

Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins

35. RIT

RANNSÓKNIR Á VERKUNARFERLI SALTÆÐRAR SÍLDAR

GUÐMUNDUR STEFÁNSSON

DESEMBER 1992

Titill:	Rannsóknir á verkunarferli saltaðrar sildar.
Höfundar:	Guðmundur Stefánsson.
Rit Rf númer: 35	Útgáfudagur: Október, 1992
Verknúmer: 90402	Blaðsíðuföldi: 40
Styrktaraðilar:	Rannsóknasjóður Rannsóknaráðs ríkisins og Sildarútvegsnefnd.
Ágrip á íslensku:	<p>Sild, veidd á mismunandi árstíma, var hausskorin og slógdregin og söltuð samkvæmt millisaltaðri uppskrift. Notuð var fiturýr sild (veidd í maí), nýhrygnd sild (veidd í ágúst) og vertíðarsild (veidd í nóvember og janúar). Sild sem veidd var í nóvember var jafnframt söltuð sem léttisöltuð sild, harðsöltuð sild, sykursild, millisöltuð sild með rotvarnarefnum og sem millisöltuð sild eftir að hún var að fullu slógdregin. Hluti af síldinni frá í nóvember var frystur og geymdur í frysti í 6 mánuði fyrir söltun. Saltaða síldin var geymd við $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ í 20 vikur og sýni tekin á 4 vikna fresti. Útbúin var skynmatsskali og hópur fólks þjálfður til að meta bragð og áferð sildar á mismunandi verkunarstigum. Reynt var að tengja skynmatsbreytingar í síldinni við efnafraeðilegar, lífefnafræðilegar og örverufræðilegar breytingar.</p> <p>Niðurstöðurnar sýna að síldin sem veidd var í nóvember fékk verkunareinkenni (bragð og áferð) burtséð frá því hvaða forskrift var notuð við söltun. Sild sem var að fullu slógdregin fékk verkunareinkenni en bragð hennar var daufara en í hausskorinni og slógdreginni síld. Þidd sild verkaðist á sambærilegan máta og fersksöltuð sild, en var mjög hætt við þránun. Janúar sild verkaðist á sambærilegan máta og síld veidd í nóvember. Sild sem veidd var í ágúst reyndist hafa svipað fituinnihald og nóvember síldin, en fékk ekki við geymslu hið einkennandi verkunarbragð saltaðrar sildar né hvarf hráabragð burt. Áferð síldarinnar varð þó svipuð áferð vertíðarsildar. Fiturýra síldin fékk dauft verkunarbragð en hráinn hvarf ekki og áferð hennar reyndist frábrugðin áferð vertíðar sildar.</p> <p>Ekki tókst að sýna fram á með þeim efnamælingum eða ensímvirknimælingum sem beitt var í verkefninu, hvers vegna sumir síldarhóparnir fengu verkunareinkenni en aðrir ekki. Niðurstöðurnar benda til þess að hvorki saltþolnar né próteinsundrandi örverur eigi stóran þátt í verkun millisaltaðrar eða harðsaltaðrar sildar.</p>
Lykilorð á íslensku:	Sild, söltun, verkun, bragð, áferð.
Summary in English:	<p>In this study herring (<i>Clupea harengus</i>) from Icelandic waters was caught at different times in the year, salted and some sensory, chemical, microbiological and biochemical changes were followed. The herring was caught in May (lean herring), August (recently spawned herring), November (well-fed herring) and January (starving herring). In all cases the herring was processed in the same manner, that is headed and nobbed and then salted using an industrial recipe. The herring caught in November was also salted according to a variety of recipes containing differing amounts of salt, sugar and preservatives. The effect of completely cleaning herring before salting was studied and also the effect of freezing the herring and storing for 6 months before salting. After salting, the herring was kept at $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ and samples taken every 4 weeks for 20 weeks. For sensory analysis a scheme was set up to follow some of the changes occurring in the taste and texture of salted herring fillets. A panel of 6 to 8 people were trained to use the scheme.</p> <p>The results show that herring caught in November obtained during storage ripening characteristics (taste and texture) independent of the recipe used. Herring that was completely cleaned of intestines before salting obtained during storage similar ripening characteristics to that of headless and nobbed herring. The same could be said about thawed herring but the herring was very susceptible to rancidity. The herring caught in January did also obtain during salt-storage ripening characteristics. The herring caught in late August, contained similar fat amount as the seasonal herring, but it did not obtain during storage the characteristic ripened taste of salted herring. However the texture of the herring changed in a similar manner to that of well-fed herring. The lean herring caught in May did not acquire the sensory characteristics of ripened herring although it did obtain some ripened taste.</p> <p>Chemical and enzyme results obtained in this project did not explain why some of the herring groups ripened and others did not. The results however indicate that salt tolerant and proteolytic micro-organisms are not of importance during the ripening of salted herring.</p>
English keywords:	Herring, salting, ripening, taste, texture.

1. INNGANGUR.....	1
1.1. Síldarsöltun.....	1
1.2. Verkun síldar.....	2
2. EFNI OG AÐFERÐIR.....	4
2.1. Síld.....	4
2.2. Söltun síldar.....	5
2.3. Sýnataka og undirbúningur sýna.....	6
2.4. Aðferðir.....	6
3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA.....	10
3.1. Skynmat.....	10
3.2. Efnaniðurstöður.....	18
4. ÁLYKTANIR.....	28
5. PAKKARORÐ.....	30
6. HEIMILDIR.....	30
7. VIÐAUKAR.....	33
7.1. Skynmatsniðurstöður.....	33
7.2. Efnaniðurstöður.....	37

1. INNGANGUR.

Söltun síldar (*Clupea harengus*) er hefðbundin aðferð til að varðveita neyslugæði fisksins. Í dag eru aðstæður aðrar og ekki lengur þörf á söltun sem slíkri til að tryggja geymsluþolið. Söltun síldar er þó enn mikilvæg sem aðferð til að framleiða saltaða vöru með góða bragð- og áferðareiginleika. Söltuð verkuð síld hefur mjúka áferð og einkennandi verkunarbragð. Breytingarnar sem eiga sér stað í saltaðri síld og valda þessum æskilegu eiginleikum eru einu nafni kallaðar verkun. Verkun á sér stað við langvarandi kæligeymslu saltaðrar síldar, í nokkrar vikur eða mánuði, og er talin stafa af efna- og lífefnafræðilegum ferlum. Þótt söltun síldar sé bæði hefðbundin og stunduð af flestum ef ekki öllum þeim þjóðum sem veiða síld í Norður Atlantshafi og í Norðursjó, þá er lítið vitað um þá þætti sem valda verkun í saltaðri síld.

Ísland hefur um langt árabil verið einn helsti útflytjandi saltaðrar síldar. Sovétríkin hafa á undanförunum árum verið langstærsti markaðurinn fyrir íslenska saltsíld með um 65% hlutdeild af heildarsöltuninni (Flóvens, 1989). Við hrun Sovétríkjanna fyrir tveimur árum varð samdráttur í framleiðslu saltsíldar hér á landi þar sem ekki hafa tekist samningar um sölu síldar til Rússlands. Íslenska síldin þykir stór, jöfn og há að gæðum, en dýr. Mikið framboð er á saltaðri síld í heiminum á lægra verði en þeirri íslensku. Ein meginástæða fyrir háu verði íslenskrar saltaðrar síldar er stutt vinnslutímabil; síldarvertíð stendur gjarnan yfir frá lokum september mánaðar og fram í janúar. Á þessu tímabili er næringarástand síldar gott og fituinnihald oftast hátt. Ef unnt er að lengja veiðitímabil síldar má stuðla að aukinni hagkvæmni hjá söltunarstöðvum. En hvernig verkast síld sem veidd er utan hefðbundinnar vertíðar?

Markmið þessa verkefnis var í fyrsta lagi að fylgja eftir breytingum sem eiga sér stað við söltun og verkun síldar sem veidd er á mismunandi árstíma. Í öðru lagi að kanna hvernig síld sem hentar til söltunar verkast, ef mismunandi forskriftum er beitt og hvort frysting og frystigeymsla hafi áhrif á verkunarbreytingar.

1.1. Síldarsöltun.

Söltun síldar er gömul aðferð til að varðveita síld. Aðferðin kom líklega fyrst fram í Skotlandi á áttundu öld, en hefur í gegnum árin verið breytt og endurbætt í öllum þeim löndum sem salta síld (Voskresensky, 1965). Hér á landi felst söltunin í því að ferskri síld (heil eða hausskorin og slógdregin síld) er blandað saman við salt og síðan sett í tunnur. Í mörgum tilvikum eru jafnframt önnur efni notuð við söltunina til að fá fram sérstök afbrigði saltsíldar t.d. sykurl, krydd og rotvarnarefni (einkum kalíum sorbat og natríum benzóat). Þækli er bætt í tunnurnar áður en þeim er lokað. Tunnurnar eru síðan geymdar við lágt hitastig (-5 til 10°C) í nokkrar vikur eða mánuði þar til síldin er verkuð. Staðlaðar forskriftir eru notaðar við

framleiðsluna til að tryggja að saltinnihald lokaafurðar mæti kröfum kaupanda og að síldin haldi jöfnum gæðum.

Við geymsluna eiga sér stað miklar breytingar á síldinni. Í fyrsta lagi eiga sér stað efnabreytingar vegna saltupptöku og vatnsléttingar. Í öðru lagi eiga sér stað breytingar á síldinni sjálfri sem eru taldar stafa af ensímum úr meltingarfærum og/eða holdi síldarinnar, sem má lýsa þannig að áferð síldarinnar mýkist og þægilegt bragð myndast. Einu nafni kallast þessar síðarnefndu breytingar verkun.

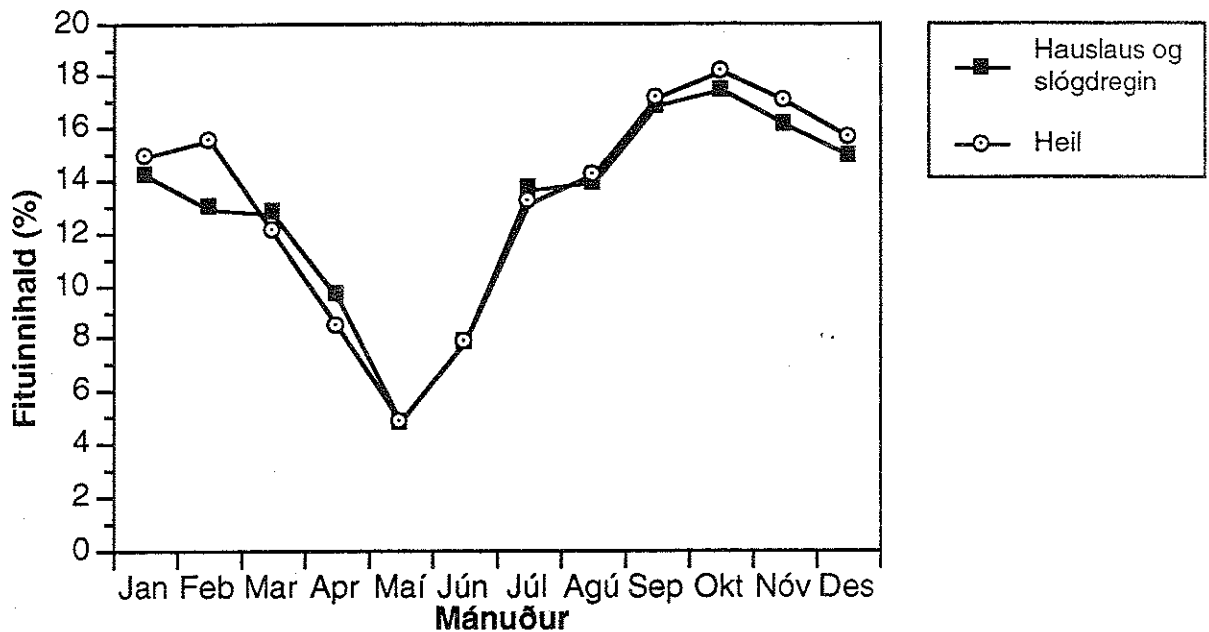
Söltunarferlinu má skipta í 3 stig (Voskresensky, 1965; Ögmundsson, 1984). Fyrsta stigið einkennist af miklum mun í saltstyrk í þækli og síld. Flæði salts inn í síldina er þá hratt en þó er flæði vatns út úr síldinni mun hraðara. Síldin léttist því á þessu stigi en nánast engar efnabreytingar eiga sér stað að frátöldum vatns- og saltbreytingum. Á öðru stigi kemst á jafnvægi milli saltupptöku og vatnstaps. Síldin hættir þá að léttast. Saltið sem einkum hefur verið í ystu lögum síldarinnar flæðir innar en salt úr þæklinum bætir það jafnharðann upp. Síldin tekur að þyngjast að nýju, en hins vegar hefur ekki tekist að skýra á fullnægjandi hátt hvað valdi þyngdarbreytingunum (Ögmundsson, 1984). Þriðja stig ferlisins einkennist af litlum breytingum á þyngd síldarinnar. Jafnvægi er þá komið á milli saltinnihalds í síldinni og saltstyrk þækilisins og síldin hefur náð endanlegri þyngd.

Á undanförunum árum hafa rannsóknir á saltaðri síld einkum beinst að saltupptöku og þyngdarbreytingum (Ögmundsson, 1978; 1979; Ögmundsson og Hermannsson, 1980). Þessar rannsóknir hafa leitt til þess að nú er unnt að salta tiltekið magn af síld með tilteknu saltinnihaldi. Rannsóknirnar hafa jafnframt leitt til nýrra söltunaruppskrifta t.d. fyrir léttsaltaða síld (Magnússon og Ögmundsson, 1990). Rannsóknir hafa einnig verið gerðar til að leysa svokallaðann spinnþækil í sykursaltaðri síld (Magnússon og Möller, 1981). Í ljós kom að unnt er að fyrirbyggja spinnþækilsmyndun með rotvarnarefninu kalíum sorbat. Saltupptaka síldarflaka hefur einnig verið athuguð (Magnússon og Ögmundsson, 1983) en framleiðsla saltaðra síldarflaka hefur farið vaxandi undanfarin ár. Síldin er þá flökuð, roðflett og í sumum tilvikum skorin í bita fyrir söltun. Hægt er á þennan máta að framleiða salt, sykur eða kryddflök, en flökin þykja ekki hafa sömu bragðgæði og síld sem söltuð er á hefðbundinn máta (heil eða hausskorin). Ekki er að fullu ljóst af hverju þetta stafar, en líklegast er um að kenna skorti á ensímum. Þess utan má nefna að saltupptaka og þyngdarbreytingar gerast mun hraðar í flökum í samanburði við efnabreytingar í hausskorinni og slógdreginni síld (Magnússon og Ögmundsson, 1983).

1.2. Verkun síldar.

Þótt söltun síldar sé hefðbundin geymsluaðferð er lítið vitað um þær efnafræðilegu breytingar sem valda verkun síldarinnar. Reynslan hefur kennt mönnum að síld er ekki hæf til söltunar nema á ákveðnum árstímum, þ.e. þegar næringarástand síldar er gott og kynþroskastig rétt. Eftir að norsk-íslenski síldarstofninn hrundi seint á sjöunda áratugnum hafa síldveiðar við Ísland byggst á íslenska sumargotssíldarstofninum (Flóvenz, 1989). Mynd

1 sýnir hvernig fituinnihald síldarinnar breytist með árstíma, annars vegar í heilli síld og hins vegar í haussskorinni og slógdreginni síld (Einarsson, 1987). Eins og sjá má er fituinnihald síldarinnar í hámarki yfir haustmánuðina og framan af vetri en á þessu tímabili er síldin veidd til söltunar. Síld sem veidd er á öðrum árstíma er ekki talin henta til söltunar.



Mynd 1. Breytingar á fituinnihaldi síldar eftir árstíma yfir tímabilið 1979 til 1987 (Einarsson, 1988).

Verkun síldar er talin stafa af ensímum. Ekki er að fullu ljóst hvaðan ensímin koma sem valda verkuninni en að öllum líkindum koma þau fyrst og fremst úr meltingarfærum síldarinnar sjálftrar. Ensím úr holdi síldarinnar eru einnig talin skipta máli (Voskresensky, 1965), þótt ljóst sé að sum vöðvaensím, s.s. katepsín, missa virkni við tiltölulega lágan saltstyrk (Reddi o. fl., 1972). Överur og þeirra ensím eru hins vegar talin eiga óverulegan þátt í verkun saltaðrar síldar (Varga o.fl., 1979; Knöchel og Huss, 1984; Magnússon, óbirtar niðurstöður).

Verkun virðist fyrst og fremst stafa af breytingum á próteinum síldarinnar (Marvik, 1979). Próteinsundrandi meltingarensím eru talin skipta höfuðmáli við verkunina og ræður virkni þeirra því hvort síld verkast við söltun eða ekki; virkni þessara ensíma er hins vegar mismunandi eftir árstíma og er hæst rétt fyrir hrygningu (Kiesvaara, 1975). Zaitsev o. fl., (1969) benda á að síld sem er ekki að taka fæðu verkast ekki; á því tímabili verða ensím fíksins minna virk. Síld sem er að fullu slógdregin fyrir söltun verkast mun hægar en síld með innnyflum; slík síld fær ekki einkennandi verkunarbragð og lykt (Voskresensky, 1965; Zaitsev o.fl., 1969). Alm (1964) fann að brislingur (*Sprattus sprattus*) verkaðist ekki eðlilega ef hann var að fullu slógdreginn; hrátt fiskbragð hvarf ekki vöð kæligeymslu. Hins vegar verkaðist brislingur ef slógi var bætt út í þækilinn. Luijpen (1959) komst að þeirri niðurstöðu að ensím

frá skúflöngum síldarinnar framkölluðu skynmatseinkenni matjes síldar. Við það sýrustig sem vanalega finnst í síldarpækli (pH 5,5,-5,6) reyndist trypsín gefa mest af endopeptídasa virkninni (Luijpen, 1959). Endopeptídasar er samheiti yfir próteínasa sem rjúfa aðallega peptíðtengi inni í próteinkeðjum. Myndefni endopeptídasa, s.s. trypsíns og chymotrypsíns, eru því mislangar peptíðkeðjur en einnig smærri peptíð og fríar aminosýrur. Samheitið exopeptídasar er að sama skapi notað yfir hóp þeirra ensíma sem kljúfa tengi nærri enda peptíðkeðja; annað hvort frá aminoró eða carboxyl enda. Myndefni exopeptídasa eru því fyrst og fremst fríar aminosýrur. Bæði endo- og exopeptídasar eru taldir koma við sögu við verkun síldar. Sýnt hefur verið fram á að carboxypeptídasar í síld (*Clupea harengus membras*) missa óverulega virkni við söltun og eru taldir mikilvægir við verkun (Granroth o.fl., 1978).

Við verkun breytist áferð síldar verulega. Ensím brjóta niður að einhverju leyti holdprótein síldar þannig að aukning á sér stað í magni leysanlegra köfnunarefnissambanda, s.s. peptíða og fríra aminosýra (Kiesvaara, 1975). Síldin mýkist og meyrnar því smám saman við kæligeymsluna. Lítið er vitað um bragðbreytingar síldarinnar meðan á verkun stendur en talið er að myndun fríra aminosýra eigi stóran þátt í verkunarbragði síldarinnar (Kiesvaara, 1977).

Þótt verkun síldar sé fyrst og fremst talin stafa af ensímum sem brjóta niður prótein þá skiptir fitan einnig máli. Fituinnihald síldarinnar er þó ekki talið hafa bein áhrif á verkunina en fitumikil síld er mun bragðbetri en fitulítill síld (Kiesvaara, 1975; Voskresensky, 1965). Við verkun síldar er talið að einhver ensím valdi niðurbroti fitu (Voskresensky, 1965). Sýrugildi fitu eykst meðan á verkun stendur vegna fiturofs (Zaitsev o.fl., 1969). Ljóst er þó að fiturof hlýtur að vera mjög takmarkað við verkun síldar því komið hefur í ljós að mikil lípasavirkni er óæskileg því þá kemur fram óbragð í síldinni (Ritskes, 1971). Zaitsev o.fl., (1969) benda á þann möguleika að rokgjarnar sýrur sem myndist vegna fiturofs geti átt þátt í lykt saltaðrar síldar.

2. EFNI OG AÐFERÐIR.

2.1. Síld.

Síldarútvegsnefnd (SÚN) útvegaði alla þá síld sem notuð var í verkefnið. Síldin var veidd á tímabilinu maí 1990 til febrúar 1991. Eftir veiði var síldin ísuð og vár hún síðan unnin u.þ.b. 2 sólarhringum eftir veiði. Í einni tilraun var notuð hausskorin og slógdregin síld sem hafði verið geymd í frystigeymslu í 6 mánuði (við -24°C) fyrir söltun. Síldin sem notuð var í tilraunirnar var nokkuð misvel fallin til söltunar að sögn starfsmanna SÚN. Þannig var síld sem veidd var í maí talin misjöfn; lítið var um blóðsíld en talsvert um þokkalega feita síld. Síldin var að hluta talin hæf til söltunar. Síldin var hins vegar ekki sérstaklega flokkuð fyrir söltun. Síld veidd í ágúst mánuði þótti þokkaleg til söltunar sérstaklega stærri síldin. Minnsta

síldin var ekki eins góð, talsvert var um blóðsíld eða síld sem ekki var gróin eftir hrygninguna. Síldin var stærðarflokkuð fyrir söltun og var minnsta síldin og millistór síld notuð til söltunar. Í nóvember og janúar var vertíðarsíld notuð til söltunar. Sú síld var stærðarflokkuð fyrir söltun þannig að 300 til 500 síldar voru í hverjum 100 kg skammti. Efnainnihald síldar (heil, hausskorin og slógdregin og flök) ásamt veiði- og vinnsludögum má sjá í töflu 1.

Tafla 1. Efnainnihald síldar til söltunar

Tilraun	Veiðidagur	Vinnsludagur	Hópur	Prótein (%)	Fita (%)	Vatn (%)	Salt (%)
1.	23.5.90	25.5.92	Heil	19,6	5,8	73,5	0,4
			H&S	19,4	7,1	73,3	0,4
			Flök	20,0	4,7	74,3	0,4
2.	28.8.90	30.8.90	Heil	17,4	16,5	65,7	0,1
			H&S	18,6	17,7	-	0,1
			Flök	19,3	12,0	68,9	0,1
3.	12.11.90	14.11.90	Heil	16,8	17,8	64,5	0,2
			H&S	17,8	14,4	66,2	0,2
			Flök	19,3	8,6	72,0	1,0
4.	30.1.91	1.2.91	Heil	16,9	17,4	65,1	0,0
			H&S	17,3	15,7	66,7	0,0
			Flök	18,3	12,4	69,2	0,4
5.	12.11.90	17.4.91	H&S	19,0	9,6	71,8	0,5

H&S= hausskorin og slógdregin síld.

2.2. Söltun síldar.

Allt í allt voru 5 söltunartilraunir settar af stað þar sem notuð var síld veidd á mismunandi árstíma (sjá töflu 1). Í öllum tilraunum var síldin hausskorin og slógdregin (í höndum eða vélum) og síðan söltuð sem millisöltuð saltsíld í 6 hálfunnur (60 lítra). Í tilraun 3 var síldin jafnframt söltuð sem léttsöltuð, harðsöltuð, sykursöltuð og millisöltuð síld með rotvarnarefnum (6 tunnur fyrir hvern hóp). Hluti af síldinni var þess utan kviðskorinn, slóghreinsaður og þveginn fyrir söltun samkvæmt millisaltaðri uppskrift. U.þ.b. hálf tonn af hausskorinni og slógdreginni síld var jafnframt plötufrost í 30 lbs. öskjum og síðan geymt í frystigeymslu í 6 mánuði (við -24°C). Þessi frysta síld var notuð sem hráefni til söltunar í tilraun 5. Síldin var þá tekin út úr frysti að kvöldi og látin standa við 20°C yfir nóttu. Að morgni var síldin tekin úr öskjum og sett í ísvatn þar til hún var fullþiðin.

Við söltun síldar var þurru efnunum blandað saman (salt, sykur og rotvarnarefni ef við átti) og síðan var síldinni vöðlað upp úr blöndunni, sett í tunnur og látin standa yfir nóttu. Að morgni var síldin þækluð með fullsterkum saltþækli. Staðlaðar uppskriftir frá SÚN voru notaðar við söltunina (sjá töflu 2).

Tafla 2. Uppskriftir til söltunar á hausskorinni og slógdreginni síld.

	Léttsöltuð	Millisöltuð	Millisöltuð með rotvarnarefnum	Sykursíld	Harðsöltuð
Síld (kg)	50,0	53,0	53,0	53,0	56,5
Salt (kg)	3,3	7,5	7,5	7,5	12,7
Sykur (kg)	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0
K-sorbat (g)	0,0	0,0	90,0	0,0	0,0

Eftir söltun var síldin flutt að Skúlagötu 4, í kæliklefa Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins og hún geymd við $5\pm 1^\circ\text{C}$. Síldin var hreyfð reglulega eftir að hún var komin í kæligeymslu til að fá sem jafnasta saltupptöku og verkun; tunnum var snúið við á 4 til 5 daga fresti fyrstu 6 vikur söltunar. Fylgst var með að ætíð væri nægur þekill á síld og bætt á eftir þörfum.

2.3. Sýnataka og undirbúningur sýna.

Sýni voru tekin af síld fyrir söltun (heil síld, hausskorin og slógdregin síld og flök) og eftir 2, 4, 8, 12, 16 og 20 vikur eftir söltun (hausskorin og slógdregin síld). Sýni voru jafnframt tekin u.þ.b. 3 til 5 dögum eftir söltun sem upphafssýni til örveruræktunar. Hvert sýni til efna- og ensímmælinga samanstóð af 6 síldum. Fjórar síldar voru teknar til skynmatismælinga og 3 síldar til örverumælinga. Upphafssýni til stærðar og efnamælinga samanstóð af u.þ.b. 100 síldum (vertíðarsíld). Sýni voru jafnframt tekin af þækli eftir 2, 4, 12 og 20 vikur í kæli. Hvert þækilsýni samanstóð af u.þ.b. 100 til 200 ml af þækli sem tekinn var efst úr tunnu. Allar mælingar voru gerðar á flökum nema annað sé tekið fram. Skynmat og örverutalningar voru gerðar á ferskum sýnum, en efna og ensímvirknimælingar á flökum og þækli voru gerðar á frystum sýnum. Síldar til efna- og ensímmælinga voru flakaðar, roðflettar og hakkaðar fyrir frystingu. Sýnin voru fryst við -24°C og geymd í frysti þar til mælingar fóru fram (6 til 12 mánuðir).

2.4. Aðferðir.

2.4.1. Skynmat var framkvæmt af 6 til 8 manna hópi þjálfara skynmatsmanna. Við matið var skali sá sem sýndur er á mynd 2 notaður. Skalinn var sérstaklega útbúinn í þessu verkefni með aðstoð skynmatshópsins og starfsmanna SÚN. Þegar skalinn var tilbúinn var hópurinn þjálfaður í notkun hans og í því að meta síld á mismunandi verkunarstigum. Hópurinn var síðan endurþjálfður reglubundið meðan á verkefninu stóð. Við endurþjálfunina var farið yfir helstu skynmatspætti sem einkenna verkaða síld og mat hópsins samræmt.

Við mat á síldinni var hún fyrst flökuð og roðflett, flökín síðan skorin í bita og bitarnir dulmerktir. Sýnin voru borin fram undir rauðu ljósi þannig að útlit flaka hafði ekki áhrif við mat á bragði og áferð. Í ljós kom að skynmatsmenn áttu erfitt með að meta mörg sýni í einu þar

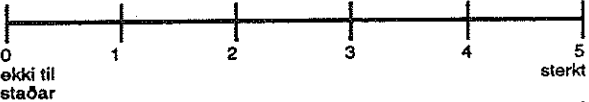
sem þau voru sölt. Því voru einungis eitt eða tvö sýni metin í hvert skipti sem mat fór fram. Niðurstöður sýna meðaltal hópsins fyrir hvert sýni. Skynmat var einnig framkvæmt af starfsmönnum Síldarútvegsnefndar, þeim Bjarna Gunnarssyni og Óskari Hermannssyni. Þeir lögðu mat á ástand síldarinnar eftir u.þ.b. 14 til 20 vikur frá söltun. Í hvert sinn voru 4 hausskornar og slógdregnar síldar af hverjum tilraunahóp metnar.

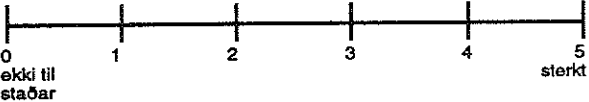
SKYNMAT Á SÖLTUÐUM SÍLDARFLÖKUM


Nafn: _____ Sýni nr: _____

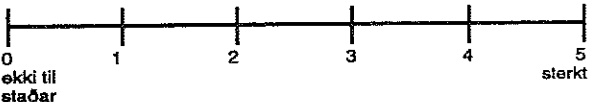
Dags: _____

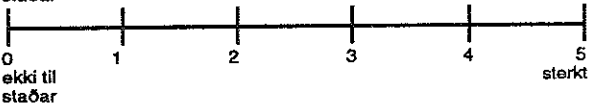
BRAGÐ


Verkunarbragð 

Hráabragð 


Saltbragð 

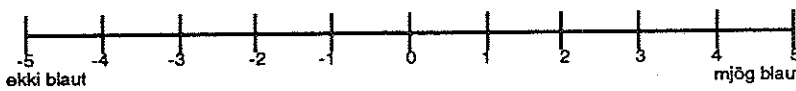
Sætt bragð 

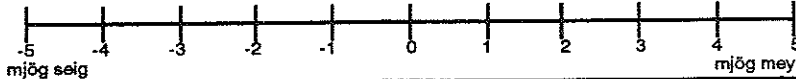
Kryddbragð 

Eftirbragð eða annað bragð 

ÁFERÐ

Mýkt 

Vatnsáferð 

Seigla 

Mynd 2. Skynmatsskali til mats á söltuðum síldarflökum.

2.4.2. Örverutalningar voru gerðar á holdi síldar. Þrjár síldar voru teknar úr hverri tunnu á sýnatökudegi. Fyrst var yfirborð síldarinnar sprittþvegið og roðið fjarlæggt með gerileyddum skurðarhníf. Hold annarrar hliðar síldarinnar var síðan skorið frá og fengust þannig 3 flök, sem ekki höfðu komist í beina snertingu við þækil. Flökin voru hökkuð og sameinuð í eitt sýni. Til þess að fá 1/10 þynningu voru 25 g vigtuð út í poka og 225 ml af 10% sóltu þynningarvatni bætt saman við. Blöndun var gerð í maga. Við ræktun voru notuð tvenns konar æti, annars vegar járnagar með 10% salti (Iron Agar frá Oxoid) og hins vegar Marine Milk Agar. Ætinu var hellt á skálar. Ætið Marine Milk Agar var gert samkvæmt uppskrift Sizeman og Stevenson (1970) með þeirri breytingu að lokastyrkur salts í ætinu var 10%. Ræktun á ætinu var gerð við 22°C í 5 daga. Próteinsundrandi örverur voru metnar með talningu á þeim kólóníum sem höfðu eyðu í kringum sig. Á járnagar fór ræktun fram við 22°C í 3 daga. Eftir ræktun voru allar kólóníur taldar til að fá heildarörverufjölda. Engar svartar kólóníur komu fram við ræktun, en þær myndast frá þeim örverum sem framleiða H₂S úr thíósúlfati og/eða cysteini en H₂S hvarfast síðan við járn með þeirri afleiðingu að FeS fellur út (Gram o.fl., 1987).

2.4.3. Köfnunarefni var mælt með Micro-Kjeldahl aðferð (Digestion System 40, 1016 digester, Tecator, England). Prótein innhald var áætlað með því að margfalda köfnunarefnisinnihald með stuðlinum 6,25. TCA-leysanlegt köfnunarefni var skilgreint fyrir þetta verkefni sem það magn af köfnunarefni sem er uppleyst í 5% triklóredíkssýru (TCA). Mælingin fór þannig fram að fyrst var leysanlegt köfnunarefni í síldarpækli dregið út í 20% TCA (í hlutfallinu 3:1), blandan skilin í 30 mín. (14.000 x g) og síðan var köfnunarefnisinnihald flotsins mælt með Micro-Kjeldahl aðferðinni.

2.4.4. Heildarvirkni próteinsundrandi ensíma var mæld við pH 6.0 og 25°C með azokasein sem hvarfefni (Brock o.fl., 1982). Ensímín voru dregin úr hökkuðum holdsýnum í kalt eimað vatn (hlutfall holds og vatns 1:4). Blandan var skilin við 12.390 x g í 30 mínútur við 0-4°C. Flotið var síað yfir í 100 ml mælikolbu í gegnum Whatman 113 filterpappír. Fyllt að marki. Lausnin var síðan skilin við 16.390 x g í 30 mín. við 0-4°C. Virknin var mæld í flotinu og var hvarftími 16 klst. Tveir útdrættir voru gerðir á hverju sýni (6 síldar) og 2 mælingar gerðar á hverjum útdrætti. Í niðurstöðum er meðaltal mælinga sýnt sem µg azokasein/g síld klst. Við mælingar á heildar proteinasavirkni og við aðrar ensímvirkni mælingar var notaður Varian UV/Vis ljósgleypnimælir, DMS 80 (Varian Techtron Pty. Ltd., Australia).

2.4.5. Trypsín (estearasa) virkni var ákvörðuð við 25°C og pH 8.1 með hvarfefninu N-p-toluenesulfonyl-L-arginin metýl ester (TAME; Rick, 1974). Hvarfefnisbuffer samanstóð af Tris (46mM; pH 8,1; 11,5 mM CaCl₂) og lokastyrkur TAME var 1 mM. Sama flot var notað við ákvörðunina og við ákvörðun á heildar proteinasavirkni. Ein eining (TAME eining) var reiknuð sem 1 µmol af hvarfefni sem var brotið niður á mínútu í 1 g af síld. Notaður var molar

extinction stuðull TAME við 247 nm ($0,540 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$). Sami fjöldi mælinga er á bak við hvert trypsín gildi í niðurstöðum og við mælingar á heildar próteinasavirkni.

2.4.6. Chymotrypsín virkni var ákvörðuð við 25°C og pH 7.8, með hvarfefninu N-benzoyl-L-tyrosine etýl ester (BTEE; Rick, 1974). Notaður var Tris buffer (80mM; pH 7,8; 0,1 M CaCl_2) og lokastyrkur hvarfefnis var 0,5 mM. Sama flot var notað við ákvörðunina og við ákvörðun á heildar próteinasavirkni. Ein BTEE eining var reiknuð sem 1 μmol af hvarfefni sem var brotið niður á mínútu í 1 g af síld. Notaður var molar extinction stuðull BTEE við 256 nm ($0,964 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$). Sami fjöldi mælinga er á bak við hvert chymotrypsin mæligildi í niðurstöðum og við mælingar á heildar próteinasavirkni.

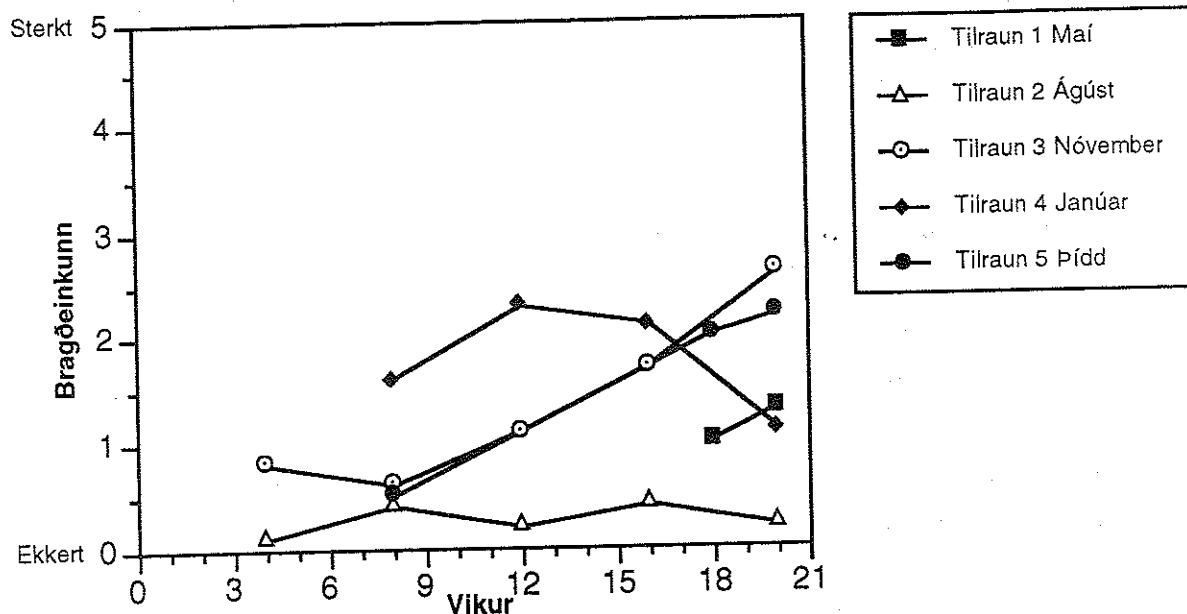
2.4.7. Leucine amínópeptídasa virkni var mæld við 25°C og pH 7,2 með L-leucine-p-nitroanilide sem hvarfefni (Appel, 1974). Notaður var Tris buffer (50 mM; pH 7.2) og lokastyrkur hvarfefnisins var 0,8 mM. Við ákvörðun virkni ensímsins var notuð staðalkúrfa til að umbreyta gleypnigildum í μmol p-nítroanilín (sjá mynd 33 í viðauka). Niðurstöður eru gefnar sem mM p-nítroanilín/mín per g af síld (U/g). Sama flot var notað við ákvörðunina og við ákvörðun á heildar próteinasavirkni. Sami fjöldi mælinga er á bak við hvert mæligildi í niðurstöðum og við mælingar á heildar próteinasavirkni.

2.4.8. Aðrar aðferðir. Fita var ákvörðuð með útdrætti í diethýleter samkvæmt aðferð Soxhlets. Vatnsinnihald var ákvarðað með þurrkun sýnis (með sandi) í 4 klst. við 105°C . Saltinnihald var ákvarðað með titrun, eftir vatnsútdrátt, samkvæmt aðferð Volhards. Sýrustig var mælt eftir blöndun síldarhakks við eimað vatn (1 huti síld á móti 3 hlutum vatns) með samsettri elektróðu á Orion pH mæli (model 701 A). Sýrustig pækils var mælt beint.

3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA.

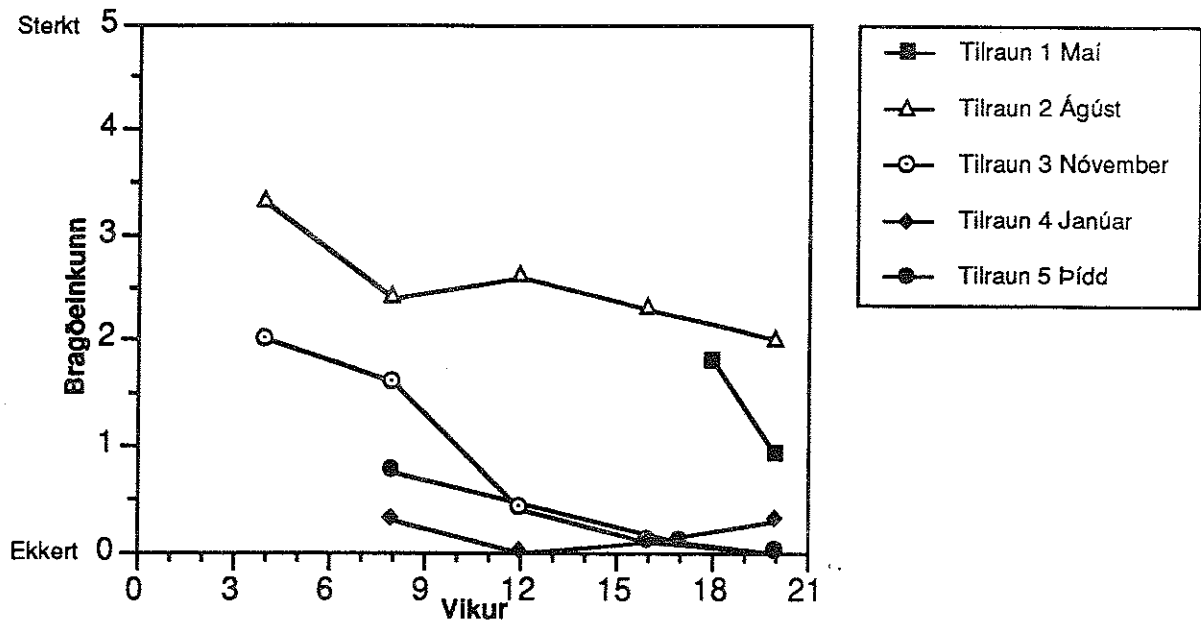
3.1. Skynmat.

Helstu breytingar á bragði og áferð síldarflaka sem áttu sér stað yfir geymslutímamann má sjá á myndum 3 til 12. Aðrar skynmatsniðurstöður má sjá á myndum 25 til 30 í viðauka.



Mynd 3. Áhrif geymslu við 5°C á verkunarbragð í millisaltaðri síld.

3.1.1. Bragðbreytingar. Mynd 3 sýnir að verkunarbragð er farið að finnast í millisaltaðri síld sem veidd er í nóvember (vertíðarsíld; tilraun 3) eftir 4 vikna kæligeymslu. Verkunarbragðið verður síðan meira áberandi við áframhaldandi kæligeymslu. Athyglisvert er að verkunarbragð myndast í síld sem geymd var fryst í sex mánuði fyrir söltun (tilraun 5). Frystingin eða frystigeymsla í 6 mánuði virðist ekki hafa áhrif á það hvort síld henti til söltunar, ef einungis er litið á verkunarbragðsmyndun. Pálsson (1981) nefnir að síld sem hefur frosið verkist ekki eðlilega og að hún fái aldrei einkennandi verkunarbragð. Óbirtar niðurstöður (Stefánsson og Stefánsson, 1990) benda jafnframt til þess að fryst þídd síld fái ekki sömu verkunareinkenni og fersk söltuð síld. Þess ber hins vegar að geta að frysta síldin sem notuð var í tilraunirnar 1990 var beitusíld og gæði hennar því vafasöm til söltunar. Í þessum tilraunum sem hér er lýst, var hráefni fryst sem hentaði til söltunar og jafnframt var lögð alúð við þíðingu síldarinnar fyrir söltun.



Mynd 4. Áhrif geymslu við 5°C á hráabragð í millisaltaðri síld.

Mynd 4 sýnir að áberandi hráabragð finnst í nóvember síldinni eftir 4 vikna geymslu, en eftir u.þ.b. 12 vikna geymslu er þetta bragð nánast horfið með öllu. Hráa- eða blóðbragð einkennir ferska og nýsaltaða síld en þegar líður á verkunina hverfur hráabragðið og verkunarbragð verður áberandi (Voskresensky, 1965). Hráabragðið hverfur að sama skapi í frystu þíddu síldinni. Þrái kom hins vegar fljótt fram í frystu þíddu síldinni sem skynmatsfólkið lýsti sem eftirbragði (sjá mynd 29 í viðauka). Þegar janúar síldin (sem veidd var á síðustu dögum síldarvertíðar 1991) er borin saman við nóvember síldina kemur í ljós að bragðbreytingar gerast þar fyrr. Eftir 8 vikur hefur janúar síldin þegar fengið einkennandi verkunarbragð, sem virðist ná hámarki í 12. til 16. viku frá söltun. Hráabragð er einnig að mestu horfið úr janúar síldinni eftir 8 vikna kæligeymslu (mynd 4).

Þegar niðurstöður bragðmats eru skoðaðar fyrir síld sem veidd er fyrir utan hefðbundna vertíð kemur í ljós að hún verkast illa eða ekki. Mynd 3 sýnir að verkunarbragð virðist ekki myndast í síld sem veidd var í ágúst. Skynmatsfólkið gefur ágúst síldinni mjög lága verkunarbragðseinkunn, jafnvel eftir 20 vikna geymslu við 5°C. Ágúst síldin hefur jafnframt mjög áberandi hráabragð sem ekki hverfur, jafnvel eftir 20 vikna kæligeymslu (mynd 4). Síldin var veidd síðast í ágúst 1990, en samt virtist hluti hennar enn ekki að fullu gróinn eftir hrygninguna. Vanalega hrygnir sumargotssíld við Íslandsstrendur seinni hluta júnímánaðar til miðs júlí en einhverjar sveiflur geta verið á þessu (Jakobsson, 1992).

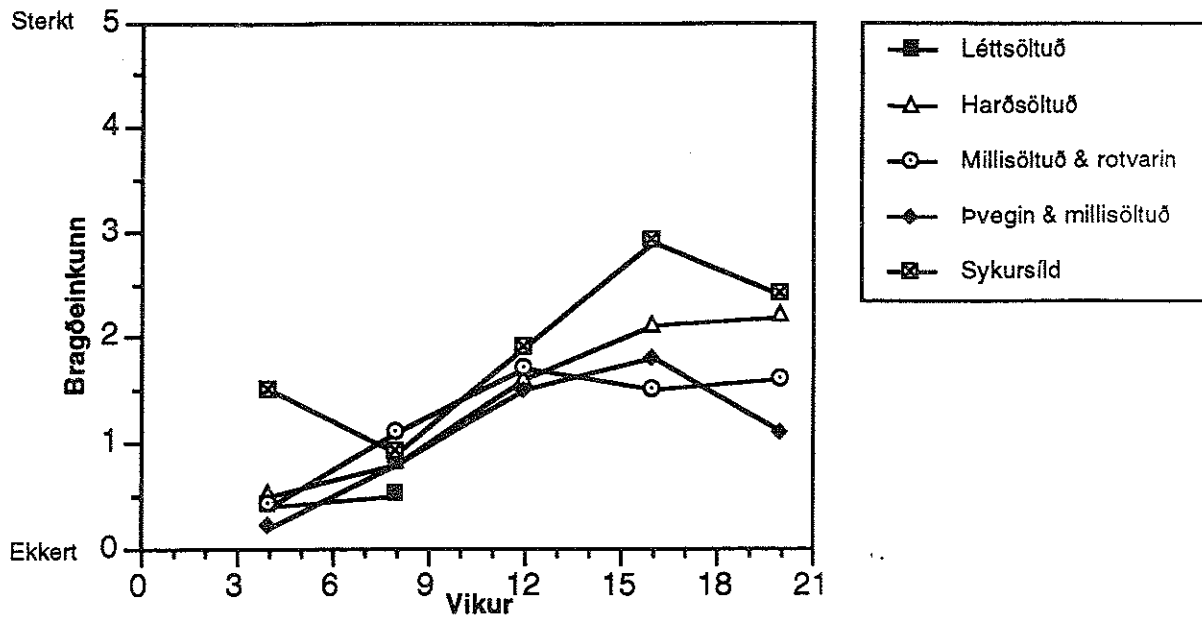
Þessum niðurstöðum ber saman við upplýsingar Ruiter (1972) um að síld sem er að hrygna eða nýbúinn að hrygna henti ekki til söltunar: Slík síld fær ekki rétta áferð, verkunarbragð eða lykt. Síld tekur ekki æti meðan á hrygningu stendur og því ætti ensím virkni slíkrar síldar að vera í lágmarki. Ruiter (1972) nefnir að unnt sé að ná

verkunareinkennum í síld sem nýlokið hefur hrygningu ef innnyflum er bætt í tunurnar. Þetta bendir enn frekar til þess að ensímskortur valdi því að nýhrygnd síld verkist ekki.

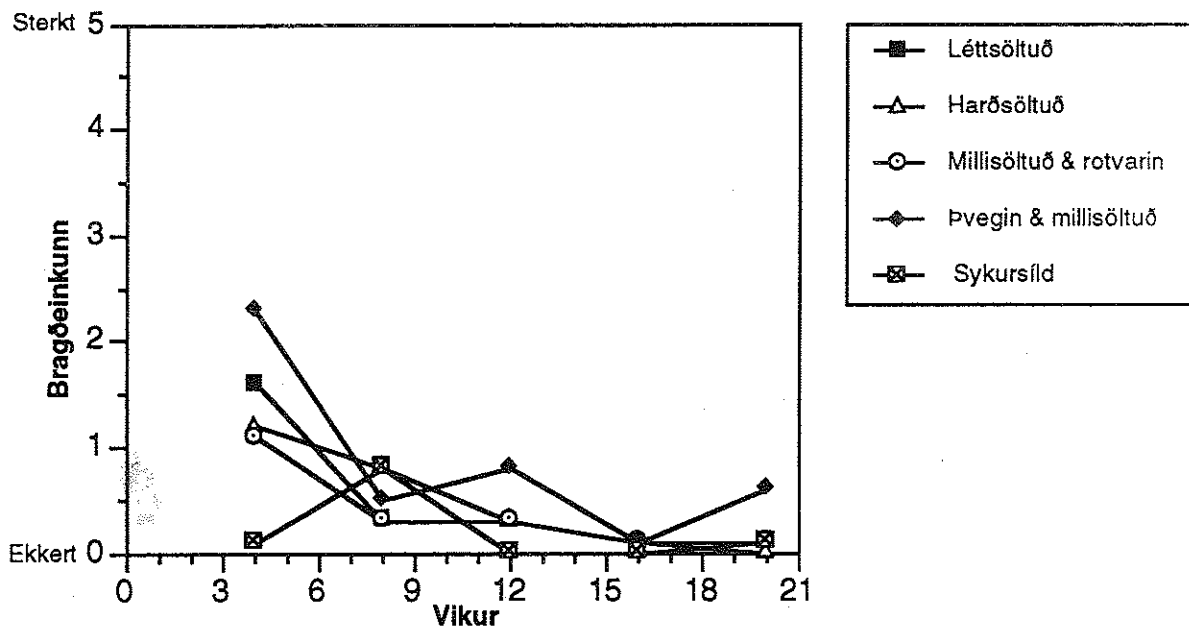
Verkunarbragð virðist myndast að einhverju leyti í síld sem veidd var í maí (fiturýr síld) en einungis reyndist unnt að meta þá síld tvisvar (eftir 18 og 20 vikna geymslu) þar sem skynmatsskalinn var ekki tilbúinn fyrr. Hráabragð virðist ekki hverfa úr fiturýru síldinni; eftir 18 og 20 vikur frá söltun hefur síldin enn áberandi hráabragð. Voskresensky (1965) bendir á að fitumikil síld er bragðbetri en fituminni síld. Fita er þó ekki talin hafa mikil áhrif á verkun síldar heldur hefur reynslan kennt mönnum að næringarástand og kynþroskastig skiptir höfuðmáli.

Mynd 5 sýnir að verkunarbragð myndast í síld sem veidd er á vertíð (nóvember) og söltuð er eftir mismunandi forskriftum. Ekki reyndist unnt að meta léttisöltuðu síldina nema í 8 vikur þar sem hún var ekki rotvarin með kalíum sorbati og reyndist því hafa mjög stutt geymsluþol. Athyglisvert er að síldin sem var slógdregin og þvegin fyrir söltun (þvegin og millisöltuð) virðist fá áberandi verkunarbragð þegar líður á geymslutímann. Þetta kemur á óvart þar sem almennt er talið (sjá t.d. Luijpen, 1959; Voskresensky, 1965 og Pálsson, 1981) að síld sem er fyllilega hreinsuð af innnyflum verkist illa eða ekki. Í nýlegri grein kemur hins vegar fram að ef ansjósur (*Engraulis encrasicolus*) eru fyllilega slógdregnar þá hægir á verkunarferlinu, en verkunareinkenni koma fram, t.d. eðlilegt verkunarbragð (Pérez-Villarreal og Pozo, 1992).

Mynd 6 sýnir að hráabragð síldarinnar hverfur á fyrstu vikum söltunar og er að mestu horfið í öllum söltunarlópum eftir 8 til 12 vikna kæligeymslu. Hráabragð virðist þó ekki hverfa alveg í þeirri síld sem var slógdregin að fullu og þvegin fyrir söltun. Harðsaltaða síldin fékk verkunarbragð sem virtist vera frábrugðið bragði millisöltuðu síldarinnar; skynmatsfólkið taldi að bragðið minnti á hertan fisk (t.d. steinbít). Ingvar Ágústsson frá SÚN taldi þetta bragð síldarinnar einkennandi fyrir "cutsíld" eða harðsaltaða síld. Þetta vekur upp spurningar hvort verkunarbragðið geti verið mismunandi í síld eftir því hversu stórir saltskammtar eru notaðir við söltunina.

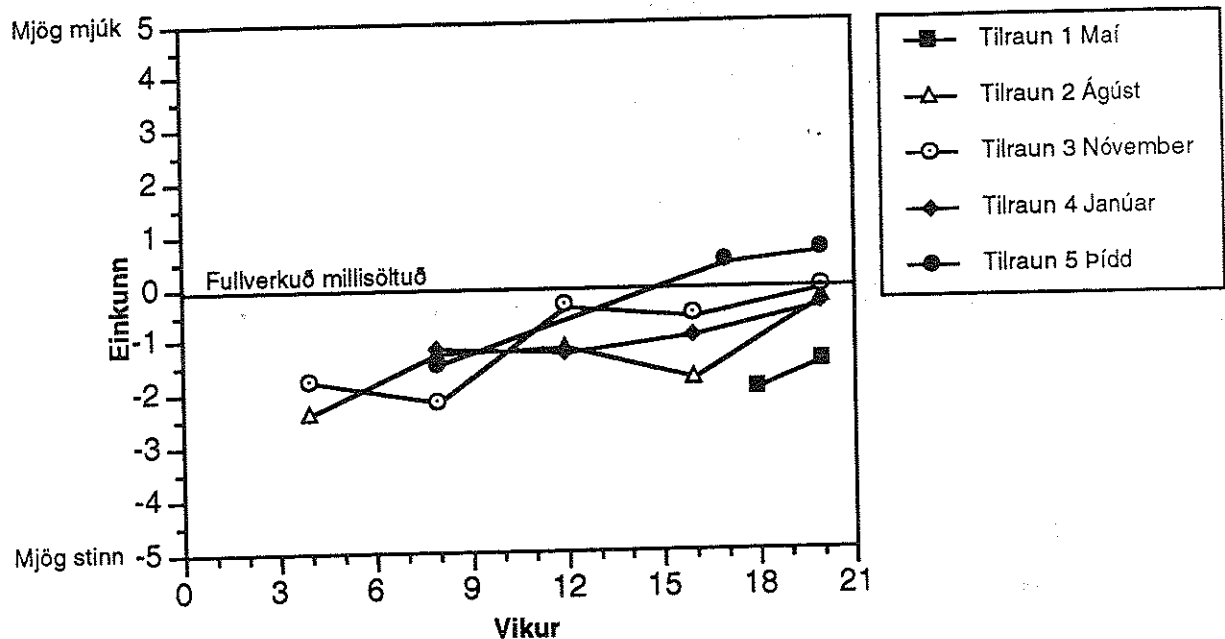


Mynd 5. Breytingar á verkunarbragði saltaðrar síldar við 5°C.



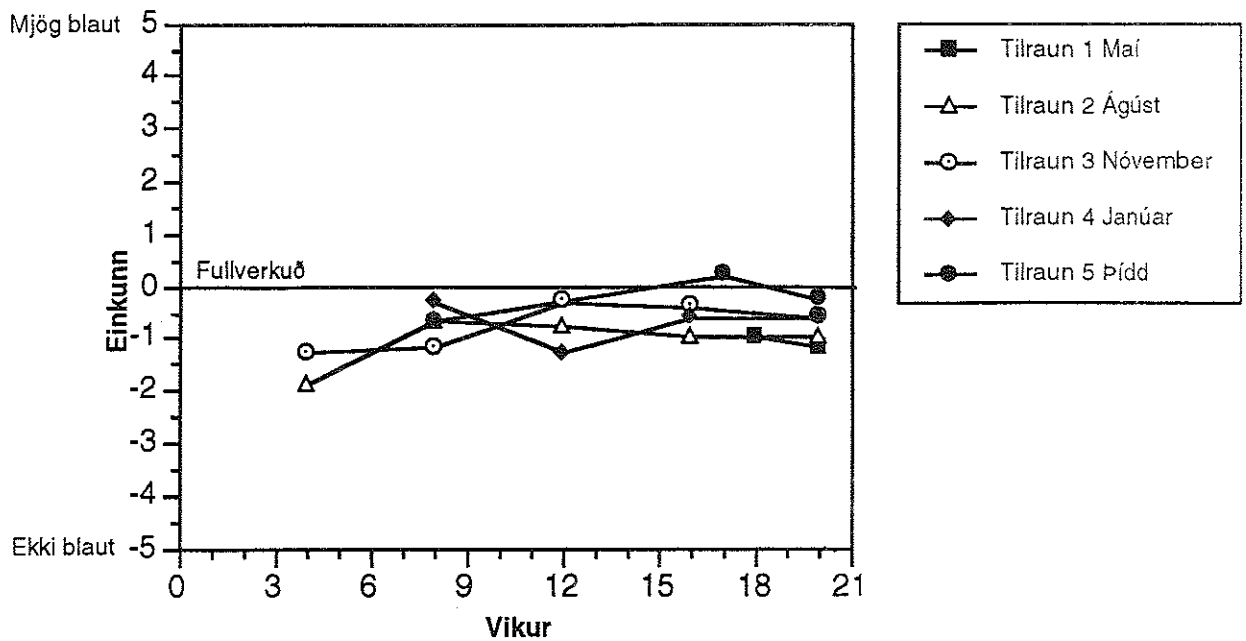
Mynd 6. Breytingar á hrábragði í saltaðri síld við 5°C.

3.1.2. Áferðarbreytingar. Myndir 7 til 9 sýna hvernig áferð millisaltaðrar síldar breytist í kæligeymslu við 5°C yfir 20 vikna tímabil. Síld sem er veidd og söltuð í nóvember er í byrjun söltunartímabilsins stinn og seig undir tönn. Þegar líður á geymslutímann mýkist síldin og verður jafnframt meyrari. Síldin virðist einnig verða blautari undir tönn þegar líður á geymslutímabilið (mynd 8). Vatnsáferð (watery) lýsir því hvort vatn losnar úr flökum við fyrsta bit eða þegar þau verða fyrir pressu (Howgate, 1987). Þessi eiginleiki hentar vel til að lýsa fersksöltuðum flökum, þar sem þau eru gjarnan "blautari" en eftirskorin flök.



Mynd 7. Áhrif geymslu við 5°C á mýkt í millisaltaðri síld.

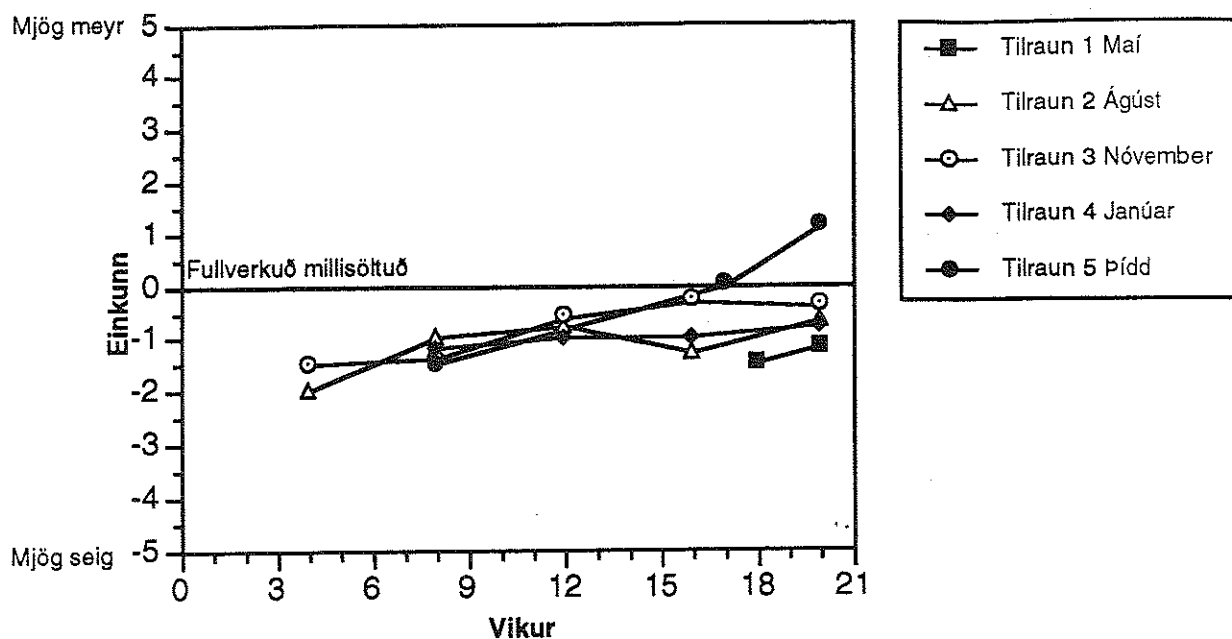
Rétt er að taka það fram að skynmatsfólkið var sérstaklega þjálfað með því að nota síld á mismunandi stigum verkunar. Ákveðið var að nota áferðareinkunnina "0" sem viðmiðun fyrir fullverkaða millisaltaða síld (saltsíld, sykursíld eða kryddsíld). Þetta var gert til að auðvelda skynmatsfólki áferðarmatið. Eins og gefur að skilja þá breytist áferð síldar mikið meðan á söltun og verkun stendur. Þegar síldin tekur upp salt í upphafi söltunar þá verður hún stinn og þétt en síðan mýkist áferð hennar smám saman líklega vegna starfssemi ensíma (Voskresensky, 1965). Við langvarandi geymslu saltaðrar síldar mýkist áferð hennar það mikið að hún getur jafnvel orðið að mauki ef hún er geymd nógu lengi. Söltuð síld getur því haft mismikla mýkt eftir því hversu langt er liðið frá upphafi söltunar. Í þessum tilraunum var síldin einungis geymd í 20 vikur og fóru því áferðareinkunnir ekki mikið yfir einkunn "0".



Mynd 8. Áhrif geymslu við 5°C á vatnsáferð í millisaltaðri síld.

Frysta þídda síldin (tilraun 5) fær svipaða áferðareiginleika og fersksaltaða síldin þegar líður á geymslutímabilið. Eftir 16 til 20 vikna geymslu er hún þó mýkri og meyrari en fersksaltaða síldin (myndir 7 og 9). Þetta getur bent til þess að geymsluþol þíddrar saltaðrar síldar reynist skemmra en fersksaltaðrar síldar. Síld sem söltuð er í janúar (tilraun 4) og ágúst (tilraun 2) verður á sama máta mýkri og meyrari undir tönn þegar á geymslutímabilið líður. Það er athyglisvert að áferð síldar sem veidd er í ágústmánuði virðist breytast á svipaðan máta og í síld sem veidd er í nóvember og janúar. Talið er að ensím frá vöðvum og/eða meltingarfærum valdi takmörkuðu niðurbroti á holdi síldarinnar þannig að hún mýkist (Voskrensky, 1965). Hugsanlega á sér stað niðurbrot á vöðvapróteinum í ágústsíldinni líkt og gerist í vertíðarsíldinni (frá nóvember og janúar) sem valdi því að hún mýkist. Hins vegar myndast ekki verkunarbragðseinkenni í þessari síld (sjá myndir 3 og 4). M.ö.o. ágústsíldin fær áferðareinkenni sem um verkaða síld sé að ræða en metin út frá bragði væri hún talin óverkuð.

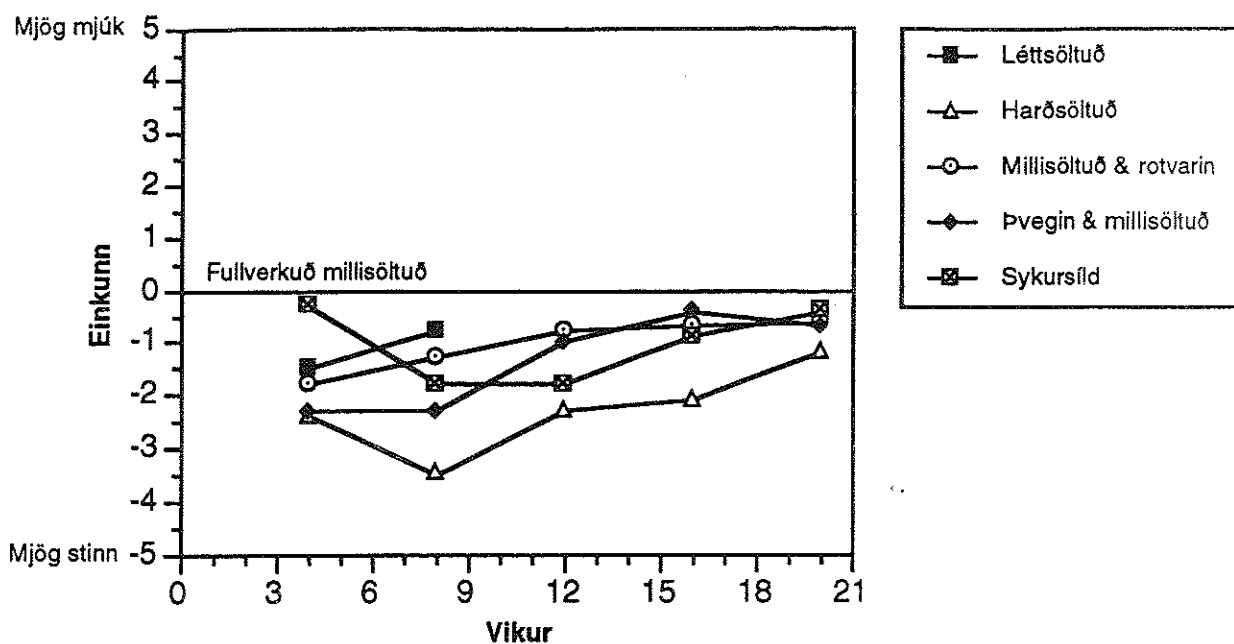
Fiturýra síldin (maísíld; tilraun 1) virðist skera sig talsvert frá öðrum síldarhópum þar sem hún er seigari og stinnari en aðrar síldar eftir 18 og 20 vikna geymslutímabil. Þetta bendir til þess að lítið niðurbrot eigi sér stað í þessari síld yfir geymslutímann. Kiesvaara (1975) bendir á að virkni próteinsundrandi meltingarensíma ráði því hvort síld henti til söltunar eða ekki. Virknin fer eftir árstíma og nær hámarki rétt fyrir hrygningu en þá er fituinnihaldið jafnframt mjög hátt. Niðurstöður annarra (Voskresensky, 1965) sýna að mikill munur kemur fram á áferð, bragði og lykt þegar söltuð fiturýr síld (4,8% fita) er borin saman við saltaða síld með háu fituinnihaldi (21,4% fita).



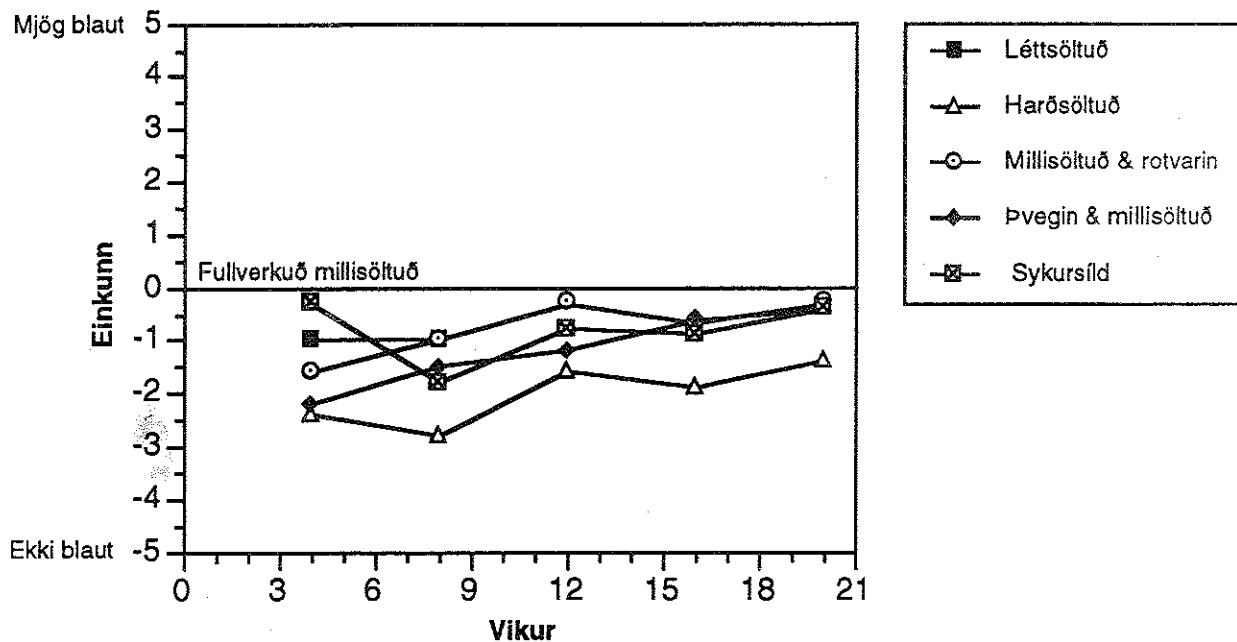
Mynd 9. Áhrif geymslu við 5°C á seiglu í millisaltaðri síld.

Myndir 10 til 12 sýna áferðarbreytingar sem eiga sér stað í síld sem veidd er á vertíð (nóvember) og söltuð er eftir mismunandi forskriftum. Eins og sjá má þá mýkist síldin í öllum hópum þegar líður á geymslutímann; einnig verður síldin blautari og meyrari undir tönn. Þessar breytingar eru nokkuð í samræmi við það sem áður var sagt um millisaltaða vertíðarsíld. Athyglisvert er að sá hluti síldarinnar sem var að fullu slógdreginn og þveginn fyrir söltun fær svipuð áferðareinkenni og aðrir síldarhópar sem saltaðir voru eftir millisaltari uppskrift (millisöltuð síld, sykursíld, millisöltuð og rotvarin síld). Eins og áður sagði þá er talið að síld sem er að fullu slógdregin fyrir söltun verkist seint eða illa (Luijpen, 1959; Voskresensky, 1965) þar sem slíka síld skortir ensímvirkni. Niðurstöður þessarar rannsóknar benda hins vegar til þess að vöðvaensím og/eða aðrir þættir en meltingarensímin skipti verulegu máli við verkun saltaðrar síldar. Ekki er þó unnt að segja að meltingarensímin komi ekki við sögu því jafnvel í síldinni sem var að fullu slógdregin og þvegin fyrir söltun geta hugsanlega einhver meltingarensím hafa lekið inn í hold síldarinnar þá 2 sólarhringa áður en hún var söltuð.

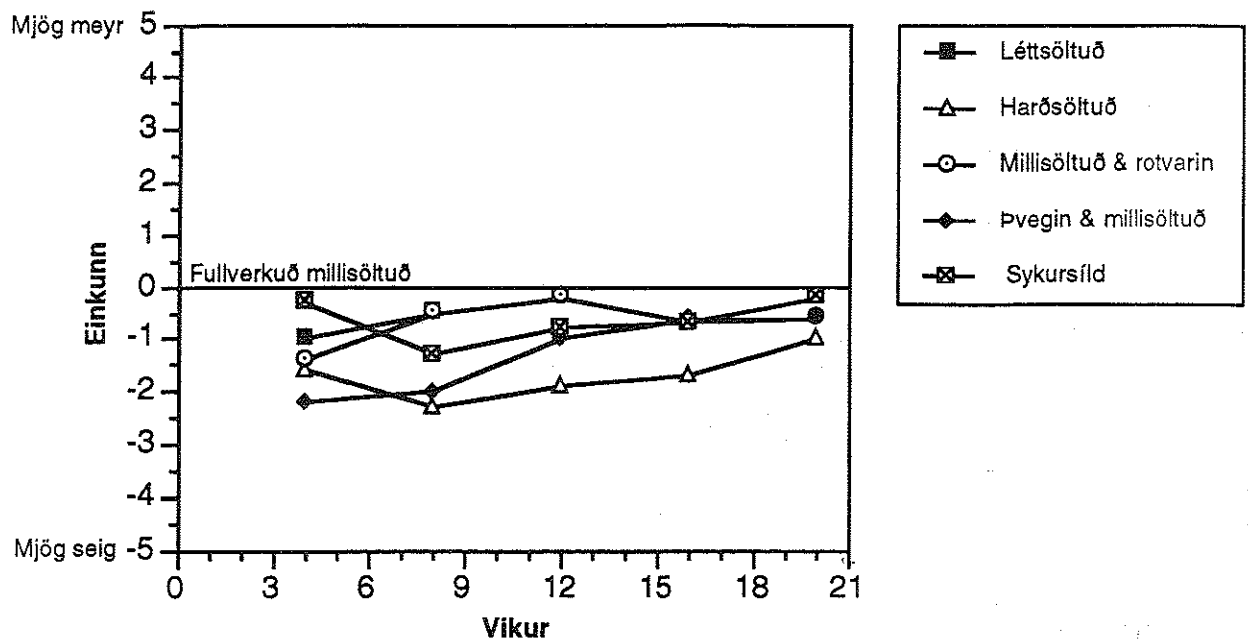
Niðurstöðurnar sýna að síld sem söltuð er eftir harðsaltaðri uppskrift (110 kg síld/25 kg salt) hefur almennt stinnari og seigari áferð en síld söltuð samkvæmt millisaltaðri eða léttsaltaðri uppskrift (myndir 10 og 12). Þetta kemur ekki á óvart; síldin verður hörð og þétt við upphafssaltupptökuna, og þótt síldin mýkist við 20 vikna kæligeymslu, þá nær hún ekki sömu áferðareiginleikum og síld sem söltuð er eftir millisaltari uppskrift (104 kg síld/15 kg salt).



Mynd 10. Breytingar á mykt saltaðrar síldar við 5°C.



Mynd 11. Breytingar á vatnsáferð í saltaðri síld við 5°C.



Mynd 12. Breytingar á seiglu í saltaðri síld við 5°C.

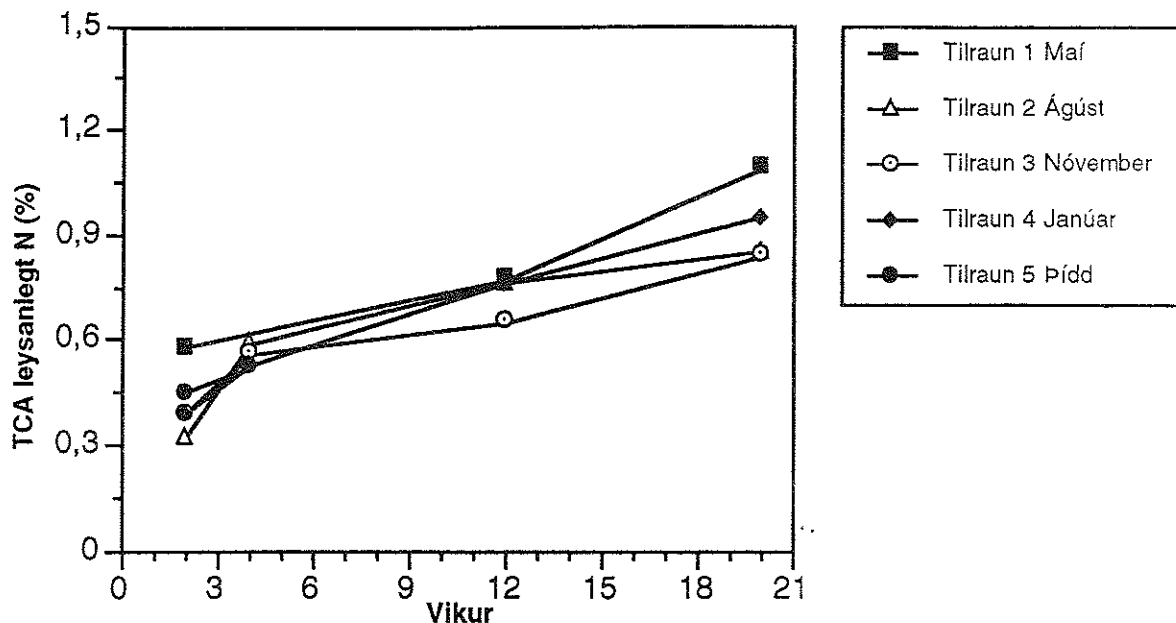
3.1.3. Skynmat starfsmanna SÚN. Niðurstöður má sjá í töflu 4 í viðauka.

Í stórum dráttum má segja að niðurstöður starfsmanna SÚN staðfesti niðurstöður skynmatshóps Rf. Mafsíld er ekki talin verkast þar sem ekki myndast í henni rétt verkunarbragð; litur hennar er auk þess dökkur (tafla 4). Ágústsíld er metin hrá af starfsmönnum SÚN. Léttisaltaða síldin er metin súr í 14. viku og þídda síldin þrá (en þó með einkenni verkunar) í 6. viku. Aðrir síldarhópar eru taldir fá einkenni verkunar (í mismiklum mæli) u.þ.b. 16 til 20 vikum frá söltun (tafla 4).

3.2. Efnaniðurstöður.

Niðurstöður mælinga á próteini, fitu, vatni, salti og sýrustigi í síldarflökum auk sýrustigsmælinga á þækli má finna í töflu 5 í viðauka.

3.2.1. TCA-leysanlegt köfnunarefni. Myndir 13 og 14 sýna þær breytingar sem áttu sér stað í TCA-leysanlegu köfnunarefni í þækli síldar. Eins og myndirnar sýna þá verður stigvaxandi aukning á TCA leysanlegu köfnunarefni við 5°C í þækli allra síldarsöltunarhópa með geymslutíma. Athyglisvert er að aukning verður í TCA-leysanlegu köfnunarefni hjá bæði vertíðarsíld og síld sem veidd er utan vertíðar (mynd 13). Eins og áður sagði þá hvarf ekki hráabragð að fullu úr saltaðri síld sem veidd var utan vertíðar (í maí og í ágúst) en hins vegar virtist ágústsíldin fá áþekka áferð og vertíðarsíld.

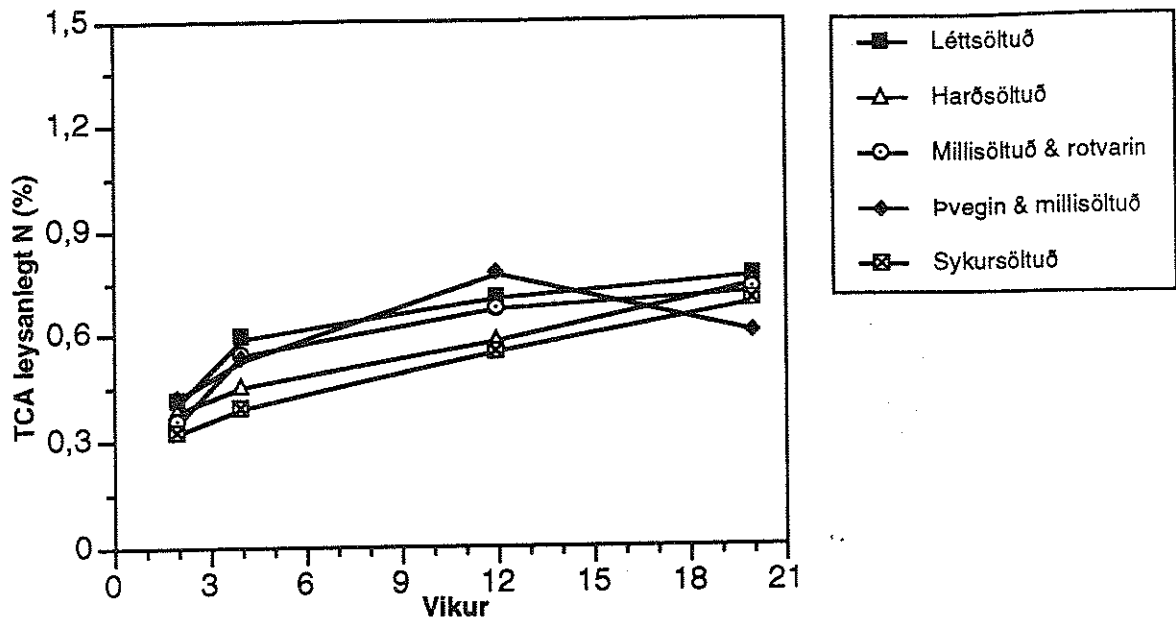


Mynd 13. Áhrif geymslu við 5°C á TCA leysanlegt köfnunarefni í þækli millisaltaðrar síldar.

Meðan á verkun stendur eykst heildarmagn leysanlegra köfnunarefnissambanda (t.d. peptíða og frírra amínósýra) í síld og hægt og rólega leka þessi efni út í þækilinn (Kiesvaara, 1975). Þessa aukningu má einkum rekja til starfssemi ensíma. Voskresensky (1965) bendir þó á að þá aukningu sem eigi sér stað í leysanlegum köfnunarsamböndum sé ekki hægt að nota sem mælikvarða á verkun. Niðurstöður hans sýna að þótt aukning í leysanlegum köfnunarefnissamböndum eigi sér stað í bæði fiturýrri síld og fitumikilli síld reyndist mikill munur á verkunareinkennum. Enn sem komið er hefur ekki fundist hentugur efnafræðilegur mælikvarði á verkun síldar.

Kiesvaara (1975) fann að hlutfall basískra/súrra amínósýra minnkaði í saltaðri síld meðan á verkun stóð. Hann telur að breytingar á hlutalli basískra/súrra amínósýra henti til að fylgjast með verkun saltaðrar síldar. Ekki reyndist unnt í þessum rannsóknum að mæla frírar amínósýrur þótt það hafi staðið til í upphafi tilrauna. Ástæðan er sú að ekki hefur tekist að próa hentuga háþrýstivöskvilju (HPLC) aðferð á stofnunni til þessara mælinga. Talsverð vinna hefur verið lögð í próunarvinnuna á undanförunum 2 árum en án árangurs.

Óbirtar niðurstöður frá árinu 1990 (Stefánsson og Stefánsson) benda til þess að hlutfall frírra basískra/súrra amínósýra minnki þegar líður á geymslutíma saltaðrar síldar en sambærileg minnkun eigi sér einnig stað í söltuðum síldarflökum. Söltuð síldarflök fá þó ekki sömu verkunareinkenni og söltuð (haussskorin og slógdregin) síld; t.d. fá þau ekki hið einkennandi verkunarbragð (Stefánsson og Stefánsson, 1990). Ef hlutfall basískra/súrra amínósýra minnkar í saltaðri síld, burtséð frá því hvort hún verkast eða ekki þá er þetta gangslítill mælikvarði á verkun. Frekari tilrauna er þörf til að kanna þetta betur.



Mynd 14. Breytingar á TCA leysanlegu köfnunarefni í þækli saltaðrar síldar við 5°C.

3.2.2. Ensímvirkni. Í töflu 3. má sjá ensímvirkni fyrir söltun í þeirri síld sem notuð var í tilraunirnar.

Tafla 3. Ensímvirkni í hausskorinni og slógdreginni síld fyrir söltun

Tilraun	Hópur	Próteinasavirkni ($\mu\text{g azok./g klst}$)	Trypsín (U/g)	Chymotrypsín (U/g)	LAP (U/g)
1.	Maí	182	12,8	56,2	69
2.	Ágúst	216	-	32,4	54,6
3.	Nóvember	74	-	23,5	1
4.	Slægð og þvegin	56	-	20,1	0,9
4.	Janúar	275	-	47,3	-
5.	Þídd síld	164	55,6	41,7	29,4

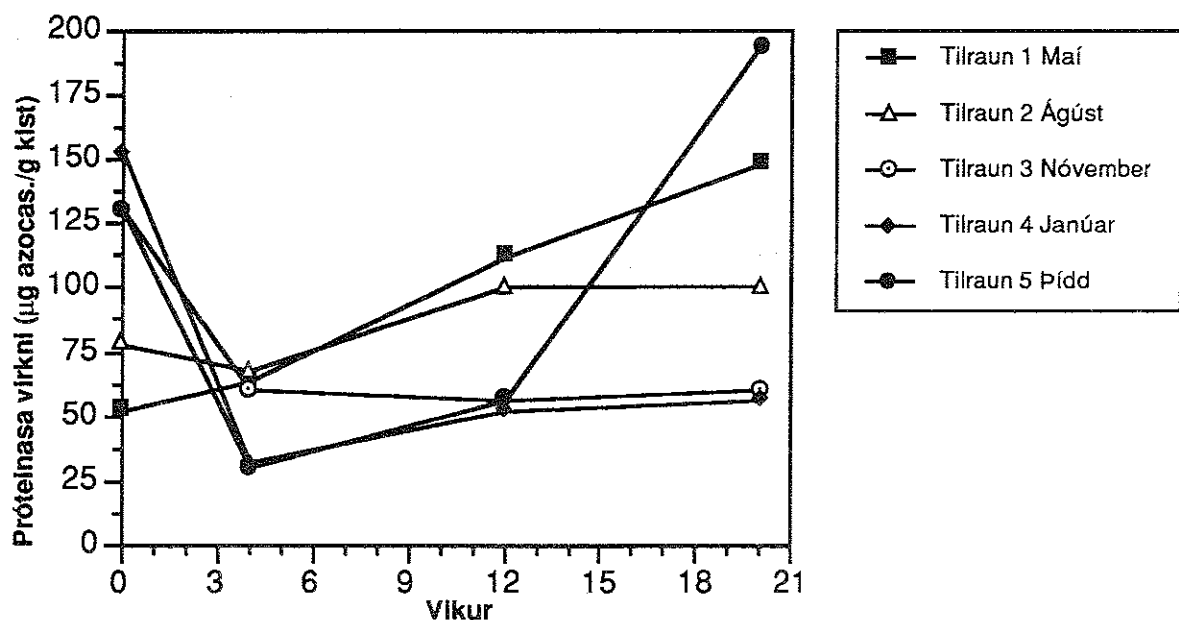
LAP= leucine aminópeptidasa virkni

Þegar gögnin í töflu 3 eru skoðuð vekur athygli að heildar próteinasavirkni (mæld við 25°C og pH 6,0) í síld sem veidd var í maí og ágúst er síst minni en í síld sem veidd var í nóvember. Að sama skapi er ekki unnt að sjá að chymotrypsín virknin sé mismunandi á milli þeirra hópa sem verkast og hinna í upphafi söltunar. Þetta kemur á óvart þar sem það er almennt talið að síld henti til söltunar þegar próteinasavirknin er sem hæst (Kiesvaara, 1975). Eins og áður sagði þá fengu hvorki maí né ágústsíldin rétt verkunareinkenni. Nóvember síldin

reynist með litla upphafs ensímvirkni í samanburði við maí og ágústsíldina en samt verkaðist hún (sjá myndir 3, 4 og 7). Sama má segja um síldina sem var að fullu slægð og þvegin fyrir söltun. Þessi síld reyndist hafa litla heildar próteinasavirkni fyrir söltun en samt fékk hún við kæligeymsluna einkenni verkunar (sjá myndir 5, 6 og 10). Janúarsíldin virðist hafa hæstu heildar próteinasavirknina í upphafi söltunar og eins og nóvembersíldin verkast hún.

Þessar niðurstöður geta bent til þess að heildar próteinasavirkni segi lítið sem ekkert um hæfi síldar til söltunar. Það er þó rétt að benda á að hér eru einungis um fáar mælingar að ræða og margir þættir sem geta valdið skekkju. T.d. er mismikið af slógi fjarlæggt úr síldinni við hausskurðinn sem beint hefur áhrif á heildarpróteinasavirknina.

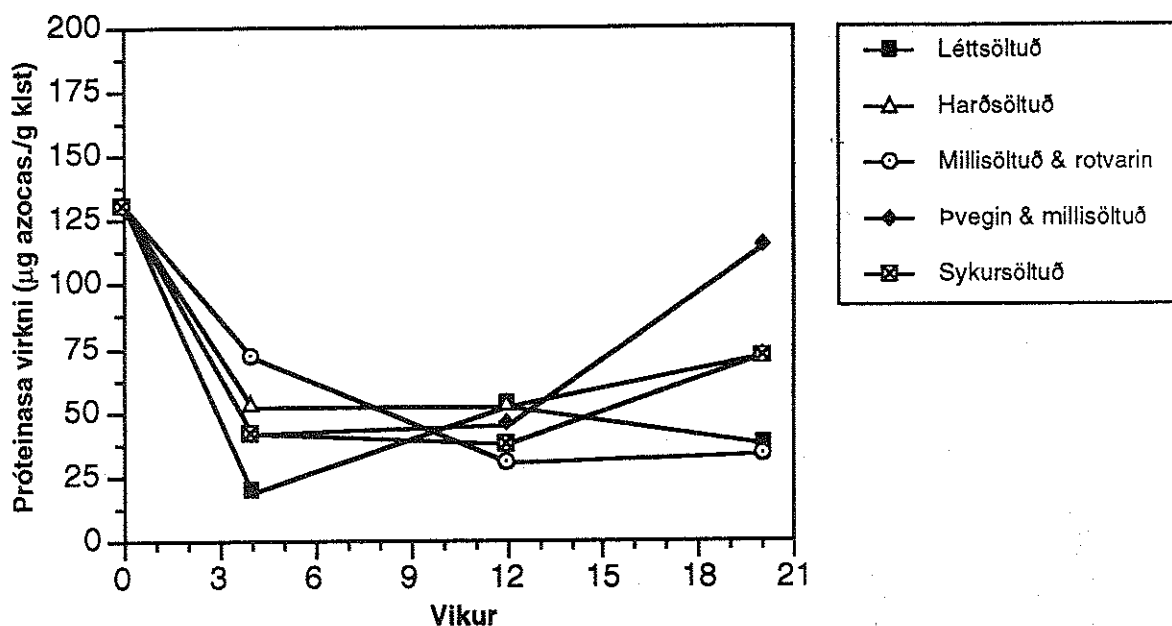
Mynd 15 sýnir breytingar á heildar próteinasavirkni í holdi saltaðrar síldar sem veidd er á mismunandi árstíma. Mynd 16 sýnir breytingar sem eiga sér stað í heildar próteinasavirkni í holdi síldar sem söltuð er eftir mismunandi forskriftum.



Mynd 15. Áhrif geymslu við 5°C á próteinasavirkni í millisaltaðri síld.

Þótt heildar próteinasavirkni í hausskorinni og slógdreginni síld sé talsverð fyrir söltun bæði í vertíðarsíld og síld veidd utan vertíðar (tafla 3) þá sýnir mynd 15 að heldur meiri próteinasavirkni er til staðar í holdi vertíðarsíldar (nóvember og janúar) í upphafi söltunar en í holdi síldar sem veidd er utan vertíðar (maí og ágúst). E.t.v. skýrir þessi munur í heildar próteinasavirkni í síldarholdi að einhverju leyti hvers vegna vertíðarsíldin verkast meðan síld veidd utan vertíðar verkast illa eða ekki. Þessa virkni má að öllum líkindum rekja til virkni vöðvaensíma. Þetta styrkir tilgátu um þátt vöðvaensíma við verkun; eins og áður sagði fékk síld sem var að fullu slógdregin fyrir söltun verkunareinkenni (myndir 5 og 6).

Mynd 15 sýnir að strax í fjórðu viku frá söltun hefur ensímvirknin fallið umtalsvert í vertíðarsíldinni, líklegast vegna saltupptöku og helst síðan lág yfir geymslutímann. Lítils háttar aukning í heildar próteinasavirkni virðist hins vegar eiga sér stað í síldinni sem er veidd utan vertíðar þegar líður á geymslutímann. Aukning á sér einnig stað í þíddu síldinni á síðasta hluta geymslutímans. Mynd 16 sýnir að svipaðar breytingar eiga sér stað þegar vertíðarsíld (síld veidd í nóvember) er söltuð eftir mismunandi forskriftum. Heildar próteinasavirknin í holdi minnkar strax, vegna saltupptökunar, en þegar líður á geymslutímann eykst virknin í nokkrum hópum (mynd 16).

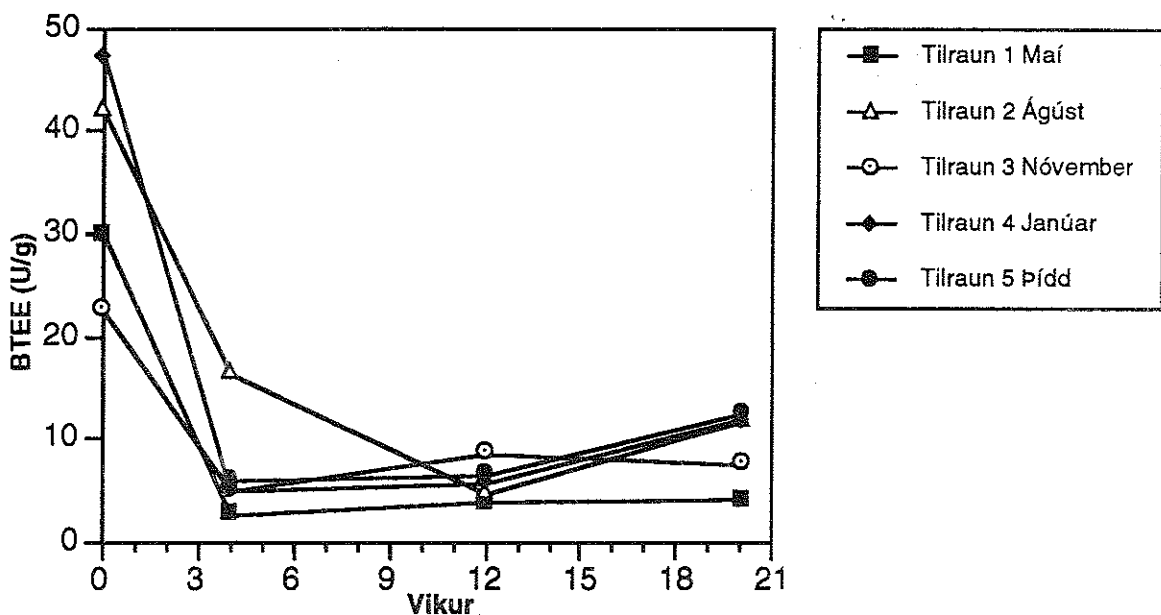


Mynd 16. Breytingar á próteinasavirkni í saltaðri síld við 5°C

Ólafsdóttir o.fl. (1985) fundu að heildar próteinasavirkni jókst í holdi sykursíldar (millisöltuð síld) eftir u.p.b. 4 vikna geymslu og virtist ná hámarki um eða við 8 vikna geymslutíma. Ekki er hins vegar getið við hvaða hitastig síldin var geymd. Óbirtar niðurstöður frá árinu 1990 (Stefánsson og Stefánsson) sýna á sama máta hæga aukningu í heildarvirkni próteinsundrandi ensíma í holdi hausskorinnar og slógdreginnar kryddsíldar (millisöltuð) sem geymd var við 10°C, þegar leið á geymslutímann. Í þessum rannsóknum sem hér er lýst kom ekki fram nein veruleg aukning í heildar próteinasavirkni í millisaltaðri vertíðarsíld yfir geymslutímann. Hugsanlega skýring á þessu er lágt geymsluhitastig (5±1°C). Hitastig hefur veruleg áhrif á hraða verkunar (Pérez-Villarreal og Pozo, 1992). Ekki er ljóst hvort og þá hvernig aukning í heildar próteinasavirkni í holdi tengist verkun og þeim skynmatsbreytingum sem þá koma fram. Benda má að í þessum tilraunum varð, þegar leið á geymslutímann, einhver aukning í heildar próteinasavirkni í holdi síldar sem veidd var utan vertíðar en sú síld

verkaðist illa eða ekki (mynd 15). Fleiri rannsóknir þarf á þessu sviði til að fá betri innsýn og skilning á þeim efnabreytingum sem valda verkun í saltaðri síld.

Myndir 17 og 18 sýna breytingar sem áttu sér stað á virkni ensímsins chymotrypsín í síldarholdi, annars vegar í millisaltaðri síld sem veidd var á mismunandi árstíma og hins vegar í vertíðarsíld (nóvember) sem söltuð var eftir mismunandi forskriftum. Eins og mynd 17 sýnir reyndist virkni ensímsins talsverð í öllum hópum í upphafi söltunar. Virknin féll hins vegar strax eftir söltun og hélst lág út geymslutímabilið. Ekki er hægt að sjá að neinn verulegur munur sé á virkni ensímsins á milli þeirra síldarhópa sem fá verkunareinkenni (nóvember og janúar síld) og þeirra hópa sem verkast illa eða ekki. Á sama hátt má sjá að virkni ensímsins chymotrypsíns fellur í síld sem söltuð er eftir mismunandi forskriftum strax eftir söltun (mynd 18).

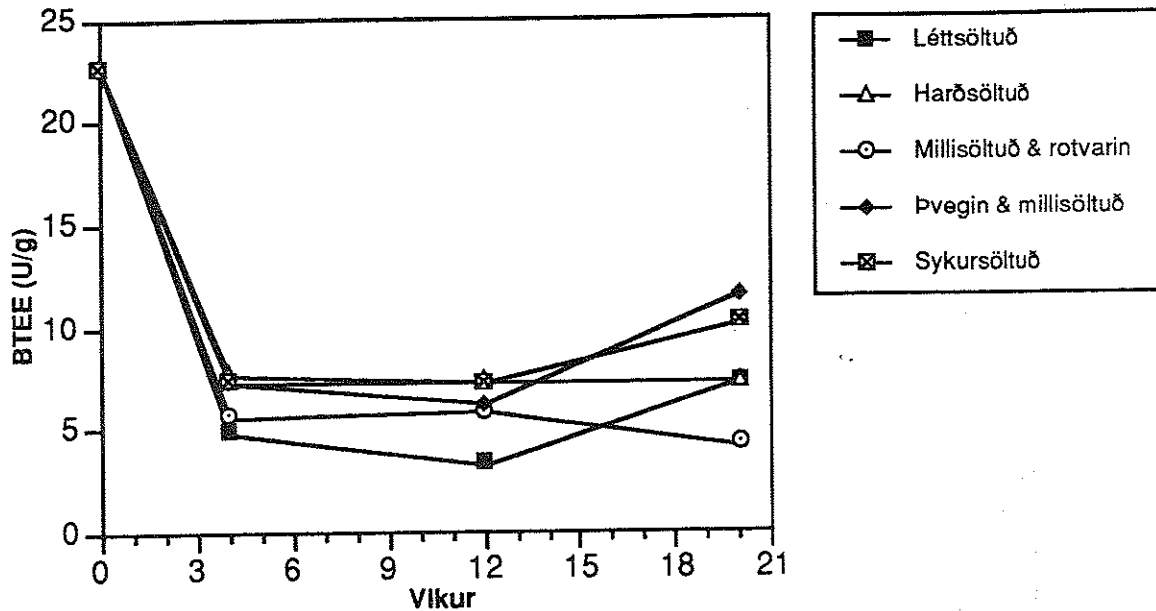


Mynd 17. Áhrif geymslu við 5°C á chymotrypsín virkni í millisaltaðri síld.

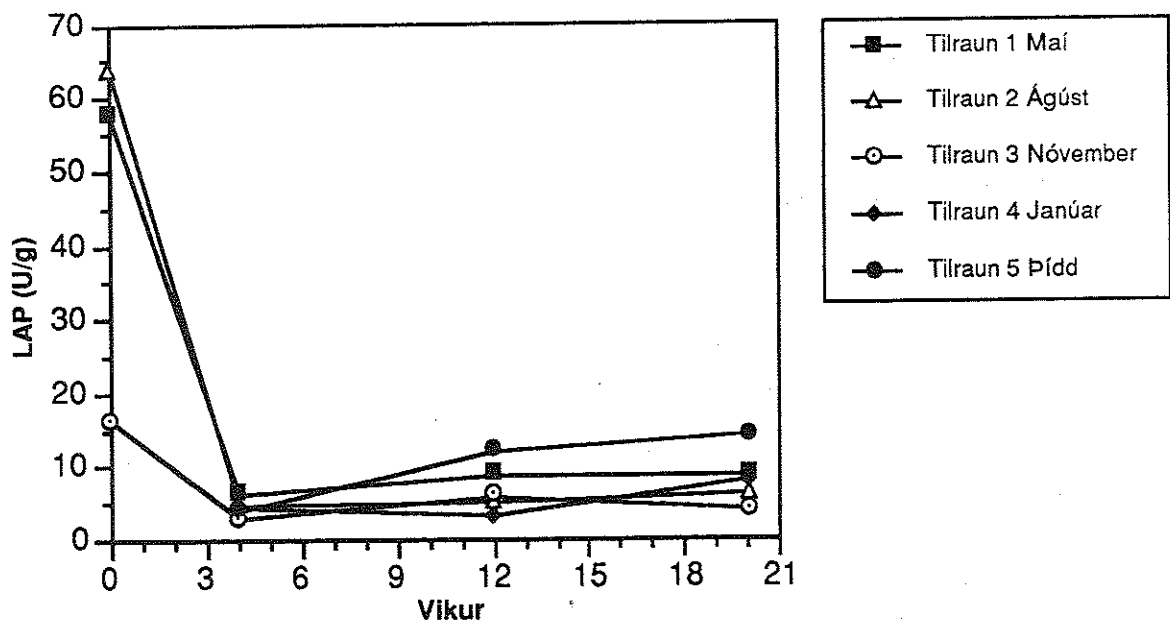
Myndir 19 og 20 sýna breytingar á virkni ensímsins leucine amínópeptídasa. Mælingin var gerð til að fá einhverja hugmynd um virkni exopeptídasa í síld meðan á söltun stendur. Myndirnar sýna að virkni leucine amínópeptídasa fellur fljótlega eftir að síldin er söltuð og helst lág í öllum hópum út geymslutímabilið (mynd 19 og 20). Ekki er unnt að sjá að neinn verulegur munur komi fram í virkni þessa ensíms á milli hópa sem gæti skýrt skynmatsniðurstöðurnar.

Erfitt reyndist að mæla virkni trypsíns í holdi síldarinnar; talsverðar sveiflur komu fram við mælinguna sjálfa, líklega vegna truflandi efna frá síldinni. Flotið sem notað var til mælinga var ekkert hreinsað fyrir mælingar og skýrir það eflaust sveiflukenndar niðurstöður. Þegar mælingin var notuð á hreinsuð ensím eða ensímblöndur komu ekki fram neinar truflanir.

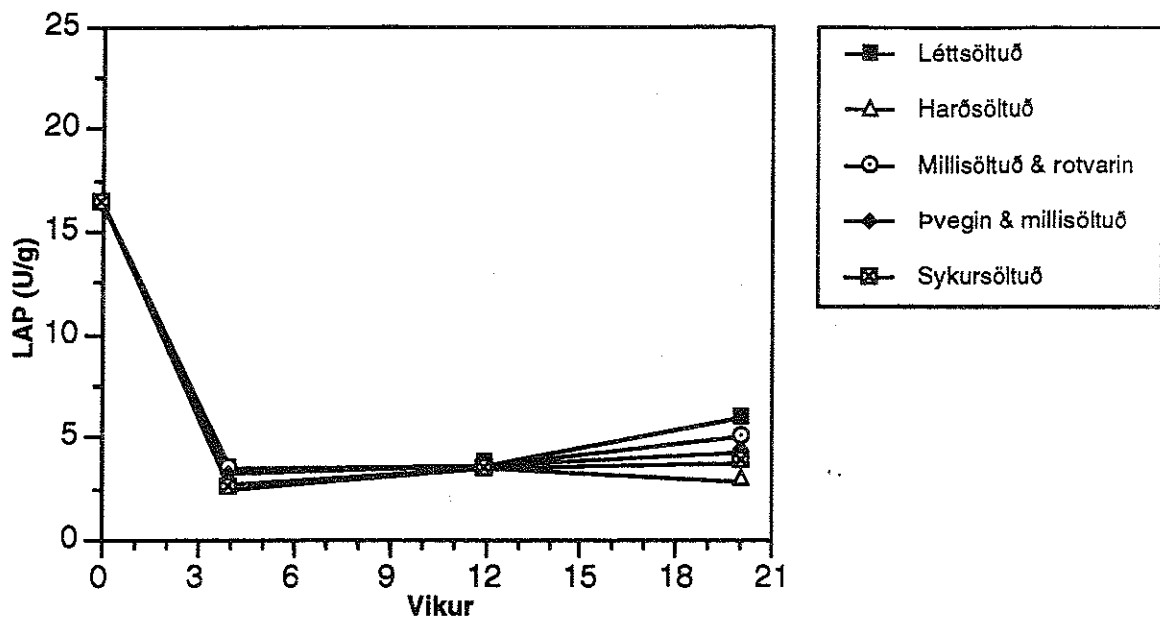
Einnig má ekki líta fram hjá því að virkni trypsíns í síldarholdi var eflaust lítil allan geymslutímann. Niðurstöður trypsín mælinga má sjá í viðauka (og í töflu 3) en ber að taka með talsverðum fyrirvara.



Mynd 18. Breytingar á chymotrypsín virkni í saltaðri síld við 5°C.



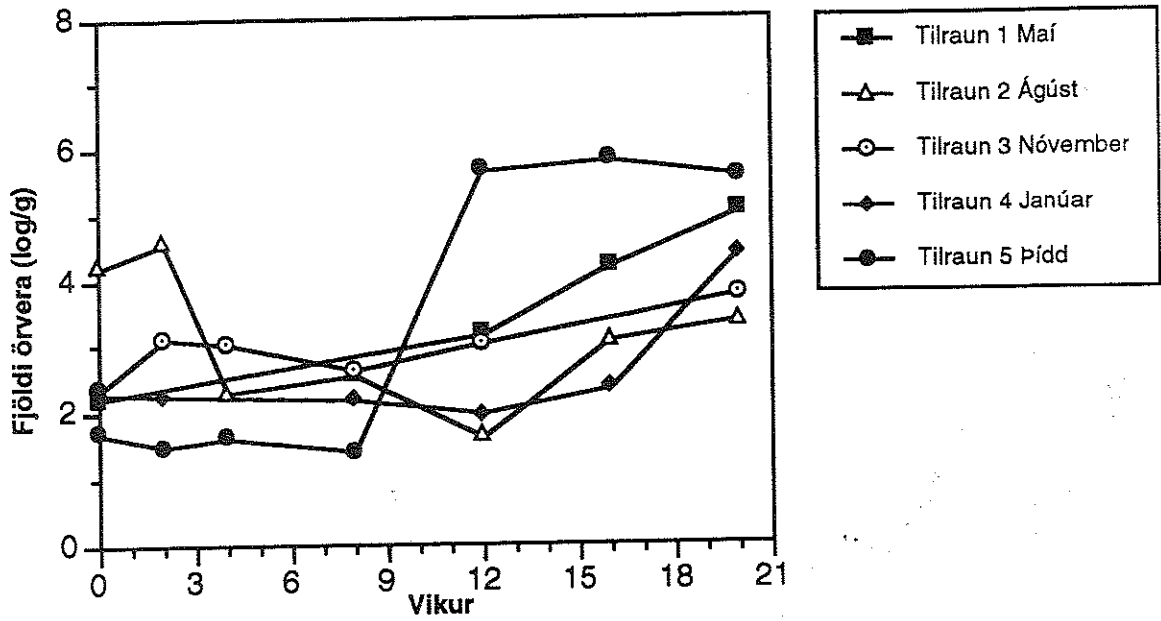
Mynd 19. Áhrif geymslu við 5°C á leucine amínópeptídas virkni í millisaltaðri síld



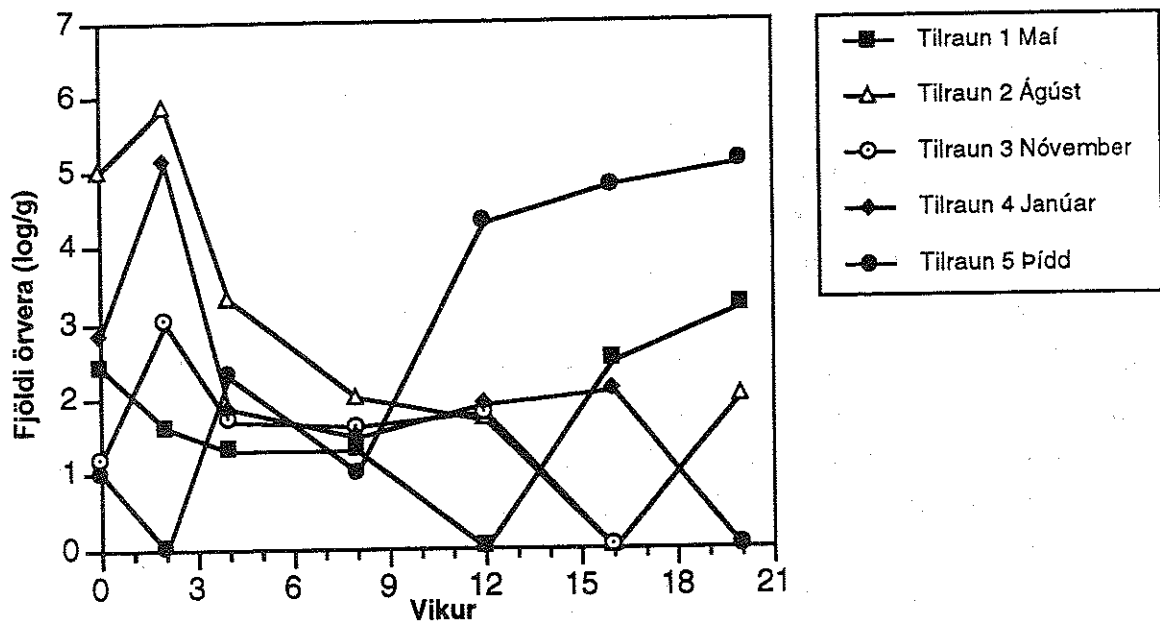
Mynd 20. Breytingar á leucine amínópeptidasa virkni í saltaðri síld við 5°C.

3.2.3. Örverur. Á mynd 21 má sjá breytingar á heildarfjölda saltþolinna örvera í holdi millisaltaðrar síldar við 5°C sem veidd var á mismunandi árstíma. Niðurstöðurnar sýna að örverufjöldinn er lágur í upphafi söltunar og helst lágur út allt geymslutímabilið í öllum hópum nema þíddu síldinni. Einhver aukning á sér stað á fjölda saltþolinna örvera 12 vikum frá söltum hjá þíddu síldinni. Þessa aukningu má að öllum líkindum rekja til skemmda.

Mynd 22 sýnir breytingar á próteinsundrandi örverum í holdi millisaltaðrar síldar við 5°C. Myndin sýnir að upphafs fjöldi próteinsundrandi örvera fellur hratt á fyrstu vikum frá söltun í janúar og ágúst síldinni og helst lágur eftir það. Örverufjöldinn er lágur í öðrum hópum út geymslutímabilið, nema hjá þíddu síldinni. Örverufjöldinn vex í 12. viku í þíddu síldinni líklega vegna byrjunar á skemmd. Enginn verulegur munur kemur fram í örveru-niðurstöðunum sem getur skýrt hvers vegna nokkrir af síldarhópunum verkast en aðrir ekki. Þetta bendir til þess að hvorki saltþolnar né próteinsundrandi örverur eigi neinn verulegan þátt í verkunarferli millisaltaðrar síldar.



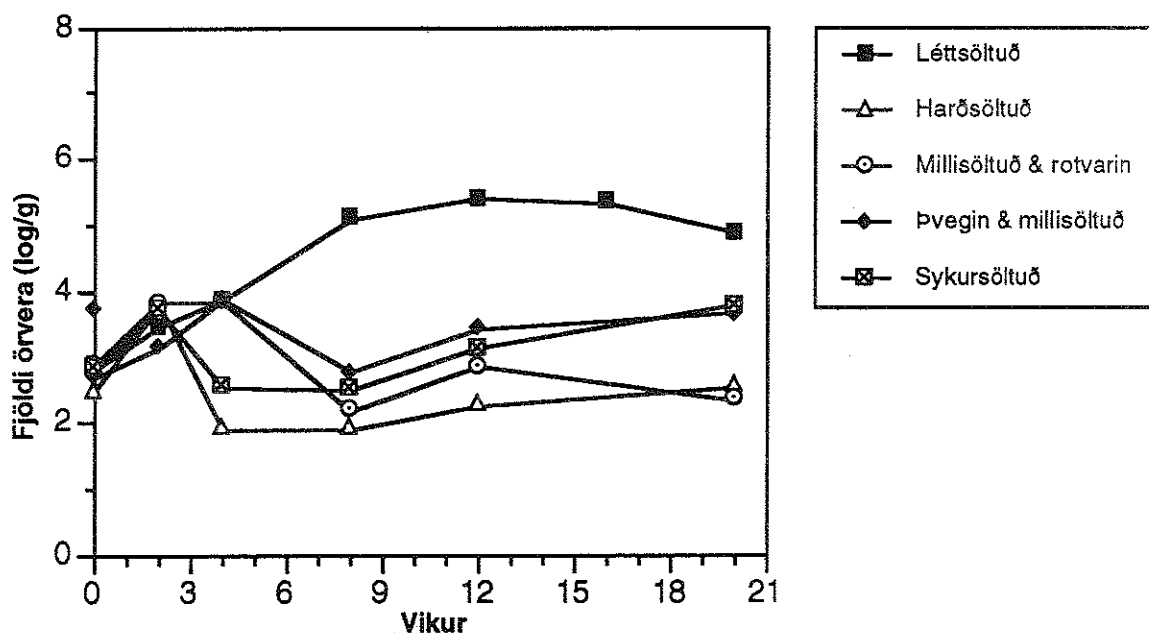
Mynd 21. Áhrif geymslu við 5°C á heildarfjölda saltþolinna örvera í millisaltaðri síld.



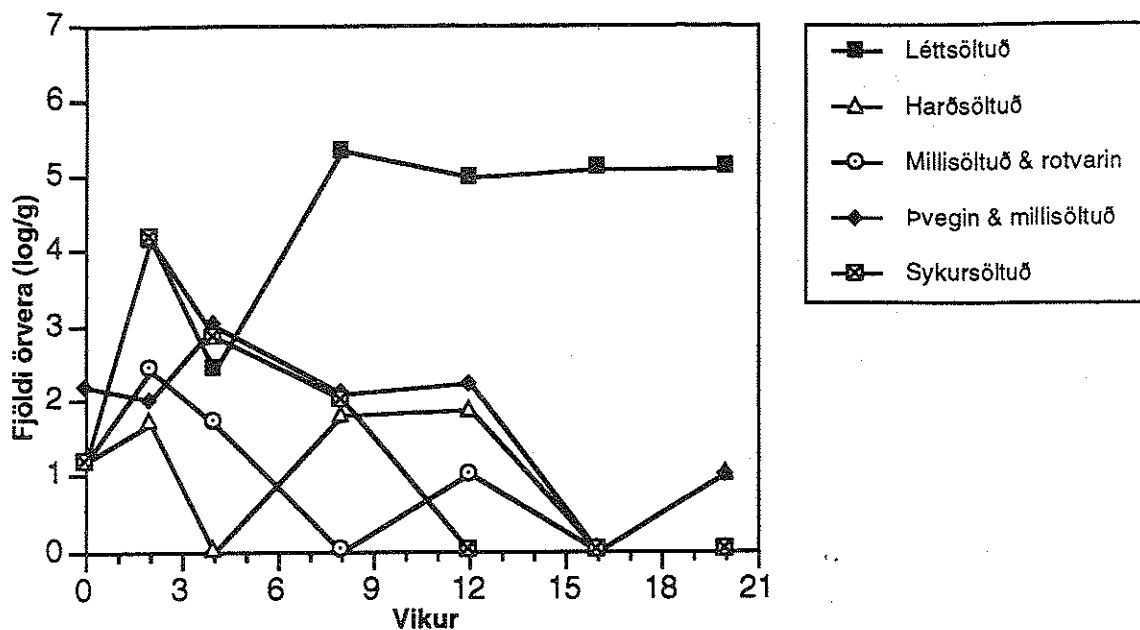
Mynd 22. Áhrif geymslu við 5°C á heildarfjölda próteinsundrandi örvera í millisaltaðri síld.

Myndir 23 og 24 sýna á sama hátt breytingar á heildarfjölda saltþolinna örvera annars vegar og próteinsundrandi örvera hins vegar í holdi síldar saltaðrar samkvæmt mismunandi forskriftum og geymd við 5°C. Niðurstöðurnar sýna að heildarfjöldi saltþolinna örvera helst lágur allt geymslutímabilið í öllum hópum nema léttisöltuðu síldinni. Eins og sagði í framkvæmdalýsingu þá var ekki sett rotvarnarefni í léttisöltuðu síldina sem leiddi til þess að hún súrnaði strax í 12. viku frá söltun. Eins og við mátti búast reyndist fjöldi saltþolinna örvera einna lægstur í harðsaltaðri síld og millisaltaðri síld með rotvarnarefnum allan geymslutímenn. Fjöldi próteinsundranda örvera helst einnig lágur allt geymslutímabilið í öllum síldarhópunum nema léttisöltuðu síldinni. Það að örverufjöldinn haldist lágur yfir geymslutímabilið bendir til þess að örverur hafi ekki verið mikilvægur þáttur í verkun þessara síldarhópa.

Í heild benda þessar niðurstöður til þess að örverur hafi ekki mikil áhrif á verkunarferli millisaltaðrar eða harðsaltaðrar síldar. Niðurstöðurnar staðfesta niðurstöður annarra (Knöchel og Huss, 1984; Magnússon, óbirtar niðurstöður).



Mynd 23. Breytingar á heildarfjölda saltþolinna örvera í saltaðri síld við 5°C.



Mynd 24. Breytingar á fjölda próteinsundrandi örvera í saltaðri síld við 5°C.

4. ÁLYKTANIR.

Niðurstöður þessara rannsókna sýna að meta má verkunareinkenni saltaðrar síldar með hópi þjálfaðra skynmatsmanna, þar sem beitt er útlínuprófunum (profiling). Helstu einkenni sem nota má til að lýsa söltuðum síldarflokkum er verkunarbragð, hráabragð, mýkt og seigla (eða meyrnun). Niðurstöðurnar sýna að þegar vertíðarsíld (frá í nóvember og seinni hluta janúar) er söltuð samkvæmt millisaltaðri uppskrift breytast einkenni hennar þannig að hráabragð hverfur og verkunarbragð myndast. Síldin verður jafnframt mýkri og meyrari við geymsluna. Við 5°C er hráinn að mestu horfinn eftir 12 til 16 vikur frá söltun og áberandi verkunarbragð komið í staðinn. Síldin er einnig komin með einkennandi mýkt verkaðrar síldar u.þ.b. 12 til 16 vikum frá söltun við 5°C. Þegar sykri er bætt út í uppskriftina virðist verkunarbragðið verða meira áberandi. Þegar rotvarnarefnum (kalíum sorbati) er bætt út í millisaltaða uppskrift virðist verkunarbragðið sem myndast, ekki ná jafn miklum styrk og í síld án rotvarnarefna. Ef saltskammtur er aukin frá 15 kg í tunnu í 25 kg (harðsöltun) fær síldin verkunarbragð, sem er frábrugðið verkunarbragði millisaltaðrar síldar. Harðsöltuð síld er einnig stinnari og seigari en millisöltuð síld. Síld sem er fryst og geymd í 6 mánuði fyrir söltun fær sambærileg verkunareinkenni og fersksöltuð síld (söltun samkvæmt millisaltaðri uppskrift). Þídd síld virðist verða fyrr mjúk en fersksöltuð síld. Fryst þídd síld er mjög viðkvæm fyrir þrúnun bæði í frystigeymslu og eftir söltun. Þídda síldin sem notuð var í tilraunirnar hér reyndist öll þrá um 6 til 8 vikum eftir söltun. Bæði þessi atriði benda til þess að geymslupól þíddrar saltaðrar síldar geti reynt skemmra en fersksaltaðrar síldar.

Fiturýr síld veidd utan vertíðar (í maí) og söltuð samkvæmt millisaltaðri uppskrift fékk ekki rétt verkunareinkenni við geymslu. Dauft verkunarbragð myndaðist en hráí hvarf ekki að fullu. Síldin reyndist einnig stinnari og seigari en síld veidd á vertíð. Litur á síldarholdi var dökkur sem þykir óæskilegt. Nýhrygnd síld sem veidd var í lok ágústmánaðar reyndist ekki verkast þegar hún var söltuð samkvæmt millisaltaðri uppskrift. Fituinnihald í síldinni var sambærilegt við fituinnihald vertíðarsíldar, en hún var að hluta illa gróin eftir hrygninguna (blóðsíld). Síld þessi fékk aldrei verkunarbragð og hráinn var eftir 20 vikna geymslu við 5°C sem í nýsaltaðri síld. Síldin fékk þó svipuð áferðareinkenni og millisöltuð vertíðarsíld. Síld sem var að fullu slógdregin og þvegin og síðan söltuð sem millisöltuð síld fékk verkunareinkenni við kæligeymslu. Verkunarbragð síldarinnar var þó daufara en í venjulegri hausskorinni og slógdreginni síld.

Ekki tókst að sýna fram á það með efnafræðilegum eða örverufræðilegum athugunum hvers vegna sumir síldarhóparnir fengu verkunareinkenni en aðrir ekki. Niðurstöður þessa verkefnis benda til þess að hvorki saltþolnar né próteinsundrandi örverur eigi verulegan þátt í verkun hausskorinnar og slógdreginnar millisaltaðrar (saltsíldar og sykursíldar) eða harðsaltaðrar síldar.

Aukning á leysanlegu köfnunarefni í þækli átti sér stað í öllum síldarhópum, burtséð frá því hvort verkunareinkenni komu fram eða ekki. Heildar próteinasavirkni hausskorinnar og slógdreginnar síldar fyrir söltun, var síst minni í þeim hópum sem fengu verkunareinkenni og þeim sem ekki verkuðust. Hins vegar reyndist próteinasavirkni í holdi síldar fyrir söltun heldur meiri í vertíðarsíldinni (sem verkaðist) í samanburði við síld sem veidd var utan vertíðar. Ekki virtist koma fram neinn verulegur munur á virkni chymotrypsíns, í upphafi söltunar né á 20 vikna geymslutímabili, hjá síldarhópum sem fengu verkunareinkenni og þeim sem ekki fengu "rétt" verkunareinkenni. Erfiðlega gekk að mæla virkni ensímsins trypsin í holdi með þeirri aðferð sem notuð var í þessum rannsóknum.

Erfitt er að draga ályktanir af niðurstöðum ensímmælinga, sérstaklega þar sem um fáar mælingar er að ræða. Hugsanlega voru ekki "réttu" ensímin mæld í þessu verkefni þ.e. þau ensím sem valda verkun. Niðurstöðurnar kalla þó fram áleitnar spurningar t.d. hvort það sé skortur á heildar próteinasavirkni sem valdi því að síld sem veidd er utan vertíðar verkist ekki. Spyrja má líka hvort mýking og bragðmyndun síldar séu samtengd ferli meðan á verkun stendur. Hugsanlega valda almennir próteinasar mýkingu og meyrnun síldar og ekki virtist vera skortur á þeim í neinum af þeim hópum sem hér voru notaðir; allir millisöltuðu hóparnir mýktust nema fiturýra síldin. Bragðmyndunin er líklega flókinn ferill sem byggir ekki bara á próteinbreytingum heldur einnig á fitumagni, fitubreytingum og hugsanlega öðrum þáttum. E.t.v. hefur hrygningin sem slík einhver bein áhrif á bragð síldarinnar. Niðurstöðurnar geta bent til þess að vöðvaensím skipti verulegu máli við verkun síldar, hvort sem er við mýkingu eða bragðmyndun. Frekari athuganna er þörf þar sem bæði eru ákvarðaðar breytingar á heildar próteinasavirkni og á virkni sérhæfðari próteinsundrandi ensíma úr meltingarfærum og vöðvum. Rannsaka þarf einnig áhrif fitu og fitubreytinga á verkun saltaðrar síldar.

5. PAKKARORD.

Rannsóknarráð ríkisins er þakkað fyrir styrkveitingu í þetta verkefni. Höfundur þakkar Síldarútvegsnefnd fyrir framlag og styrki í verkefnið og þakkar sérstaklega þeim Ingvari Ágústssyni, Óskari Hermannssyni og Bjarna Gunnarssyni, fyrir alla aðstoð við þessar rannsóknir s.s. við að útvega síld, söltun síldar og mat á síldarsýnum. Einnig vill höfundur þakka öllum þeim sem tóku þátt í verkefninu innan Rf, sérstaklega þeim Hannesi Magnússyni, Sigríði Eysteinsdóttur, Sigurgeiri Höskuldssyni og Ásu Þorkelsdóttur. Skynmatshópur Rf á sérstaka þökk skilið fyrir sitt framlag.

6. HEIMILDIR.

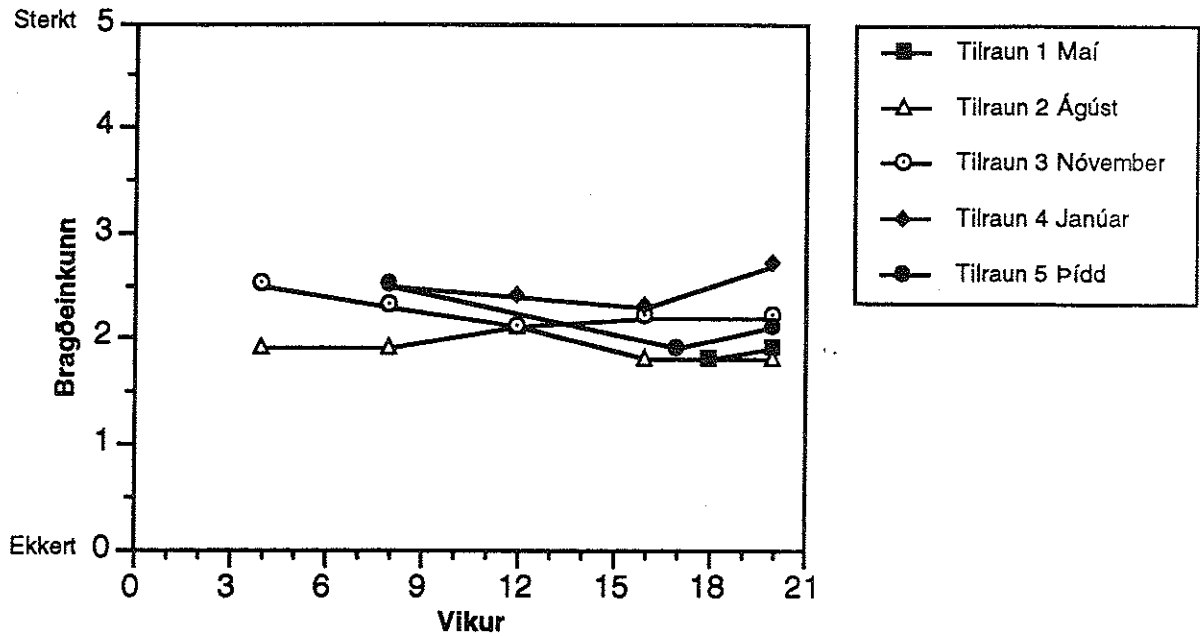
- Alm, F. (1964). The ripening process in Scandinavian anchovy. SIK skýrsla nr. 147, Gautaborg, Svíþjóð.
- Appel, W. (1974). Aminopeptidases and amino acid arylamidases. Í: "Methods of Enzymatic Analysis" ritstýrt af H.U. Bergmeyer, Vol. 2, 950-963. Verlag Chemie, Weinheim, Þýskalandi.
- Brock, F.M., Forsberg, C.W., Buchanan-Smith, J.G. (1982). Applied and Environmental Microbiology 44 (39, 561-569).
- Einarsson, S. (1987). Fitumælingar á síld 1987 og janúar 1988. 16. Rit Rf, Reykjavík.
- Flóvens, G. (1989). Saltsíldarframleiðslan. *Ægir* 82 (4), 170-179.
- Gram, L., Trolle, G. og Huss, H.H. (1987). Detection of specific spoilage bacteria from fish spoiled at low (0°C) and high (20°C) temperatures. International Journal of Food Microbiology 4, 65-72.
- Granroth, B., Kiesvaara, M., og Pitkaniemi, M. (1978). Exopeptidases in Baltic herring (*Clupea harengus membras*). Finn. Chem. Lett. 1978, 108-111.
- Howgate, P. (1987). Skýrsla af fundi WEFTA vinnuhóps um aðferðir til að meta gæði fiskafurða, Maí 1987.
- Jakobsson, J. (1992). Munnlegar upplýsingar

- Kiesvaara, M. (1975). On the soluble nitrogen fraction of barrel-salted herring and semi-preserves during ripening. Publication nr.10, Technical Research Centre of Finland, Helsinki, Finnlandi.
- Kiesvaara, M. (1977). Mogning av saltad fisk. Livsmedelsteknik nr 7/77, 351-353.
- Knøchel, S. og Huss, H.H. (1984). Ripening and spoilage of sugar salted herring with and without nitrate. I. Microbiological and related chemical changes. Journal of Food Technology 19, 203-213.
- Luijpen, A.F.M.G. (1959). The influence of gibbing on the ripening of maatjes cured herring. University of Utrecht, Hollandi.
- Magnússon, H. (1992). Óbirtar niðurstöður
- Magnússon, H. og Möller, A. (1981). Rannsóknir á spinnpækli. 2. Rit Rf, Reykjavík.
- Magnússon, H. og Ögmundsson, J. (1983). Rannsóknir á söltuðum síldarflökum. Tæknitíðindi nr. 143, Rf, Reykjavík.
- Magnússon, H. og Ögmundsson, J. (1990). Tilraun með léttisöltun síldar. 24. Rit Rf, Reykjavík.
- Marvik, S. (1979). Breakdown of added sugar during ripening of sugar-salted herring. SIK service serie nr. 664, Gautaborg, Svíþjóð.
- Ólafsdóttir, S., Magnússon, S., og Bjarnason, J.B. (1985). Proteolytic degradation of muscle during the salt-curing process of herring. Í: "Aspartic proteinases and their inhibitors" ritstýrt af V. Kostka, 561-568. Walter de Gruyter & Co., Berlin, Þýskalandi.
- Pálsson, S. (1981). Verkun saltsíldar. 4 árs verkefni í matvælafræði við Háskóla Íslands, Reykjavík.
- Pérez-Villarreal, B. og Pozo, R. (1992). Ripening of the salted anchovy (*Engraulis encrasicolus*): Study of the sensory, biochemical and microbiological aspects. Í: "Quality assurance in the fish industry" ritstýrt af H.H. Huss o.fl., 157-167. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Hollandi.

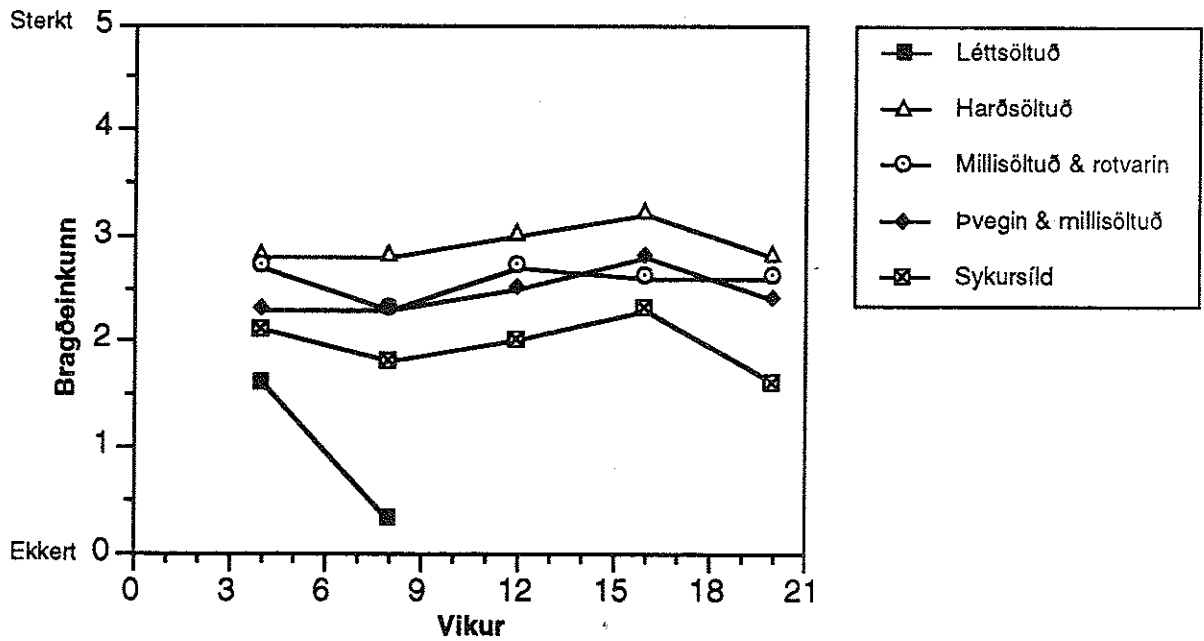
- Reddi, P.K., Constantinides, S.M. og Dymrza, H.A. (1972). Catheptic activity of fish muscle. *Journal of Food Science* 37, 643-648.
- Rick, W. (1974). Trypsin. Í: "Methods of Enzymatic Analysis" ritstýrt af H.U. Bergmeyer, Vol. 2, 1013-1024. Verlag Chemie, Weinheim, Þýskalandi.
- Ritskes, T.M. (1971). Artificial ripening of maatjes-cured herring with the aid of proteolytic enzyme preparations. *Fishery Bulletin* 69 (3), 647-654.
- Ruiter, A. (1972). Substitution of proteases in the enzymic ripening of herring. *Ann. Technol. agric.*, 21(49) 597-605.
- Sizeman, R.K. og Stevenson, L.H. (1970). Method for the isolation of proteolytic marine bacteria. *Applied Microbiology* 20 (6), 991-992.
- Stefánsson, G. og Stefánsson, G. (1990). Enzymatic ripening of salted fillets. Lokuð skýrsla fyrir Abba í Svíþjóð og SÚN á Íslandi.
- Varga, S., Michalik, P., Lemon, D. og Wojtowicz, M.B. (1979). Eating quality, physical, chemical and microbiological characteristics of knobbed herring pickled in wooden or plastic barrels. Technical report nr. 866, Fisheries and Marine Service, Kanada.
- Voskresensky, N.A. (1965). Salting of herring. Í: "Fish as food" ritstýrt af G. Borgstrom, 107-131. Academic Press, New York, Bandaríkjunum.
- Zaitsev, V., Kizevetter, I., Lagunov, L., Makarova, T., Minder, L. og Podsevalov, V. (1969). Fish curing and processing. MIR Publishers, Moskvu, Rússlandi.
- Ögmundsson, J. (1978). Tilraun með söltun síldar. Óbirt skýrsla. Rf, Reykjavík.
- Ögmundsson, J. (1979). Tilraun með söltun síldar. Tæknitíðindi nr. 116. Rf, Reykjavík.
- Ögmundsson, J. (1984). Handbók um síldarverkun, Óbirt gögn, Rf, Reykjavík.
- Ögmundsson, J. og Hermannsson, Ó. (1980). Óbirt skýrsla um söltunartilraun 1979-1980, Rf og SÚN. Reykjavík.

7. VIÐAUKAR.

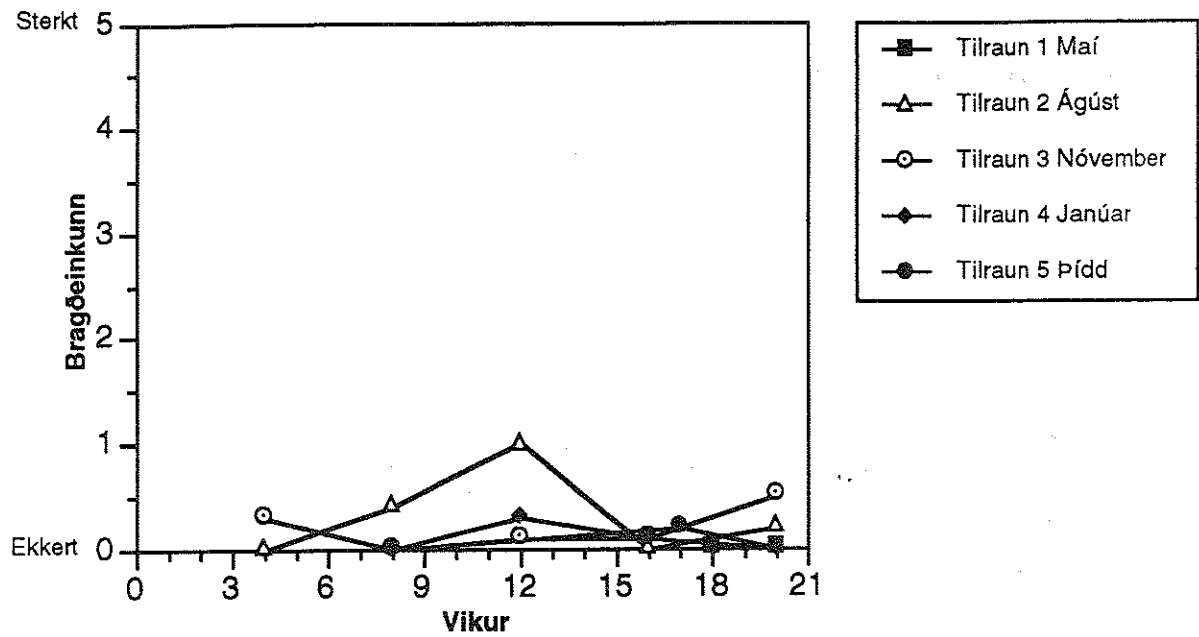
7.1. Skynmatsniðurstöður.



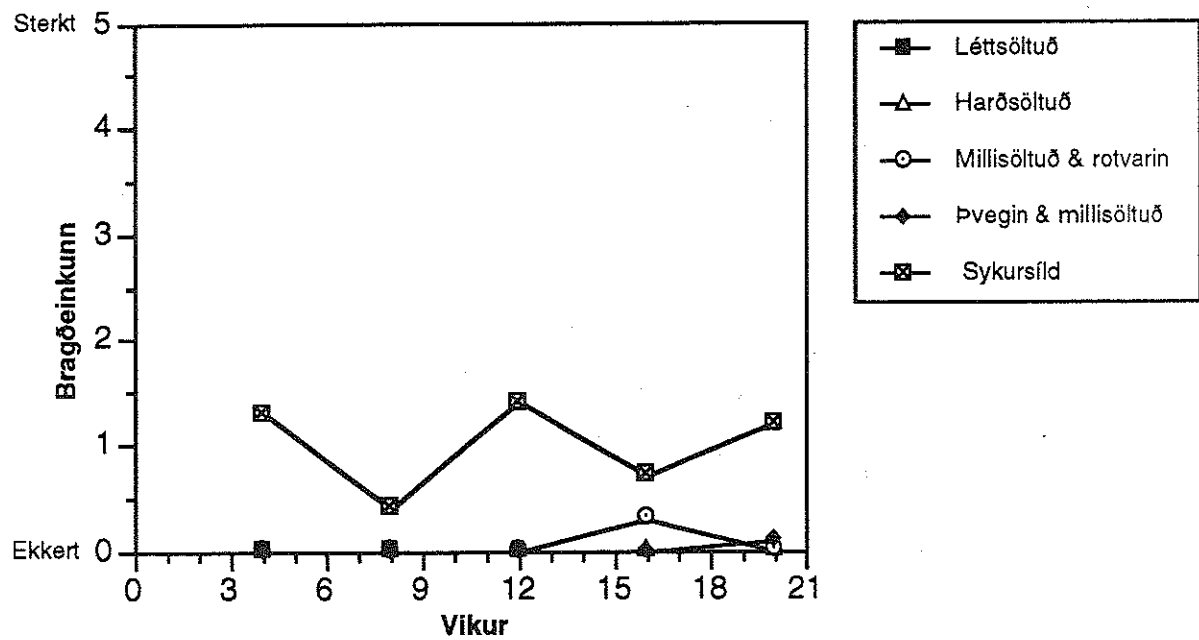
Mynd 25. Áhrif geymslu við 5°C á saltbragð í millisaltaðri síld.



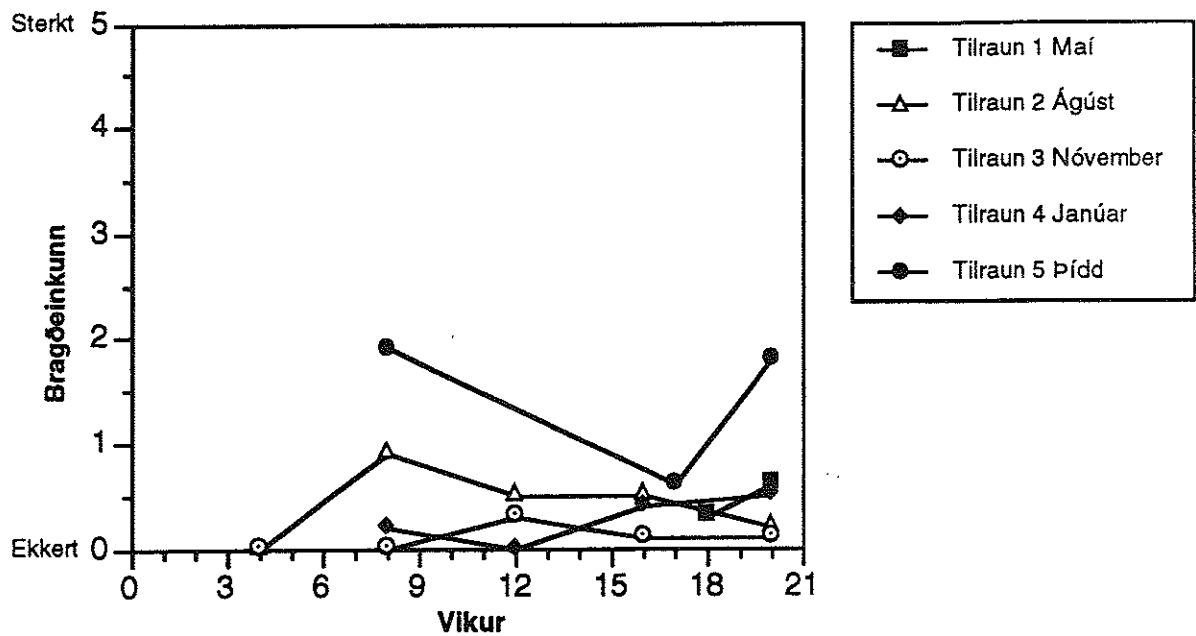
Mynd 26. Breytingar á saltbragði í saltaðri síld við 5°C.



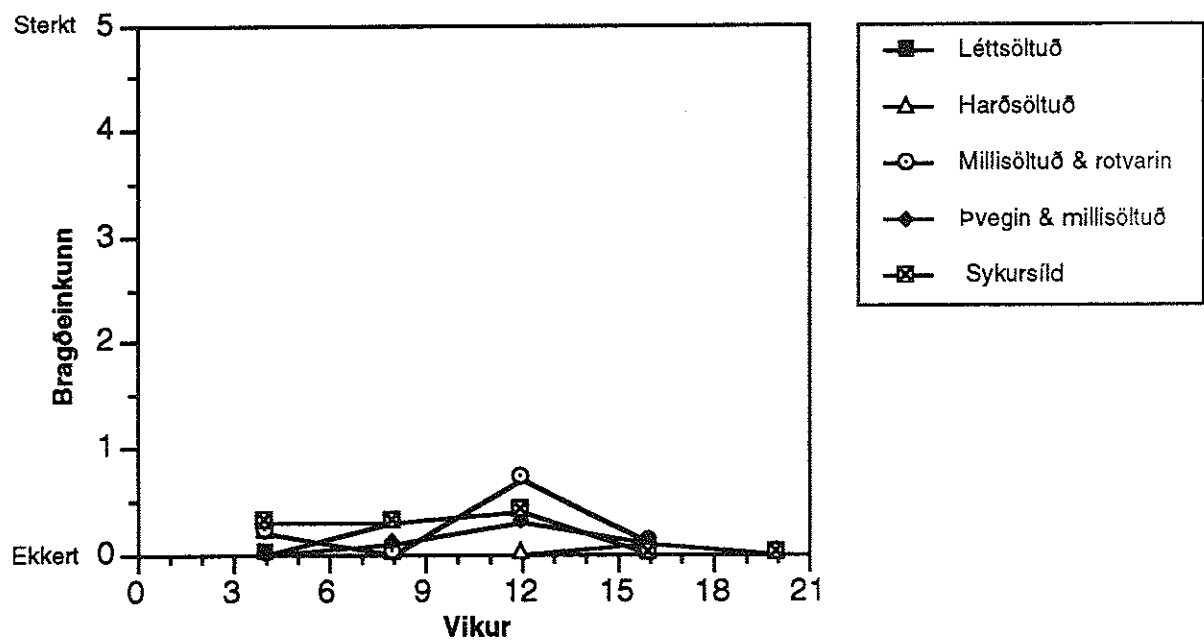
Mynd 27. Áhrif geymslu við 5°C á sætubragð í millisaltaðri síld.



Mynd 28. Breytingar á sætubragði í saltaðri síld við 5°C.



Mynd 29. Áhrif geymslu við 5°C á eftirbragð í millisaltaðri síld.



Mynd 30. Breytingar á eftirbragði í saltaðri síld við 5°C.

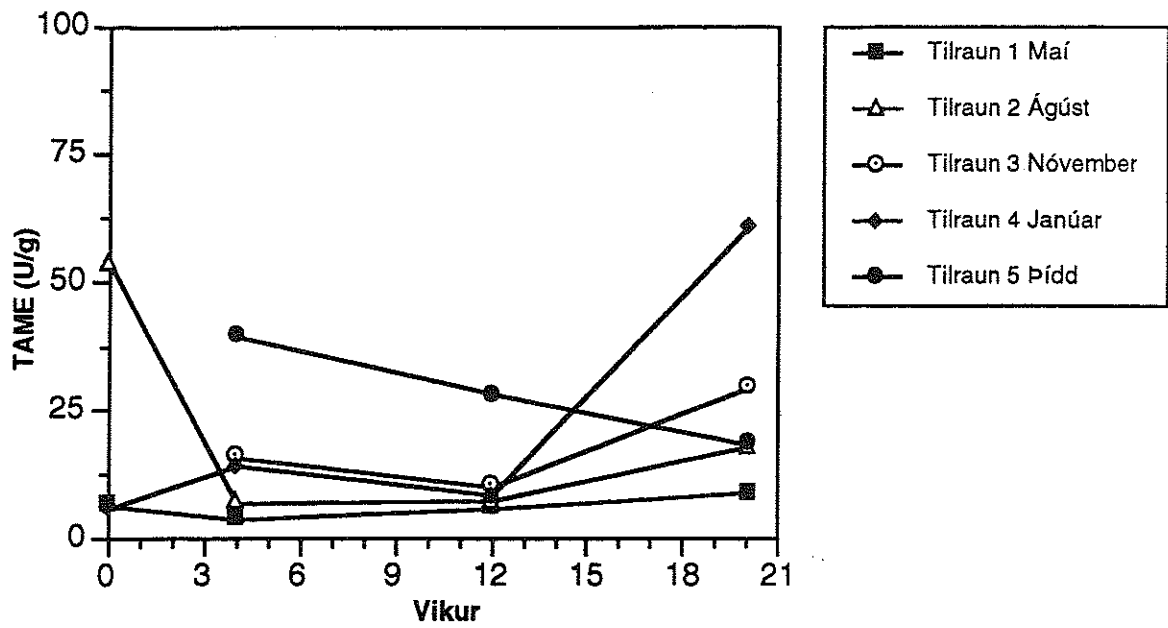
Tafla 4. Skynmat á síld framkvæmt af starfsmönnum SÚN

Hópur	Vikur frá söltun	Bragð og lykt	Aferð	Litur	Athugasemdir
Maí	15	Saltfiskbragð Bragðvond	-	Dökkur	Horsíld
	16	Ekki verkunarbragð Harðfiskbragð	-	-	Kaldverkun?
Agúst	1	Virðist úldin	-	-	Er að blóðhreinsast Misteit
	13	Hrá sem nýsöltuð	Blaut	Dökk	Blóðsíld að hluta
	22	Hrá	Mjúk	Eðlilegur	Útlit í lagi Hluti af síld illa gróin
	40	Hrá og bragðvond	-	Dökk	-
Nóvember <i>millisöltuð</i>	14	Komin verkun en þó enn hráalykt	-	-	Blóðhreinsun góð
	18	enginn hráí	Mjúk	Eðlilegur	Vel gengin út
	20	Góð verkun	Mjúk	-	Vel gengin út
	28	Bragðlítil	-	Rauðleit	Vottur af skemmd
<i>léttisöltuð</i>	14	Pokkalegt verkunarbragð	-	-	Súr keimur
<i>harðsöltuð</i>	14	Verkun komin af stað Einkennandi bragð	Stinn	-	Gullfalleg síld
	18	Engin hráí	-	-	Útlit gott
	20	Gott bragð	-	-	Góð cutsíld
	28	Harðfisk/saltfiskbragð	-	-	Komin vel á kreik
<i>rotvarnarefni</i>	14	Hrá Bragðgóð	Blaut	Dökkur	-
	18	Lítið verkunarbragð	Mjúk	Eðlilegur	Vel útgengin
	20	Lítið verkunarbragð	-	-	Komin skemmra á veg en millisöltuð
	28	Í lagi	-	Ljótur	Úlit ljótt Blóðhreinsun slæm
<i>slógdregin</i>	14	Verkun komin vel á veg	Ekki blaut	Hvítur	Betri en síld með rotvarnarefnum
	18	Meira verkunarbragð en sykursíldin	Mjúk	Góður	Úrvals síld, bragð mætti vera meira
	20	Lítið verkunarbragð	Góð	-	Vantar meira bragð
	28	Vantar verkun	-	-	Vottur af ýldu
<i>sykursíld</i>	14	Hrálykt undir roði Ekki hráabragð	Þétt	Frekar dökkur	-
	18	Verkunarbragð	Þétt	-	Síldin gengin út
	20	Bragðvond	Mjúk	-	Ostsíld
	28		-	-	Ostsíld
Janúar	8	Allur hráí farinn	Góð	-	Ekki komin eins langt og aðrar síldar
	16	Lykt góð	Stíf	Hvít	Klassa vara
Þídd	6	Komin vel á yeg	-	-	Vottur af þráa
	20	Góð verkun	Ekki þurr	-	Góð síld

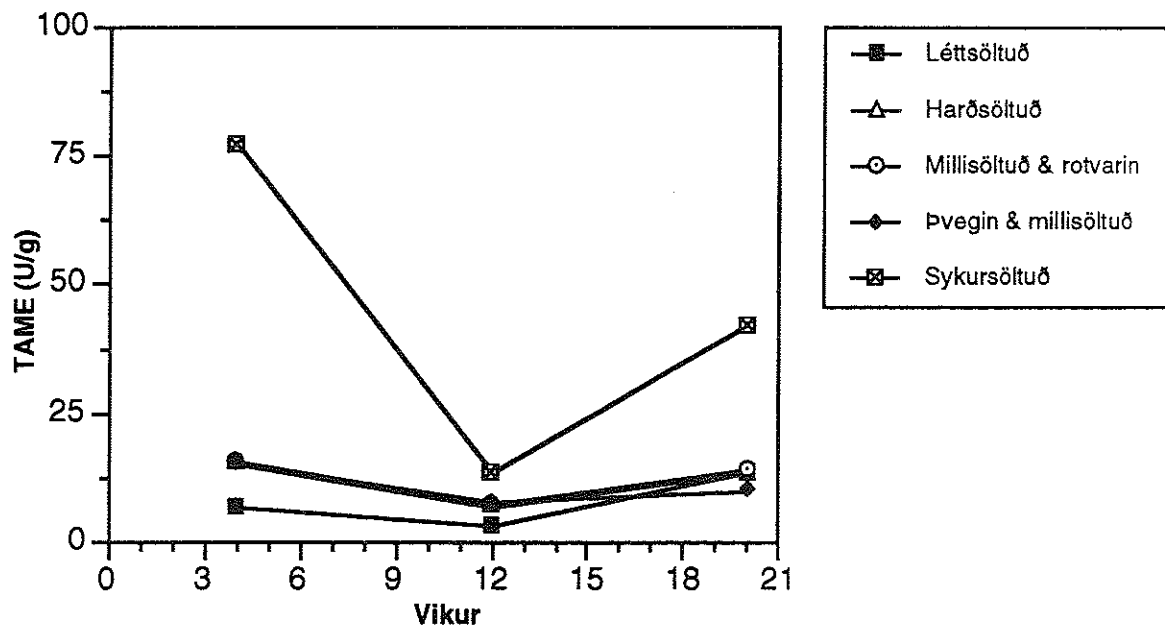
7.2. Efnaniðurstöður.

Tafla 5. Efnainnihald síldarflaka eftir söltun.

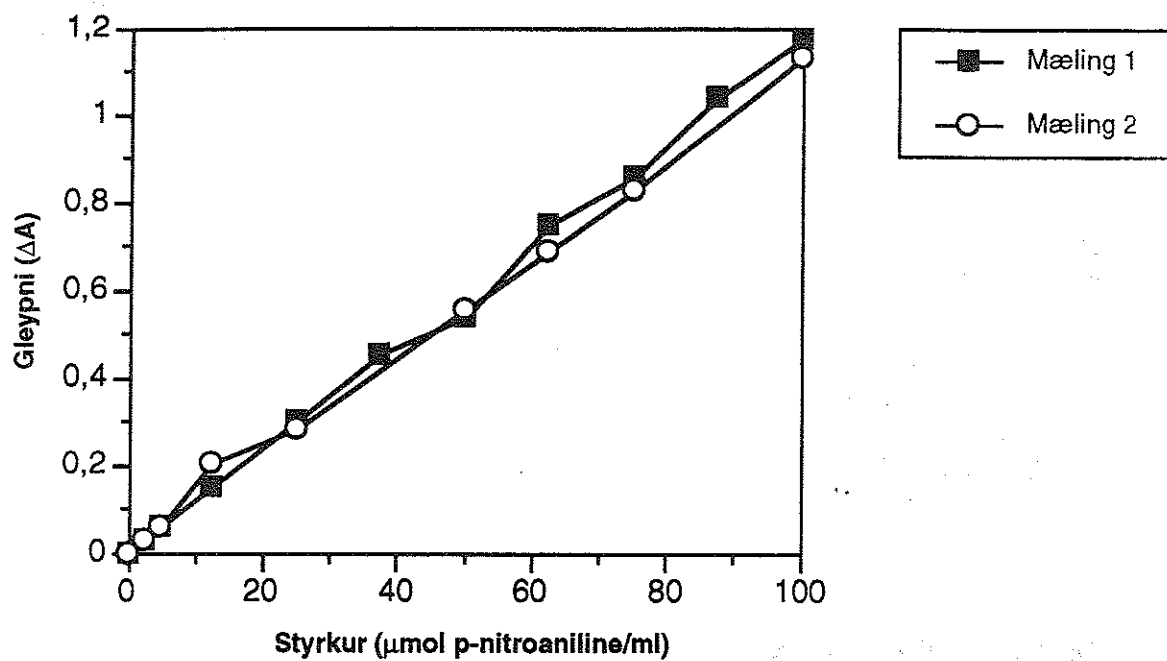
Hópur	Vikur	Síldarflök					Pækill Sýrustig (pH)
		Prótein (%)	Fita (%)	Vatn (%)	Salt (%)	Sýrustig (pH)	
Maí síld	2	19,0	3,5	65,0	12,0	-	5,98
	4	19,5	-	62,7	11,9	6,56	-
	8	-	-	64,0	-	-	-
	12	-	-	63,7	13,6	6,54	6,17
	16	18,3	-	63,5	-	-	-
	20	-	-	63,8	-	6,66	6,12
Agúst	2	20,5	13,6	53,5	11,8	-	5,71
	4	19,3	13,9	54,3	12,4	6,53	5,75
	8	-	-	56,1	-	-	-
	12	-	-	59,4	12,5	6,53	5,86
	16	-	-	57,3	-	-	-
	20	18,1	12,0	57,9	15,6	6,39	5,90
Nóvember	2	20,5	12,4	55,2	11,9	-	5,76
	4	18,3	10,4	57,7	13,3	6,33	5,70
	12	-	-	58,8	13,4	6,26	5,63
	16	-	-	59,1	-	-	-
	20	17,2	11,8	57,9	13,0	6,55	6,20
Janúar	2	20,6	12,7	55,1	11,9	-	-
	4	-	-	57,1	12,8	-	-
	8	-	-	57,0	13,1	-	-
	12	17,5	15,6	54,6	11,9	-	-
	20	17,3	11,3	56,6	13,0	-	-
Þídd nóv.	2	18,5	11,2	59,5	11,2	-	-
	4	-	-	60,7	11,6	-	-
	8	-	-	62,0	-	-	-
	12	17,1	-	63,3	-	-	-
	16	-	-	62,9	-	-	-
	20	15,5	9,7	62,9	11,1	-	-
Léttsöltuð	2	18,6	10,1	62,0	9,8	-	5,93
	4	17,4	8,6	64,1	10,4	6,48	5,93
	12	-	-	63,3	10,4	6,34	5,62
	16	-	-	63,5	-	-	-
	20	16,8	9,1	63,9	10,7	6,23	-
Harðsöltuð	2	21,1	11,6	52,7	14,9	-	5,78
	4	17,7	11,5	51,1	16,6	6,23	5,80
	12	-	-	52,1	16,3	6,17	5,55
	16	-	-	52,3	-	-	-
	20	19,7	11,4	52,0	16,4	6,15	5,54
Slógdregin	2	19,3	11,4	56,5	12,4	-	5,79
	4	18,1	11,4	57,3	13,2	6,36	5,69
	12	-	-	59,3	13,3	6,33	5,70
	16	-	-	59,6	-	-	-
	20	18,2	11,5	58,0	13,3	-	6,44
Rotvarin	2	19,8	11,8	55,6	12,5	-	5,91
	4	19,4	10,6	56,5	12,9	6,37	5,82
	12	-	-	58,9	13,2	6,34	5,66
	16	-	-	57,6	-	-	-
	20	17,7	7,8	59,8	14,3	6,31	5,74
Sykursöltuð	2	21,4	14,8	51,8	10,1	-	5,87
	4	21,2	13,0	51,6	11,7	6,36	5,91
	12	-	-	53,4	11,8	6,30	5,67
	16	-	-	54,3	-	-	-
	20	18,1	9,4	55,6	12,4	6,21	5,64



Mynd 31. Áhrif geymslu við 5°C á trypsín virkni í millisaltaðri síld.



Mynd 32. Breytingar á trypsín virkni í saltaðri síld við 5°C.



Mynd 33. Staðalkúrfa fyrir leucine amínopeptíðasa virkni

Fjölritunarstofa
Daniels Halldórssonar



Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins

Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins
Pósthólf 1405
Skúlaögötu 4
121 Reykjavík
s. 91-620240
Telefax: 91-620740

Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins
Pósthólf 814
602 Akureyri
s. 96-25725
Telefax 96-25216

Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins
Pósthólf 64
Árnagötu 2
400 Ísafjörður
s. 94-3768
Telefax 94-4789

Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins
Pósthólf 151
740 Neskaupstaður
s. 97-71250
Telefax 97-71923

Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins
Pósthólf 130
802 Vestmannaeyjar
s. 98-11471
Telefax 98-13114