysis of AOAC international*. 17th ed. Gaithersburg.

AOAC (1998). „Official method Ce lb-89“. Official method and recommended practices of the American oil chemists society. Firestone, D., Champaign, I.L., *American Oil Chemists Society*.

Bellagha, S., Amami, E., Farhat, A. og Kechaou, N. (2002). Drying kinetics and characteristic drying curve of lightly salted sardine (*Sardinella aurita*). *Drying Technol.* 20, 1527-1538.

Bellagha, S., Sahli, A., Farhat, A., Kechaou, N and Glenza, A. (2007). Studies on salting and drying of sardines (*Sardinella aurita*). Experimental kinetics and modeling. *Journal of Food Engineering*, 78 (3), 947-952.

Bernardez, M., Pastoriza, L., Sampedro, G., Herrera, J.J.R. og Cabo, M.L. (2005). Modified method for the analysis of free fatty acids in fish. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1903-1906.

Bligh, E. G og Dyer, W. S. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911—7.

Boutrolle, I., Arranz, D., Rogeaux, M. og Delarue, J. (2005). Comparing central location test and home use test results: Application of a new criterion. *Food Quality and Preference*, 16(8), 704-713

Bragadóttir, M., Pálmadóttir, H., & Kristbergsson, K. (2002). Seasonal changes in chemical composition and quality parameters of capelin (*Mallotus villosus*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 11(3/4), 87-103.

Chotimarkorn, C., Silalai, N. og Chaitanawisuit, N. (2010). Changes and deterioration of lipid in farmed spotted Babylon snail (*Babylonia areolata*) muscle during iced storage. *Food Science and Technology International*. 15(5), 427-433.

Cyprian Ogombe Odoli (2015). Drying and smoking of capelin (*Mallotus villosus*) and sardine (*Sardinella gibbosa*) – the influence on physicochemical properties and consumer acceptance. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophiae, October 2015, Faculty of Food Science and Nutrition, University of Iceland.

Cyprian, O., Nguyen V.M, Sveinsdóttir, K., Jonsson, A., Tomasson, T., Thorkelsson, G. og Arason, S. (2015). Influence of smoking and packaging methods on lipid stability and microbial quality of Capelin (*Mallotus villosus*) and Sardine (*Sardinella gibbosa*). *Food Science and Nutrition*. In press, doi:10.1002/fsn3.233.

- Cyprian, O, Nguyen, V.M., Sveinsdóttir, K., Jonsson, A., Thorkelson, G., Arason, S. (2015). Influence of lipid content and blanching on capelin (*Mallotus villosus*) drying rate and lipid oxidation under low temperature drying. *Food Process Engineering*, In press doi: 10.1111/jfpe.12215.
- Driscoll, R.H., Madamba, P.S. (1994). Modeling the browning kinetics of garlic. *Food Australia*, 46, 66-71.
- Froese, R., & Pauly, D. (2006). *Sardinella gibossa*. In *FishBase*, May 2015.
- Gitonga, N. (2005). Status of major marine fish stock. In *The promotion of sustainable and equitable fisheries access agreements*, 13-16. June 20-21, White Sands Hotel Dar es Salaam, Tanzania.
- Green, J, Draper, A., and Dowler, E. (2003). Short cuts to safety: Risk and „rules of thumb“ In accounts of food choice. *Health, Risk and Society*, 51(1), 33-52.
- Grummer, J. og Schoenfuss, T.C. (2011). Determining salt concentrations for equivalent water activity in reduced sodium cheese by use of a model system. *J.Dairy Sci.*, 94, 4360-4365.
- Hagstofa Íslands (2015). Aflamagn og verðmæti. Sótt þann 28 desember 2016.
- Henderson, R.J., Sargent, J.R. og Hopkins, C.E. (1984). Changes in the content and fatty acid composition of lipid in an isolated population of the capelin (*Mallotus villosus*) during sexual maturation and spawning. *Marine Biol.*, 78, doi: 10.1007/BF00393011.
- Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., Chambers, E., Gallardo, I.M., og Alves, L.R. (2006). Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, 17(6), 522-526.
- Ipsos-Synovate, (2013). Kenya coast survey: Development, Marginalisation, Security and Participation. Nairobi, Kenya: *USAID/Kenya Transition Initiative (KTI)-COast programme*.
- The International Organization for Standards (ISO (1993). Determination of moisture and other volatile matter content (6496). Geneva, Switzerland.
- ISO 8586-1 (1993). Sensory analysis-general guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Geneva, Switzerland: *The International Organisation for Standardization*.
- Jain, D., og Pathare, P.B. (2007). Study the drying kinetics of open sun drying of fish. *J. Food Eng.* 78, 1315-1319.
- Karlsdóttir, M. G., Sveinsdóttir, K., Kristinsson, H. G., Villot, D., Craft, B. D., og Arason, S. (2014). Effect of thermal treatment and frozen storage on lipid decomposition of light and dark muscles of saithe (*Pollachius virens*). *Food Chemistry*, 164, 476-484.
- Kenya National Bureau of Statistic (2015). Government statistics Kenya. Kenya National Bureau of Statistic. Fengið frá <http://www.knbs.or.ke/> þann 23.2.2017.
- Kilic, A. (2008). Low temperature and high velocity (LTHV) application in drying. Characteristics and effects on the fish quality. *J.Food Eng.*, 91, 173-182.
- Kinnucan, H., Nelson, R. Og Hiariey, J.U. (1993). Preferences for fish and seafood: An evoked set analysis. *Marine Resource Economics*, 8, 273-291.

- Lewicki, P., (2006). Design of hot air drying for better foods. *Trends in Food Sci. Technol.* 17, 153-163.
- Malleret-King, D., King, A., Mangubhai, S., Tunje, J., Muturi, J., Mueni, E., & On'ganda, H. (2009).
- Montevecchi, W. Og Piatt, J. (1984). Composition and energy contents of mature inshore spawning capelin (*Mallotus villosus*): Implications for seabird predators. *Comp. Biochem. Physiol. A. Physiol.*, 78, 15-20.
- Murat, O. Og Onur, D. (2000). Kinetics of color changes of hazelnuts during roasting. *J. Food Eng.*, 44, 31-38:
- Nguyen, M.V., Anna, K., Thorkelsson, G., Gudmundsdottir, A og Arason, S. (2012). Influences of potassium ferrocyanide on lipid oxidation of salted cod (*Gadus morhua*) during processing, storage and rehydration. *Food Chem.* 131, 1322-1331.
- Obiera, K. O., Opiyo, M.A. Munguti, J.M., Orina,P.S., Kyulye, D., Yongo, E., and Charo-Karisa, H. (2014). Consumer preference and marketing of farmed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*) in Kenya: Case study of Kirinyaga and Vihiga counties. *Internal Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1(5), 67-76.
- Oduor-Odote, P., Shitanda, D., Obiero, M & Kituu, G. (2010). Drying characteristics and some quality attributes of *Rastrineobola argentia* (Omena) and *Stolephorus delicatulus* (Kimarawali). *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 10(8), 2998-3014.
- Oduor-Odote, P., Obiero, M. og Odoli, C. (2010a). Organoleptic effect of using different plant materials on smoking of marine and freshwater catfish. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.* 10, 2658-2677.
- Omodara, M.A. and Olaniyan, A.M. (2012). Effects of pre-treatment and drying temperatures on drying rate and quality of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 2(4), 1-11.
- Reza, S., Bapary, A. og Islam, N. (2009). Optimization of marine fish drying using solar tunnel dryer. *J. Food Process Preserv.*, 33, 47-59.
- Santha, N. C., og Decker, E. A. (1994). Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxides values of food lipids. *Association of Official Analytical Chemists International*, 77, 421-424.
- Schuurhuizen, R., Van-Tilburg, V., and Kambewa, E. (2006). Fish in Kenya: The Nile-perch chain. In R. Ruben, M. Slingerland, and H. Nijhoff (Eds.), *Agro-Food Chains and Networks for development*, pp. 155-164, Netherland.
- Shammagam, V., og Natarajan, E., (2006). Experimental investigation of forced convection and desiccant intergrated solar dryer. *Renew. Energy.* 31, 1239-1251.
- Stapelfeldt, A.K., Nielsen, R.B. og Skibsted, H.L. (1997). Effect of heat treatment, water activity and storage temperature on the oxidative stability of whole milk powder. *International Dairy Journal*, 7, 331-339:

Stone, H. Sidel, J.L. (1985). Sensory evaluation Practices. Florida, Orlandi, FL,: *Academic Press Inc.*

Undeland, I., Gunnar, H. og Lingnert, H. (1999). Lipid oxidation in fillets of herring (*Clupea harengus*) during ice storage. *J.Agric. Fod Chem.*, 47, 524-532:

Vilhjálmsson, H. (2002). Capelin (*Mallotus villosus*) in the Iceland-East Greenland-Jan Mayen ecosystem. *ICES Journal of Marine Science*, 59(5), 870-883.

Wikipedia. Sótt þann 21.2.2017. wikipedia.org/wiki/Goldstrie_sardinella.

Wu, T., Mao, L. (2008). Influence of hot air drying and microwave drying on nutritional and odorous properties of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets. *Food Chemistry*, 110, 647-653.