

Verkefnaskýrsla

22 - 03



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

JÚNÍ 2003

**ÞÍDD SJÓFRYST MAP-FLÖK MEÐ
SKIPUM Á ERLENDAN MARKAÐ**

Emilía Martinsdóttir
Hannes Magnússon
Hélène L. Lauzon
Kolbrún Sveinsdóttir



<i>Titill / Title</i>	Þídd sjófryst MAP-flök með skipum á erlendan markað		
<i>Höfundar / Authors</i>	Emilía Martinsdóttir, Hannes Magnússon, Hélène L. Lauzon, Kolbrún Sveinsdóttir		
<i>Skýrsla Rf/IFL report</i>	22-03	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	30. júní 2003
<i>Verknr. / project no.</i>	1433		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	Rannsóknarráð Íslands, Ísaga, Útgerðarfélag Akureyringa		
<i>Ágríp á íslensku:</i>	<p>Í þessum rannsóknum var geymsluþol ófrysts og þídds fiskis, geymdum annars vegar í lofti og hins vegar loftskiptum pakkningum, rannsakað. Rannsóknir voru gerðar á frystipóli ákveðinna tegunda af skemmdargerlum. Bornar voru saman hraðvirkar aðferðir við talningu á skemmdargerlum með Malthus-tækni í samanburði við hefðbundnar aðferðir. Valdar voru heppilegustu gasblöndur og þíðingaraðferðir og síðan gerðar geymsluþolsrannsóknir á gasþökkuðum, ferskum og þíddum sjófrystum flökum við 0,5-1°C. Sérstök áhersla var lögð á að fylgjast með vexti sérhæfðra skemmdarörvera, dripi og efnavísu eins og sýrustigi, trímetylamínóxíði (TMAO) og trímetylamíni (TMA). Gerðar voru nákvæmar rannsóknir á breytingum í bragði, lykt og áferð við geymslu og þróaðir skynmatsskalar fyrir slíkar afurðir. Neytendakönnun var gerð til að rannsaka viðhorf neytenda gagnvart slíkum fiski og tengja við skynmat sérhæfðs skynmatshóps. Eftir 15 mánaða geymslutíma myndaðist mjög lítið magn TMA og TVB þrátt fyrir að nægt TMAO væri til staðar. Íslenskir neytendur fundu mun á fiski sem geymdur hafði verið tvo og tíu daga í kæli og líkaði betur ferski fiskurinn. Þökkun í loftskiptar umbúðir lengdu geymsluþol þíðra flaka um viku, samanborið við flök sem pakkað var í lofti. Eftir 15 mánuði í frysti fengu jákvæðir skynmatshópar aldrei háar einkunnir, jafnvel í upphafi geymslutímans. MAP-flökin dæmdust aðeins þurrari og seigari en loftflökin. Samræmi var gott milli tilrauna varðandi skynmat, örverur og efnamælingar. Tími í frystigeymslu hafði afgerandi áhrif á örverufjölda, einkum sérhæfðar skemmdarörverur. MAP hafði greinileg örveruhemjandi áhrif á örveruflóru sem náði sér á strik eftir þíðingu og hægði á örveruvexti með lengri frystigeymslu.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	Sjófrysting, skemmdarörverur, geymsluþol, MAP, skynmat		
<i>Summary in English:</i>	<p>In this project, the intention was to study the keeping quality of thawed sea-frozen fish fillets packed under modified atmosphere packaging (MAP) and kept in freezer storage for different periods of time. The effect of freezing and freezer storage on fish spoilage bacteria was studied with rapid conductance method (Malthus) and conventional methods. Furthermore thawing methods and suitable gas mixtures were chosen. Storage studies were done on unfrozen and thawed sea-frozen fillets packed under MAP at 0,5-1°C. Counts of specific spoilage organisms were done, measurements of trimethylamine oxide (TMAO) and trimethylamine (TMA), pH and changes in smell, taste and texture investigated during storage. Sensory schemes for fillets in MAP were developed. Consumer tests were carried out on fillets packed under MAP and compared to sensory evaluation by a trained panel. After 15 months freezer storage, very low levels of TMA and TVB were formed despite a high TMAO content. MA-packaging of sea-frozen fillets prolonged shelf life of thawed fillets by 7 days compared to air-packed fillets. Icelandic consumers found difference between different storage time of fish (2 and 10 days) packed in air and MA-packages, preferring the more fresh fish. After 15 months storage, the thawed fillets never received high scores for positive attributes. Freezer storage time affected the microbial load, especially specific spoilage bacteria (<i>Photobacterium phosphoreum</i> and H₂S-producers). MAP had a clear inhibitory effect on the microflora recovered following thawing and growth was further delayed with increasing freezer storage time. Development of <i>P. phosphoreum</i> was delayed under MA and influenced by freezer storage time but growth occurred during late storage.</p>		
<i>English keywords:</i>	Sea-frozen, specific spoilage organisms, shelf life, MAP, sensory evaluation		

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR.....	3
2. FRYSTIÞOLNI SKEMMDARÖRVERA	7
2.1. Staðalkúrfur.....	7
2.2. Aðferðir.....	7
2.2.1. Tilhögun tilrauna	7
2.2.2. Mengunaraðferð.....	8
2.2.3. Hitastigsmælingar.....	9
2.2.4. Hefðbundnar örverutalningar.....	9
2.2.5. Hraðvirkar örverutalningar.....	9
2.2.6. Gasmælingar.....	9
2.3. Niðurstöður	9
2.3.1. Hitastigs- og gasmælingar.....	9
2.3.2. Örverutalningar.....	11
3. FORTILRAUNIR.....	14
3.1. Val á þökkunaraðferðum.....	14
3.2. Þróun skynmatsskala.....	15
4. GEYMSLUÞOLSTILRAUNIR Á FERSKUM OG SJÓFRYSTUM ÞÍDDUM FLÖKUM: AÐFERÐAFRÆÐI.....	17
4.1. Tilhögun tilrauna	17
4.1.1. Ísuð flök.....	17
4.1.2. Þídd flök.....	17
4.2. Hefðbundnar örverutalningar.....	18
4.3. Hraðvirkar örverutalningar.....	18
4.4. Efnamælingar.....	19
4.4.1. TVB, TMA og TMAO	19
4.4.2. Sýrustig (pH).....	19
4.5. Gasmælingar.....	20
4.6. Dripmælingar.....	20
4.7. Skynmat.....	20
5. GEYMSLUÞOLSTILRAUNIR Á FERSKUM OG SJÓFRYSTUM ÞÍDDUM FLÖKUM: NIÐURSTÖÐUR.....	20
5.1. Niðurstöður geymsluþolstilrauna á ísuðum flökum.....	20
5.1.1. Skynmat.....	20
5.1.2. Örverutalningar.....	23
5.1.3. Efnamælingar.....	24
5.1.4. Gasmælingar.....	26
5.1.5. Dripmælingar.....	27
5.2. Geymsluþolstilraunir á sjófrystum, þíddum flökum eftir 6 vikna geymslu í frysti.....	28
5.2.1. Skynmat	28
5.2.2. Örverutalningar.....	30
5.2.3. Efnamælingar.....	32
5.2.4. Gasmælingar.....	33
5.2.5. Dripmælingar.....	34
5.3. Geymsluþolstilraunir á sjófrystum, þíddum flökum eftir 8 mánaða geymslu í frysti.....	34
5.3.1. Skynmat.....	34
5.3.2. Örverutalningar.....	37
5.3.3. Efnamælingar.....	38
5.3.4. Gasmælingar.....	40
5.3.5. Dripmælingar.....	41
5.4. Geymsluþolstilraunir á sjófrystum, þíddum flökum eftir 15 mánaða geymslu í frysti.....	41
5.4.1. Skynmat.....	41
5.4.2. Örverutalningar.....	44
5.4.3. Efnamælingar.....	45
5.4.4. Gasmælingar.....	47
5.4.5. Dripmælingar.....	48
5.5. Samanburður á niðurstöðum eftir mismunandi tíma í frysti.....	48
5.5.1. Skynmat.....	48
5.5.2. Örverutalningar.....	49
5.5.3. Efnamælingar.....	51
5.5.4. Gasmælingar.....	52
5.5.5. Dripmælingar.....	53

5.5.6. Samanburður á skynmati, örverutalningum og efnamælingum.....	53
6. NEYTENDAKÖNNUN.....	55
6.1. Inngangur.....	55
6.2. Efni og aðferðir.....	55
6.2.1. Skynmat.....	55
6.2.2. Viðhorfskönnun.....	55
6.2.3. Neytendakönnun.....	55
6.2.4. Úrvinnsla gagna.....	56
6.3. Niðurstöður.....	56
6.3.1. Skynmat.....	56
6.3.2. Viðhorfskönnun.....	57
6.3.3. Neytendakönnun.....	58
7. ÁLYKTANIR.....	62
8. ÞAKKARORÐ.....	63
9. HEIMILDIR.....	64
10. VIÐAUKAR.....	67
10.1. Viðauki 1.....	67
10.2. Viðauki 2.....	68
10.3. Viðauki 3.....	71
10.4. Viðauki 4.....	79
10.5. Viðauki 5.....	80
10.6. Viðauki 6.....	81
10.7. Viðauki 7.....	82
10.8. Viðauki 8.....	83

1. INNGANGUR

Loftskiptar pakkningar (MAP) hafa á síðustu árum orðið vinsælar fyrir margar tegundir matvæla, einkum kjöt. Neytendapakkningar á fiski hafa komið fram í ýmsum löndum en ekki náðst jafngóður árangur með þær og kjötpakkningar. Hlutfall sjófrysts fisks af heildarmagni frystra afurða er orðið yfir 50% á Íslandi.

Í ljós hefur komið að kjöt geymist þrisvar til sjö sinnum lengur í loftskiptum umbúðum en í lofti en magur fiskur geymist um það bil helmingi lengur í loftskiptum umbúðum en í lofti (Gram & Huss, 1996). Vísbendingar eru um að skýring á þessu sé sú að ákveðnar örverur séu til staðar í fiski sem ekki eru í kjöti. Rannsóknir sem gerðar voru á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (Rf) (Guðmundur Stefánsson & Grímur Valdimarsson, 1982) sýndu að áhrif kolsýrupökkunar minnka verulega ef vikið er frá bestu vinnslu- og geymsluaðstæðum. Þannig er mikilvægt að nota ávallt mjög ferskt hráefni unnið við sem hreinlegastar aðstæður og geyma fiskinn eftir pökkun við sem næst 0°C.

Danskir vísindamenn hafa komist að því að gerillinn *Photobacterium phosphoreum* er einn aðalskemmdarvaldur í fiski sem pakkað hefur verið í loftskiptar umbúðir (modified atmosphere packaging = MAP) (Dalgaard o.fl., 1997). Talið er að hann sé næmur gagnvart frystingu og frystigeyslu. *P. phosphoreum* þolir hátt CO₂ magn og framleiðir mikið magn af efninu trímetylamín (TMA) úr trímetylamínóxíði (TMAO) (Dalgaard, 1995a, b). Þessi gerill finnst víða í sjávarumhverfinu og er einnig hluti af þarmaörveruflóru fisks (van Spreekens, 1974; Dalgaard, 1995a). Aðrir vísindamenn hafa fundið mikið magn af mjólkursýrugerlum í MAP fiski, sérstaklega *Lactobacillus* tegundir, þegar hátt hlutfall CO₂ er notað (Stenström, 1985; Lindsay, o.fl., 1986). Í Evrópuverkefni sem Rf tók þátt í kom fram munur á ýmsum eiginleikum sömu gerlategunda eftir mismunandi löndum (Einarsson & Lauzon, 1996). Því er mjög áhugavert að kanna þessar niðurstöður danskra vísindamanna við íslenskar aðstæður. Sömu rannsóknir sýndu að fjölbreytt örveruflóra var til staðar í gaspökkuðum þorsklökum og myndefni örveranna voru m.a. TMA og brennisteins-, amín- og alkóhólsambönd. Þeir gerlar sem voru einangraðir úr slíkum fiski útskýrðu ekki að fullu þau skemmdarefni sem mynduðust. *P. phosphoreum* ásamt *Aeromonas* og *Enterobacteriaceae* stofnum framleiddi TMA auk alkóhólsambanda.

Rannsóknir hafa sýnt fram á að meira magn TMA finnst í skemmdum fiski sem hefur verið geymdur í loftskiptum umbúðum en í lofti (Davies, 1990; Dalgaard o.fl., 1993; Einarsson og Lauzon, 1996). Hins vegar eru upplýsingar nokkuð misvísandi um þetta efni og í yfirlitsgrein Stammen o.fl. frá 1990 er bent á nokkrar greinar þar sem ekki verður slík aukning í TMA í loftskiptum umbúðum.

P. phosphoreum er talinn vera mjög næmur gagnvart frystingu og frystigeyslu (Guldager o.fl., 1998). Sýnt var fram á að með því að nota þorsklök sem geymd höfðu verið við -20°C í 8 vikur náðist a.m.k. 20 daga geymsluþol við 2°C meðan sambærileg ófryst flök höfðu aðeins 11 til 12 daga geymsluþol. Einnig kom í ljós að engin TMA-myndun átti sér stað í þíddu flökunum. Þetta töldu þeir vera vegna þess að *Photobacterium* hafi drepist við áður nefnda frystigeyslu.

Samkvæmt nýlegum rannsóknum (Bøknæs o.fl., 2000) kom í ljós að hráefnisgæði þorsklaka fyrir MA-pökkun og frystigeyslu (6 vikur) skiptu verulegu máli varðandi

vöxt *Photobacterium* eftir þíðingu. Höfundar draga þá ályktun að ferskleiki hráefnis hafi afgerandi áhrif á geymsluþol flaka eftir þíðingu og benda á þann möguleika að nota sjófryst flök til slíkra rannsókna.

Aðeins hefur ein heimild fundist um rannsóknir á sjófrystum flökum í MAP-umbúðum (Bøknæs o.fl., 2002). Þar kom fram *P. phosphoreum* þoldi frystigeymslu í 5-6 mánuði við -30°C í þorski úr Barentshafi. Í fyrri rannsóknum þeirra á þorski úr Eystrasalti (Bøknæs o.fl., 2000) sem var frystur í landi og geymdur við -30°C (6 mánuðir í frysti) fannst *P. phosphoreum* ekki eftir um 3 vikna kæligeymslu. Í sjófrystu þíddu flökunum hafði MAP örveruhemjandi áhrif á þann hátt að *P. phosphoreum* kom fram eftir 7 daga kæligeymslu sem er seinna en í ófrystum fiski (Dalgaard o.fl., 1997; Guldager o.fl., 1998).

Á Rf hafa verið gerðar viðamiklar rannsóknir á skemmdarferli og geymsluþoli þídds fisks í lofti (Hannes Magnússon o.fl., 1990, Emilía Martinsdóttir o.fl., 1991, Emilía Martinsdóttir & Hannes Magnússon, 1993, Magnússon & Martinsdóttir, 1995). Í tilraununum voru gerðar athuganir á heilum þorski og þorsk-, karfa- og ýsuflokum. Í rannsóknum Rf hefur komið í ljós að TMA myndaðist mun hægar í þíddum fiski en sambærilegum ófrystum. Magn TMA var ætíð mjög lágt þegar fiskurinn dæmdest óneysluhæfur samkvæmt skynmati þrátt fyrir að nóg TMAO væri til staðar. Mæling á TMA er því ónothæfur mælikvarði á skemmdir í þíddum fiski. Frysting og frystigeymsla í skamman tíma (<5 vikur við -24°C) hafði lítil sem engin áhrif á gerlafjölda. Við langvarandi frystigeymslu (>14 vikur við -24°C) fór að koma fram lækkan á gerlafjölda. Í sumum tilvikum drápuðst meira en 90% ákveðinna gerla yfir 30 vikna frystigeymslu. Niðurstöður örverurannsókna á flökum gáfu ekki tilefni til þess að álykta að rekja mætti minni TMA myndun í þíddum flökum en í ófrystum að öllu leyti til breytinga á örverufjölda. Niðurstöður skynmats sýndu að bæði ófryst og þídd flök náðu mörkum neysluhæfni á svipuðum tíma.

Í tilraunum Rf sem fram til þessa hafa verið gerðar varðandi frystingu og frystigeymslu var notuð aðferðafræði sem ekki nær að greina gerilinn *P. phosphoreum*. Hann vex t.d. ekki við venjulegan herbergishita. Verið getur að ástæður minni TMA myndunar í þíddum fiski en ófrystum hafi verið sú að *P. phosphoreum* hafi drepist við frystingu og frystigeymslu en verið til staðar í ófrysta fiskinum. Um leið hlýtur að vakna sú spurning hvort ekki megi ná mun lengra geymsluþoli á fiski sem pakkað hefur verið í loftskiptar umbúðir ef notuð væru flök, sem hefðu verið geymd í nokkurn tíma í frysti fyrir pökkun. Í rannsóknum Rf á sjófrystum flökum kom í ljós að geymsluþol slíkra flaka til notkunar sem kælivöru var a.m.k. 6 mánuðir. Mælt var með að frysta flök fyrir dauðastirðnun og þíða við 0°C til að varðveita gæði þeirra sem lengst eftir þíðingu (Emilía Martinsdóttir o.fl., 1998). Eins og í fyrri tilraunum var mun hægari myndun á TMA í flökum sem höfðu verið geymd lengi í frysti þó að gerlafjöldi væri svipaður (Martinsdóttir & Magnússon, 2001).

Í yfirlitsgrein eftir Stammen o.fl. (1990) vargerð úttekt á því hvernig skynmat hefur verið notað í tilraunum á MAP fiski. Í langflestum tilvikum er verið að meta lok geymsluþols til að kanna áhrif gasblöndunnar á geymsluþolslengingu. Í örfáum tilvikum (Scott o.fl., 1986) er gerð svonefnd myndræn greining (QDA) á fiskinum en í henni felst fullkomin lýsing á bragði, lykt, útliti og áferð vöru. Ekki eru til staðar kannanir á mati neytenda á fiski í slíkum umbúðum. Ekki hafa heldur fundist nýrri greinar er þetta varðar. Einkunnaskalar þeir sem notaðir eru við mat á flökum henta mjög illa við mat á fiski í loftskiptum umbúðum því að koldíoxíð breytir lykt og

bragði og skemmdarferlið verður annað. Nú hefur færst í vöxt erlendis að bera saman neytendakannanir og skynmat þjálfaðra hópa í fyrirtækjum (Martinsdóttir, 1998). Tilgangur þess er að komast að tengslum milli þessara niðurstaðna til að geta hugsanlega notað þjálfaðan hóp til að spá fyrir um skoðanir neytenda og sparað á þann hátt neytendakannanir sem geta verið óhemju dýrar í framkvæmd. Þetta hefur ekki verið gert hér en væri dýrmæt reynsla varðandi áframhaldandi þróun skynmats á Rf.

Hefðbundar aðferðir til örverumælinga og örverugreininga eru yfirleitt frekar tímafrekar. Þetta hefur leitt til þróunar á hraðvirkari aðferðum, þ.e.a.s. aðferðum sem eru einfaldar í framkvæmd, fljótvirkar, næmar og nákvæmar. Á áttunda áratugnum sýndu rannsóknir Richards o.fl. (1978) að leiðnibreytingar sem áttu sér stað í æti við ræktun örvera voru í samræmi við vöxt þeirra. Einnig kom í ljós að mælanlegur tími meðan leiðnibreytingar áttu sér stað voru í öfugu hlutfalli við log fjölda örvera. Eftir þessar uppgötvanir hafa fleiri rannsóknir verið gerðar, ýmis tæki og æti þróuð til að meta heildarörverufjölda eða fjölda ákveðinna örverutegunda, svo sem *E. coli*, *Enterobacteriaceae*, *Vibrio*, *Enterococcus*, *Pseudomonas* og histamín-myndandi örverur, en einnig til að finna *Salmonella* og *Listeria* tegundir (Gibson o.fl., 1984; Gibson & Ogden, 1987; Klausen & Huss, 1987; Jørgensen o.fl., 1988; Banks o.fl., 1989; Petitt, 1989; Gatti & Neviani, 1993; Dupont o.fl., 1994; Pless o.fl., 1994; Capell o.fl., 1995). Nýlega hafa Danir þróað aðferð og æti til greiningar og talningar á *P. phosphoreum* með notkun á svonefndu Malthus tæki (Dalgaard o.fl., 1996). Þetta tæki hefur verið til staðar á Rf um nokkurt skeið og þá eingöngu við prófanir á *Salmonella* og *Listeria*. Malthus tæknin er mun fljótari en stundum næmari en hefðbundnar aðferðir með ræktun á skálum.

Í forverkefni, sem Rf styrkt var af frá Rannís (styrknúmer 990350099) voru gerðar tilraunir til ræktunar á *P. phosphoreum* og skyldum gerlastofnum með hefðbundnum ræktunaraðferðum. Notuð voru mismunandi æti og ræktun gerð við mismunandi skilyrði t.d. í lofti og 100% CO₂. Heildarniðurstöður þessara tilrauna voru þær að þróuð var ræktunaraðferð sem að vissu marki gerir kleift að einangra og telja *P. phosphoreum*. Þessi aðferð hefur ekki verið notuð sem slík fyrr en hún byggir á því að skoða útlit kólónía og að lykta af ræktunarskálunum en *P. phosphoreum* myndar greinilega TMA lykt við vöxt. Vöxtur annarra gerla eins og *Shewanella putrefaciens* gæti þó leitt til "falskrar" niðurstöðu þar sem hún myndar mjög sterka TMA lykt á þessu æti. Þessi aðferð er fremur tímafrek þar sem ræktun tekur 4 til 5 daga. Með Malthustækninni fást yfirleitt niðurstöður innan eins til þriggja sólarhringa um magn *Photobacterium* í fiski. Malthus-aðferðin er sú eina þekktu sem á sérhæfðan hátt segir til um fjölda *P. phosphoreum* í fiski (Dalgaard o.fl., 1996). Það var því mikilvægt að hefja mælingar með slíkri tækni hér á landi og fá þannig betri yfirsýn yfir mikilvægi þessa gerils í íslenskum fiski.

Í rannsóknum þeim sem hér er lýst var geymsluþol ófrysts og þídds fisks geymdum annars vegar í lofti og hins vegar loftskiptum pakkningum rannsakað. Rannsóknir voru gerðar til að kanna frystiþol ákveðinna tegunda af skemmdargerlum. Bornar voru saman hraðvirkar aðferðir við talningu á skemmdargerlum með Malthus-tækni í samanburði við hefðbundnar aðferðir. Valdar voru heppilegustu gasblöndur og þíðingaraðferðir og síðan gerðar geymsluþolsrannsóknir á gaspökkuðum, ferskum og þíddum sjófrystum flökum við 0,5-1°C. Sérstök áhersla var lögð á að fylgjast með vexti sérhæfðra skemmdarörvera, dripi og efnavísu eins og sýrustigi, trímetylamínóxíði (TMAO) og trímetylamíni (TMA). Gerðar voru nákvæmar rannsóknir á breytingum í bragði, lykt og áferð við geymslu og þróaðir skynmatsskalar

fyrir slíkar afurðir. Neytendakönnun var gerð til að rannsaka viðhorf neytenda gagnvart slíkum fiski og tengja við skynmat sérhæfðs skynmatshóps. Nægilega langt geymsluþol á sjófrystum, þíddum flökum í MA-pakkningum gæti leitt til að unnt væri slík flök með skipum á erlendan markað. Þannig gætu solumöguleikar sjófrystra flaka á kælimarkaði aukist.

2. FRYSTIÞOLNI SKEMMDARÖRVERA

2.1. Staðalkúrfur

Leit að *Shewanella putrefaciens* og *Photobacterium phosphoreum* í ófrystum og þíddum flökum var gerð með hefðbundnum aðferðum og hraðvirkri leiðniaðferð í Malthus tæki. Staðalkúrfa fyrir fjölda *P. phosphoreum* hefur verið sett upp á Rf og kvörðuð með mælingum á þynntum ræktum með hraðvirkri leiðniaðferð.

Mælingar á fjölda *Photobacterium phosphoreum* í þorskflökum

Þessi mæliaðferð var framkvæmd samkvæmt Dalgaard o.fl. (1996). PPDM æti (pH 10) var búið til, gerileytt, skammtað í gerileyddar Malthus sellur sem voru geymdar yfir nótt við 5°C í loftfírrðri krukku (Oxoid HP011AP) sem var fyllt með 100% CO₂. Hálfur (0,5) ml af fisksýnunum (tífold þynning) var skammtaður í 3 sellur, og elektróðurnar settar á um leið til að forðast of mikið tap á CO₂. Sellurnar voru geymdar við 15°C í 1 til 1,5 klst á meðan jafnvægi á CO₂ náðist í sellunum áður en þær voru látnar í Malthus baðið (15°C). Fjöldi *Photobacterium phosphoreum* var áætlaður út frá eftirfarandi staðalkúrfu:

$$\text{Log}_{10} \text{ fjöldi } P. \text{ phosphoreum } / \text{g} = (-0,1256 \cdot \text{DT}) + 8,2771 + \log(\text{þynningarfaktor})$$
$$R^2 = 0,9749$$

Mælanlegur lágmarksfjöldi er 2 frumur per ml af vökvasýni eða 20 frumur/g fyrir tífalt þynnt sýni. Með þessari staðalkúrfu er hægt að áætla fjölda *P. phosphoreum* upp í 125.000.000/g (DT = 9,4 klst). Til að túlka þessa jöfnu getum við sagt að við svörunartíma um 26 klst verður fjöldi *P. phosphoreum* um 1.000.000/g.

2.2. Aðferðir

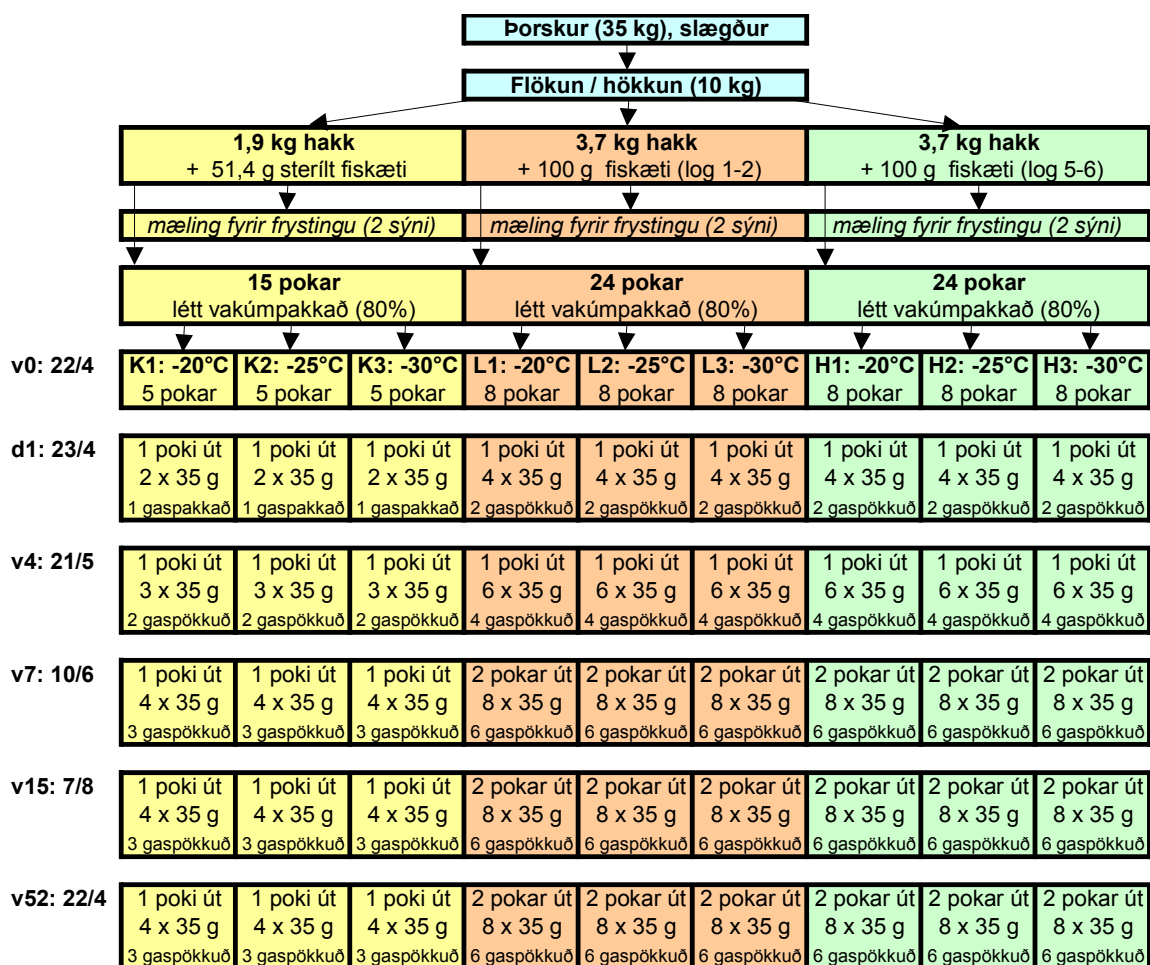
Tilgangur tilraunarinnar var að kanna áhrif þriggja frystihitastiga (-20, -25 og -30°C) og mismunandi frystigeymslutíma á frystiþoli *P. phosphoreum* og *S. putrefaciens* í íslenskum þorski, ásamt vexti þeirra við kæligeymslu undir loftskiptu umhverfi.

2.2.1. Tilhögun tilrauna

Frystitilraunir voru gerðar með því að sá hreinrækt af ofangreindum gerlum (*P. phosphoreum* og *S. putrefaciens*) í fiskhakk. *P. phosphoreum* stofnar hafa verið einangraðir og greindir á Rf og *Shewanella putrefaciens* stofnar voru einnig til á Rf vegna einangrunar þeirra í Evrópuverkefni (AIR 2 CT93-1251). Þessir stofnar voru notaðir fyrir þennan verkþátt.

Nýveiddur þorskur (alls 35 kg) fékkst slægður hjá Fiskverslun Hafliða Baldvinssonar ehf. þann 22. apríl 2002. Eftir flökun, roðflettingu og snyrtingu voru flökin hökkuð í sterílum hakkavélum. Um 10 kg hakk fékkst og var því skipt í 3 hluta. Einn hluti (1,9 kg) var notaður sem kontrollhópur (með náttúrulegri örveruflóru), á meðan hinir tveir (2 x 3,7 kg) voru mengaðir með ofangreindum gerlum til að ná mismunandi mengunarstigi. Lægri mengun var um log 2-3/g en hærri mengun náði um log 6-7/g. Tvísýni voru tekin fyrir þökkun fyrir hvern hóp og fjöldi örvera, *S. putrefaciens* (H₂S-myndandi örverur) og *P. phosphoreum* kannaður. Næst var hakkið skammtað í vakúmpoka (Plastrent hf., PET 12/LLDPE 50:15 x 20 sm, vörunr. 082010001), ýmist 70-105-140 eða 210 g eftir þörf, og pokarnir rúllaðir til að mynda eins konar pylsu úr hakkinu. Rúllurnar voru síðan vakúmpakkaðar (80% vakúm) í öðrum vakúmpoka

(Valdímur Gíslason hf., 14 x 27 sm, vörunr. 0140270WN), til að forðast þurrkun við frystigeymslu. Ákveðið var að geyma sýnin við u.þ.b. -20, -25 og -30°C í geymsluhermum í 1 dag og 4, 7, 15 og 52 vikur.



Mynd 1. Uppsetning fyrir frystipólstilraunina

Eftir hvern tiltekinn geymslutíma voru nokkrar rúllur teknar úr frystigeymslu, geymdar við stofuhita í 1 klst. og sýni (25 g) tekin úr þeim til örverumælinga. Afgangurinn var gaspakkaður í 35-40 g skömmtum í vakúmpokum (Plastprent hf.) með eftirfarandi gasblöndu: CO₂/O₂/N₂ : 60/10/30 (Ísaga) og geymd við 0-1°C. Þessi gaspökkuðu sýni voru síðan tekin vikulega (eftir 7, 14 og 21 daga) til að kanna viðurvist *S. putrefaciens* (nánari tiltekið H₂S-myndandi örvera) og *P. phosphoreum*, ásamt heildarörverufjöldanum. Mynd 1 sýnir tilraunauppsetninguna. Gasmælingar voru einnig framkvæmdar við hverja sýnatöku.

2.2.2. Mengunaraðferð

Þrjár stofnar af *P. phosphoreum* (S3, S6 og S26 einangraðir úr ýsuflökum árið 2001) og *S. putrefaciens* (#92, #105 og #126 einangraðir úr þorsflökum árið 1995) voru notaðir. Þeir voru forræktaðir sér í lagi við 15°C yfir nótt í Marine seyði (Difco) endurbætt með 10g Lab-Lemco, 5g Bacto-peptone og 2g yeast extract per lítra (Difco). Næst var hver stofnategund rækтуð í 50g fiskæti við 5°C í 7 daga. Í lok ræktunartímans var fjöldi hvers stofnategundar mældur með því að þynna 10 µl af ræktinni áfram í

kaldan þynningarvökva (MRD, Oxoid) og rækta það á LH skálar við 15°C í 5 daga. Næst voru *S. putrefaciens* og *P. phosphoreum* ræktirnar sameinaðar (50+50 = 100g fiskæti) til að mynda rækt A, og 10 µl af ræktinni sáð út í 100g sterilt fiskæti (rækt B). Rækt A var notuð til að menga hakkið (3,7 kg) og ná hærra mengunarstigi, en B fyrir lægra mengunarstig. Sterilt fiskæti (51,4g) var notað fyrir kontrollhópin (1,9 kg).

2.2.3. Hitastigsmælingar

Hitastigsmælingar í frystihermum voru framkvæmdar með sírita (Optic StowAway®, Onset Computer Corporation, USA) á 15 mínútna fresti og skráningarnar lesnar af mánaðarlega. Meðaltöl frystihitastiga fyrir hvert geymslutímabil voru reiknuð út frá því í Microsoft Excel 2000. Hitastig í kælskápnunum var lesið af kvörðuðum hitamæli daglega og meðalhitastigið reiknað.

2.2.4. Hefðbundnar örverutalningar

Járnagar (IA)

Talningar á heildarfjölda örvera og fjölda H₂S-myndandi örvera voru gerðar á járnagar eins og lýst er undir lið 4.2. Notuð var áhellingaraðferð með yfirborðslagi.

Modified Long and Hammer's (LH) agar

Heildatörverufjöldi var metinn á LH agar eins og lýst er undir lið 4.2.

2.2.5. Hraðvirkar örverutalningar

Malthus tækni

Mælingar á fjölda *P. phosphoreum* (PPDM æti) voru gerðar með Malthus tækni eins og lýst er undir 2.1. Til að kanna áreiðanleika PPDM-aðferðarinnar þegar grunsemdir um vöxt annarra gerla voru fyrir hendi var heildarfjöldi (LH agar) athugaður í völdum PPDM sellum þegar svörun (DT=detection time) fékkst. Fjöldi H₂S-myndandi örvera (járnagar) í sellunum var einnig metinn og heildatörverufjöldi (LH agar) skoðaður m.t.t. útlits kólónía. Valdar kólóníur (12) voru einangraðar á LH agar fyrir hverja sellu. Eftir ræktun voru valdir stofnar og þeir ræktaðir í endurbættu Marine seyði í 4-5 daga við 5°C. Þúsundfaldar þynningar voru notaðar til að sá stofnunum í PPDM sellur og DT metinn í samanburði við fjóra *P. phosphoreum* stofna (P-100 frá Dalgaard, 1995 og 3 íslenskir stofnar: S3, S6 og S26). Sáningarfjöldinn var einnig metinn á LH agar. Svörunartími (DT) og fjöldi hvers stofns var skoðaður og líklegustu *P. phosphoreum* stofnar fundnir.

2.2.6. Gasmælingar

Gasmælingar voru gerðar eins og lýst undir lið 4.5. Að minnsta kosti sex pakkningar voru mældar við hverja sýnatöku.

2.3. Niðurstöður

2.3.1. Hitastigs- og gasmælingar

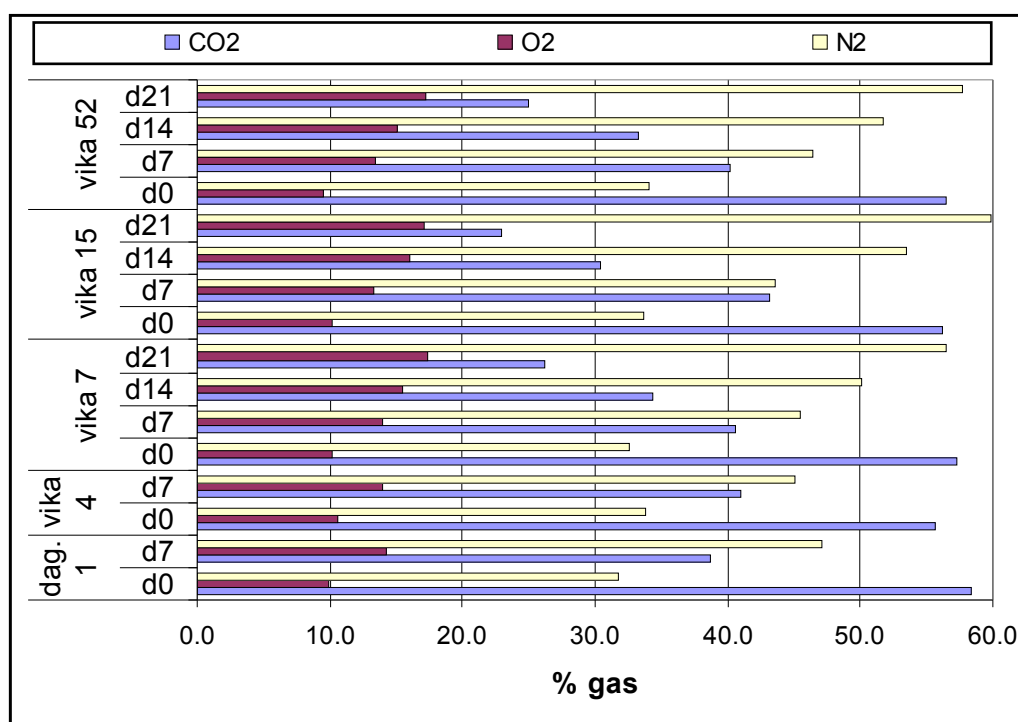
Sýnin voru fryst við 3 mismunandi hitastig. Tafla 1 sýnir meðalhitastig við tiltekinn geymslutíma. Á fyrsta sólarhring náðu sýnin völdu hitastigi (-20, -24 og -30°C) eftir u.þ.b. 6-7 klst. Eftir þann tíma voru geymsluskilyrði nokkuð stöðug. Meðalgeymsluhitastig voru yfir 52 vikna tímabil í frysti -19,5 ± 1,2°C, -24,3 ± 0,6°C og -28,1 ± 2,6°C. Eftir hvern tiltekinn geymslutíma voru sýnin þídd og gasþökkuð til

frekari geymslu (hámark 3 vikur) við kælihitastig. Geymsluhitastig var að meðaltali frá $0,8 \pm 0,1^\circ\text{C}$ upp í $1,2 \pm 0,1^\circ\text{C}$ yfir tiltekin tímabil.

Tafla 1. Meðalhitastig við frystigeymslu á fiskhakki og kæligeymslu á gaspökkuðum sýnum eftir tiltekinn frystigeymslutíma

Frystigeymslu-tími	Meðalhitastig við frystigeymslu ($^\circ\text{C}$)			Meðalhitastig við kæligeymslu ($^\circ\text{C}$)
	-20°C	-25°C	-30°C	
1 dagur	$-20,2 \pm 1,2$	$-20,8 \pm 2,4$	$-29,4 \pm 2,0$	$1,2 \pm 0,1$
4 vikur	$-20,8 \pm 0,4$	$-23,7 \pm 0,7$	$-30,2 \pm 0,6$	$0,9 \pm 0,1$
7 vikur	$-20,7 \pm 0,4$	$-23,9 \pm 0,6$	$-30,4 \pm 0,6$	$0,8 \pm 0,1$
15 vikur	$-20,6 \pm 1,0$	$-23,9 \pm 0,7$	$-30,3 \pm 0,7$	$1,0 \pm 0,1$
52 vikur	$-19,5 \pm 1,2$	$-24,3 \pm 0,6$	$-28,1 \pm 2,6$	$1,0 \pm 0,1$

Mynd 2 sýnir gassamsetninguna við pökkun (dagur 0) og við frekari kæligeymslu (d7 til d21) fyrir hverja tilraun á hráefnum eftir mismunandi frystigeymslutíma. Upphafssamsetning var að meðaltali $\text{CO}_2 / \text{O}_2 / \text{N}_2 : 56,8 \pm 1,1 / 10,0 \pm 0,4 / 33,2 \pm 1,0$. Um $16,1 \pm 1,6\%$ CO_2 hafði leyst upp í fiskvöðvanum eftir vikugeymslu, á meðan $3,8 \pm 0,4\%$ O_2 hafði losnað úr vöðvanum og mældist til viðbótar í loftrýminu.



Mynd 2. Gasmælingar á gaspökkuðum sýnum við pökkun (d0) og eftir kæligeymslu

Við lengri kæligeymslu kom í ljós að súrefnismagn jókst á meðan magn CO_2 fór minnkandi. Þetta stangast á við niðurstöður úr öðrum pökkunartilraunum á fiski í gaspéttum umbúðum. Yfirleitt hefur smá aukning súrefnismagnsins átt sér stað fyrstu daga geymslutímans en þegar örveruvöxtur fer að stað hefur O_2 minnkað vegna öndunar örvera sem leiðir til myndunar og aukningar á CO_2 í pakkningum. En í tilraununum sem hér er lýst er líklegt að umbúðirnar (PET 12/ LLDPE 50) eða

ófullkomin lokun (saumur) hafi valdið flæði O₂ inn og flæði CO₂ úr pakkningunum. Tekið skal fram að súrefnisgegnþræpi PET 12/ LLDPE 50 þokans er um 100 cm³/m²/24 klst en um 15-20 cm³/m²/24 klst fyrir umbúðirnar (PA 55/ LLDPE 60) sem notaðar voru við þökkun á frystum þorsflökum (sjá 3.1.) Þar sem ekki fengust PA 55/LLDPE 60 þokar af minni gerð sem hentaðu tilrauninni, var ákveðið að nota PET 12/ LLDPE 50 þoka.

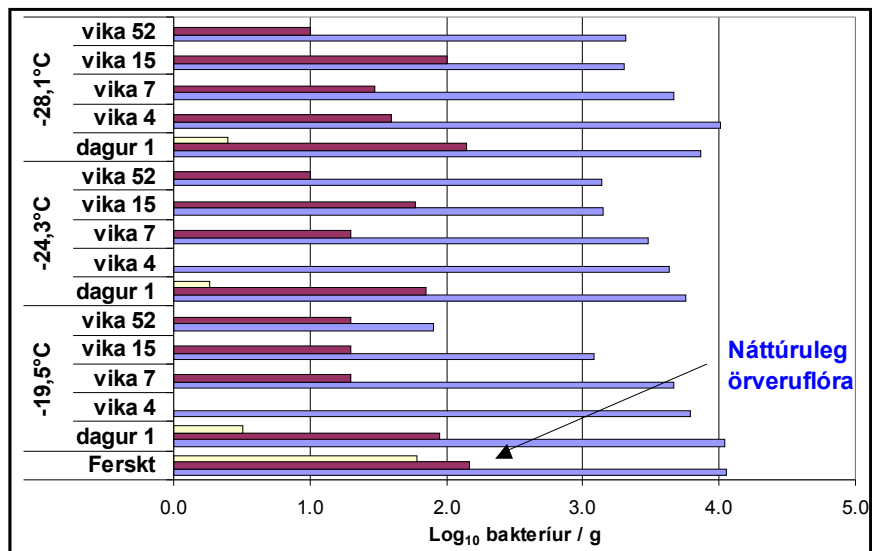
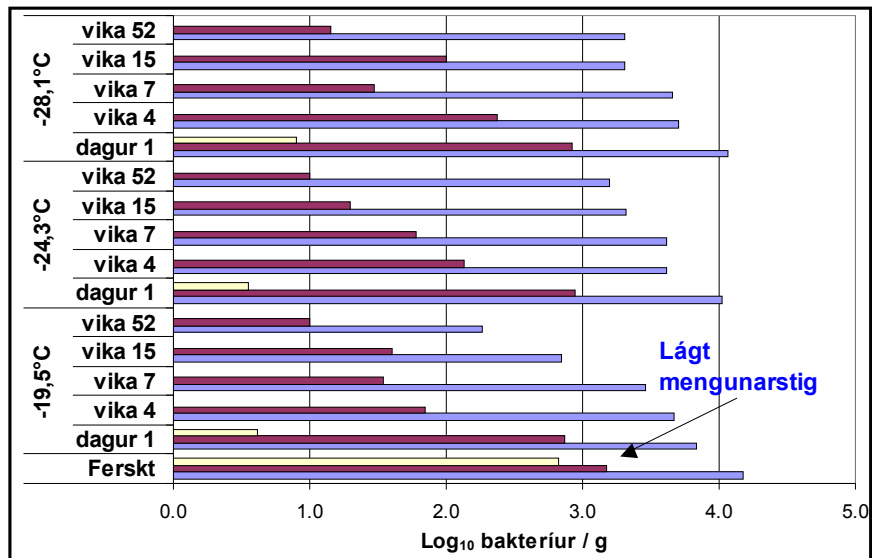
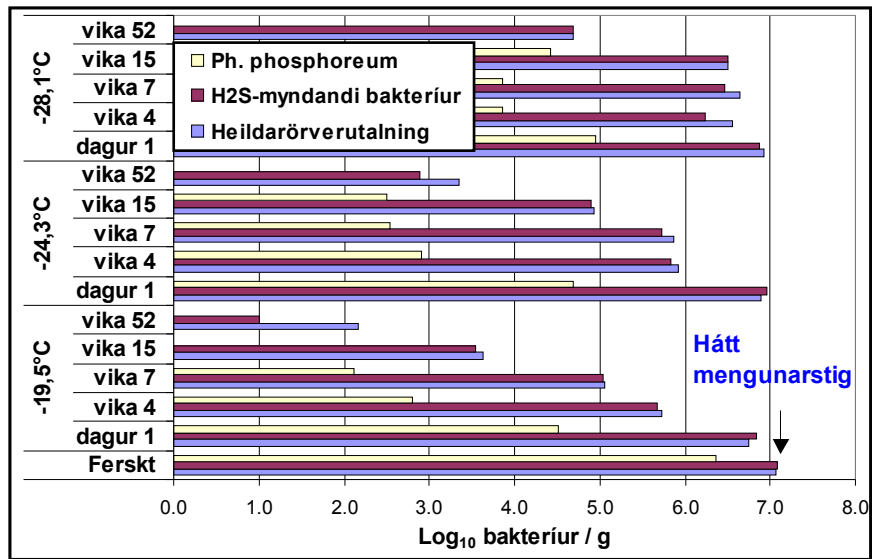
2.3.2. Örverutalningar

Nýlegar rannsóknir (Guldager o.fl., 1998; Bøknæs o.fl., 2000) hafa sýnt fram á að fjöldi *P. phosphoreum* getur lækkað verulega í þorski við frystigeymslu. Þessar niðurstöður eru þýðingarmiklar þar sem þessi gerill er talin vera aðalskemmdarvaldur í fiski þökkuðum í loftskiptar umbúðir (Dalgaard o.fl., 1993). Áhrif frystingar geta verið meiri við -20°C en -30°C, en þetta virðist fara eftir gæðum og uppruna hráefnisins.

Bøknæs o.fl. (2001) greindu einnig frá mikilvægi TMAO og NaCl í fiskvöðvanum við að varðveita *P. phosphoreum* frumur gegn áhrifum frystingar. Í tilraunum Bøknæs o.fl. (2001) varð fjöldi *P. phosphoreum* í þorski veiddum í Eystrasalti (með minna magn af TMAO í holdinu: 41,4 ± 8,4 mg TMAO-N/100 g fyrir frystingu) ómælanlegur eftir 4 vikna frystigeymslu við -20°C og eftir 3 vikna kæligeymslu á gasþökkuðum sýnum, en mælanlegur eftir 2 vikna kæligeymslu þegar hráefnið hafði verið geymt við -30°C í 4 vikur. Við nýrri rannsóknir Bøknæs o.fl. (2002) kom í ljós að þegar hráefnið var veitt í Barentshafi (hærra magn TMAO í holdinu: 105,2 ± 8,6 mg TMAO-N/100 g) var fjöldi *P. phosphoreum* mælanlegur eftir lengri frystigeymslu (10 vikur við -30°C auk 6 mánaða við -20°C) og 2 vikna kæligeymslu undir loftskiptu umhverfi. Þessar niðurstöður sýna hversu mikilvægt er að vita um uppruna og ástand hráefnisins áður en notkun þess er ákveðin.

Heildarörverufjöldi í upphafi fyrir hvert mengunarstig (ómengað/náttúrulega mengað hakk, lágt og hátt mengunarstig) var log/g: 4,1 - 4,2 - 7,1. Fjöldi H₂S-myndandi örvera (*S. putrefaciens*) var eftirfarandi: 2,2 - 3,2 - 7,1 log/g. Fjöldi *P. phosphoreum* var 1,8 - 2,8 - 6,4 log/g. Niðurstöður sýna annars vegar að frystingin sjálf hafði lítil áhrif á heildarfjölda örvera og fjölda H₂S-myndandi örvera (*S. putrefaciens*), og hins vegar að það var marktækur munur (p<0,05) á lækkun *P. phosphoreum* fjölda eftir sólarhringsfrystingu við öll hitastigin og öll mengunarstigin sem voru könnuð (Mynd 3). Eftir 4 vikna frystigeymslutímabil var fjöldi *P. phosphoreum* ómælanlegur eftir þíðingu í sýnunum með lægra magn fruma og við öll hitastig. Samt sem áður fékkst jákvætt svar fyrir *P. phosphoreum* í loftskiptum þökkuðum sýnum eftir 7 daga kæligeymslu (Tafla 2).

Mynd 3. Fjöldi örvera í fiskhakki með mismunandi mengunarstigi við þíðingu eftir mismunandi frystigeymslukilyrði



Hæsta frystihitastig (-19,5°C) var harkalegasta meðferð fyrir *P. phosphoreum* frumur eins og kom fram í menguðum sýnum. Eins og Boknæs o.fl. (2002) greindu frá, seinkaði vexti *P. phosphoreum* æ meira við lengri frystigeymslutíma vegna minnkandi frumumagns við þíðingu. Eftir 15 vikna frystigeymslutímabil hafði fjöldi *P. phosphoreum* fallið um 2, 4 and 6 log/g við eftirfarandi frystihitastig: -28.1 ± 2.6°C, -24.3 ± 0.6°C, -19.5 ± 1.2°C. Fjöldi *P. phosphoreum* reyndist vera ómælanlegur eftir 52 vikna frystigeymslu við -19,5°C, svo og eftir 3 vikna kæligeymslu og óháð mengunarstigi. Raunar leiddi lengri frystigeymsla til frekari lækkunar á örverufjöldanum í sýnum úr öllum meðferðum, og mestu áhrif voru við -19,5°C. Það var einnig marktækur munur á fjölda H₂S-myndandi örvera (*S. putrefaciens*) eftir 4 vikna frystigeymslu, með mestu áhrif við -19,5°C og hærra mengunarstig og lengri geymslutíma. Eftir 52 vikna tímabil var fjöldi H₂S-myndandi örvera (*S. putrefaciens*) rétt mælanlegur í lágmenuðum sýnum, svipað og fyrir hámenuð sýni geymd við -19,5°C. Það er athyglisvert að nefna að lækkandi fjöldi kuldakærra örvera í hámenuðum sýnum við lengri frystigeymslutíma var í samræmi við fjölda H₂S-myndandi örvera (*S. putrefaciens*) sem mældist við hverja sýnatöku, nema eftir 52 vikna tímabil við -19,5°C og -24,3°C (Mynd 3). En þá var marktækur munur á heildarörverufjölda og fjölda H₂S-myndandi örvera.

Tafla 2. Mælingar á *P. phosphoreum* með Malthus-PPDM aðferðinni í þíðdu hakksýnunum eftir mismunandi frystigeymslu

Hópar	Frysti- geymslutími	-20°C		-24°C		-30°C	
		Fannst eftir	log/ g	Fannst eftir	log/ g	Fannst eftir	log/ g
Ómengað hakk (log 1,8/g)	1 dagur	þíðingu	0,5	þíðingu	0,7	þíðingu	0,7
	4 vikur	7 daga	1,0	7 d	2,1	7 d	2,9
	7 vikur	14 d	0,3	14 d	1,5	7 d	0,7
	15 vikur	21 d	na	21 d	na	14 d	na
	52 vikur	nd	-	21 d	1,1	21 d	1,6
Lægri mengun (log 2,8/g)	1 dagur	þíðingu	0,6	þíðingu	0,6	þíðingu	0,9
	4 vikur	7 d	1,6	7 d	2,0	7 d	3,8
	7 vikur	14 d	0,7	14 d	1,5	7 d	1,5
	15 vikur	21 d	na	14 d	na	7 d	na
	52 vikur	nd	-	21 d	1,3	21 d	1,1
Hærri mengun (log 6,4/g)	1 dagur	þíðingu	4,5	þíðingu	4,7	þíðingu	5,0
	4 vikur	þíðingu	2,8	þíðingu	2,9	þíðingu	3,9
	7 vikur	þíðingu	2,1	þíðingu	2,6	þíðingu	3,9
	15 vikur	7 d	2,3	þíðingu	2,5	þíðingu	4,4
	52 vikur	nd	-	21 d	1,5	14 d	3,6

Í lokin má segja að frystingin sjálf hafði mikil áhrif á *P. phosphoreum* á meðan *S. putrefaciens* var frekar ónæm fyrir henni. Frystihitastig um -19,5°C og lengri frystigeymslutími (4 vikur eða meira) var harkalegasta meðferð sem leiddi til talsverðar lækkunar á örverufjöldanum, auk þess að hafa mest áhrif á dráp *P. phosphoreum* en þessi gerill var þólnari við -24 og sérstaklega -30°C.

3. FORTILRAUNIR

3.1. Val á pökkunaraðferðum

Gerðar voru fortilraunir á sjófrystum flökum og valdar heppilegustu gasblöndur. Rannsakað var hvort unnt væri að pakka frystum flökum beint í loftskiptar umbúðir eða hvort fyrst þyrfti að þíða flökin og pakka síðan. Drip, örverumælingar og skynmat voru notuð til ákvörðunar á pökkunaraðferð og gasblöndum. Í fortilraunir var notaður sjófrystur þorskur (flök með roði af frystiskipi) frá ÚA, alls 2 kassar (54 kg). Skoðaðar voru ýmsar umbúðir frá mismunandi framleiðendum og valdar umbúðir frá VGÍ (hvítir bakkar C71DD og þerrimottur AC40) og Plastprenti (vakúm pokar 55PA/60LDPE skornir niður í 25 x 30 sm).

Í fortilraunum var 400 g af fiski pakkað í hvern bakka með 3 mismunandi gasblöndum CO₂/ N₂/ O₂: 60/30/10, 50/40/10 og 40/50/10. Hluta af fiski var dýft í saltlausn (18% NaCl, 20L við 3°C í 1 mín.) fyrir pökkun. Tilraunahóparnir voru því sex (G1, G2, G3 og G1S, G2S, G3S). Fiskinum var pakkað frosnum beint í bakka með þerrimottu í botninum og síðan gaspakkað. Í hvern bakka fóru 2 flök. Hitastig í kælinum var síðan 2 til 3°C allan tímann (að meðaltali 2,25°C). Þrjár sýnatökur voru gerðar á dögum 6, 12 og 20. Tvísýni voru tekin fyrir hvern hóp og gas- og dripmælingar framkvæmdar ásamt skynmati.

Helstu niðurstöður voru þær að samkvæmt skynmati voru sýnin orðin óhæf eftir 20 daga í kæli. Mikill munur var á dripi eftir því hvort dýft var í saltblöndu eða ekki en hins vegar var lítill munur eftir gasblöndum. Drip í sýnum með salti var að meðaltali 1 til 2% en 7 til 8% í sýnum án salts. Hins vegar virtist drip ekki vandamál, þar sem þerrimottan tók vel við vatninu og sýnin litu mjög vel út. Sýni með salti reyndust hins vegar skilja eftir brúnan lit (eftir roðið) í þerrimottunni, voru klesst saman og virtust orðin glær í lok geymslutímans (eins og nætursöltuð). Skynmatshópur fann greinilegt saltbragð af þeim, reyndar mældist um 1% NaCl í þeim sýnum á meðan náttúrulegt saltinnihald flaka var um 0,4%. Áferð virtist lík í sýnunum samkvæmt skynmati. Saltið virtist ekki hafa áhrif á örveruvöxt. Örveruvöxtur var minnstur í sýnum með mesta magni af kolsýru þ.e. með 60% kolsýru.

Gerð var önnur fortilraun og sýnum pakkað með CO₂/N₂/O₂:95/0/5, 80/10/10 og 60/30/10 og kanna drip enn frekar. Tilgangur með þessu var að komast að því hvort kolsýran hefði áhrif á drip og áferð. Ákveðið var að endurtaka dripmælingar á kontrólsýnum þar sem ekki var notað gas. Niðurstöður dripmælinga voru þær að sýni með 95% kolsýru höfðu að meðaltali 13,2% drip, sýni með 80% kolsýru höfðu 9,5% drip og sýni með 60% kolsýru höfðu 6,9% drip eftir 10 daga geymslu. Flök sem pökkuð voru án kolsýru höfðu að meðaltali 4,9% drip eftir 2 daga geymslu.

Niðurstöður sýndu að heppilegasta gasblanda fyrir aðaltilraunina var CO₂/ N₂/ O₂: 60/30/10 og var þessi blanda notuð í síðari tilraunir. Einnig var ákveðið að pakka fiskinum frystum beint í umbúðir og án þess að dýfa í salt.

3.2. Þróun skynmatsskala

Markmið þessa verkþáttar var að þróa skynmatsskala og þjálfva skynmatshópinn. Þjálfaður skynmatshópur Rf þróaði skynmatseinkunnaskala sem ná yfir og lýsa þeim breytingum sem verða á frosnum/þíddum fiski í loftskiptum pakkningum. Notuð var svonefnd QDA-aðferð (Quantitative Descriptive Analysis, Stone & Sidel, 1985) þar sem skynmatshópur ásamt stjórnanda ákveða skynmatshætti (bragð, lykt, lit og áferð) sem skipta máli til að lýsa fiski í MA-pakkningum og þeim breytingum sem verða við geymslu. Þegar skynmatshættir hafa verið ákveðnir var hópurinn þjálfaður í notkun línulegs kvarða fyrir hina ýmsu hætti. Sýni voru útbúin bæði af sjófrystum, þíddum flökum með og án gasblöndu til þjálfunar hópsins. Í þjálfunina voru valdir þrjár hópar (G1, G2S og G3) auk staðals, þar sem þeir voru taldir gefa nógu mikla vídd í matið, hvað varðaði gasblöndur og saltmagn.

Auk þess var frystum staðli pakkað og geymdur áfram í frysti. Þjálfun fór fram þrisvar sinnum með viku millibili með 10-12 dómurum og fengu dómarar því að meta MAP pökkuð flök geymd í 6, 12 og 20 daga ásamt staðlinum í hvert skipti. Staðallinn var þíddur í ísskáp yfir nótt fyrir þjálfun.

Búið var við að dómarar myndu finna gaslykt eða bragð sem mætti lýsa sem súrri lykt/bragði eða aukalykt/-bragði, og voru dómarar beðnir um að meta þessa hætti á styrkleikaskala (einkunnir á bilinu 0-4) í fyrsta þjálfunartímanum. Auk þess var ferskleiki metinn samkvæmt Torry einkunnaskema fyrir soðinn magran fisk eins og þorsk (einkunnir á bilinu 10-3), og áferðahættirnir þurr/safaríkur og seigur/meyr metnir á ókvörðuðum skala (QDA).

Dómarar komust að þeirri niðurstöðu að það væri engin gas-súr lykt eða aukalykt eða bragð af sýnunum. Þó voru dómarar nokkuð ósammála um þetta atriði. Hins vegar þóttu lýsingarnar í Torry skalanum ekki gefa nógu góða mynd af sýnunum og því var ákveðið að bæta lýsingum sem skáru sig úr Torry skalanum í hóp orða sem metin eru á ókvörðuðri línu (QDA). Sem dæmi um lýsingar voru harðfisklykt/-bragð og sæt-súr lykt/bragð. Þá var ákveðið að halda Torry skalanum inni fyrir næstu þjálfun.

Í næsta þjálfunartíma mátu dómarar sýnin með Torry og ókvörðuðum skala fyrir áferðarþættina þurr/safaríkur og seigur/meyr, og lykt/bragð sem lýst var sem sæt-súr, sæt-væmin, harðfisk, og salt bragð. Dómarar voru ekki sáttir við þau orð sem voru notuð til að lýsa sýnunum og voru ekki sammála um hversu mikið hvert orð lýsti hverju sýni. Reyndar kom fram að öll sýnin voru fremur lík fyrir utan staðalinn. Ákveðið var að halda einkunnagjöf með Torry inni áfram en orðum sem lýst var á ókvörðuðum skala var mikið breytt en voru dómarar nokkuð sammála um þessi orð þegar upp var staðið.

Í þriðja þjálfunartímanum voru sýnin metin með Torry og QDA fyrir lykt, bragð og áferð (alls 10 matsatriði). Þá voru sýnin orðin skemmd og því erfitt að meta þau m.t.t. hversu mismunandi þau væru. Hins vegar var mjög auðvelt að bera þau saman við staðalinn og voru dómarar mjög sammála um hvar átti að staðsetja staðalinn í QDA samanborið við sýnin. Engar athugasemdir komu þá fram varðandi hvaða lýsingar ætti að nota í QDA nema að sumum fannst að sætt/væmið og súrt (skemmdar) gæti verið ein lýsing: súrsætt/væmið.

Hópar G1,G2,G3 virtust vera nokkuð svipaðir hvað skynmat varðaði. Flök úr salthópum (G1S, G2S,G3S) litu ekki nógu vel út þegar pakkningar voru opnaðar, þar sem flökin gáfu gul-brúna sliktu frá roði í þerrimottu í botni bakka, auk þess sem flökin voru glær út við kanta (litur var bláleitur/glær – málmlikja í stað þess að vera hvítur eins og eðlilegt er).

Mánuði síðar fór fram aukatilraun þar sem gasblöndurnar 95-80- og 60% kolsýra voru bornar saman við staðalsýni. Þá höfðu flökin verið geymd í 10 daga í pakkningum. Var þetta gert til að kanna hvort raunhæft væri að nota meiri kolsýru en 60%, m.a. m.t.t. skynmats og drips. Sýnin voru metin með endanlegum matsblöðum (viðauki 1) þ.e. með Torry einkunnaskala og QDA fyrir lykt, bragð og áferð. Unnið var tölfræðilega úr niðurstöðum fyrir Torry einkunn, og áferðþættina þurr/safaríkur, seigur/meyr í tölfræðiforritinu NCSS (miðað við 95% öryggismörk). Sýnin fengu öll marktækt lægri Torry einkunn í samanborið við nýlega þítt staðalsýni, enda höfðu þau verið geymd í 10 daga og voru einnig öll marktækt þurrari en staðallinn – en 60% blandan var þó næst staðlinum í einkunnum í báðum tilfellum. 95% og 80% hóparnir voru einnig seigari en staðallinn, en 60% hópurinn var ekki marktækt frábrugðinn staðlinum fyrir þennan matsþátt. Þessar niðurstöður gáfu til kynna að 60% gasblandan hafi komið best út úr skynmatinu í samanburði við staðalinn.

4. GEYMSLUÞOLSTILRAUNIR Á FERSKUM OG SJÓFRYSTUM ÞÍDDUM FLÖKUM: AÐFERÐAFRÆÐI

4.1. Tilhögun tilrauna

4.1.1. Ísuð flök

Gerðar voru geymsluþolstilraunir á fullsnyrtum, ísuðum þorskflökum. Notuð voru flök af nýveiddum færafiski. Fiskurinn var veiddur 26. september út af Þorlákshöfn á tímabilinu kl. 9 til 15. Fiskurinn var fluttur í kari með ís frá Fiskmarkaði Suðurlands um kvöldið á Faxamarkað í Reykjavík og þaðan til Rf á lyftara kl. 8.30 morguninn eftir. Fiskurinn var slægður og flakaður. Flökun hófst samstundis og var lokið kl. 10.15. Ís var settur með í bakka. Þökkun var lokið kl. 12.30 og allt komið í kæli kl. 12.40. Flökin voru þökkuð með og án gasblöndu (CO₂/ N₂/ O₂ : 60/30/10). Meðalhiti yfir geymslutímamann var $0,5 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Tekin voru sýni til skynmats, örverutalninga og efnamælinga fyrir þökkun og á 5., 8., 11., 15. og 19. degi fyrir loftfiskinn en á 5., 11., 15., 19., 22. og 25. degi fyrir MAP-fiskinn. Einnig voru gas- og dripmælingar framkvæmdar á 5., 11. og 25. (MAP) degi. Skynmatssýnin voru notuð til þess. Á hverjum sýnatökudegi voru tekin sýni á eftirfarandi hátt: 3 pakkningar voru teknar í örveru- og efnamælingar en 4-6 í skynmat.

4.1.2. Þídd flök

Gerðar voru geymsluþolstilraunir á fullsnyrtum, sjófrystum flökum til að kanna áhrif geymslutíma í frysti. Flök voru valin frá síðasta veiðidegi frystiskips ÚA í þessar tilraunir. Fiskurinn var veiddur 28. - 30. september, 2001. Veiðistaður var í Kantinum norður af Patró-130-200 fm. Flök voru geymd áfram frosin við -24°C og geymsluþolstilraunir gerðar eftir 6 vikur, 8 mánuði og 15 mánuði þar sem flökin voru þökkuð og síðan geymd við $0-1^{\circ}\text{C}$ eins lengi og þurfa þótti.

Niðurstöður fortílauna leiddu til þess að ákveðið var að pakka fiskinum beint í gaspakkaðar umbúðir án þess að þíða hann fyrst og nota gasblönduna CO₂/ N₂/ O₂ : 60/30/10 þar sem sú blanda reyndist heppilegust vegna drips og það var einnig niðurstaðan að 60% gasblandan kæmi best út úr skynmatinu í samanburði við staðalinn. Ákveðið var að nota ekki salt í aðaltilraun vegna neikvæðra áhrifa á skynmatseiginleika. Nýþökkuð flök voru strax sett í kæli.

Meðalhiti yfir geymslutímamann á flökum, sem geymd höfðu verið 6 vikur í frysti var $0,9 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$. Tekin voru sýni til skynmats, örverutalninga og efnamælinga fyrir þökkun og á 4., 7., 11. og 14. degi fyrir loftfiskinn en á 4., 7., 11., 14., 18. og 20. degi fyrir MAP-fiskinn. Meðalhiti yfir geymslutímamann á flökum, sem geymd höfðu verið 8 mánuði í frysti var $0,9 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Tekin voru sýni til skynmats, örverutalninga og efnamælinga fyrir þökkun og á 4., 7., 11., 13. og 17. degi fyrir loftfiskinn en á 4., 7., 11., 13., 17. og 21. degi fyrir MAP-fiskinn. Meðalhiti yfir geymslutímamann á flökum, sem geymd höfðu verið 15 mánuði í frysti var $0,8 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Tekin voru sýni til skynmats, örverutalninga og efnamælinga fyrir þökkun og á 4., 7., 10. og 14. degi fyrir loftfiskinn en á 4., 7., 10., 14., 18., 21. og 25. degi fyrir MAP-fiskinn. Vegna bilunar í Malthus tæki reyndist ekki unnt að telja *P. phosphoreum* eftir 15 mánuði og voru tekin sýni úr frysti og tilraunin endurtekin eftir 18 mánuði fyrir *P. phosphoreum* talningar. Á hverjum sýnatökudegi voru tekin sýni á eftirfarandi hátt: 3 pakkningar voru teknar í örveru- og efnamælingar en 4 í skynmat. Einnig voru gas- og

dripmælingar framkvæmdar yfir geymslutímann í kæli. Skynmatssýnin voru notuð til þess.

4.2. Hefðbundnar örverutalningar

Járnagar (IA)

Talningar á heildarfjölda örvera og fjölda H₂S-myndandi örvera voru gerðar á járnagar eins og lýst er skv. Gram o.fl. (1987) með þeirri undantekningu að í stað 0,5% salts var notað 1% salt. Notuð var yfirborðssáning í stað áhellingar til þess að drepa síður kuldakærar örverur og ræktun gerð við 15°C í 5 daga. Allar kóloníur voru taldar til að finna heildarörverufjölda. Svartar kóloníur voru taldar sérstaklega til að finna fjölda H₂S-myndandi örvera. Þær mynda H₂S úr sodíum thiosúlfati og/eda cysteine sem er til staðar í ætinu. Einn aðalskemmdargerill í ísuðum fiski, *Shewanella putrefaciens*, myndar svartar kóloníur á þessu æti.

Long and Hammer's (LH) agar

Ætið LH agar er talið henta vel til talninga á heildarfjölda örvera í fiski. Uppskrift ætisins var samkvæmt lýsingu van Spreekens (1974) með þeirri undantekningu að í stað 0,5% salts var notað 1% salt. Notuð var yfirborðssáning og ræktun gerð við 15°C í 5 daga. Talið er að gerlategundirnar *Shewanella putrefaciens* og *Photobacterium phosphoreum* vaxi vel á þessu æti.

MRS-S agar

Þetta æti var notað til talninga á mjólkursýrugerlum. Ætið var útbúið samkvæmt lýsingu í International Journal of Food Microbiology, 5, (1987) bls. 230-232. Það inniheldur rotvarnarefnið kalíum sorbat (0,2%) sem hindrar eða dregur úr vaxtarhraða margra örveruhópa. Það hefur hins vegar lítil sem engin áhrif á mjólkursýrugerla. Notuð var yfirborðssáning og ræktun gerð við 30°C við loftfirrðar aðstæður í 3 daga.

4.3. Hraðvirkar örverutalningar

Malthus tækni

Staðalkúrfur fyrir heildarörverutalningar fisks sem var geymdur í lofti eða MAP hafa verið settar upp og kvarðaðar á Rf með mælingum á ferskum fiski með hraðvirkri leiðniaðferð.

Mælingar á heildarörverufjölda þorskflaka við 15°C

Þessi mæliaðferð var prófuð samkvæmt upplýsingum sem gefnar voru af Malthus framleiðandanum. Malthus SPYE æti (#490-001) var búið til, gerileytt við 121°C í 15 mín., tveir ml af ætinu skammtaðir í gerileyddar Malthus sellur og þær geymdar í kæli. Fisksýnin, bæði úr þorskflökum sem voru geymd í lofti eða gaspökkuð, voru tekin reglulega á geymslutímabilinu, undirbúin eins og venjulega, tífold þynning gerð í kældum þynningarvökva MRD og sýnin möguð í 1 mín. Einn ml af hverju sýni var skammtaður í 3 Malthus sellur og sýnin ræktuð í Malthus tæki (15°C) þar til svörun fékkst. Upplýsingar um sýnin voru skráðar í tölvu sem er tengd Malthus tækinu. Þegar svörun (mælanleg breyting í leiðni ætisins) fékkst var tímallengdin (detection time, DT) fyrir hvert sýni skráð niður. Þessi tími er háður fjölda þeirra örvera sem verið er

að leita að. Við mikinn örverufjölda verður tíminn stuttur, en lengri þegar lægri fjöldi er til staðar í sýninu.

Heildarörverufjöldi loftskýna var áætlaður út frá eftirfarandi staðalkúrvu:

$$\text{Log}_{10} \text{ fjöldi örvera/g} = (-0,1425 \cdot \text{DT}) + 9,2972 \quad R^2 = 0,9748$$

Með þessari staðalkúrfu er einungis hægt að áætla heildarörverufjölda fyrir sýni sem liggja á bilinu 1.000 til 316.000.000/g. Til að túlka þessa jöfnu getum við sagt að það taki um 37,2 klst til að fá heildarörverufjölda (15°C, kuldakærir gerlar) af ferskum flökum með u.þ.b. 10.000/g, en ekki nema 16,1 klst þegar fjöldinn hefur náð 10.000.000/g.

Heildarörverufjöldi MAP-sýna var áætlaður út frá eftirfarandi staðalkúrvu:

$$\text{Log}_{10} \text{ fjöldi örvera/g} = (-0,1634 \cdot \text{DT}) + 9,8286 \quad R^2 = 0,8999$$

Með þessari staðalkúrfu er einungis hægt að áætla heildarörverufjölda fyrir MAP sýni sem liggja á bilinu 10.000 til 100.000.000/g. Til að túlka þessa jöfnu getum við sagt að það taki um 35,7 klst til að fá heildarörverufjölda (15°C) af ferskum flökum með u.þ.b. 10.000/g, en ekki nema 17,3 klst þegar fjöldinn hefur náð 10.000.000/g.

Mælingar á fjölda *P. phosphoreum* í þorsflökum við 15°C

Mælingar á fjölda *Photobacterium phosphoreum* (PPDM æti) voru gerðar með Malthus tækni eins og lýst er undir 2.2.5.

4.4. Efnamælingar

4.4.1. TVB, TMA og TMAO

TVB-N mæling á TCA ekstrakti var gerð með gufueimingu (byggð á aðferð Billon o.fl. (1979). Mixuð voru 100 g fiskhakks og 200 ml af 7,5% TCA í Waring blendor í 1 mín. Blandan var látin standa í 10 mín og síuð í gegnum Whatman no. 3 síupappír. Af tærum síuvökvanum voru 25 ml settir í suðufloösku ásamt 10 ml af 10% NaOH og ammóníakið rekið yfir í Erlenmeyerfloösku með 10 ml af 4% bórsýru sem inniheldur Methyl red og Bromocresol green Indicator. Til þessa var notaður Struers TVN gufueimari og lauk eimingunni þegar um 70 ml höfðu safnast yfir. Lausnin var þá titruð með 0,030 N H₂SO₄ úr grænu í ljósfjólubláan jafnvægispunkt.

TMA mæling á TCA ekstrakti var gerð með gufueimingu (Malle & Tao, 1987). Sama aðferð var notuð og fyrir TVB-N. Notað var sama ekstraktið en 20 ml af formaldehydi bætt í suðufloöskuna fyrir eimingu.

TMAO mæling var gerð með pikriksýruaðferð (AOAC,1990). Notað var sama ekstraktið og við mælingu á TVB-N og TMA. TMA var mælt samkvæmt pikriksýruaðferð bæði beint á ekstraktinu og einnig eftir að TMAO hefur verið afoxað í TMA með titanium klórið. TMAO var svo reiknað sem mismunurinn á beinu mælingunni á TMA og heildarmagni TMA.

4.4.2. Sýrustig (pH)

Af fiskhakki var 5 g blandað saman við 5 ml af afjónuðu vatni. Sýrustigið var mælt í Radiometer PHM 80 innan 15 mín. eftir að sýnin voru hökkuð.

4.5. Gasmælingar

Sérstakir þéttitappar voru límdir á 18 MA-pakkningar við lok þökkunar, en þetta var gert til að geta mælt gasblönduna eftir þökkun og á völdum sýnatökudögum án þess að eyðileggja pakkningarnar. Þessar pakkningar voru ætlaðar fyrir skynmatssýnatöku. Gasmælir frá PBI Dansensor (CheckMate 9900) var notaður. Nál tengd við slöngu var stungið í gegnum þéttitappann og gassýni tekið tvisvar sinnum. Seinni mælingin var skráð niður. Sýni af andrúmslofti var tekið tvisvar sinnum milli pakkninga til að "núlla" tækið á ný. Sex pakkningar voru mældar við hverja sýnatöku.

4.6. Dripmælingar

Drip var mælt í loft- og MAP-fiski eftir þökkun. Til þess voru flökin nákvæmlega vigtuð í 30 pakkningar og gildin skráð niður. Átján pakkningar voru gaspakkaðar en hinar voru geymdar í lofti. Á tilteknum sýnatökudögum voru flökin vigtuð í nýja bakka og % drip umreiknað.

4.7. Skynmat

Þjálfaður átta til tíu manna skynmatshópur Rf tók þátt í skynmati á sýnunum. Flökin voru skorin í bita (2 x 3 cm) og soðin í Convostar gufuofni við 95 C° í 5 mínútur. Með skynmati var metinn ferskleiki sýnanna eftir svonefndum Torryskala (Shewan o.fl., 1953) þar sem ferskum fiski er gefin einkunn 10 og niður í 3. Einnig var notuð QDA aðferð (Stone & Sidel, 1985). Mörkin 5,5 á Torry-skalanum hafa verið notuð á Rf sem mörk geymsluþols en þá finnur meirihluti skynmatshópsins vott af skemmdar-einkennum. Í 10.1 viðauka 1 eru sýndir einkunnaskalar fyrir Torry og QDA.

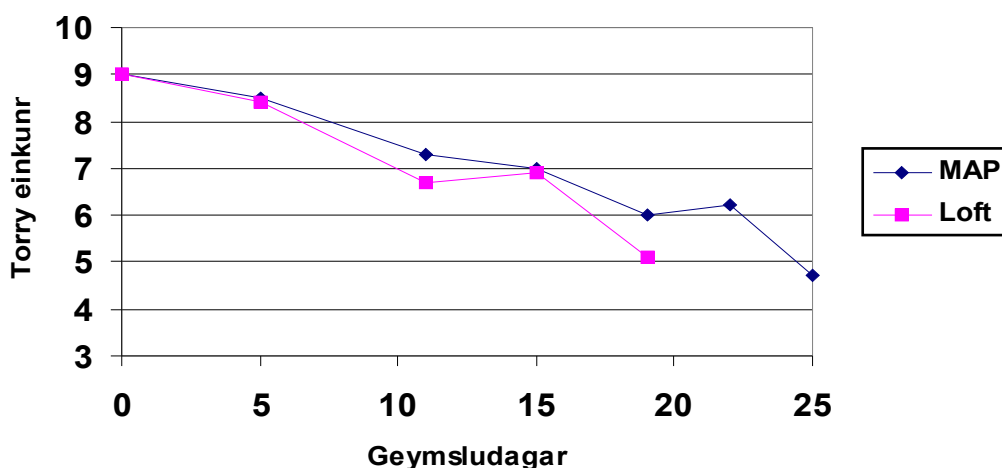
5. GEYMSLUÞOLSTILRAUNIR Á FERSKUM OG SJÓFRYSTUM ÞÍDDUM FLÖKUM: NIÐURSTÖÐUR

5.1. Niðurstöður geymsluþolstilrauna á ísuðum flökum

5.1.1. Skynmat

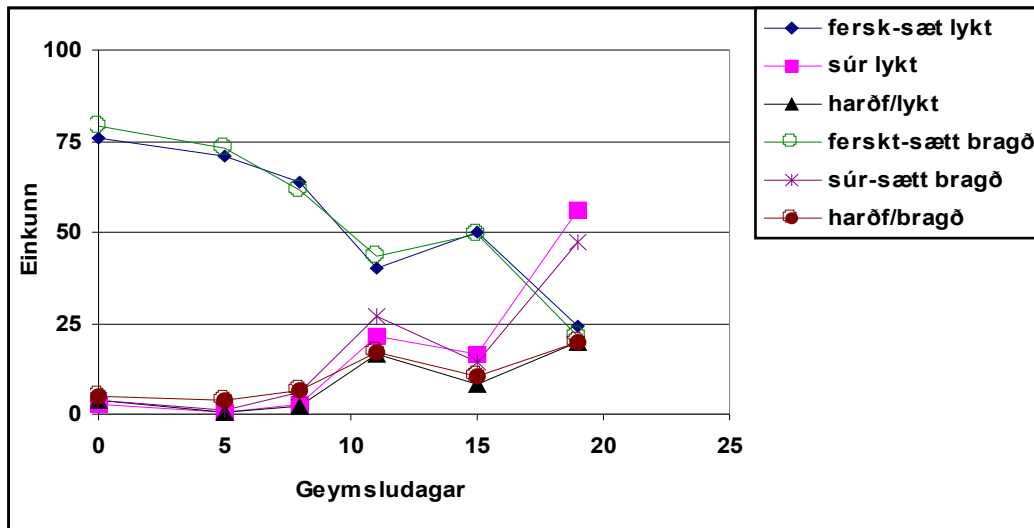
Mynd 4 sýnir niðurstöður ferskleikamats eftir Torry-skala á flökum geymdum í lofti og MA-pakkningum. Ekki var marktækur munur á ferskleikamati fyrr en á 19. degi en þá voru flök geymd í lofti orðin óhæf til neyslu en flök í MA-pakkningum fengu 6,2 í meðaleinkunn. Flök í MA-pakkningum voru enn yfir neyslumörkum á 22. degi en voru orðin óhæf á 25. degi. Geymsluþol sem hér náðist er mun lengra en fékkst í tilraunum með ófryst flök (Hannes Magnússon o.fl., 1990) þar sem þorsflök geymdust í allt að 12 daga. Í þeim tilraunum var fiskurinn veiddur af togara og fyrstu

sýnin bárust Rf á 4. degi frá veiði og var hann þá flakaður og geymdur á is. Í ofangreindum tilraunum var fiskurinn veiddur á færi og var hann kominn í pakkningar innan við sólarhring frá veiði. Geymsluþol þorskflaka hér má telja 15 til 17 dagar í lofti en 22 til 24 dagar í MA-pakkningum. Fimm daga munur á geymsluþoli fékkst milli loft- og MAP-hópna. Geymsluþol í lofti er hér óvenjulengt en skýringin er væntanlega sú að takmarkað loftflæði lék um loftsynin sem hugsanlega leiddi til örloftháðra skilyrða og þar af leiðandi hægari örveruvaxtar. Auk þess var hitastig hér mjög lágt og stöðugt allan geymslutímunn ($0,5 \pm 0,1^\circ\text{C}$).

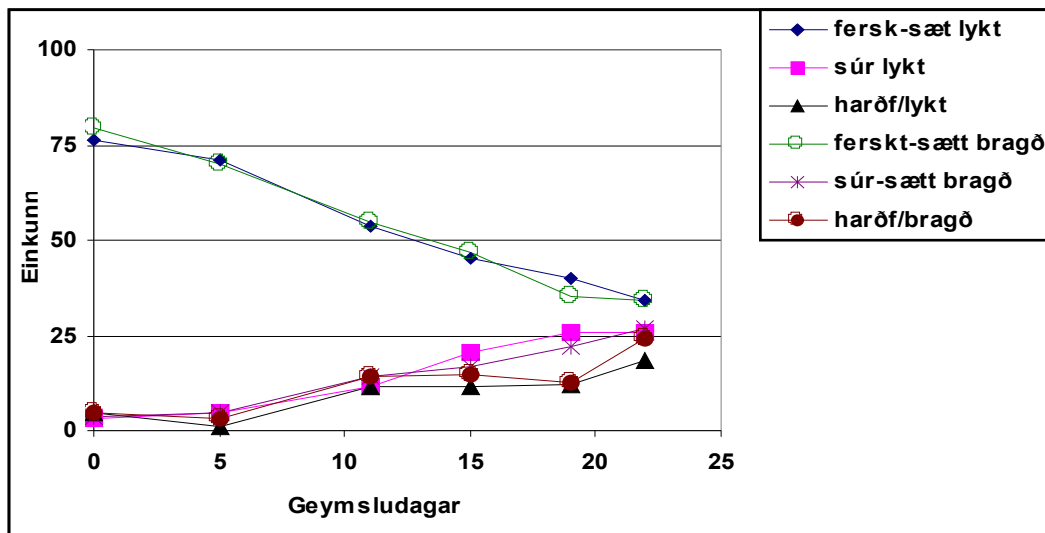


Mynd 4. Ferskleikamat eftir Torry-skala á ófrystum flökum geymdum í lofti og MAP við $0,5^\circ\text{C}$

Niðurstöður QDA-greiningar á bragð og lykt eru sýndar á myndum 5 og 6. Þar má sjá að jákvæðir skynmatsþættir, eins og fersk-sæt lykt og bragð, minnkar jafnt og þétt yfir geymslutímunn í báðum hópum. Þessir þættir fá um 80 (af 100) í upphafi en fá um 50 að meðaltali eftir 15 daga geymslu. Á 19. degi fá þessir þættir um 20 í lofthópnum en um 40 í MA-pakkningum. Neikvæðir bragð- og lyktarþættir eins og súr lykt, harðfisklykt og bragð vaxa hraðar í lofthópnum og fá um 20 eftir 11 daga geymslu og um 50 eftir 19 daga. Í lok geymslutímans fá þessir þættir innan við 30 í MAP-hópnum á 22. degi.

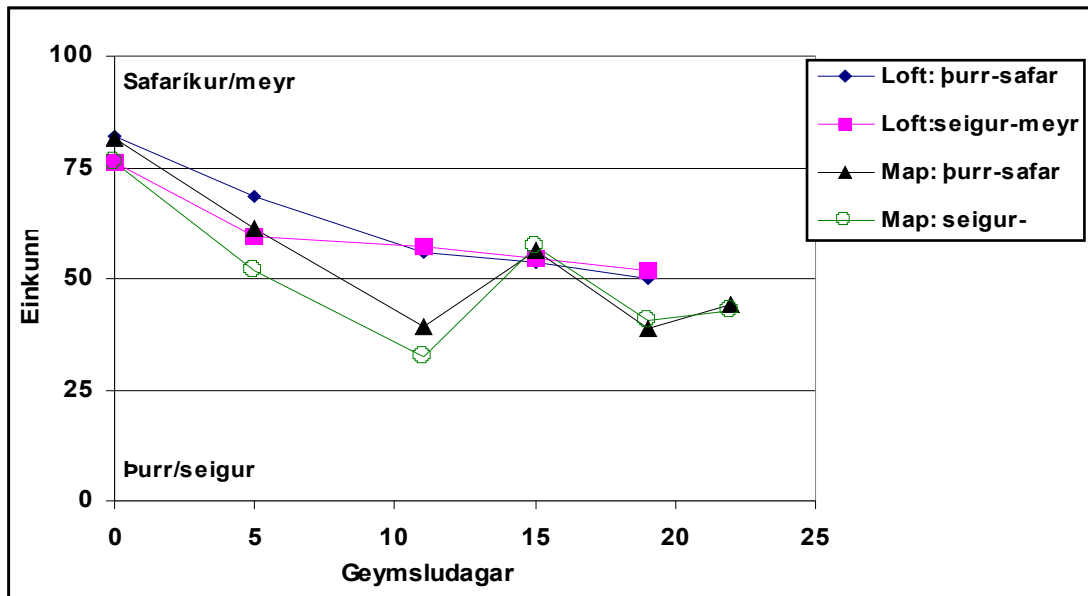


Mynd 5. QDA-greining á lykt og bragði í ófrystum flökum geymdum í lofti við 0,5°C



Mynd 6. QDA-greining á lykt og bragði í ófrystum flökum geymdum MAP við 0,5°C

Greining á áferðarþáttum (mynd 7) sýnir að fiskurinn þornar verulega yfir geymslutímann og fær hann um 80 í einkunn í upphafi en fer niður í 50 þegar líður á tímann. Sýni í MA-pakkingum dæmdust yfirleitt þurrari og seigari en sýni í loftpakkingum.

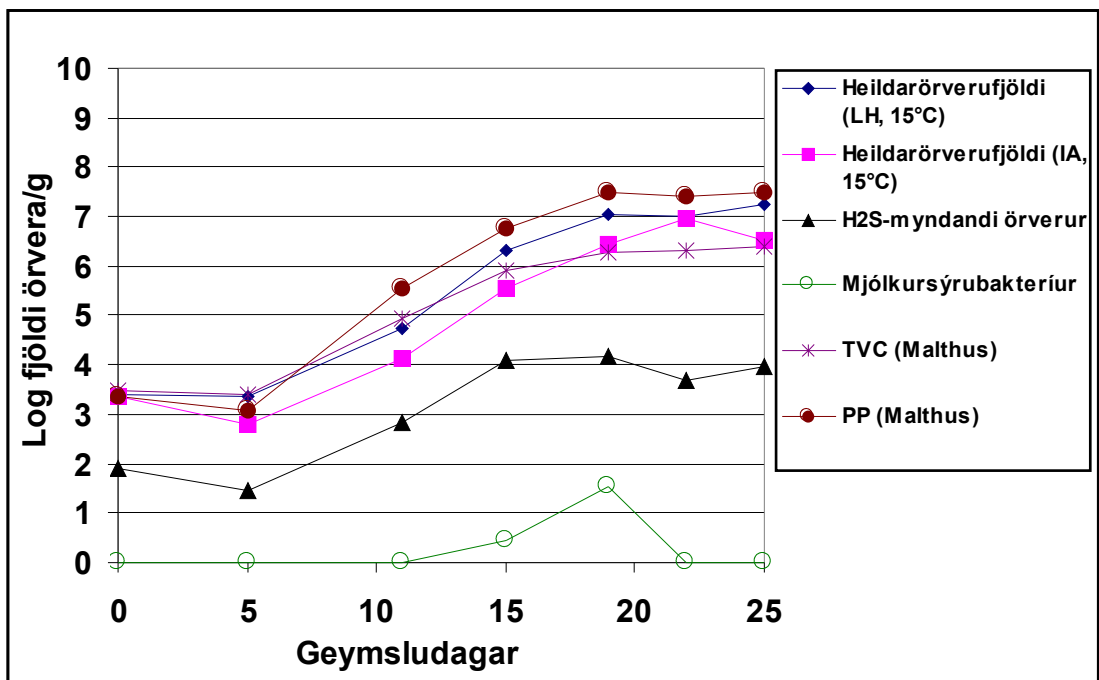
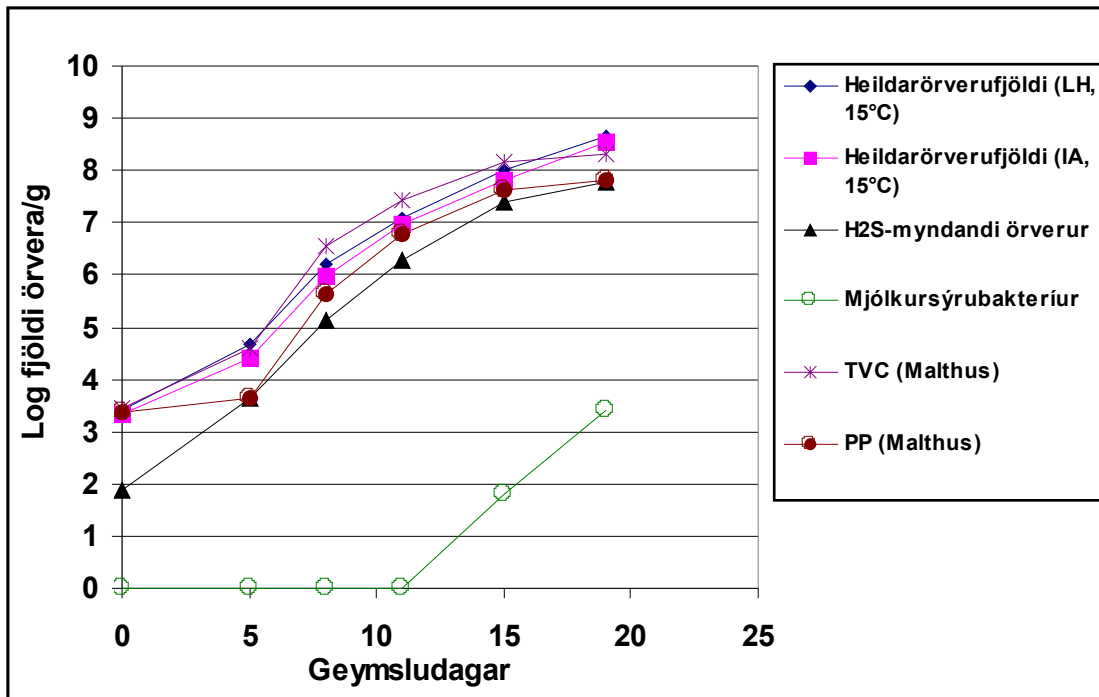


Mynd 7. QDA-greining á áferðarþáttum á ófrystum flökum geymdum í MA-pakkningum og lofti við 0,5°C

5.1.2. Örverutalningar

Niðurstöður örverutalninga á flökum í lofti og í MAP eru sýndar á myndum 8 og 9. Við samanburð á myndunum sést að örverutalningar voru mun hærrí í lofti en í MAP. Fjöldi *P. phosphoreum* (PP) var þó aðeins um 1 log lægri í MAP en í lofti. Einkum var áberandi hversu H₂S-myndandi örverur voru hærrí í lofti en í MAP. MA-pökkun virðist halda þessum gerlum um eða undir 10⁴/g meðan fjöldi þeirra var farinn að nálgast 10⁸/g í loftflökum í lok geymslutímans. Í lofti voru þessir gerlar aðeins færri (minna en 1 log) en heildarörverufjöldi. Í MAP hins vegar var fjöldi *P. phosphoreum* aðeins meiri en heildarörverufjöldi. Þetta gefur til kynna að meginuppistaða örveruflórunnar í MAP-fiskinum hafi verið *P. phosphoreum*. Í loftflökum fengust mjög svipaðar niðurstöður fyrir hefðbundnar heildarörverumælingar og fyrir mælingar með Malthus-tæki (TVC). Í MA-pökkuðum flökum var fylgnin einnig töluverð en þó má sjá að seinni hluta geymslutímans fengust hæstar talningar þegar ræktað var á LH-agar.

Mynd 8. Örverutalningar á ófrystum flökum geymdum í lofti við 0,5°C

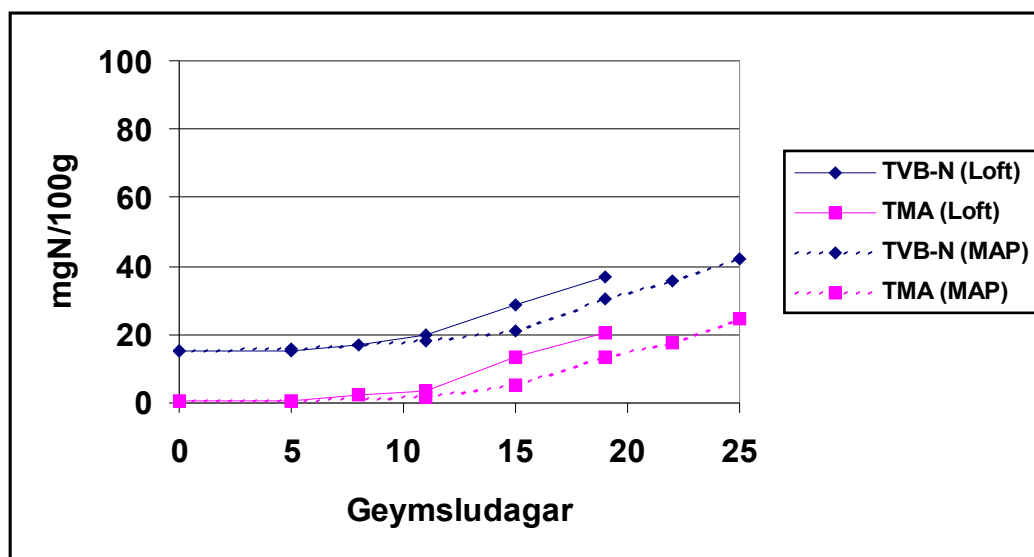


Mynd 9. Örverutalningar á ófrystum flökum geymdum í MAP við 0,5°C

5.1.3. Efnamælingar

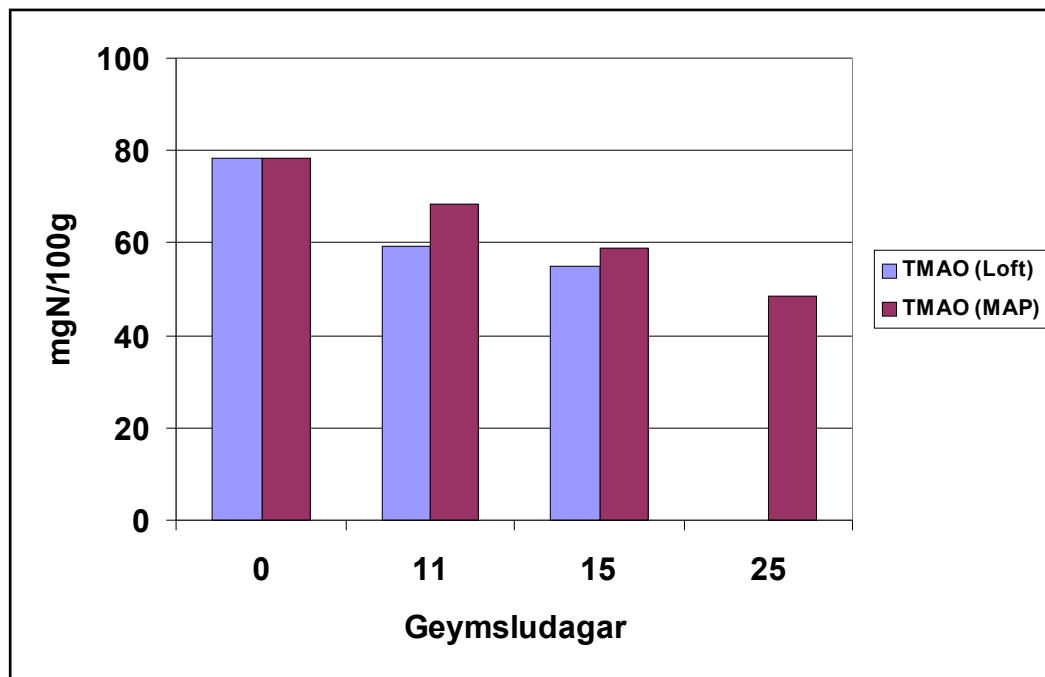
Mynd 10 sýnir magn TVB-N og TMA í loft- og MAP-fiski yfir geymslutímann. TVB-N er mælikvarði á heildarmagn reikulla basa og nær yfir ammóníak, dímetylamín og TMA. Þess vegna er magn TMA í holdi fisks lægra en TVB-N. TMA í holdi hefur verið notað sem mælikvarði á skemmdir í fiski geymdum í ís og mælist 10-15 mg N/100g í holdi þegar fiskurinn dæmist óneysluhæfur (Magnússon & Martinsdóttir, 1995). TMA myndast vegna niðurbrots á TMAO af völdum örvera. Sumar skemmdarörverur nota TMAO sem elektrónþega þegar lítið er af súrefni. Þess vegna örvar skortur á súrefni TMA myndun í vöðvanum.

Á myndinni er hægt að sjá að hækkun TVB-N gildisins er mest útskýrð vegna TMA myndunar í flökunum hjá báðum hópum. Flök sem geymd voru í lofti voru dæmd óhæf þegar TMA magnið var um 15-20 mg, á meðan MAP-fiskurinn mældist um 20-25 mg þegar honum var hafnað. Algengt er að herra magn TMA finnist í MAP-fiski þegar hann er dæmdur skemmdur. Heimildir sýna að TMA í pökkuðum þorskflökum náði 28 mg N/100g við geymslu í ís með 29% CO₂ / 71% N₂ og 34 mg með 48% CO₂/ 52% N₂ (Dalgaard o.fl., 1993). Davis (1990) mældi svipað magn TMA (25-30 mg N/100g) í MAP þorskflökum geymdum við 0°C þegar flökin dæmdust óneysluhæf.



Mynd 10. TMA og TVB-N í ófrystum flökum geymdum í lofti og MAP við 0,5°C

Niðurstöður TMAO-mælinga í holdi eru sýndar á mynd 11. Fram kemur að TMAO er tæplega 80 mg N/100g í upphafi en minnkar nokkru hraðar í lofti en MAP-flökum. Á 15. degi var TMAO enn mjög hátt eða um 50 til 60 mg N/100g. Það kemur heim og saman við hæga TMA-myndun í báðum hópum.



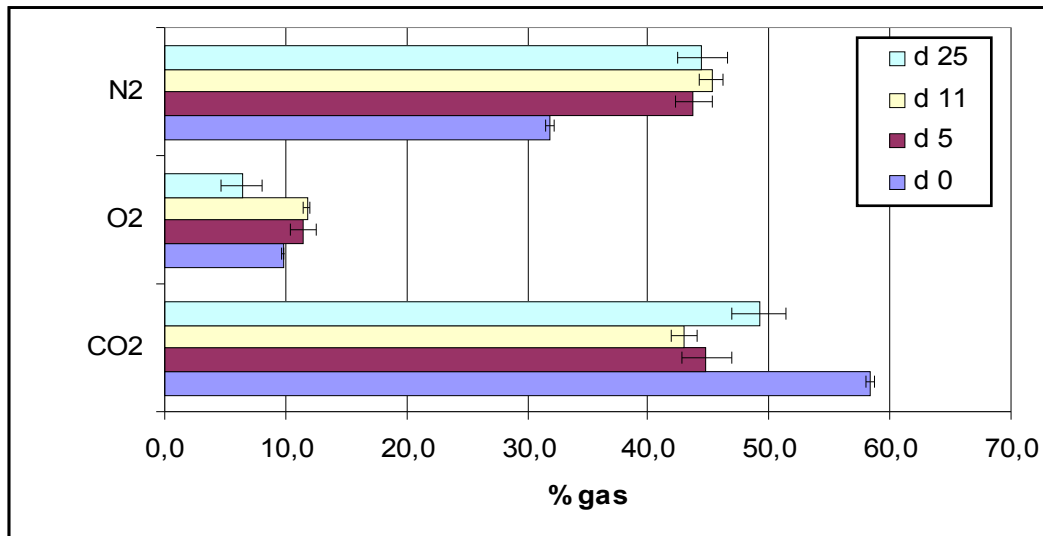
Mynd 11. TMAO í ófrystum flökum geymdum í lofti og MAP við 0,5°C

Fylgst var með sýrustigi í flökunum á geymslutímanum, en minni háttar breytingar mældust. Til dæmis var upphafs pH-gildi hráefnisins um 6,67. Flökin sem voru geymd í lofti náðu hámarki á 5. og 15. degi, en þá var pH um 6,70. Á síðasta sýnatökudegi var pH loftfisksins um 6,70. Þetta gildi er óvenjulega lágt miðað við það sem hefur mælst hingað til í skemmdum fiski geymdum í ís (um 7-7,2), auk þess að töluvert magn TMA hafði safnast á 19. degi (um 21 mg N/100 g). Örveruflóran sem þróaðist í þessum fiski gæti skýrt þessi frávik. Til dæmis má nefna að stöðugur vöxtur mjólkursýrugerla var mældur frá 11. degi (mynd 8), en þessi hópur myndar m.a. mjólkursýru. Myndun slíkrar sýru leiðir til lækkunar á sýrustigi holdsins auk þess að geta hægt á vexti skemmdargerla. Þetta gæti að hluta verið skýringin á löngu geymsluþoli þessa hóps.

Lægri pH gildi fengust fyrir MAP-fiskinn eins og við mátti búast vegna koldíoxíðs. Milli 5. og 15. dags var pH á bilinu 6,40-6,47, en var um 6,53 í lok geymslutímans. Þessi þróun sýrustigsins fyrir MAP-fiskinn gerist samhliða TMA myndun á geymslutímanum, en hraðari TMA myndun átti sér stað eftir 15. dag.

5.1.4. Gasmælingar

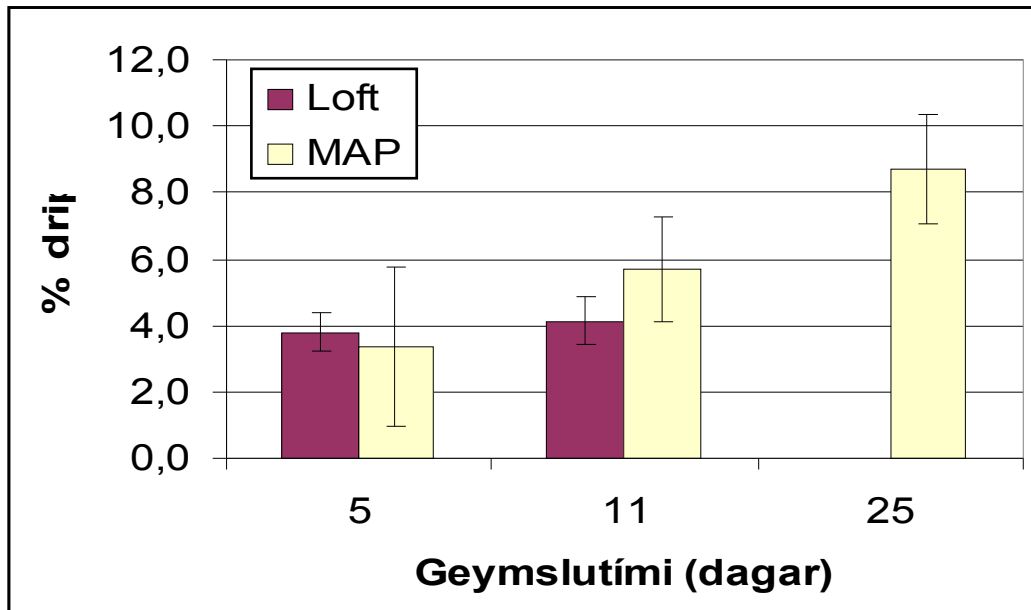
Breytingar á samsetningu gasblöndunnar í MAP-fiski á geymslutímanum eru sýndar á mynd 12. Meðalgildi (%) gasblöndunnar var eftir pökkun CO₂/O₂/N₂ : 58,3/9,8/31,9. Eins og við mátti búast varð lækkun á koldíoxíði eftir stutta geymslu (5-11 daga) en aukning á súrefni og köfnunarefni. Við lágt geymsluhitastig leysist koldíoxíð gjarnan í vatnsfasa holdsins og þannig breytast hlutföllin í yfirborði pakkninganna. Við lengri geymslu notar vaxandi örveruflóra meira magn súrefnis sem leiðir til lækkunar þess og myndun koldíoxíðs í pakkningunum. Þetta mynstur kemur skýrt fram á mynd 9. Mikilvægt er að benda á að magn súrefnis í blöndunni var greinilega nægilegt þar sem um 6% þess var eftir á 25. degi. Þetta ætti að tryggja að sýkillinn *Clostridium botulinum* nái sér ekki á strik í slíkum MAP vörum, með því skilyrði að geymsluhitastigi sé haldið lágu.



Mynd 12. Breytingar á samsetningu gasblöndunnar í MAP-fiski á geymslutímanum (d = dagur)

5.1.5. Dripmælingar

Drip er algengt vandamál hjá þíddum flökum eða flökum geymdum í loftskiptum umbúðum (MAP). Ástæðan er aðallega vegna minni vatnsbindieiginleika slíkra afurða ásamt gæðabreytingum sem eiga sér stað við geymslu. Eins og við mátti búast var dripið meira í MAP-flökunum. Í þessari tilraun var geymsla á ferskum þorskflökum í tvenns konar pakningum rannsökuð og samanburður gerður á dripi milli loft- og MAP-fisksins á geymslutímanum. Mynd 13 sýnir að aukning á dripi á sér stað í MAP-fiski þegar líður á geymslutímann (um 9% drip á 25. degi), en litlar breytingar urðu hjá loftfiski milli 5. og 11. dags (um 4%). Það má taka fram að engar upplýsingar eru til um drip í skemmdum loftfiski til samanburðar við MAP-fisk. Þetta er vegna þess að loftfiskurinn geymdist miklu lengur en áætlað var. Hugsanlegt er að meira drip hafði mælst í skemmdum fiski. Samt sem áður kemur skýrt fram að marktækur munur ($p = 0,026$) var á dripi milli loft- og MAP-fisksins á 11. degi. Hærrí fráviksgildi fengust fyrir drip á MAP-fisknum, væntanlega vegna mismunandi þykktar í flökunum og mismunar á CO₂ upptöku vöðvans.

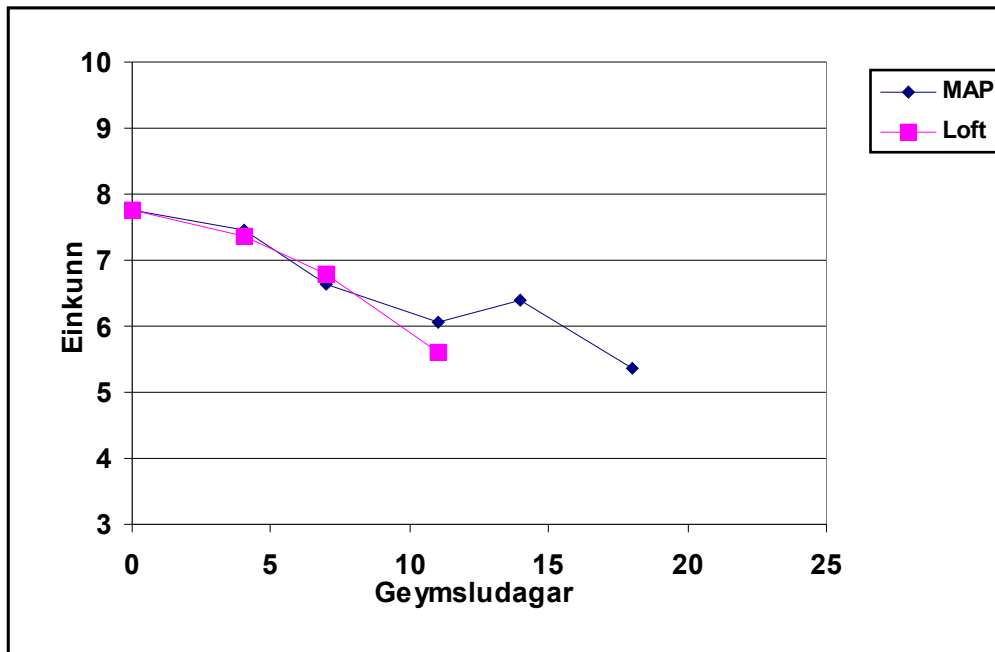


Mynd 13. Dripmælingar á ófrystum flökum geymdum í lofti og MAP við 0,5°C

5.2. Geymsluþolstilraunir á sjófrystum, þíddum flökum eftir 6 vikna geymslu í frysti

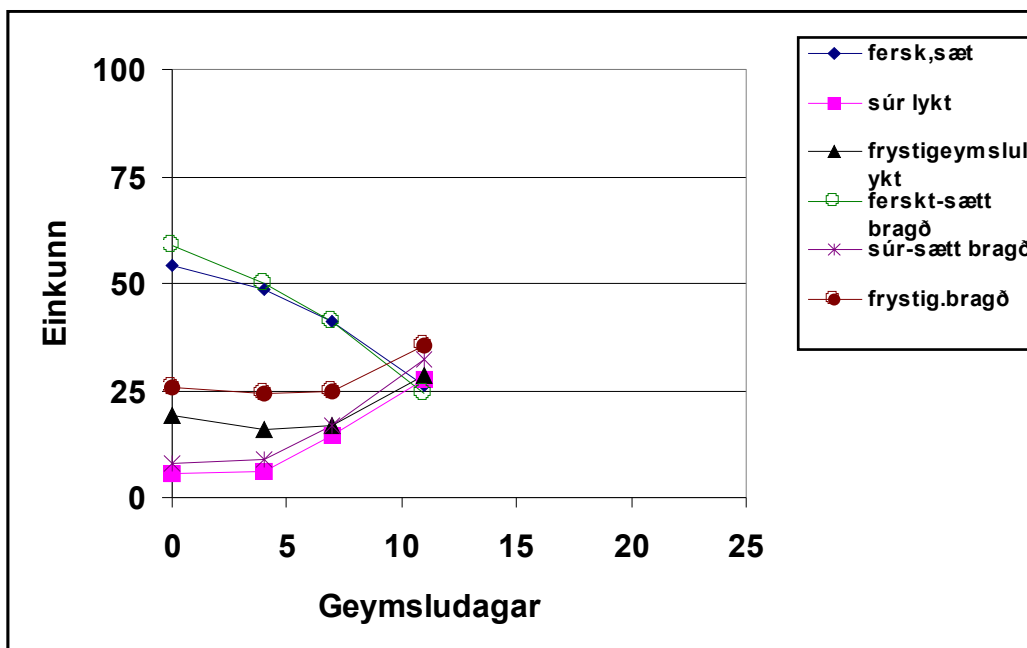
5.2.1. Skynmat

Mynd 14 sýnir samanburð á niðurstöðum ferskleikamats eftir Torry-skala á þíddum flökum (6 vikur í frosti) geymdum í lofti og MA-pakkningum. Ekki var marktækur munur á ferskleikamati á þíddum flökum fyrr en á 11. degi ($p < 0,07$). Þá voru flök geymd í lofti rétt yfir mörkum neysluhæfni. Þídd flök í MA-pakkningum voru enn dæmd neysluhæf, en eftir 18 daga voru þau dæmd undir neyslumörkum. Í upphafi geymslutímans var munur á Torry-einkunnum þar sem þíddu flökin fengu mun lægri einkunn. Þetta er í samræmi við fyrri niðurstöður Rf (Magnússon & Martinsdóttir, 1995) þar sem alltaf kemur fram slíkur munur á frystum og ófrystum fiski. Skýring þess er að Torry-einkunnaskalinn er byggður upp fyrir mat á ófrystum fiski og efstu stig hans ná ekki að lýsa þíddum fiski nægilega. Greining með QDA-aðferð skýrir betur mun á einstaka skynmatsþáttum. Þessi munur á upphafsgildum hefur ekkert með örveruþróðun að gera. Geymsluþol þorskflaka hér má telja 11 dagar í lofti en um 17 dagar í MA-pakkningum. Sex daga munur á geymsluþoli fékkst því milli loft- og MAP-hópanna.

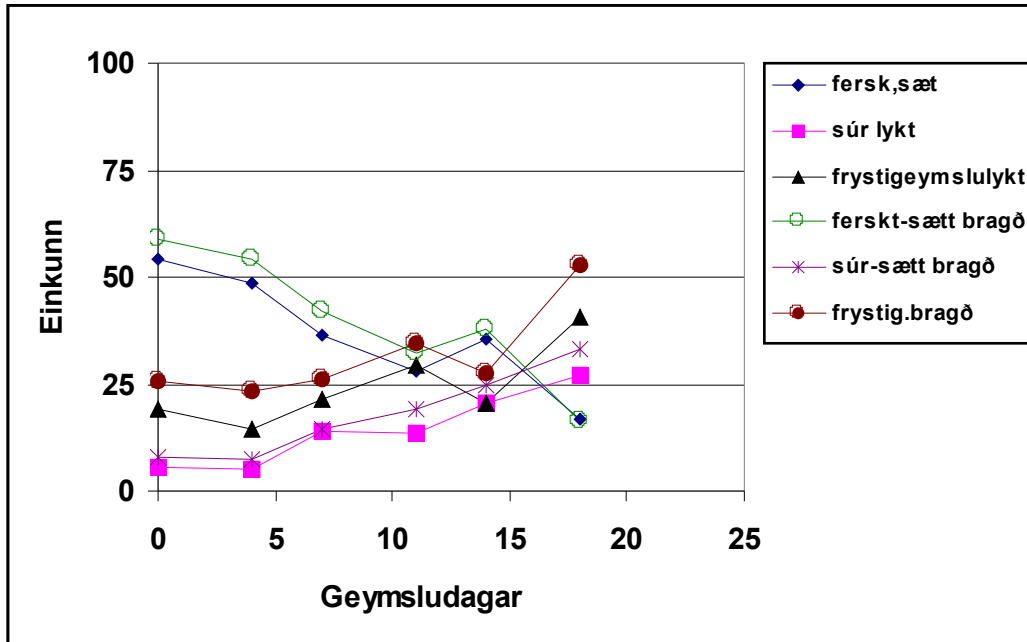


Mynd 14. Ferskleikamat eftir Torry-skala á flökum geymdum í lofti og MAP við 0,9°C (6 vikur í frysti)

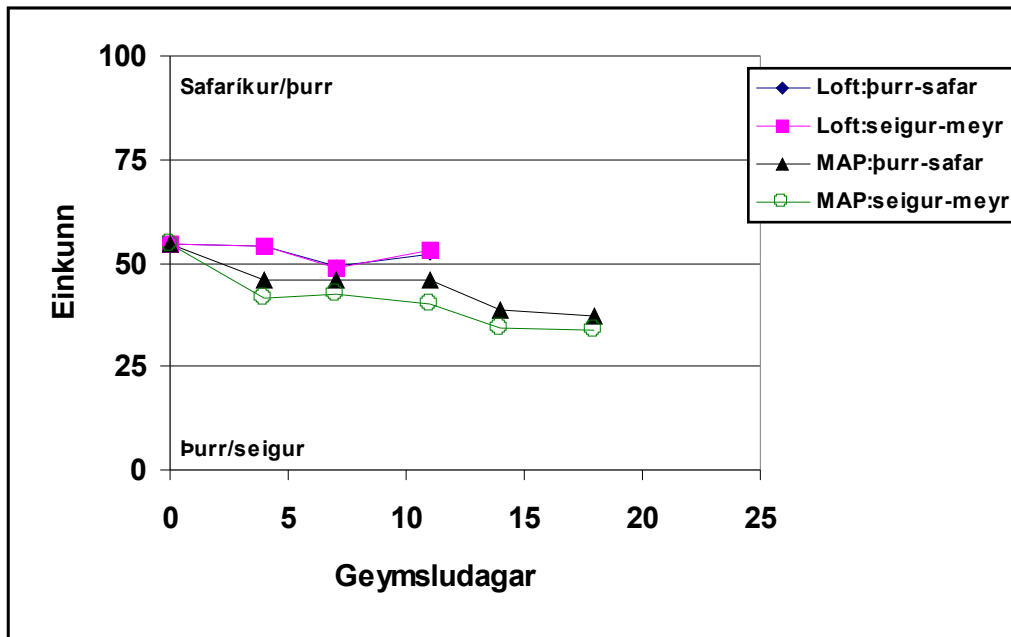
Niðurstöður QDA-greiningar á bragð, lykt og áferð eru sýndar á myndum 15, 16 og 17. Þar má sjá að jákvæðir skynmatsþættir, eins og fersk-sæt lykt og bragð, minnkuðu jafnt og þétt yfir geymslutímann í báðum hópum. Þessir þættir fengu um 60 (af 100) í upphafi en fengu 20 að meðaltali eftir 11 daga geymslu í lofti. Á 18. degi fengu þessir þættir um 20 í MA-pakkningum. Neikvæðir bragð- og lyktarþættir, eins og súr lykt, harðfisklykt og bragð, mynduðust mun hraðar í lofthópnum og fengu um 30 eftir 11 daga geymslu en um 30 eftir 18 daga í MAP-hópnum. Frystigeymslu-, harðfiskbragð var þá rúmlega 50 í lok geymslutímans í MAP-hópnum. MAP-flökin dæmdust fremur þurrari og seigari en loftflökin.



Mynd 15. QDA-greining á lykt og bragði í flökum geymdum í lofti við 0,9°C (6 vikur í frysti)



Mynd 16. QDA-greining á lykt og bragði í flökum geymdum í lofti við 0,9°C (6 vikur í frysti)

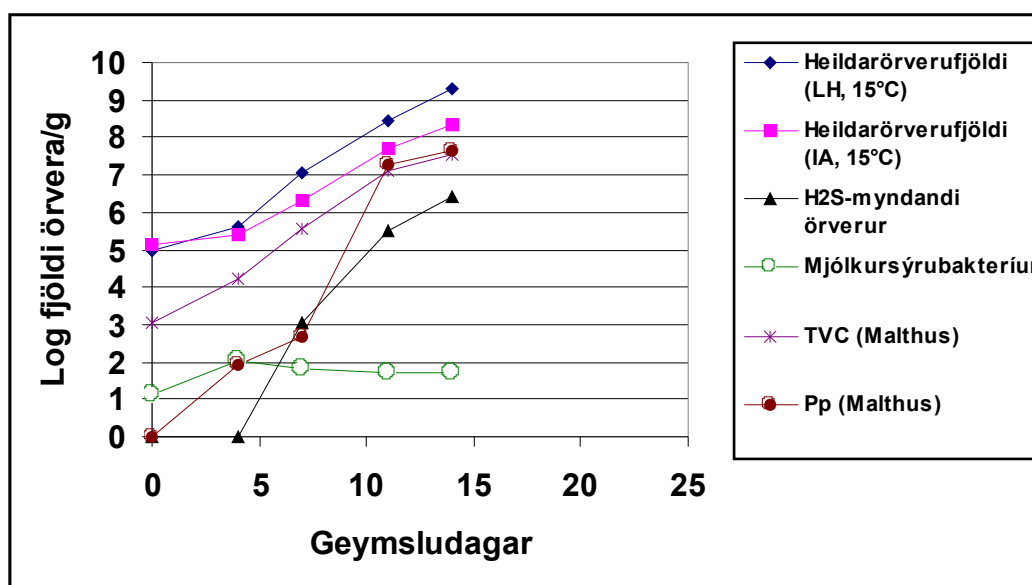


Mynd 17. QDA-greining á áferðarþáttum í flökum geymdum í lofti og MAP við 0,9°C (6 vikur í frysti)

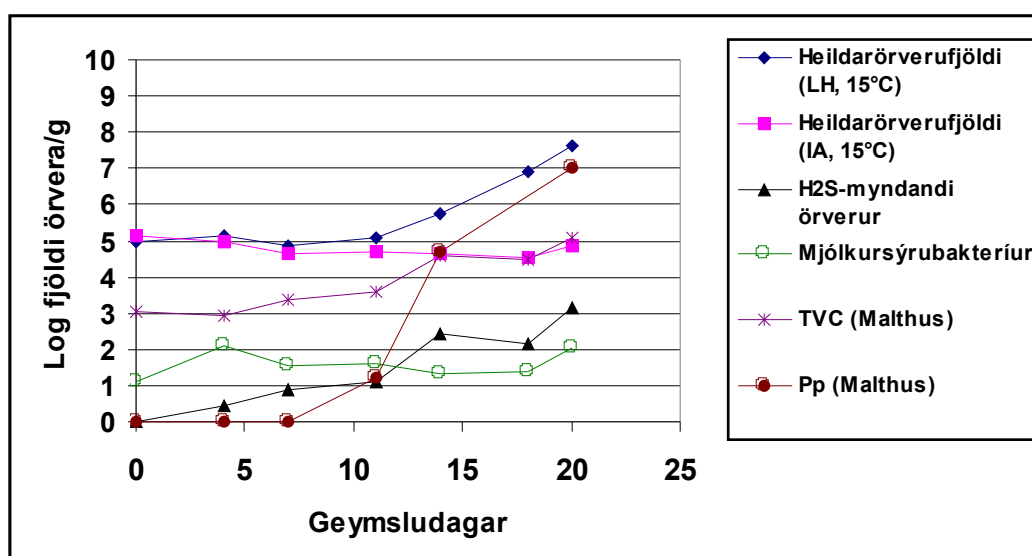
5.2.2. Örverutalningar

Niðurstöður örverutalninga á þíddum flökum í lofti og í MAP eru sýndar á myndum 18 og 19. Við samanburð á myndunum sést að allir hópar nema mjólkursýrugerlar uxu mun hraðar í lofti en í MAP. Einkum var áberandi hversu H₂S-myndandi örverur

voru hærri í lofti en í MAP. MA-pökkun virðist halda þessum gerlum um eða undir $10^3/g$ meðan fjöldi þeirra var yfir $10^6/g$ í loftflökum í lok geymslutímans. Talningar á mjólkursýrugerlum voru mjög svipaðar í báðum hópum og voru í langflestum tilvikum undir $10^2/g$. *P. phosphoreum* mældist ekki við þíðingu en var um $10^2/g$ á 4. degi við loftgeymslu. Í MA-pökkuðum flökum greindust þessir gerlar ekki fyrir en á 11. degi og var fjöldi þeirra þá á bilinu $10^{1-2}/g$. Í loftflökum gaf ræktun á LH-agar hæstu örverutalningarnar, nokkru lægri talningar fengust á járnagar og langlægstar fengust með Malthus-tækninni (TVC). Í MA-pökkuðum flökum fengust hæstar talningar þegar ræktað var á LH-agar. Í ófrystum flökum voru heildartalningar með þessum aðferðum hins vegar mjög svipaðar. Það bendir til þess að í þíddum flökum hafi einhver óþekkt sérhæfð örveruflóra vaxið á LH-agar sem ekki kom fram með hinum aðferðunum. Fyrri hluta geymslutímans gaf járnagar hærri talningar en Malthus-tæknin en seinustu daga geymslutímans var enginn munur þar á.



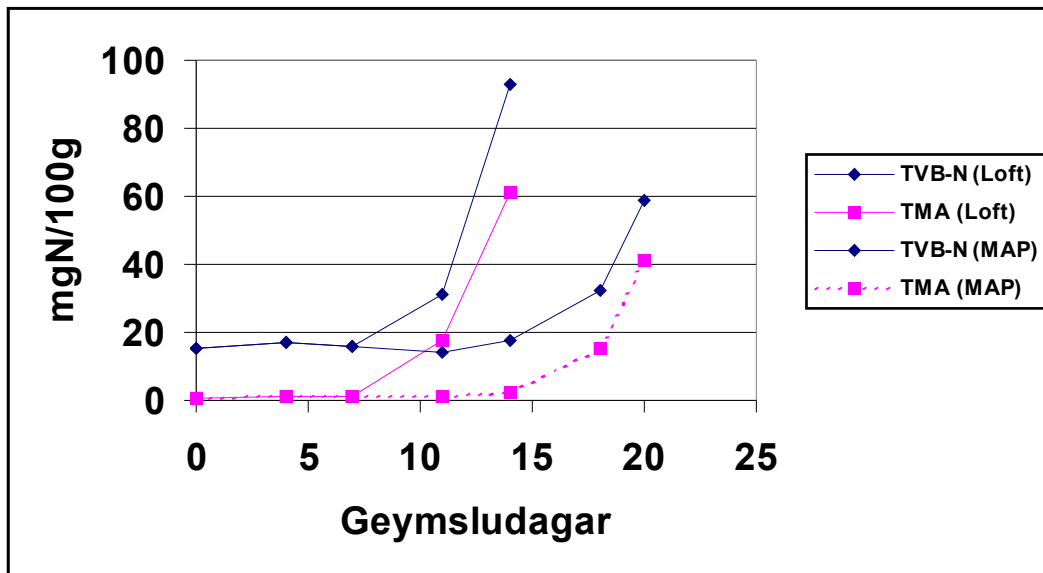
Mynd 18. Örverutalningar á flökum geymdum í lofti við 0,9°C (6 vikur í frysti)



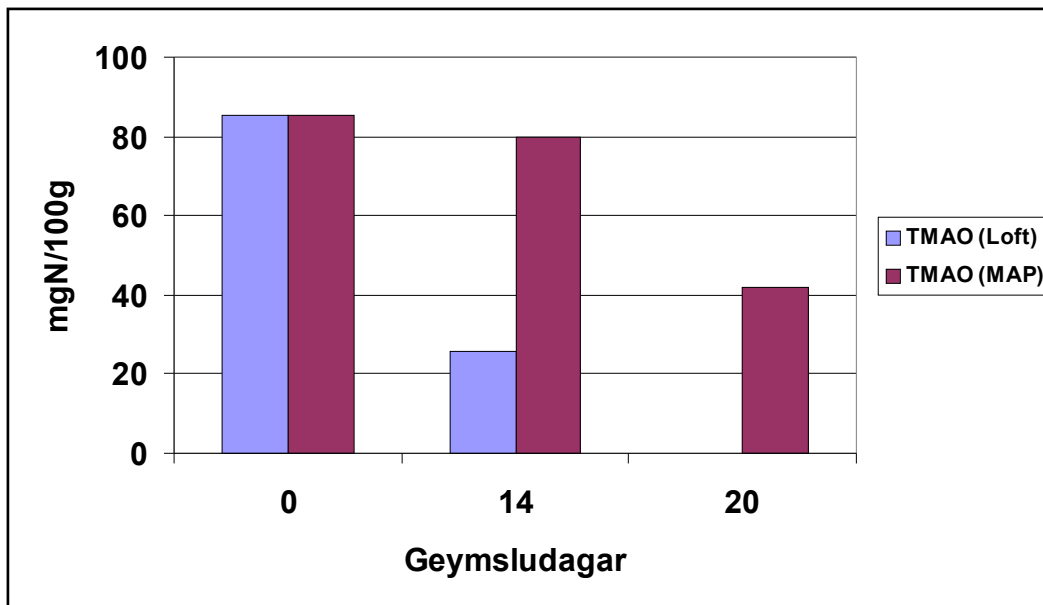
Mynd 19. Örverutalningar á flökum geymdum í MAP við 0,9°C (6 vikur í frysti)

5.2.3. Efnamælingar

Mynd 20 sýnir magn TVB-N og TMA í loft- og MAP-fiski yfir geymslutímann og mynd 21 magn TMAO. Á mynd 20 er hægt að sjá að hækkun TVB-N gildisins er að mestu leyti útskýrð vegna TMA myndunar í flökunum hjá báðum hópum, en þó má greina að í loftflökunum hafi fleiri basísk efni komið við sögu á síðasta degi geymslu. Flök sem geymd voru í lofti voru dæmd óhæf þegar TMA magnið var tæplega 18 mg N/100g, á meðan MAP-fiskurinn mældist um 15 mg N/100g þegar honum var hafnað.

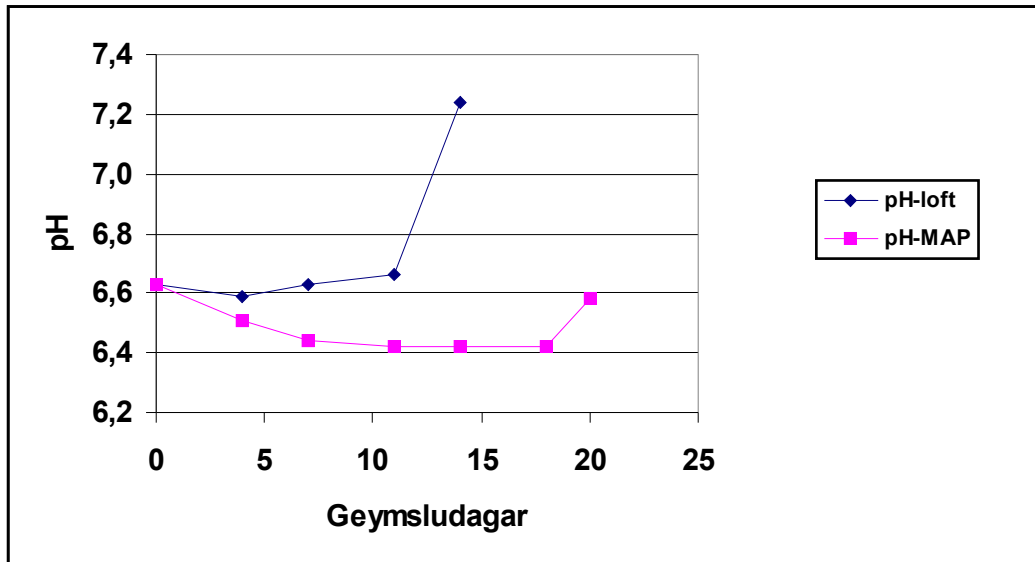


Mynd 20. TVB-N og TMA í flökum geymdum við 0,9°C í lofti og MAP við 0,9°C (6 vikur í frysti)



Mynd 21. TMAO í flökum geymdum við geymslu við 0,9°C í lofti og MAP við 0,9°C (6 vikur í frysti)

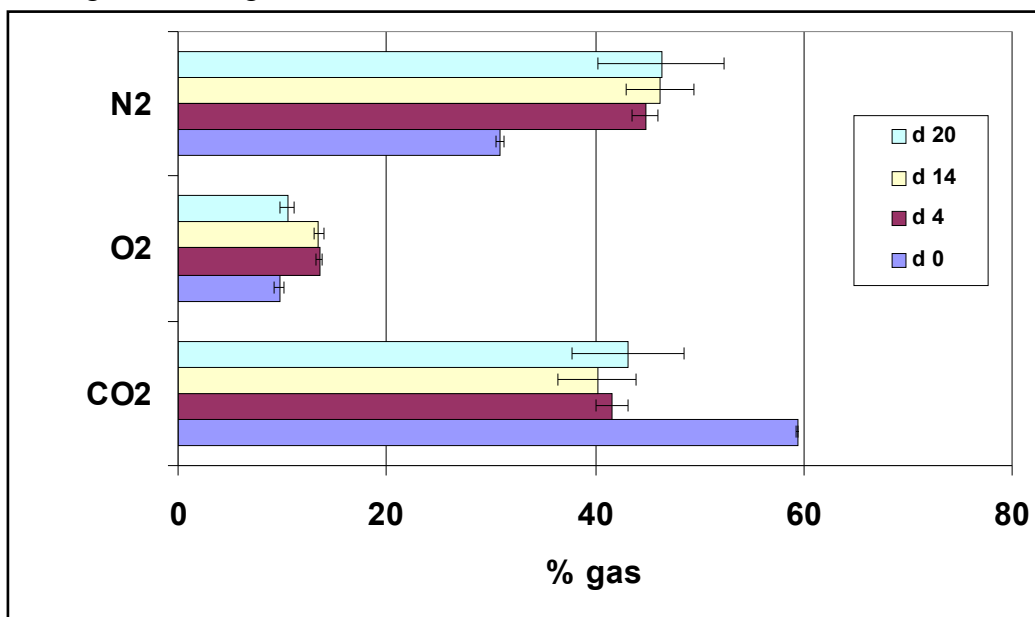
Fylgst var með sýrustigi í flökunum á geymslutímanum og kom fram verulegur munur á milli loft- og MAP-flaka (mynd 22). Upphafs pH-gildi hráefnisins var um 6,6. Sýrustig í flökum náði hámarki á 14. degi og var þá komið yfir 7,2. Á síðasta sýnatökudegi (20 dagar) MAP-flakanna mældist pH hins vegar eins og í upphafi eða um 6,6. Þessa miklu hækkun á sýrustigi hjá loftflökunum má vafalaust rekja til mjög mikillar basamyndunar (mælt sem TVB-N) eins og sést vel á mynd 20.



Mynd 22. Sýrustig (pH) í flökum geymdum í lofti og MAP við 0,9°C (6 vikur í frysti)

5.2.4. Gasmælingar

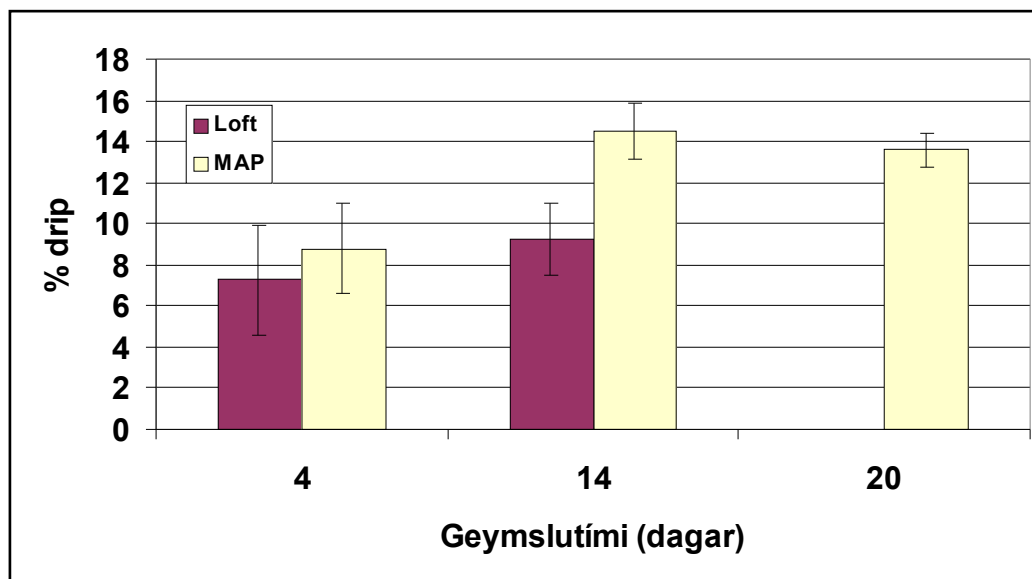
Breytingar á samsetningu gasblöndunnar í MAP-fiski á geymslutímanum eru sýndar á mynd 23. Meðalgildi (%) gasblöndunnar var eftir þökkun CO₂/O₂/N₂ : 59,4/9,7/30,9. Eins og við mátti búast varð lækkun á koldíoxíði eftur stutta geymslu (4 daga) en aukning á súrefni og köfnunarefni.



Mynd 23. Breytingar á samsetningu gasblöndunnar í MAP-fiski á geymslutímanum (d = dagur)

5.2.5. Dripmælingar

Mynd 24 sýnir að drip jókst um tæplega 6% í MAP-fiski frá 4 til 14 dags geymslu, en um marktækan mun var að ræða ($p = 0,004$). Eftir þann tíma kom ekki fram aukning í dripi. Í lofti jókst drip í flökunum um 2% frá 4 til 14 dags. Marktækur munur ($p = 0,002$) var á dripi milli loft- og MAP-fisksins á 14. degi.

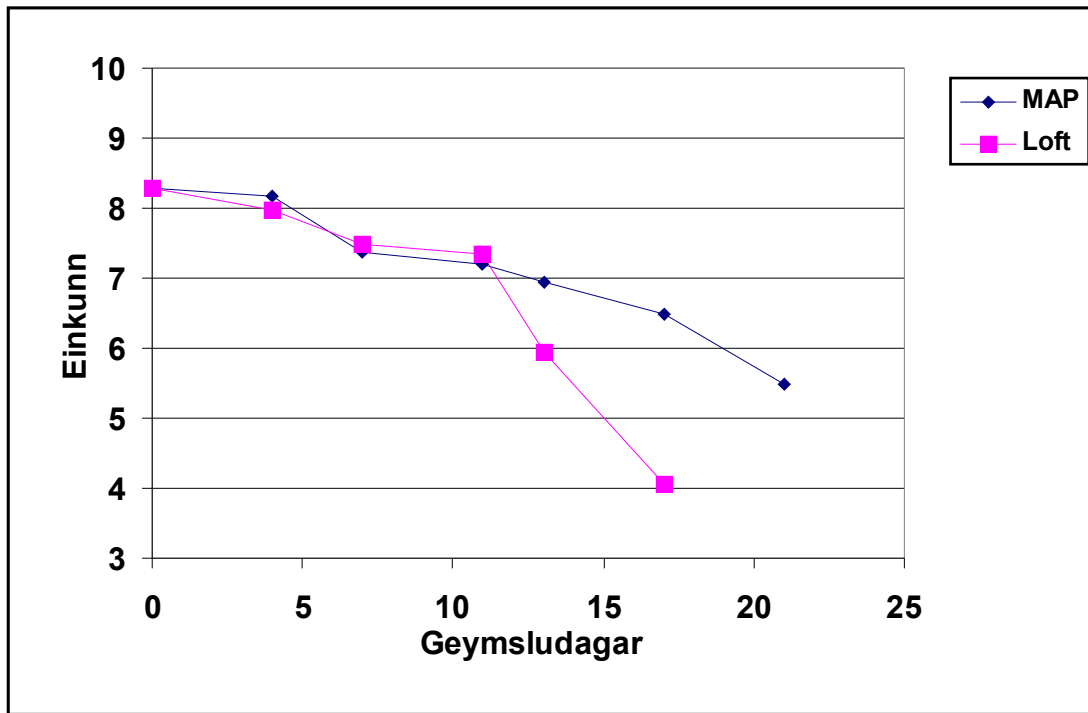


Mynd 24. Dripmælingar á flökum geymdum við í lofti og MAP við 0,9°C (6 vikur í frysti)

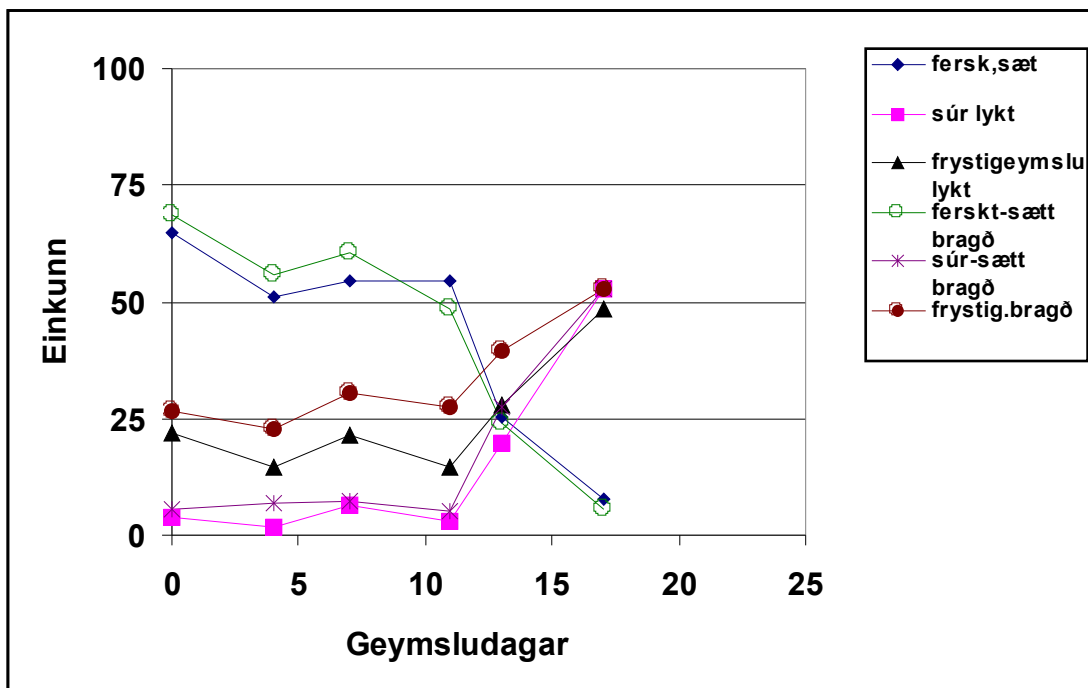
5.3. Geymsluþolstilraunir á sjófrystum, þíddum flökum eftir 8 mánaða geymslu í frysti

5.3.1. Skynmat

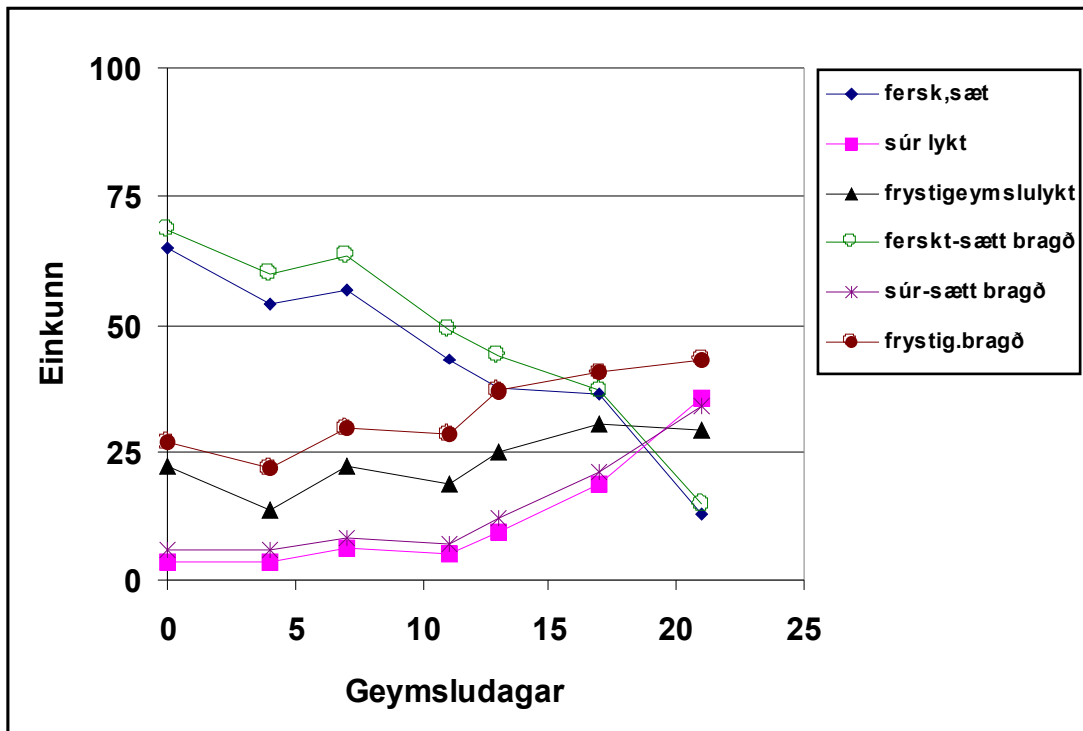
Mynd 25 sýnir samanburð á niðurstöðum ferskleikamats eftir Torry-skala á þíddum flökum (8 mánuðir í frosti) geymdum í lofti og MA-pakkningum. Ekki var marktækur munur á ferskleikamati á þíddum flökum fyrr en á 13. degi ($p < 0,05$). Þá voru flök geymd í lofti rétt yfir mörkum neysluhæfni. Þídd flök í MA-pakkningum voru enn dæmd neysluhæf en eftir 21. dag voru þau dæmd á neyslumörkum. Geymsluþol þorskflaka hér má telja 14 dagar í lofti en um 21 dagar í MA-pakkningum. Sjö daga munur á geymsluþoli fékkst milli loft- og MAP-hópanna.



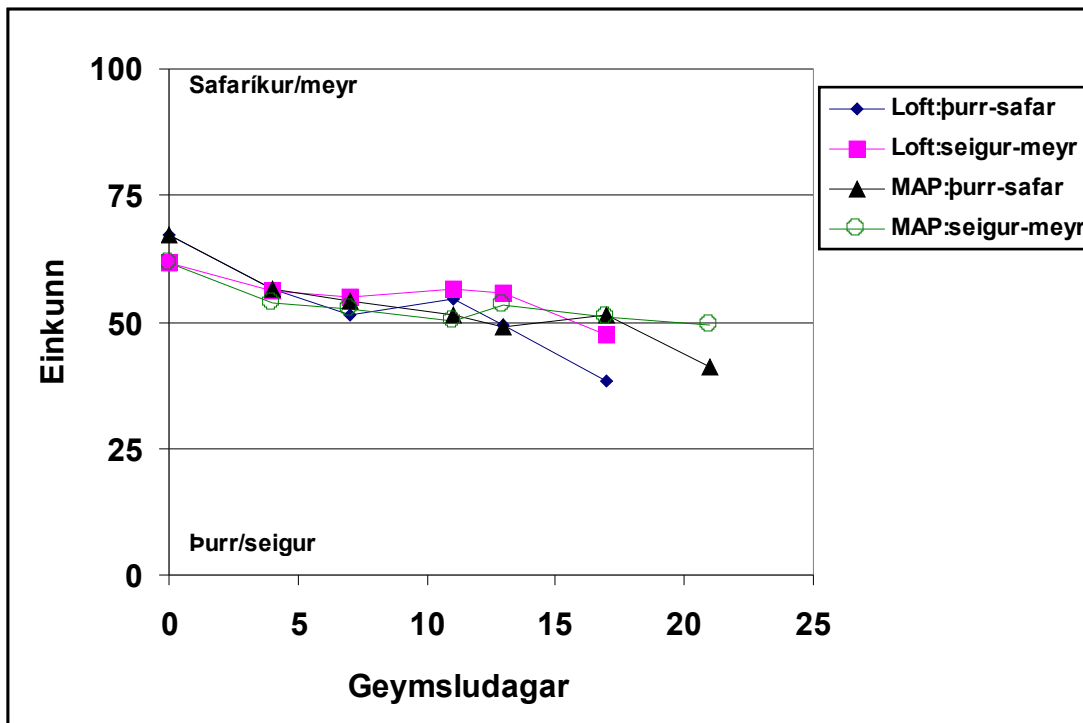
Mynd 25. Ferskleikamat eftir Torry-skala á flökum geymdum í lofti og MAP við 0,9°C (8 mánuðir í frysti)



Mynd 26. QDA-greining á lykt og bragði í flökum geymdum í lofti við 0,9°C (8 mánuðir í frysti)



Mynd 27. QDA-greining á lykt og bragði í flökum geymdum í MAP við 0,9°C (8 mánuðir í frysti)



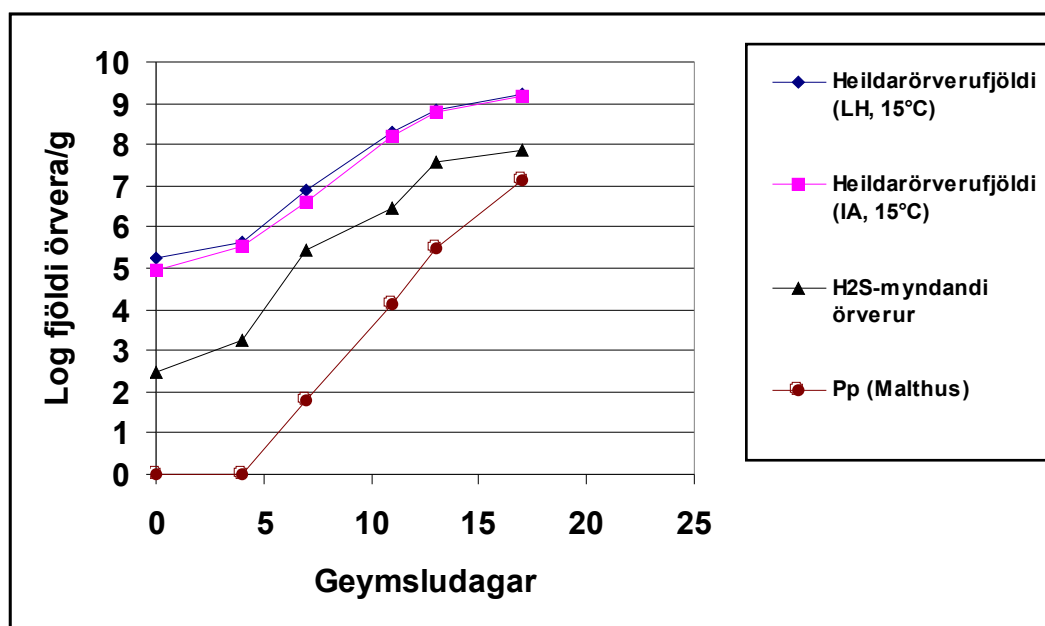
Mynd 28. QDA-greining á áferðarþáttum í flökum geymdum í lofti og MAP við 0,9°C (8 mánuðir í frysti)

Niðurstöður QDA-greiningar á bragð og lykt eru sýndar á myndum 26 og 27. Þar má sjá að jákvæðir skynmatsþættir, eins og fersk-sæt lykt og bragð, fengu lægri einkunnir

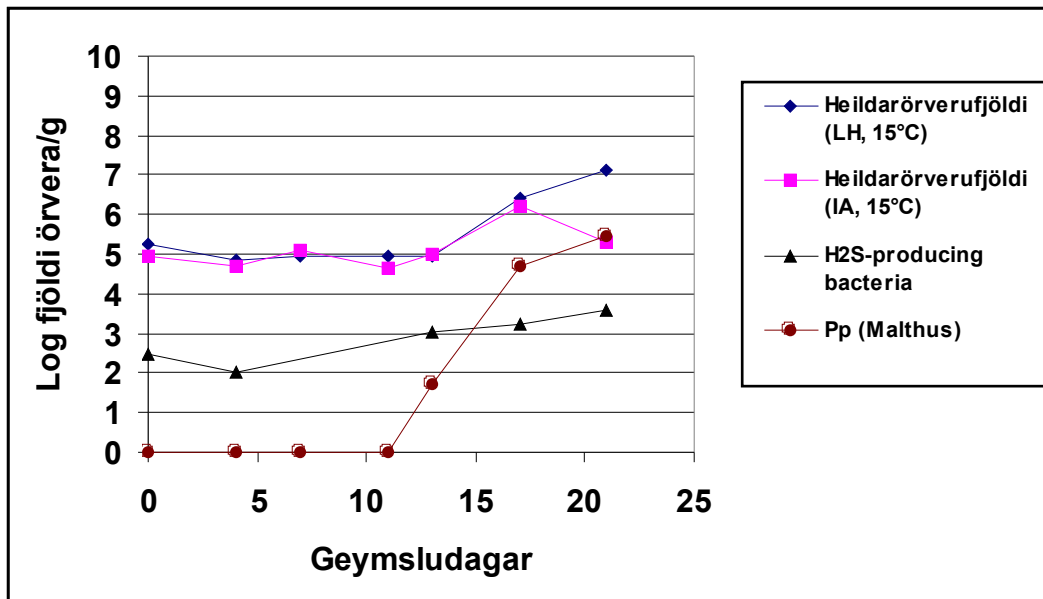
eftir því sem leið á geymslutímamann í bæði MAP og lofthópum. Eftir 11 daga lækkuðu einkunnir fyrir þessa þætti mjög hratt í lofthópnum en hæggar í MAP-hópnum. Á 13. degi var marktækt hærri meðaleinkunn fyrir ferskt sætt bragð fyrir MAP-hópinn. Á 17. degi fékk MAP-hópurinn um 35 til 40 fyrir jákvæða matsþætti meðan lofthópurinn fékk undir 10. Neikvæðir bragð- og lyktarþættir, eins og súr lykt, harðfisklykt og bragð, mynduðust mun hraðar í lofthópnum á milli 11 og 17 dags en í MAP-fiskinum og fengu um 50 eftir 17 daga geymslu en voru á bilinu 20 til 40 í MAP-flökunum. Greining á áferðarþáttum (mynd 28) sýnir að fiskurinn þornaði verulega yfir geymslutímamann og fékk tæplega 60 til 70 í einkunn í upphafi en fór niður í og undir 50 þegar leið á tímamann. Sýni í MA-pakkningum dæmdist marktækt seigari en sýni í loftpakkningum á 11. degi.

5.3.2. Örverutalningar

Niðurstöður örverutalninga á þíddum flökum í lofti og í MAP eru sýndar á myndum 29 og 30. Örverufjöldi í öllum hópum nema *P. phosphoreum* voru mun hærri í lofti en í MAP. Einkum var áberandi hversu H₂S-myndandi örverur voru hærri í lofti en í MAP. MA-pökkun virðist halda þessum gerlum um eða undir 10⁴/g meðan fjöldi þeirra var 10⁷⁻⁸/g í loftflökum í lok geymslutímamans. Örverur af tegundinni *P. phosphoreum* komu fyrst fram í loftflökum eftir 7 daga geymslu en ekki fyrr á 13. degi í MAP-flökum. Það er greinilegt að pökkun í MA hægir mjög á vaxtarhraða *P. phosphoreum* í þíddum flökum í samanburði við þróun *P. phosphoreum* í lofti. Ekki var munur á heildarörverufjölda hvort sem ræktað var á LH-agar og IA-agar nema í lok geymslutíma MAP-flaka en þá voru talningar marktækt lægri á IA-agar.



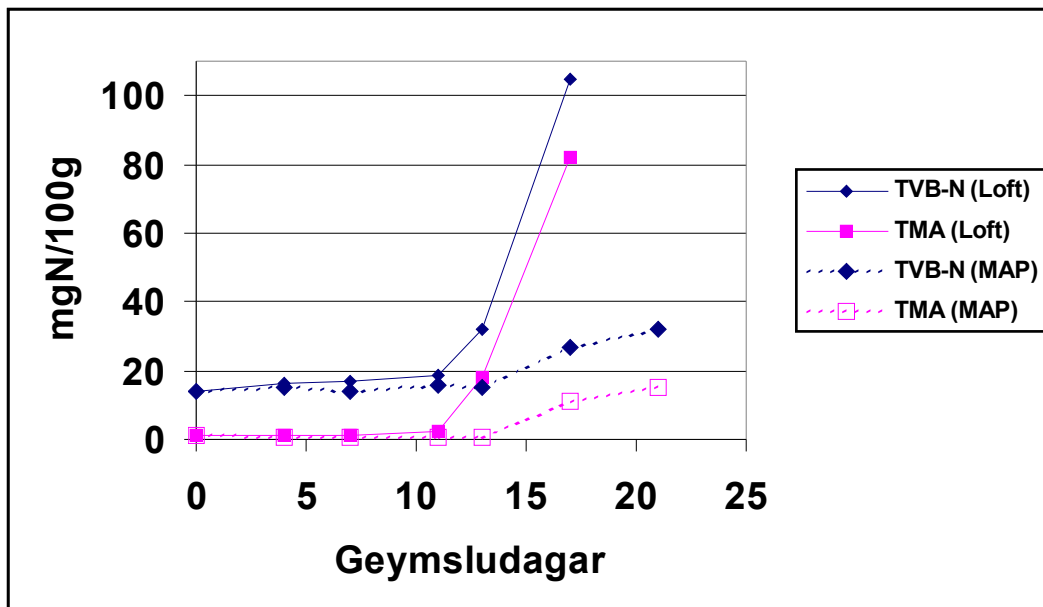
Mynd 29. Örverutalningar á flökum geymdum í lofti við 0,9°C (8 mánuðir í frysti)



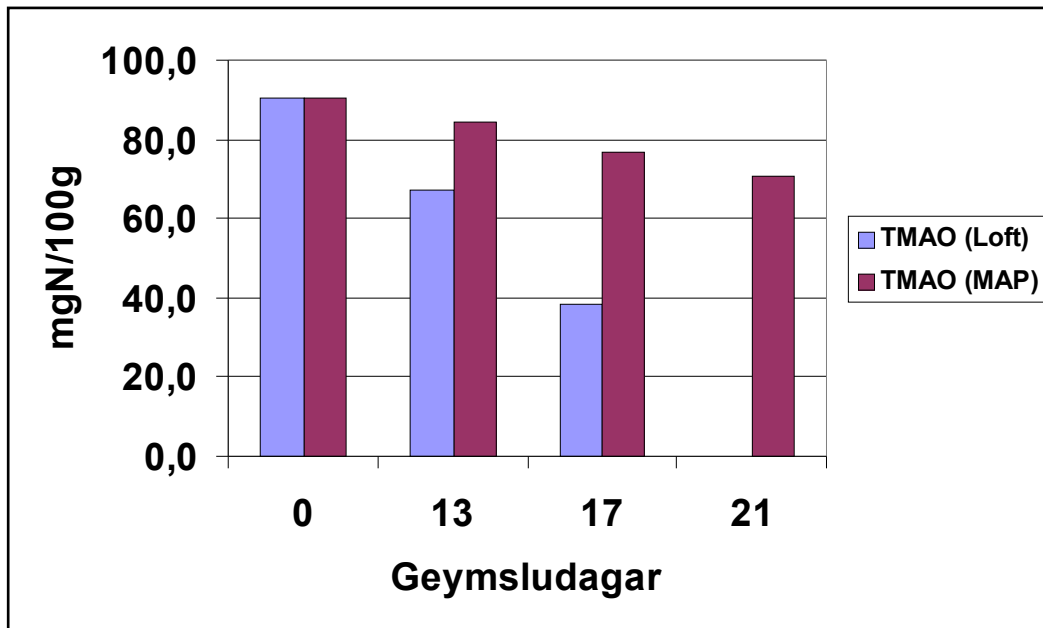
Mynd 30. Örverutalningar á flökum geymdum í MAP við 0,9°C (8 mánuðir í frysti)

5.3.3. Efnamælingar

Mynd 31 sýnir magn TVB-N og TMA í loft- og MAP-fiski yfir geymslutímann og mynd 32 magn TMAO. Á 13. degi verður mjög hröð aukning á TMA en í MAP-flökunum mældist fyrst aukning í TMA á 17. degi og var það margfalt lægra en í loftflökunum. Það sama átti við um niðurstöður TVB-mælinga. Flök sem geymd voru í lofti voru dæmd óhæf þegar TMA magnið var 25 til 35 mg N/100g, á meðan MAP-fiskurinn mældist um 15 mg N/100g þegar honum var hafnað.

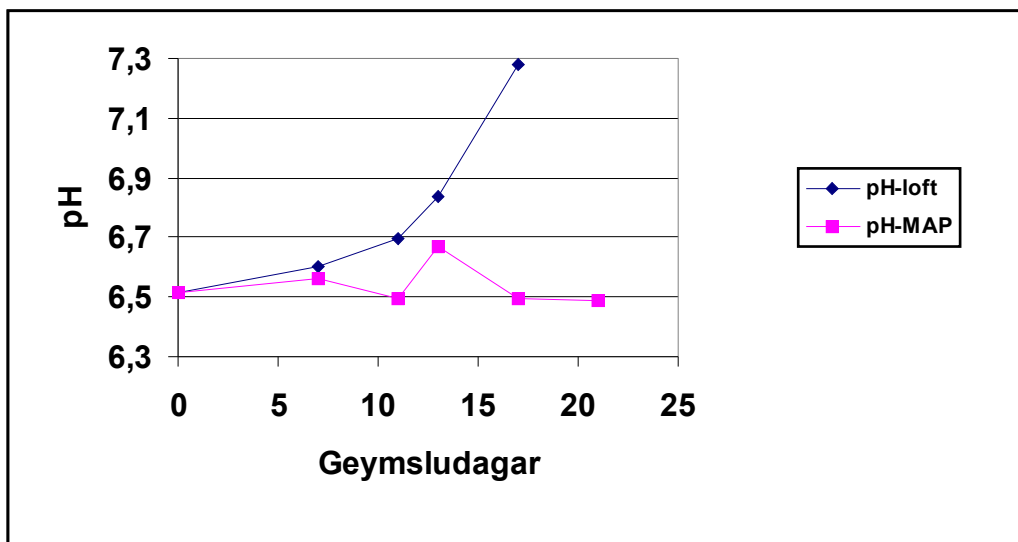


Mynd 31. TVB-N og TMA í flökum geymdum í lofti og MAP við 0,9°C (8 mánuðir í frysti)



Mynd 32. TMAO í flökum geymdum í lofti og MAP við 0,9°C (8 mánuðir í frysti)

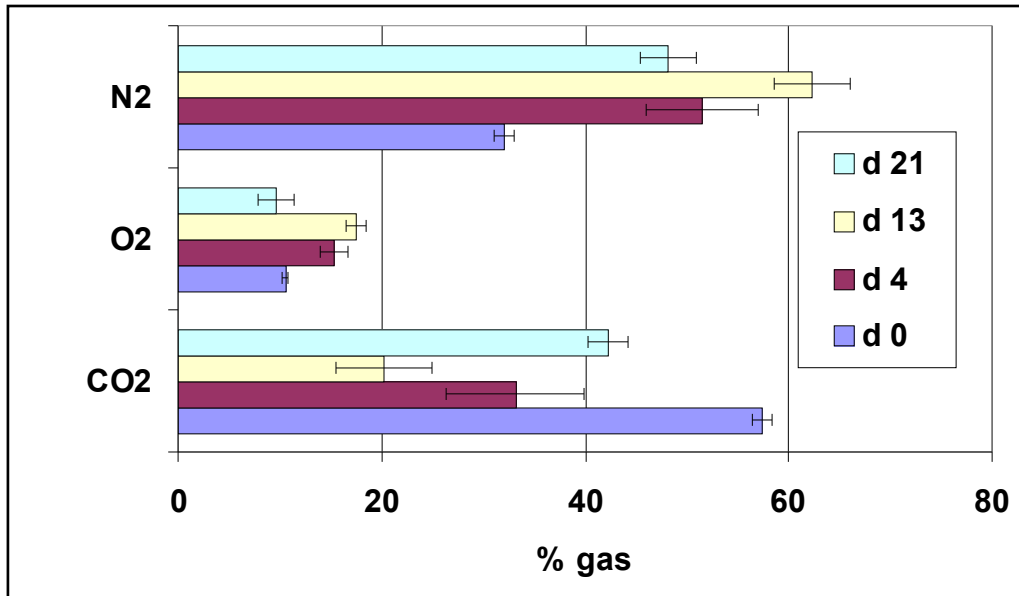
Eins og sést á mynd 32 þá reyndist fall TMAO mun hraðara í loftflökum en MAP-flökum og er það í góðu samræmi við niðurstöður TMA mælinga. Fylgst var með sýrustigi í flökunum á geymslutímanum og kom fram verulegur munur á milli loft- og MAP-flaka (mynd 33). Upphafs pH-gildi hráefnisins var um 6,5. Sýrustig í flökum sem geymd voru í lofti mældust um 7,3 í lok geymslutímans. Á síðasta sýnatökudegi (21 dagar) MAP-flakanna mældist pH hins vegar eins og í upphafi eða um 6,5. Þessa miklu hækkun á sýrustigi hjá loftflökunum má vafalaust rekja til mjög mikillar basamyndunar (mælt sem TVB-N) eins og sést vel á mynd 31.



Mynd 33. Sýrustig (pH) í flökum geymdum í lofti og MAP við 0,9°C (8 mánuðir í frysti)

5.3.4. Gasmælingar

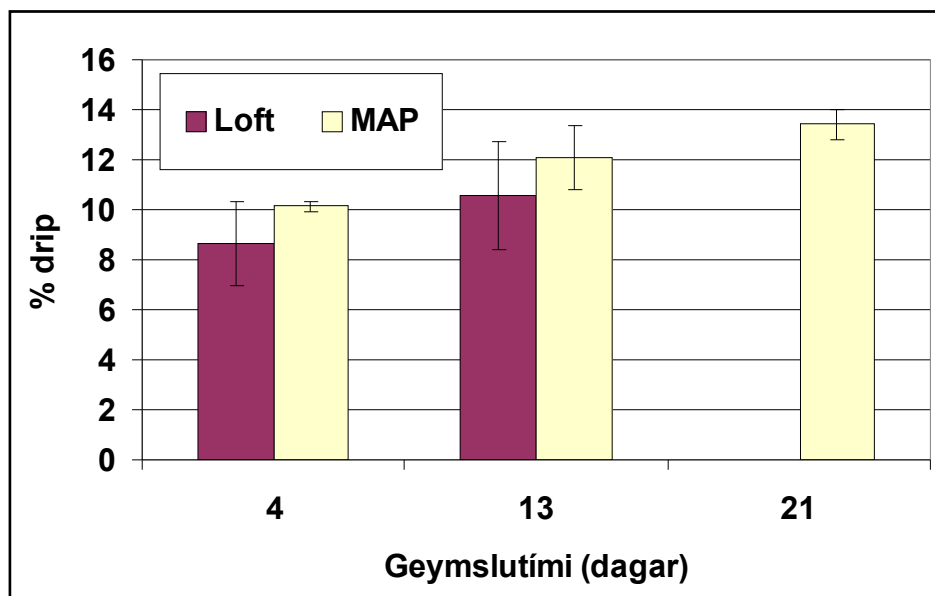
Breytingar á samsetningu gasblöndunnar í MAP-fiski á geymslutímanum eru sýndar á mynd 34. Meðalgildi (%) gasblöndunnar var eftir þökkun $\text{CO}_2/\text{O}_2/\text{N}_2$: 57,4/10,6/32,0. Eins og við mátti búast varð lækkun á koldíoxíði eftir stutta geymslu (4 daga) en aukning á súrefni og köfnunarefni. Eftir 13. degi varð lækkun súrefnis og myndun CO_2 áberandi sem var í samræmi við þróun örveruflórunnar.



Mynd 34. Breytingar á samsetningu gasblöndunnar í MAP-fiski á geymslutímanum (d = dagur)

5.3.5. Dripmælingar

Drip mældist u.þ.b. 1,5% hærra í MAP-flökum en í loft flökum eftir 4 og 13 daga geymslu. Það var ekki marktækur munur ($p > 0,06$) á dripi milli loft- og MAP-fisksins á þessum dögum, en marktækur munur var á dripi í MAP-fiski á 4. og 20. degi ($p=0,0001$). Í lofti jókst drip í flökunum um 2% frá 4 til 13 dags.

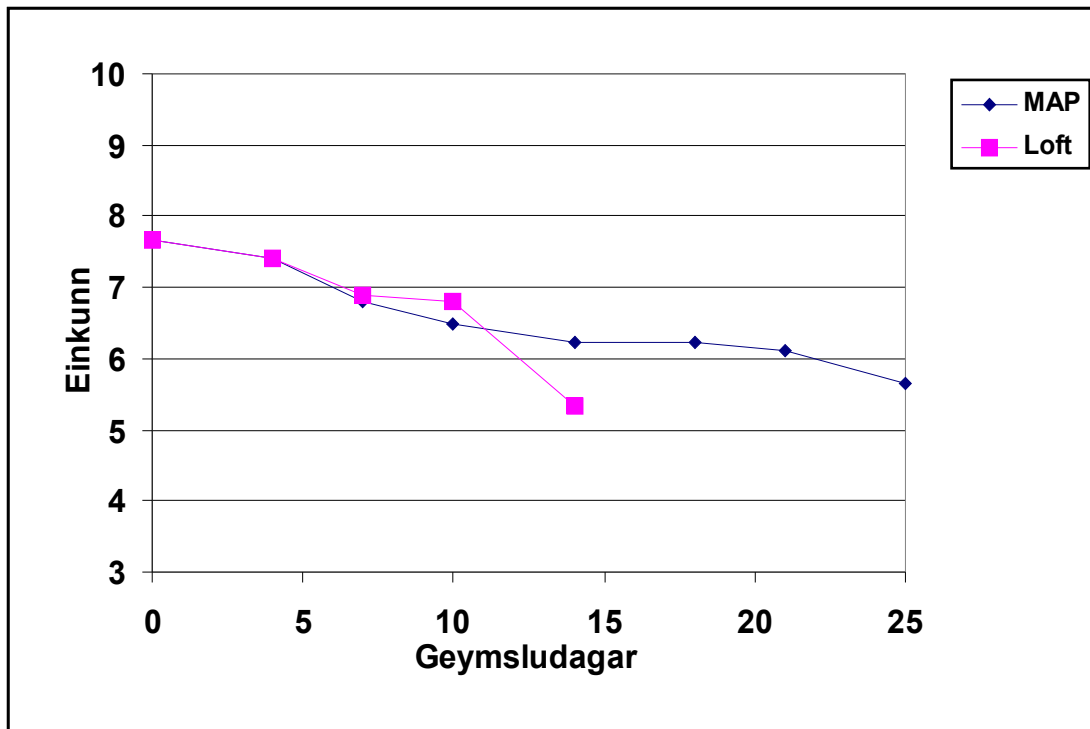


Mynd 35. Dripmælingar á flökum geymdum í lofti og MAP við 0,9°C (8 mánuðir í frysti)

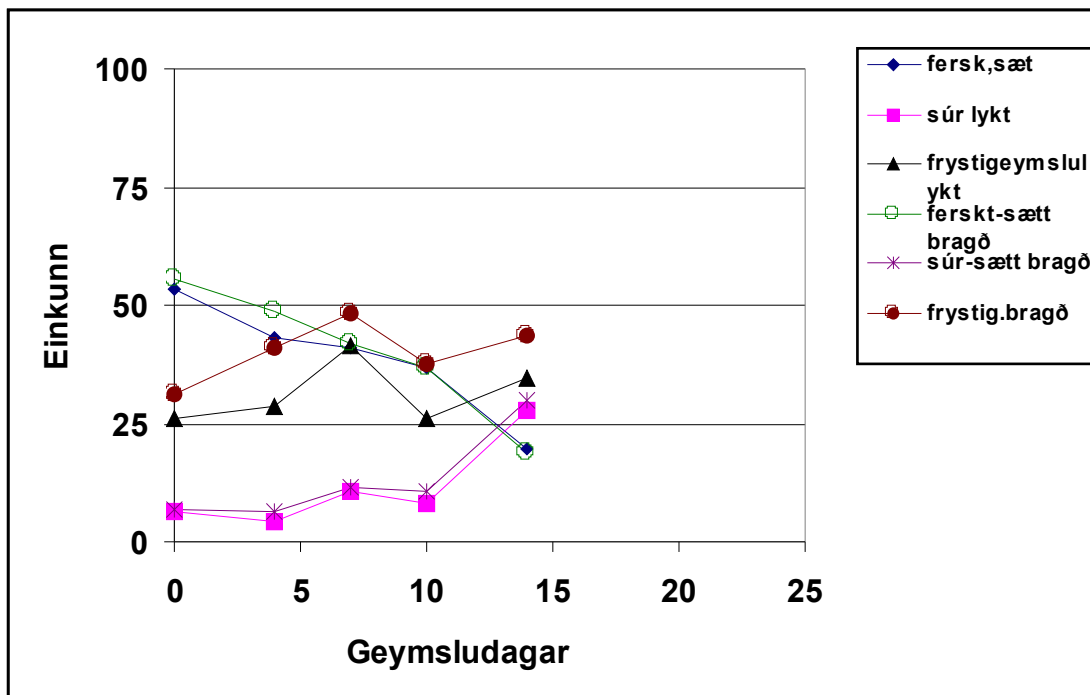
5.4. Geymsluþolstilraunir á sjófrystum, þíddum flökum eftir 15 mánaða geymslu í frysti

5.4.1. Skynmat

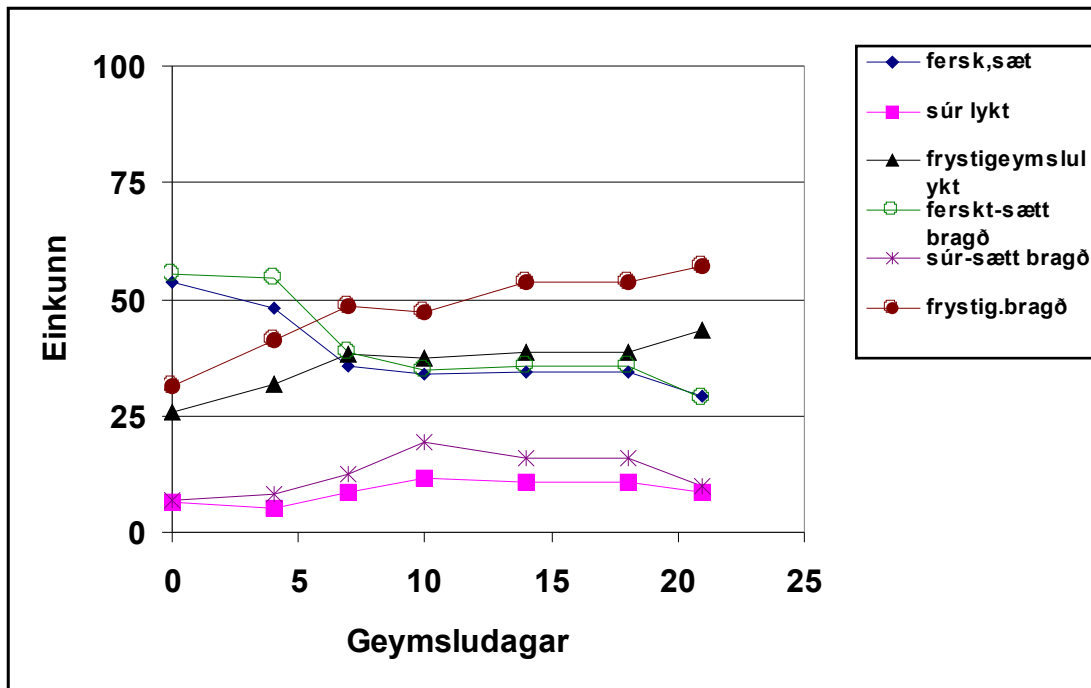
Mynd 36 sýnir samanburð á niðurstöðum ferskleikamats eftir Torry-skala á þíddum flökum (15 mánuðir í frosti) geymdum í lofti og MA-pakkningum. Ekki var marktækur munur á ferskleikamati á þíddum flökum fyrr en á 14. degi ($p < 0,05$). Þá voru flök geymd í lofti undir mörkum neyslufæfni. Þídd flök í MA-pakkningum voru dæmd á neyslumörkum eftir 25 daga. Geymsluþol þorskflaka hér má telja 14 dagar í lofti en um 25 dagar í MA-pakkningum.



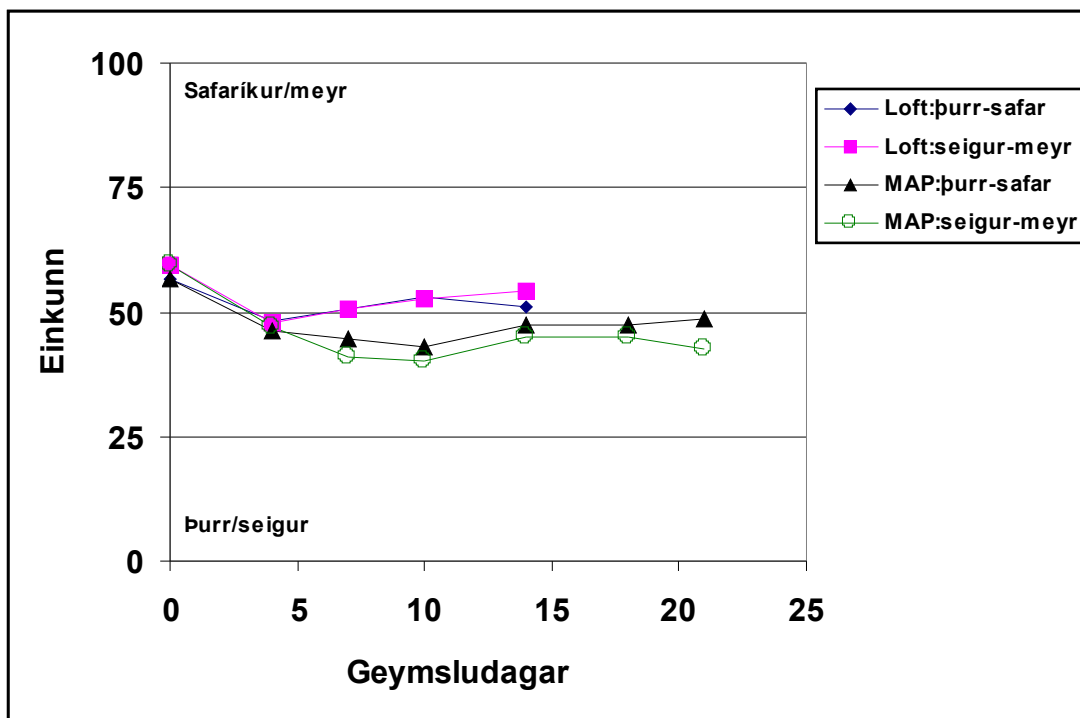
Mynd 36. Ferskleikamat eftir Torry-skala á flökum geymdum í lofti og MAP við 0,8°C (15 mánuðir í frysti)



Mynd 37. QDA-greining á flökum geymdum í lofti við 0,8°C (15 mánuðir í frysti)



Mynd 38. QDA-greining á flökum geymdum í MAP við 0,8°C (15 mánuðir í frysti)



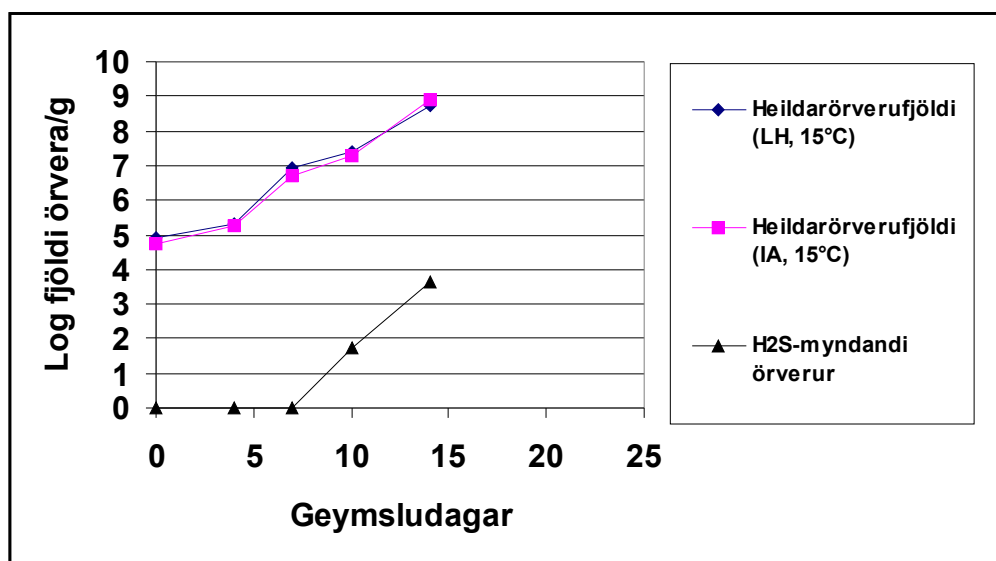
Mynd 39. QDA-greining á áferð í flökum geymdum í lofti og MAP við 0,8°C (15 mánuðir í frysti)

Niðurstöður QDA-greiningar á bragð og lykt eru sýndar á myndum 37 og 38. Þar má sjá að í upphafi geymslutímans fengu jákvæðir skynmatsþættir, eins og fersk-sæt lykt og bragð ekki háar einkunnir (um 50) í bæði MAP og lofthópum. Einkunnir fyrir þessa þætti fóru lækkandi með vaxandi geymslutíma í lofthópnum. Í MAP-hópnum lækkuðu þær í upphafi geymslutímans en héldust síðan óbreyttar. Neikvæðir bragð- og lyktarþættir, eins og súr lykt, harðfisklykt og bragð, mynduðust mun hraðar í lofthópnum. Í MAP-fiskinum voru breytingar í þessum þáttum mjög hægar nema

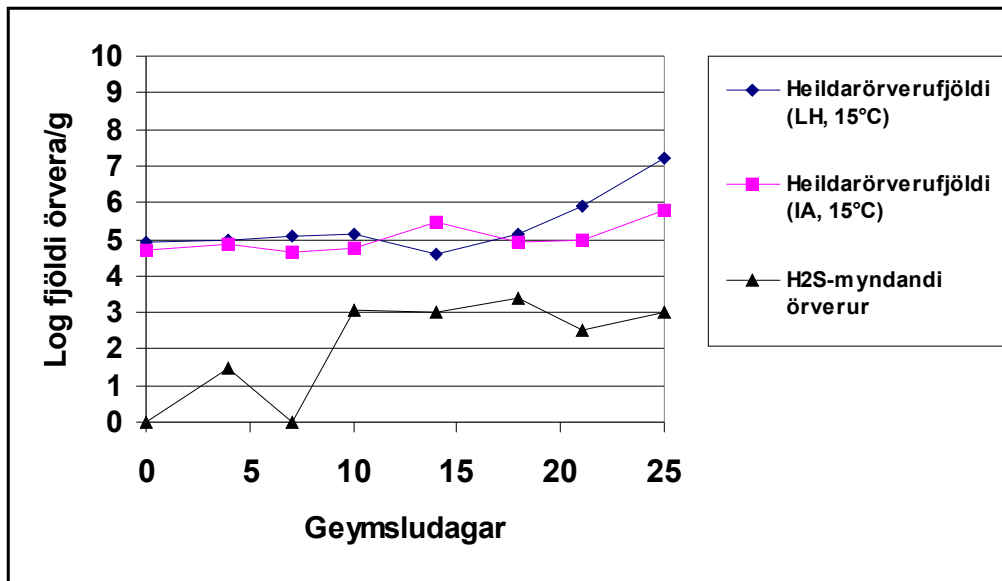
frystigeymslubragð sem var orðið verulegt eða yfir 50 í lok geymslutímans. Greining á áferðarþáttum (mynd 39) sýnir að fiskurinn var fremur þurr og seigur í byrjun geymslutímans og fékk um 50 í einkunn í upphafi. Sýni í MA-pakkningum dæmdust marktækt seigari en sýni í loftpakkningum á 10. og 14. degi.

5.4.2. Örverutalningar

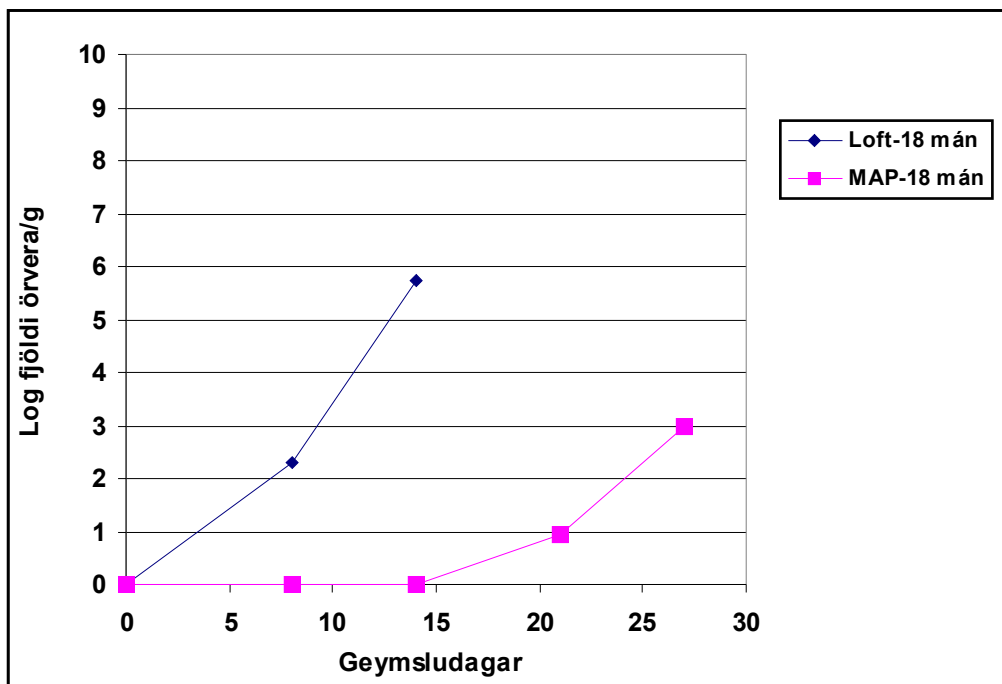
Niðurstöður örverutalninga á þíddum flökum í lofti og í MAP eru sýndar á myndum 40, 41 og 42. Vegna bilunar í Malthus tækinu reyndist ekki unnt að telja *P. phosphoreum* eftir 15 mánuði í frysti en voru þess í stað gerðar eftir 18 mánuði (mynd 42). Við samanburð á heildarörverufjölda (LH og IA) kom í ljós að fjöldi þeirra var mun hærri í lofti en í MAP. Fjöldi H₂S-myndandi örvera bæði í loft- og MAP-flökum var lágur og var í öllum tilvikum undir log 4/g. Í fyrri tilraunum höfðu H₂S-myndandi örverur verið í mun meira magni en hér fannst í loftflökum. Fimmtán mánaða frystigeymsla hafði greinilega áhrif á þessa gerla. Örverur af tegundinni *P. phosphoreum* komu fyrst fram í loftflökum eftir 7 daga geymslu en ekki fyrr á 21. degi í MAP-flökum. Fjöldi þeirra var lítill (log 3/g) í lok geymslutímans í MAP flökum. Það er greinilegt að þökkun í MA hægir mjög á vaxtarhraða *P. phosphoreum* í þíddum fiski sem hefur verið geymdur lengi í frysti.



Mynd 40. Örverutalningar á flökum geymdum í lofti við 0,8°C (15 mánuðir í frysti)



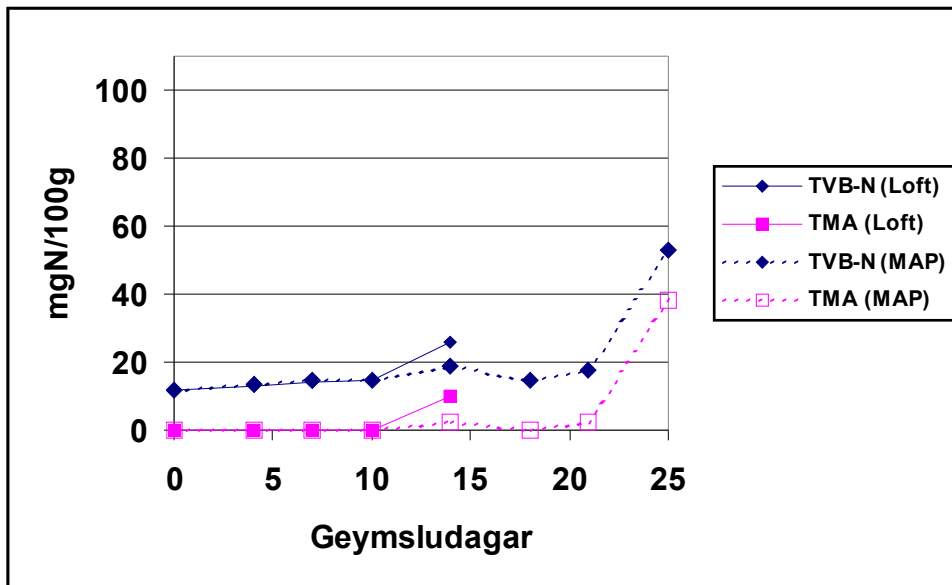
Mynd 41. Örverutalningar á flökum geymdum í MAP við 0,8°C (15 mánuðir í frysti)



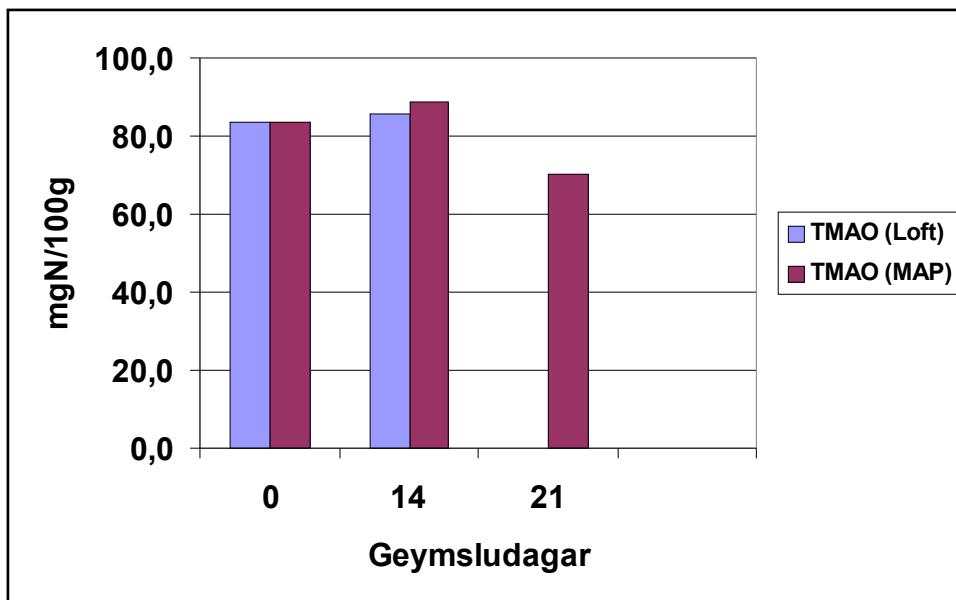
Mynd 42. Fjöldi *P. phosphoreum* á flökum geymdum í lofti og MAP við 0,8°C (18 mánuðir í frysti)

5.4.3. Efnamælingar

Mynd 43 sýnir magn TVB-N og TMA í loft- og MAP-fiski yfir geymslutímann og mynd 44 magn TMAO. Aukning á TVB og TMA í MAP-flökunum kom ekki fram fyrr en eftir 21. dags kæligeymslu. Í loftflökunum varð smá aukning á TVB og TMA á síðasta degi geymslutímans (14 dagar) og voru þessar niðurstöður í samræmi við niðurstöður örverutalninga. Flök sem geymd voru í lofti voru dæmd óhæf þegar TMA magnið var um 10 mgN/100g á 14. degi, á meðan MAP-fiskurinn mældist um 38 mg N/100g þegar honum var hafnað á 25. degi.



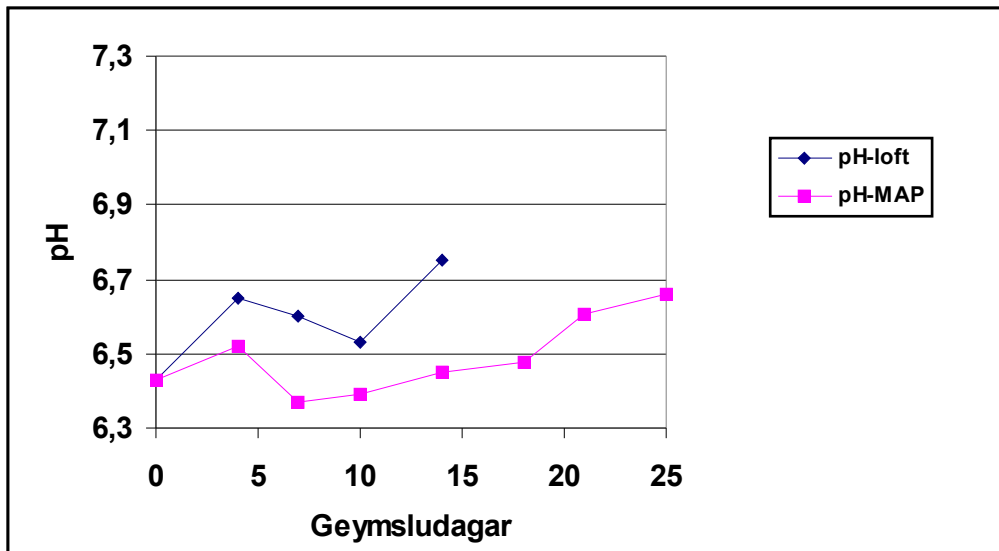
Mynd 43. TVB-N og TMA á flökum geymdum í MAP við 0,8°C (15 mánuðir í frysti)



Mynd 44. TMAO á flökum geymdum í lofti og MAP við 0,8°C (15 mánuðir í frysti)

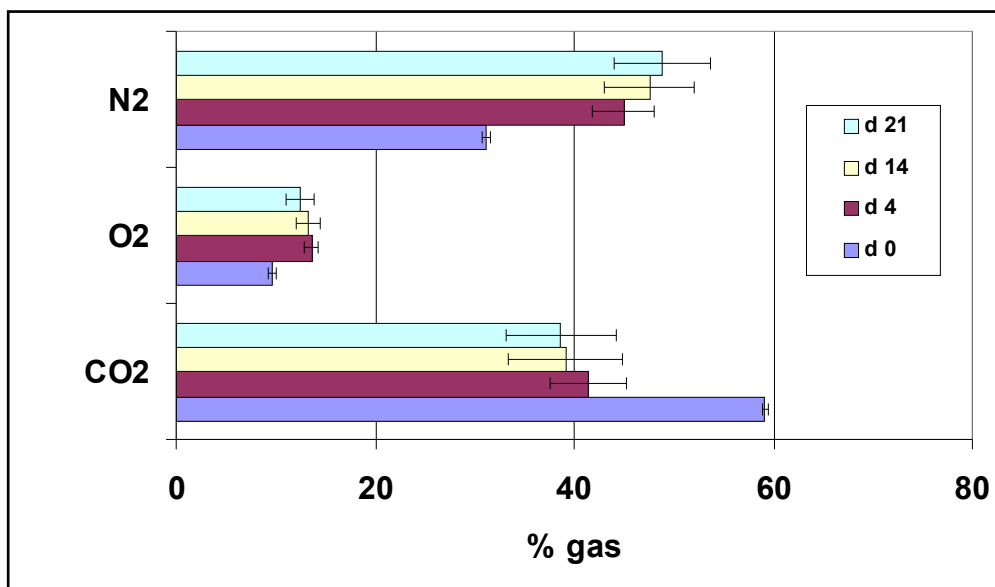
Eins og sést á mynd 44 þá var magn TMAO svipað í báðum hópum eftir 0 og 14 daga. Smá lækkun kom fram í MAP flökum eftir 21 dag. Þessar niðurstöður eru í samræmi við niðurstöður TVB og TMA mælinga.

Fylgst var með sýrustigi í flökunum á geymslutímanum og kom fram nokkur munur á milli loft- og MAP-flaka (mynd 45). Smávægileg aukning kom fram yfir geymslutímann í báðum hópum. pH fór þó aldrei yfir 6,8 enda var myndun TVB og TMA mjög hægt yfir geymslutímann eins og áður var sagt.



Mynd 45. Sýrustig (pH) flökum geymdum í lofti og MAP við 0,8°C (15 mánuðir í frysti)

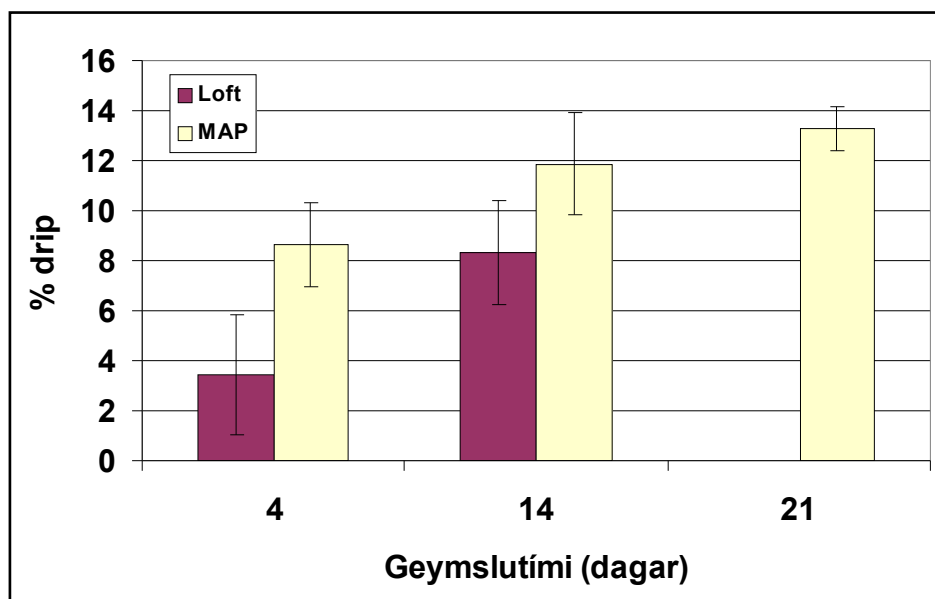
5.4.4. Gasmælingar



Mynd 46. Breytingar á samsetningu gasblöndunnar í MAP-fiski á geymslutímanum (d = dagur)

Breytingar á samsetningu gasblöndunnar í MAP-fiski á geymslutímanum eru sýndar á mynd 46. Meðalgildi (%) gasblöndunnar var eftir þökkun $\text{CO}_2/\text{O}_2/\text{N}_2$: 59,2/9,6/31,2. Eins og við mátti búast varð lækkun á koldíoxíði eftir stutta geymslu (4 daga) en aukning á súrefni og köfnunarefni. Lítið CO_2 þar á eftir sem er í samræmi við hægari myndun örveruflórunnar.

5.4.5. Dripmælingar



Mynd 47. Dripmælingar á flökum geymdum í lofti og MAP við 0,8°C (15 mánuðir í frysti)

Drip mældist mun hærra í MAP-flökum en í loftflökum eftir 4. og 14. daga geymslu. Marktækur munur ($p < 0,03$) var á dripi milli loft- og MAP-fisksins á þessum dögum. Drip jókst í loftflökum um 4-5% milli 4. og 14. dags. Aukning var um 3% fyrir MAP-fiskinn milli 4. og 14. dags. en rúmlega 1% milli 14. og 21. dags.

5.5. Samanburður á niðurstöðum eftir mismunandi tíma í frysti

5.5.1. Skynmat

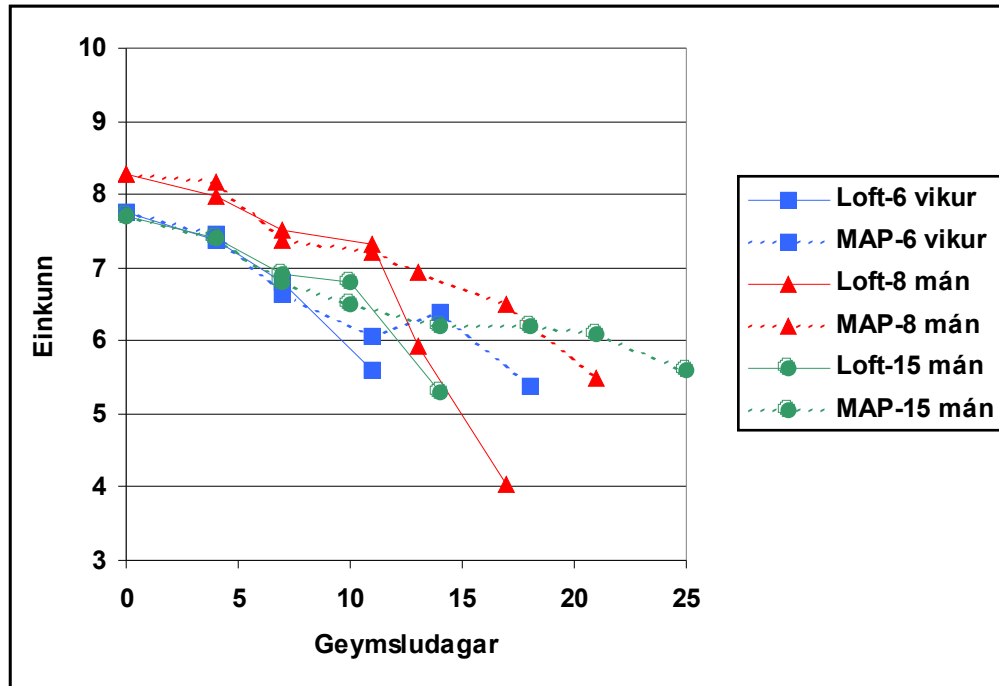
Á mynd 48 eru sýndar niðurstöður skynmats eftir Torry-einkunnaskala á flökum geymdum mismengi í frysti (6 vikur, 8 og 15 mánuði). Mjög svipaðar einkunnir fengust í lofti og MAP-flökum fyrstu 10 til 11 daga í kæli. Eftir það fengu MAP-flökin hærri einkunn en loftflökin. Loftskiptar pakkningar lengja greinilega geymsluþol flakanna verulega.

Eftir 6 vikur og 8 mánuði í frysti fengu jákvæðir skynmatsþættir, eins og fersk-sæt lykt og bragð lægri einkunnir eftir því sem leið á geymslutímamann í bæði MAP og lofthópnum. Eftir 6 vikur í frysti var geymsluþol loftflakanna einungis 11 dagar. Eftir 8 mánuði lækkuðu einkunnir fyrir þessa þætti mjög hratt í lofthópnum en hægari í MAP-hópnum á seinni hluta geymslutímans. Eftir 15 mánuði geymslutímans fengu jákvæðir skynmatsþættir, eins og fersk-sæt lykt og bragð mun lægri einkunnir í upphafi í bæði MAP og lofthópnum en flök sem geymd voru skemur í frysti. Einkunnir fyrir þessa þætti fóru lakkandi með vaxandi geymslutíma í lofthópnum en í MAP-hópnum lækkuðu þær í upphafi geymslutímans en héldust síðan óbreyttar.

Neikvæðir bragð- og lyktarþættir, eins og súr lykt, harðfisklykt og bragð, mynduðust hraðar í lofthópnum. Eftir 15 mánuði í frysti voru breytingar í þessum þáttum mjög hægari í MAP-flökunum nema frystigeymslubragð sem var orðið verulegt í lok geymslutímans.

Greining á áferðarþáttum sýndi að fiskurinn þornaði verulega yfir geymslutímamann í kæli. Eftir 15 í mánuði frysti voru flökin mun þurrari og seigari í byrjun

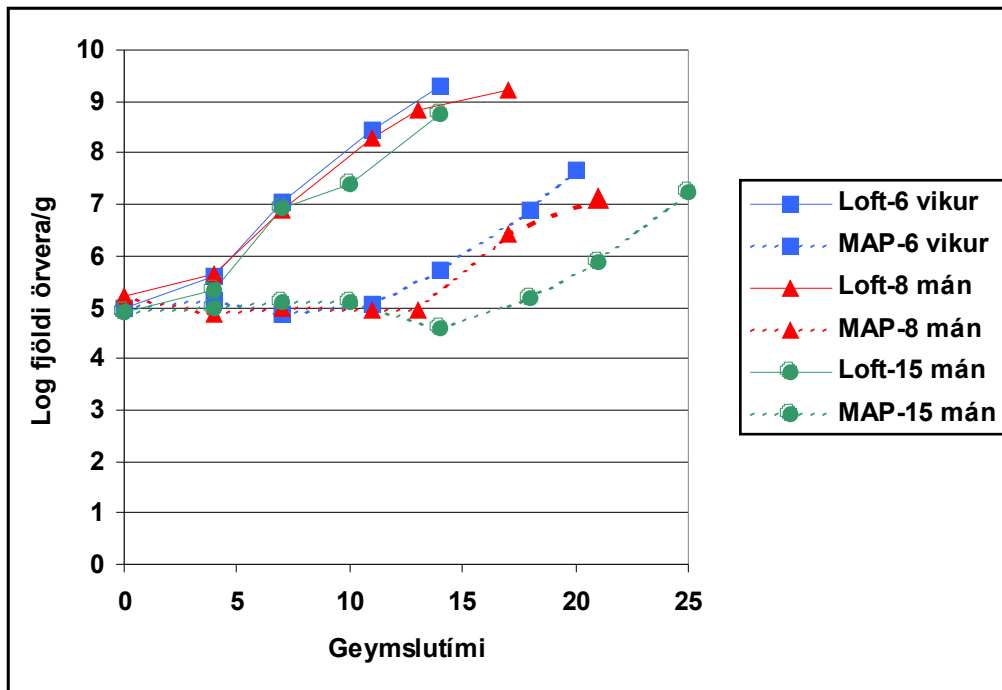
geymslutímans en flök sem geymd voru skemur í frysti. Sýni í MA-pakkningum dæmdust í sumum tilvikum marktækt seigari en sýni í loftpakkningum.



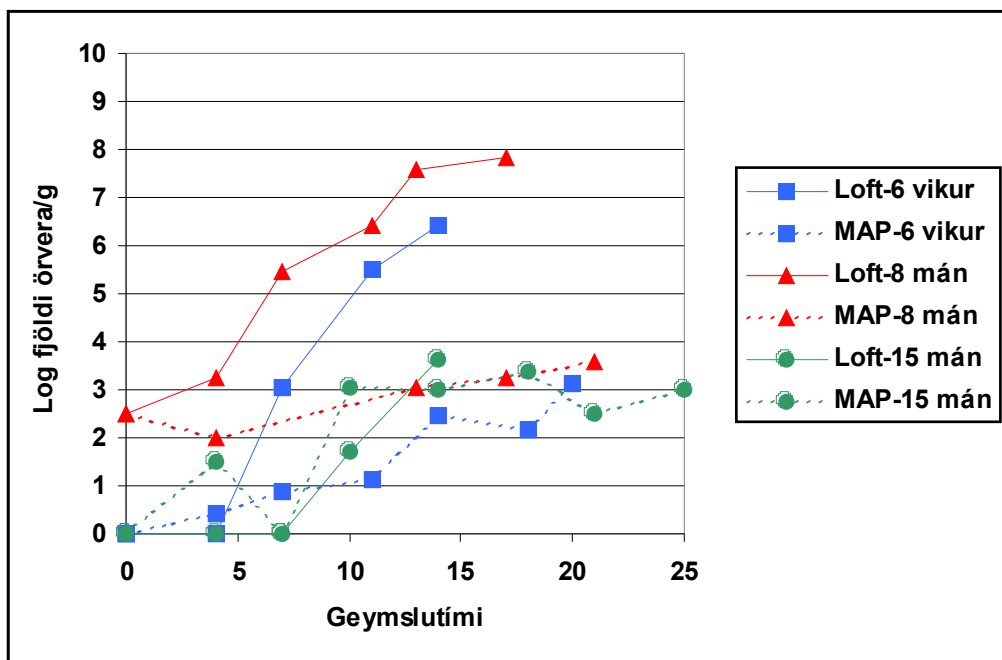
Mynd 48. Ferskleikamat eftir Torry-skala á flökum geymdum í lofti og MAP við 0,8-0,9°C eftir mismilanga frystigeymslu

5.5.2. Örverutalningar

Á mynd 49 eru sýndar samanteknar niðurstöður heildarörverutalninga á LH-agar. Tími í frysti virtist ekki hafa áhrif á örverufjölda í nýþíddum flökum. Líkar vaxtarkúrfur fengust við kæligeyslu á þíddum loftflökum yfir geymslutímam. Þó var örveruvöxtur aðeins hægari í flökum, sem geymd höfðu verið 15 mánuði í frysti. MAP hafði greinilega örveruhemjandi áhrif á þá örveruflóru sem náði séð upp eftir þíðingu og með aukinni frystigeyslu seinkaði vexti þeirra við kæligeyslu.

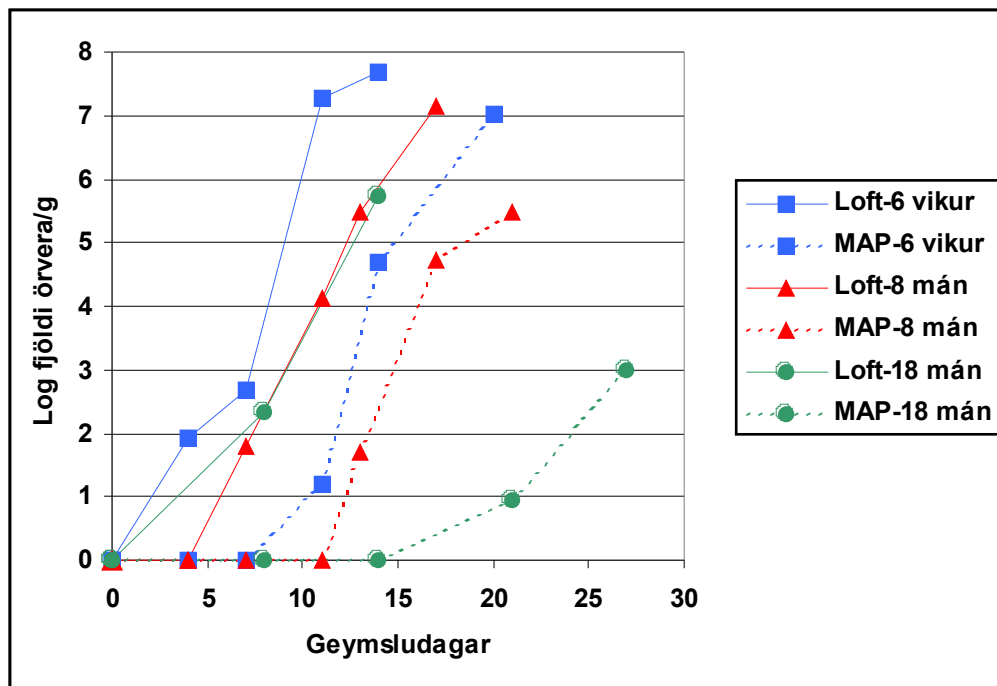


Mynd 49. Heildarörverufjöldi (LH-agar) í flökum geymdum í lofti og MAP við 0,8-0,9°C eftir mislanga frystigeymslu



Mynd 50. Fjöldi H₂S-myndandi örvera (járnagar) í flökum geymdum í lofti og MAP við 0,8-0,9°C eftir mislanga frystigeymslu

Í loftflökum var fjöldi H₂S-myndandi örvera mun hærri eftir 8 mánaða frystigeymslu, bæði í upphafi og yfir kæligeymslu, í samanburði við flök sem höfðu verið geymd 6 vikur í frysti. Eftir 15 mánaða frystigeymslu var fjöldi þeirra mun lægri en eftir 8 mánaða geymslu. Í MAP flökum var fjöldi H₂S-myndandi örvera lítill eða í öllum tilfellum undir log 4/g.

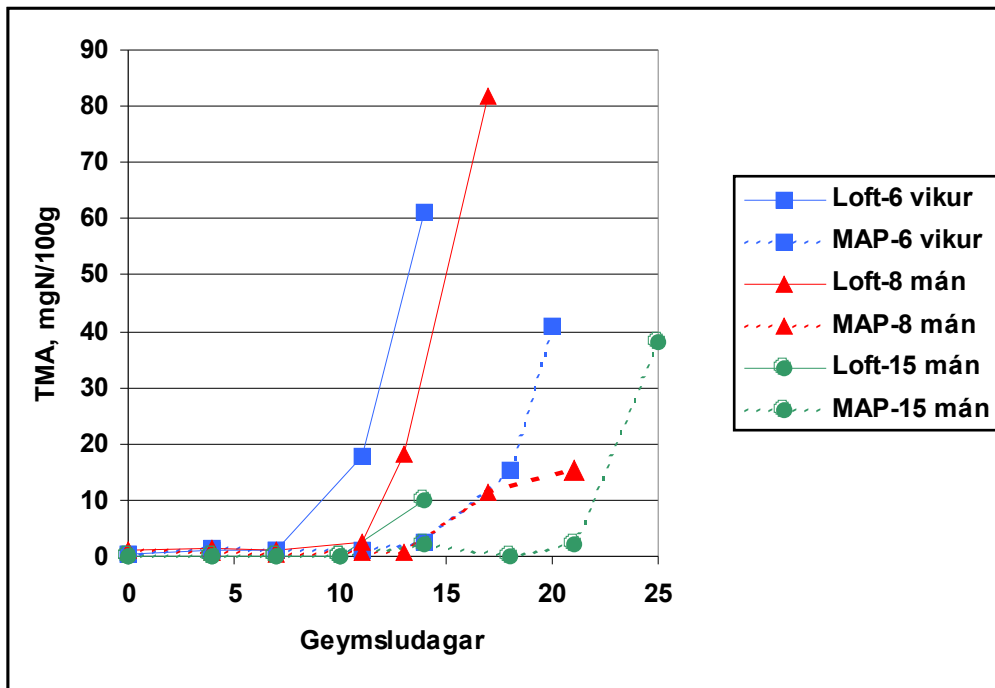


Mynd 51. Fjöldi *Photobacterium phosphoreum* í flökum geymdum í lofti og MAP við 0,8-0,9°C eftir mislanga frystigeyslu

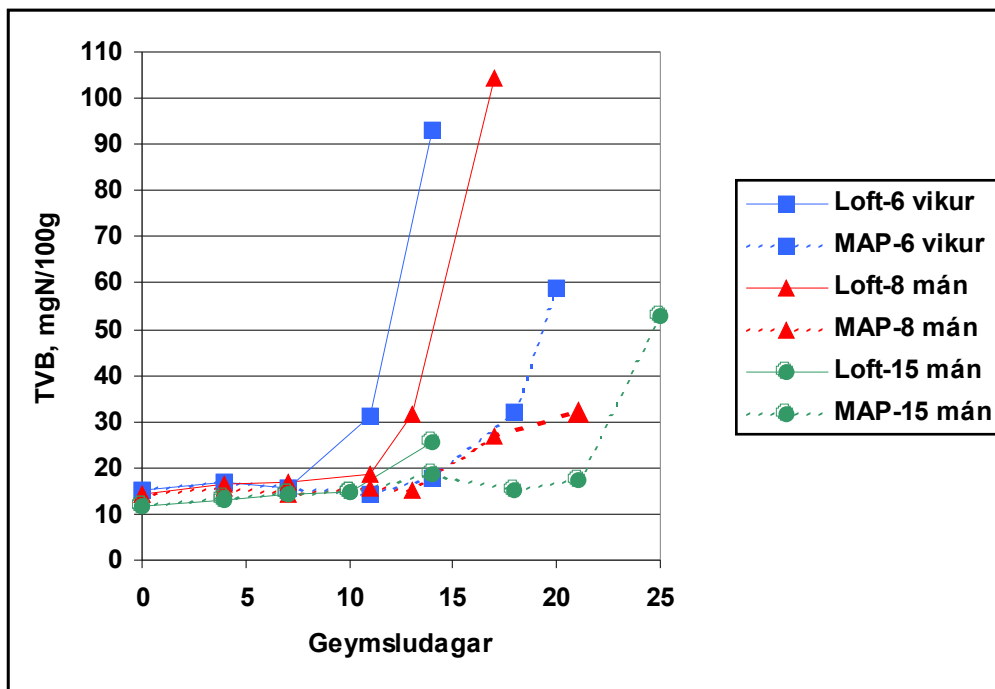
P. phosphoreum fannst aldrei í nýþíddum flökum við upphaf kæligeyslu. Í loftflökum var fjöldi *P. phosphoreum* hærri en í sambærilegum MAP flökum. Í báðum hópum var vöxtur þeirra hægari með aukinni frystigeyslu. Eftir 18 mánaða geymslu mældist *P. phosphoreum* ekki fyrir en undir lok geymsluþols á 21. degi og var fjöldinn undir 1 log/g en var kominn í log3/g eftir 27 daga geymslu.

5.5.3. Efnamælingar

Eftir 6 vikna frystigeyslu kom fram aukning í TVB og TMA eftir 7 daga kæligeyslu í loftflökum (myndir 52 og 53). Eftir 8 mánaða frystigeyslu kom aukning fram eftir 11 daga kæligeyslu og eftir 15 mánaða frystigeyslu var myndun TMA og TVB ennþá hægari. Í MAP-flökum varð fyrst aukning í TMA og TVB á 14. degi kæligeyslu í flökum sem geymd höfðu verið 6 vikur og 8 mánuði í frysti. Lægri gildi mældust eftir 8 mánaða geymslu en eftir 6 vikur. Eftir 15 mánaða frystigeyslu varð engin aukning í TMA eða TVB fyrir en eftir 21 dags kæligeyslu. Þetta er í samræmi við lágar talningar á *P. phosphoreum* sem fengust eftir 18 mánaða frystigeyslu. Þessi lágu gildi á TMA og TVB eru í samræmi við eldri rannsóknir á Rf (Magnússon & Martinsdóttir, 1995; Martinsdóttir & Magnússon, 2001). Mæling sem gerð var á 25. degi við lok geymsluþols samkvæmt skynmati sýndi hins vegar aukningu í TMA og TVB þrátt fyrir að fjöldi *P. phosphoreum* (um log 3/g) og H₂S-myndandi örvera (um log 3/g) hafi verið lítill. Því má álykta að aðrar örverur hafi komið við sögu við myndun þessara efnasambanda. Í því sambandi ber að hafa í huga að heildarörverufjöldi var á þessum tíma rúmlega log 7/g.



Mynd 52. TMA í flökum geymdum í lofti og MAP við 0,8-0,9°C eftir mislanga frystigeymslu



Mynd 53. TVB-N í flökum geymdum í lofti og MAP við 0,8-0,9°C eftir mislanga frystigeymslu

5.5.4. Gasmælingar

Eins og við mátti búast varð lækun á koldíoxíði eftur stutta kæligeymslu (4 daga) en aukning á súrefni og köfnunarefni. Við lágt geymsluhitastig leysist koldíoxíð gjarnan í vatnsfasa holdsins og þannig breytast hlutföllin í yfirborði pakkinganna. Við lengri geymslu notar vaxandi örveruflóra meira magn súrefnis sem leiðir til lækkunar þess

og myndun koldíoxíðs í pakkningunum. Við lok geymsluþols í öllum tilraunum var magn súrefnis nægilegt til að koma í veg fyrir að sýkillinn *Clostridium botulinum* nái að vaxa í MAP vörum, með því skilyrði að geymsluhitastigi sé haldið lágu.

5.5.5. Dripmælingar

Í öllum kælitilraunum jókst drip bæði í loft og MAP-fiski frá 4. til 13-14. dags. Drip í MAP-flökum mældist hærra en í loftflökum sem nam 1,5-5,2 %.

5.5.6. Samanburður á skynmati, örverutalningum og efnamælingum

Í töflu 3 eru sýnd gildi ýmissa mælipáttanna við lok geymsluþols í kæligeymslu eftir mislanga frystigeymslu við -24°C. Geymsluþol er miðað við að meðaltal ferskleikamats sé 5,5 eða undir.

Tafla 3. Gildi ýmissa mælipáttanna við lok geymsluþols í kæligeymslu eftir mislanga frystigeymslu við -24°C

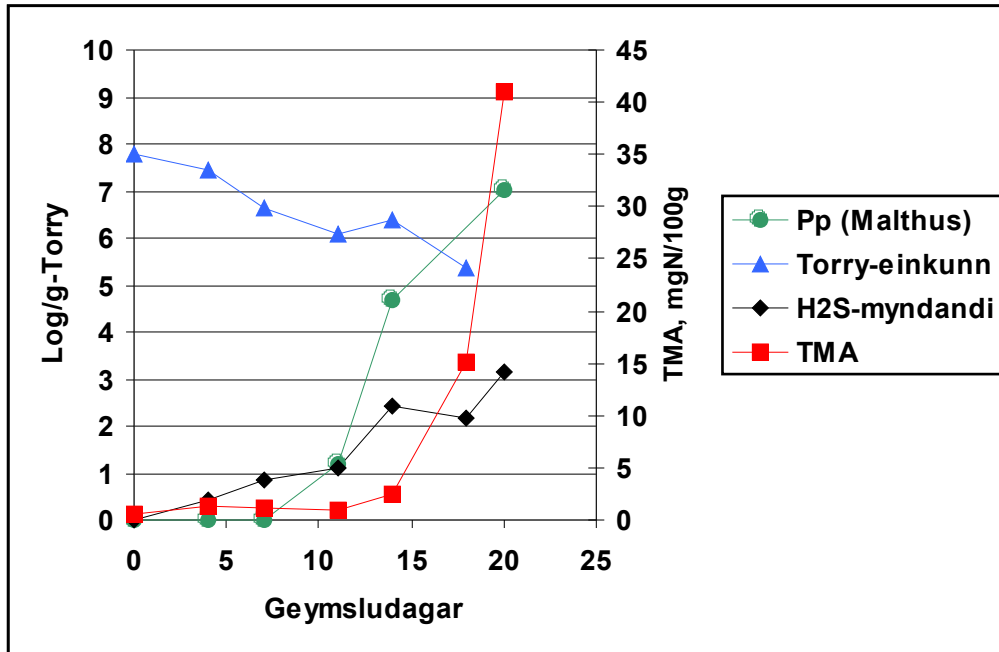
Mælipættir	6 vikur í frysti		8 mánuðir í frysti		15 mánuðir í frysti	
	Loft	MAP	Loft	MAP	Loft	MAP
Geymsluþol (dagar)	11	18	14	21	14	25
Heildarörverufjöldi (log/g)	8,5	6,9	8,8	7,1	8,8	7,2
H ₂ S-myndandi (log/g)	5,5	2,2	7,6	3,6	3,6	3,0
<i>P. phosphoreum</i> (log/g)	7,3	7,0	5,5	5,5	5,7*	3,0*
Sýrustig, pH	6,7	6,4	6,8	6,5	6,8	6,7
TVB, mgN/100g	31,1	32,2	31,8	32,0	25,6	52,9
TMA, mgN/100g	17,8	15,2	18,1	14,4	9,9	38,1
Drip %	9,2	13,7	10,5	13,4	8,3	13,3

*18 mánuðir

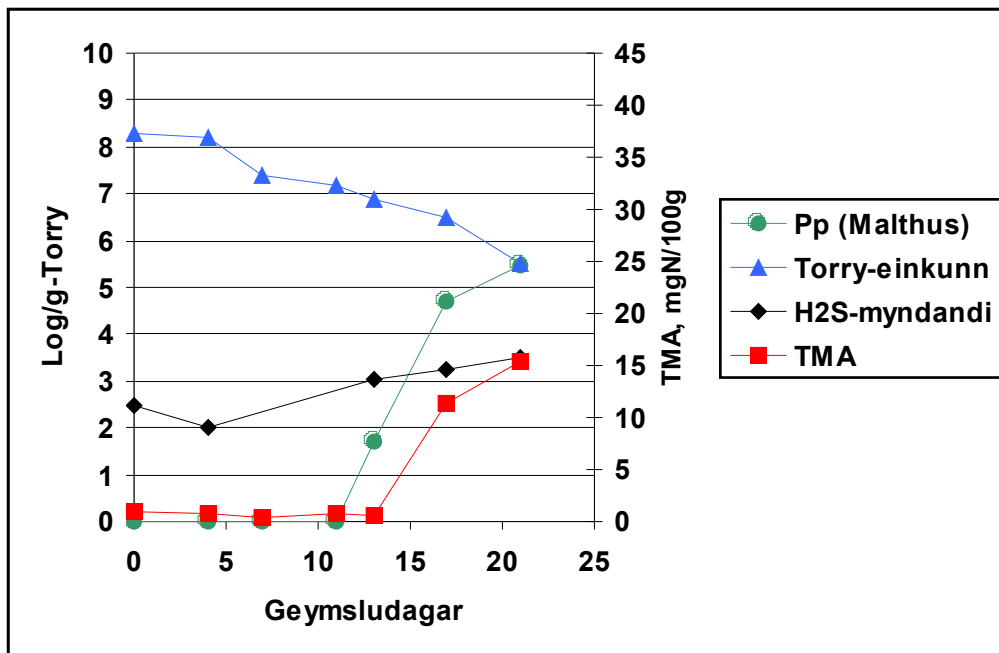
Í töflu 3 sést að við lok geymsluþols var heildarörverufjöldi í loftflökum á bilinu 8,5-8,8 en í MAP-flökum 6,9-7,2. Frystigeymslutími hafði mikil áhrif á fjölda *P. phosphoreum*. Þannig var fjöldi þeirra í MAP-flökunum við lok geymsluþols log 7,0/g eftir 6 vikna frystigeymslu, log 5,5/g eftir 8 mánaða geymslu og aðeins 3,0/g eftir 18 mánuði. Eftir 18 mánuði í frysti var fjöldi *P. phosphoreum* mun lægri í MAP en í lofti. Eftir 6 vikur í frysti var *P. phosphoreum* ríkjandi sem hlutfall af heildarfjölda (90-100%) en með lengri frystigeymslu fór hlutdeild þessa gerils minnkandi. Þannig var fjöldi *P. phosphoreum* aðeins um 0,5% í loftflökum og 2,5% í MAP-flökum af heildarörverufjölda eftir 8 mánaða frystigeymslu við lok geymsluþols í kæli. Eftir 6 vikur og 8 mánaða frystigeymslu voru TMA gildi svipuð í loft- og MAP-flökum við lok geymsluþols. Sama átti við um TVB mælingar.

Á myndum 54 og 55 eru sýndar niðurstöður ferskleikamats, mælinga á *P. phosphoreum*, H₂S-myndandi örvera og TMA eftir 6 vikna og 8 mánaða frystigeymslu. Eingöngu eru sýndar niðurstöður úr flökum pökkuðum í loftskiptar umbúðir. Eftir 6 vikna geymslu í frysti og við lok geymsluþols samkvæmt skynmati (18 dagar) í kæligeymslu var TMA 15,2 mg N/100g. Fjöldi H₂S-myndandi örvera var þá rúmlega log 2/g og fjöldi *P. phosphoreum* óx frá 14 degi til 21 dags úr tæplega log 5/g í rúmlega log 7/g. Eftir 8 mánaða geymslu á 21. degi kæligeymslu og við lok geymsluþols samkvæmt skynmati var fjöldi *P. phosphoreum* log 5,5/g og fjöldi H₂S-myndandi örvera log 3,6/g. Á sama tíma var TMA um 15,4 mg N/100g.

Bæði eftir 6 vikur og 8 mánaða frystigeymslu reyndist vera mikil fylgni milli vaxtar *P. phosphoreum* og myndunar TMA. Lengri frystigeymsla leiddi til þess að vöxtur *P. phosphoreum* kom bæði seinna fram og var hægari. Þar sem *P. phosphoreum* er mjög sterkur TMAO afoxari og myndar hlutfallslega mun meira af TMA en margar aðrar skemmdarörverur má draga þá ályktun að aðalorsakavaldur TMA-myndunar í MAP-fiski sé *P. phosphoreum*.



Mynd 54. Ferskleikamat, TMA og örverutalningar í flökum geymdum í MAP við 0,9°C (6 vikur í frysti)



Mynd 55. Ferskleikamat, TMA og örverutalningar í flökum geymdum í MAP við 0,9°C (8 mánuðir í frysti)

6. NEYTENDAKÖNNUN

6.1. Inngangur

Sala á ferskum kældum fiski hefur aukist í samanburði við frosinn fisk í Evrópu. Því hefur verið haldið fram að ferskleiki fisks hafi mikil áhrif á val neytenda. Tilgangur þessarar tilraunar var að kanna hvernig neytendum fannst ferskur fiskur í samanburði við sjófrystan fisk sem pakkað var í loftskiptar umbúðir (MAP) og venjulegar umbúðir (loft). Markmiðið var einnig að bera saman niðurstöður frá þjálfuðum skynmatshóp og geðjunareinkunnir neytenda með kortlagningu geðjunar (preference mapping). Einnig var lögð viðhorfskönnun fyrir neytendur til að kanna almennt viðhorf þeirra til fiskneyslu og til að skoða hvort samræmi væri á milli geðjunareinkunna og viðhorfs.

6.2. Efni og aðferðir

6.2.1. Skynmat

Þjálfaður tólf manna skynmatshópur Rf tók þátt í skynmati á sýnunum. Flökin voru skorin í bita (2-3 x 6-7 cm) sem voru settir í álform og soðnir í Convostar gufuofni við 95°C í 7 mínútur. Með skynmati var metinn ferskleiki sýnanna eftir svonefndum Torryskala (Shewan o.fl., 1953) þar sem ferskum fiski er gefin einkunn 10 og niður í 3. Mörkin 5,5 á Torryskalanum hafa verið notuð á Rf sem mörk geymsluþols (Martinsdóttir o.fl., 2001) en þá finnur meirihluti skynmatshópsins vott af skemmdar-einkennum. Einnig var notuð breytt útgáfa af QDA aðferð (Quantitative Descriptive Analysis) til að meta nokkra þætta lykta, bragðs og áferðar sérstaklega. Skynmatsdómarar merktu mat sitt inn á ómerkta línuskala (0-100%). Sýnin voru metin í tvísýni.

6.2.2. Viðhorfskönnun

Fjölskyldurnar sem tóku þátt í neytendakönnuninni tóku einnig þátt í viðhorfskönnun á fiski og fiskneyslu (10.2. viðauki 2). Sá aðili sem oftast sá um innkaup á heimilinu var beðinn um að fylla út könnunina. Eftirfarandi spurninga var spurt: Hvað eruð þið mörg í fjölskyldunni sem borðið saman að jafnaði? Hvar kaupir þú eða útvegar þér fisk? Þegar þú kaupir fisk, hversu oft velur þú að kaupa hann á eftirfarandi hátt: heill, slægður, flök, fiskfars, tilbúnir réttir, fryst flök, frystir tilbúnir réttir? Hvort kaupir þú frekar fisk í neytendapakkingum eða ópakkaðan fisk/flök úr fiskborði? Veist þú hvað loftskiptar pakkingar eru? Myndir þú kaupa fisk sem þú vissir að væri pakkaður í loftskiptar pakkingar (MAP)? Hvar borðar þú fisk? Hversu oft borðar þú fisk?

6.2.3. Neytendakönnun

Neytendur voru valdir með tilliti til fiskneyslu sinnar. Valdir voru neytendur sem borðuðu fisk einu sinni í viku eða oft (36 fjölskyldur, 110 einstaklingar á aldrinum 11-77 ára). Neytendakönnunin fór fram með heimiliskönnun og neytendur fengu fisksýnin tilbúin til matreiðslu samdagurs. Leiðbeiningar um framkvæmd neytendakönnunarinnar fylgdu hverju sýni til fjölskyldunnar (10.3. viðauki 3). Hver skammtur var um 400 g á fjölskyldu, en ef fleiri en 3 voru í fjölskyldu var skammturinn tvöfaldur. Neytendur fengu sjálfir að velja matreiðsluaðferð og uppskrift, en þeir þurftu að nota sömu aðferð í öll skiptin sex og voru beðnir um að stilla kryddi og bragðsterku meðlæti í hóf.

Sá sem sá um að matreiða fyrir fjölskylduna var beðinn um að skrifa lýsingu á uppskriftinni og gefa einkunn fyrir lykt af fisknum þegar umbúðirnar voru opnaðar (10.5. viðauki 5). Allir fjölskyldumeðlimir voru beðnir um að gefa fisknum einkunnir eftir því hversu vel/illa þeim líkaði fiskurinn. Auk þess voru þeir beðnir um að gefa einkunnir fyrir bragð og áferð (10.6. viðauki 6).

Tilraunin var framkvæmd á fjögurra vikna tímabili. Skynmatshópur og neytendur mátu/borðuðu fisk samhliða, þannig að neytendur fengu ávalt sama sýnahóp sama dag og skynmatshópurinn. Alls voru 6 sýnahópar metnir (tafla 4).

Tafla 4. Sýnahópar metnir af þjálfuðum skynmatshóp og neytendum í október-nóvember 2002

Heiti á sýnum	Lýsing	Þökkunaraferð	Dagar í kæligeymslu (0-2°C) fyrir mat
A2d-fr	sjófryst	loft	2
A10d-fr	sjófryst	loft	10
M2d-fr	sjófryst	MAP	2
M10d-fr	sjófryst	MAP	10
A2d	ófryst (nýveidd)	loft	2
M2d	ófryst (nýveidd)	MAP	2

Þegar tilrauninni var lokið var lögð viðhorfskönnun fyrir neytendur. Hvorki skynmatshópur né neytendur fengu upplýsingar um sýnin fyrr en eftir tilraunina.

6.2.4. Úrvinnsla gagna

Unnið var úr skynmatsniðurstöðum í tölfræðiforritinu NCSS 2000 með fervikagreiningu. Duncan's Multiple-Comparison Test var notað til að kanna hvort marktækur munur var á milli sýna. Niðurstöður úr neytendakönnun voru túlkaðar með því að bera þær saman við niðurstöður úr skynmati, með kortlagningu geðjunar (Internal preference mapping) í tölfræðiforritinu Unscrambler® 7.5 (CAMO A/S). Gerð var aðhvarfsgreining (principal component regression - PCR) þar sem einkunnir neytenda voru X fylki og skynmatþættir Y fylki. Miðað var við 95% öryggismörk fyrir marktæki nema annað væri tekið fram.

6.3. Niðurstöður

6.3.1. Skynmat

Meðaltöl einkunna úr skynmati á hópunum sex eru sýnd í töflu 5. Niðurstöðurnar sýna að A2d (bæði ófryst og þídd) fengu hærri einkunn fyrir ferskleika (Torry einkunn) samanborið við M2d (bæði ófryst og þídd) en því var öfugt farið eftir 10 daga geymslu. Ekkert sýnanna var komið fram yfir geymsluþol (mörkin þar sem afurðin er ekki lengur hæf til neyslu), sem er skilgreint sem meðaltal Torry einkunnar undir 5,5. Hinsvegar var komin nokkuð súr lykt, frystigeymslulykt og -bragð og súrsætt bragð af A10d-fr sýnum. Fersku sýnin (A2d og M2d) voru safaríkari og meyrari en þíddu sýnin (A2d-fr, A10d-fr, M2d-fr og M10d-fr). Meðalgildi áferðapáttanna sem metnir voru fyrir fersku loftþökkuðu sýnin eru í samræmi við gildi sem almennt mælast fyrir fersku sýni (80-90) (Martinsdóttir & Magnusson, 2001). Gildi fyrir ferska sýnahópinn í loftskiptu umbúðunum voru heldur lægri. Í sömu grein er lýst niðurstöðum á mati þíðra þorskflaka eftir tveggja mánaða frystigeymslu og voru meðalgildi fyrir þessa áferðapætti á bilinu 60-70, sem er svipað og mældist fyrir tveggja daga þíddu sýnahópna í þessari tilraun. Þíddu 10 daga hóparnir hafa almennt nokkuð lægri gildi en tveggja daga hóparnir, og voru því bæði þurrari og seigari.

Tafla 5. Meðaltöl skynmatseinkunnna fyrir hópana samkvæmt þjálfuðum hóp 11 skynmatsdómara. Mismunandi bókstafir sýna marktækan mun milli hópa. (L = lykt, B = bragð).

Sýna-hópur	Torry einkunn	L-fersk sæt	L-súr	L-frysti-geymslu	B-ferskt sætt	B-súr sætt	B-frysti-geymslu	Þurr-safaríkur	Seigur-meyr
A10d-fr	6.7 ^a	39.9 ^a	12.8 ^a	33.6 ^a	44.6	19.2 ^a	46.9 ^a	53.8 ^a	52.7 ^a
M10d-fr	7.3 ^b	47.0	8.8	31.1 ^a	51.4	9.2	40.0 ^a	52.5 ^a	53.6 ^a
M2d-fr	7.9 ^c	52.7	9.5	17.9 ^b	58.7	10.4	26.2 ^b	61.2 ^a	60.5 ^a
M2d	8.3 ^c	58.9 ^b	1.7 ^b	13.1 ^b	62.1	2.1 ^b	13.2 ^{bc}	73.2 ^b	70.6 ^b
A2d-fr	8.4 ^c	59.1 ^b	2.9	14.3 ^{cb}	62.4	2.3 ^b	23.7 ^b	59.6 ^a	53.5 ^a
A2d	9.2 ^d	55.8	0.9 ^b	2.5 ^c	57.2	3.1 ^b	5.0 ^c	80.6 ^b	83.1 ^c

6.3.2. Viðhorfskönnun

Svör fengust frá 34 fjölskyldum. Meðalaldur svarenda var 45 ár (á bilinu 27-69 ár), 27 konur og 7 karlar. Niðurstöður eru sýndar í stöplaritum í 10.3 viðauka 3. Helstu niðurstöður voru eftirfarandi. Algengast var að fjórir fjölskyldumeðlimir snæddu saman og að meðaltali 3,5 í viku. Ferskleiki og hreinleiki voru sérstaklega mikilvægir þættir að mati neytenda þar sem nær 100% þeirra sögðu þá þætti skipta miklu eða mjög miklu máli. Hollusta, framleiðsludagur, hætta á matareitrun og jöfn vörugæði voru einnig mikilvægir þættir því 80% neytenda töldu þá þætti skipta miklu eða mjög miklu máli. Verð, stöðugt framboð og framleiðandi voru þeir þættir sem skiptu neytendum hvað minnstu máli.

Langflestir kaupa fisk í stórmörkuðum eða fiskbúðum. Svo virðist sem hægt sé að skipta neytendum í tvo jafnstóra hópa, þar sem annar kaupir fisk í stórmörkuðum en hinn í fiskbúðum. Mjög fáir neytendur nýta heimsendingarþjónustu, útvega sér fisk beint frá sjómanni eða frá ættingjum.

Meirihluti neytenda kys að kaupa fisk úr fiskbúð fremur en í stórmarkaði. Ástæðan sem oftast var gefin var að fiskur í fiskbúð væri ferskari, meira úrval, skemmtilegra að versla í fiskbúð og neytendur vildu fremur styðja fiskbúðir en stórmarkaði. Þeir sem völdu frekar að kaupa fisk í stórmörkuðum sögðu ástæðuna þá að það væri ódýrara og þægilegra að hafa alla vöru á sama stað. Þeim neytendum sem fannst ekki skipta máli hvort þeir keyptu fiskinn í fiskbúð eða stórmarkaði sögðust fara þangað sem auðveldara var að fara, töldu gæði vera svipuð í fiskbúðum og stórmörkuðum eða sögðust leita þangað sem ferskasti fiskurinn væri í boði.

Flestir neytendur kaupa flök með eða án roðs, fersk eða frosin. Heill slægður fiskur er sjaldan eða aldrei keyptur og það sama má segja um fiskfars og tilbúna rétti hvort sem þeir eru ferskir eða frosnir. Flestir neytendur kjósa að kaupa ópakkaðan fisk fremur en fisk í neytenda-pakkningum. Þó eru nær 30% sem segja það ekki skipta máli og velja því líklega ýmist ópakkaðan fisk eða fisk í neytendapakkingum. Tæplega 80% neytenda vita eða telja sig vita hvað loftskiptar pakkningar eru, en rúmlega 20% vita það ekki. Þrátt fyrir að nálægt 80% neytenda telji sig vita hvað loftskiptar pakkningar eru, myndu aðeins um 40% neytenda kaupa fisk í loftskiptum pakkningum, en um 55% eru óákveðnir.

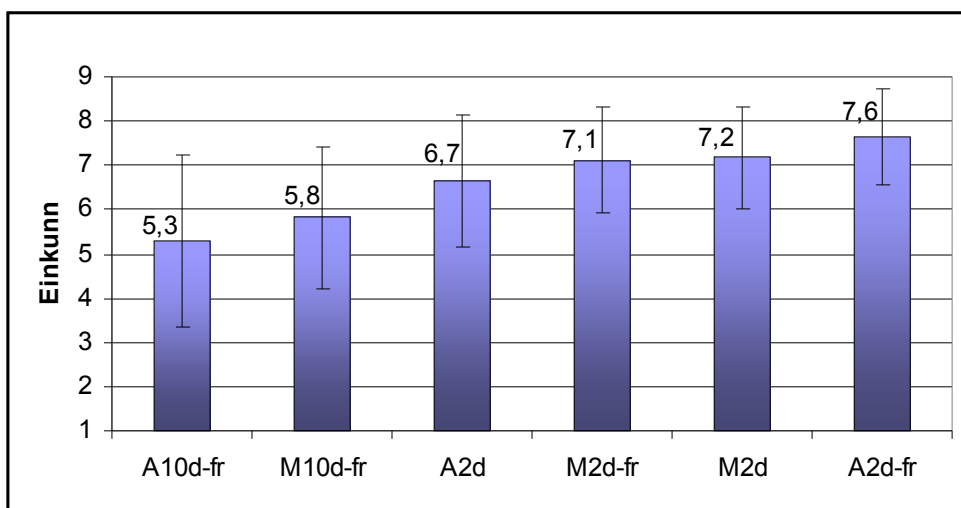
Flestir neytendur borða fisk 1-2 sinnum í viku, eða um 55% og nær 20% neytenda borða fisk oftast. Um 25% neytenda borða fisk aðeins 3-4 sinnum í mánuði. Tæp 30% neytenda svöruðu því til að ekki borðuðu allir í fjölskyldunni jafnoft fisk. Yfirleitt voru það börnin sem fengu fisk oftast í skóla, á leikskóla eða hjá dagmömmum eða fólk borðaði fisk oftast á vinnustað. Nær 100% neytenda borðuðu oftast eða alltaf heima hjá sér. Þeir borða sjaldan fisk í mótuneytum eða á veitingahúsum.

6.3.3. Neytendakönnun

Niðurstöður úr neytendakönnuninni eru sýndar sem meðaltalsgildi geðjunar (heildaráhrif) með staðalfrávikum í mynd 56. Alls voru 81 neytendur sem gáfu einkunnir fyrir öll sex sýnin. Tafla 6 sýnir dreifingu einkunnanna fyrir geðjun (heildaráhrif) sem miðgildi og lægstu og hæstu einkunn.

Tafla 6. Miðgildi, lægstu og hæstu gildi einkunna fyrir geðjun

Sýnahópur	Lægsta gildi	Miðgildi	Hæsta gildi
A10d-fr	1	6	8
M10d-fr	1	6	9
A2d	2	7	9
M2d-fr	2,5	7	9
M2d	4	7	9
A2d-fr	4	8	9



Mynd 56. Meðaleinkunnir fyrir geðjun (heildaráhrif) með staðalfrávikum fyrir alla sýnahópa

Sýnahópur A10d-fr (loft, þídd) fékk lægstu einkunn fyrir geðjun og var eini sýnahópurinn sem aldrei var gefin hæsta einkunn (9) fyrir geðjun af neinum neytenda. Auk þess var meðal einkunnin nokkuð lág í samanburði við miðgildi fyrir sama sýnahóp. Minni munur var á meðaltali og miðgildi annarra sýnahópa.

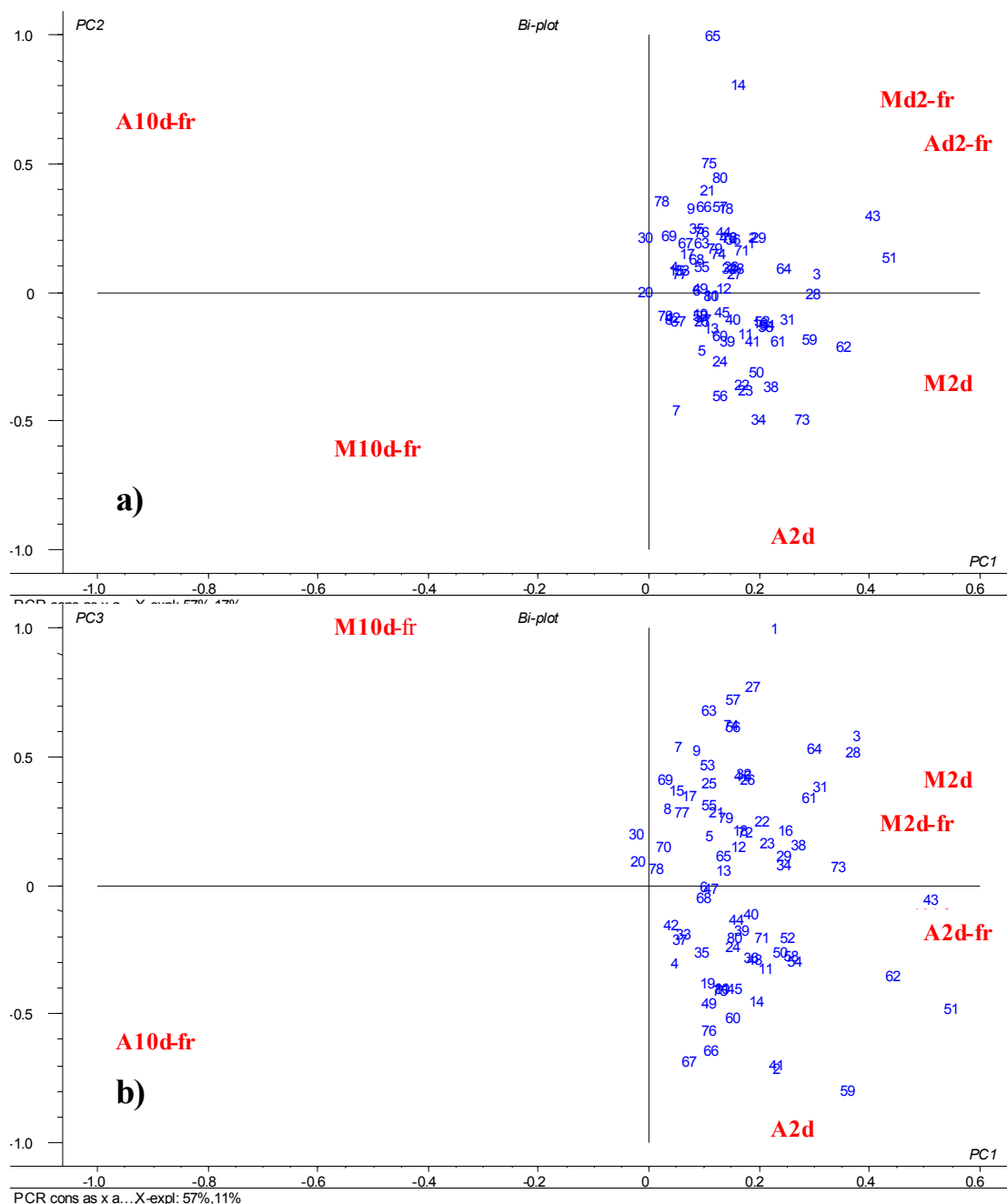
Sýnahóparnir sem geymdir höfðu verið í 10 daga (M10d-fr og A10d-fr) voru einu hóparnir sem fengu lægstu einkunn (1), en enginn neytandi gaf sýnahópunum sem fengu hæstu meðaleinkunnina (A2d-fr og M2d) fyrir geðjun einkunn undir 4.

Kortlagning geðjunar neytenda (Internal preference mapping - MDPREF)

Aðhvarfsgreining (Principal Component Regression - PCR) var gerð á á einkunnum neytenda fyrir geðjun (heildaráhrif) (mynd 57). Auk þess var gerð aðhvarfsgreining fyrir lykt af flökum sem einungis kokkur hvers heimilis mat og alla þætti sem neytendur gáfu einkunnir fyrir og eru þær niðurstöður sýndar í viðauka. 8.

Á mynd 57 má sjá að um 74% breytileika milli sýnahópa er skýrður í fyrstu tveim höfuðþáttum greiningarinnar (PC1 og PC2) (mynd 57 a) og með því að bæta við þriðja höfuðþætti (PC3) við var 85% breytileikans skýrður (mynd 57 b). Ekki var hægt að

bæta við fleiri höfuðþáttum því staðalfrávik leifa (root mean square error of prediction - RMSEP) hækkaði í fjórða höfuðþætti (PC4) og það gæti falið í sér villandi upplýsingar við túlkun líkansins.

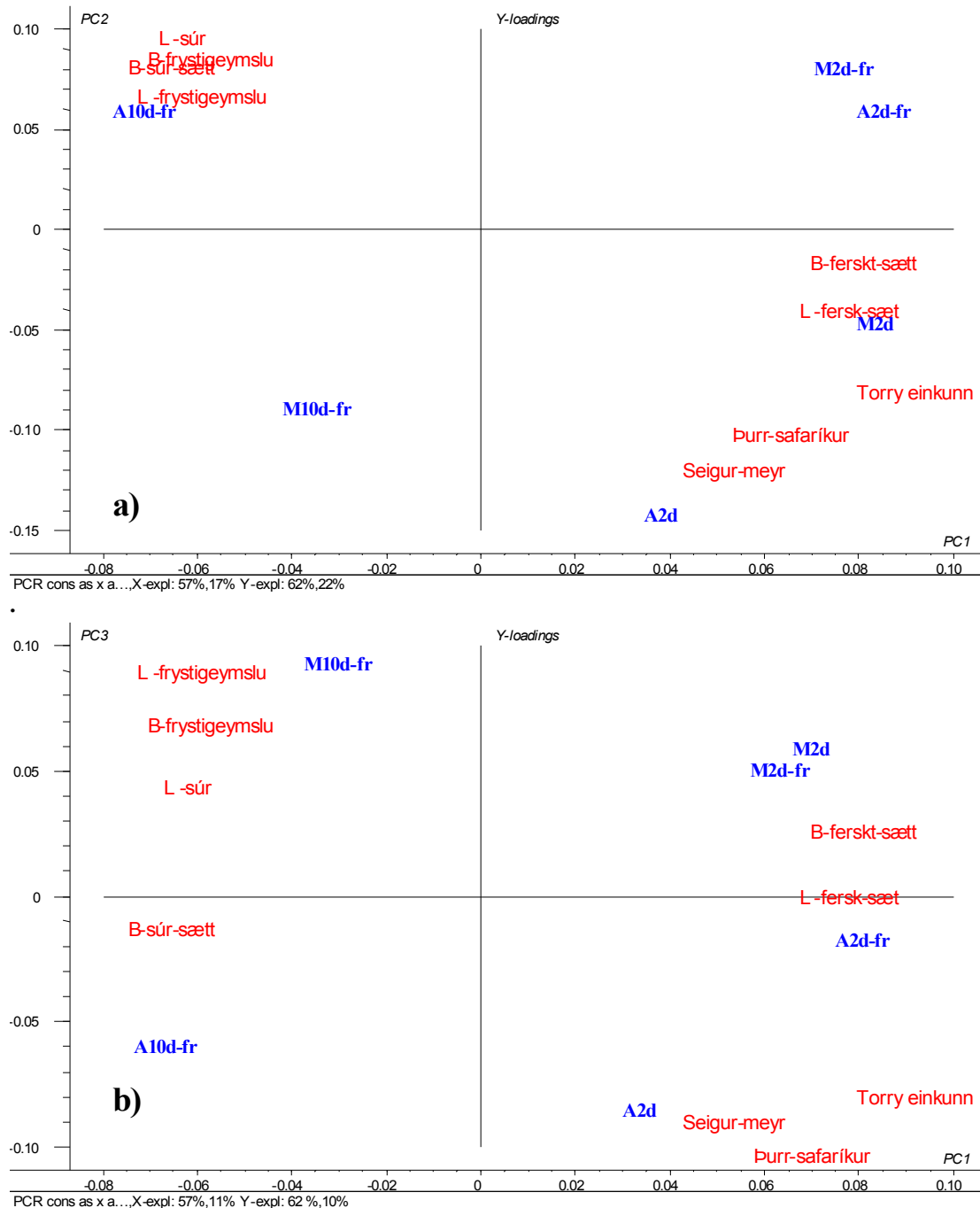


Mynd 57. Kortlagning geðjunar (heildaráhrif) neytenda (Internal preference mapping) fyrir sex mismunandi flakahópa. Skor sýna (scores) og framlög breyta (loadings) eru sýnd fyrir a) PC1 vs. PC2 og b) PC1 vs. PC3.

Nær allir neytendur voru hrifnari af ferskum sýnum, ófrystum eða þíddum. Einhver munur virðist vera á ófrystum og þíddum sýnum samanber PC2 (mynd 57 a) og loft pökkuðum sýnum og sýnum pökkuðum í loftskiptar umbúðir samanber PC3 (mynd 57 b).

Með aðhvarfsgreiningu skynmatsgagna á neytendagögnin voru um 94% breytileikans skýrður með fyrstu þremur höfuðþáttunum (mynd 58 a og b).

Með því að skoða myndina sem sýnir val neytenda (mynd 57) og samband skynmatsþátta og geðjunnar neytenda fyrir sýnahópnum sex (mynd 58) má sjá hvaða skynmatsþættir hafa áhrif á geðjun neytenda.



Mynd 58. Samband milli geðjunar þátta neytenda og skynmatsþátta (þjálfaðir skynmatsdómarar). L = lykt, B = bragð. Y- framlög breyta (loadings) sýnd fyrir a) PC1 vs. PC2 og b) PC1 vs. PC3

Fyrsti höfuðþáttur (PC1) í mynd 57 virðist vera að mestu tengdur ferskleikaþáttum eins og Torry einkunn, fersk-sæt lykt og bragð á öðrum ás, en súru og frystigeymslu lykt og bragði á hinum ásnum. PC1 lýsir aðallega muninum á loftþökkuðum sýnahóp

sem geymdur hafði verið í 10 daga og sýnum sem geymd hafa verið í 2 daga. Sýnahópurinn sem geymdur var 10 daga í loftskiptum umbúðum fellur á milli, þó er hann mun nær 10 daga loftpakkaða sýna hópnum en sýnahópum sem geymdir voru í 2 daga.

PC2 virðist greina á milli ófrystra og þíðra sýnahópa, en þó einkum milli loftpakkaða ófrystra sýnahópsins sem geymdur var í 2 daga og annarra sýnahópa. Sá hópur var safaríkari og meyrari í samanburði við aðra sýnahópa. PC3 virðist greina á milli loftpakkaðra sýna og sýna sem pökkuð voru í loftskiptar umbúðir, þar sem sýni pökkuð í loftskiptar umbúðir voru þurrari og seigari og höfðu meira frystigeymslu bragð og lykt.

Niðurstöður aðhvarfsgreiningar á lykt af flökum (10.8. viðauki 8) sýndi mjög svipaða dreifingu og sjá má á mynd 57 og 58, og sömuleiðis aðhvarfsgreining á öllum þáttum sem neytendur gáfu einkunnir fyrir (heildaráhrif, áferð og bragð) (10.8. viðauki 8). Auk þess mátti sjá að heildaráhrif, áferð og bragð voru hópuð saman fyrir hvern sýnahóp. Það var athyglisvert að neytendur virtust ekki kjósa loftpakkaða ófrosna sýnahópinn sem geymdur var í 2 daga sem fékk hæstu einkunn fyrir ferskleika samkvæmt mati skynmatsdómara.

Svo virtist vera að neytendur kysu helst tveggja daga ófrystra sýnahópinn sem pakkaður var í loftskiptar umbúðir og að þeir vildu frekar þíð en ófryst sýni geymd í tvo daga, hvort sem þau voru geymd í lofti eða loftskiptum pakkningum. Þegar athugasemdir neytenda (10.7. viðauki 8) voru skoðaðar kom í ljós að 15 neytendur höfðu neikvæðar athugasemdir um áferð ófrystra sýnahópsins sem pakkað var í loftpakkningar og geymdur 2 daga. Þessi sýni var dæmd meyrust og safaríkust af skynmatshópnum og virðist neytendum þykja þau of mjúk og safarík.

Af ófrystu tveggja daga sýnahópnum líkaði neytendum betur sýnahópurinn sem var í loftskiptum umbúðum en sýnahópurinn í loftpakkningum. Það gæti því verið að samsetning lofttegunda hafi verið farin að hafa áhrif á áferð og/eða bragð sýnahópsins sem var í loftskiptu umbúðunum þó geymslutíminn hafi aðeins verið 2 dagar. Niðurstöður bentu einnig til þessa, þar sem loftpökkuðu sýnin voru marktækt meyrari en sýnin í loftskiptu pakkningunum.

Þriðji höfuðþátturinn (PC3) benti til að sýnahóparnir í loftskiptu umbúðunum hefðu meiri frystigeymslulykt og -bragð, auk þess að vera þurrari og seigari. Svo virtist vera sem neytendur finndu þetta líka þar sem sumir þeirra skrifuðu athugasemdir um óvenjulega lykt og bragð af sýnahópum í loftskiptum umbúðum.

7. ÁLYKTANIR

Í geymsluþolstilraunum með ófryst flök kom í ljós að mjög svipaðar heildarörverutalningar fengust á LH-agar, járnagar og með Malthus-tækninni. Þetta átti einkum við um loftskýnin. Í tilraunum með þídd flök var þessu öðruvísi farið. Þannig fengust í langflestum tilvikum mun hærri talningar á LH-agar en á járnagar og samkvæmt Malthus-tækninni. Þetta bendir til þess að einhver sérhæfð överuflóra nái að vaxa á LH-agar sem ekki komi fram með hinum aðferðunum. Malthus-tækni hefur reynst vel fyrir talningar (heildarörverufjölda, fjölda *Pseudomonas* og *P. phosphoreum*) í ferskum fiski. Aftur á móti kom í ljós að heildarörverufjöldi mældur með Malthus-tækni (SPYE-æti) var lægri en með hefðbundnum aðferðum í þíddum fiski. Þetta bendir til þess að hluti af flórunni sem vex á hefðbundnu æti (LH-agar) sýnir ekki svörun í Malthus-tækinu í þíddum fiski. Þess vegna er Malthus-tækni með þessu æti ekki heppileg fyrir talningar á heildarfjölda örvera í frystum og þíddum fiski. Einangrun og talningar á *P. phosphoreum* með Malthus-tækni hefur reynst vel.

Pökkun í loftskiptar umbúðir lengdi geymsluþol þíðra flaka um viku samanborið við flök sem pakkað var í lofti. Einkunnir fyrir ferskleikamat samkvæmt skynmati sýndu að geymsla í loftskiptum pakkningum lengir þann tíma sem fiskurinn er mjög bragðlaus eða hlutlaus á bragðið. Á fyrstu dögum geymslutímans í kæli þegar fiskur hefur enn sætt einkennandi bragð var mjög lítil munur á loft- og MAP-flökum samkvæmt skynmati. Eftir 15 mánuði í frysti fengu jákvæðir skynmatsþættir aldrei háar einkunnir jafnvel í upphafi geymslutímans. MAP-flökin dæmdust aðeins þurrari og seigari en loftflökin. Mjög gott samræmi var milli niðurstaðna skynmats, örveru- og efnamælinga í öllum geymsluþolstilraunum. Eftir 6 vikur og 8 mánaða frystigeymslu voru TMA gildi svipuð í loft- og MAP-flökum við lok geymsluþols. Sama átti við um TVB mælingar. Við lok geymsluþols var heildarörverufjöldi í loftflökum á bilinu 8,5-8,8 en í MAP-flökum 6,9-7,2.

Drip mældist hærra í þíddum flökum en ófrystum. Það var innan við 5% eftir fimm daga geymslu í kæli í ófrystu flökunum en um 7 til 9% í þídda fiskinum. Heldur hærra drip (1,5-5%) mældist í MAP-flökum en flökum sem pakkað var í lofti.

Frysting hafði lítil áhrif á heildarörverufjölda og fjölda H_2S -myndandi örvera. Eftir eins dags frystigeymslu var fjöldi *P. phosphoreum* marktækt minni við $-20^{\circ}C$, $-24^{\circ}C$ og $-30^{\circ}C$. Tími í frystigeymslu hafði afgerandi áhrif á örverufjölda, einkum sérhæfðar skemmdarörverur. Geymsluhiti við $-20^{\circ}C$ og lengri tími í frysti hafði mest áhrif á dráp á *P. phosphoreum* en þessi gerill var þolnari við -24 og sérstaklega $-30^{\circ}C$. Fyrri hluta frystigeymslutímans var *S. putrefaciens* mun þolnari gagnvart frystiskemmdum en *P. phosphoreum*. Eftir eins árs frystigeymslu höfðu allar *P. phosphoreum* frumur drepist við $-20^{\circ}C$ en við -24 og $-30^{\circ}C$ komu þær fram eftir 3 vikna kæligeymslu í MAP. Á sama tíma var *Shewanella putrefaciens* við greiningarmörk við öll geymsuhitastig við þíðingu.

Eftir stuttan tíma í frysti var *P. phosphoreum* ríkjandi sem hlutfall af heildarfjölda örvera í pökkuðum þíddum flökum en með lengri frystigeymslu fór hlutdeild þessa gerils minnkandi. Pökkun þíðra flaka í loftskiptar umbúðir hafði greinileg örveruhemjandi áhrif á örveruflóru. Með lengri frystigeymslu lengdist lagfasinn og örveruvöxtur var hægari. Vexti *P. phosphoreum* seinkaði verulega undir MAP við lengri frystigeymslu þrátt fyrir að þessi gerill sé talinn vera mjög þolinn fyrir CO_2 . Þetta er hugsanlega vegna frumuskemmda eftir lengri frystigeymslu. Niðurstöður rannsókna á myndun TVB og TMA voru í góðu samræmi við vöxt *P. phosphoreum*.

Íslenskir neytendur fundu mun á fiski sem geymdur hafði verið tvo og tíu daga í kæli og líkaði betur ferski fiskurinn.

Þriggja vikna geymsluþol sem náðist með loftskiptum þakningum gæti aukið svigrúm til breyttra flutningaleiða flaka á kælimarkað erlendis. Niðurstöður þessara rannsókna sýna ótvírætt að til að ná sem lengstu geymsluþoli fiskflaka í kæli skiptir meginmáli að upphafsgerlafjöldi sé lágur og hitastigi sé haldið stöðugu og sem næst 0°C allan geymslutímann.

Niðurstöður þessara tilrauna gefa tilefni til nánari greininga á örverum til að varpa frekara ljósi á ýmis atriði sem ekki er unnt að útskýra að fullu út frá þeim rannsóknum sem þegar hafa verið gerðar. Unnt er að pakka sjófrystum flakabítum beint í neytendaumbúðir og láta fiskinn þiðna í flutningi. Frekari rannsókna er þörf á umbúðum og magni gastegunda til að unnt sé að kanna hagkvæmni flutninga með skipum.

8. ÞAKKARORÐ

Kærar þakkir til Rannsóknarráðs Íslands fyrir veittan styrk til verkefnisins. Við þökkum fyrirtækjunum Ísaga og Útgerðarfélagi Akureyringa fyrir veitta styrki og góða samvinnu, sérstaklega þeim Eddu Magnúsdóttur, Ísaga og Arnheiði Eyþórsdóttur, ÚA. Einnig þökkum við Ásu Þorkelsdóttur, skynmatshópi Rf og starfsfólki efna- og örverustofu fyrir gott samstarf.

9. HEIMILDIR

AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*, 15th ed. Association Official Analytical Chemists, Washington, DC. P 869-870

Banks JG, Rossiter LM, Clark AE. 1989. Selective detection of *Pseudomonas* in foods by a conductance technique. In: Balows A, Tition RC, Turano A, editors. *Rapid Methods and Automation in microbiology and Immunology*. Brescia: Brixia Academic Press. P 725-727.

Billon J, Ollieuz JN, Tao SH. 1979. *Rev. Tech. Vét. de l'Alimentation* 1149: 13-17.

Bøknæs N, Østerberg C, Nielsen J, Dalgaard P. 2000. Influence of freshness and frozen storage temperature on quality of thawed cod fillets stored in modified atmosphere packaging. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie* 33 (3): 244-248.

Boknæs N, Osterberg C, Sorensen R, Nielsen J, Dalgaard P. 2001. Effects of technological parameters and fishing ground on quality attributes of thawed, chilled cod fillets stored in modified atmosphere packaging. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie* 34: 513-520.

Boknæs N, Jensen KN, Guldager HS, Osterberg C, Nielsen J, Dalgaard P. 2002. Thawed chilled Barents Sea cod fillets in modified atmosphere packaging – Application of multivariate data analysis to select key parameters in good manufacturing practice. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie* 35: 436-443.

Capell CJ, Kirby RM, Moss MO. 1995. A method and medium for electrical detection of *Listeria* spp. from food. *Int. J. Food Microbiol.* 25: 169-178.

Dalgaard P. 1995a. Qualitative and quantitative characterization of spoilage bacteria from packed fish. *Int. J. Food Microbiol.* 26: 319-333.

Dalgaard P. 1995b. Modelling of microbial activity and prediction of shelf life for packed fresh fish. *Int. J. Food Microbiol.* 26: 305-317.

Dalgaard P, Gram L, Huss HH. 1993. Spoilage and shelf life of cod fillets packed in vacuum or modified atmospheres. *Int. J. Food Microbiol.*, 19: 283-294.

Dalgaard P, Mejlholm O, Huss HH. 1996. Conductance method for quantitative determination of *Photobacterium phosphoreum* in fish products. *J. Appl. Bacteriol.*, 81: 57-64.

Dalgaard P, Mejlholm O, Christiansen TJ, Huss HH. 1997. Importance of *Photobacterium phosphoreum* in relation to spoilage of modified atmosphere-packed fish products. *Lett. Appl. Microbiol.* 24: 373-378.

Davis HK. 1990. Some effects of modified atmosphere packaging gases on fish and chemical tests for spoilage. In: *Chilling and Freezing of New Fish Products*, Int. Inst. Refrig., Commission C2, Aberdeen 1990-3. P 201-207.

Dupont J, Ménard D, Hervé C, Minier B. 1994. Analytical procedure for use of conductance measurements to estimate *Escherichia coli* in shellfish. *J. Appl. Bacteriol.* 77: 296-302.

Einarsson H, Lauzon HL. 1996. Predictive modelling of shelf life of fish and meat prediction. Final report AIR 2 CT-93 1251, 26 p.

Emilía Martinsdóttir, Hannes Magnússon og Páll Steinþórsson. 1991. Geymsluþol á ófrystum og þíddum flökum í ís, *RIT Rf.* nr. 30.

Emilía Martinsdóttir og Hannes Magnússon. 1993. Geymsluþol á ófrystum og þíddum karfa í ís, *RIT Rf.* nr. 38.

Emilía Martinsdóttir, Hannes Magnússon og Kári P. Ólafsson. 1998. Sjófryst flök sem kælivara. *RIT Rf.* nr. 16.

- Gatti M, Neviani E. 1993. A new simple medium for the detection of *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* by measurement of conductance changes. *Lett. Appl. Microbiol.* **17**: 72-74.
- Gibson DM, Odgen ID. 1987. Estimating the shelf life of packed fish. In: Kramer DE, Liston J, editors. *Seafood Quality Determination*. Proceedings of an International Symposium, University of Alaska, Sea Grant College Program, Anchorage, Alaska, USA, 10-14 November 1986, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, NL. P 437-451
- Gibson DM, Odgen ID, Hobbs G. 1984. Estimation of the bacteriological quality of fish by automated conductance measurements. *Int. J. Food Microbiol.* **1**: 127-134.
- Gram L, Huss HH. 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. *Int. J. Food Microbiol.* **33**: 121-137.
- Gram L, Trolle G, Huss HH. 1987. Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0°C) and high (20°C) temperatures. *Int. J. Food Microbiol.* **4**: 65-72.
- Guðmundur Stefánsson og Grímur Valdimarsson. 1982. Geysla á ferskum fiski-Pökkun fiskflaka í koldíoxíð. *RIT Rf* nr. **3**.
- Guldager HS, Bøknæs N, Østerberg C, Nielsen J, Dalgaard P. 1998. Thawed cod fillets spoil less rapidly than unfrozen fillets when stored under modified atmosphere at 2°C. *J. Fd. Protection*, **61**: 1129-1136.
- Hannes Magnússon, Emilía Martinsdóttir og Páll Steinþórsson. 1990. Áhrif frystingar og frystigeymslu á geymsluþol þorsks eftir þíðingu, *RIT Rf* nr. **26**.
- Jørgensen BR, Gibson DM, Huss HH. 1988. Microbiological quality and shelf life prediction of chilled fish. *Int. J. Food Microbiol.* **6**: 295-307.
- Klausen NK, Huss HH. 1987. A rapid method for detection of histamine-producing bacteria. *Int. J. Food Microbiol.* **5**: 137-146.
- Lauzon HL. 1997. Shelf Life and Bacteriological Spoilage of American Plaice (*Hippoglossoides platessoides*). *M.S. ritgerð* við H.Í. október 1997, 61 bls.
- Lauzon, H.L. 2000. Shelf-life and Bacteriological Spoilage of American Plaice (*Hippoglossoides platessoides*). In: *Seafood in Health and Nutrition, Transformation in Fisheries and Aquaculture*. Global Perspectives, A ScienceTech book, St. John's, NF, Canada, ISBN No. 0-9683220-1-8. P 327-354.
- Lindsay RC, Josephson DB, Ólafsdóttir G. 1986. Chemical and biochemical indices for assessing the quality of fish packaged in controlled atmospheres. In: Kramer DE, Liston J, editors. *Seafood Quality Determination*. Proceedings of an International Symposium, University of Alaska, Sea Grant College Program, Anchorage, Alaska, USA, 10-14 November 1986, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, NL. P 221-234.
- Malle P, Tao SH. 1987. Rapid Quantitative Determination of Trimethylamine using Steam distillation. *J. Food Prot.* **50**: 756-760.
- Magnússon H, Martinsdóttir E. 1995. Storage quality of fresh and frozen-thawed fish in ice. *J. Food Sci.* **60** (2): 273-278.
- Martinsdóttir E. 1998. Sensory evaluation in the research of fish freshness. In: Ólafsdóttir G. and others, editors. *Methods to determine the freshness of fish in research and industry*. International Institute of Refrigeration. P 306-312.
- Martinsdóttir E, Magnússon H. 2001. Keeping quality of sea-frozen thawed cod fillets in ice. *J. Food Sci.*, **66** (9): 1402-1408.

Martinsdottir E, Sveinsdottir K, Luten JB, Schelvis-Smit R, Hyldig G. 2001. Reference manual for the fish sector: Sensory evaluation of fish freshness. QIM Eurofish. P.O.BOX 68, 1970 AB IJmuiden, the Netherlands.

Petitt, SB. 1989. A conductance screen for enterobacteriaceae in foods. In: Stannard CJ, Petitt SB, Skinner FA, editors. *Rapid Microbiology Methods for Foods, Beverages and Pharmaceuticals*, Oxford: Blackwell Science. P. 131-141.

Pless P, Futschik K, Schopf E. 1994. Rapid detection of salmonellae by means of a new impedance-splitting method. *J. Food Prot.* **57**: 369-375.

Richards JCS, Jason AC, Hobbs G, Gibson DM, Christie RH. 1978. Electronic measurements of bacterial growth. *J. Phys. E. Sci. Instrum.* **11**: 560-568.

Scott DN, Fletcher GC, Hogg MG. 1986. Storage of snapper fillets in modified atmospheres at -1°C. *Fd. Technol. in Australia* **38** (6): 234-238.

Shewan J M, Macintosh RG, Tucker CG, Ehrenberg ASC. 1953. The development of a numerical scoring system for the sensory assessment of the spoilage of wet white fish stored in ice. *Journals of Science of Food and Agriculture*, 4 June 1953: 283-298.

Stammen K, Gerdes D, Caporaso F. 1990. Modified atmosphere packaging of seafood. *Food Science and Nutrition* **29**: 5.

Stenström IM. 1985. Microbial flora of cod fillets (*Gadus morhua*) stored at 2°C in different mixtures of carbon dioxide and nitrogen/oxygen. *J. Food Prot.* **48** (7): 585-589.

Stone H, Sidel JL. 1985. *Sensory evaluation practices*. Academic Press, Inc. Orlando, Florida. 311p.

van Spreekens KJA. 1974. The suitability of Long and Hammer's medium for the enumeration of more fastidious bacteria from fresh fishery products. *Ant. Leeuw.* **25**: 213-219.

10. VIÐAUKAR

10.1. Viðauki 1

Einkunnastigi fyrir mat á ferskleika á soðnum þorski

Lykt	Bragð	Einkunn
Dauf lykt af sætri soðinni mjólk, sterkju	Vatnskennt, málmkennt. Ekki sætt en kjötkennt munnhrif, e.t.v. örlítil sæta	10
Skelfisk-, þörungalykt, soðið kjöt	Sætt, kjötkennt, einkennandi fyrir tegundina	9
Minnkandi hlutlaus lykt	Sætt, einkennandi en daufara	8
Sag, timbur, vanilla	Hlutlaust	7
Soðin mjólk, soðnar kartöflur	Bragðlítið (í átt að óbragði)	6
Mjólkurkönnulykt, soðinn þvottur	Aðeins súrt, vottur af óbragði	5
Súr mjólk, mjólkursýra, TMA-lykt	Aðeins beiskt, súrt, vottur af TMA (sigið), óbragð	4
Ediksýru-, smjörkýru-, sápu-, rófulykt	Sterkt beiskt, TMA bragð, örlítið súlfít	3

Sýni nr.	Torry-einkunn

QDA-þættir

Lykt

Fersk-sæt lykt (uppbíddur fiskur)

engin	mikil
-------	-------

Súr lykt (skemmdar, sæt væmin)

engin	mikil
-------	-------

Frustigeymslu-eða harðfisklykt

engin	mikil
-------	-------

Bragð

Ferskt-sætt bragð (uppbíddur fiskur)

ekkert	mikið
--------	-------

Súr-sætt væmið bragð (skemmdar)

ekkert	mikið
--------	-------

Frustigeymslu- eða harðfiskbragð

ekkert	mikið
--------	-------

Áferð

þurr/safaríkur

þurr	safaríkur
------	-----------

seigur/meyr

seigur	meyr
--------	------

10.2. Viðauki 2

Viðhorfskönnun

(fyllist út af þeim sem oftast sér um innkaup á heimilinu)

1. Kyn: *KK* *KVK*
2. Aldur: _____ *ára*
3. Hvað eruð þið mörg í fjölskyldunni sem borðið saman að jafnaði? _____
4. Þegar þú kaupir fisk, hversu miklu máli skipta eftirfarandi atriði þig?

	mjög litlu máli	litlu máli	veit ekki	miklu máli	mjög miklu máli
<i>Ferskleiki</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Verð</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Hreinleiki</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Hollusta</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Framleiðsludagur</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Jöfn vörugæði</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Stöðugt framboð</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Framleiðandi</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Hætta á matareitrun</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Hvar kaupir þú eða útvegar þér fisk?

	aldrei	sjaldan	veit ekki	oftast	alltaf
<i>Með heimsendingu</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Í stórmörkuðum</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Í fiskbúðum</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Beint frá sjómanni</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Frá ættingjum</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Hvort kýst þú frekar að kaupa fisk í fiskbúð eða stórmarkaði?

- Fiskbúð*
- Stórmarkaði*
- Alveg sama*

Hvers vegna?

7. Þegar þú kaupir fisk, hversu oft velur þú að kaupa hann á eftirfarandi hátt?

	aldrei	sjaldan	veit ekki	oftast	alltaf
Heill, slægður fiskur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flök með roði	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Roðflett flök	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fiskhakk/fars	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tilbúnir réttir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fryst flök	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frysta tilbúna rétti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Hvort kaupir þú frekar fisk í neytendapakningum eða ópakkaðan fisk/flök úr fiskborði?

- Fisk í neytendapakningum
 Ópakkaðan fisk/flök úr fiskborði
 Alveg sama

9. Veist þú hvað loftskiptar pakningar eru?

- Já
 Nei
 Ég held það

10. Myndir þú kaupa fisk sem þú vissir að væri pakkaður í loftskiptar pakningar (MAP)?

- Já
 Nei
 Veit ekki

11. Hversu oft borðar þú fisk?

1-2x í mán. 3-4x í mán. 1-2 x í viku 3-4 x í viku 5 x eða oftar í viku

Á eitthvað annað við um aðra í fjölskyldunni?

- Nei
 Já

Ef svarið er já, þá hvern og að hvaða leiti ?

12. Hvar borðar þú fisk ?

	aldrei	sjaldan	veit ekki	oftast	alltaf
<i>Heima</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Í mötuneyti</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Á veitingastað</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Annars staðar</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

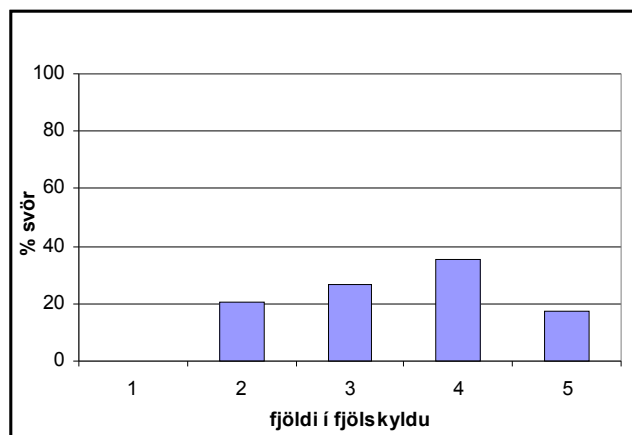
Ef svarið var annars staðar, þá hvar ?

10.3. Viðauki 3

Niðurstöður viðhorfskönnunar

Hér á eftir fara spurningarnar sem spurt var ásamt stöplaritum sem sýna svörun í %:

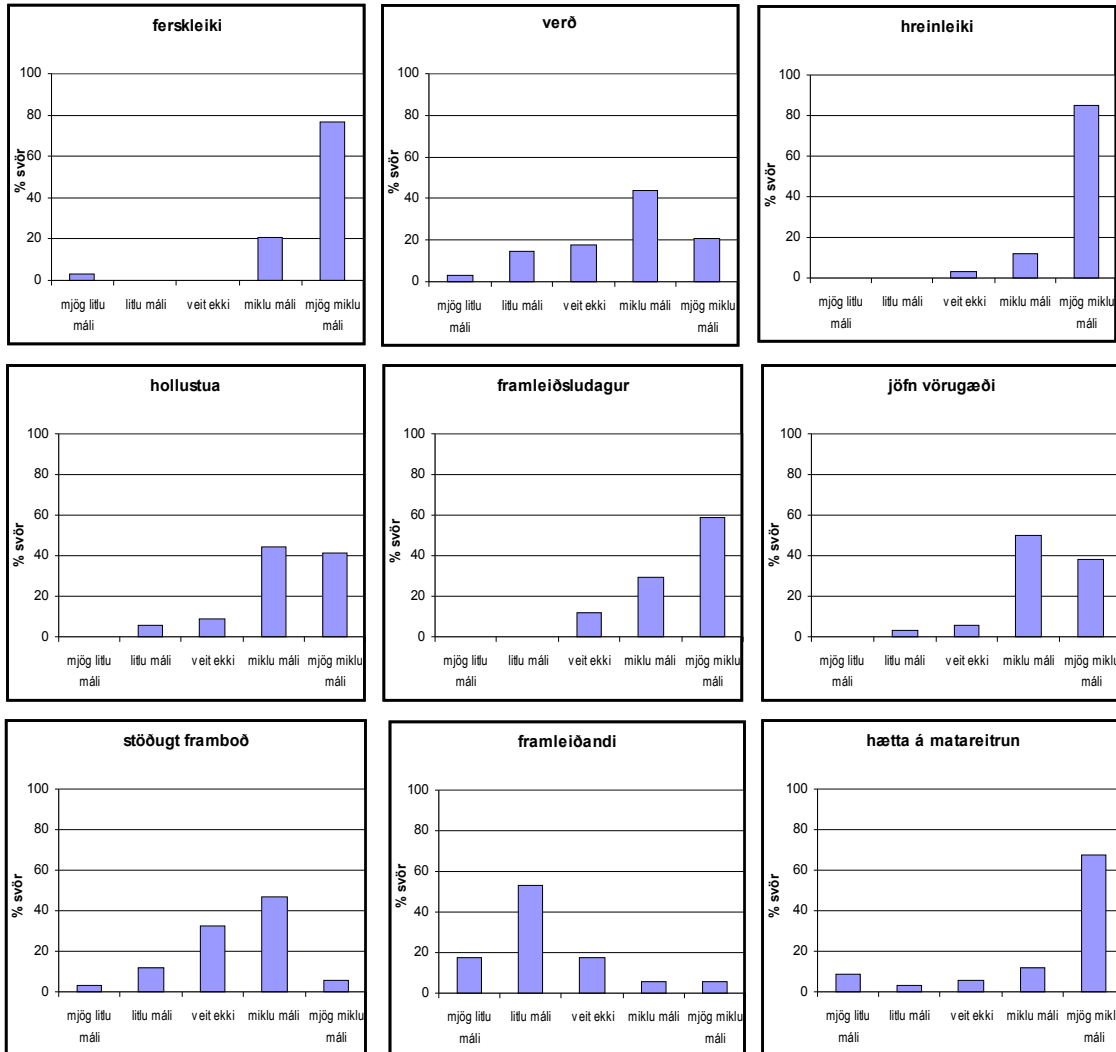
Hvað eruð þið mörg í fjölskyldunni sem borðið saman að jafnaði ?



Mynd 1. Fjöldi fjölskyldumeðlima sem snæðir að jafnaði saman.

Algengast var að fjórir fjölskyldumeðlimir snæddu saman og að meðaltali 3,5.

Þegar þú kaupir fisk, hversu miklu máli skipta eftirfarandi atriði þig ?

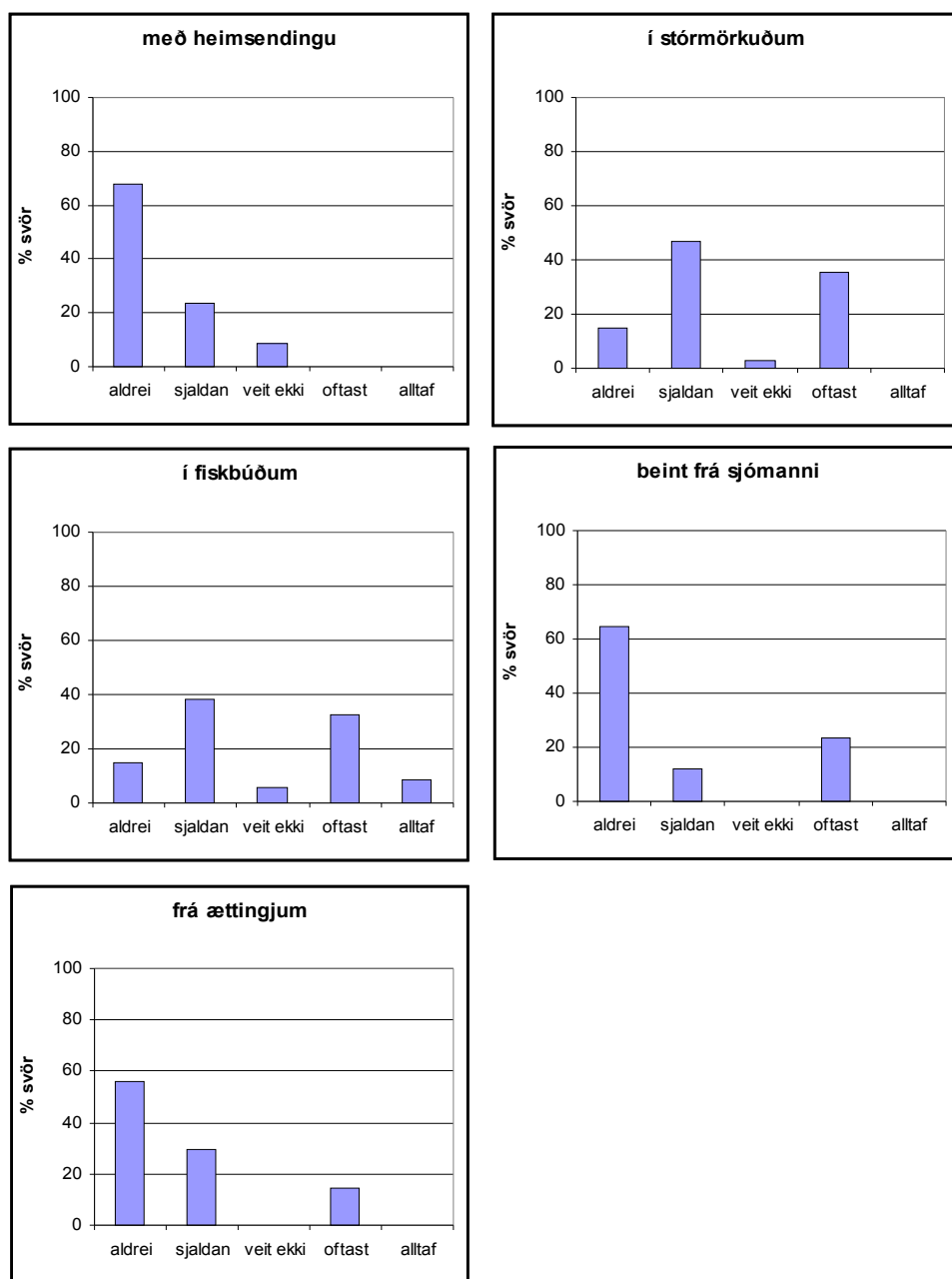


Mynd 2. Mikilvægi nokkurra þátta varðandi kaup á fiski að mati neytenda

Ferskleiki og hreinleiki voru sérstaklega mikilvægir þættir að mati neytenda þar sem nær 100% þeirra eða sögðu þá þætti skipta miklu eða mjög miklu máli. Hollustua, framleiðsludagur, hætta á matareitrun og jöfn vörugæði voru einnig mikilvægir þættir því 80% neytenda töldu þá þætti skipta miklu eða mjög miklu máli.

Verð, stöðugt framboð og framleiðandi voru þeir þættir sem skiptu neytendum hvað minnstu máli.

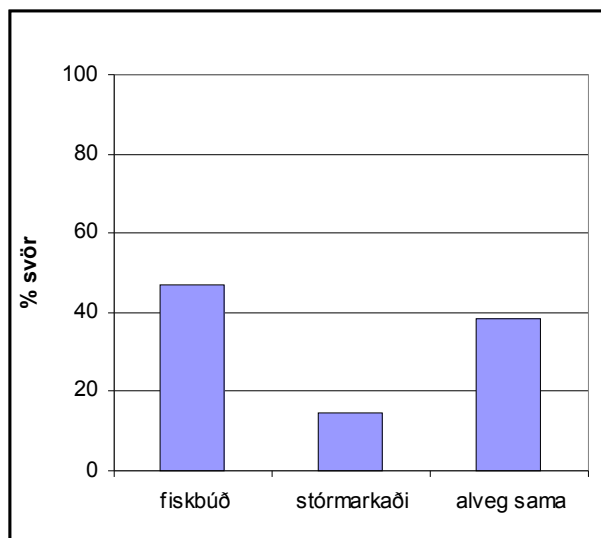
Hvar kaupir þú eða útvegar þér fisk ?



Mynd 3. Hvar kaupir fólk eða útvegar sér fisk.

Mjög fáir neytendur nýta heimsendingarþjónustu, útvega sér fisk beint frá sjómanni eða frá ættingjum. Langflestir kaupa fisk í stórmörkuðum eða fiskbúðum. Svo virðist sem hægt sé að skipta neytendum í tvo jafnstóra hópa, þar sem anna kaupir fisk í stórmörkuðum en hinn í fiskbúðum.

Hvort kýst þú frekar að kaupa fisk í fiskbúð eða stórmarkaði ?



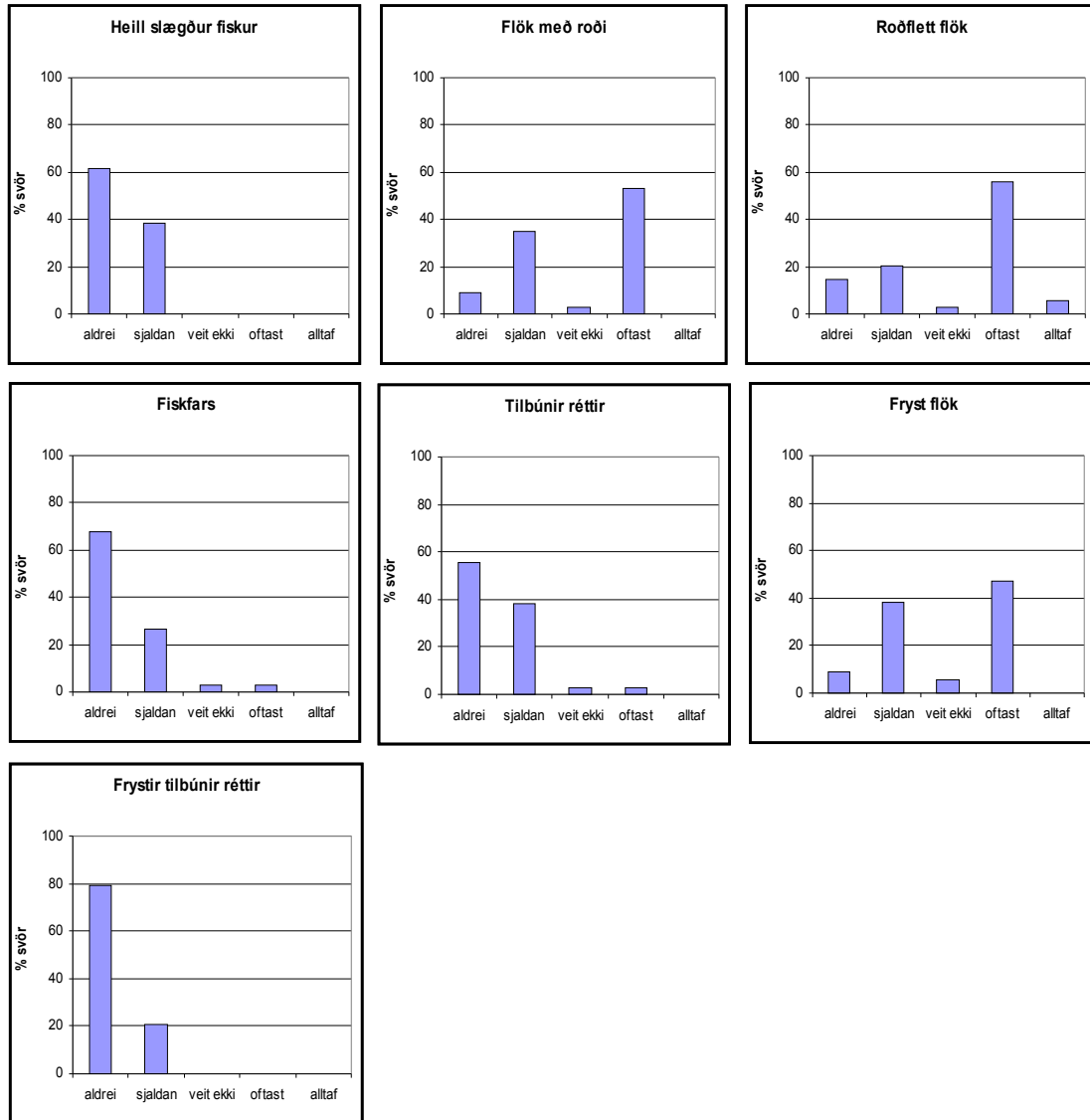
Mynd 4. Hvort kýs fólk að versla fisk í fiskbúð eða stórmarkaði?

Meirihluti neytenda kýs að kaupa fisk úr fiskbúð fremur en í stórmarkaði. Ástæðan sem oftast var gefin var að fiskur í fiskbúð væri ferskari, meira úrval, skemmtilegra að versla í fiskbúð og neytendur vildu fremur styðja fiskbúðir en stórmarkaði.

Þeir sem völdu frekar að kaupa fisk í stórmörkuðum sögðu ástæðuna þá að það væri ódýrara og þægilegra að hafa alla vöru á sama stað.

Þeim neytendum sem fannst ekki skipta máli hvort þeir keyptu fiskinn í fiskbúð eða stórmarkaði sögðust fara þangað sem auðveldara var að fara, töldu gæði vera svipuð í fiskbúðum og stórmörkuðum eða sögðust leita þangað sem ferskasti fiskurinn væri í boði.

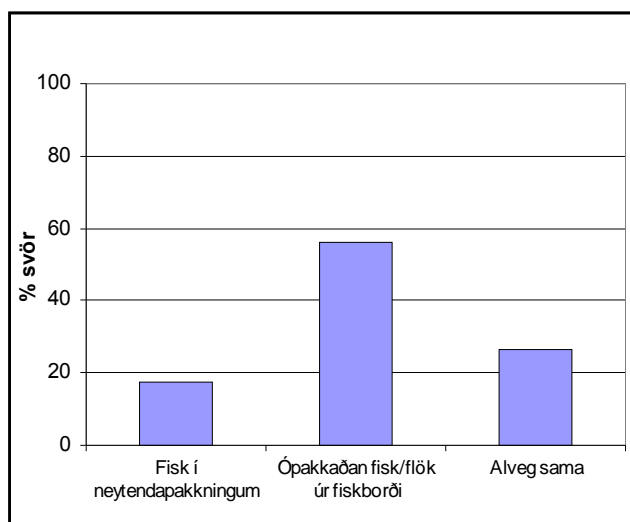
Þegar þú kaupir fisk, hversu oft velur þú að kaupa hann á eftirfarandi hátt ?



Mynd 5. Hversu mikið unninn kýs fólk að kaupa fisk

Flestir neytendur kaupa flök með eða án roðs, fersk eða frosin. Heill slægður fiskur er sjaldan eða aldrei keyptur og það sama má segja um fiskfars og tilbúna rétti hvort sem þeir eru ferskir eða frosnir.

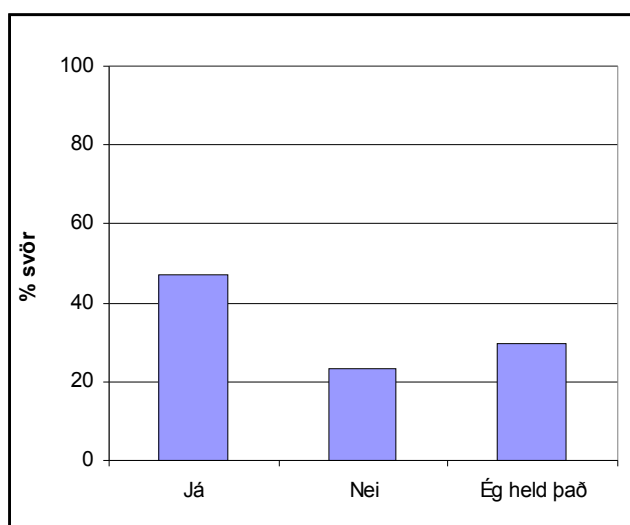
Hvort kaupir þú frekar fisk í neytendapakkingum eða ópakkaðan fisk/flök úr fiskborði?



Mynd 6. Hvort vilja neytendur ópakkaðan fisk eða fisk í neytendapakkingum

Flestir neytendur kjósa að kaupa ópakkaðan fisk fremur en fisk í neytendapakkingum. Þó eru nær 30% sem segja það ekki skipta máli og velja því líklega ýmist ópakkaðan fisk eða fisk í neytendapakkingum.

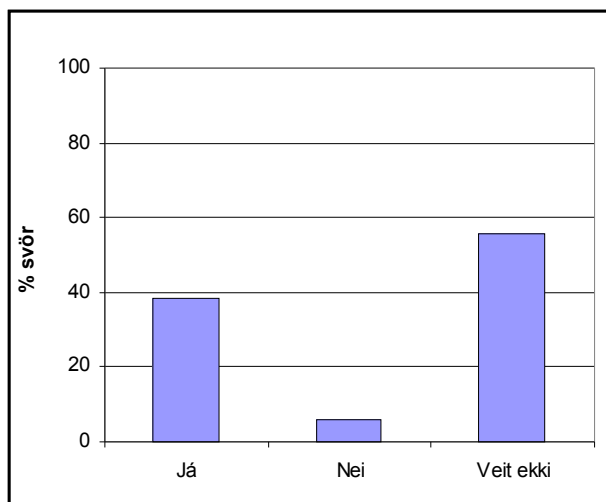
Veist þú hvað loftskiptar pakkningar eru ?



Mynd 7. Hlutfall neytenda sem veit hvað loftskiptar pakkningar eru

Tæplega 80% neytenda vita eða telja sig vita hvað loftskiptar pakkningar eru, en rúmlega 20% vita það ekki.

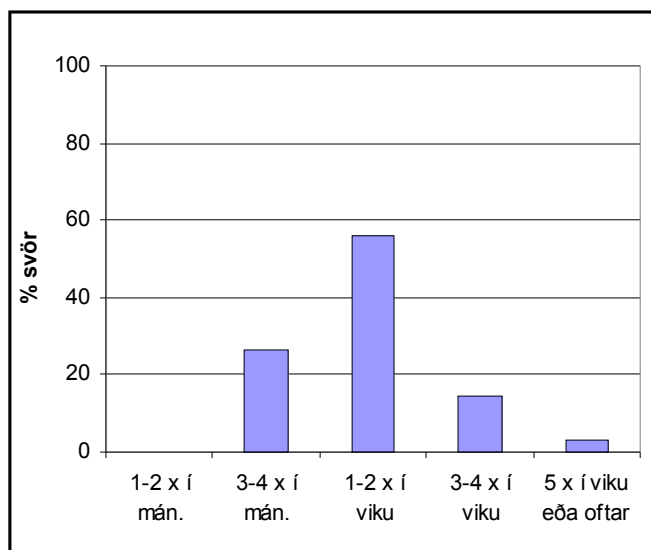
Myndir þú kaupa fisk sem þú vissir að væri pakkaður í loftskiptar pakningar (MAP) ?



Mynd 8. Hlutfall neytenda sem myndu kaupa fisk í loftskiptum umbúðum

Þrátt fyrir að nálægt 80% neytenda telji sig vita hvað loftskiptar pakningar eru, myndu aðeins um 40% neytenda kaupa fisk í loftskiptum pakningum, en um 55% eru óákveðnir.

Hversu oft borðar þú fisk ?

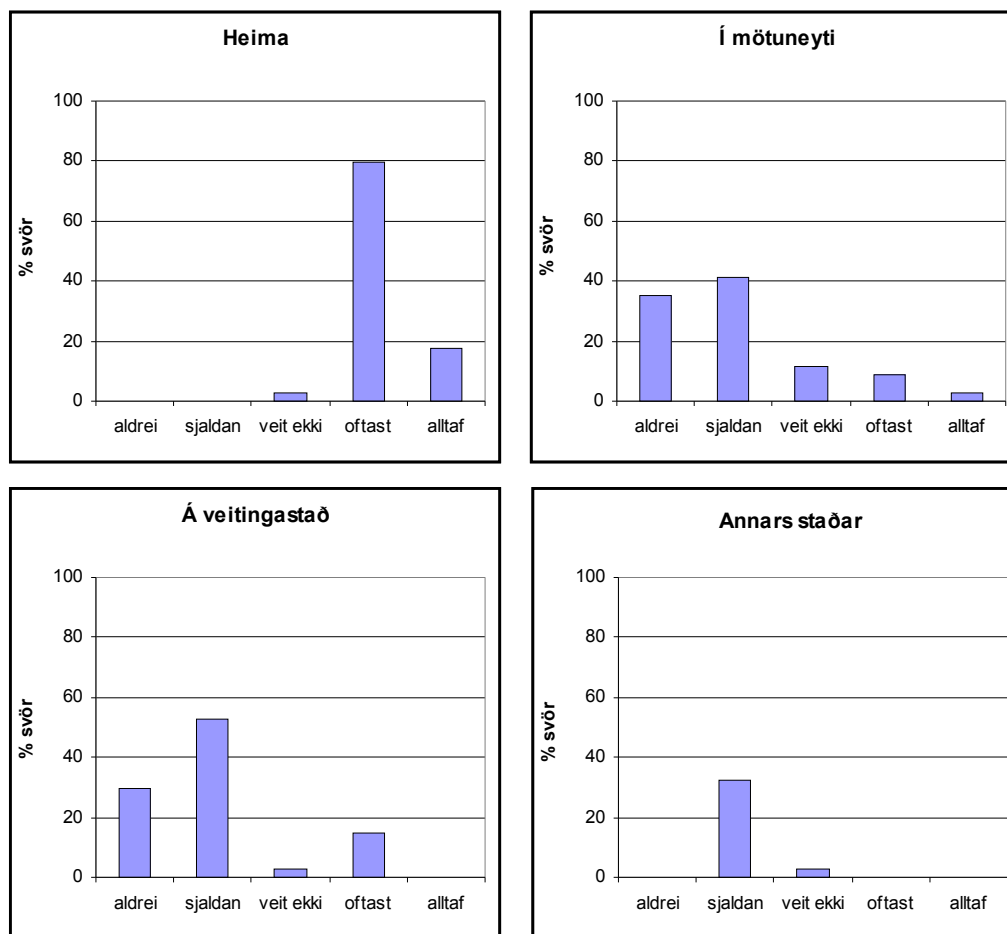


Mynd 9. Tíðni snæddra fiskmáltíða innan fjölskyldu

Flestir neytendur borða fisk 1-2 sinnum í viku, eða um 55% og nær 20% neytenda borða fisk oftar. Um 25% neytenda borða fisk aðeins 3-4 sinnum í mánuði.

Tæp 30% neytenda svöruðu því til að ekki borðuðu allir í fjölskyldunni jafnoft fisk. Yfirleitt voru það börnin sem fengu fisk oftar í skóla, á leikskóla eða hjá dagmómmum eða fólk borðaði fisk oftar á vinnustað.

Hvar borðar þú fisk ?



Mynd 10. Hvar borða neytendur fisk

Nær 100% neytenda borðuðu oftast eða alltaf heima hjá sér. Þeir borða sjaldan fisk í mötuneytum eða á veitingahúsum.

10.4. Viðauki 4

Leiðbeiningar fyrir neytendakönnun á pökkuðum þorskflökum

Könnunin mun fara fram í október/nóvember, og þið munið taka heim með ykkur pökkuð þorskflök í alls 6 skipti (dreifist yfir ca. 4 vikur).

Hver pakki mun innihalda um 400g af þorskflökum, og því getið þið tekið með ykkur tvo pakka ef matreiða á fyrir fleiri en þrjá. **Mikilvægt er að fiskurinn sé matreiddur samdægurs!** (Gefinn verður minnst dags fyrirvari á því hvenær þið fáið fiskinn)

Í hvert skipti sem þið fáið fisk munu fylgja eyðublað fyrir hvern fjölskyldumeðlim og eitt eyðublað fyrir kokkinn. Kokkurinn fyllir bæði út kokkblaðið og fjölskyldublaðið. **Munið að það er mjög mikilvægt að sama fólk sé í mat í hvert skipti.** Á hvert eyðublað þarf að skrá númer sýnis, nafn, dagsetningu og ekki má gleyma aðalatriðinu, mat ykkar á fisknum. Vinsamlegast skilið inn eyðublaðunum strax daginn eftir.

Matreiðsla

Ekki eru gefnar sérstakar leiðbeiningar fyrir matreiðslu, en þó eru nokkur atriði sem mjög mikilvægt er að hafa í huga:

- Mjög mikilvægt er að fiskurinn sé alltaf matreiddur á sama hátt fyrir fjölskylduna (forðist að elda fiskinn á nýjan hátt - best er að matreiða fiskinn eins og fjölskyldan er von að borða fisk)
- Forðist að nota mikið krydd og sterkar sósur
- Ekki gleyma að skrá matreiðsluaðferð og athugasemdir ef einhverjar eru á eyðublaðið fyrir kokkinn

Ef upp koma vandamál eða spurningar varðandi könnunina (við undirbúning máltíðar eða annað), hafið þá samband við Ásu (GSM: 8664391) eða Kolbrúnu (GSM: 6995994).

10.5. Viðauki 5

Neytendakönnun á þökkuðum þorskflökum

Eyðublað fyrir kokkinn

Nafn kokksins: _____ Dagsetning: _____

Aldur: _____

Númer sýnis: _____

Aðferð við matreiðslu: _____

Stutt lýsing á uppskriftinni: _____

Lýstu lyktinni sem þú finnur þegar þú opnar þökkninguna með þorskflökunum:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
afar	mjög	vond	frekar	hvorki	frekar	góð	mjög	afar
vond	vond		vond	né	góð		góð	góð

Athugasemdir: _____

10.6. Viðauki 6

Neytendakönnun á pökkuðum þorskflökum

Eyðublað fyrir hvern fjölskyldumeðlim

Nafn: _____

Dagsetning: _____

Aldur: _____

Númer sýnis: _____

Merktu í viðeigandi reiti hér fyrir neðan til að lýsa því hvað þér finnst um fiskinn sem þú ert að borða:

Heildaráhrif - Hvernig finnst þér fiskurinn ?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
afar	mjög	vondur	frekar	hvorki	frekar	góður	mjög	afar
vondur	vondur		vondur	né	góður		góður	góður

Áferð - Hvernig er fiskbitinn þegar þú bitur í hann og tyggur með tilliti til áferðar ?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
afar	mjög	vondur	frekar	hvorki	frekar	góður	mjög	afar
vondur	vondur		vondur	né	góður		góður	góður

Bragð - Hvernig er bragðið af fisknum ?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
afar	mjög	vont	frekar	hvorki	frekar	gott	mjög	afar gott
vont	vont		vont	né	gott		gott	

Athugasemdir _____

10.7. Viðauki 7

Helstu athugasemdir neytenda.

Minna en helmingur neytenda skrifaði athugasemdir við sýnin, en sumir skrifuðu athugasemdir við fleiri en eitt atriði. Sumar athugasemdir voru málinu ekki viðkomandi og eru því ekki sýndar.

A2d-fr

Svolítið saltur (2)
falleg og þétt flök (3)
dauf lykt (7)
safaríkur (3)
góður fiskur (5)

M2d

fersk lykt (2)
laus í sér (7)
lostæti (4)
skritin lykt/bragð (3)

M2d-fr

Ijótur litur, dekkri, gulari en A2d-fr (3)
blóðblettir (2)
safaríkari (1)
þurr (5)
dauf lykt (5)
aukabragð (3)
aukalykt (3)

A2d

fersk lykt (2)
ekkert/dauft bragð (9)
safaríkur (3)
mjúktur, laus í sér (15) lýsingar mj. neikvæðar
góður/fullkominn þorskur (5)

M10-fr

óætur (5)
fiskibragð, harðfiskur - TMA, ekki ferskur (10)
vökvi í umbúðum (5)
gróf áferð (2)
þurr (2)
seigur (3)

A10d-fr

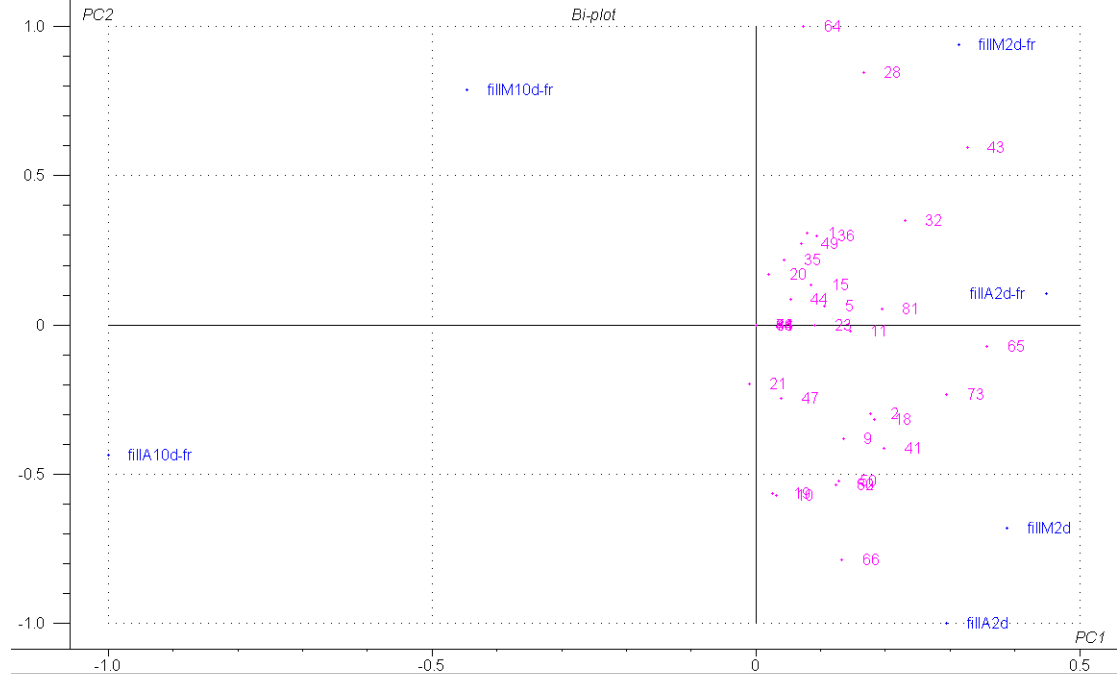
gat ekki borðað (2),
too much fish odour/TMA/not good odour (9)
fishy, old fish, TMA flavour (9)
unappetizing, yellowish liquid in wrappings (5)
faint odour/flavour (4)
soft (1)

10.8. Viðauki 8

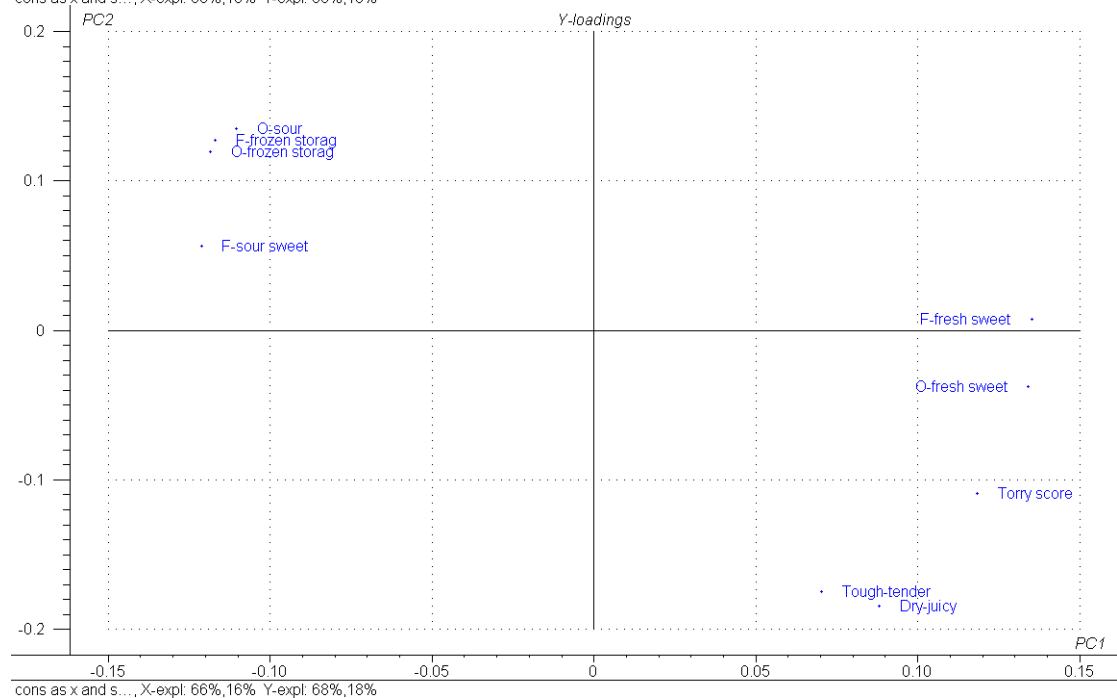
Aðhvarfsgreining var gerð fyrir lykt af flökum og skynmatsþætti, og alla þættina þrjá sem neytendur gáfu einkunnir fyrir (heildaráhrif, áferð og bragð)

lykt af flökum (fill)

skv. RMSEP ætti bara að nota PC1



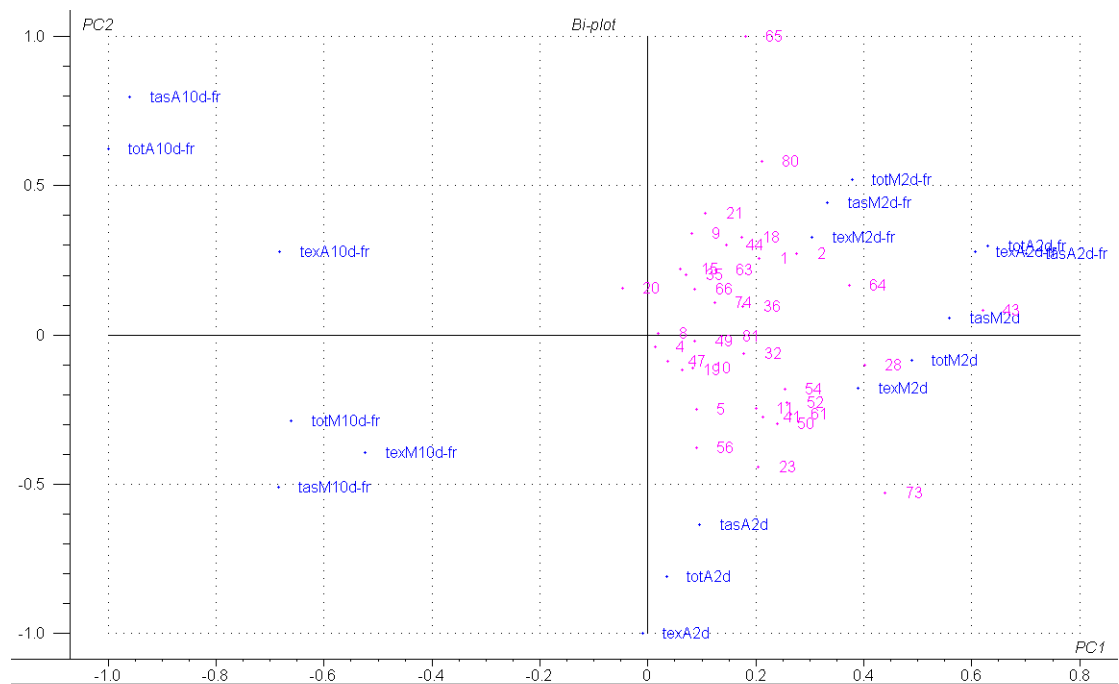
cons as x and s..., X-expl: 66%,16% Y-expl: 68%,18%



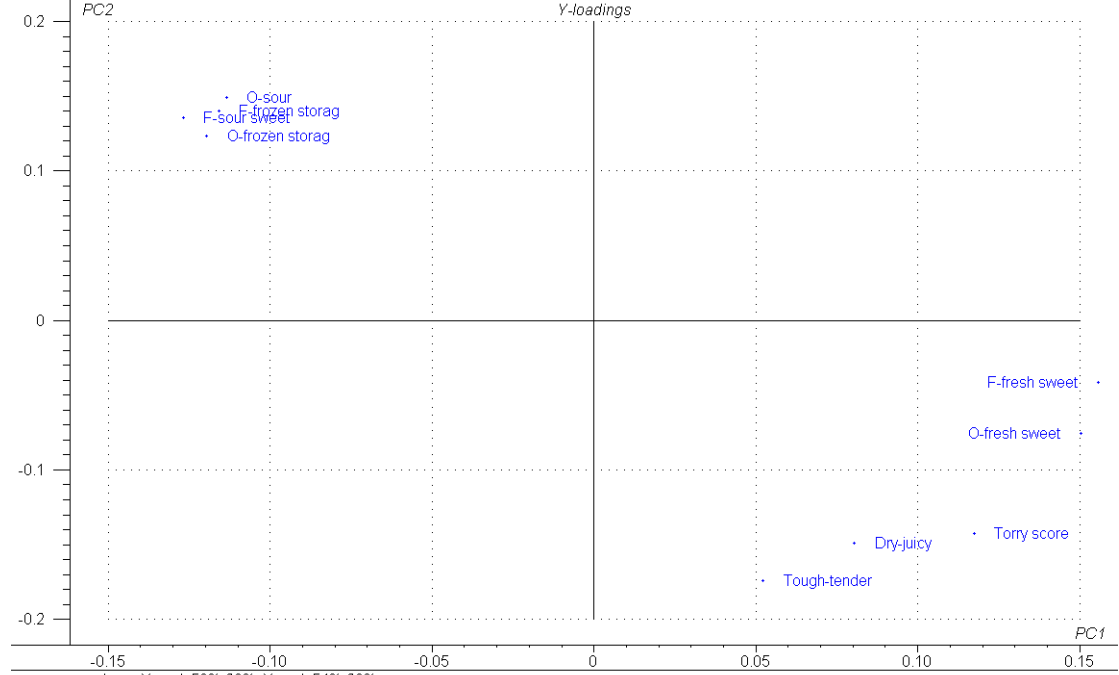
cons as x and s..., X-expl: 66%,16% Y-expl: 68%,18%

Dreifing virðist svipuð og fyrir heildaráhrif, ekki hægt að túlka frekar þar sem ekki hægt að nota PC2.

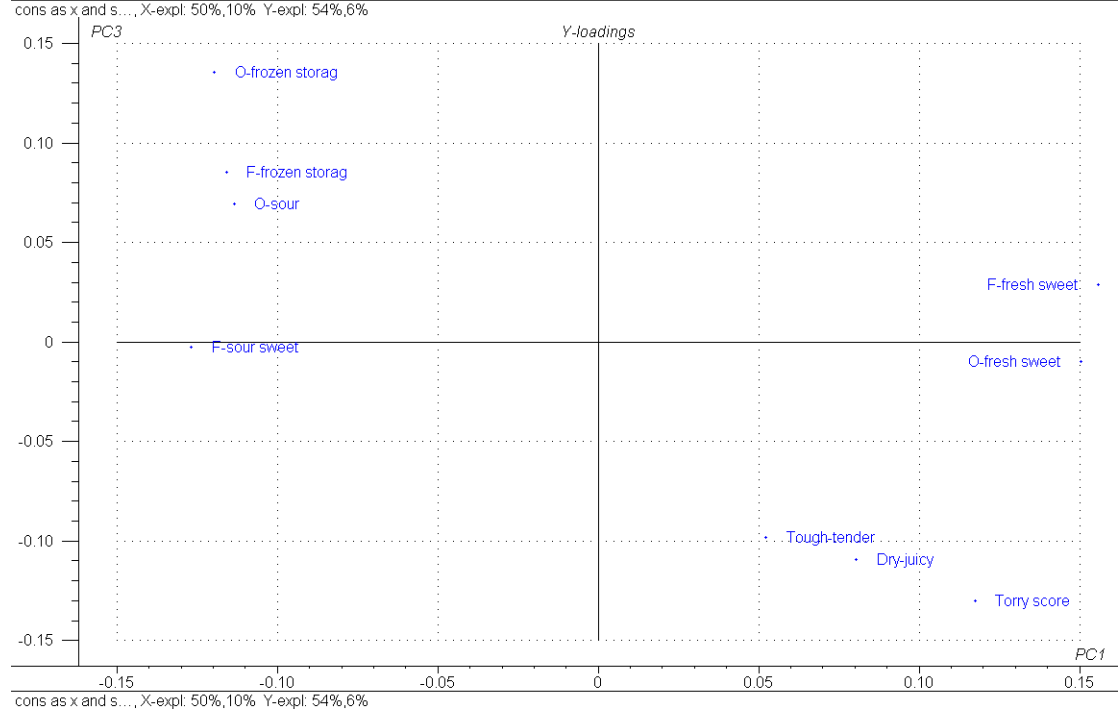
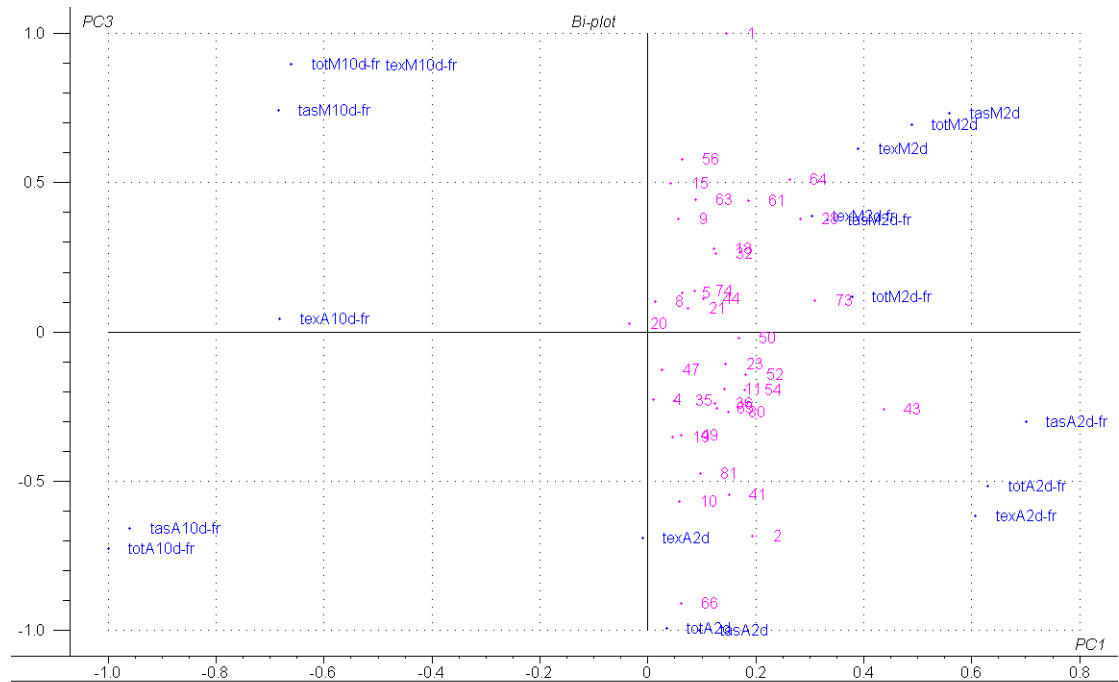
Heildaráhrif (tot), áferð (tex) og bragð (tas)
 skv. RMSEP má nota 3 PC



cons as x and s..., X-expl: 50%,20% Y-expl: 54%,26%



cons as x and s..., X-expl: 50%,20% Y-expl: 54%,26%



Sama dreifing og ef aðeins eru skoðuð heildaráhrifin. Þættir sem neytendur gáfu fyrir hópuðu sig saman fyrir hvern sýnahóp.