



<b>Titill:</b>	<b>Melturannsóknir</b>		
<b>Höfundar:</b>	Sveinn Víkingur Árnason og Sigurjón Arason		
<b>Rit Rf númer:</b>	44	<b>Útgáfudagur:</b>	5. júlí 1995
<b>Verknúmer:</b>	92.607	<b>Blaðsíðufjöldi:</b>	22
<b>Styrktaraðilar:</b>	Rannsóknarráð Íslands og Aflanýtingarnefnd sjávarútvegsráðuneytisins.		
<b>Ágrip á íslensku:</b>	<p>Í riti þessu er gefið yfirlit um meltuvinnslu og stiklað á stóru varðandi melturannsóknir á Íslandi. Helst er greint frá athugunum og tilraunum sem Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (Rf) hefur verið þátttakandi í. Greint er frá eðliseiginleikum meltu, búnaði sem þarf til vinnslunnar, sérkennum meltuvinnslu á sjó og markaðsathugun sem Rf stóð að árið 1993.</p> <p>Helstu niðurstöður eru þær að melta hentar vel til fóðurgerðar, annað hvort beint eða sem meltuþykkni. Einnig virðist vera áhugi innanlands á íblöndun meltu í fiskmjöl og erlendir aðilar sem haft var samband við lýstu áhuga á notkun meltu sem fóðurgjafa.</p> <p>Þrátt fyrir að mikið hafi verið unnið með meltu á Íslandi virðist meltuvinnsla ekki hafa náð fótfestu. Nú er svo komið að eiginleikar meltunnar og tæknileg atriði vinnslunnar eru vel þekkt og því verður iðnaðurinn að vera leiðandi um frekari athuganir á þessu sviði.</p>		
<b>Lykilorð á íslensku:</b>	Melta, nýting, fóður.		
<b>Summary in English:</b>	<p>This report gives an overview of the production of fish silage. It also mentions some of the research work done in this field in Iceland. This is mostly research work where The Icelandic Fisheries Laboratories (IFL) participated. The following items are discussed shortly: physical properties of silage, machinery and equipment, special considerations for the production of silage at sea and a market survey performed by IFL in 1993.</p> <p>The main results are that silage is well suited for the production of feedstuffs, either as plain silage or as silage concentrate. There is also some interest within Iceland in mixing silage with fish meal and several foreign companies expressed interest in using silage for the production of feedstuffs.</p> <p>Although quite some work has been done in this field it seems that silage production has not become a stable industry. The properties of silage are well known and the same can be said about the technological side of the production. It is therefore up to the industry to take the lead in any further activity in this field.</p>		
<b>English keywords:</b>	Fish silage, utilization, feedstuffs.		

## EFNISYFIRLIT

1. Inngangur.....	1
2. Hvað er melta? .....	1
2.1. Meltunarferlið .....	1
2.2. Sýrunotkun .....	3
3. Meltuvinnsla.....	4
3.1. Meltuvinnsla á Íslandi .....	4
3.1.1. Gunnarsholt, 1976-1985.....	4
3.1.2. Valfóður 1979 .....	4
3.1.3. Glettingur hf. 1979 .....	5
3.1.4. Bolungavík, 1984-1989.....	5
3.1.5. Freri RE, 1985 .....	5
3.1.6. Krossanes, 1988 .....	5
3.1.7. Júlíus Geirmundsson, 1990 .....	6
4. Hráefni og samsetning .....	6
5. Búnaður til meltuvinnslu.....	7
5.1. Hökkun .....	8
5.2. Blöndun.....	9
5.3. Geymsla.....	10
5.4. Flutningur.....	10
5.5. Málmtæring.....	11
6. Eðliseiginleikar meltu .....	13
6.1. Seigja.....	13
6.1.1. Seigja slógs og meltu .....	14
6.2. Varmaflutningur.....	15
6.3. Meltulok.....	16
7. Meltuvinnsla á sjó .....	16
7.1. Hráefni .....	17
7.2. Búnaður.....	17
8. Markaðsmál .....	19
9. Lokaorð.....	21
10. Heimildir .....	22

## 1. INNGANGUR

Á undanförunum áratugum hefur melta talsvert verið notuð en hana má nota óunna sem fóður eða í fóðurblandur. Einnig hefur meltan verið unnin frekar, t.d. skilin, þykkt eða verið blandað í fiskmjöl. Hún hefur verið notuð í fóður fyrir loðdýr, búfénað, eldisfisk og gæludýr og einnig sem íblöndunarefni í áburð og mjöl.

Það hafa ekki síst verið Norðmenn sem hafa nýtt sér meltu. Sjálfir hafa þeir framleitt talsvert magn en einnig keypt meltu m.a. frá Kanada og Íslandi. Þá hafa þeir selt meltuþykki til annarra landa, t.a.m. Svíþjóðar og Finnlands, þar sem það er nýtt í fóður. Í meltuna hafa þeir notað loðnu, slóg og fiskúrgang.

Þó svo að umgengni um hráefni í fiskvinnslu hafi batnað mjög á síðustu árum er það enn svo að talsverðum hluta hráefnisins er hent. Ekki hefur verið talið efnahagslega hagkvæmt að nyta það, nema á fáum stöðum í landvinnslu þar sem saman fer mikið framboð á hráefni og framleiðsla á fiskmjöli. Úrgangi vinnsluskipa er að mestu leyti hent, enda mun erfiðara um vik að nyta hann. Sú leið sem talin hefur verið einna vænlegust fyrir nytingu fiskúrgangs við vinnslu á sjó er framleiðsla meltu um borð.

## 2. HVAÐ ER MELTA?

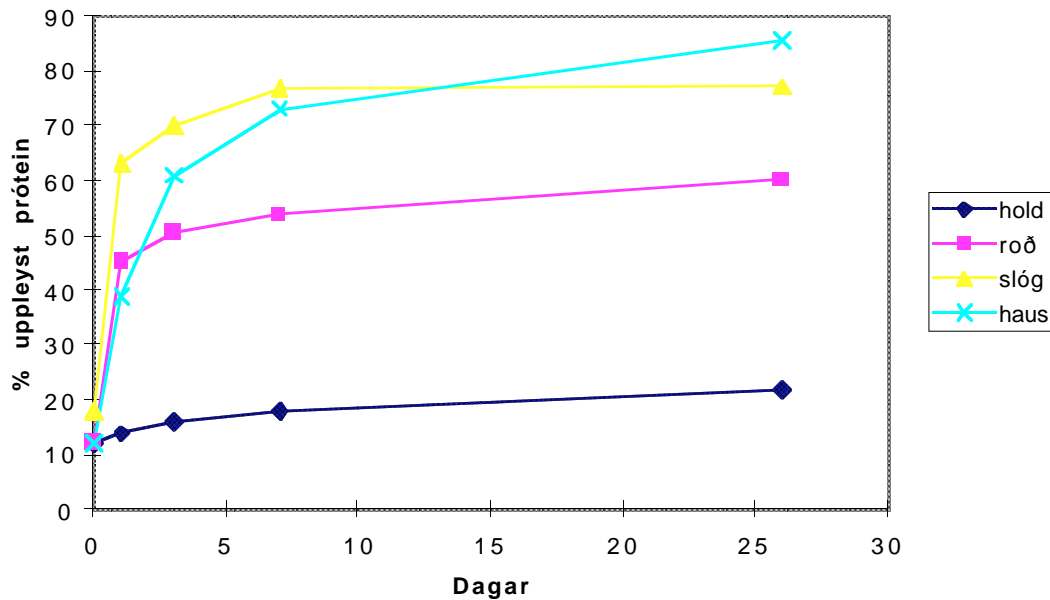
Upphafleg skilgreining á meltu (silage) var bundin við framleiðslu á grænófóðri. Hráefni í fóðrið meðhöndlað var með efnun eða mjólkursyrumyndandi örverum til þess að lengja geymsluþol. Hvað varðar fisk má segja að melta sé hakkaður fiskúrgangur sem er rotvarinn með sýru eða lút og brotnar niður fyrir tilstuðlan ensíma sem eru í hráefninu.

### 2.1. Meltunarferlið

Algengasta leiðin við framleiðslu á meltu er íblöndun syru í hráefnið, en með því að lækka syrustigið er komið í veg fyrir vöxt örvera og virkni ensíma eykst. Þannig verður hakkaður fiskmassi þunnfljótandi á u.þ.b. einum sólarhring við 30°C. Einnig er hægt að nota kolvetni, sem bakteríur framleiða úr mjólkursyru, og þriðja leiðin, en minnst notaða, er íblöndun basa í stað syru (Björn Dagbjartsson o.fl., 1976).

Helstu ensím sem hvata meltun eru próteasar, sem brjóta niður prótein, og lípasar sem brjóta niður fituna. Ensímín eru til staðar aðallega í slógi og roði en ekki í holdi fisksins. Mynd 2.1 sýnir niðurstöður tilrauna þar sem gerð var melta úr

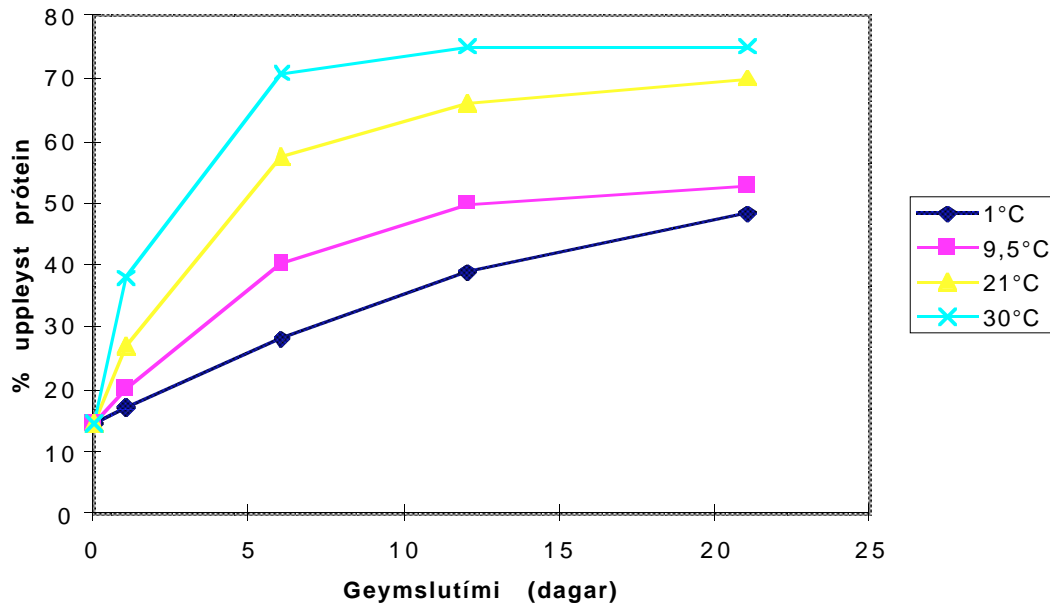
mismunandi hlutum fisksins og fylgst með hlutfalli uppleystra próteina (Blackhoff, 1976). Þar sést að minnsta virkni niðurbrotsins fæst ef eingöngu fiskhold er notað.



Mynd 2.1 Hlutfall uppleystra próteina í meltu úr mismunandi hlutum þorska við pH 3,9 og 30°C (Blackhoff, 1976)

Meltan verður smám saman vökvakennd eftir því sem niðurbrotið gengur lengra. Hraði niðurbrotsins ræðst af virkni hvatanna í hráefninu, ástandi fisksins, sýrustigi, hitastigi og þeim sýrum sem notaðar eru. Um leið og efnið brotnar meira niður og verður þunnfljótandi losnar fitan og flýtur upp en bein og óuppleystar agnir síga til botns. Af þessari ástæðu er nauðsynlegt að efnið sé á hreyfingu meðan meltun fer fram.

Niðurbrot próteina má meta út frá hlutfalli uppleystra próteina á móti heildar köfnunarefni. Óháð gerð meltu er allt að 70% köfnunarefnis í upplausn eftir viku geymslu við eðlilegt hitastig. Niðurbrotið er háð hita (Tatterson og Windsor, 1974). Við mjög háan hita verða emsímín óvirk. Á mynd 2.2 sést hvernig hiti hefur áhrif á hlutfall uppleysts köfnunarefnis (Tatterson, 1982).



Mynd 2.2 Uppleyst köfnunarefni sem hlutfall af heildar köfnunarefni við geymslu á sandsílismeltu. (Tatterson, 1982).

Geymslupól meltu má telja í mánuðum. Helst takmarkast það af þránun, en minnka má hættu á þránun með íblöndun þráavarnarefna og með því að skilja fitu frá meltunni.

## 2.2. Sýrunotkun

Ýmsar sýrur hafa verið notaðar við meltuframléiðslu. Best hefur reynst að nota lífrænar sýrur, t.d. maurasýru, vegna þess að rotvarnaráhrifa þeirra gætir við mun hærra sýrustig (pH 4,0-4,3) en hjá ólífrænum sýrum eins og t.d. brennisteinssýru (pH 2). Auk þess þarf ekki að afsýra fóðrið ef notuð er lífræn sýra (Edin, 1940). Lægra sýrustig gerir einnig meiri kröfur til vinnslubúnaðar vegna tæringarhættu.

Val á sýrum ræðst af því í hvers konar fóður meltan á að fara. Loðdýrafóður má t.d. innihalda meltu með blöndu af brennisteinssýru og ediksýru en getur einnig verið úr meltu úr maurasýru. Í laxeldi er hins vegar mest notuð maurasýra, en þar má alls ekki nota própínsýru. Flest eldisdýr eru viðkvæm fyrir þránun og því er oft blandað þráavarnarefnum í meltuna (um 200 ppm af ethoxyquin).

Sýrumagnið sem þarf í meltuna er mismunandi og ræðst aðallega af fitu-, kalk- og vetnisinnihaldi hráefnisins. Þannig þarf meiri sýru í beinríkt hráefni (kalkríkt) eins og t.d. hráefni frá frystingu. Þegar beinin brotna niður hækkar sýrustigið og þá þarf að

bæta við síru. Í beinríkt hráefni þarf 2,5 - 3% w/w af maurasýru (85%) en í fituríkt hráefni, t.d. fituríka loðnu, þarf minni síru eða 1,8 - 2% w/w.

Eins og í allri matvælatengdri vinnslu skiptir höfuðmáli að hráefnið sé sem ferskast ef varan á að vera góð. Einnig hefur hitastig og dvalartími efnisins á hverju vinnslustigi áhrif á gæðin.

### 3. MELTUVINNSLA

Meltuvinnsla er ekki ný af nálinni. Melta var fyrst framleidd af A. I. Virtanen (Raa og Gildberg, 1982) í Finnlandi um 1920. Hann notaði blöndu af brennisteins- og saltsýru til að varðveita grænfóður. Það var síðan um 1930 að þessi aðferð var aðlöguð fyrir fisk og fiskúrgang (Edin, 1940). Framleiðsla á meltu í miklu magni hófst í Danmörku 1948 og um 1950 var framleiðslan nálægt 15.000 tonn á ári (Petersen 1951). Samkvæmt upplýsingum frá Rieber & Co. A/S í Noregi var framleiðsla meltu þar u.þ.b. 60.000 tonn árið 1993. Af því koma 2/3 hlutar frá fiskiðnaði en 1/3 úr fiskeldi. Þessi melta er alfarið notuð í fóðurgerð, en hluti lysisins er notaður sem eldsneyti.

Nú er melta notuð í Noregi, Danmörku, Svíþjóð, Finnlandi, Bandaríkjunum og víða í Asíu svo að nokkuð sé nefnt. Meltan er nýtt í fóður fyrir húsdýr, loðdýr og eldisfisk og einnig hafa verið gerðar tilraunir með notkun meltu í áburð.

#### 3.1. Meltuvinnsla á Íslandi

Tilraunir með meltuvinnslu hafa verið í gangi á Íslandi í um 25 ár. Þar hefur Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins unnið að mörgum verkefnum en einnig hafa margir aðrir komið að málinu. Þá hafa nokkrir hafið framleiðslu á meltu í atvinnuskyni. Verður nú sagt frá nokkrum tilvikum.

**3.1.1. Gunnarsholt, 1976 - 1985.** Að Gunnarsholti voru gerðar tilraunir með notkun meltu í fóður. Meðal annars var 10% af meltu notað við graskögglagerð og þótti það gefa ágæta raun. Próteininnihald jókst og meltan batt köggla. Reyndist fóður með meltu nokkru lakara en hefðbundið fóður (Ólafur Guðmundsson, 1986). Í fóður handa kálfum reyndist fóður með meltu þó vel.

**3.1.2. Valfóður 1979.** Valfóður framleiddi meltu og flutti út til danska fyrirtækisins Lumino. Meltan var síðan seld fitusnauð áfram til svína-, loðdýra- og kjúklingabænda. Framleidd voru nokkur þúsund tonn á ári og var hráefnið

fiskúrgangur, loðna og síld. Loðnan var flutt til Esjberg þar sem hún var stöðluð til að mæta kröfum viðskiptavina.

**3.1.3. Glettingur hf. 1979.** Árið 1979 hóf Glettingur í Þorlákshöfn framleiðslu á meltu. Var farið hægt af stað og eingöngu framleitt úr slógi sem til féll. Seinna var afskurði og beinum frá fiskvinnslu bætt við. Meltan var seld bændum sem nýttu hana til fóðurs. Erfitt reyndist að fá bændur á Suðurlandi til að prófa meltuna en þeir sem prófuðu héldu áfram að kaupa meltuna og létu vel af. (Ingvi Þorkelsson, 1986). Framleiðslan lagðist af 10 árum síðar.

**3.1.4. Bolungavík, 1984 - 1989.** Einar Guðfinnsson hf. á Bolungavík hóf framleiðslu á slógmeltu um borð í ísfisktogaranum Dagrúnu ÍS 1984 og síðar í Heiðrúnu ÍS. Framleidd var melta úr slógi og aukaafli. Hakkavélin sem notuð var reyndist ekki ráða við heilan fisk og var því fljótt hætt að setja aukaafli í meltuna. Meltugeymarnir voru búnir sjálfvirkum sýruskammtara en hann reyndist ekki vel og var sýrublöndun því handvirk. Í landi var lýsi skilið frá meltunni og hún þykkt í 45-55% þurrefni. Verðlagning var miðuð við loðnu til bræðslu, þ.e. verðlagt eftir fitu- og próteininnihaldi. Þrátt fyrir nefnda erfiðleika var hagnaður af vinnslunni. (Anon. 1986). Vinnslunni var hætt um 1990.

**3.1.5. Freri RE, 1985.** Fyrsta tilraun til meltuvinnslu um borð í frystitogara var gerð um borð í Frera RE. Fiskúrgangur var grófhakkaður og síðan látinn meltast í óupphituum síðutönkum. Eftir nokkra byrjunarörðugleika vegna ónógrar hræringar í tönkum tókst að framleiða ágæta meltu. Í ljós kom að beinagnir settust í botn tankanna og mynduðu harða köku sem erfitt reyndist að fjarlægja. Eftir þessa tilraun var ljóst að ekki var fýsilegt að framleiða meltu um borð í frystiskipum án þess að leysa beinavandamálið fyrst. Ýmsar lausnir koma til greina. Helst er að nefna aukið magn síru til að leysa upp beinin, einnig mætti hugsa sér að formelta í sér tanki og skilja bein frá áður en meltan er sett í geymslutanka. Loks má hugsa sér að hafa stöðuga dælingu/hræringu þannig að beinin nái ekki að setjast til á botni tankanna. Hvort þessar lausnir eru fýsilegar ræðst af því verði sem fæst fyrir meltuna.

**3.1.6. Krossanes, 1988.** Krossanesverksmiðjan, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og fleiri stóðu að þessari tilraun. Prófaðar voru ýmsar gerðir hakkavéla og dæla. Einnig var skoðað hvernig standa bæri að sjálfvirkri sýruskömmtun. Framleidd voru um 2000 tonn af beinameltu. Í ljós kom að vanda þarf mjög allan frágang meltukerfisins og að sérstaklega þarf að huga að því að engir aðskotahlutir komist í meltuna. Þetta á sérstaklega við um málmhluti en þeir skemma dælur og hakkavélar

Framleiðslan var þannig að hráefni var hakkað og því dælt í verkunartanka með öflugum hrærum til að flýta fyrir niðurbroti. Meltunni var síðan dælt yfir í geymslutank og var einnig hrærubúnaður í honum. Sýrustigið var upphaflega um pH 4,3 en nauðsynlegt var að fylgjast náið með því þar sem beinin brotnuðu niður við geymsluna og þá hækkar sýrustigið.

Meltunni var blandað saman við loðnu fremst í vinnslurás fiskmjölsverksmiðjunnar. Fljótt kom í ljós að við íblöndunina varð vinnslan auðveldari, sérstaklega ef um mjög ferska loðnu var að ræða.

Við vinnslu á hráefni frá frystihúsum voru oft aukahlutir úr ryðfríu stáli sem erfitt var að greina með málmleitartæki. Þessir hlutir fóru illa með hakkavélar en fjórar mismunandi gerðir voru prófaðar. Best reyndist að nota hakkavélar með hnífabúnaði, sem þoldi best harða aðskotahluti. Lausnin var að hafa málmleitartæki og hakkavél sem stöðvaðist þegar málmhlutir komu með hráefninu eða ef einhver fyrirstaða var í hráefninu.

**3.1.7. Júlíus Geirmundsson, 1990.** Frystitogarinn Júlíus Geirmundsson framleiddi nokkuð af meltu árið 1990. Formelt var í hituðum tanki en meltunni síðan dælt í síðutanka skipsins. Í fyrstu sjóferðinni komst stálbolti í hakkavélina og bilaði hún við það, einnig settust beinagnir til á botni síðutanka og mynduðu þar harðan massa sem erfitt reyndist að fjarlægja. Þegar hakkavélin hafði brotnað tvisvar var meltuvinnslunni hætt.

Fleiri aðilar hafa unnið að meltuvinnslu, sumir með slæmum árangri en aðrir með ágætum árangri.

## 4. HRÁEFNI OG SAMSETNING

Hráefni til meltuvinnslu má skipta í eftirtalda flokka:

1. Ýmsar uppsjávartegundir (síld, loðna)
2. Ruslfiskur (aukaafli og fisktegundir sem ekki eru nýttar)
3. Slóg
4. Afskurður, bein og hausar

Við venjulega fiskvinnslu er nýting í aðalafurðir oftast nærri 50%. Hin 50% eru afskurður, bein, haus, roð og innyfli. Hluti þessa er unninn í vörur eins og þurrkaða hausa, saltaða sundmaga, sútað fiskroð o.fl. en mestur hlutinn fer í fiskmjöl, meltu eða er hent.



Hráefnið er mismunandi eftir því hvaðan það kemur. Síld og loðna eru veiddar beint til vinnslu. Frá fiskvinnslu í landi kemur helst afskurður, bein og hausar, frá ísfisktogurum kemur slóg og ruslfiskur og frá frystitogurum kemur slóg, afskurður, bein og hausar. Auk þessa er náttúruleg árstíðasveifla í efnasamsetningu. Efnasamsetning meltunnar er svipuð og samsetning hráefnisins og því er ljóst að ef nýta á ofantalið hráefni til meltuvinnslu verður um marga flokka meltu að ræða hvað efnainnihald varðar. Samsetning mismunandi melta er sýnd í töflu 4.1 (Ólafur Guðmundsson o.fl., 1979; Geir Arnesen o.fl., 1981). Það sem helst skiptir máli fyrir meltu í fóður er prótein- og fituinnihald. Fituinnihaldinu má stýra með því að setja meltuna í gegnum skilvindu og breytist þá vægi annarra efna í samræmi við fituna sem út er tekin. Ekki er hægt að stýra próteinprósentunni nema með því að fjarlægja vatn með þykkingu.

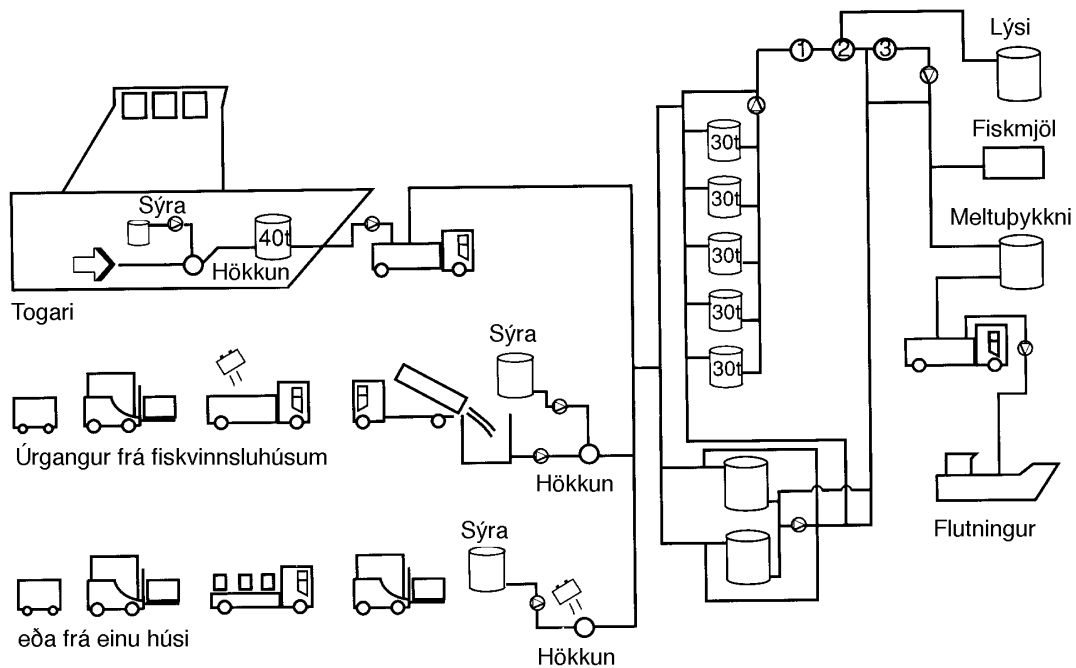
**Tafla 4.1.**

**Samsetning mismunandi melta (%)**

Melta	Vatn	Prótein	Fita	Aska
Loðna (mars)	78,7	13,1	5,0	1,6
Síld (sumar)	67,8	17,1	13,4	1,9
Síld (vetur)	72,5	18,2	8,2	2,0
Síldarúrgangur með slógi	75,4	13,5	8,7	2,6
Slóg úr bolfiski	60,0	11,5	26,5	1,5
Bolfiskúrgangur án slógs	78,9	15,0	0,5	4,2

## 5. BÚNAÐUR TIL MELTUVINNSLU

Þó svo að búnaður til meltuvinnslu sé fremur einfaldur er hann engu að síður mismunandi eftir því hvert hráefnið er. Fyrst er hráefnið hakkað og gott er að miða við að kornastærð sé 3-4 mm. Í hökkuninni er sýru og þráavarnarefnum blandað í og blöndunni dælt í tankakerfið þar sem hin eiginlega meltun fer fram fyrir tilstuðlan náttúrulegra ensíma í hráefninu. Á mynd 5.1. er sýnt með einföldum hætti hvernig framleiðsla ýmissa meltuafurða fer fram.



Mynd 5.1 Vinnsluferli meltuvinnslu (Elías Jónatansson, 1983)

## 5.1. Hökkun

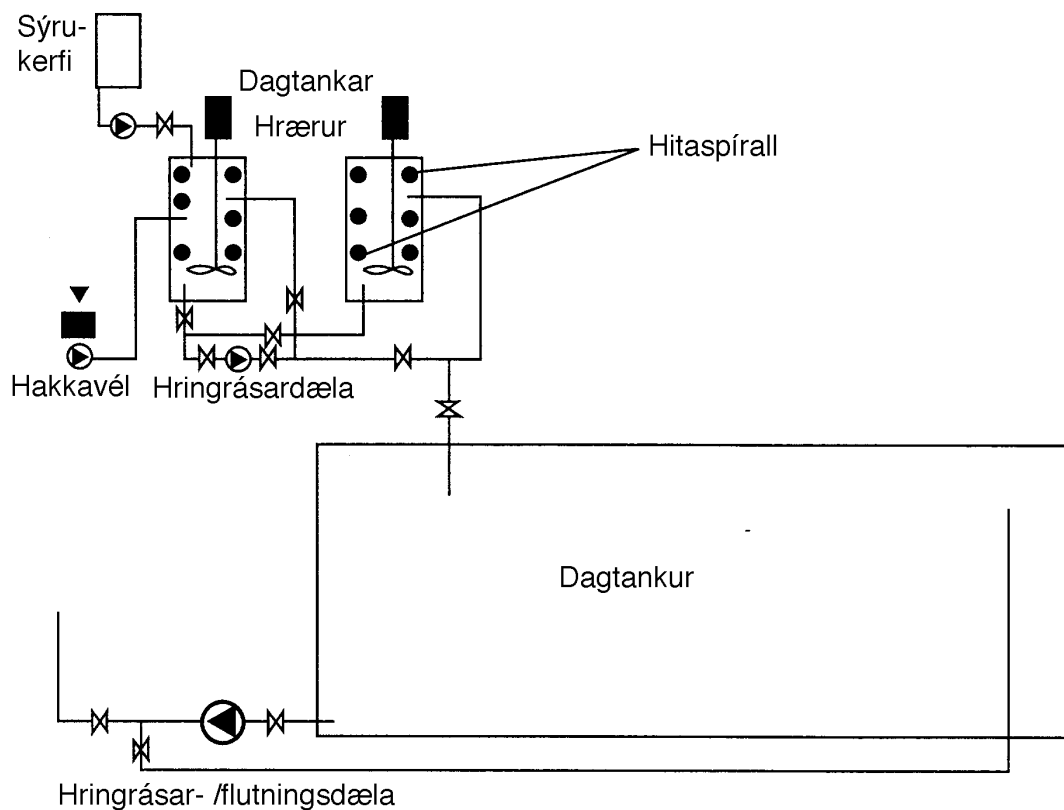
Hökkunin er nauðsynleg til að dreifa sýrunni og ensímunum um blönduna en eins og áður sagði eru þau mest í slógi og minnst í holdi. Jöfn dreifing sýrunnar er nauðsynleg til að meltunin verði jöfn og til að gerlavöxtur komist ekki af stað (Sigurjón Arason o.fl., 1990). Melta sem þannig verður til hefur sérlega gott geymsluþol og er mjög stöðug við geymslu.

1. Þegar melta er framleidd úr slógi er hægt að nota hraðvirkar hakkavélar og halda meltunni síðan í hringrás með sýruheldri dælu.
2. Þegar melta er framleidd úr úrgangi frá frystihúsum þarf sterkari vélbúnað. Hakkavélarinnar vinna þá yfirleitt á lægri hraða og þurfa að ráða við roð og bein. Dælu þurfa einnig að vera sterkari. Nauðsynlegt er að hafa sjálfvirka hræringu í tönkum.
3. Þegar melta er framleidd úr loðnu eða síld er hægt að nota hraðvirkar hakkavélar. Þær þurfa að geta afkastað miklu á skömmum tíma. Nauðsynlegt er að hafa hræringu í tönkum.

## 5.2. Blöndun

Þar sem hráefnið vill stífna þegar sýrunni er bætt saman við það er nauðsynlegt að tryggja góða blöndun sýru og hráefnis. Þegar sýrunni hefur verið blandað saman við hráefnið hefst hin eiginlega meltun. Hraði meltunarinnar ræðst af hráefninu, náttúrulegum ensímum í hráefninu, hita og sýrumagni (Sigurjón Arason o.fl., 1984). Ensímin (proteasar) sem brjóta niður vefi hráefnisins hafa mesta virkni við sýrustig 2-4 og við hærra sýrustig en pH 4 snarminnkar virknin (Raa og Gildberg, 1976).

Nauðsynlegt er að hafa formeltu- eða dagtanka úr sýruheldu stáli þar sem meltunin fer fram. Þegar sýrunni er bætt saman við hráefnið lækkar sýrustigið talsvert og hækkar síðan aftur eftir því sem hráefnið meltist.



Mynd 5.2 Meltakerfi (Sigurjón Arason o.fl., 1990)

Í þessum tönkum þarf að vera stöðug hreyfing. Þau ensím sem vinna á hráefninu hafa mesta virkni við 45-50°C (Raa og Gildberg, 1982). Gera má ráð fyrir að um 80% próteins verði brotið niður eftir vikutíma við 23-30 °C hita (Blackhoff, 1976; Raa og Gildberg, 1982). Tíminn ræðst þó mjög af hitanum og sem dæmi gildir fyrir bolfiskúrgang að meltan verður fljótandi eftir tvo daga við 25°C en eftir 5-10 daga við 15°C og tíminn lengist enn við lægri hita (Windsor og Barlow, 1981). Í dagtönkunum vill safnast fyrir botnfall sem saman stendur af beinum, óleysanlegum vef og öðrum

þungum ögnum, sem þarf að fjarlægja. Fyrirkomulag tanka má sjá á mynd 5.2 (Sigurjón Arason o.fl., 1990). Eftir að meltan er orðin vel fljótandi má geyma hana í stærri tönkum þar sem hrært/hringdælt er öðru hvoru.

### 5.3. Geymsla

Geymsluþol meltu er gott og ef komið er í veg fyrir þránun, með því að bæta þráavarnarefnum í hana, má geyma hana í 1,5-2 ár (Raa og Gildberg, 1982). Hægt er að minnka plássþörf meltunnar verulega með því að þykkja hana. Þykking fer fram í gufumum (soðkjarnatækjum) og er algengt að notast við þriggja þrepa gufara. Orkunotkun við gufunina verður þá nálægt 0,4 kg gufa / kg eim ef notuð eru þriggja þrepa tæki.

Um geymslubúnað fyrir meltu gildir:

1. Geymslutankar mega vera úr venjulegu smíðastáli (st 37) ef hiti er ekki yfir 18°C.
2. Við hita yfir 30°C verða tankar að vera úr sýruþolnu stáli (t.d. AMSE 318 eða SIS 2343) eða plastefnum sem hafa sambærilegt þol.
3. Hitunartankar ættu að vera einangraðir.
4. Það þarf að vera hægt að halda meltunni á hreyfingu annað hvort með því að hræra eða dælingu.
5. Allur búnaður verður að vera hannaður þannig að hvergi sé alger kyrrstaða, hvöss horn o.s. frv., þar sem örverur gætu náð sér á strik.

### 5.4. Flutningur

Vegna þess að melna er fljótandi efni er ekki hægt að nota hefðbundna flutningsmiðla fiskvinnslunnar. Óþykkt melna inniheldur 65-80% vatn og flutningskerfi þurfa að geta ráðið við mikið magn meltu og meltuþykkis. Flutningi meltu og meltuafurða má skipta þannig:

1. Flutningur frá framleiðanda meltunnar til meltuverksmiðju:
  - (a) Frá skipi
  - (b) Á landi
2. Flutningur innan verksmiðju.
3. Flutningur meltuafurða, eins og lýsis, meltuþykkis, fitusnaðrar meltu og meltumjöls.

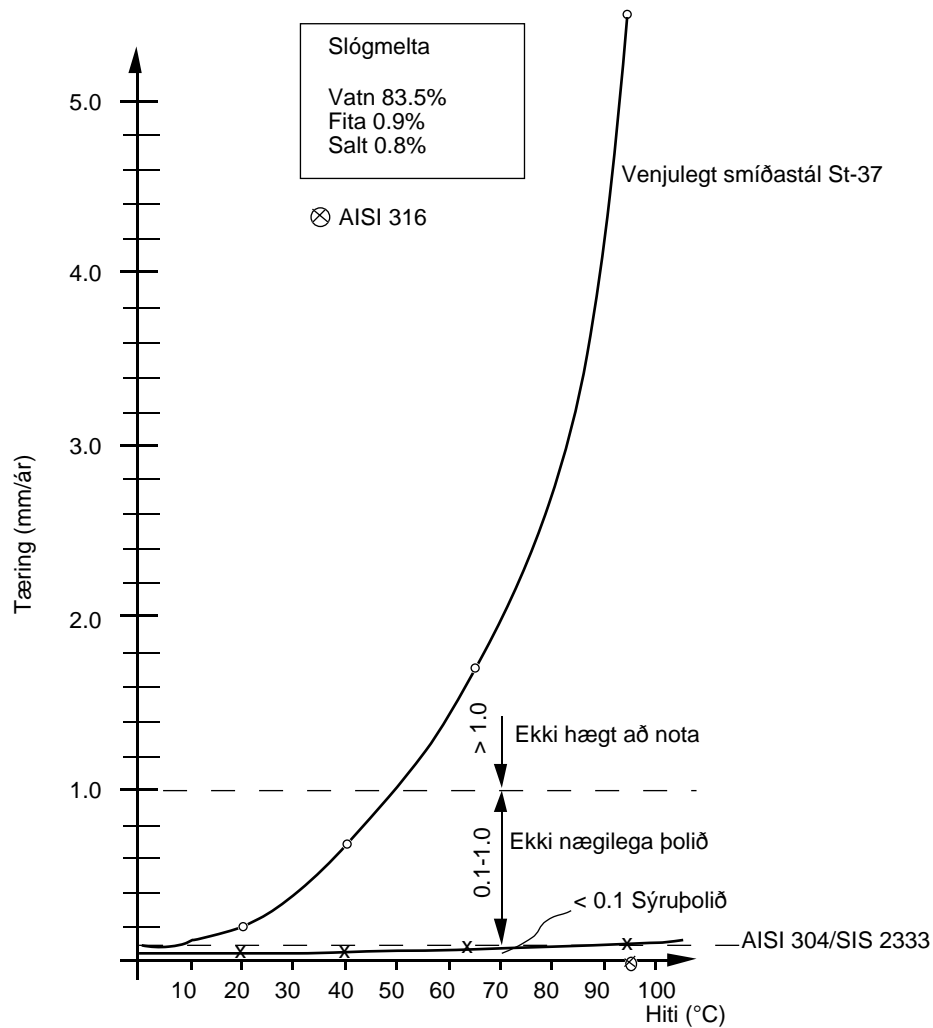
Nú verður litið á hvert atriði fyrir sig.

1. Flutningur frá framleiðanda meltunnar til meltuverksmiðju. Ef meltan kemur úr skipi er henni dælt í land í hráefnistanka verksmiðju eða í færanlega tanka sem síðan eru tæmdir í hráefnistanka verksmiðju. Ef um landvinnslu meltunnar er að ræða ræðst flutningur mjög af aðstæðum. Ef framleiðslan er mjög nærri verksmiðju er notast við dælu en annars við tanka eða tankbíla. Landflutningur er ekki arðbær yfir lengri vegalengdir.
2. Flutningur innan verksmiðju. Við flutning innan verksmiðju er eingöngu notast við dælu og þurfa öll rör að vera úr sýrupólnum efnum, ryðfríu stáli eða plasti.
3. Flutningur meltuafurða. Við flutning meltuafurða á markaði eru notaðar venjulegar flutningsaðferðir fyrir fljótandi eða þurr efni. Þó þarf að hafa í huga sýrustig meltunnar.

## 5.5. Málmtæring

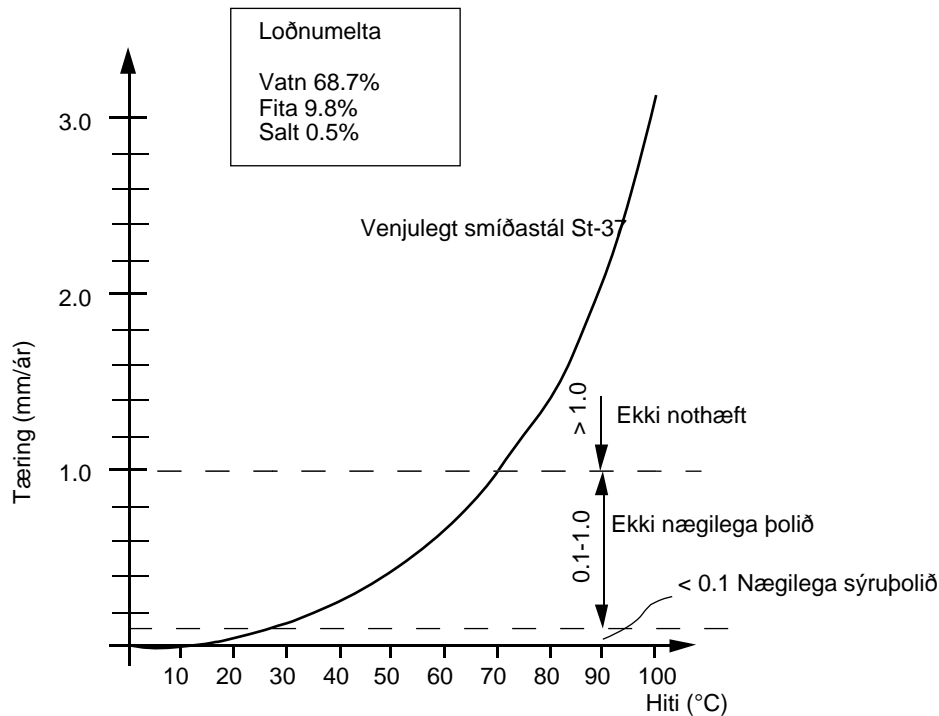
Á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins voru gerðar tilraunir þar sem framleidd var slógmelta án lifrar með 3% af maurasýru og sýrustig á bilinu 3,6-3,8. Slógið var sett í 4 stór bikarglös og hrært stöðugt í. Hita var haldið við 33-37°C. Í glösin voru settir málmbútar og tæring mæld eftir 7 sólarhringa. Prófað var venjulegt smíðastál, öxulstál, ryðfrítt stál og ál.

Í ljós kom að venjulegt smíðastál mun þynnast um 0,7 mm á ári við þessar aðstæður. Ekki er líklegt að melta verði geymd við þennan hita en engu að síður er ráðlegt að forðast tanka úr smíðastáli fyrir heita meltu. Tankur úr ryðfríu stáli þynnist aðeins um 0,004 mm á ári og hafa slíkir tankar því viðunandi sýrupól.



Mynd 5.3 Málmtæring við framleiðslu slógmeltu úr þorsklógi (Sigurjón Arason o.fl., 1984).

Einnig var prófað að eima meltuna við 95-100°C og við þær aðstæður myndi tankur úr venjulegu smíðastáli þynnast um 10,6 mm en tankur úr ryðfríu stáli um 0,005 mm á ári. Af því sést að soðkjarnateki til að þykkja á meltu geta verið úr ryðfríu stáli.



Mynd 5.4 Málmtæring við framleiðslu loðnumeltu (Sigurjón Arason o.fl., 1984).

Myndir 5.3 og 5.4 sýna niðurstöður tilraunanna.

## 6. EÐLISEIGINLEIKAR MELTU

Þekking á eðliseiginleikum hráefnis og meltu er nauðsynleg til að rétt sé staðið að hönnun búnaðar og mögulegt sé að geta sér til um áhrif breytinga á hráefni og/eða búnaði. Á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins hefur verið unnið að athugunum á eðliseiginleikum meltu og verður nú greint frá helstu niðurstöðum (Sigurjón Arason o.fl., 1984). Þeir eiginleikar sem fjallað verður um eru seigja, varmaflutningur og meltulok.

### 6.1. Seigja

Allir vökvar sýna viðnám við breytingu á lögun. Þessi eiginleiki er nefndur seigja og stafar af kröftum milli aðlægra mólékúla í efninu. Til að flytja hluta efnisins þarf að upphefja þessa krafta.

Vökvarennslí í leiðslum er mjög háð seigju en einnig yfirborðsáferð röranna og snertingu vökvans við það. Við ákvörðun á flutningsgetu lagna þarf að taka tillit til

tregðu- og seigjukrafta. Tregðukraftarnir eru í réttu hlutfalli við hraðaprýsting vökvans. Seigjan er mjög háð hitastigi og því þarf að gæta þess að vita við hvaða hita seigjugildi er fengið til að hægt sé að nota það. Þegar seigjan er eingöngu háð hita er talað um Newtonska vökva en „ekki Newtonska“ þegar seigjan er einnig háð hræringu. Melta hefur sömu hegðun og „ekki Newtonskir“ vökvar.

Algengasta seigjueiningin er „sentipoise“ (cP, 1 cP = 1 g/ms). Dæmi um seigju vatns og þorskalýsis við mismunandi hita eru í töflu 6.1. Af töflunni má sjá hvernig seigjan lækkar við aukinn hita.

**Tafla 6.1**

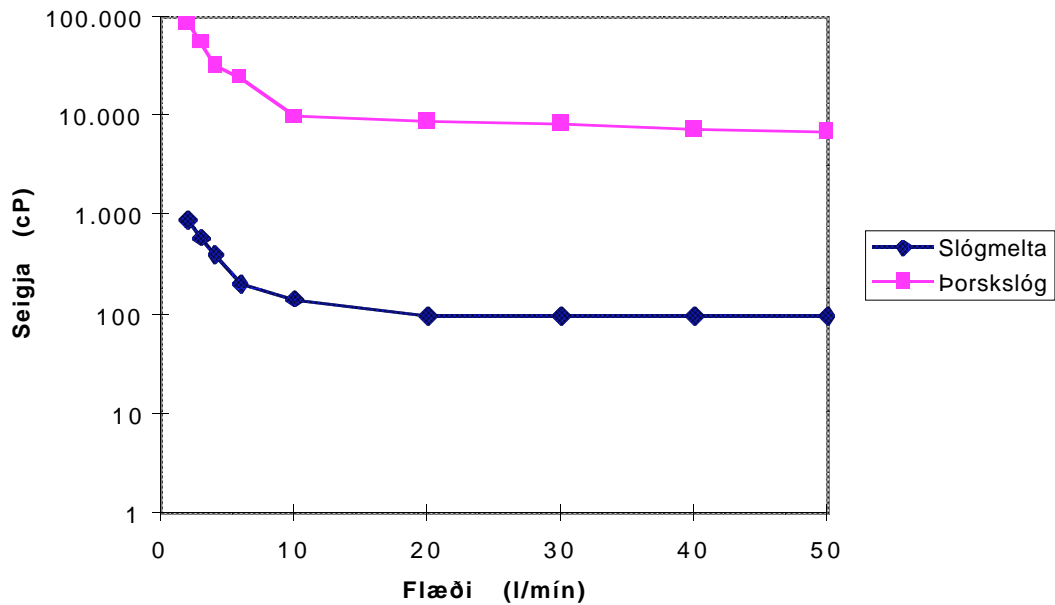
	Seigja vatns og þorskalýsis í cP		
	10°C	20°C	50°C
Vatn	1,3	1	0,5
Þorskalýsi	95	60	20

Mikilvægt er að þekkja seigju vökva sem á að renna í leiðslum og hvernig hafa má áhrif til minnkunar seigju. Þannig rennur vökvi með lága seigju greiðar um leiðslur en vökvi með háa og þar af leiðandi rennur heit melta greiðar en köld.

**6.1.1. Seigja slógs og meltu.** Seigja vökva getur breyst með hreyfingu vökvans. Ferskt hakkað slóg hegðar sér þannig að seigjan verður minni eftir því sem hraðar er dælt. Þetta hefur það í för með sér að móttprýstingur eykst ekki með sama hætti við aukinn straumhraða eins og á sér stað ef um vatn er að ræða. Þetta sést greinilega á mynd 6.1 en hún sýnir seigju fersks þorsklógs og meltu úr fersku þorsklógi sem fall af rennslishraða.

Seigja er einnig háð efnasamsetningu vökva. Þannig er seigja fituríkrar meltu mun meiri en fitusnaðrar. Niðurbrot efna í meltunni hafa einnig áhrif á seigjuna.





Mynd 6.1 Áhrif flæðihraða á seigju slógs og meltu við 10°C (Sigurjón Arason o.fl., 1984)

## 6.2. Varmaflutningur

Varmaflutningur í og úr meltu er háður efnasamsetningu. Varmaflutningstala fyrir varmastreymi frá hitara soðkjarnatækis í meltu var metin í tilraunaverksmiðju Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins. Mæligildin eru sýnd í töflu 6.2. Þar sést að varmaflutningseiginleikar fituríkrar meltu eru mun lakari en fitusnauðrar. Einnig sést að varmaflutningur eykst með hækkandi uppgufunarþrýstingi og auknum hita.

Tafla 6.2.

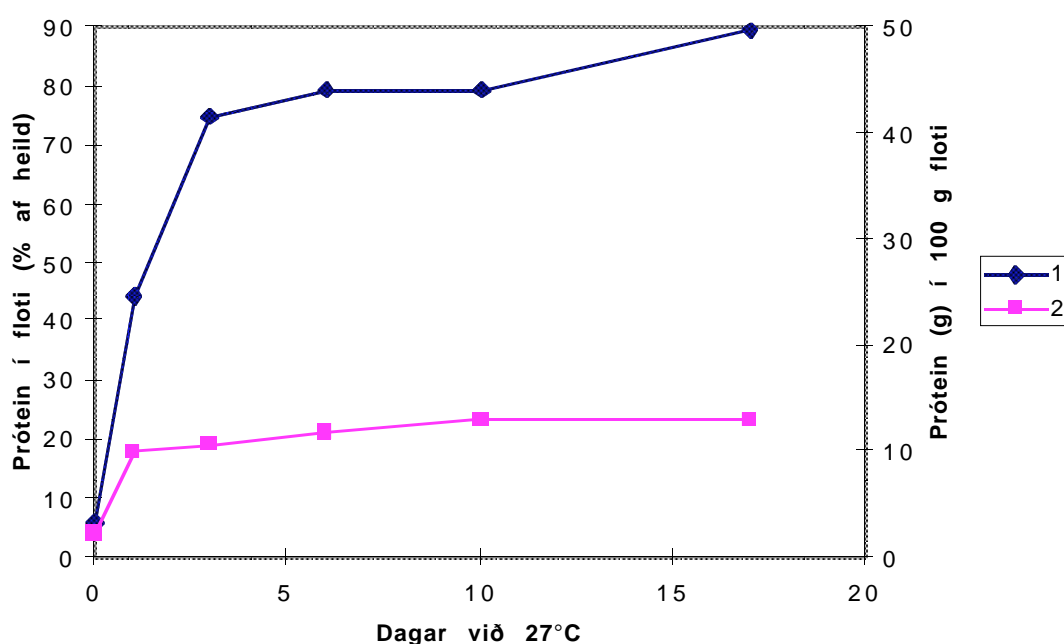
Varmaflutningur við gufun á meltu

Melta	Uppgufunarþrýstingur (Bar)	Varmaflutningsstuðull (h [ W/m <sup>2</sup> K] )
Fitusnauð slógmelta (vatn 84,4%, fita 0,9%)	0,12	4.050
	0,50	7.030
	0,80	7.937
Fiturík slógmelta (vatn 77%, fita 8,5%)	0,12	1.808

(Sigurjón Arason o.fl., 1984)

### 6.3. Meltulok

Við framleiðslu meltu er nauðsynlegt að geta sagt til um hvenær meltun lýkur, þ.e. hvenær er stærsti hluti efnisins uppleystur. Einföld aðferð til að fylgjast með framgangi meltunarinnar er að nota glasaskilvindu og fá fram botnfall. Mynd 6.2 sýnir niðurstöður prófana þar sem hráefnið var slóg án lifrar og 3% maurasýru (85%) bætt í og hrært af og til allan tímann. Efnasamsetning var 18% fitufrítt þurrefni og 5% fita. Hiti var á bilinu 25-30°C.



Mynd 6.2 Prótein í floti eftir skiljun (2000 loftþyngdir í 10 mín.). Sýnt sem hlutfall af heildarpróteini (1) og sem magn próteins í 100 g floti (2) (Gildberg og Raa, 1977)

## 7. MELTUVINNSLA Á SJÓ

Meltuvinnsla á sjó lýtur aðeins öðrum lögmálum en meltuvinnsla í landi. Í fyrsta lagi er þar alltaf um að ræða stoðframleiðslu við hlið aðalframleiðslu. Því eru gerðar þær kröfur til meltuvinnslunnar að ekki þurfi viðbótarmannskap, að kerfið sé sem næst sjálfvirkt og að kerfið sé lokað þannig að ekki sleppi mikil lykt frá vinnslunni. Þessar kröfur kalla á flóknari og dýrari búnað en hægt er að komast af með í landi.

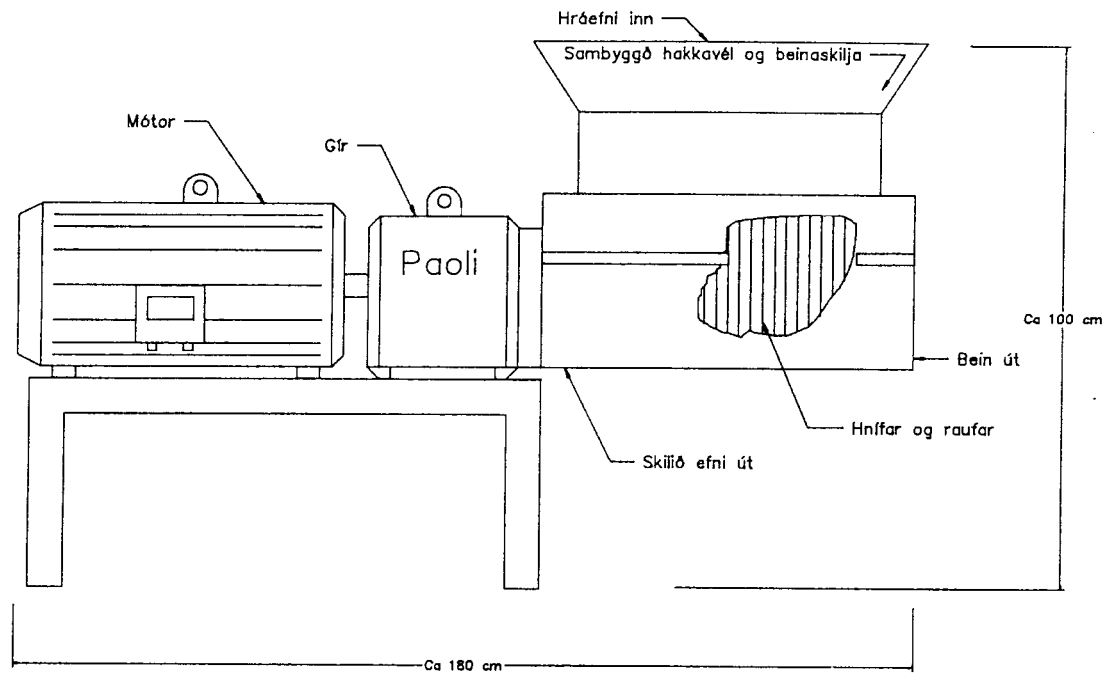
## 7.1. Hráefni

Magn meltu, sem framleiða mætti um borð í frystitogurum, var áætlað miðað við aflaheimildir fiskveiðiársins 1992-93 auk veiðitalna á úthafskarfa árið 1992. Þar kom í ljós að u.þ.b. 37.000 tonn hefði mátt framleiða af meltu með 15-16% próteininnihaldi og 7% fitu. Tæplega 60% þessa magns er áætlað að komi af frystitogurum frá Reykjavík og nágrenni og Akureyri (Snorri Þórisson, Halldór P. Þorsteinsson og Baldur Hjaltason, 1993).

## 7.2. Búnaður

Eins og áður sagði krefst meltuvinnsla á sjó meiri sjálfvirkni en í landi. Einnig geta atriði eins og botnfall beina valdið miklum vanda.

Á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins var árið 1993 prófað að skilja bein frá holdi fyrir meltun. Til þessa var notuð úrbeiningarvél af gerðinni Paoli sem notuð hafði verið við kjúklingavinnslu. Vélin vinnur á svipaðan hátt og marningsvél nema í stað gata á tromlu eru raufar sem sérstakur hnífur sér um að þrysta fiskfarsinu í gegnum. Á tromlunni eru hnífur sem skera niður fiskinn. Í upphafi var vélin prófuð í smáum stíl og syndu fyrstu niðurstöður að vélin skildi beinin fullkomlega frá fiskholdinu og að nyting var þökkaleg, þ.e. 80 til 90 prósent. Hráefnið í þessum tilraunum var aðallega beinaúrgangur úr þorski og ysu. Á mynd 7.1 er teikning af Paoli vélinni.



Mynd 7.1. Paoli úrbeiningarvél.

Hráefni til meltuvinnslu getur verið mjög mismunandi. Í ljós kom að fita, stærð, lögun og beinamagn hráfnis hafði mikil áhrif á vinnsluhæfnina. Einnig hafði hitastig hráfnis áhrif. Segja má að eftir því sem fituinnihald varð meira því erfiðara var að hakka fiskinn og nytingin minnkaði. Einnig átti vélin í erfiðleikum með að hakka stóran fisk. Tafla 7.1 sýnir í stórum dráttum hvernig vinnsluhæfni og nyting eru milli mismunandi tegunda.

**Tafla 7.1.**

**Nyting mismunandi hráfnis í Paoli úrbeiningarvél.**

Hráefni	Nýting (%)
Þorskur og ysa	80-90
Grálúðuhousar	40-50
Forhakkaðir grálúðuhousar	40-50
Karfi	40-50
Forhakkaður karfi	40-50
Steinbítur	50-60

Niðurstaða á notkun Paoli úrbeiningarvélar er sú að vélin er viðkvæm gagnvart aðskotahlutum. Vélin gerir upp á milli hráfnis hvað varðar afköst og nyting er misjöfn. Einnig er erfitt að þrifa vélina.

Niðurstöður þessar voru bornar undir framleiðendur vélarinnar og töldu þeir að ná mætti mun jafnari og betri árangri með nýrri gerðum vélanna, en sú sem notuð var við tilraunina var orðin nokkuð gömul og hafa verið gerðar endurbætur á vélunum síðan.

## 8. MARKAÐSMÁL

Árið 1993 var unnin skýrsla á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins þar sem kannaðir voðu markaðsmöguleikar meltu og meltuafurða (Snorri Þórisson, Halldór P. Þorsteinsson og Baldur Hjaltason, 1993). Helstu niðurstöður vinnunnar verða raktar hér á eftir. Í skýrslunni var bent á að þó svo að mörg verkefni, tengd meltu, hafi verið unnin þá hafi flest þeirra fjallað um tæknilega þætti framleiðslunnar en minna verið unnið skipulega í því að finna trygga markaði fyrir afurðirnar. Þó hefur verið með tilraunum synt fram á ymsa notkunarmöguleika meltu. Nefndar eru nokkrar ástæður þess að meltuvinnsla hefur ekki náð fótfestu á Íslandi og eru þessar helstar:

- Lítil eða engin vinna var lögð í markaðssetningu.
- Framleiðslan var tilviljunarkennd og afurðir lítt staðlaðar.
- Loðdyraeldi lagðist af.
- Afurðaverð var mjög lágt miðað við framleiðslu- og flutningskostnað.

Þó ber að geta þess að ein fiskmjölsverksmiðja notar meltu, unna úr slógi og afskurði frá landvinnslu, til íblöndunar í vinnsluhráefni og einnig er melta notuð, í smáum stíl, í fiskeldi.

Erlendis er víða hefð fyrir notkun meltu og er hún notuð til ýmissa hluta. Sem dæmi mætti nefna:

- Melta sem íblöndun í hráefni til fiskmjölsframleiðslu innanlands.
- Melta sem íblöndun í innlendri fóðurgerð.
- Melta sem íblöndun í fóður (framkvæmd af viðkomandi bónda).
- Melta sem áburður innanlands.
- Þurrkuð melta sem áburður erlendis í neytendapakkingum.
- Meltuþykkni sem íblöndun í innlendri fóðurgerð.
- Meltuþykkni sem íblöndun í erlendri fóðurgerð.
- Melta eða meltuþykkni í gæludyrafóður.

Allar ofangreindar hugmyndir hafa verið eða eru í framkvæmd erlendis. Eins og áður hefur komið fram er mjög lítið notað af meltu hér á landi.

Ákveðið var að kanna fyrst áhuga hjá íslenskum fiskmjölsframleiðendum á notkun meltu til íblöndunar í hráefni, og áhuga innlendra og erlendra fódurframleiðenda á notkun meltuþykknis í fódurgerð. Bréf var sent til u.þ.b. 50 erlendra fódurframleiðenda. Þar var m.a. spurt um hvort viðkomandi hafi notað eða íhugað notkun meltu, meltuþykknis eða annarra sambærilegra efna í framleiðslu sína. Ef svo, hvaða kröfur séu gerðar til vörunnar og hvort viðkomandi hafi áhuga á að fá syni af væntanlegri framleiðslu okkar.

Af þeim fyrirtækjum sem svöruðu voru 11 fyrirtæki sem syndu vörunni mikinn áhuga. Af þeim eru fjögur, sem nota meltu eða sambærilegt efni í framleiðslu sína, og eitt sem lysti áhuga á að fá syni með prófanir í huga. Eitt fyrirtæki segist ekki nota meltu þar sem þeir hafi ekki getað fundið framleiðanda sem tryggt geti stöðug gæði á framleiðslu sinni.

Sendur var spurningalisti til flestra fiskmjölsverksmiðja á landinu. Einnig var haft samband við nokkra aðila símleiðis. Í stuttu máli var spurt um reynslu eða skoðanir á notkun meltu sem íblöndunarefnis í bræðsluhráefni, hvort í því tilefni væru einhverjar kröfur um breytingar á tækjabúnaði og verðhugmyndir. Einungis einn svarenda telur að verulegar breytingar þurfi að gera á framleiðslutækjum vegna syruinnihalds meltunnar. Aðrir telja að með 3-5% íblöndun meltu í t.d. loðnu séu neikvæð áhrif, t.d. maurasyru engin þar sem lokastyrkur hennar er þá einungis u.þ.b. 0,09 - 0,15% miðað við 3% í meltu. Þar við bætist að eimingatæki eru í flestum tilfellum úr efni sem þolir þvott með syru og lút. Þó er hugsanlegt að athuga þurfi möguleika á tæringu geymslutanka miðað við geymslu til lengri tíma.

Þeir sem notað hafa meltu telja að íblöndun (3 - 5%) meltu hafi jákvæð áhrif á vinnsluhæfni hráefnis, sérstaklega þegar það er mjög ferskt. Allir sem svöruðu lögðu áherslu á að tryggja þyrfti stöðugt magn af stöðugum gæðum ef melta ætti að vera þeim vænlegur kostur.

Miðað við þau viðbrögð sem fengust frá fódur- og fiskmjölsframleiðendum virðist vera um tvo vænlega kosti að ræða í markaðssetningu á meltu eða meltuþykknis.

1. Talsvert magn meltu gæti nýst sem hráefnisviðbót (3-5%) í fiskmjölsframleiðslu.
2. Möguleikar á notkun meltuþykknis í fódur innanlands eða utan virðast töluverðir. Þá er fyrirsjáanlegt að koma verði upp verksmiðju þar sem hægt verði að staðla efnasamsetningu með blöndun og aðskilnaði fitu, og síðan fari fram þykking meltunnar. Fiskmjölsverksmiðja, sem búin er ryðfríum eimingartækjum, gæti e.t.v. sinnt þessu hlutverki.

## 9. LOKAORÐ

Á síðustu 25 árum hefur mikil vinna verið lögð í rannsóknir á framleiðslu og notagildi meltu. Þrátt fyrir þetta hefur meltuframleiðsla ekki náð fótfestu í landinu. Eflaust kemur þar margt til en ein ástæðan er líklega sú að rannsóknir þessar hafa að miklu leyti verið bornar uppi af rannsóknastofnunum atvinnuveganna þó svo að samvinna hafi verið við ýmsa aðila í iðnaði. Þetta hefur haft það í för með sér að ekki hefur verið hugað nægilega að markaðspættinum. Nú er svo komið að engar stórvægilegar hindranir eru á tæknihlið framleiðslunnar en mikil vinna er óunnin á markaðshliðinni og samhliða henni þarf að fara fram vinna við stöðlun og gæðamál.

Þau vandamál sem upp kunna að koma í eiginlegri framleiðslu er ekki hægt að sjá fyrir við tilraunaframleiðslu í smáum stíl og við stýrðar aðstæður. Það er því verkefni fyrir iðnaðinn að taka frumkvæði að frekari vinnu á þessu sviði.

## 10. HEIMILDIR

- Anon (1986) Reynsla af meltuvinnslu í síldar- og fiskimjölsverksmiðju Einars Guðfinnssonar. Erindi flutt á ráðstefnu um nýtingu slógs og aukaaflla.
- Björn Dagbjartsson o.fl. (1976). Ný aðferð til nýtingar á slógi og úrgangsfiski. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
- Blackhoff H.P (1976) Some chemical changes in fish silage. J. Food Tech. 11:353-363
- Edin, H. (1940). Undersökningar angáande importavstengningens äggviteproblem. Nord. Jordbr. Forsk., 22, 142-58.
- Elías Jónatansson (1983) Meltuvinnsla í síldar- og fiskimjölsvinnslu Einar Guðfinnsson hf. í Bolungarvík. Lokaverkefni frá Háskóla Íslands.
- Geir Arnesen, Sigurjón Arason o.fl. (1981) Meltur úr fiskúrgangi. Tæknitíðindi nr. 126. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
- Gildberg, A. og Raa, J. (1977) Properties of a propionic acid/formic acid preserved silage of cod viscera. J. Sci. Food Agric., 28, 647-653.
- Ingvi Þorkelsson (1986) Reynsla af meltuvinnslu hjá Glettingi hf. þorlákshöfn. Erindi flutt á ráðstefnu um nýtingu slógs og aukaaflla.
- Ólafur Guðmundsson (1986) Notkun meltu til fóðurs. Erindi flutt á ráðstefnu um nýtingu slógs og aukaaflla.
- Ólafur Guðmundsson, Stefán H. Sigfússon og Jónas Bjarnason (1979) Fisk- og hvalameltur sem próteinuppbót á fóðrun holdanautgripa. Fjölrit RALA nr. 54. Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Petersen, H. (1951) Ensilage of fish and fish waste. Report 95. Technological Laboratories, Ministry of Fisheries. Kaupmannahöfn, Danmörk.
- Raa J., Gildberg A. (1982) Fish silage: A review. CRC Critical Rev. in Food Science and Nutrition, 14: 33-419.
- Raa, J. og Gildberg, A. (1976) Autolysis and proteolytic activity of cod viscera. J. Food Techn., 11, 619-628.
- Sigurjón Arason, Lárus Ásgeirsson og Tryggvi Harðarson (1990) Meltuvinnsla. Tæknitíðindi nr. 152, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
- Sigurjón Arason, Guðmundur Þóroddsson og Grímur Valdimarsson (1990) The production of silage from waste and industrial fish: the Icelandic experience. Making profits out of seafood waste. Proceedings of the International Conference on Fish By-products, (ed. Keller S.), University of Alaska., 79-85.
- Snorri Þórisson, Halldór P. Þorsteinsson og Baldur Hjaltason (1993) Melta - Markaðsmöguleikar og framboð. Skýrsla Rf 12.
- Tatterson, I.N. (1982) Fish Silage - Preparation, Properties and uses. Animal Feed Science and Technology, 7, 153-159.
- Tatterson I.N og Windsor M.L. (1974) Fish silage. J. Sci. Food Agric. 25, 369-379.
- Windsor, M. og Barlow, S. (1981) Introduction to fishery by-products. Fishing News Books Ltd, Surrey, England.