

Verkefnaskýrsla
16 - 00



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

NÓVEMBER 2000

GEYMSLUEIGINLEIKAR

EDIKSVERKAÐRAR SÍLDAR

Guðmundur Stefánsson
Sigurgeir Örn Kortsson

Lokuð til 01.11.'02



<i>Titill / Title</i>	Geymslueiginleikar ediksverkaðrar síldar		
<i>Höfundar / Authors</i>	Guðmundur Stefánsson og Sigurgeir Örn Kortsson		
<i>Skýrsla Rf / IFL report</i>	16-00	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Nóvember 2000
<i>Verknr. / project no.</i>	1357		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	SÍF		
<i>Ágrip á íslensku:</i>	<p>Edikverkuð síld er framleidd með því að pækla flök eða flakabita með ediki og salti. Saltið og edikið rotverja afurðina. Við langvarandi kæligeymslu brotnar síldin niður en einnig koma fram hvítar týrosín útfellingar á vörunni; niðurbrotið og útfellingarnar takmarka geymsluþol síldarinnar. Markmið þessa verkefnisins var að finna leiðir til að draga úr niðurbroti og útfellingum í edikverkaðri síld og tryggja þannig a.m.k. 12 mánaða geymsluþol.</p> <p>Síldarbitar voru saltaðir með mismiklu magni af ediki og salti (hópar valdir með tilraunahögun) og síðan var fylgst með breytingum á áferð, magni týrosíns og rýrnun. Niðurstöðurnar sýna að geymsluhitastig hafði afgerandi áhrif; síld sem geymd var við 10°C rýrnaði mun hraðar og brotnaði hratt niður í samanburði við síld sem geymd var við 0-4°C. Hækkandi salt og edikstyrkur juku hörku síldarinnar og hægðu á niðurbroti og myndun týrosíns. Sambærileg áferð virtist koma fram þegar lítið salt/mikil sýra var notað og þegar mikið salt/lítill sýra var notuð. Magn týrosíns í pækli jókst línulega með geymslutíma; týrosínmagn jókst með hækkandi hitastigi og lækkandi salt/edikstyrk. Útfellingar komu fram í þeim hópum þar sem geymsluhitastig var hátt (10°C) og/eða þar sem salt og sýrumagn var lágt.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Edikverkun, síld, síldarflök, söltun, geymsluþol</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>Vinegar-cured herring is produced by placing fillets or fillet pieces in a mixture of salt and acetic acid. The salt and acetic acid act as preservatives. During prolonged cold storage the herring disintegrates and white tyrosine deposits are formed. These changes limit the storage life of the products. The aim of the present work was to find means to slow down disintegration and deposit formation and thus to ensure 12 months storage-life of vinegar cured herring.</p> <p>Herring fillet pieces were salted using different amounts of vinegar and salt (using experimental design) and changes occurring in texture, amount of tyrosine and disintegration were followed. The results show that the storage temperature is a large controlling factor; fillet pieces that were kept at 10°C broke down more quickly in comparison with herring which was kept at 0-4°C. Increases in salt and acetic acid concentration increased the hardness of fillets (as measured using instrumental methods) and slowed down the disintegration and formation of tyrosine. Large amounts of salt/low acid and low amounts of salt/high acid resulted in similar texture characteristics in the herring. The amount of tyrosine in brine increased linearly with storage time. It also increased with increased temperature and decreasing salt/acetic acid concentration. Tyrosine deposits were formed in herring pieces which were stored at high temperature (10°C) or which contained low salt/vinegar content.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>Vinegar-cured, herring, herring fillets, shelf-life</i>		

1. INNGANGUR	2
2. EFNI OG AÐFERÐIR.....	3
2.1. Hráefni	3
2.2. Uppsetning og úrvinnsla úr tilraunum	3
2.3. Sýnataka.....	5
2.4. Áferðarmælingar	5
2.6. Amínósýrumælingar	5
2.7. Skynmat	6
3. NIÐURSTÖÐUR.....	7
3.1. Efnasamsetning síldar, áferðarmælingar og skynmat	7
3.2. Týrosínuppsöfnun í pækli	9
3.3. Geymslurýmun	11
Umræða og ályktanir.....	13
HEIMILDASKRÁ	14

1. INNGANGUR

Tilgangurinn með þessum rannsóknum var að leita leiða til að auka stöðugleika edikverkaðrar síldar þannig að hún hafi a.m.k. 12 mánuða geymsluþol. Við geymslu á sér stað niðurbrot í síldinni en einnig koma fram hvítar útfellingar eftir langvarandi geymslu sem eru að meginhluta til amínósýran týrosín (Guðmundur Stefánsson og Sigurgeir Ö. Kortsson, 1999). Síldin er verkuð með því að þækla hana í ediksýru- og saltpækli en hvaða magn er notað af efnunum tveimur ræður miklu um lokaáferð, gæði og stöðugleika hennar. Jafnframt skiptir máli við hvaða hitastig síldin er þækluð og geymd.

Ediksýran og saltið lengja geymsluþol síldarinnar og er ediksverkun ein elsta varðveisluáferð sem menn tileinkuðu sér á matvælum og eru til heimildir um hana frá 7. öld fyrir Krist. Engu að síður var það ekki fyrr en á 19. öld, vegna aukinnar síldveiði, að marineraðar fiskafurðir urðu algengar í Evrópu. Enn í dag er síld aðalhráefnið í þessa vinnslu (Shendeeryuk, 1989).

Eins og fyrr sagði þá virkar sýran og saltið rotverjandi á síldina en jafnframt fær ediksíldin sína einkennandi áferð og bragð við verkunina. Síldin tekur jafnt og þétt upp ediksýru og salt yfir verkunarferlið en það er háð hitastigi hversu langan tíma það tekur að ná jafnvægi í fiskholdinu (Rodger o.fl., 1984). Í stórum dráttum má segja að ediksýran geri fiskholdið meyrara en saltið stinnara. Vegna þessara gagnverkandi áhrifa salts og sýru er mikilvægt að nota rétt hlutföll af þeim við verkunina. Hlutverk sýrunnar er fyrst og fremst rotverjandi en sýrustigið í þæklinum er að öllu jöfnu á bilinu pH 4 - 4,5. Í verkunarferlinu á sér stað niðurbrot á próteinum í síldinni sem er líkast til vegna virkni vatnsrjúfandi ensíma. Að hvað marki ensím taka þátt í verkunarferlinu er enn að mörgu leyti óljóst (Guðmundur Stefánsson og Kári P. Ólafsson, 1998). Leitt hefur verið að því líkum að vegna hins lága sýrustigs þá sé aðallega um að ræða katepsín sem koma úr vöðva síldarinnar (Rodger o.fl., 1984). Saltið lækkar vatnsvirkni og heftir vöxt örvera að einhverju leyti en einnig hindrar það gang vatnsrofsins að nokkru marki. Það stuðlar að því að meyrnunin gangi ekki of langt (Meyer, 1965). Við verkunina meyrnar síldin og soðkennt bragð kemur fram í

henni sem er einkennandi fyrir þessa afurð. Örverur virðast koma við sögu við myndun einkennandi lyktar í afurðinni (Meyer, 1965).

Borgstrom (1969) greinir frá því að hvítar útfellingar komi fram í ýmsum verkuðum matvælum og þá aðallega svissneskum osti en einnig í edikverkaðri síld, söltuðum ansjósum, svínakjöti, beikoni og pylsum. Amínósýran týrosín reyndist meginuppistaðan í útfellingum á söltuðum markíl (Parry og Bainton, 1990). Á sama hátt hefur verið sýnt fram á að amínósýran týrosín var nærri 90% af þurrefnisþunga útfellinga í síld (Guðmundur Stefánsson og Sigurgeir Ö. Kortsson, 1999). Sýnt hefur verið fram á að aukinn saltstyrkur minnkar leysni týrosíns jafnt og þétt. Áhrif ediksýrunnar koma sterkt fram þegar sýrustigið er komið niður fyrir pH 3,5 og þá eykst leysnin til muna (Guðmundur Stefánsson og Sigurgeir Ö. Kortsson, 1999).

Í þessum tilraunum var síld þæklud í mismunandi salt- og sýrupæklum og geymd við tvö hitastig. Jafnframt var kannað hvaða áhrif aldur hráefnis hefði á gæði edikverkaðar síldar. Áferð síldarinnar var mæld með jöfnu millibili í gegnum verkunarferlið sem stóð yfir í rúma 14 mánuði (frá nóv 98-mars 00). Jafnframt voru amínósýrur mældar magnbundið í þæklinum með það að augnamiði að fylgjast með uppsöfnun týrosíns og myndun útfellinga.

2. EFNI OG AÐFERÐIR

2.1. Hráefni

Síldin var veidd þann 26. nóvember fyrir vestan land (út af Snæfellsdýpinu). Síldin var flökuð og skorin í bita, minnst 24mm breiða.

Söltunin var framkvæmd í vinnsluhúsi SÍF í Kópavogi og lagði fyrirtækið jafnframt til iðnaðarsalt og edik í tilraunina. Natríumtripolyfosfat var fengið frá Kötlu.

2.2. Uppsetning og úrvinnsla úr tilraunum

Við tilraunauppsetningu var m.a. notast við tilraunahaganir (experimental design) til að fá upplýsingar um áhrif salt- og sýrumagns í þæklinum á gæði síldarinnar og fá upplýsingar um það hvort víxlhrif eru milli efnanna. Tölfræðiforritið Unscrambler 6.1 frá Camo AS var notað við úrvinnslu gagna.

Tafla 1. Styrkleiki efna í þækli í tilraunahögun

Hópur nr.	Saltstyrkur (%)	Ediksýrustyrkur (%)
1	4,0	0,5
2	4,0	2,8
3	9,0	0,5
4	9,0	2,8
5	6,5	1,65
6	6,5	1,65

Tilraunin skiptist upp í tvo verkþætti sem voru framkvæmdir samhliða. Í fyrsta hlutanum voru notaðir 6 hópar sem valdir voru með tilraunahögun (Tafla 1). Salt- og ediksýrustyrkur í viðkomandi hópum er sýndur í töflunni hér á síðunni. Rannsakað var hvaða áhrif mismunandi salt- og ediksýrustyrkur í þæklinum hefðu á áferð ediksíldar, á uppsöfnun amínósýrunnar týrosíns í þæklinum og þá um leið myndun týrosínsútfellinga. Einnig var rýrnun síldarbita við geymslu mæld í hverjum hópi. Öll sýnin í þessum verkþætti voru geymd og látin verkast við 0-4°C í 14 mánuði.

Í öðrum verkhluta var skoðað hvaða áhrif salt, ediksýra, natríumtripolyfosfat, hitastig og aldur hráefnis hafa á áferð síldarinnar, myndun týrosínsútfellinga og rýrnun. Í þessum verkhluta voru fjórir hópar auk þess sem hópar 5 og 6 úr verkhluta eitt voru samnýttir við úrvinnslu gagna og notaðir sem viðmiðunarsýni. Þeir eru lýsandi fyrir hefðbundna verkunaraðferð og henta vel til viðmiðunar. Salt-, natríumtripolyfosfat- og ediksýrustyrkur í viðkomandi hópi, geymsluhitastig og aldur hráefnis fyrir vinnslu er sýndur í töflu 2.

Tafla 2. Innihald þækils, aldur hráefnis, og geymsluhitastig edikverkaðrar síldar

Hópur nr.	Saltstyrkur (%)	Ediksýrustyrkur (%)	Aldur hráefnis (sólarhringar)	Geymsluhitastig (°C)	Natríumtripolyfosfat (%)
5	6,5	1,65	1	0°C	-
6	6,5	1,65	1	0°C	-
7	6,5	1,65	1	10°C	-
8	6,5	1,65	1	0°C	0,5
9	7,0	1,8	1	0°C	-
10	6,5	1,65	4	0°C	-

Öll sýnin í báðum verkhlutanum voru forþækluð á sama hátt í 14[°]Be saltþækli. Forþæklunin tók 24 klst og notaðir voru 5 hlutar af síld á móti í 4,4 hlutum af þækli. Síldinni var því næst skipt upp í 10 hópa og hún þækluð í viðeigandi þækli í hlutföllunum um 4 hlutar af síld á móti 3,1-3,4 hlutum af þækli. Síldin var þækluð í einni tunnu í 4 sólarhringa til að hún næði jafnvægi áður en henni var pakkað í 1 L glerkrúsir. Til að koma í veg fyrir að loftrúm myndaðist í krukunum, sem gæti valdið þrúnun á síldinni, voru krúsirnar stútfylltar af þækli. Glerkrúsunum var síðan lokað með loftþétu loki. Reynt var að koma í veg fyrir að loftbólur leyndust í

krukkunum eftir fremsta megni. Sýnin voru geymd í kæli við 0-4°C eða 10°C eftir því sem við átti þar til að sýnatöku kom.

2.3. Sýnataka

Sýni voru tekin fjórum sinnum yfir verkunarferlið sem stóð yfir í 14 mánuði. Í hverri sýnatöku voru teknar fimm 1 L krukkur úr hverjum sýnahóp. Síldin var vigtuð upp úr krukkunum og þyngd og rúmmál pækilsins var mælt. Einnig var gróft skynmat gert á síldinni sem var framkvæmt af starfsmanni SÍF hf. Reynt var að leggja mat á gæði síldarinnar og sérstaklega áferðina. Síldinni úr krukkunum fimm var blandað saman og áferðin á síldinni mæld með áferðarmæli. Pækilsýni úr krukkunum fimm voru tekin fyrir amínósýrugreiningu og fryst og geymd við -75°C þar til að mælingu kom.

2.4. Áferðarmælingar

TPA áferðarmælingar (Texture Profile Analysis) voru framkvæmdar með Texture Analyser TA.XT2i HR (Stable Micro System, Godalming, Englandi). Þróuð var aðferð til að mæla áferðina í síldarbitunum en litlar heimildir eru til um notkun texture analyser við áferðarmælingar á fiskflökum og bitum. Framkvæmdin var með þeim hætti að hringlaga pinni með flötum botni, sem var 10 mm í þvermál, var pressaður tvisvar í röð ofan í síldarbitana. Mældir voru 30 síldarbitar úr hverjum hópi sem komu u.þ.b. úr miðju fiskflakanna.

2.6. Amínósýrumælingar

Amínósýrur (þar með talið týrósin) voru mældar á vökvagreini (HP-1050, Croco-cil hitajafnari, Varian-9070 fluorescence detector og HP-Chemstation hugbúnaður; Hewlet Packard, Kaupmannahöfn, Danmörk). Súlan (150 x 4.6 mm) var pökkuð með 3 µm Spherisorb ODS-2. (Hichrom, Reading, UK). Einn útdráttur var tekinn af hverju sýni. Afleiður voru myndaðar fyrir keyrslu með OPA (o-phtalaldehyde) í autosampler. Blankur var keyrður á undan sýnum en hvert sýni var mælt þrisvar og staðall á undan hverri sýnakeyrslu. Binary gradient var notaður við aðskilnað afleiða með leysunum: **A.** acetate/metanol/THF(tetrahydrofuran) pH 7,0 og **B:** metanol. Afleiður voru mældar með flúrljómun við 456nm.

2.7. Skynmat

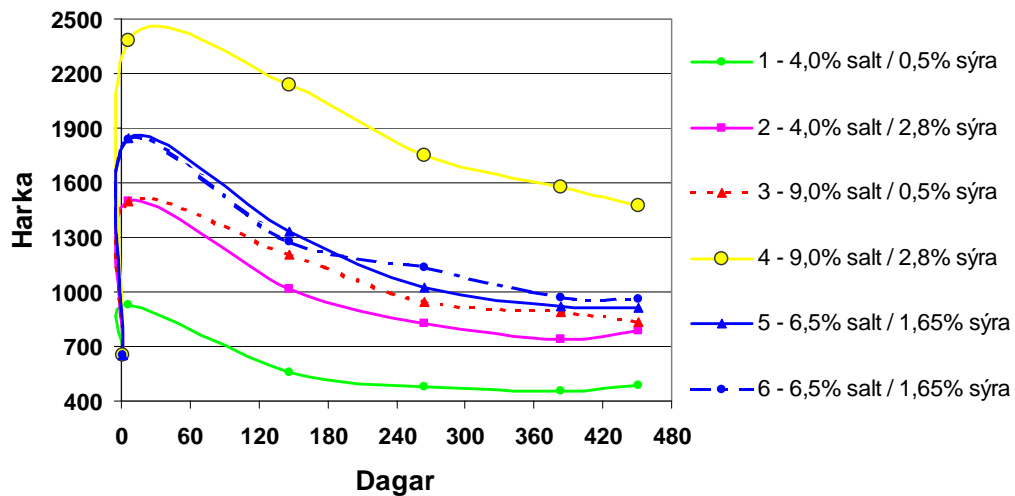
Skynmat var framkvæmt af starfsmönnum SÍF. Í hverjum sýnatökupunkti var lagt mat á gæði og áferð síldarbita og hvort fram væru komnar útfellingar (ekki sjáanlegar, vottur og vel greinanlegar).

3. NIÐURSTÖÐUR

3.1. Efnasamsetning síldar, áferðarmælingar og skynmat

Efnasamsetning síldarbita sem notaðir voru í tilraunirnar reyndist: prótein 17.9%, fita 8.6%, vatn 72.6% og aska 1.8%. Fosfat mældist 6.1 mg P₂O₅/g, sýrustig var 6.64 og TVB gildi var 18.5 mgN/100g. TBA reyndist lágt eða 0.06 mg malonaldehyd/kg.

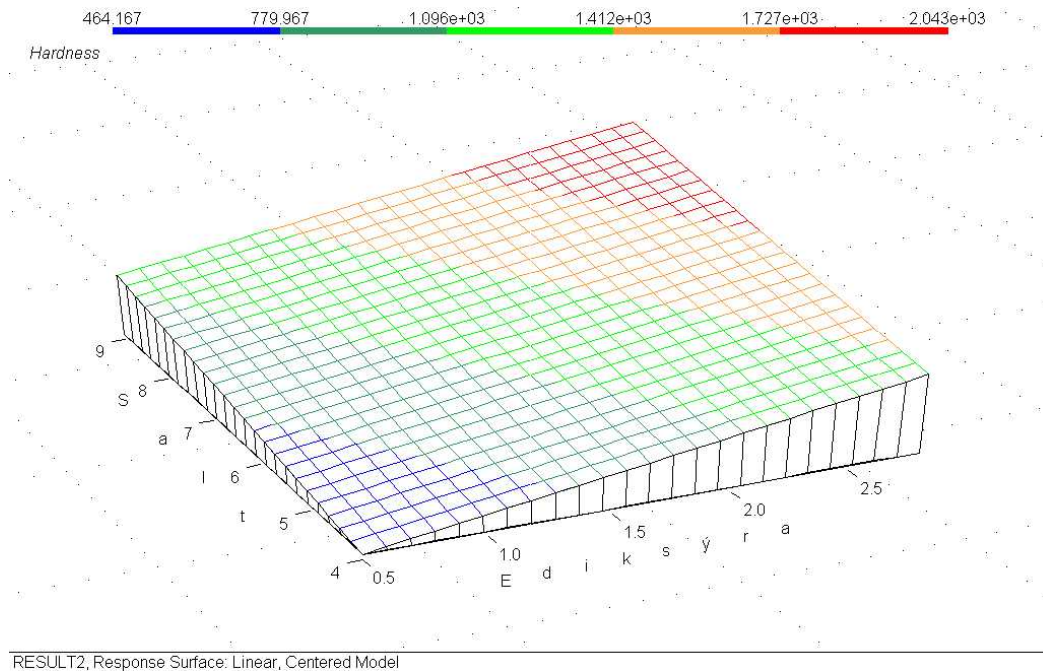
Áferðarmælingar á síld úr tilraunahöguninni gefa tölfræðilega marktækar vísbendingar um að hækkandi salt- og ediksýrustyrkur valdi aukinni hörku (mynd 1). Þar kemur skýrt fram að mest harka næst fram með því að nota mikið af ediksýru og salti, sbr.



Mynd 1. Breytingar á hörku ediksverkaðrar síldar úr tilraunahögun með tíma.

hóp 4, og minnst harka fæst með því að nota lítið af efnunum, sbr. hóp 1. Samspil salts og ediksýru sést vel á mynd 2 sem sýnir hörkuna á síldinni eftir 256 daga verkun. Skynmatið gaf sambærilegar niðurstöður: hópur 4 þótti stífur en hópur 1, sem innihélt minnst af salti og sýru, kom verst út. Sambærileg áferð virtist fást fram með litlu magni af salti og miklu af sýru og á sama hátt með miklu magni af sýru og litlu af salti. Miðjuhóparnir í tilraunahöguninni þ.e. hópar 5 og 6 sem innihéldu meðalstyrk af salti og sýru, mældust með heldur meiri hörku en hópar 2 og 3 skv. áferðarmælingunum. Hins vegar fékk hópur 3 svipaða einkunn út úr skynmati og viðmiðunarhópar (5 og 6) sem þóttu koma best út í heildina á lítið. Í lok tilraunarinnar þ.e. eftir 451 daga verkun þóttu hópar 5, 6 (6.5% salt og 1.65% edik) og 3 (9% salt og 0.5% edik)

hafa sambærilega áferð og komu best út. Því næst komu hópar 4 (9% salt og 2.8% sýra) og 2 (4% salt og 2.8% sýra) en lakastur þótti hópur 1 sem innihélt minnst af íblöndunarefnum í þæklinum.

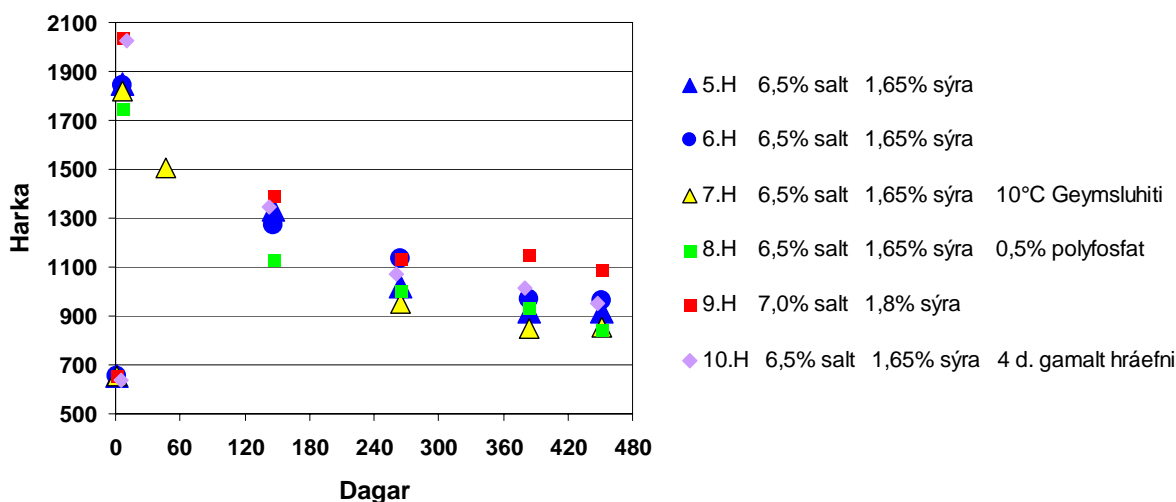


Mynd 2. Áhrif ediksýru- og saltstyrks á hörku í edikverkaðri síld eftir 256 daga verkun.

Ekki mældist mikill munur á milli hópa úr öðrum verkhluta skv. áferðarmælingum. Síld sem geymd var við 10°C (hópur 7) kom mjög illa út, mun verr út en áferðarmælingarnar gáfu til kynna (mynd 1). Mikið niðurbrot var komið fram í síldinni eftir 265 daga verkun og hún var algerlega ónothæf til frekari vinnslu. Natríumtrípolyfosfat virtist hafa neikvæð áhrif á áferð síldarinar (hópur 8). Skynmat gaf sambærilegar niðurstöður þ.e. að síld með fosfati væri mýkri en viðmiðunarhópar (5 og 6). Eftir 14 mánuða verkun var vöðvarýrnun komin vel af stað í þessari síld (hópur 8) og hún tekin að brotna niður.

Aldur hráefnis virtist ekki hafa mikil áhrif á hörku edikverkaðrar síldar. Fjögurra daga gamalt hráefni virtist koma betur út á fyrstu stigum verkunarferilsins en viðmiðunarhópar (5 og 6) en í þá var notað ferskt hráefni. Eftir 384 daga verkun var um að ræða samansafn af gæðaflokkum í þessum hópi en engu að síður þótti síldin

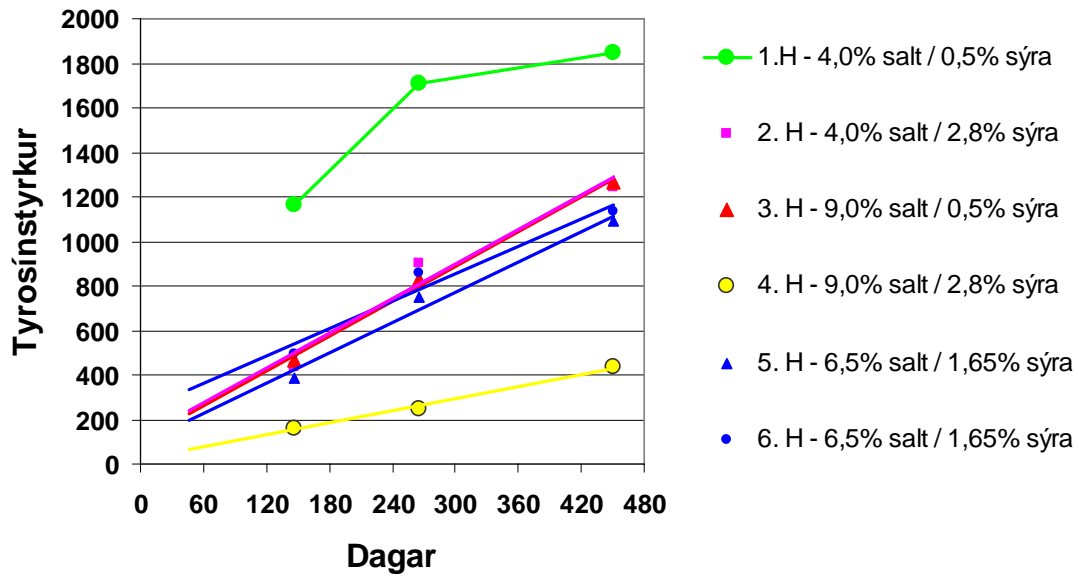
vera góð. Hópur 9 (7% salt og 1.8% edik) kom best út í þessum samanburði og virtist halda stífleikanum best. Hins vegar var komin fram byrjun á vöðvarýrnun í þessum hópi eftir 384 daga verkun skv. skynmatinu sem ekki var komin fram í viðmiðunarhópum (5 og 6). Einnig fékk þessi síld lakari einkunn en viðmiðunarhópar fyrir áferð.



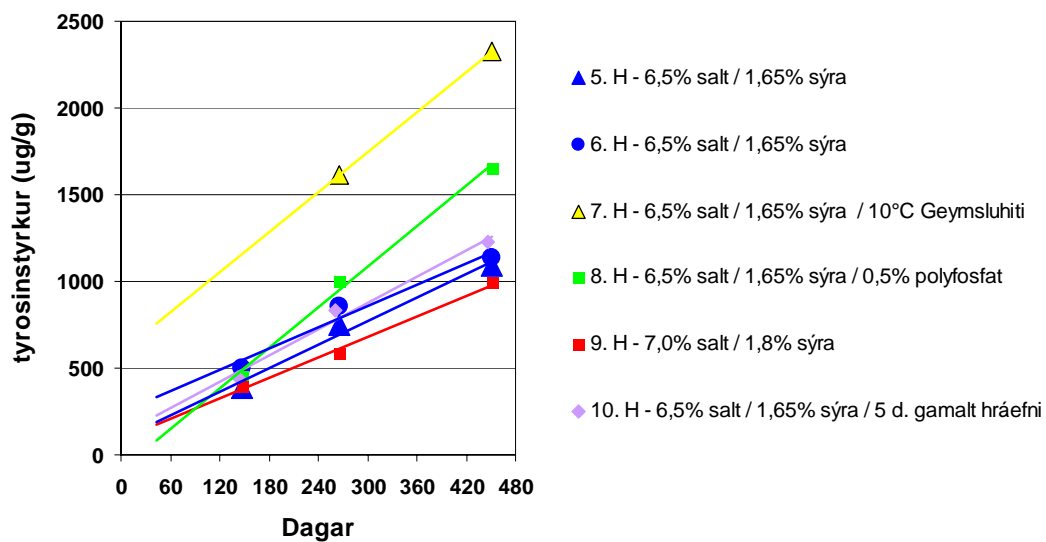
Mynd 3. Breytingar á hörku edikverkaðrar síldar með tíma.

3.2. Týrosínuppsöfnun í pækli

Amínósýrumælingar á pæklinum sýndu að týrosínstyrkurinn jókst jafnt og þétt yfir verkunarferlið og var uppsöfnunin línuleg yfir lengri tíma eða þar til lausnin mettaðist (myndir 4 og 5). Aukin salt- og ediksýrustyrkur olli tölfræðilega marktækum mun á uppsöfnun tyrosíns í pæklinum. Því hærri sem salt- og ediksýrustyrkurinn var því minna var af tyrosíni í pæklinum. Útfellingar voru komnar fram í þremur hópum eftir 14 mánuða verkun (tafla 3). Fyrst var vart við útfellingar í hópi 7 og 1 eftir 256 daga verkun. Hópur 7 var pæklaður með hefðbundinni aðferð en geymdur við 10°C en hópur 1 innihélt minnst af ediksýru og salti (4% og 0,5%). Mikill munur var á stærð útfellinganna í þessum tveimur hópum. Í hópi 7 var um að ræða



Mynd 4. Breytingar á týrosínstyrk með tíma í pækli edikverkaðrar síldar.



Mynd 5. Aukning á týrosínstyrk í pækli edikverkaðrar síldar með tíma.

Tafla 3. Sjónmat á týrosínútfellingum í edikverkaðri síld.

+++ vel greinanlegar, + vottur, - ekki sjánalegar.

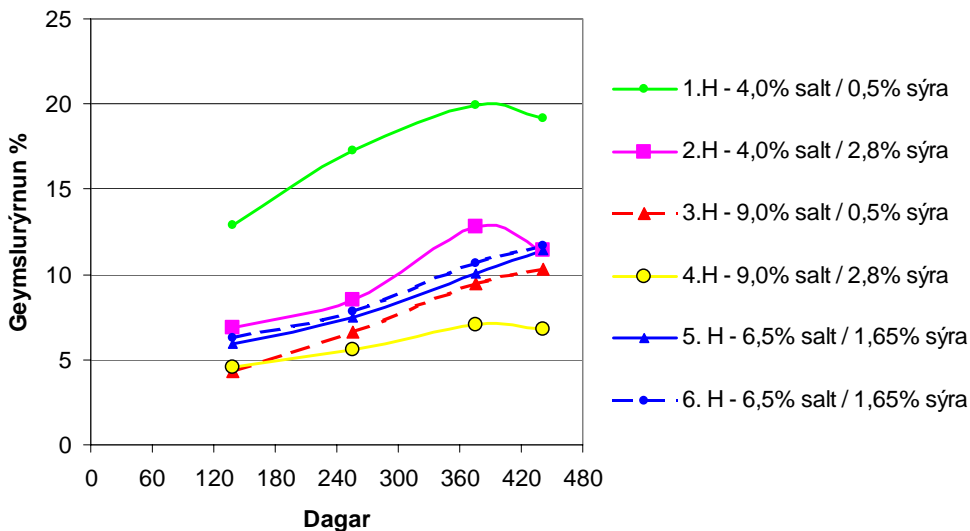
Þar sem ekkert merki er fór sjónmat ekki fram í viðkomandi hópi á þeim tilteka

Hópur	Dagar									
	0	40	133	138	251	256	370	375	437	442
1.H 4,0% salt / 0,5% sýra	-			-		+++		+++		+++
2.H 4,0% salt / 2,8% sýra	-			-		-		-		-
3.H 9,0% salt / 0,5% sýra	-			-		-		-		-
4.H 9,0% salt / 2,8% sýra	-			-		-		-		-
5.H 6,5% salt / 1,65% sýra	-			-		-		-		-
6.H 6,5% salt / 1,65% sýra	-			-		-		-		-
7.H 6,5% salt / 1,65% sýra / 10°C geymsluhiti	-	-				+++		+++		+++
8.H 6,5% salt / 1,65% sýra / 0,5% polyfosfat	-			-		-		-		-
9.H 7,0% salt / 1,8% sýra	-			-		-		-		-
10.H 6,5% salt / 1,65% sýra / 4 d. gamalt hráefni	-		-		-		-		-	-

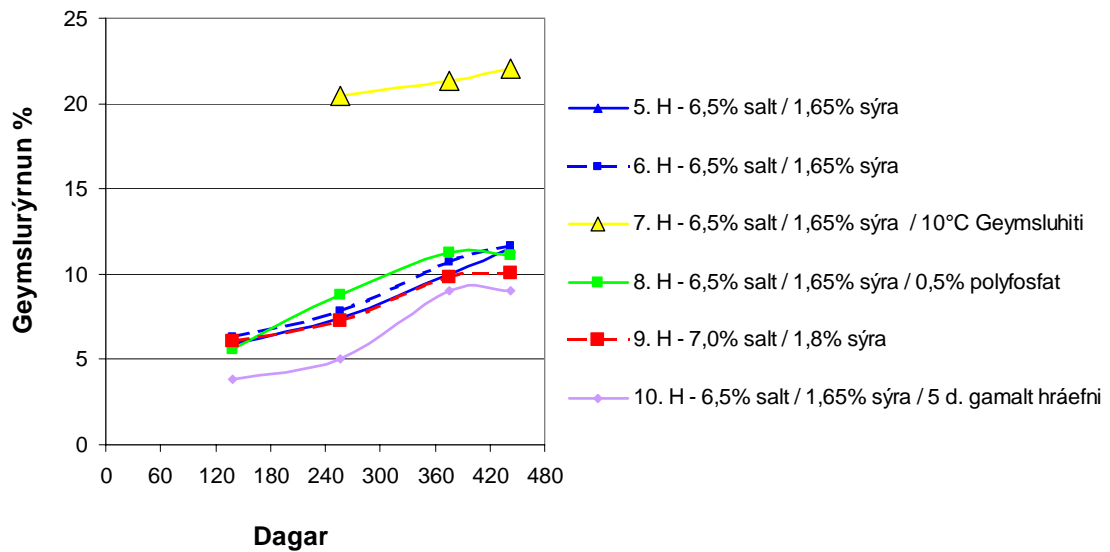
mjög margar, smáar útfellingar sem voru út um allt en í hópi 1 voru þær mun stærri (1-2 mm) og færri og sat bróðurparturinn fastur á síldarholdinu. Vottur af útfellingum var komin fram í síldinni sem innihélt natríumtripolyfosfat í pæklihlöndunni (hópur 8) í lok tilraunarinnar.

3.3. Geymslurýrnun

Síldin rýrnaði mismikið í geymslu eftir því hvernig hún var verkuð. Úr tilrauna- höguninni voru það hópar 1 og 4 sem skáru sig úr þar sem hópur 4 hafði lökustu nýt-



Mynd 5. Geymslurýrnun á edikverkaðri síld með tíma



Mynd 6. Geymslurýrnun á edikverkaðri síld.

inguna en hópur 1 þá hæstu. Síld sem geymd var við 10°C kom lang verst út og kom skýrt fram hversu frábrugðinn hópurinn var hinum þar sem niðurbrotið var mjög mikið. Rýrnunin var á köflum ríflega tvöfalt miðað við viðmiðunarhópana (5 og 6). Hópur 8 sem var þeklaður með natríumtripolyfosfati kom verr út en viðmiðunarhóparnir. Hópur 9 var þeklaður með aðeins sterkari þekilblöndu en viðmiðunarsýnin og var nýtingin örlítið betri hjá honum en fyrrnefndu hópunum. Það sem kemur mest á óvart er hópur 10, en í hann var notuð fjögurra daga gömul síld og er geymslurýrnunin talsvert minni en í viðmiðunarhópunum.

Umræða og ályktanir

Eftirtektarvert er að sömu hóparnir eru að koma best og verst út í mælingum á áferð, týrosíni- og geymslurýrnun. Út úr tilraunahöguninni kom hópur 4, sem var verkaður með veikasta þæklinum, verst út úr öllum liðum tilraunarinnar. Hópar 2 og 3, sem höfðu annars vegar mikið af sýru og lítið af salti og hins vegar lítið af sýru og mikið af salti, komu svipað út og samanburðarhópar (5 og 6).

Geymsluhiti hefur afgerandi áhrif á eiginleika og gæði síldarinnar og kom hópur 7 sem var geymdur við 10°C á heildina lítið lang verst út úr prófunum. Áferðarmælingar með tækjum gáfu talsvert betri mynd af ástandi síldarinnar en tilefni var til. Síldin var óvinnsluhæf strax eftir 256 daga en skv. áferðarmælingum var hún mýkri en hin sýnin, en mælingarnar bentu ekki til þess að um ónothæft hráefni væri að ræða. Natríumtrípolyfostfat hafði neikvæð áhrif bæði á tyrosínuppsöfnun í þæklinum, á áferð og geymslurýrnun síldarinnar. Ekki er að fullu ljóst hversvegna á þessu stendur þar sem of fáar efnamælingar voru gerðar til að fylgjast með breytingum í síldinni.

Týrosínmagnið jókst línulega í þæklinum með tíma. Tveir hópar skáru sig úr, annars vegar síldin sem var geymd við 10°C og hins vegar sú sem var þekluð í veikasta þæklinum. Greinilega mátti sjá í hópi 4 að þegar útfellingarnar byrjuðu varð engin frekari aukning í magni týrosíns. Þetta gerðist hins vegar ekki í hópi 7 sem var geymdur við 10°C og virðast útfellingar myndast þar áður en lausnin mettast.

Niðurstöður mælinga á geymslurýrnun sýndu að þeir hópar sem voru með mjúka áferð eða vour geymdir við hátt hitastig rýrnuðu hratt. Hópur 7 sem var geymdur við 10°C og hópur 4 sem var þeklaður með veikasta þæklinum komu lakast út. Það var eftirtektarvert að minnst rýrnun kom fram í hópi 10, þar sem notuð var fjögurra daga gömul síld.

HEIMILDASKRÁ

- Borgstrom, G. (1969). *Principles of Food Science, Food Microbiology and Biochemistry*. Vol II, bls. 69. The Macmillan Company Collier-Macmillan Kanada, Ltd., Toronto.
- Meyer, V. (1965). Marinades. Í *Fish as Food* (G. Borgstrom, ritstjóri) Vol III, 165-193, Academic Press, New York.
- Parry, R.W.H., & Baiton, S.J. (1990). Tyrosine-rich Deposit on Mackerel in Sealed Brine Packs. *Lebensm. - Wissensch. - Technol.* vol. 23 p. 95-96
- Rodger, G., Hastings, R., Cryne, C., og Bailey, J. (1984) *Journal of Food Science* 49, 714-720.
- Shendeeryuk, V. I. og Bykowsky, P. J. (1989). Salting and marinating of fish. Í *Seafood Resources. Nutritional Composition and Preservation.* (Z. E. Sikorski, ritstjóri), 147-162, CRC Press, Florida.
- Shendeeryuk, V. I. og Bykowsky, P. J. (1989). Salting and marinating of fish. Í *Seafood Resources. Nutritional Composition and Preservation.* (Z. E. Sikorski, ritstjóri), 147-162. CRC Press. Florida
- Guðmundur Stefánsson og Kári P. Ólafsson (1998). Áhrif mismunandi sýrustyrks á ediksverkun síldarflaka. Rf skýrsla 5-98, Reykjavík.
- Guðmundur Stefánsson og Sigurgeir Ö. Kortsson (1999). Týrósinútfellingar í ediksverkaðri síld. Rf skýrsla 2-99, Reykjavík.