

*Paul Høykan*

Årsberetning vedkommende Norges Fiskerier  
1931 — Nr. IV

---

# Om frysning av fisk og fiskefilet

En oversikt

Av

**Disponent Alex. Holst**

Honningsvåg

og

**Kjem. ing. Olav Notevarp**

styrer av Statens Fiskeriforsøksstasjon

---

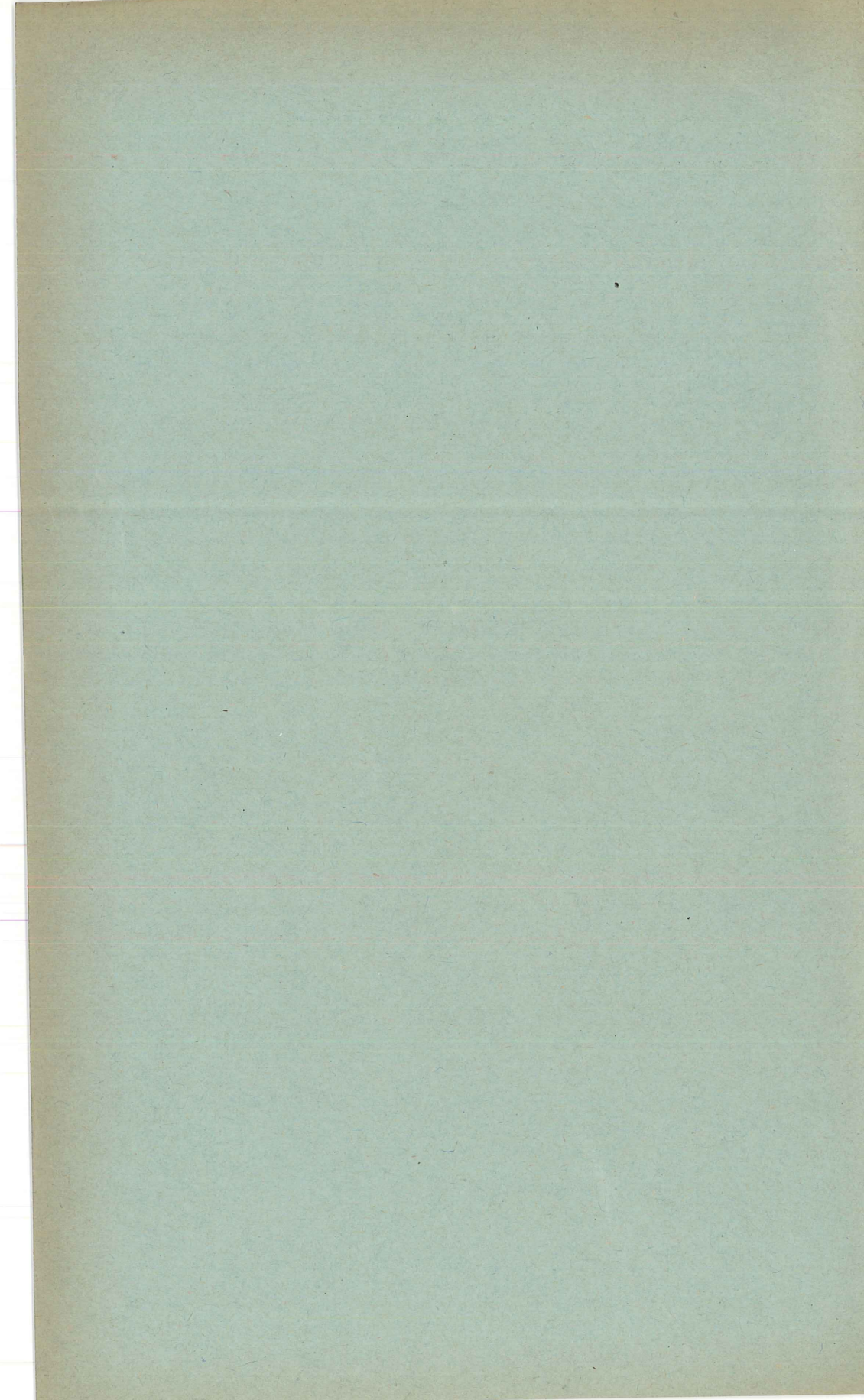
Utgitt av

**Fiskeridirektøren**

BERGEN 1932

A/S JOHN GRIEGS BOKTRYKKERI

*Pris kr. 1.00*





# Om frysning av fisk og fiskefilet

En oversikt

Av

**Disponent Alex. Holst**

Honningsvåg

og

**Kjem. ing. Olav Notevarp**

styrer av Statens Fiskeriforsøksstasjon

---

Utgitt av

**Fiskeridirektøren**

BERGEN 1932

A/S JOHN GRIEGS BOKTRYKKERI

## Innholdsfortegnelse.

	Side
Forord.....	3
Anskaffelse av råmaterialet .....	5
Transport og salg.....	7
<i>Om de forandringer som foregår med fisk og mulighetene for å forhindre disse ved frysning.</i>	
A. Forandringer som foregår i fersk fisk.....	9
1. Skinnets farve .....	10
2. Rigor mortis — dødsstivheten.....	10
3. Autolyse — selvopløsning .....	10
4. Forråttelse.....	11
B. Forandringer under frysning .....	12
Hvad foregår når fisk fryser .....	12
1. Saktefrysning og hurtigfrysning og hvad som betinger frysehastigheten ..	14
2. Volumforandring under frysning .....	17
3. Koagulering av eggehvitestoffene .....	17
4. Hæmolyse — forandring av de røde blodlegemer .....	18
5. Innvendig krystalldannelse .....	18
C. Forandringer under lagring .....	21
1. Uttørring .....	21
2. Fisken harskner eller tråner.....	25
3. Innvendige forandringer.....	26
4. Forandringer som innvirker på fiskens næringsverdi .....	34
5. Tap av smaksstoffer .....	34
6. Smitte fra generende lukt.....	35
7. Blodfarvestoffene .....	35
Optiningsmåtenes betydning for den frosne fisk .....	36
Frysningens virkning på forskjellig slags fisk.....	37
<i>Forskjellige frysemetoder.</i>	
Moderne metoder.....	41
1. Luftfrysning („Sharp Freezing“) .....	41
2 a. Lakefrysning ved direkte kontakt.....	43
Nekolai Dahls metode .....	45
Ottesens metode .....	48
Bulls metode .....	50
Taylors metode .....	52
Zarotschenzeffs metode .....	53
2 b. Lakefrysning ved indirekte kontakt.....	55
Om fiskefileter .....	55
Atlantic Coast Fisheries Co.'s metode.....	57
Clarence Birdseyes metode .....	58
Kolbes metoder .....	60
P. W. Petersens metoder .....	62
Andre nyere metoder for indirekte kontakt.....	63
Summering ang. de forskjellige frysemetoder .....	63
Kuldemaskiner eller is og salt som kjølemiddel .....	64
Literaturhenvisninger .....	66



## Forord.

Det store amerikanske fagtidsskrift „Food Industries” innleder sitt spesialnummer om frysning av næringsmidler (44)\*) med følgende ord:

»Det eventyrlys som omgir den fremgang som anvendelse av frysning i næringsmiddelindustrien har fått, kan lett bli denne industris største fare. Vi har god råd til å være entusiastiske med hensyn til denne fremgang, fordi fryseteknikkens anvendelse i næringsmiddelindustrien har pekt på en vei som fører like til kjernen i problemet *preservering og omsetning av næringsmidler*. Ingen vet ennå hvor langt det kan bringe oss. Men nettop derfor er faren for overentusiasme så stor.

En feilaktig slutning, en feil i bedømmelsen eller en fortidlig avgjørelse vilde være ilde nok hvis det forsinket utviklingen i en enkelt industri, men i en sak av så inngripende betydning for næsten alle brancher av den store industri — næringsmiddelindustrien — som menneskenes hele eksistens er avhengig av, vilde det grense til en ulykke. Lederne innen denne industri — ialfall de som kommer til å vedbli å lede — de er fullt opmerksom på det. De er overbevist derom, ikke bare fordi de fremfor andre har måttet regne med fakta, men også fordi de vet hvor våre kunnskaper på dette felt er begrenset«.

I Norge kan vi ikke, som i Amerika, peke på store resultater i fryseindustrien, tvertimot. Allikevel gjør det sig også i Norge en viss overentusiasme gjeldende i diskusjonen om dette spørsmål. At der i Amerika er nådd meget betydelige resultater i fryseindustrien vil ikke uten videre si at de samme muligheter er tilstede hos oss, dertil er forholdene for uensartede.

Den avgjørelse som vår fiskerinæring nu står foran, er ikke så meget om fryserier skal anlegges på det ene eller annet sted, om man skal fryse hel fisk eller fiskefileter. Spørsmålet er langt større og vanskeligere å besvare. Skal vi fortsette å benytte de nuværende metoder til preparering og omsetning av våre fiskeprodukter, eller er tiden

---

\*) Tallene henviser til litteraturhenvisningene s. 66—67.

moden til å begynne en gradvis overgang til et system med å fryse, pakke, lagre, transportere og omsette fisken i frosset tilstand? For å kunne besvare spørsmålet må man ha oversikt over problemet i sin fulle bredde. Det er derfor ønskelig at vi følger nøie med i den utvikling som foregår ute i verden og at mulighetene i vårt eget land kommer under saklig diskusjon. Dessuten at vår fryseindustri kommer på et sunt, videnskapelig grunnlag og at bare de beste metoder anvendes, noe som for tiden neppe er tilfelle. Den forskning som på dette område er utført her tillands har arbeidet med så beskjedne midler at man knapt nok kan tale om systematisk forskning. Det er derfor gledelig å se at kjølelagerkomiteen i sin innstilling om statsstøtte til kjøle- og fryseanlegg nettopp har vært opmerksom på dette forhold og har foreslått at et ganske betydelig beløp av en eventuell bevilgning skal gå til videnskapelige undersøkelser i forbindelse med fiskefrysning.

Nærværende oversikt er utarbeidet på grunnlag av foreliggende amerikanske, engelske og tyske publikasjoner av lignende art. Spesielt er der til stadighet benyttet Bureau of Fisheries Document no. 1016, „Refrigeration of Fish” av den kjente fryseekspert Harden F. Taylor, likeledes M. T. Zarotschenzef: „Between two Oceans”, utgitt av The Cold Storage and Produce Review, London. Enn videre er benyttet engelsk, amerikansk, tysk og norsk litteratur, patentutskrifter o.s.v.

*Alex. Holst. Olav Notevarp.*



## Innledning.

Hensikten med denne brosjyre er å gi en kort oversikt over de almindeligste problemer som man møter i fiskefrysningsindustrien og over de viktigste frysemetoder. I denne anledning vil det imidlertid i korthet også bli pekt på de andre problemer som foruten de tekniske opstår ved den kommersielle utnyttelse av fisk ved frysning.

Alle disse problemer kan for oversiktens skyld sammenfattes under følgende 5 grupper:

1. Anskaffelse av råmaterialet.
2. Frysning av fisken.
3. Lagring.
4. Transport.
5. Salg.

### *Anskaffelse av råmaterialet.*

Fiskefrysningsindustrien krever investering av betydelige kapitaler til bygning av fryserier, installasjon av kjølerum på båt eller jernbane, kjølerumslagre på markedene, hvor fisken omsettes o. s. v. For å kunne forrente disse kapitaler må produksjonen være forholdsvis stor og mest mulig jevnt fordelt over hele året. For megen omhu i valget av fryseriets beliggenhet kan derfor ikke ofres. Det vil forstås at det ikke er tilstrekkelig at fisketilførselen i en kortere sesong er meget rikelig. Et fryseri som kun har beskjeftigelse et par måneder av året, vil vanskelig kunne gjøres rentabelt. Vi må på dette punkt være forsiktige med å trekke sammenligninger mellom Norge og Amerika. På Amerikas vestkyst fins flere store fryserier med forholdsvis kort sesong. Den fisk som fryses på vestkysten er imidlertid praktisk talt utelukkende de kostbare sorter, laks og kveite, som tåler en betydelig sterkere utgiftsbelastning pr. kilo enn den norske konsumfisk, torsk og hyse. Fiskefryserier i

Norge må i første rekke baseres på denne konsumfisk og kun i mindre utstrekning på dyrere fisk som laks, kveite og flyndre. Norske fryserier vil også i noen utstrekning kunne gjøre regning på frysning av sild til agn samt isproduksjon hvor forholdene ligger tilrette herfor.

De største torske- og hysefiskerier foregår i Norge i Lofoten i februar, mars, april måned og i Finnmark april, mai og juni måned. Den beste salgssesong for fersk eller frossen torsk og hyse opphører i almindelighet ved påsketider. Den rikeligste tilførsel av disse fiskesorter har vi derfor i Norge henimot salgssesongens slutt, delvis etterat den er slutt. For å kunne utnytte de store torske- og hysefiskerier ved eksport i fersk (frossen) tilstand vil det derfor i betydelig utstrekning bli nødvendig å lagre den frosne fisk fra slutten av den ene salgssesong til begynnelsen av den neste, d. v. s. fra vår til høst. Lagring av frossen fisk byr, som vi senere skal se, på visse tekniske vanskeligheter. Med førsteklasses teknisk utstyr og gjennomført fagmessig behandling av fisken såvel under frysning som under lagring lar det sig dog gjøre. Lang lagring vil naturligvis fordyre fisken — men på den annen side får man alltid bedre priser for den fisk som bringes på markedet i sesongens begynnelse før markedene mere eller mindre oversvømmes av fisk.

Ved siden av de store sesongfiskerier foregår der på mange steder langs kysten et mere eller mindre jevnt hjemmefiske, som i mange tilfeller kan utvikles videre. Hvor hjemmefisket foregår i tilstrekkelig stor målestokk vil det, sammen med sesongfisket, kunne danne grunnlag for råstofftilførselen til fiskefrysningsindustrien.

Vi skal ikke her nærmere komme inn på de enkelte problemer i forbindelse med råstofftilførselen, men kun nøie oss med å understreke betydningen av denne side av saken. Nevnes skal også at de store fryserier på Amerikas østkyst, som hovedsakelig produserer hysefileter, for en vesentlig del skaffer sig sin råstofftilførsel fra trålere. Ved hjelp av trålerne skaffer de sig en stor og forholdsvis jevn fisketilførsel. Skal vi i Norge kunne oparbeide en fiskefrysningsindustri av betydning, er det kanskje sannsynlig at også vi i nogen utstrekning må basere tilførselen på trålere. Man har i vårt land tildels kunnet spore en meget sterk uvilje mot at vi selv skulle begynne å fiske med damptrål. Der foregår imidlertid like utenfor den norske Finnmarkskyst et overmåte rikt trålerfiske som nu udelukkende drives av utlendinger. Dette fiske har i de senere år gjennomgått en rivende utvikling og er nu av større dimensjoner enn sikkert de fleste er opmerksom på i Norge. De trålere som fisker utenfor Finnmarkskysten, på Bjørnøya og i Kvitsjøen anløper ialmindelighet Honningsvåg for los. Nedenfor gjengis en oppgave, innhentet fra tollkontoret i Honningsvåg, over antall tråleranløp årene 1925, 1929 og 1930, som viser utviklingen:



	1925	1929	1930
Januar . . . . .	96	327	394
Februar . . . . .	84	191	324
Mars . . . . .	58	125	214
April . . . . .	36	43	136
Mai . . . . .	32	79	102
Juni . . . . .	38	59	76
Juli . . . . .	9	63	51
August . . . . .	14	65	87
September . . . . .	43	144	137
Oktober . . . . .	98	333	308
November . . . . .	155	406	390
Desember . . . . .	200	451	368
Sum	863	2286	2587

**Dette** fiske skulde ligge naturlig til for nordmennene — naturligere enn for noen av de andre nasjoner som driver det. De nasjoner som vesentlig deltar i dette fiske er tyskerne og engelskmennene, i de senere år har også franskmennene begyndt å være med. Samtidig begynner russerne med utvilsom kraft og energi å utvikle et betydelig trålerfiske utenfor Murmannskysten. I Norge synes det derimot ennu å være små utsikter til at vi kommer til å opta dette fiske. Hånd i hånd med fiskefrysning og filetproduksjon turde det imidlertid også for nordmennene være særlige muligheter for deltagelse i trålerfisket.

*Transport og salg.*

Innen vi går over til vårt egentlige emne, selve frysningen og lagringen, vil vi nevne noen ord om transport og salg av fisken.

Da alle temperatursvingninger etterat fisken er frosset er skadelig for kvaliteten, er det absolutt nødvendig at fisken sendes fra produktionsstedet til markedet i kjølerum med samme temperatur som fryseriets lagerrum. Skibes fisken i sådanne kjølerum er det klart at det for kvaliteten ingen rolle spiller enten fisken står på lager på fryseriet eller befinner sig under transport. Ved fremkomsten på markedet, hvorfra distribusjonen foregår, må fisken fremdeles opbevares på kjølelager av samme temperatur inntil den tilslutt leveres til kjøbmannen som besørger detaljsalget.

Da det her til lands er foregått en del forsendelse av frossen fisk uten anvendelse av kjølerum, vil vi få fremholde at dette, selv over korte avstander, er meget betenkelig når fisken skal lagres litt etterpå. Om emballasjen er god vil meget lett de ytterst liggende deler av den

frosne fisk tine op og bli skadet, selv om fisken straks efter transporten settes inn på kjølerum. Av samme grunn er det utilrådelig å sende frossen fisk i små pakninger kjølet med fast kullsyre, idet dennes virkning ofte vil innskrenke sig til det indre av pakningen. Forsendelse uten kjølerum kan bare forsvares når det gjelder forsendelse til detaljist som omsetter fisken til forbrukerne straks efter.



Fig. 1.

Når fisken kommer frem på markedet vil man hurtig finne at den ikke lar sig omsette på samme måte som almindelig iset fisk. Sendes den frosne fisk på fiskeauksjonen, vil det vise sig at den der er praktisk talt uselgelig, likesom man vil opleve de største skuffelser hvis fisken sendes i konsignasjon. Frossen fisk og fiskefilet er en ny artikkel på markedet, som det må skapes et nytt behov for. Gamle, inn-groddne fordommer om at frossen fisk er en mindreverdige vare må be-



kjempes. Å selge frossen fisk krever en moderne salgsorganisasjon med alt hvad dertil hører av reklame, reisende o. s. v.

Efterhvert som den moderne fryseteknikk blir tatt i mere utstrakt anvendelse, vil det lette og bane veien for salget av den frosne fisk. Det blir nu mere og mere almindelig at slaktebutikker har sine egne kjølerum for opbevaring av kjøtt, men ennå er det forholdsvis få fiskebutikker som har kjølerum. Den ideelle måte å distribuere frossen fisk på er utvilsomt at butikkene har sine egne kjøleanlegg eller kjøledisker, som samtidig tjener til å opbevare og til å utstille den frosne fisk. Se foranstående fotografi av en amerikansk kjøledisk for frossen fisk.

En bedre utbredelse av centralkjølelagre på markedene så vel som på omlastningsplassene, større muligheter for å kunne benytte kjølerum under de forskjellige skibs- og jernbanetransporter, en mere almindelig anvendelse av kjøleskap i privathusholdningene o. s. v., vil alt sammen gjøre arbeidet med salget av den frosne fisk lettere. Efterhvert som den moderne kjøleteknikk i større utstrekning tas i anvendelse på de forskjellige områder, vil rimeligvis også publikums motvilje mot frosne levnetsmidler forsvinne.

### **Om de forandringer som foregår med fisk og mulighetene for å forhindre disse ved frysning.**

For å få en klar forståelse av fiskefrysningsindustriens tekniske problemer er det nødvendig å ha kjennskap til de forandringer som foregår under de forskjellige forhold. Den i forordet omtalte frysetekniker *Har den F. Taylor* (tidligere Chief Technologist ved U. S. A. Bureau of Fisheries) gir i sin brosjyre »Refrigeration of Fish« (1)\* en utmerket oversikt over disse forandringer. Efterfølgende kapitler er for en stor del en oversettelse av avsnittet: »Changes that take place in fish and their prevention by cold«, i nevnte brosjyre. En del av kapitlene er dog her omordnet og utvidet eller supplert med nyere forskningsresultater.

#### **A. Forandringer som foregår i fersk fisk.**

Når den levende fisk tas op av vannet, er maven i almindelighet full av mat, innvollene fulle av fordøiet mat og ekskrementer, samtidig som selve fisken og gjellene er dekket av et tykt lag av slim. Muskel-

\*) Litteraturhenvisningene finnes på side 66-67.

vevene er istand til å trekke sig sammen, hele fisken er i kjemisk henseende normal og frisk og de innvendige vev er helt eller næsten helt sterile. Når fisken er død begynner der imidlertid en rekke forskjellige forandringer som innvirker på dens friskhet og utseende. Å forhindre at disse forandringer finner sted er ensbetydende med å preservere fisken. De viktigste forandringer er følgende:

### 1. Skinnets farve.

Det første man legger merke til etter at fisken er død er forandringen av farven på skinnen. Denne farve skyldes farvede pigmentceller som kan trekkes sammen og blir kontrollert av nervene. Når nervekontrollen opphører, trekker disse pigmentceller sig sammen — farvevirkningen blir matt — og det almindelige utseende blir mindre tiltalende enn hos den levende fisk.

### 2. Rigor mortis — dødsstivheten.

En av de første forandringer i fisken etter at den er død, er at der dannes sig melkesyre i musklene, som bevirker at de trekker sig sammen således at fisken blir stiv. Denne tilstand kalles rigor mortis. Jo varmere fisken er, jo hurtigere inntrær rigor mortis og jo kortere varer denne tilstand. Jo kaldere fisken er (ikke frosset), jo senere inntrær rigor mortis og jo lengere varer den. Rigor er et tegn på at fisken er fersk og frisk — en tilstand som fiskehandlerne har godt kjennskap til. Etter rigor blir fisken »bløt«. Der har vært en del diskusjon om hvorvidt fisk bør fryses før, under eller etter rigor. Noen mener å ha funnet at torsk frosset før rigor hadde en tørr og ubehagelig smak, mens andre mener ved eksperimenter å ha konstatert at man kan få fisk av god kvalitet enten fisken fryses før, under eller etter rigor. (Dette spørsmål tør være særlig viktig for oss og burde undersøkes nøie).

### 3. Autolyse — selvopløsning.

Efterhvert som dødsstivheten forsvinner inntrær en annen forandring, muligens begunstiget av melkesyren, som bevirket dødsstivheten. Dette er autolyse eller selvopløsning av vevene. Det er en betydningsfull forandring som krever litt forklaring.

Der er visse substanser, enzymer, som kan oppløse eller spalte sammensatte stoffer i enklere bestanddeler. Et kjent eksempel på en sådan substans er pepsin i mavesekken, som spalter eggehvitestoffer, f. eks. i magert kjøtt, til enklere substanser som oppløses i vann og danner flytende oppløsninger. Denne omdannelse av maten til flytende form er



fordøielse og tjener til å muligggjøre matens optagelse i blodet gjennom tarmene. Der er mange sådanne enzymer i dyrelegemet — de fleste vev inneholder enzymer som er istand til å oppløse eller fordøie dem. Disse enzymer utfører en viktig funksjon i det levende dyr, men når døden inntrer begynner de etterhvert å oppløse og oppløse vevene. Denne selvoppløsning kalles autolyse.

De substanser som har vært utsatt for autolyse er ikke usunde. Tvertimot, hos kjøtt er en viss grad av autolyse eller modenhet ønskelig, det gjør kjøttet mørt og saftfullt og de fleste foretrekker lukten. I fisk derimot forårsaker autolyse, selv om den er uskadelig, en sterk fiskelukt som man avgjort har imot. Fisk som har gjennomgått autolyse er bløt og løs. Hvis man trykker merker i den med fingeren blir de tilbake etterat man har tatt fingeren bort. Autolysen påskyndes av varme og forsinkes av kulde. Hurtigst foregår autolysen i de forskjellige fiskesorter ved en temperatur varierende mellom 18°—30° C. Støt fremkaller autolyse. Autolyse forhindres helt når fisken fryses fullstendig, men begynner påny når fisken igjen er optinet. Salt i små mengder forøker autolysen. Sakte-frossen fisk autolyserer etter optining hurtigere enn fersk fisk, og hurtigere enn hurtigfrossen.

#### 4. Forrhåtnelse.

Forrhåtnelse forårsakes av bakterier. De finnes næsten overalt. Sålenge fisken lever og er frisk, gjør bakteriene ingen skade, tiltross for at de finnes i slimet som omgir fisken, på gjellene, i innvollene og antagelig også i noen utstrekning i blodet og i fiskekjøttet. Når fisken dør er der ikke lenger noen motstand mot bakteriene. De begynner med engang å formere sig hurtig i fiskeslimet og i innvollene og sprer sig hurtig til fiskekjøttet, oppløser tarmveggene og ødelegger tilslutt hele fisken.

Bakterier får ikke sin næring ved å bite eller gnage sig inn. De er planter og lever på samme måte som andre planter gjør det, ved å absorbere næring fra sine omgivelser. De utskiller enzymer fra sine legemer, disse enzymer oppløser eller fordøier det omliggende kjøtt, hvorefter dette fordøiede kjøtt absorberes av bakteriene. Det som har vært utsatt for bakterienes påvirkning er — i motsetning til det som har vært utsatt for autolyse — i almindelighet sundhetsskadelig. Den prosess som forårsakes av bakterier er forråtnelse.

For å forhindre forråtnelse må bakteriene drepes eller deres aktivitet må stanses. Bakteriene drepes ved kokning, så vel som ved visse kjemikalier — men begge disse metoder er lite anvendelige for fersk fisk. Deres aktivitet kan forsinkes ved lav temperatur, som i høi grad nedsetter bakterienes formerelse. Iskjøling formår å utsette forråtnelsesprosessens inntreden i flere dager.

Bakteriologiske undersøkelser har vist at utviklingen av bakterier i fisk stanses ved frysning og at bakteriemengden i fisk etter en tids lagring pratisk talt var den samme som da fisken blev lagret. Da bakteriene som nevnt er meget tallrike i slimet og i mavehulen, er det meget viktig at fisken vaskes godt for den fryses.

## B. Forandringer under frysning.

### Hvad foregår når fisk fryser?

Når fisk utsettes for en temperatur som er under frysepunktet, fryser den og blir stiv. Dette er tilsynelatende en meget enkel process, men i virkeligheten er den komplisert nok. Akkurat hvad som skjer avhenger i vesentlig grad av hvordan fisken fryses.

Fisk består av millioner av celler av mikroskopisk størrelse. Cellene kan man for letthets skyld tenke sig som egg uten skallet, men med den tynne hinne innenfor skallet. Hinnen omslutter en halvt geleaktig, eggehviteholdig substans som hviten i et rått egg hvor den geleaktige substans inneholder fra 60 til 85 pct. vann. Et egg er i virkeligheten en celle. Hvis størrelsen reduseres millioner ganger og antallet multipliseres millioner ganger, representerer det noenlunde hvad fisken består av. Hvis fisken fryses tilstrekkelig hurtig vil geleen fryse til en kompakt gelemasse, men hvis fisken fryses mindre hurtig vil vannet skille sig ut fra gelemassen i form av små iskrystaller. Vannet danner større og større krystaller efter hvert som frysningen fortsetter, inntil en større del av vannet har skilt sig ut som is. Disse krystaller — lange skarpe nåler — vil bli større jo langsommere frysningen er og kan rive over de ømtålelige cellemembraner så saften i fisken renner bort når den tines op igjen. (Se fig. 2, 3 og 4). Av denne grunn er det av så stor betydning at frysningen foregår så hurtig som mulig, og vi skal senere komme tilbake til dette.

Forklaringen på at ferskfisk som fryser i vinterkulde, f. eks. under forsendelse, blir ødelagt eller iallfall sterkt kvalitetsforringet, ligger også heri. Frysningen blir nemlig da meget langsom, oftest meget langsommere enn ved kunstig luftfrysning, hvorved iskrystallene blir meget store og sprenger cellene.

Rent ferskvann fryser ved  $0^{\circ}$ , men hvis der fins stoffer oppløst i vannet, senkes frysepunktet. Et kjent eksempel vil være vanlig saltlake som først fryser ved  $\div 21^{\circ}$  C. når den er sterk nok. Mindre sterk saltlake fryser ved forholdsvis høiere temperatur (se side 48).

Da vannet i fisken inneholder oppløst mineralsalter og andre substanser, ligger frysepunktet for fisk under  $0^{\circ}$ , omtrent ved  $\div 1^{\circ}$ . Efter-



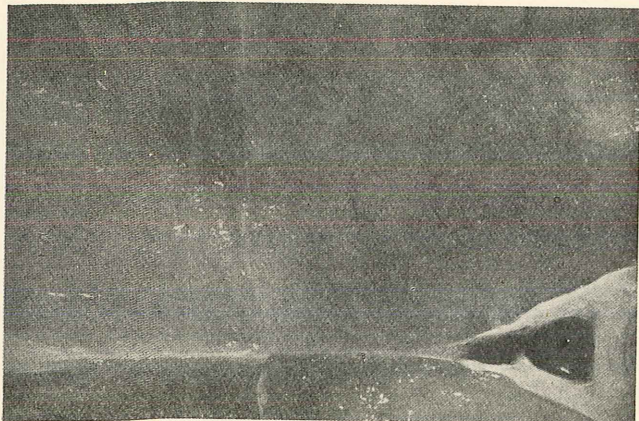


Fig. 2. Forstørrelse av fersk kveiteskive. Fiskekjøttets vanlige utseende og struktur vises her.

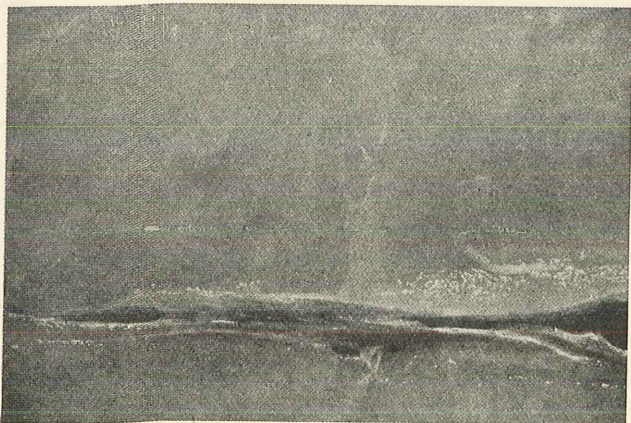


Fig. 3. Forstørrelse av en skive skåret av lakefrosset kveite. Bemerk god overensstemmelse med det ferske (fig. 2).

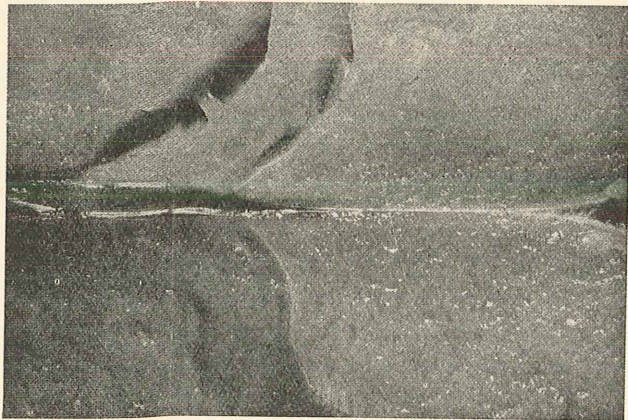


Fig. 4. Forstørrelse av en skive skåret av luftfrosset kveite. Vevene er revet istykker, liten likhet med det ferske stykke (fig. 2).

hvert som vannet i fisken fryser blir der forholdsvis større mengde stoffer oppløst i det vann som er tilbake, av hvilken grunn frysepunktet senkes. Ved den almindelig benyttede frysetemperatur er det neppe sannsynlig at alt vannet i fisken fryser. Ved  $-15^{\circ}$  C. skal således omkring 10—15 pct. av vannet være ufrosset, og ved  $-35^{\circ}$  C. omtrent  $2\frac{1}{2}$  pct. Først ved  $-60^{\circ}$  fryser så å si alt vannet i fisken.

### 1. Saktefrysning og hurtigfrysning og hvad som betinger frysehastigheten.

Den viktigste innflytelse har den hurtighet hvormed frysningen foregår. Hvis fisken legges i en »sharp-freezer«, se side 42, eller i et kjølerum, blir fiskens temperatur gradvis senket. Når fisken får en temperatur som svarer til frysepunktet av vesken i fisken, begynner den å fryse. I almindelighet er det ytre av fisken kaldere enn det indre, men der er ingen skarp grense som skiller. Fisken blir gradvis hård og tilslutt stiv helt igjennem. Den vesentligste faktor som bestemmer frysehastigheten i dette tilfelle er den hurtighet hvormed varmen fjernes fra fiskens overflate, idet varmen fra det indre til det ytre i fisken strømmes ut så hurtig som luften, som er en dårlig leder, kan lede varmen bort fra fiskens overflate.

Når varmen fjernes meget hurtig fra fiskens overflate — således som tilfelle er når den senkes ned i kold, sterkt cirkulerende saltlake — da bestemmes den hurtighet hvormed fisken fryses av varmelednings- evnen i selve fisken. Saltlaken som omgir fisken er nemlig en god leder og i hurtig cirkulasjon, og fjerner derfor varmen så hurtig som den kan ledes ut fra fiskens indre til dens overflate.

Overflaten av fisken vil derfor fryse med det samme den kommer i berøring med laken, dette frosne skall vil vokse med tiden og næsten alltid (når fisken ikke er for stor) danne et skarpt skille mot det indre ufrosne.

Den frosne fisk leder varmen 3 ganger så godt som den ikke frosne, men allikevel vil selvsagt det frosne skikt vokse mere og mere langsomt jo lenger det kommer inn i fisken. Den hurtighet hvormed et bestemt legeme kan avkjøles er nemlig ved en bestemt temperatur proporsjonal med kvadratet av tykkelsen. En fiskeskive som er dobbelt så tykk som en annen vil derfor i virkeligheten ved lakefrysning kreve 4 ganger så lang tid for å bli gjennomfrosset som den andre. Ved luftfrysning derimot, hvor altså frysehastigheten vesentlig er avhengig av den hurtighet hvormed varmen fjernes fra overflaten, vil frysehastigheten være omtrent direkte proporsjonal med tykkelsen. En fisk som er dobbelt så tykk som en annen vil altså der bare kreve omtrent dobbelt så lang tid for å bli gjennomfrosset.



Dette er av meget stor betydning. Når en 5 cm. tykk fisk ved lakefrysning f. eks. krever 1 time for å bli gjennomfrosset, vil under samme forhold en 8 cm. tykk fisk kreve omtrent 2½ time, mens en 10 cm. tykk fisk vil kreve 4 timer for å bli gjennomfrosset. Man ser herav at det ved den 10 cm. tykke fisk tar hele halvannen time å gjennomfryse det midtre 2 cm. tykke lag, mens det bare tok 1 time å gjennomfryse de ytre 5 cm.

Den frysehastighet som et slikt midtlag er utsatt for vil derfor ved meget tykk fisk nærme sig luftfrysningens, og lakefrysningens store fordel blir da ofte tvilsom. Ved luftfrysning er frysehastigheten så noenlunde direkte proporsjonal med tykkelsen, altså mindre avhengig av denne. Lakefrysningens store fordeler er derfor særlig fremtredende ved mindre fisk og ved filéter.

Ved »Biological Board of Canada«s forsøksstasjon i Halifax hvor disse forhold er inngående studert av C. B. W e l d og andre (2), har man derfor kommet til at en standardisering av filéter til bare en tommes tykkelse er det beste. Nevnte institusjon har også gjort en rekke andre meget betydningsfulle undersøkelser over fiskefrysningen, en del av disse skal vi senere komme tilbake til.

Fiskens tykkelse, tommer	Stillestående lake		Cirkulerende lake	
	Frysetid, min.	Tid for frysning av midtre halvtomme, min.	Frysetid, min.	Tid for frysning av midtre halvtomme, min.
1	25	—	14	—
1½	45	20	26	12
2	80 (1 t. 20)	35	50	24
2½	110 (1 t. 50)	30	75 (1 t. 15)	25
3	155 (2 t. 35)	45	105 (1 t. 45)	30
3½	195 (3 t. 15)	40	138 (2 t. 18)	33
4	250 (4 t. 10)	55	180 (3 t. )	42
4½	300 (5 t. )	50	225 (3 t. 45)	45
5	360 (6 t. )	60	277 (4 t. 37)	52
5½	420 (7 t. )	60	330 (5 t. 30)	53
6	495 (8 t. 15)	75	390 (6 t. 30)	60

Tabell 1.

En annen faktor som påvirker frysehastigheten er l a k e n s c i r k u l a s j o n. Denne må være så intens at varmen fjernes hurtigst mulig, d. v. s. så hurtig som den kan ledes bort fra det indre av fisken. Dette er f. eks. tilfelle ved Nikolai Dahls metode med overrisling, den stadige

skylning med lake virker her på samme måte som en meget sterk sirkulasjon. I ovenstående sammenligning mellom tykk og tynn fisk er en slik hurtig fjernelse av varmen forutsatt.

Tabell 1 viser forskjellen i frysehastighet ved sirkulerende og stillestående lake, den viser også betydningen av fiskens tykkelse. Tabellen er uteksperimentert av H. M. Dunkerley (3), men spalten som viser tiden for frysning av den innerste halve tomme er utregnet her. Lakens temperatur var  $\div 12^{\circ}$  C. i begge tilfeller.

Tabellen viser at frysningen foregår saktere jo lenger den kommer inn i fiskekjøttet, og at tiden for frysningen når laken sirkulerer er omtrent proporsjonal med kvadratet av tykkelsen. En tomme tykk fisk er frosset omtrent 4 ganger så hurtig som 2 tommer tykk, denne er igjen frosset næsten 4 ganger så hurtig som 4 tommer tykk. Dette stemmer med at det er fiskens ledningsevne som her bestemmer hastigheten.

Illustrerende er det også å se at sirkulasjonen, og dermed hastigheten av frysningen, har mindre og mindre å si jo tykkere fisken er. Mens frysningen av midtre tomme ved lakecirkulasjonen er næsten dobbelt så hurtig ved fisk av 1—2 tommers tykkelse, er den bare ca. 20 pct. hurtigere ved fisk av  $4\frac{1}{2}$  til 6 tommers tykkelse. Overensstemmende hermed vil man kunne se at mens de ytre lag i en stor fisk har den hurtigfrosne fisks kjennetegn, ligner midtpartiet mere på luftfrosset (saktefrosset) fisk.

Temperaturen av laken — eller i en »sharp-freezer«, luften og kjølespirallene — har selvsagt meget å si på frysehastigheten. Da det ofte — og særlig i den senere tid — foreslås å anvende meget lave temperaturer, kan det ha sin interesse å se litt nærmere på dette.

Under ellers like forhold er hastigheten av frysningen direkte proporsjonal med differansen mellom temperaturen ved fiskens overflate og ved dens frysepunkt. Sier vi at fiskens frysepunkt er  $\div 1^{\circ}$  C, vil man finne at en fisk fryser dobbelt så hurtig ved  $\div 11^{\circ}$  som ved  $\div 6^{\circ}$  og dobbelt så hurtig ved  $\div 21^{\circ}$  som ved  $\div 11^{\circ}$ . Vil vi imidlertid søke å fordoble hastigheten nok engang, må vi helt ned i  $\div 41^{\circ}$ , nøier vi oss med  $1\frac{1}{2}$  gang så hurtig, må vi anvende  $\div 31^{\circ}$  C.

Man vil herav se at en senkning av temperaturen et visst antall grader får mindre og mindre betydning jo lavere temperaturen er. Da en kuldemaskins nytteeffekt avtar meget hurtig ved senkning av temperaturen, og isolasjonstapene stiger proporsjonalt med temperaturdifferansen på begge sider av isolasjonen, vil man straks kunne regne ut at der ved frysningen finnes en viss praktisk minimumstemperatur som det er meget urasjonelt å underskride.

Nevnte »Biological Board of Canada«s forsøk tyder på at denne temperatur skulde være omtrent  $\div 20^{\circ}$ , og at man ved  $\div 20^{\circ}$  opnår alle hurtigfrysningens fordeler når man bare ikke fryser fisken i for tykke lag.



Et lite praktisk eksempel tør være illustrerende: Når man ved  $\div 21^{\circ}$  kan fryse 5 cm. tykk fisk på en time, hvor lav temperatur må man da ha for å fryse 7.5 cm. tykk fisk på samme tid? Omtrent dobbelt så lav, nemlig ca.  $\div 41^{\circ}$ . Det er selvsagt at hver lengdeenhet i tykkelsen ved de yttre deler her fryser meget hurtigere, men eftersom man kommer innover i fisken blir hastigheten mere og mere lik de to eksempler, som på en slående måte tør vise av hvor overveiende betydning tykkelsen er. Herav følger også at det er av den største betydning at fisken fryses fra begge sider, idet den da fryser 4 ganger så hurtig som når den bare fryses fra en side.

## 2. Volumforandring under frysning.

Ved frysning utvider vann sitt volum med ca. 9 pct. Fisk utvider sig derfor i forhold til det vann den inneholder og i forhold til hvor meget av vannet i den som fryser. Da fisk inneholder fra 65—80 pct. vann kan man regne utvidelsen til mellom 5.7 til 7.1 pct. av det oprinnelige volum. Om noen av de strukturelle forandringer i fisken skyldes denne utvidelse, f. eks. overrivningen av galdeblæren eller ødeleggelsen av cellemembranene, er ennå uvisst. Utvidelsen antas nu ikke å være av så stor betydning som man tidligere trodde. Den må særlig tas hensyn til når fisken fryses i former, den kan ikke forhindres eller motstås.

## 3. Koagulering av eggehvitestoffene.

Som tidligere nevnt består fiskens celleinnhold av en halvt flytende gelé av protein og vann, med uttallige andre stoffer oppløst i små mengder. Forskjellige forskere som har foretatt undersøkelser har funnet at sådanne geléaktige masser under visse omstendigheter koagulerer når de blir frosset. I rapport for 1923 fra »The Food Investigation Board of Great Britain« nevnes at eggalbumin etter å ha vært frosset ved en temperatur som ikke er lavere enn  $\div 4\frac{1}{2}^{\circ}$  C. vil tine op til en væske omtrent som den var før den frøs. Men hvis den fryses ved en noe lavere temperatur kan den ikke bringes tilbake til sin gamle tilstand ved optining, idet den vil koagulere. Blir den derimot frosset meget hurtig i flytende luft og optinet meget raskt i varmt kvikksølv, vil den ikke koagulere. Disse eksperimenter tyder på at der er en temperatursone under  $\div 4\frac{1}{2}^{\circ}$  C. hvori koagulering foregår. Passerer imidlertid albuminet hurtig gjennom denne sone ved frysning, så vel som ved optining, vil den ikke koagulere.

Fisk som har vært lakefrosset er p. g. a. koagulering fastere enn ufrosset fisk. Den har en fasthet i fisken som minner om dødsstivheten, selv efter at den har vært lagret i måneder. Denne stivhet forsvinner

ikke så hurtig som dødsstivheten, og opbevaret på et koldt sted vil fisk som har vært frosset kunne beholde denne kunstige dødsstivhet i flere dager inntil den er ødelagt.

#### 4. Hæmolyse — forandring av de røde blodlegemer.

Det røde blodfarvestoff — hæmoglobin — inneholdes i mikroskopiske legemer. Ved frysning blir ofte mange av disse revet istykker og det røde hæmogobin renner ut i blodplasmaet, optas i de nærliggende vev og farver disse. Dette sees vesentlig i nærheten av de store arterier særlig de som er nær nakkebenet, hvor det røde farvestoff sprer sig og farver muskelvevet. Slaktning av fisken er derfor av stor betydning.

#### 5. Innvendig krystaldannelse.

Frysning av fisk er i første rekke frysning av en vannholdig gelé. En stor del av vannet omdannes til faste iskrystaller. Det er blandt kjemikere et velkjent forhold at når en substans krystalliserer, bestemmes størrelsen av de krystaller som dannes av den tid det tar å danne dem. Kandissukker er således sukker som er krystallisert langsomt i løpet av dager eller uker. Farin er utkrystallisert på en del timer og har meget mindre krystaller, mens melis er krystallisert ut av en varm oppløsning ved hurtig avkjøling i løpet av noen sekunder, og består derfor av meget små krystaller. Alle tre er sukker, det vesensforskjellige ligger i den hastighet hvormed krystallene er dannet. Vann som i isfabrikkene fryses sakte til is vil lett gå istykker, fordi dens indre struktur karakteriseres av store krystallflater eller flak, mens hurtigfrosset is er hård og splintres som sten, fordi de dannede krystaller er små og mange.

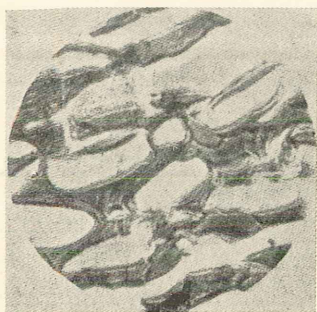
Krystaller vokser. En kjerne eller et frø som opstår vokser videre, og — hvis tiden tillater det — økes det lagvis inntil all den flytende substans er opbrukt til å danne store krystaller. Hvis varme fjernes meget hurtig, får krystallene ikke tid til å vokse. Der dannes mange flere frø, og krystallene blir i stedet små og mange.

Dette gjelder også for frysning av fisk. Når et stykke fiskekjøtt fryses meget hurtig ved å dyppes i flytende luft og så blir undersøkt mikroskopisk i frossen tilstand, vil ingen annen merkbar forandring finnes enn at det er stivnet. Men hvis det fryses mindre hurtig — som i den ytre del av fisk som er frosset i meget kald saltlake — og deretter undersøkes i frossen tilstand, da vil man finne mange små krystaller med klar is inne i cellene, en del av det vann som fandtes i proteingeléen har altså fått tid til å danne små krystaller. Hvis dette fiskestykke optines forholdsvis snart etter vil vannet igjen sakte bli optatt av pro-

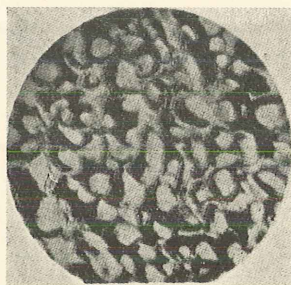


teinet. Forandringen har altså ved denne frysning vært — om ikke absolutt — så praktisk talt reversibel.

Når frysningen blir langsommere blir krystallene i hver enkelt celle færre og større. Tilslutt kan der dannes bare én krystall pr. celle, og ved meget langsom frysning (f. eks. luftfrysning) vokser krystallene så store at de sprenger celleveggene og forener sig med vann fra andre celler til meget store krystaller. Tines slik fisk op efter en kort tid, renner saften ut, og i denne saft er mange verdifulle stoffer oppløst. Det er dessverre den slags frysning som almindelig foregår i en »Sharp-freezer«, hvilket forklarer de mange forsøk som i de senere år er gjort for å opnå en hurtigere frysning. Særlig i stor fisk kan man lett finne krystaller som er op til 1 cm. og større, og når slik fisk efter litt lagring blir



Snitt av fisk saktefrosset i luft  
av  $\div 12^{\circ}$  C.



Snitt av fisk hurtigfrosset med  
lake av  $\div 18^{\circ}$  C.

Fig. 5.

optinet, har vevene en struktur som minner om honningcellene i en kube. Sammenlignet med fersk fisk er fiskekjøttet tørt med flau smak. Fig. 5 viser en forstørrelse av hurtig- og saktefrossen fisk.

Mr. C. B. Weld ved Biological Boards forsøksstasjon i Halifax har gjort noen meget illustrerende mikroskopiske målinger over krystallstørrelsens avhengighet av frysebetingelsene (2). Da disse forsøk næsten utelukkende er gjort med torsk, tør de ha spesiell interesse hos oss. Som man av det følgende vil forstå er den frysning best som viser de mindste krystaller, men disse skal være dannet inne i cellene, ikke utenom.

I sammenheng med det som netop er sagt om frysehastighetens betydning skal der først refereres et forsøk med frysning ved forskjellige temperaturer og efter forskjellige metoder. Til forsøket blev brukt torsk som hadde ligget i is et døgn efter at den var fanget, den hadde enda dødsstivheten. Den blev frosset som fileter,  $6 \times 4 \times 1$  tomme, tett nedlagt i blikkformer, og temperaturens synkning

i fisken blev notert hvert minutt. Følgende tabell er et utdrag av resultatene (en mikron er 1/1000 millimeter):

Frosset i	Tid medgått til frysning (temp.senkn. 0 til $\div$ 5° C.)	Krystallhul- lenes diam.	Krystallenes beliggenhet
CO <sub>2</sub> —eter ( $\div$ 80°)	sekunder ?	Nil.	
Lake av $\div$ 21½ C.	14 minutter	62 mikroner	Flere kryst. pr. celle, cellene hele.
— $\div$ 20 „	13 —	31 —	— „ — —
— $\div$ 19½ „	12½ —	40 —	— „ — —
— $\div$ 18 „	13 —	100 —	En krystall pr. celle, celler i stykker.
— $\div$ 13 „	29 —	130 —	Kryst. utenfor cellene som er istykker.
— $\div$ 9½ „	42 —	175 —	— „ — — „ —
Luft av $\div$ 29 „	2½ time	350 —	} Krystaller utenfor cellene, omgitt av cellegreter.
— $\div$ 13 „	3 „	300 —	
— $\div$ 5 „	2 døgn	350 —	

Tabell 2.

Tabellen viser at der utvilsomt er en viss overensstemmelse mellom hastigheten av frysningen og krystallenes størrelse, om enn der fins mindre avvikelser, og er en bekreftelse på Reuters tidligere resultater (4). Av særlig interesse er det å se at der ved omtrent ved  $\div$  18° C. synes å være et kritisk punkt, med lake over denne temperatur er cellene ødelagt. Også i Kälte-Industrie 1930 og 1931 er lignende resultater av krystallmålinger offentliggjort (5), (16).

En annen serie eksperimenter viste lignende resultater, dog var krystallene ved CO<sub>2</sub> etter frysning 40 mikroner i diam., men de ved  $\div$  19½,  $\div$  18 og  $\div$  16° var omkring 90 mikroner, men de fleste utenfor cellene, undtagen ved  $\div$  19°.

C. B. Weld har også utført flere eksperimenter som viser at når tykk fisk fryses blir iskrystallene større i dybden overensstemmende med den langsommere frysning som der finner sted. Her skal bare gjengis et av hans mange resultater, som alle viser i samme retning.

En cylinderisk masse av fisk blev isolert rundt og frosset fra endene ved  $\div$  16½° C. (lake). Krystallstørrelsen var da

i laget 0— 1 cm. fra enden:	100 mikroner
i laget 5— 6 » »	— 215 —
i laget 12—13 » »	— 360 —

Størrelsen av krystallene 5 cm. fra overflaten nærmer sig altså i størrelse krystallene i luftfrossen fisk, og 12 cm. fra overflaten er de like store som ved luftfrossen.



Et annet eksperiment av Weld går ut på å se hvad fiskens ferskhet betyr for krystalldannelsen ved frysningen. Også her er anvendt fileter av torsk i blikkformer, men filetene var ca. 6.5 cm. tykke. Lakefrysning ved  $-18^{\circ}$  C.

Torsk frosset helt fersk viser krystallstørrelsen 94 mikroner og hele celler med innvendig krystalldannelse, efter  $1\frac{1}{2}$  måneds lagring 120 mikroner og bare få celler ødelagt. Lignende resultat, men med endel celler ødelagt, viste torsk iset i henholdsvis 6 og 24 timer, mens torsk iset i 2 døgn hadde fått ødelagt mange celler ved frysningen, krystall-diameter 120 mikroner. Ved frysning av torsk som hadde vært iset 3 døgn og mere, hadde man krystallene utenfor cellene, d. v. s. celleveggene var ødelagt.

Dette resultat tør være meget viktig og synes å vise at torsken bør fryses hurtigst mulig efter at den er fanget. Det vilde dog være meget ønskelig å få undersøkt saken nærmere ved nye forsøk, idet det altså ser ut som om en opbevaring av torsk i is bare 2 døgn umuliggjør fremstillingen av et første klasses frosset produkt. I det hele synes disse krystallmålinger å gi en meget god forklaring på noen av hurtigfrysningens gunstige virkninger, det ser til og med ut som om man kan si at krystallene skal være under en bestemt størrelse (0.10 mm.) for at frysningen skal kunne betegnes som tilfredsstillende. Krystallenes ødeleggelse av cellene vil også fremme autolysen på samme måte som ødeleggelse ved slag og lignende gjør det.

Det kunde her være illustrerende å utføre noen beregninger over frysehastighet pr. lengdeenhet i tykkelsen på grunnlag av temperatur-differansen. Da dette imidlertid vil føre for vidt, skal man nøie sig med å angi at Welds forsøk tyder på at det frosne lags tykkelse bør øke med omkring 1 mm. pr. minutt, en cm. på 10 min. En 2.5 cm. tyk fiske-skive burde altså efter dette være gjennomfrosset på  $12\frac{1}{2}$  min. Enkeltkrystallene på 0,1 mm. i diam. skulle da ferdigdannes på 5—10 sek.

### C. Forandringer under lagring.

#### 1. Uttørking.

Det er almindelig kjent at vann vil fordampe når det står i tørr luft. At is også vil fordampe er ikke så almindelig kjendt, men er likefuldt tilfelle. For å få en klar forståelse av hvordan fuktigheten på et kjølelager forandrer sig, vil det være nødvendig å omtale fordampning litt nærmere.

Hvis et spann med vann settes inn i et lukket rum, og hvis luften i rummet ennå ikke er mettet, vil vannet fordampe inntil luften er mettet, d. v. s. inntil vanddampens trykk har nådd den grense ved hvilken den

vil fortettes (til tåke). Hvor meget vann luften vil kunne holde på er avhengig av temperaturen i rummet. Jo varmere det er dess mere vann skal der til for at grensen for tåkedannelse nås. Nedenstående tabell viser hvor mange gram vanndamp der er i en kubikkmeter mettet luft ved forskjellige temperaturer:

Temperatur	Gram vann- damp pr. m <sup>3</sup> når luften er mettet	Temperatur	Gram vann- damp pr. m <sup>3</sup> når luften er mettet
°C.		°C.	
÷ 29	0.50	÷ 10	2.36
÷ 25	0.71	÷ 5	3.41
÷ 20	1.08	0	4.84
÷ 15	1.61	+ 5	6.76

Hvis temperaturen stiger i et rum hvor luften er mettet av fuktighet, vil altså mere vann kunne fordampe, og hvis den synker, vil en del av fuktigheten fortettes til tåke og slå sig ned som dugg hvis temperaturen er over 0°, eller som rim (iskrystaller) hvis temperaturen er under frysepunktet. Hvis temperaturen i et lukket rum er konstant og ensformig og der fins fuktighet, vil luften snart bli mettet med damp og forbli det sålenge forholdene er uforandret.

Betingelsen for konstant og jevn temperatur er vanlig ikke tilstede i kjølelagrene. Temperaturen fluktuereer fra time til time. Hvis, for å ta et ytterliggående eksempel, et rum har en temperatur på ÷ 15° en dag, og ÷ 10° den næste, vil altså luften kunne inneholde henholdsvis 1,6 og 2,36 gram vanndamp pr. m.<sup>3</sup> D. v. s. at ca. 1½ gang så meget vann må til for å mette luften den annen dag, og differensen vil da særlig fordampe fra fisken (fullt så meget fordamper i virkeligheten ikke fordi saften i fisken ikke er rent vann).

Temperaturen i et kjølelager er heller ikke ensartet. Der kommer varme inn gjennom vegger o. s. v. og varmen blir absorbert av kjølespirallene. Fisk nær vegger og gulv, og fisk omgitt av luft som blir oppvarmet fra de samme steder, er varmere enn kjølespirallene som absorberer varme. Alt i alt vil den luft som omgir fisken være varmere enn kjølespirallene og fuktigheten vil derfor stadig fordampe fra fisken idet den slår sig ned på kjølespirallene. Kjølespirallene vil også alltid være en del kaldere enn luften om dem, en nødvendig følge av at de b e v i r k e r avkjølingen. Denne kontinuerlige strøm av fuktighet fra fisken vil litt efter litt uttørke fisken medmindre motforholdsregler tas, og uttørkingen er et av de vanskeligste problemer ved lagring av frossen fisk.



Den mest almindelige motforholdsregel er å omgi fisken med en isglasur som man gir den ved å dyppe den ned i kaldt ferskvann. Denne glasur som altså består av ren is, har en større tendens til å fordampe enn vanninnholdet i fisken, og da glasuren dertil er ytterst, vil den fordampe først. Etter en tids forløp vil derfor glasuren på fisken være fordampnet og fisken må omglaseres. I almindelighet må fisk omglaseres hver 4de uke.

Glasuren holder sig best på fisk som er godt innpakket og ligger i kasser, idet den da er beskyttet mot den uttørkende luftcirkulasjon. Man motarbeider også at fisken uttørkes ved at man pakker den i kasser som har vært dyppet i vann og på den måte er blitt godt gjennomfuktet. Kassene bør også avkjøles godt innen de benyttes. Er de varme og tørre når den frosne fisk blir pakket i dem, vil de stjele både fuktighet og kulde fra den frosne fisk.

Nedenstående tabell 3 utarbeidet av Ehrenbaum og Plank viser hvorhurtig de forskjellige fiskesorter taper i vekt ved lagring ved  $\div 7^{\circ}$  C:

Fiskesort	Oprinnelige vekt	Vekttap i % efter lagring i							
		10 dage	20 dage	40 dage	60 dage	80 dage	100 dage	120 dage	140 dage
Torsk .....	2 674 gr.	7.4	11	18.2	25.5	—	—	—	—
Flyndre.....	858 „	11.4	18.2	28.6	37.3	43	—	—	—
Flyndre.....	318 „	17	27.6	42.7	52	57.5	60	61.6	62.3
Hyse .....	570 „	9.6	16.6	28.2	37.2	44.8	—	—	—
Hyse .....	179 „	15.1	26.1	43.3	54.2	62	65.0	66.5	66.5
Makrell.....	421 „	3.3	7.8	14.9	19.9	24.2	27.1	29.4	31.1
Al .....	349 „	8.3	12.3	17.7	20.9	22.6	—	—	—

Tabell 3.

Efterfølgende tabell 4 viser virkningen av innpakning på fiskens uttøking. Temperatur  $\div 7^{\circ}$  C.

	Vekt	
	Fritt hengende	Pakket i kasser
	Gram	Gram
August 13 (fersk) .....	449	473
— 14 (frosset) .....	477	452
Septbr. 1 — .....	411	430
— 21 — .....	368	423
Oktober 4 — .....	339	422
— 25 — .....	305	413

Tabell 4.

Hvor lenge en meget tykk glasur varer for forskjellige fiskesorter viser tabell 5. Temperatur  $\div 7^{\circ}$  C.

Fiskesort	Fiskens vekt, gram	Glasurens vekt		Antall dager glasuren varter
		Gram	1 % av fiske- vekten	
Makrell.....	434	56	13	18
Makrell .....	365	56	15.3	18
Hyse.....	964	142	14.7	22
Hyse.....	428	50	11.7	14
Torsk.....	2588	252	9.8	28
Flyndre.....	293	64	21.9	20
Flyndre.....	184	46	25	15
Ål.....	296	41	13.8	14

Tabell 5.

Nu for tiden benyttes betydelig lavere lagerrumstemperaturer enn i ovennevnte forsøk, likesom glasuren ikke er på langt nær så tykk. Forsøkene er derfor bare illustrerende og representerer ikke forholdene som de er i fryseriene idag.

Å beskytte fisken mot å tørke ut under lagring har vært en av fryseindustriens største problemer. God glasering og pakning av fisken har vært de viktigste midler til å bekjempe uttørkingen. Kan frossen fisk ikke tåle en rimelig lagringstid, bortfaller meget av frysningens berettigelse, for en av frysningens viktigste oppgaver er å utjevne den uregelmessige tilførsel av ferskfisk, samt å bevare fisk som er opfisket utenfor salgssesongen, inntil behovet påny melder sig. Vi skal derfor her nevne en måte å konstruere lagerrummene på som synes å kunne bli av stor betydning for fiskens holdbarhet under lagringen. Denne konstruksjon er foreslått av dr. Hunstman og dr. Leim ved Biological Board of Canadas forsøksstasjon i Halifax (6).

Dr. Leim illustrerer forholdene i et kjølelager ved å sammenligne med forholdene i naturen: Etter en varm og tør sommerdag kan gresset om kvelden bli vått av dugg. Det kommer av at luften og marken avkjøles så sterkt at luften ikke kan holde på så meget vanddamp som den hadde ved høiere temperatur om dagen. Det samme er tilfelle i et kjølelager, idet, som tidligere nevnt, kjølespirallene og luften om dem er kaldere enn fisken og luften rundt den, Den kalde luft faller ned og den varme stiger op, så der blir en nokså livlig sirkulasjon. Fuktigheten fortettes på spirallene som rim og blir like effektivt trukket ut av fisken som om den blev overført på et transportbånd.



Det er innlysende at denne overførsel av fuktighet vilde ophøre hvis temperaturen var ens i kjølerummets forskjellige deler. Dette har dr. Leim meget nær oppnådd ved å konstruere et indre rum i kjølerummet således som vist på nedenstående tegning. I mellomrommet mellom de to rum bringes luften til å cirkulere ved hjelp av viften. Når cirkulasjonen er tilstrekkelig sterk, skulde der ikke være noen temperaturforskjell mellom de forskjellige indre vegger, gulv eller tak, og derfor ingen kalde steder hvortil fuktigheten i fisken vil trekkes.

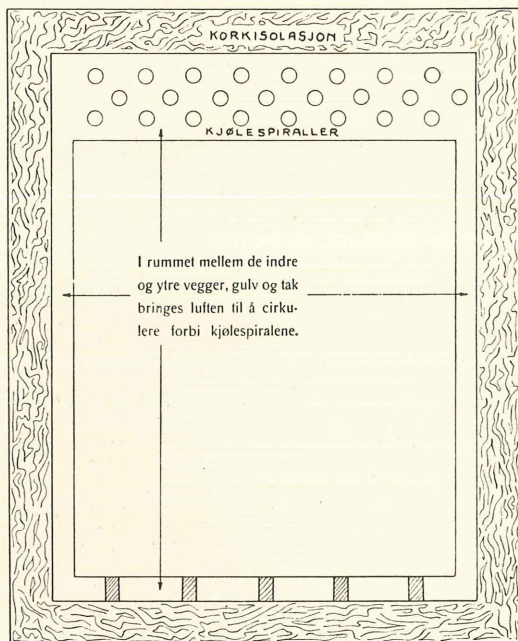


Fig. 6.

Forsøk utført i Halifax viste at isen (fuktigheten) i et almindelig kjølerum med kjølespirallene frittstående blev 5 ganger hurtigere borttørket enn i et rum konstruert efter ovenfor beskrevne prinsipp. Også i det spesielt konstruerte rum var der et lite vekt tap som tyder på at den praktiske gjennomførelse av det her beskrevne prinsipp ikke var helt perfekt. Dr. Leim er av den opfatning at denne kjølerumskonstruksjon, i forbindelse med automatisk temperaturkontroll vil gjøre det mulig å lagre frossen fisk uten noen nevneverdig uttørking. Kan dette opnås vil man være nådd et langt skritt videre i fiskefrysingsindustrien.

## 2. Fisken harskner eller tråner.

Fett i fisk er en blanding av fettarter hvorav en del er umettet, d. v. s. at de under spesielle forhold kan opta kjemisk og binde f. eks. surstoff

eller vannstoff. De kan inngå direkte forbindelse med surstoff ved luftens påvirkning, eller de kan bli »hydroksylert« ved forbindelse både med surstoff og vann, og er i dette tilfelle harske. Når de optar surstoff fra luften blir de klebrige eller næsten faste, på samme måte som linolje ved tørking når den anvendes som maling.

Fiskens vev inneholder enzymer som kan spalte fett, og så lenge fett er i det opprinnelige vev (som tilfelle er med lagret fisk) er det gjenstand for spaltning. Når det er spaltet angripes det lettere av surstoff og danner forskjellige ubehagelige stoffer, d. v. s. det blir harskt. Denne spaltning og oksydasjon forekommer i kjølerummet medmindre man tar sine forholdsregler for å hindre den, og viser sig ven en gulaktig, harsk og seig ansamling på fiskens overflate, særlig rundt finnenes feste og ved rensed fisk i mavehulen. Snittflater vil også være tilbøielig til å harskne og gulne.

Disse forandringer er kjemiske og som kjemiske reaksjoner i sin almindelighet påskynnes reaksjonens hastighet ved varme og reduseres ved kulde. Det følger herav at lave temperaturer forhindrer harskning, eller iallfall reduserer tilbøieligheten hertil i vesentlig grad. I praksis har man funnet at  $\div 13^{\circ}$  er omtrent den høieste temperatur ved hvilken en fet fisk kan holde sig i vanlig lagringstid uten å harskne.

Foruten lav temperatur er glasering det viktigste middel til å hindre harskning. Glasering er imidlertid både tungvint og kostbart, særlig når stadig omglasering må finne sted. God innpakning vil selvfølgelig også beskytte fiskeoverflaten mot harskning. Det mest effektive middel i forbindelse hermed er en meget lav lagerrumstemperatur, de ledende amerikanske frysefolk fremholder at denne helst bør være  $\div 15^{\circ}$  til  $\div 18^{\circ}$  C.

### 3. Innvendige forandringer.

Den tyske videnskapsmann Reuter (4) konstaterte progressive forandringer i kjøttet på fisk som lagres i lengere tid. Disse forandringer foregår i fisk hvilken metode der enn er anvendt ved frysningen. Umiddelbart efter hurtigfrysning og derpå følgende optining av f. eks. hyse, er vevene så lik vevene i fersk fisk at de vanskelig kan adskilles, men under lagring begynner de å forandres efter kort tid. Reuters iakttagelser sees av tabell 6.

Skjønt disse Reuters undersøkelser allerede forelå i 1913, har de fremdeles meget stor interesse. At en del av saften vil renne ut av frosne fisk når den optines er et velkjent forhold, men først i de senere år er dette forhold blitt gjenstand for nærmere undersøkelser. Det har vist sig at den mengde saft som renner ut er ganske karakteristisk for den frosne fisks tilstand. Amerikanerne har særlig begynt å anvende denne



Lagringstid	Vevenes konsistens efter optining	Saftens tendens til å utskilles straks efter optining
24 timer	Vevene var faste som friske muskler. Konsistensen geleaktig når fisken blev klemt mellom fingrene.	Snittflaten tør, saftutstrømning meget liten. Nesten heller ikke mulig å presse saft ut ved å klemme med fingrene.
18 dager	Musklene fremdeles kraftige, seige og geleaktige, omenn noget mindre enn ovenfor.	Snittflaten tør, små dråper vevsaft utskilles av sig selv. Ved klemning renner meget saft ut og fibre ne efterlates tørre.
103 dager	Musklene meget mindre geleaktige og seige, også tørrere enn ovenfor.	Saften renner ut av sig selv, noget rikeligere enn det foregående. Ved klemning renner den ut meget rikelig og fibre ne blir tørre.
149 dager	Ingen geleaktige egenskaper. Fibrene kornet og tørre.	Snittflaten fuktig. Rask utskillelse av vevsaft, dog mengde omtrent som efter 18 og 103 dager, men ved klemning renner saften uavbrutt ut, som av en svamp, så fibre ne blir en løs og plastisk masse.

Tabell 6.

metode for bedømmelsen og kaller fenomenet for »dripp«. Det oversettes oftest med »drypp«, og vi vil her benytte denne betegnelse.

Som det fremgår av ovenstående tabell renner der mer og mer saft ut jo lenger fisken er lagret eller jo mere den har forandret sig (tatt skade) under lagringen. En fersk og en nyfrossen fisk viser ikke, eller praktisk talt ikke drypp, den er elastisk og holder godt på saften. Men ligger den på lager blir dryppet større og større med tiden, og fisken blir mindre og mindre lik en ferskfisk, den blir seig og tørr.

Har den F. Taylor har i 1930 over dette emne offentliggjort et arbeide (7) som tør ha megen stor interess, og han nevner der en metode som han selv har utarbeidet for å undgå eller nedsette dryppet.

Det nevnes at både saktefrossen og hurtigfrossen fisk viser drypp efter ganske kort lagring, den saktefrosne dog lenge før, men allerede efter noen dagers lagring skal forskjellen ikke være så særlig stor.

Taylor fremholder at mens det oprinnelige celleinnhold er en geléaktig masse, er den saft som drypper ut en forholdsvis lettflytende veske. Det må derfor ha skjedd en forandring med den geléaktige masse i cellene. Han hevder så å ha utarbeidet en metode som motvirker denne forandring og kaller den en »korrektiv« metode. Der nevnes intet om hvori denne metode består, men da cellene og celleinnholdet er et kolloidalt system, ligger det nær å tro at der anvendes et stoff som beskytter den oprinnelige kolloidale tilstand.\*) Da vekttapet på grunn av drypp kan gå op i 25 pct., vil man forstå at det vil være meget vunnet om dryppet kan forhindres eller nedsettes.

Der anføres så en del forsøk som synes meget lovende og de skal derfor omtales litt nærmere. Det skal nevnes at Taylor også mener at hans metode motvirker uttørkning. Forsøkene er utført med hysefileter som blev frosset uten forbehandling og efter å være behandlet med hans korrektive metode, for begge serier var der forøvrig lik behandling, og der blev forsøkt både med luffrysning og lakefrysning.

Figur viser 4 par hysefileter, hvert par er tatt fra samme hyse. Alle fileter merket »L« var behandlet med den korrektive metode, mens de som var merket »R« ikke var behandlet efter metoden. De to første filetpar (R 52, L 52, R 60, L 60) var saktefrosset — omtrent 24 timer —, mens de to siste par (R 66, L 66, R 67, L 67) var hurtigfrosset på 40 minutter.

Filetene blev tinet op 2 dager efter frysningen og dryppet samlet op i graderte cylinderglass. Det vil sees at fileter som ikke var behandlet med den korrektive metode — såvel de hurtigfrosne som de saktefrosne — viser drypp, mens de som var behandlet efter metoden ikke viser drypp.

På det annet fotografi som er gjengitt nedenfor ser man tilsvarende forsøk utført, bare med den forskjell at filetene hadde vært lagret i 35 dager innen optiningen. Resultatene er tilsvarende, men dryppmengden er større. Filetene merket »L« hadde vært behandlet med den korrektive metode, de merket »R« hadde ikke.

Tabel 7 angir de kvantitative resultater av en undersøkelse: procentvis vekttap og proteintap i 4 par fileter efter 52 dages lagring. Optining i løpet av 18 timer. B-numrene var behandlet med metoden, A-numrene ikke.

I tabell 8 er gjengitt gjennomsnittresultatet av 5 sådanne forsøk, med respektive 37, 52, 62, 90 og 101 lagringsdager. Det vil sees at såvel safttapet som proteintapet stiger jo lengere lagringen varer, men er langt mindre ved de behandlede.

---

\*) Denne antagelse bestyrkes av et nettop utkommet norsk patent (7 a) som er uttatt av Taylors firma, The Atlantic Coast Fisheries Co. Patentet går ut på å gi fiskekjøttet en surhetsgrad på  $P_{(H)} = ca. 7$  eller enklere sagt: Holde det nøytralt. O. N.



Nr.	Vekt efter lagring	Vekt efter optining	Saftens vekt	Vekttap i %	Protein i saften	Proteintap i %
	Gr.	Gr.			Gr.	
1 a	324	282	36.1	12.9	2.77	4.7
2 a	310	276	27.3	10.9	2.43	4.3
3 a	450	410	35.2	8.9	2.81	3.8
4 a	360	328	25.5	8.9	1.93	2.9
1 b	325	314	7.3	3.3	0.55	0.93
2 b	303	299	0.9	1.3	0.05	0.09
3 b	461	453	5.1	1.7	0.31	0.37
4 b	363	350	5.9	3.7	0.31	0.47

Tabell 7.

Antall dager lagret	37	52	62	90	101
Gjennomsnittlig vekttap i prosent.					
Behandlet .....	1.3	2.5	4.3	3.19	3.12
Ikke behandlet .....	5.7	10.4	13.2	11.52	10.82
Gjennomsnittlig proteintap i prosent.					
Behandlet .....	0.55	0.46	1.12	0.60	0.52
Ikke behandlet .....	3.30	3.70	5.84	5.10	4.40

Tabell 8.

Disse resultater, bekreftet av mange andre lignende eksperimenter synes meget betydningsfulle. Hvis forholdsregler ikke blir tatt så fiskekjøttets onrindelige geléaktige konsistens blir bibeholdt, vil drypp forekomme ved saktefrosset, så vel som ved hurtigfrosset fisk. Hvis derimot den korrektive metode anvendes vil drypp finne sted i meget liten grad. Hvis den korrektive metode anvendes, skulde det altså la sig gjøre å produsere en god fiskekvalitet også ved saktefrysning.

Taylor meddeler også å ha funnet en framgangsmåte til å forebygge den tendens fisken har til å gulne under lagring, men kommer heller ikke nærmere inn på hvad denne fremgangsmåte består i.\*) Hvis disse Taylors nye metoder i praksis holder hvad de synes å love, kan de få uanet betydning. Imidlertid gjør man sikkert rettest i å stille sig avventende, og særlig ville det være ønskelig om man kunne få anledning til å gjøre disse forhold til gjenstand for nærmere videnskapelige undersøkelser.

\*) Nevnte patent (7 a) har dog også dette med. Der inkluderes nemlig at små mengder nitrit anvendes som middel mot at fisken gulner. O. N.

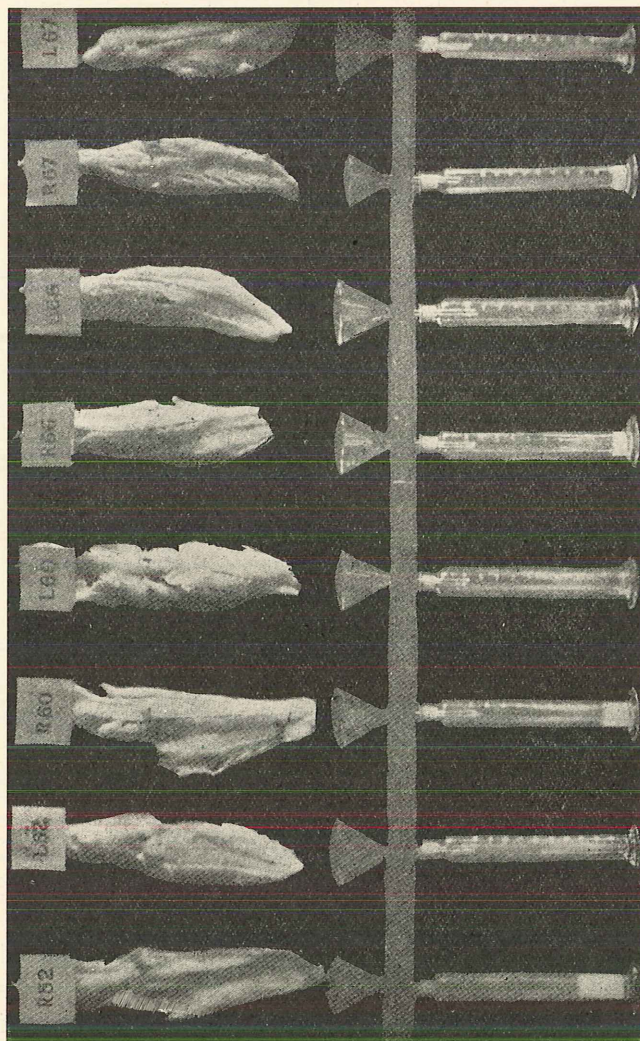


Fig. 7.



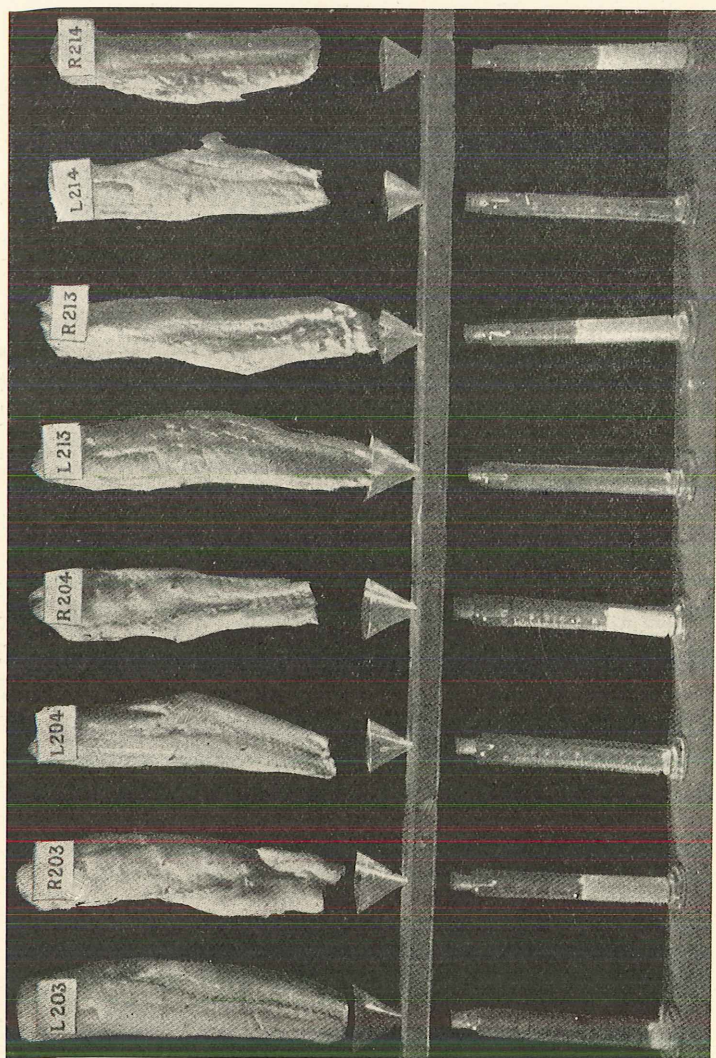


Fig. 8.

Særlig vanskelig er det å forklare sig den lille forskjell mellom hurtigfrossen og saktefrossen fisk. Resultatet står forsåvidt i motsetning til hvad her tidligere er fremholdt, nemlig at saktefrysning ødelegger cellene i langt større grad enn en hurtigfrysning. Så vidt man kan se av litteraturen, er også Taylor alene om disse resultater, eller også er bestemmelsen av dryppet ikke så karakteristisk for den frosne fisks tilstand (bedømt som mat?).

Det skal derfor også nevnes litt om de resultater som man er kommet til ved den tidligere nevnte forsøksstasjon i Halifax. D. A. MacFadyen (8) har her gjort en del undersøkelser av drypp, og bestemmer også det som kan trykkes ut ved et bestemt trykk efterat dryppet er ophørt. Der er særlig lagt an på å undersøke frysehastighetens betydning for dryppet.

Fersk fisk gir ikke drypp og den gir praktisk talt ingen væske ved utpresning. Ved optining straks efter frysningen gav CO<sub>2</sub> — eterfrossen fisk (meget hurtigfrossen ved ÷ 80°) intet drypp, men meget væske blev presset ut. Lakefrosset fisk gav meget lite drypp, men en del væske blev lett utpresset. Luftfrossen fisk gav meget mere drypp, men lite blev presset ut.

Efter 2 ukers lagring viste den CO<sub>2</sub> efterfrosne fremdeles intet drypp, og den lakefrosne fremdeles lite, mens den luftfrosne gav betydelig mengde. Ved utpresning kunne dog betydelige mengder presses ut av alle, men minst av den luftfrosne, og mest av den CO<sub>2</sub> eterfrosne. Summen av drypp og utpresset væske var næsten den samme for alle.

Man kan ikke komme bort fra at disse forsøk synes å motsi Taylors, men det er vanskelig å si hvad som er det riktige. Her som i så mange andre spørsmål kan bare egne førstehånds erfaringer basert på forsøk gi det rette svar, hvis man da ikke skal vente til så mange andre har undersøkt forholdet at resultatene er helt enstydige.

#### *Om grunnene til de innvendige forandringer.*

Om grunnene til nevnte kvalitetsforringelser, kjennetegnet ved at fisken blir flau og seig, har vi tidligere nevnt en del, men skal her omtale dem litt nærmere. De to mest fremholdte forklaringer er krystalenes ødeleggelse av celleveggene og kjemisk-fysikalske forandringer av proteinstoffene.

Vi har tidligere nevnt innvendig krystaldannelse og hvad som betinger denne. At disse krystaller — selv om de var små med det samme — under lagringen vilde vokse og tilslutt bli så store at de sprengte cellene, skulde så være en av forklaringene på kvalitetsforringelsen. Det er nemlig kjent at de store krystaller i en blanding



med tiden vil vokse på de mindres bekostning når der er litt av væsken tilstede.

Tidligere flere ganger nevnte C. B. Weld (2) har studert disse forhold nøie. Hans tabeller og resultater er meget illustrerende og interessante, men vi skal her nøie oss med en summering av hans resultater. Krystallmålingene blev foretatt i den nyfrosne fisk og i samme fisk lagret i 1, 2 og 3 måneder, noen 9 og 20 måneder. Resultatene er følgende:

Krystallene vokser hurtigere og blir større ved en høi lagertemperatur (f. eks.  $\div 6^{\circ}$ ) enn ved en lavere temperatur (f. eks.  $\div 15^{\circ}$ ).

Krystaller som er store til å begynne med vokser omtrent like meget i forhold til sin opprinnelige størrelse som små gjør.

Veksten synes å være stoppet efter omtrent 1 måneds lagring. Krystallene er da omkring 20 pct. større enn i den nyfrosne fisk, og de synes å ha vokset til en størrelse som omtrent motsvarer de største der opprinnelig var tilstede.

Lignende resultater har andre kommet til (9), (10), om enn ingen synes å ha undersøkt saken så nøie som Weld. Det er usannsynlig at den lille vekst krystallene viser har noen vesentlig betydning for fiskens innvendige forandringer ved lagring, idet små krystaller ikke synes å vokse så meget at de kan ødelegge celleveggene i noen vesentlig grad.

At det skjer en forandring i de fysikalsk-kjemiske tilstande hos proteinstoffene kan tenkes å være av stor betydning. Cellinnholdet er en kolloidal oppløsning av proteinstoffene, og når fisken fryser blir denne oppløsning berøvet endel av sitt vann, idet bare rent vann fryser ut. Der blir altså meget mindre vann tilbake til å holde eggehvitestoffene i oppløsning, og det synes sannsynlig at endel av disse da litt efter litt vil koagulere — skille sig ut.

Hertil kommer at fiskesaften inneholder salter, disse holdes også oppløst i den lille mengde vann som ikke er utfrosset, man får altså en forholdsvis sterk saltopløsning, og en sådan vil også påvirke eggehvitestoffene så de skilles ut av oppløsningen. Celleveggene er imidlertid også i kolloidal tilstand, og de samme betraktninger kan gjøres gjeldende for disse. De blir delvis uttørket og påvirket av saltopløsningen, det er da sannsynlig at de vil skrumpe inn og miste evnen til å holde på celleinnholdet.

Forandringer som disse kan lett tenkes å ville foregå gjennom lengere tid og gi sig mere og mere utslag efterhvert. En forklaring i denne retning er allerede fremsatt av Plank, Ehrenbaum og Reuter (4), men det er først ved hjelp av den moderne kolloidkjemi at man har kunnet belyse forholdene bedre, og der er vistnok i den senere tid utgitt en del arbeider om dette, men man har ikke fått anledning til å gjøre sig

bekjent med disse. Taylors førnevnte korrektive metode synes imidlertid netop å være grunnlagt på de kolloidale forhold.

At nyfrossen fisk ved langsom optining vil vende bedre tilbake til den oprinnelige ferske tilstand enn raskt optinet, stemmer også med ovennevnte forklaring. Etter undersøkelser av C. S. Smith over flyndre (11), ser det imidlertid ikke ut som om frysning og lagring påvirker mengden av de vannopløselige proteinstoffer. Lagringen blev ved fortsatt forsøk utstrakt til 2 år, og selv etter denne tid var der ingen vesentlig forskjell i mengden av oppløselige proteinstoffer. Dette tyder på at de vannopløselige proteinstoffer ikke feldes under lagringen. Imidlertid kan det allikevel tenkes at forholdet ved de uopløselige eggehvitestoffer kan være forandret, nemlig så de har mistet evnen til å opsuze vann og svelle ut.

#### 4. Forandringer som innvirker på fiskens næringsverdi.

Blandt de forandringer i næringsverdien som allerede er nevnt, er tapet av fiskesaften og forandringer av fettstoffene de viktigste. Den saft som renner ut av frossen fisk ved optiningen inneholder så meget albumin at den koagulerer når den oppvarmes. Fettstoffene har tappt litt av sin varmeverdi ved at de delvis er oksydert og er da heller ikke så lett fordøielige.

Flere kjemikere har funnet at der ikke foregår forandringer som innvirker på næringsverdien. De har dog da spesielt, som den i foregående avsnitt nevnte C. S. Smith, lagt vekt på de kvelstoffholdige bestanddeler. Det er imidlertid ingen tvil om at forandringer som påvirker næringsverdien av fisk kan forekomme, og ofte forekommer i frossen fisk. Men det er også utvilsomt at fisken da er slett behandlet, og at fisk k a n fryses og lagres på en slik måte at der ikke foregår forandring i næringsverdien av praktisk betydning.

#### 5. Tap av smaksstoffer.

Lagret frossen fisk har ofte tappt meget av sin aroma. Man vet ennå ikke med bestemthet hvilke stoffer i fisken aromaen skyldes. Det mest sannsynlige er at den skyldes en blanding av mange forskjellige stoffer i små mengder. At aromaen eller lukten forsvinner kan bero på følgende:

1. Tap av lettflygtige stoffer ved fordampning.
2. De atmosfæriske gassers påvirkning av fiskens bestanddeler.
3. Reaksjoner mellom fiskens egne bestanddeler.

Hvis tap av smaksstoffer skyldes fordampning eller påvirkning av atmosfæriske gasser, er det klart at motforholdsregelen må være en



beskyttende glasur som så å si forseglar fiskens naturlige bestanddeler og holder luften ute. I praksis har dette også vist sig, sammen med meget lav temperatur, å være meget virksomt, selv efter mange måneders lagring.

Mere vesentlig for tapet av aroma er rimeligvis det safttap som finner sted når fisken tines op. Dette er såpass stort at det uten vanskelighet forklarer tapet av oppløste bestanddeler som måtte bevirke smak og aroma, og som likeledes inneholder næringsstoffer.

#### 6. Smitte fra generende lukt.

Fisk på fryselager er ikke bare utsatt for å miste noe av sin naturlige aroma, men også for å bli smittet av lukt fra andre varer. Luften i kjølelagrene er innestengt. Der er ingen annen ventilasjon enn den som forårsakes av at dørene åpnes. Fisk som er gammel når den blir frosset, inneholder små mengder ammoniakk, aminer, svovelvannstoff og lign. som er flyktige. Luften vil derfor komme til å inneholde disse stoffer som så til en viss grad vil bli absorberet av den øvrige fisk. Ved harskning dannes også flyktige stoffer (f. eks. aldehyder) som kan gi den øvrige fisk smak, på samme måte som røket fisk vil gi røksmak på fisk som lagres sammen med den.

Beskyttelse mot generende lukt gir en god glasur, god innpakning, likesom fisk frosset rund vil være bedre beskyttet enn sløiet fisk. Fileter har på grunn av sin store ubeskyttede overflate lettest for å ta smak av andre varer. Et middel til å forhindre dette er også en lav lager-temperatur, idet fordampningen av de flyktige stoffer vil være mindre jo lavere temperaturen er.

Spørsmålet har stor betydning, særlig under transport. Fisken vil også lett meddele varer som lagres sammen med den en mindre behagelig fiskesmak og det er derfor ofte vanskelig å få sendt fisken sammen med andre fødevarer i kjølerum. Likeså vil de almindelige kjølelagre oftest bare ta mot fisk til lagring når de har egne rum for den. Det vil derfor være av stor betydning om man kan redusere denne fiskelukt til det minst mulige, men spørsmålet er ikke tilstrekkelig undersøkt. Taylor mener at tett innpakning i impregnert papir, f. eks. vokset papir, sammen med lav lagertemperatur og tette kasser vil kunne nedsette denne smitte så meget at den ikke har noen betydning.

#### 7. Blodfarvestoffene.

Det røde blodfarvestoff, hæmoglobin, er følsomt overfor luftens surstoff, idet det ved lengere innvirkning blir forandret til et brunaktig stoff, methæmoglobin som gir Corned Beef sin farve. Fiskeblodet gjennomgår efter lang lagring samme forandring. Taylor har eksperimentelt for-

hindret denne forandring ved bruk av stoffer som danner faste røde forbindelser med hæmoglobin (kulloksyd, kvelstoffoksyd, nitriter). Han mener at den gulfarve fiskekjøttet får ved lagring også skyldes denne forandring av hæmoglobinet.

### Optiningsmåtenes betydning for den frosne fisk.

Hvis man skal slutte noe av hvad der ofte fremholdes om optining av frossen fisk, må det bli at optining ved isskytning i kaldt vann er det eneste rette. I *B a r c l a y s* »Konservering og transport av fersk fisk,« side 52, står f. eks.: »Den forringende virkning av frysningen kan imidlertid i høi grad avhjølpes ved at man lar den frosne fisk »skyde isen«, som det heder. Dette er de fleste bekjent. — —« (12) Man hører også ofte at fremtredende frysefolk har samme mening om optiningens betydning.

Spørsmålet er dog nærmere undersøkt av flere videnskapsmenn, og efter disses resultater har optiningsmåten svært lite å si for fiskens smak og kvalitet. *P l a n k*, *E h r e n b a u m* og *R e u t e r* (4) har således sammenlignet fisk tinet i luft, i kaldt vann, i isvann, og optinet under kokningen, men finner ingen forskjell i smak og holdbarhet efter optiningen. Noe lignende er *S t i l e s* (13) kommet til, og nyere forsøk i Halifax (14) har vist at optiningen har svært lite å si for de skader fibrene måtte ha lidt under frysningen. Ved forholdsvis nyfrossen fisk blir den utskilte saft endel bedre optatt av cellene når optiningen er langsom (f. eks. i isvann), men forskjellen er så liten at den neppe har noen praktisk betydning. Ved fisk lagret en måneds tid er forandringene så permanente at der ikke kan påvises forskjelligheter ved variering av tinemetodene.

*H a r d e n F. T a y l o r* har også gjort endel inngående forsøk over dette (15), og han kommer til at det for god, lakefrossen fisk ikke har noen betydning for hvordan den blir tinet. Ved Fiskeriforsøksstasjonen har man undersøkt forholdene litt, og det har vist sig at selv ved luftfrossen fisk er der stor dissens om hvad som er best av lufttinet, vanntinet og fisk tinet under kokningen. Den siste, som altså er lagt direkte op i kokende vann i frossen tilstand, synes dog å ha en fyldigere og kraftigere fiskemak.

Dette er forklarlig når man tenker på at overflaten på den frosne fisk så å si øieblikkelig vil bli optinet og kokt, d. v. s. koagulert. Herved vil tapet av saft bli minst mulig, idet saften vil koagulere for den når overflaten av fisken. Det viser sig også ved analyser av optiningsvann og kokevann at det totale safttap er minst når fisken kokes i frossen tilstand. Taylor fremholder at optining i 1 til 1.5 pct. saltopløsning antagelig vil nedsette safttapet ved isskytning.



Fordelene ved isskytning synes altså å være meget tvilsomme, og særlig ved fisk som viser endel drypp skulde en kokning eller steking i frosset tilstand være den beste, idet man da taper minst mulig av de verdifulle stoffer som følger dryppet. Det som er av størst betydning for kvaliteten er således ikke optiningen, men frysning og lagring. Z a r o t s c h e n z e f f summerer de viktigste resultater som følger:

1) Både lake- og luftfrossen fisk er når de blir kokt nyfrosne, praktisk talt ikke til å skille fra fersk fisk.

2) Lakefrossen fisk blir langsomt, i løpet av noen måneder, seig, fibret og flau i smaken.

3) Luftfrossen fisk blir raskt, i løpet av noen uker, seig, fibret og flau i smak.

4) Disse resultater er helt i overensstemmelse med de undersøkelser av vevene som tidligere er nevnt.

Om holdbarheten av fisk etter optiningen er der delte meninger. Enkelte fremholder at den tåler meget mindre lagring enn fersk fisk, mens andre fremholder at den riktig behandlet er like holdbar som vanlig ferskfisk.

I Kälte-Industrie for 1931 har E. K a l l e r t (16) offentliggjort et arbeide over mulighetene til å adskille optinet frossen fisk fra vanlig fersk fisk. Det ser ut som om man mikroskopisk ikke bare kan adskille frossen fisk, men også saktefrossen og hurtigfrossen.

### **Frysningens virkning på forskjellig slags fisk.**

Det som i de foregående avsnitt er sagt om forandringer ved frysning, lagring og optining, gjelder selvsagt ikke helt likt for alle fiskearter. Ovenfor nevnte arbeide av Kallert inneholder også endel om dette.

Torsk og hyse vil f. eks. ikke, i nevneverdig grad, være utsatt for harskning, da fettinnholdet er så lavt. Av samme grunn vil disse fisk være mest utsatt for uttørring enn fet fisk som kveite, laks, sild og makrell. Men da midlene både mot harskning og uttørring er omtrent de samme, nemlig glasering, innpakning, lav lagertemperatur o. l., blir forholdsreglene under lagring omtrent de samme. Fileter vil p. gr. av sin store ubeskyttede overflate harskne og tørke meget raskere enn rund fisk, så innpakning i godt impregnert papir er meget viktig.

Litt anderledes stiller forholdene sig ved frysning, idet det tør være kjent at det er betydelig vanskeligere å fryse torsk og hyse enn det er å fryse fetere fisk som laks, kveite og sild. Forklaringen på dette skal være at i fet fisk er mellomrummene mellom muskelfibrene delvis utfyllt med

tynne lag av fettceller, og at disse for en stor del begrenser størrelsen av iskrystallene. Ved frysning av torsk og lignende mager fisk er det derfor av stor betydning at bare de aller beste frysemetoder anvendes.

### Forskjellige frysemetoder.

Å gi en fullstendig oversikt over fiskefrysningsindustriens historie og utvikling vil opta mere plass enn man har til rådighet i denne brosjyre. Vi skal derfor her bare gi en kort oversikt over utviklingen, spesielt her til lands, og bare omtale kort de metoder som anvendes her, samt de moderne metoder som kan tenkes å få anvendelse.

Interesserte henvises forøvrig til *Harden F. Taylors* brosjyre »Refrigeration of Fish« og til *M. T. Zarotschenzef's* »Between two Oceans« hvor en forholdsvis inngående beskrivelse av de fleste metoder fins. I *Taylors* brosjyre vil man likeledes finne de amerikanske og engelske patentnumre for metodene, og ved å skaffe sig patentskrifter vil man kunne skaffe sig gode opplysninger om de forskjellige metoder.

Den første som frøs fisk kunstig var ifølge *Cooper* en amerikaner ved navn *Enok Piper* (17) som i 1861 fikk patent på sin metode (18). Fisken blev lagt på hyller i et isolert rum, og over fisken blev anbragt flate blikk-*kar* med is-saltblanding. Kulden fra disse frøs så fisken på omtrent 1 døgn. Derpå blev fisken glasert ved dypning i kaldt vann, innpakket i et klæde og glasert påny. *Piper* frøs vesentlig laks som blev solgt i New York, hvor han også hadde kjølelagre som var avkjølt med is-salt-systemet.

Frysningen efter *Piper* gikk meget langsomt, og det var derfor en stor forbedring da frysningen i blikkformer nedlagt mellem is og salt blev innført. Denne frysning er ifølge *Cooper* opfunnet i 1868 av *William Davis* og er patentert av *D. W. og S. H. Davis* i 1875 (19). Det er altså den samme metode som lenge er anvendt og fremdeles anvendes av mange av våre fiskere til agnfrysning. På Island skal den ha hatt en stor anvendelse for agnfrysning i forbindelse med lagre kjølet med is-salt. (*Barclay* (12), *Bull* (20)). På langturer opbevarer fiskerne også eskene i is og saltblandingen.

Ved denne *Davis'* metode blir frysningen meget raskere enn ved *Pipers* luftfrysning, idet is-saltblandingen er i direkte berøring med begge sider av frysepannen, som igjen er så godt fylt at lokket hviler mot fisken og der blir god kontakt mellem fisk og blikk. Metoden blev i Amerika meget utbredt, ifølge *Cooper* (17) blev den omkring 1900 anvendt av så å si alle fiskefryserier som anvendte is og salt, og av fiskerne. (Ifølge *Dahl og Nielsen* (21) frøs dog mange omkring 1890 i Øststatene ved å henge fisken inn i lagerrummene eller ved å legge



den på hyller i samme). Ved de store innsjøer var der i forbindelse med blikkeskefrysningen i 1892 kjølelagre som rummet op til 800 tonn, den samlede lagerkapasitet var for hele landet omkring 8000 tonn.

Allerede på denne tid var kuldmaskiner tatt i bruk i fryseindustrien, og i 1892 blev det første maskinkjøleanlegg bygget som bare var basert på fisk. Luftfrysning av fisk i lagerrummene, enten lagt direkte på hyller eller anbragt i fryseformer på hyllene eller direkte på kjølespirallene, blev derfor igjen mere anvendt. Man fikk altså nærmest en luftfrysning igjen, og den er meget langsommere enn en rett utført is-salt frysning. Det er derfor interessant å se at Barclay i 1909 skriver (12): »Fiskerne var enstemmig om at fryserisilden som agn var den »naturlige frosne« underlegen.« Man hadde ingen forklaring på dette og mente det nærmest var overtro. Nu vet vi at der var forskjell på grunn av frysehastigheten, idet man med is-saltmetoden kan fryse silden flere ganger så raskt som ved luftfrysningen, og derved ikke får så store iskrystaller som ødelegger cellene.

Is-saltfrysningen er imidlertid heller ikke noen hurtigfrysning i sammenligning med de moderne metoder, den står nærmest mellom luftfrysning og hurtigfrysning. Riktignok kan hastigheten reguleres en del ved forholdet mellom is og salt, idet den blir hurtigere når man anvender mere salt. Herved blir nemlig temperaturen lavere, og isen smelter raskere. Det mest økonomiske forhold skal ifølge Barclay (12) være  $8\frac{1}{2}$  kg. salt til 100 kg. is, (hvormed kan fryses omtrent så meget fisk som man har is), men da tar frysningen 15 til 18 timer. Det tør dog være almindelig å anvende 4—6 deler, og helt ned til 3 deler is på 1 del salt.

Omenn denne frysning med is og salt er meget tilfredsstillende for fiskernes agnfrysning, og ellers ved frysning av fisk som ikke skal lagres noen tid, er det derfor meget tvilsomt om den bør anvendes for fisk som skal konkurrere med fisk frosset efter de beste metoder. Det måtte da være hvis den tidligere nevnte Taylors »korrektive metode« eller noe lignende kunde opheve virkningen av den langsommere frysning. Men man kan heller ikke komme bort fra at is-salt metoden blir en dyr frysemetode, den krever meget is og salt og arbeidskraft, og den kan ikke tilfredsstillende de moderne krav til en rasjonell arbeidsmåte. Den drives da visstnok heller ikke i industriell målestokk uten muligens for agn (på Island). At den for eksportvare skulde kunne drives som småindustri er også meget betenkelig, frysning av fisk er såpass vanskelig å utføre helt tilfredsstillende at den bør konsentreres i litt større anlegg under fagmessig kontroll.

Allerede i 1879 blev der sendt frossen laks fra Amerika til England. På grunn av mangel på kjølelagre i England gikk det dog galt, men

omkring 1890 hadde man en nokså regelmessig forsendelse til England og Tyskland. I 1895 regnet man at der blev frosset ca. 3 millioner kg. fisk på Stillehavskysten. Størstedelen av denne var vistnokk frosset med is-salt metoden (Cooper), men også meget ved luftfrysning.

### Litt om utviklingen i Norge.

Vi skal her bare søke å gi en kort oversikt over denne utvikling. De som måtte ha interesse av nærmere opplysninger kan anbefales Fiskeriforsøksstasjonens årberetninger (22), Norsk Fiskeritidende (12, 45) og Norske Patenter som er uttatt (23).

Allerede i 1890 var der av fiskeriinspektør Wallem blitt konstruert en frysetønne hvori fisken blev anbragt sammen med is og salt. Det hele blev rullet frem og tilbake eller rundt inntil fisken var frosset (45). Metoden synes ikke å ha hatt større anvendelse. Da Fiskeriforsøksstasjonen i Bergen i 1892 begynte sin virksomhet, var fiskefrysning et av de første problemer som bestyrer H. Bull tok sig av (24). Han hadde nettopp hatt anledning til å se amerikanske fryserier (25), og arbeidet med luftfrysning i rum ssom var kjølet med is og salt. Der fremkom allerede året efter forslag til fryserier for agnsild (26), og der blev fremholdt at en god luftcirkulasjon var nødvendig for en rask frysning. Hvorvidt lignende frysehus fikk noen anvendelse har man ikke kunnet skaffe sig oppgave over, men ifølge senere meddelelser ser det ut som om frysning i blikkformer nedlagt i is-salt var mest almindelig. Barclay nevner f. eks. i 1909 at »frysning av fisk i panner ved hjelp av is og salt er vel kjent blandt våre fiskere« (12). Pannene kaltes amerikanske frysekasser.

Ved Fiskeriforsøksstasjonen er der videre utført forsøk i årene fra 1909 og fremover, idet der for 1908 var bevilget et forsøksfryseri (27). Anlegget og endel forsøk med frysning i blikkformer er omtalt i årsberetningen 1911 (28). Frysningen var dog sen og utilfredstillende (luftfrysning), og da Ottesens lakefrysning blev kjent i fiskeridministrasjonen i 1912, blev der optatt forsøk med denne (29) (45). Der blev også forsøkt med et lite apparat på »Michael Sars, under Lofotfisket 1913. Under det videre arbeide utarbeidet Bull sin blokkfrysning metode (30) som senere skal omtales nærmere.

Litt tidligere hadde Nekola i Dahl i Trondheim utarbeidet og patentert sin frysemetode (31), denne består som kjent av at fisken fryses i kassene ved overrisling med kald saltlake. Det var først med Dahls metode at fiskefrysning begynte å bli virkelig industrielt utført i Norge, senere fryser mange andre på lignende måte. Omkring 1918 fikk vi i Honningsvåg et stort fryseri efter Ottesens metode, det fryser dog ikke



agn, men kveite, laks, hyse, torsk m. v. for eksport. Statens Kjøle-  
anlegg i Ålesund fryser også endel for eksport ved siden av den store  
mengde agn det hvert år leverer, det blev bygget omkring 1920.

Ytterligere forsøk ved Fiskeriforsøksstasjonen med forbedring av  
frysemetodene er omtalt i årsberetningen for 1925 og 1927, i den siste er  
omtalt en metode for frysning i blikkformer ved overrisling, den vil  
senere bli omtalt nærmere.

Det kan i denne forbindelse kanskje ha sin interesse å nevne at de  
summer som er brukt til eksperimentering med fiskefrysning i Amerika  
er eventyrlig høie. Foruten at både U. S. A. og Kanada ved sine fiskeri-  
forsøksstasjoner har anvendt meget, har de private ofret langt mere. Et  
enkelt selskap brukte således 400.000 dollars til uteksperimentering av en  
metode, og ydet oppfinneren 1 million dollars da metoden forelå.

Den slags smaker jo svært av jobbetid, men det viser hvor intenst  
forskningen er drevet og hvilken vekt man har lagt på den. Som det tør  
fremgå av foreliggende brosjyre foreligger der fremdeles store uløste  
problemer, likesom mange forhold er usikre. Det vil derfor være meget  
påkrevet at den videnskapelige forskning hos oss på dette område blir  
tatt opp med langt større kraft og midler enn hittil.

### Moderne metoder.

De for tiden mest benyttede frysemetoder kan deles i to grupper:

1. Luftfrysning („Sharp-Freezing”).
2. Lakefrysning.

Lakefrysning har igjen 2 nokså skarpt adskilte grupper av systemer,  
nemlig: a) Lakefrysning ved direkte kontakt mellom fisken og laken  
og b) Lakefrysning ved indirekte kontakt.

#### 1. Luftfrysning („Sharp-Freezing”).

Fra begynnelsen av dette århundre kan man si at fiskefrysnings-  
industrien var vel etablert, og den har siden utviklet sig meget høit i  
U. S. A. og Kanada. Efter at kuldemaskiner ved århundreskiftet blev  
almindeligere gikk man stadig mere over til frysning i kjølerummene,  
luftfrysning.

Da luft er en meget dårlig leder, vil det ta forholdsvis lang tid å  
luftfryse fisk. Hvor lang tid det vil ta vil naturligvis avhenge av en rekke  
faktorer, nemlig fiskens opprinnelige temperatur, dens tykkelse, av hvor  
vidt den avkjølte luft er stillestående eller i bevegelse, av hvor stor del  
av fiskens overflate er i direkte berøring med kjølespirallene o. s. v.

Da lakefrysningen begynte å bli almindelig var der mange som gikk over til denne raske metode som gav et meget bedre produkt enn den langsomme luftfrysning. Det viste sig imidlertid etterhånden at lakefrysning ved direkte kontakt også hadde sine uheldige sider, særlig opstod der vanskeligheter ved lengere tids lagring. I mellomtiden var metodene for luftfrysningen utviklet således at denne også kunde foregå hurtigere enn tidligere og følgelig med bedre resultater. Dette opnådde man ved i disse såkalte „Sharp-Freezers” å benytte betydelig lavere temperaturer (f. eks.  $\div 25^{\circ}$  C.), anbringelse av fisken direkte på spirallene o. s. v.



Fig. 9. „Skarp freezer“.

Hosstående figur 9 viser en moderne „Sharp-Freezer”. Som man ser er fisken anbragt direkte på spirallene som utfyller fryserummet og danner hyller for fisken. „Sharp-Freezers” er gjerne lange, smale rum som oftest er bygget flere sammen ved siden av hverandre. Lignende „Sharp-Freezers” er hvad amerikanerne kaller en bakerovn, et skap med tette hyller av spiraller hvorpå man særlig fryser fileter innsatt på blikkpanner. En god moderne „Sharp-Freezer” skal kunne fryse næsten like raskt som man fryser i blikkformer mellom is og salt.

Mange anvender derfor fremdeles „Sharp-Freezers” (minst halvparten av den frosne fisk i Amerika fryses visstnok fremdeles med „Sharp-Freezers”), som imidlertid fremdeles fordømmes av de ledende



innen branchen. Det er således betegnende hvad der blev uttalt på The Frozen Foods Conference i New York 9. desember 1930:

»En av de største farer som truer fiskeindustrien — og som midlertidig vil kunne ødelegge markedet for hurtigfrosset, innpakket fisk som et godt og inntektsbringende marked — er de store kvantiteter sakte-frosne fileter (sakte-frosset i store esker) som kastes inn i centret av det verdifulle fiskefiletmarked. Følgene herav vil utvilsomt bli tilbakegang, med mindre en rask omlegning til hurtigfrysning finner sted.«

Denne uttalelse vant almindelig tilslutning på dette møte hvor verdens første eksperter på området var samlet.

### 2a. Lakefrysning ved direkte kontakt.

Fordelen ved å lakefryse fisk ved direkte kontakt er den at fisken på denne måte kan fryses meget hurtig, samtidig som frysningen kan utføres ved litt høiere temperatur f. eks.  $\div 20^{\circ}$ , og derfor relativt billig. Av nedenstående tabell, utarbeidet av W. Stiles (13), vil det kunne sees hvor meget hurtigere frysningen foregår ved lake.

Fiskens tykkelse	Tid medgått for å fryse fisk i		
	Luft av $\div 10^{\circ}$ C.	Lake av $\div 10^{\circ}$ C.	Lake av $\div 21^{\circ}$ C.
Cm.	Min.	Min.	Min.
1	120	10	4
2	248	21	8
3	361	35	14
4	490	54	19
5	620	78	29
6	748	112	40
7	877	148	50
8	1000	190	67
9	1130	230	85
10	1260	275	101

I „Sharp-freezers” benyttes som sagt nu betydelig lavere temperaturer enn  $\div 10^{\circ}$  C., oftest  $\div 25$  til  $\div 30^{\circ}$  C.

I denne forbindelse kan nevnes at hensikten med den hurtigere frysning bare er å forbedre kvaliteten — ikke å øke kapasiteten. Det kvantum fisk som kan fryses pr. døgn er begrenset av frysemaskinens kapasitet. Lakefrysning øker den hurtighet hvormed den enkelte fisk kan fryses, mens den øvrige ufrosne fisk venter på tur. I »sharp-free-

zers« blir all fisk satt inn omtrent på samme tid, mens fisken ved lakefrysning passerer gjennom i små porsjoner. Under forøvrig like omstendigheter vil imidlertid mengden av det man kan fryse pr. døgn være like stor ved den ene metode som ved den annen.

Som allerede nevnt fins der en rekke forskjellige lakefrysningmetoder og prinsipper. Vi skal nedenfor angi de fleste som er litt kjent, og tilføier årstallet for oppfinnelsen eller patenteringen av dem:

A. Direkte kontakt med laken:

1. Hesketh og Marcet's metode (1889)
2. Wallem's — 1890
3. Henry Rouart's — (1898)
4. H. W. Rappleye's — 1899
5. Kyles — 1905
6. Nekolai Dahls's — 1912, juni
7. A. J. A. Ottesens — 1911, desember
8. H. J. Bull's — 1913
9. Feyer's og Watkin's — 1919
10. Mann's — 1920
11. Hirsch's — 1921
12. Goer de Hervé's — 1920
13. Piqué's — 1920
14. Newton's — 1925
15. Taylor's — 1923
16. Zarotschenzeff's — 1928 ?

B. Indirekte kontakt med laken:

1. Hesketh og Marcet's metode 1889
2. Douglas and Donald's — 1889
3. Friedrich's — ca. 1914
4. P. W. Petersen's — „ 1922 og 1923
5. Kolbe's — „ 1924 ?
6. Cook's — „ 1925 (?)
7. Birdseye's — „ 1925 og 1927 (?)
8. Huntsman og Leims — „ 1928
9. Bull's — „ 1927
10. S. C. Bloom's — ?
11. Atlantic Coast Fisheries — 1928
12. Zarotschenzeff's — „ 1928 (?)
13. Baker & Mathews — „ 1931

De fleste av disse metoder undtagen de aller nyeste er nærmere beskrevet i nevnte brosjyrer av henholdsvis H. F. Taylor og M. T. Zarot-



schenzeff. Metodene har mange likhetspunkter, særlig de under A. nevnte. Vi skal her bare gi en kortere beskrivelse av de som synes viktigst for oss.

### Nekolai Dahls metode.

Dahls metode er den første lakefrysningemetode for fisk som blev tatt i praktisk bruk, noe som også nevnes av Taylor. Dahl har den hele tid hatt sitt eget fryseri i Trondheim. Anlegg for frysning efter Dahls metode har også vært innrettet i utlandet blandt annet i Los Angeles, San Diego og San Fransisco. I Norge er det som bekjent mange som for tiden fryser efter Dahls oprinnelige metode.

Fisken ligger under frysningen i de samme kasser som benyttes som transportkasser, og fryses ved at fisken i kassene overrisles av den avkjølte lake. Den kalde lake renner gjennom kassen og passerer fisken — derefter ut gjennom bunnen og ned gjennom næste kasse. Kassebordene i bunnen har nemlig mellemrum så laken lett kan renne ut. Dahl har alltid fremstillet laken (og kulden) v. hj. a. is og salt og anvender visstnok fremdeles ikke frysemaskin.

Dahl har i årenes løp patentert mange forbedringer ved sin oprinnelige metode hvis norske patentnummer er 23410, gjeldende fra 5. juni 1912, tildelt 2. juni 1913. (31) I 1914 således en fremstillings- og rensningsprosess for saltlaken. (32). Hvordan denne rensning og fremstilling foregår vil fremgå av figur 12 som er en del av hans patenttegning. Av andre patenter kan nevnes den transportanordning for sildekassene som er vist på figur 11 (33), som man ser blir her fiskekassene beveget mot lakestrømmen så fisken får kaldere og kaldere lake jo mere den er frosset. Ett teoretisk sett helt riktig prinsipp, men ifølge senere patenter synes det uvisst om Dahl anvender anordningen.

Meget viktig synes de patenter å være som angår anordninger så silden ligger parallelt i kassene (34), noe fiskerne ikke setter minst pris på, gjennomføring av berislingen så laken strømmer parallelt med silden, fremgangsmåter for å forhindre at fisken fryser sammen til en kake som ikke kan gjennomstrømmes tilstrekkelig lett av laken (35) og mere. I det hele opnår Dahl ved sine metoder agnsild av en kvalitet som det er vanskelig å komme på høide med, takket være hans stadige arbeide med forbedringer. Skjønt hans første patenter nu rimeligvis er utløpet og mange har efterlignet hans metode, har Dahls forbedringer bevirket at han fremdeles må sies å ligge et godt stykke foran. Gjennomfrysning av 1 kasse sild efter Dahls metode tar ved god utførelse omkring  $\frac{1}{2}$  til 1 time. Vårt største fiskefryseri og kjøleanlegg, *Statens Kjøleanlegg* i Ålesund, fryser også efter overrislingsmetoden, men her fremstilles kulden ved maskiner. Sammen med Dahls fryseri har dette

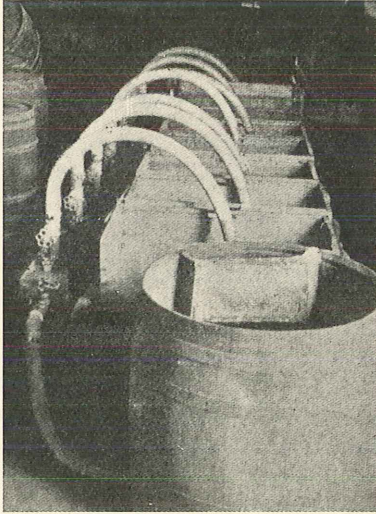


Fig. 10. Lite anlegg for frysning  
etter Dahls metode.

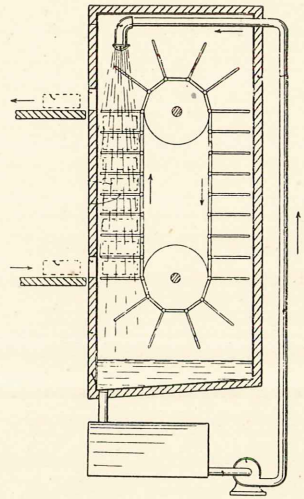


Fig. 11. Anordning for bevegelse  
av kassene mot lakestrømmen.

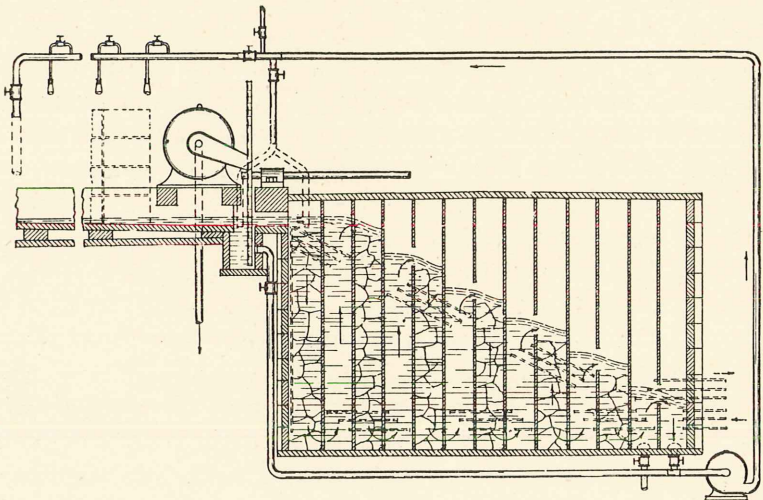


Fig. 12. Rensning av brukt lake kombinert med fremstilling av ny.



anlegg vært av uvurderlig nytte for agnforsyningen til våre fiskere, idet de til det siste næsten har vært eneleverandører av frossen agnsild. I de siste par år er der imidlertid kommet til flere forholdsvis store fryserier som visstnok næsten alle anvender frysning med overrisling motsvarende Dahls oprinnelige patent.

Vi skal senere omtale nærmere den saltinntrengen som finner sted i fisken når den fryses ved direkte berøring med laken, idet dette fremholdes — og muligens med rette — som lakefrysningens største svakhet. Da der av professor dr. S. S c h m i d t-N i e l s e n er utført bestemmelser av saltoptagelsen ved frysning med Dahls metode (36), vil vi medta litt om disse bestemmelser her:

Undersøkelsene gjaldt storsei og sild, frosset på vanlig måte i Dahls fryseri, dessuten torsk, frosset under personlig kontroll av Schmidt-Nielsen. Saltbestemmelser blev gjort før frysning både på forskjellige steder i fiskekjøttet og i gjennemsnittsprøver av samme, efter frysning i de ytre lag nærmest skinnet og litt dypere. Resultatene er i hovedsaken følgende:

Rund torsk:	Ufrosset:	Ryggkjøtt	0.21%	bukkjøtt	0.22%	salt
Efter frysn. v. ÷	5°:	Yttre 1 à 2 mm. av	„	0.14%	„	0.33% „
— „ —	÷ 10°	— „ —	„	0.57%	„	0.30% „
— „ —	÷ 15°	— „ —	„	0.56%	„	0.25% „

Middeltall for frossen: 0.32 pct., for ufrossen 0.22 pct., altså en saltoptagelse på bare omtrent 0.1 pct. i de ytre lag.

For sei var resultatene omtrent de samme, ved sløiet fisk kunde der dog enkelte ganger bli dårlig sirkulasjon av kjøleveske i bukchulen, hvorved denne kunde fryse langsommere og optok endel mere salt.

S t o r s i l d viste en saltoptagelse på vel 0.2 pct. umiddelbart under skinnet. Allerede i 2 til 3 mm.s dybde var dog saltet sinntrengen stanset. Ved sild har man imidlertid også en meget sterk variasjon i saltinnholdet når den er fersk, dette har sin naturlige forklaring i at silden ofte har ligget i berøring med sjøvann efter at den er død. Denne innvirkning vil ofte være av meget større betydning enn berøringen med den kalde lake som øieblikkelig stivfryser overflaten.

Professor Schmidt-Nielsen konkluderer med at saltoptagelsen under frysning efter Dahls metode i almindelighet bare er 0.1 à 0.2 pct. i de ytre lag, mens de indre er helt upåvirket. En slik liten saltoptagelse synes svært ubetydelig, idet den er meget mindre enn den saltmengde fisken ofte kan opta når den ligger død i berøring med sjøvann, og megen liten i forhold til det samlede saltinnhold i fersk fisk.

Det heter sig dog at all fisk frosset ved direkte berøring med lake egner sig mindre godt for lengere tids lagring. Hvorvidt dette i praksis

også gjelder Dahls metode har man ikke noen sikre opplysninger om. Hvis fisken ikke glaseres inntretr beskadigelse under lagring betydelig raskere.

### Ottesens metode (37).

Det Ottesenske prinsipp bygger på den betydning for saltets inntrengen i fiskekjøttet som forholdet mellom lakens temperatur og dens saltkonentrasjon skal ha. Ottesen oppdaget at saltets inntrengen i fiskekjøttet er minst når frysningen foregår ved lakens frysepunkt, hvilket er

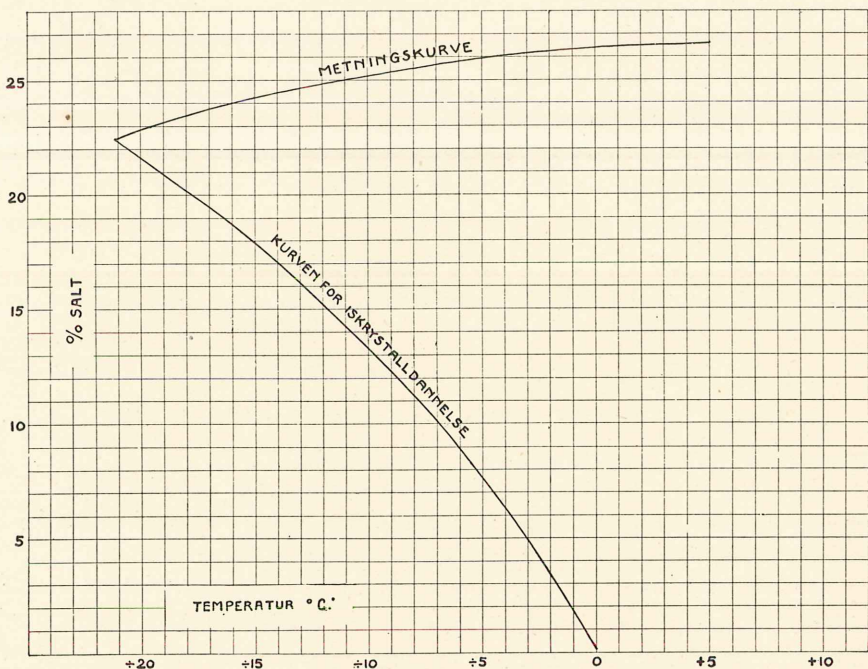


Fig. 13. Frysepunktskurve og metningskurve for en oppløsning av salt (koksalt, NaCl).

den temperatur hvorved iskrystaller begynner å utskille sig. Til forståelse av dette forhold henvises til hosstående figur 13.

En saltlake som ikke er mettet har ikke noe fast frysepunkt. Når frysepunktet ved senkning av temperaturen nås, utskilles endel vann som omdannes til iskrystaller. Derved får den gjenværende del av laken en sterkere konsentrasjon og følgelig et lavere frysepunkt, og jo mere vann der utskilles som iskrystaller, jo mere koncentrert blir den gjenværende lake, og jo mere synker dens frysepunkt.

Hvad saltkonsentrasjonen angår så oppløser vannet mere salt jo varmere det er. Ved 0° er således en saltlake (natriumklorid) mettet når



den inneholder mellem 26 og 27 pct. salt. Ved  $\div$  21.2° C som er frysepunktet for en mettet saltlake vil den inneholde bare 22.4 pct. salt. I figur 13 angir altså den øverste linje kurven for den mengde salt som kan oppløses ved forskjellige temperaturer, mens den nederste linje angir kurven for frysepunktet av saltlaker av forskjellig styrke. Punktet hvor mettet saltlake fryser kalles det »kryohydratiske punkt«. Ved lavere temperatur kan altså en ren koksaltlake ikke eksistere i flytende form, den fryser til is og salt.

Frysningen av fisk foregår meget hurtigere enn saltet kan trenge inn i fisken, og den dannede isskorpe virker beskyttende. Men selv en liten inntrengen av salt synes skadelig, den vanskeliggjør fiskens glasering og kan muligens påvirke fiskens smak og aroma. Ottesen skulde altså med sitt prinsipp opnå at saltets inntrengen blir minst mulig, idet han anvender en lake som på en måte er overmettet med iskrystaller og dessuten har en lavest mulig temperatur, nemlig ca.  $\div$  21°. Den er da meget nær det «kryohydratiske punkt».

For å fryse etter Ottesens prinsipp må laken holdes i rask bevegelse. Hvis laken ikke sirkulerer hurtig nok kan meget godt det forhold inntreffe at laken i frysetanken er ved det Ottesenske frysepunkt, mens den lake som umiddelbart omgir fisken er oppvarmet til en høiere temperatur av varmen i fisken. Av samme grunn må lakemengden i frysetanken være tilstrekkelig stor i forhold til fiskemengden som skal fryses for å kunne holde temperaturen jevn på det Ottesenske frysepunkt.

Selv når der lakefryses etter Ottesens prinsipp, vil saltet i nogen utstrekning trenge inn i fiskekjøttet. Vi skal her nevne noen undersøkelser som er gjort over dette.

Ehrenbaum og Plank frøs stor og liten hyse i en lake inneholdende 23.66 pct. salt, temperaturen i laken falt under frysningen fra  $\div$  19.8 til  $\div$  20.6° C. Under disse forhold utkrystallisertes salt av laken. Der blev konstatert at saltet var trengt inn til en dybde av 5 mm. For stor hyse fant de i det ytre 5 mm. tykke lag 0.11 pct. salt før frysning og 1.57 pct. etter frysning, for liten hyse tilsvarende 0.17 pct. og 2.05 pct.

En annen prøve blev gjort ved 15 pct. saltkonentrasjon og temperatur  $\div$  11.6° C. Under disse forhold utskiltes iskrystaller fra laken. Salt blev bestemt i den ytre del av hysen før og etter frysning, en del var tørket av og den annen neddyppet fuktig. Resultatene var 0.07 pct. salt før frysning, 0.38 pct. etter frysning av avtørket og 0.45 pct. etter frysning av fuktig del.

Ifølge disse forsøk er der altså en vensensforskjell på saltets inntrengen i de to tilfeller. Forholdet med saltets inntrengen er dog senere

undersøkt meget inngående av Almy & Field (38), og de kommer i hovedsaken til følgende resultater som avviker betydelig fra ovenstående:

1. Ved alle forsøk som blev gjort blev det konstatert at salt var trengt inn i fiskekjøttet, men mengden var ikke tilstrekkelig til å påvirke smaken av det kokte produkt.
2. Ved frysning under forskjellige forhold blev der funnet fra 0.32 til 6.22 pct. salt beregnet på tørrstoffet, i middel 2.88 %, (0.5 a 0.6 % beregnet på opr. fiskekjøtt). Det ytre muskellag 3 mm tykt blev undersøkt.
3. I noen enkelte tilfeller var den saltmengde som blev funnet i fiskekjøttet ubetydelig mindre når fisken var frosset ved lakens frysepunkt enn når den blev frosset ved en litt høiere temperatur, men ved de fleste forsøk merket man ingen forskjell.
4. Når fisk blev frosset i lake av forskjellig konsentrasjon, men ved samme temperatur, kunde der ikke konstateres nogen bestemt forskjell på den saltmengde som blev absorbert i fisken.
5. Fisk som på forhånd var avkjølt til 0° før den blev senket ned i laken, absorberte ikke mere enn 35—65 pct. av den saltmengde som fisk frosset uten sådan forkjøling absorberte.
6. Forskjellig fettgehalt er for en stor del grunnen til at salt absorberes i forskjellig mengde av de forskjellige fiskesorter.

Selve frysningen efter Ottensens metode er meget enkel. Fisken senkes i jernnettingkurver ned i en tank som inneholder den nedkjølte saltlake som er i sterk sirkulasjon, og fisken holdes i tanken inntil den er frossen. Lakens temperatur er nu gjerne  $\div$  23°, hvilket opnås ved en glycerintilsetning som Ottensen senere har patentert (39).

Når fisken er tatt op av frysetanken blir saltlaken skyllet av den med ferskvann, hvorefter fisken glaseres hvis den skal lagres. Glaseringen består i at man i et avkjølet rum, hvis temperatur helst ikke er over  $\div$  10° C., dypper fisken flere ganger i rent ferskvann. Ferskvannet vil straks fryse så der danner sig en beskyttende glasur omkring fisken, glaseringsvannets temperatur bør være + 5 til + 8° C. Enkelte fremholder dog at en betydelig høiere temperatur — optil 18 til 20° C. — er fordelaktigere. Ved glasering vil der inntre en vektøkning på 2—7 pct. svarende til det ferskvann som fryser til is og danner glasuren.

#### **Bull's metode.**

Tidligere bestyrer av Statens Fiskeriforsøksstasjon, kjemiker Henrik Bull, har utarbeidet flere frysemetoder, (40) hvorav blokkfrysningen vil være mest kjent. På basis av denne metode blev i sin tid bygget et stort



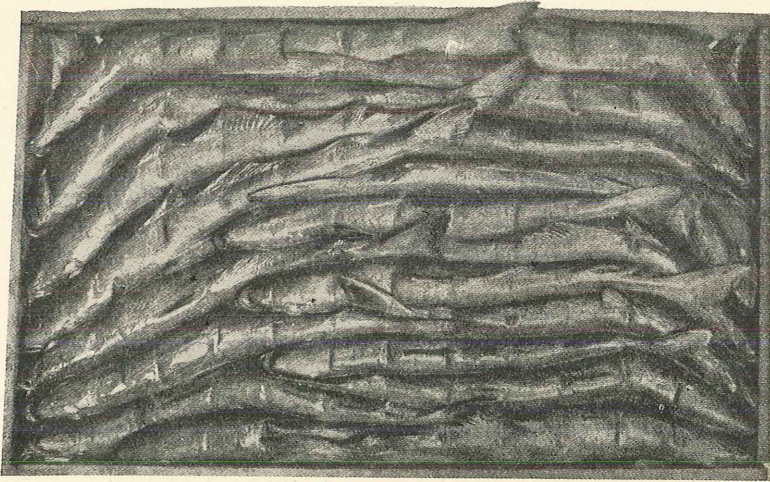


Fig. 14.

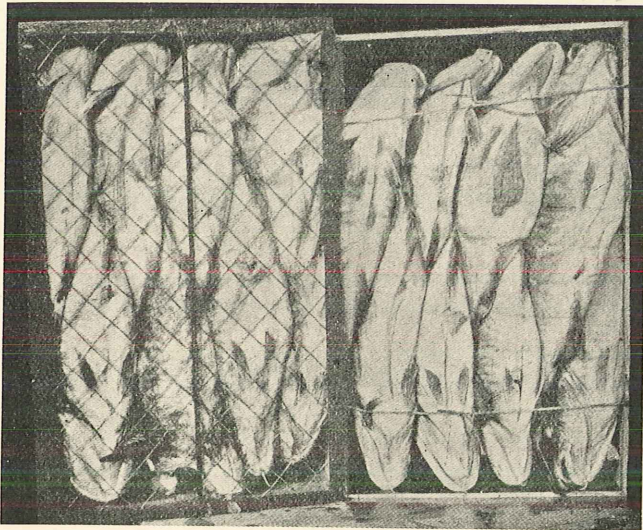


Fig. 15.

fiskefryseri ved Harstad, men uheldige økonomiske forhold gjorde at fryseriet aldri kom i drift.

Metoden er inngående beskrevet i Forsøksstasjonens årsberetning for 1914—15 (30) og vi skal derfor bare nevne at metoden består i at fisken pakkes i en kasse hvis bunn og lokk er erstattet med netting. Der fryses så med is og salt eller lake, og laken kan altså berøre en stor del av fisken, som fryser sammen til en blokk. Figur 14 og 15 viser større og mindre fisk frosset etter denne metode.

### Taylor's metode.

Under arbeidet med å finne den beste måte å lakefryse fisk på, oppstillet Taylor en rekke krav som han mente burde tilfredsstilles:

1. Kulden bør produseres ved hjelp av maskiner.
2. Laken bør holdes så nær det kryohydratiske punkt som mulig, d. v. s. at temperaturen bør være så nær  $-21.2^{\circ}$  og saltkonentrasjonen så nær 22.4 pct. som mulig.
3. For å sikre mest mulig ensartet frysning bør der fryses kontinuerlig og ikke ved at større satser bringes ned i frysevesken på en gang.
4. Maksimum av frysehastighet bør sikres ved at hele fiskens overflate kommer i direkte kontakt med laken.
5. Fisken må holdes rett inntil den blir stiv.
6. Avskrapning av fiskene ved gnidning mot hverandre må forhindres.
7. Der må anvendes så lite lake som mulig og den må ikke spildes.
8. Man må forhindre at laken hurtig bederves.
9. Fisken må vaskes omhyggelig før frysningen, helst i rinnende vann.
10. Laken må vaskes bort av fisken og fisken glaseres.
11. Apparatet som benyttes må lettvinnt kunne innrettes etter fisk av forskjellig form og størrelse.
12. Det bør være elastisk så det kan innrettes til frysning av flest mulig arter av fisk.
13. Metalldelene bør undgå berøring med rustdannende lake, og rustdannelsen reduseres til et minimum.
14. Arbeidsutgiftene må være så små som mulig.
15. Maskinen må kunne anvendes til frysning i stor målestokk.

På basis av disse krav er så hans metode utarbeidet.

Angående de nærmere detaljer ved metoden henviser vi til Taylor's brosjyre (1). I store trekk ser man apparatet og princippet av figur 16. Fisken fryses idet den transporteres ophengt gjennom en lang fryse-



tunnel hvor den blir oversprøytet med lake, som så samler sig på bunnen av tunnelen og pumpes rundt gjennom filter og kjølebatteri og tilbake over fisken. På samme måte kan fisken kontinuerlig oversprøytes (vaskes) med vann i et kammer foran frysekammeret, og avvaskes og glaseres ved oversprøytning med vann etter frysekammeret.

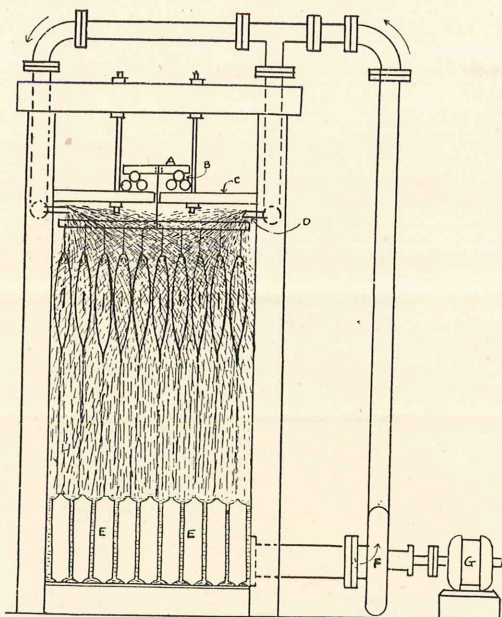


Fig. 16.

Metoden synes meget effektiv, og ved Bureau of Fisheries forsøksstasjon i Washington bygget man et apparat som frøs 15 tons fisk pr. døgn, og det arbeidet angivelig meget tilfredsstillende ved forsøkene.

#### Zarotschenezff's metode (41).

Denne metode ligner svært meget på den nettop nevnte. Z. anvender også ophengning av fisken og kontinuerlig transport gjennom en frysetunnel som vist på figur 17. I frysetunnelen blir fisken dusjet med kald lake, denne lake blir dog her så finfordelt ved hjelp av dyser eller spredere at den nærmest forstøves og danner en tåke. Frysningen kalles derfor også for tåkefrysning. Tåken slår sig ned på fisken, drypper til bunns og pumpes rundt gjennom filter og kjølebatteri tilbake til frysekammeret. Lakens temperatur skal være  $\div 20$  til  $\div 22^{\circ}$ .

Forøvrig er systemet med vaskning og glasering meget likt Taylors. En skjematisk oversikt over frysning etter Z.-metoden sees på figur 18.

»Z.-metoden« skal med fordel kunne anvendes ombord på båter, og der er i Italia og Frankrike gjort forsøk med frysning ombord efter denne metode. Det kan også nevnes at D/S »Lesseps« tilhørende Jangårds havfiskeselskap, Ålesund, har et lite prøvetrysanlegg efter systemet. Anlegget blev dog ikke prøvet ved båtens Grønlandstur i sommer.

Der har i den senere tid vært skrevet meget om denne metodes fordeler, men man kan ikke se at den er blitt sammenlignet med annet enn luftfrysningmetoder. Så vidt man kan forstå har Z.-metoden meget nær

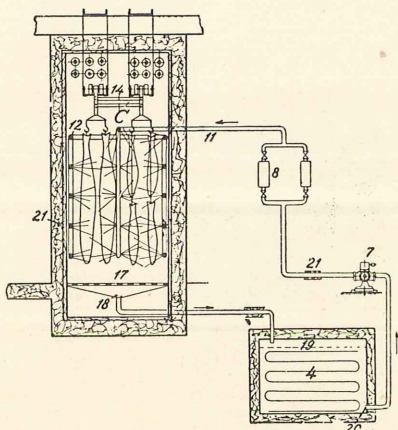


Fig. 17.

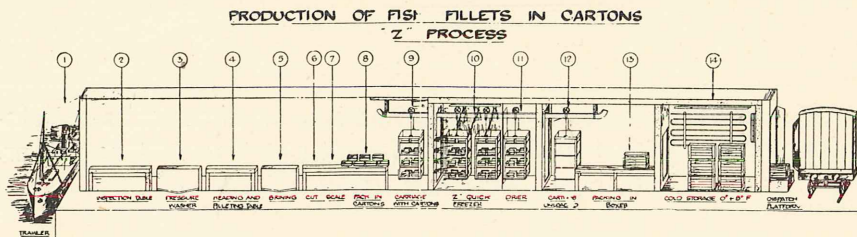


Fig. 18.

de samme fordeler og mangler som de øvrige lakefrysningmetoder med direkte kontakt, og de begeistrede uttalelser som man ofte har sett i den senere tid, synes derfor svært opreklamert. Både Taylors og Zarotschenzeffs metoder krever en forholdsvis komplisert og rimeligvis dyr apparatur som vel heller ikke er så lett å betjene. Særlig skulde man tro at den forskjellige tid det tar å fryse liten og stor fisk vanskeliggjør en slik kontinuerlig fremgangsmåte.

Zarotschenzeff anvender også sin metode til frysning av fileter og lignende ved indirekte kontakt. Filetene blir da innpakket i specialkartonger og sendes gjennom frysekammeret på vanlig måte.



### 2 b. Lakefrysning ved indirekte kontakt.

De mangler som lakefrysning ved direkte kontakt har, gjør sig ved frysning av fileter så sterkt gjeldende at man må bruke andre metoder. Når hel fisk kommer i direkte kontakt med laken, har den en god beskyttelse av skinnen, mens fileter som er bart fiskekjøtt ikke tåler den direkte kontakt. Når f. eks. fileter fremstilles efter Ottensens metode fryses derfor fisken først hel, hvorefter skinnen rives av og ben og finner skjæres bort med maskiner. Mest almindelig er dog frysning av filetene i blikkformer eller i »sharp-freezers«.

Innen vi går over til å beskrive de mest kjente metoder for frysning ved indirekte kontakt skal der nevnes litt om fileter i sin almindelighet.

### Om fiskefileter.

Ved siden av og i forbindelse med hurtigfrysning er filetfremstilling den annen meget betydningsfulle faktor som har preget utviklingen i Amerikas fiskerinæring i den siste tid.

Fileten er det vesentlige av den spiselige del av fisken, fri for innmat, skinn, ben og finner. Gjennomsnittlig utgjør fileten bare 40—50 pct. av fisken. Zarotschenzef f (42) har utarbeidet følgende tabell over det gjennomsnittlige filetutbytte av forskjellige fiskesorter:

Fiskesort	% filet	% avfall
Hyse . . . . .	40	60
Torsk . . . . .	45	55
Flyndre . . . . .	35	65
Makrell . . . . .	60	40

Fordelene ved de innpakkede fileter fremfor vanlig hel fisk resymeres av Zarotschenzef f omtrent således:

1. De forhandles i standardpakninger, en faktor som er av betydning for detaljsalget.
2. De er mere hygieniske, idet de er beskyttet av innpakningen (i almindelighet pergamentpapir eller pappkartonger) fra det øieblikk de sendes fra produsenten inntil forbrukeren mottar dem.
3. Hele produktet er spiselig. Det er derfor lettvent for større forbrukere som restauranter, sykehuser o. s. v. å regne ut hvor mange porsjoner der går pr. pakning.

4. Prisen er i almindelighet noenlunde den samme enten fisken kjøpes filettert eller rund når hensyn tas til avfallet ved rund fisk.
5. Rensning, skrapning, vaskning o. s. v. bortfaller, idet fisken er klar til å legges like i gryten eller pannen. Dette er noe som i vår travle tid spesielt tiltaler husmødre i byer hvor kjøkkenplassen ofte er liten.
6. De innpakkede fiskefileter er i almindelighet av en bedre kvalitet enn innpakket rund fisk.
7. Avfallet samles på produksjonsstedet, hvilket muliggjør utnyttelse av avfallet til produksjon av fiskemel etc. Dette er en faktor av betydelig nasjonaløkonomisk betydning.
8. Da bare den spiselige del av fisken sendes opnås en betydelig fraktbesparelse sammenlignet med forsendelse av rund fisk. Det samme gjelder utgifter til kasser.
9. De enkelte filetstykker er innpakket i varemerket emballasje, hvorved muliggjøres moderne salgs- og reklamemetoder.

*Følgende mangler ved filétfisken kan nevnes:*

1. Konsumenten kan ikke bedømme kvaliteten ved kjøpet således som han kan ved å se på gjellene og øinene på rund fisk. Et varemerket produkt av anerkjent kvalitet vil overkomme denne vanskelighet.
2. Konsumenten kan ikke avgjøre hvad slags fisk som kjøpes. Også dette kan avhjelpes ved at der gis trykte opplysninger på emballagen.

Ved frysning av filétfisk kan to forskjellige fremgangsmåter anvendes:

1. Frysning før innpakningen.
2. — etter —

Disse to fremgangsmåter har hver sine fordeler og mangler. Som ved så mange av de forskjellige metoder, systemer og prosesser i fiskefrysningen og filéindustrien, gjelder det også her at de har forskjellige anvendelsesmuligheter. Det er på forhånd sjelden gitt hvad som passer i de enkelte tilfeller.

En filét som ikke er frosset, vil ved innpakning lett føie sig efter den form (kartong) som den pakkes i. En frossen filét vil derimot ikke føie sig efter pakningens form. Det vil derfor forståes at man vil få en meget mere kompakt pakning når man pakker først og derefter fryser — enn omvendt. Nedenstående tabell viser hvor mange liter



1 kilo av forskjellige filésorter optar i fersk tilstand og frosset på de to måter (tabellen er omregnet efter Zarotschenzeff):

Fiskesort	Ufrosset	Pakket og der- etter frosset	Frosset og der- etter pakket
	Liter	Liter	Liter
Hysefilet . . . .	1.0	1,1	1.9—3.0
Laksefilet . . . .	1.0	1.1	2.3—2.5
Torskefilet . . .	1.0	1.1	1.8—2.0

Volumet av en bestemt vekt frossen fisk har også betydning for den frosne fisks evne til å holde på kulden. Jo tettere fisken er pakket og jo mindre volumet er, jo bedre holder fisken på kulden (d. v. s. lengere tid tar det før den vil tine op). Den varme som kan ledes inn i fisken er nemlig direkte proporsjonal med fiskepakkens overflate. Fordelene ved å pakke først og derefter fryse kan resumeres således:

1. Fraktbesparelse.
2. Emballasjebesparelse.
3. Besparelse på den kostbare kjølelagerleie.
4. Bedre evne til å holde på kulden.

På den annen side er det den ulempe ved først å pakke og så å fryse, at innpakningen hindrer frysningen idet den virker isolerende. Det skal derfor en større kuldemengde til for å fryse innpakket fisk enn uinnpakket, hvilket fordyrer frysningen.

### 1. Atlantic Coast Fisheries Co.'s metode.

Der blir fremstillet større mengder hurtig-frosne fileter etter denne metode enn efter noen annen. Den anvendes av Amerikas største fiskefiletprodusent, Atlantic Coast Fisheries Company. Det kan nevnes at ikke mindre enn 17 store damptrålere med en kapasitet på 250.000 til 300.000 pund hver er beskjeftiget med å skaffe råvarer til det største av dette selskaps fryserier. Alle trålerne er utstyrt med radio og står i stadig trådløs forbindelse med fryseriet. Trålerne dirigeres hjem således at fryseriet sikres en jevn tilførsel av råvarer.

Frysningen foregår ved at filetene legges på aluminiumsplater som plasseres på en endeløs kjede. Disse aluminiumsplater er dypt riflet på undersiden. I fryserummet blir platene belagt med et lag upakkede fileter og føres automatisk inn av den endeløse kjede som trekker undersiden av aluminiumsplatene gjennom en calcium-klorid lake med temperatur  $\div 29^{\circ}$  C. Filetene fryser i løpet av 35—40 minutter. Når de kom-

mer ut av fryserummet får aluminiumsplatene et dypp i en lake av temperatur  $+ 16^{\circ}$  C., som gjør at filetene slipper platene. Filetene pakkes derefter i vokset, vanntett papir. Pakningen foregår maskinmessig.

Zarotschenzeff kaller metoden Cooks metode, men ifølge en artikkel i Refrigerating Engineering 1928, s. 147 synes det å fremgå at metoden er Taylors.

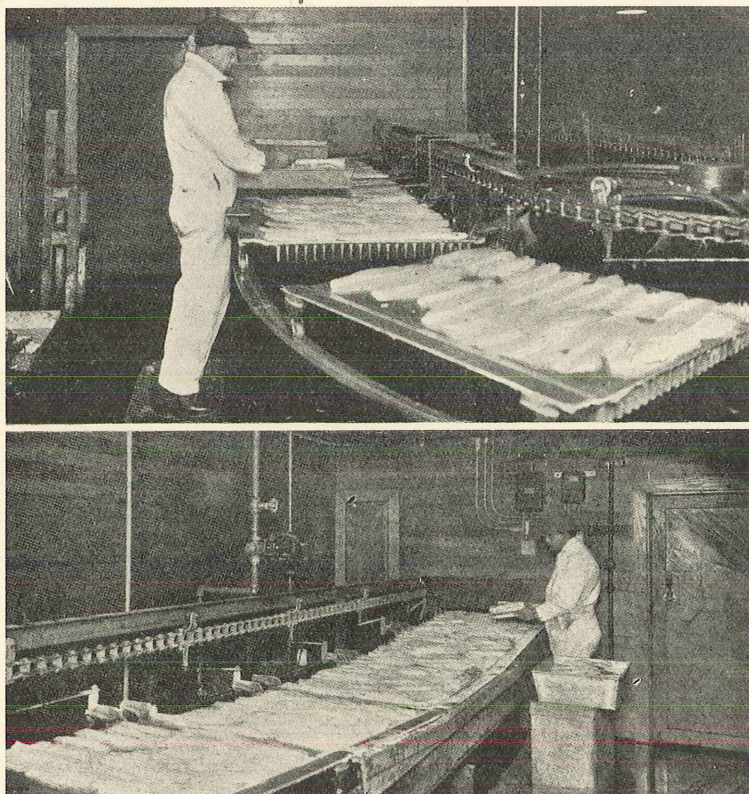


Fig. 19. Atlantic Coast Fisheries Co.'s metode for frysning av fileter.

#### Clarence Birdseye's metode.

Ved Birdseye's nyeste metode fryses filetene efterat de er pakket i kartonger som igjen forsegles automatisk med vokspapir således at fisken ligger i en praktisk talt lufttett pakning. Selve frysningen foregår ved at fiskekartongene passerer i en maskin hvor 2 endeløse metallbånd, som blir meget sterkt avkjølet, berører kartongene — det ene bånd berører overflaten, det annet bunnen — mens kartongene passerer igjennem maskinen eftersom metallbåndene beveger sig.



Frysningen foregår altså fra to sider. Kaliumkloridlake av en temperatur på  $\div 40$  til  $\div 45^{\circ}$  sprøytes mot metallbåndenes utvendige side. Kulden overføres fra metallbåndene direkte til kartongene.

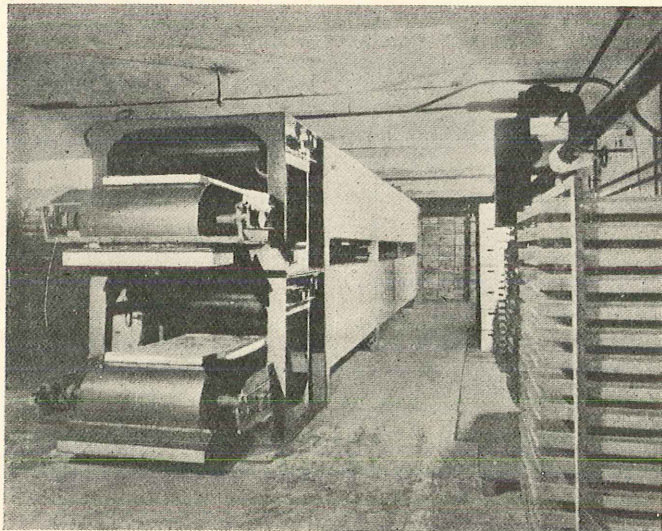


Fig. 20. Birdseye's fryseapparat.



Fig. 21. Jordbær frosset etter Birdseys metode.

Det er almindelig erkjent at man med en Birdseye installasjon oppnår utmerket kvalitet, men metodens anvendelse byr også på visse hindringer. Anleggsomkostningene er således meget høie. Også driftsomkostningene er høie på grunn av de overordentlig lave temperaturer som benyttes under frysningen.

### Kolbe's metoder.

Kolbe går, likesom Cook og Birdseye, ut fra at lake i direkte berøring med fileten er skadelig. Det gjelder derfor å bringe fileten i så nær kontakt med laken som mulig, uten at de dog kommer i berøring med hverandre. Det er innlysende at det stoff som skiller laken fra fileten må være en så god varmeleder som mulig.

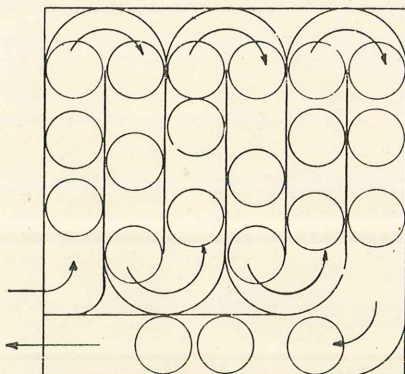


Fig. 22.

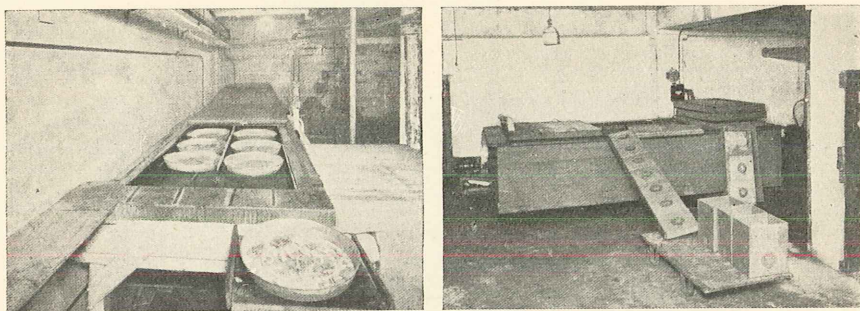


Fig. 23. Kolbe's frysemetode.

Kolbe legger filetene i metallpanner som han lar flyte på laken. Laken som benyttes strømmer gjennom den isolerte frysekasse og metallpannene flyter med strømmen på laken gjennom frysekassen.

Metallpannene har i almindelighet en diameter på 22" og er 3" dype. Frysningen foregår ved en temperatur på  $\div 28^{\circ}$  C.

Denne metode — „the floating pan system” som den kalles — egner sig spesielt til frysning av tynne fileter. En filet 1" tykk fryser på 45 min. Pannene flyter gjennom fryserummet etter en bestemt plan — se fig. 22.



Den bane eller labyrint som pannene flyter igjennem har en lengde av 400 til 500 fot. Når pannene kommer ut av labyrinten, skal filetene være ferdigfrosset. Det må derfor arrangeres således at det tar pannene nettop så lang tid å passere gjennom som det tar å fryse filetene. Hvor lang tid det tar å fryse filetene vil avhenge av lakens temperatur, filetenes tykkelse etc. R. E. Kolbe oppgir følgende frysetider for hysefileter:

Ved  $\div$  18° C. — 60 minutter,  
»  $\div$  23° C. — 45 —  
»  $\div$  29° C. — 30 —

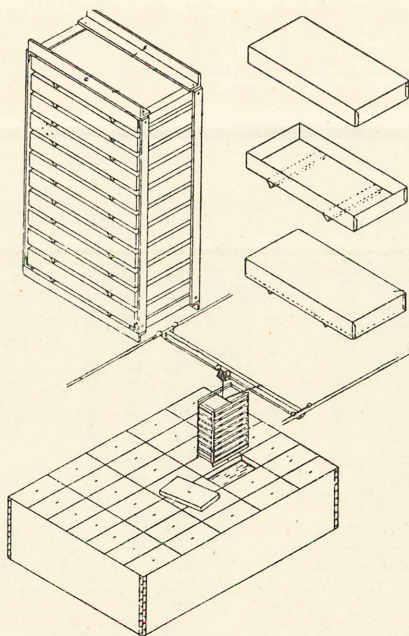


Fig. 24.

Ved Gorton Pew Fisheries Company Ltd., Glowcester. Mass. fins den største installasjon som fryser etter Kolbe's system. Ved dette fryseri er der utført en forbedring ved systemet, idet pannene er forsynt med lokk. Lake sprøites også over lokket, således at fileten fryses samtidig både ovenfra og nedenfra, hvorved en meget hurtigere frysning opnåes. Innen filetene legges i pannene for å fryses får de, efter at de er omhyggelig vasket, et siste bad i klorert ferskvann som består av 4 deler klor for hver million del vann. Dette bad skal øke filetenes holdbarhet.

En annen meget tiltalende og enkel metode, som også er Kolbe's og lenge har vært anvendt ved Kolbe's fabrikk, er frysning i blikkpanner

med lokk som helt neddykkes i lake. Figur 24 gir et skjematisk bilde av hvordan denne frysning foregår. Lokket når helt over bunnpartiet og pannene anbringes ovenpå hverandre til et batteri. De holdes passende adskilt ved tynne vinkeljern som er vist på tegningen. Laken kan altså bringes til å cirkulere mellom pannene. Når en slik panne senkes rett ned i en væske, vil luften under lokket forhindre at væsken kan trenge helt op i pannen, idet luften sammenpresses litt og holder væsken i likevekt ved sit mottrykk (samme prinsipp som ved en dykkerklokke).

#### P. W. Pettersens metoder.

Det oppgis at der i Amerika blir frosset mere rund fisk (ikke filéert) efter Petersens metode enn efter nogen annen. Petersen som er lands-

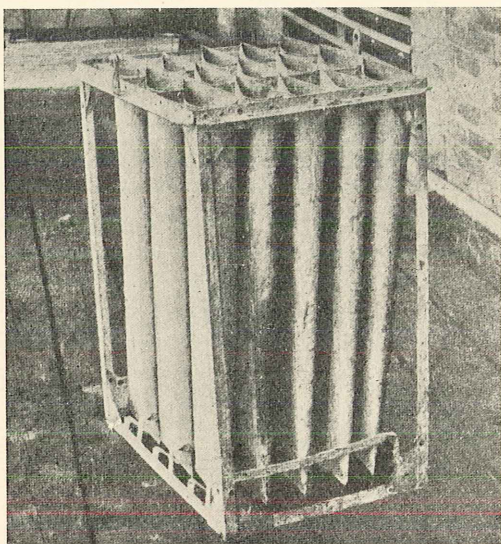


Fig. 25.

man av Ottesen (dansk) kjøpte oprinnelig Ottesens patent for Amerika og dannet i 1921 »U. S. Freezing-Company« for å utnytte dette patent. Han kom imidlertid senere til at direkte kontakt mellom fisken og laken ikke var heldig og uteksperimenterte sitt eget system.

Frysningen efter Petersens system er enkel og minner meget om en vanlig fremstilling av kunstig is. Fisken legges, efter at den er vasket og rensset, i metallbeholdere av form som vist på figur 25. Disse metallbeholdere senkes så ned i den avkjølte lake. Da fisken ikke kommer i direkte berøring med laken, kan man godt benytte en kalcium-kloridlake og følgelig lave temperaturer.



For mindre fisk anvender Petersen metallbeholdere av flat kasseform og fryser det hele til en blokk som forøvrig ligner den blokk som er vist på figur 14, side 51, under omtalen av Bulls metode. Men Petersen anvender altså ikke direkte kontakt med laken.

Det angis at blokker med fisk 4 tommer tykke vil fryse på omtrent 2½ time med lake av  $-30^{\circ}$  C. Når hensyn tas til den tid det tar å fylle og tømme blikkbeholderne med fisk, glasere o. s. v., kan man regne med å fryse 8 satser pr. døgn. Blokkfrysning i sin almindelighet har den svakhet at frysehastigheten blir meget liten for de indre fisker i blokken. Fordelene ligger særlig i en konsentrert pakning.

#### Andre nyere metoder for indirekte kontakt.

I brosjyren »Frysning av agn, kjølelagre«, utgitt 1928 (20) har bestyrer Bull beskrevet en metode som synes å ha meget for sig. Vi henviser til brosjyren, men skal bare nevne at metoden består i at fisken anbringes i blikkformer som stables oppå hverandre og holdes adskilt ved føtter. Man fryser så ved overrisling med kald saltlake, idet formene er konstruert og satt op på en slik måte at laken må renne fra den ene til den annen og således overskylle alle etter tur.

Et par andre, forøvrig meget like metoder er beskrevet i Fishing Gazette 1931 (43). De består begge i at man anbringer fisken (filétene) i blikkformer som settes inn i isolerte rum eller store skap. Her blir de så besprøytet med saltlake fra begge sider, hvilket bevirker en meget intens avkjøling og størst mulig frysehastighet.

Den ene metode kalles Baker & Mathew's »Super Freezer«, den annen er utarbeidet av Booth Fisheries Co., Chicago. Begge meget enkle i utførelse og effektive.

#### Summering angående de forskjellige frysemetoder.

Under omtalen av de forskjellige frysemetoder er der allerede antydnet litt om mangler og fordeler. Det skal derfor bare kort oppsummeres at når det gjelder direkte kontakt synes Nekolay Dahls overrislingsmetode og Ottesens eller nærbeslektede neddykningsmetoder fremdeles å hevde sig som de enkleste, uten at de nyere metoder synes å innebære andre vesentlige fordeler.

Med hensyn til indirekte kontakt, altså metoder anvendbare for fiskefileter, så synes de mere kompliserte maskiner og metoder lite passende for oss. Metoder som Kolbes, Baker & Mathews eller Bulls, alle

med blikkpanner m/ lokk, tør derimot falle enkle og billige i anlegg samtidig som de kan innstilles på å tilfredsstille kravene til hurtigst mulig frysning med lake av en bestemt temperatur.

### Kjølemaskiner eller is og salt som kjølemiddel.

Avkjøling med is og salt ser man fremdeles anvendt ved både nye og gamle anlegg, og det er ikke sjelden å høre fremholdt at dette er den billigste måte å fremstille kulden på, at det er den eneste rette fordi vi har naturis, og lignende. Det er ikke her meningen å gå nærmere inn på dette, men bare påpeke noen enkle fakta.

Anlegg som kostningene kan selvsagt bli endel lavere for et anlegg med is og salt, men ikke vesentlig hvis man regner med de totale omkostninger, is- og saltlager med mere. Driftsomkostningene vil imidlertid være langt større for is og salt, og vi skal belyse dette med et lite eksempel. En tonn is avgir ved smeltning 80 000 kalorier pr. tonn. Ved tilstrekkelig salttilsetning medgår denne kulde til å avkjøle den dannede lake fra ca. 0° til litt under  $\div$  20°, men av denne lakekulde kan man almindelig bare nyttiggjøre ca. halvparten eller litt mere, idet laken oftest må slippes ut når den er f. eks.  $\div$  10°, o: bare har avgitt halvparten av den kulde den fikk fra isen. Av f. eks. 1 tonn is + 200 kg. salt kan man altså nyttiggjøre bare omtrent 50 000 kalorier (60 pct., hvis ikke spesielle behov eller kompliserte anordninger for nyttiggjørelse er tilstede). Med en pris for is av kr. 5.— pr. tonn, og for salt av kr. 25.— blir det kr. 2.— pr. 10 000 kalorier. Da en moderne kuldemaskine ved  $\div$  20° skal bortta minst 13—1500 kalorier pr. tilført k.w.t., koster 10 000 kalorier fremstilt ved kuldemaskin bare ca. 35 øre med en k.w.t.-pris av 5 øre. De øvrige driftsutgifter vil ved et is-saltanlegg nærmest bli høiere p. gr. av at mer arbeidshjelp trenges.

Ovenstående utregning vil selvsagt falle meget forskjellig ut etter prisen på is, salt og elektrisitet, likesom det iallfall ved agnfrysning ofte er almindelig å anvende mere salt. Men selv om elektrisk kraft ikke er tilstede, vil et motordrevet anlegg arbeide langt billigere enn is og salt. Også under meget ugunstige omstendigheter vil derfor utgiftene til kraft rimeligvis ikke bli mer enn  $\frac{1}{4}$  av utgiftene til is og salt ved is-salt anlegg.

Nasjonaløkonomisk sett er også — så merkelig det enn kan høres — is og salt helt forkastelig. Ved ovenstående blandingsforhold er utgiften til salt like stor som utgiften til is, og saltet må innføres. Selv motor-drift er bedre enn is og salt, idet saltutgiften blir flere ganger større enn oljeutgiften. Hertil kommer at vi, iallfall for litt større anlegg, har utmerkede norske kuldemaskiner.



Kjøling med is og salt kan dog ha é n industriell berettigelse, nemlig den å supplere maskinkjøling i travle sesonger. Et maskineri dimensjonert for største fisketilførsel vil falle uforholdsmessig dyrt når denne kanskje bare forefins noen uker årlig, mens man resten av året neppe har bruk for halvparten av kapasiteten. Det vil da være rimelig å dimensjonere maskinene etter middels stor fisketilførsel og skjøte på med is og salt i den travleste sesong. Isen kunde man muligens fryse i den stille sesong, hvis kraftprisene tillot en billigere fremstilling enn naturis, noe som svært ofte er tilfelle.

## Litteraturhenvisninger i teksten.

1. Harden F. Taylor: „Refrigeration of Fish“. Bureau of Fisheries Document nr. 1016. Washington 1927.
2. C. B. Weld: „Structural Changes in Fish during Freezing“. Halifax 1927.
3. H. M. Dunkerley: „Fish-Freezing in Brine“. Fish Trade Gazette 30. mars 1918.
4. R. Plank, E. Ehrenbaum und K. Reuter: „Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren“. Berlin 1916.
5. W. D. Vladykoff: „Über die hystologischen Veränderungen in den Muskeln einiger Gefrorenen im Kühlhause Vaugirard in Paris aufbewarter Fische“. Die Kälte Industrie 1930 nr. 2.
6. A. H. Leim: „Preventing Freezer Burn During Storage“. Fishing Gazette mars 1931.
8. M. T. Zarotschenzeff: „Between two Oceans. Rappid Chilling and Freezing Systems for Fish and Meat“. London 1930.
9. Harden F. Taylor: „Refrigeration of Fish“, side 526.
10. Z. Ogura og K. Fujikawa: „On the Refrigeration and Preservation of Fish“. Bull. of the Government Fishery Exp. Station of Chosen, no. 1, 1925.
7. Harden F. Taylor: „Solving the Problems of Rapid Freezing“. Food Industries, april 1930.
- 7a. Norsk patent nr. 49335 tildelt  $\frac{28}{9}$ —31.
11. S. G. Smith: „A Study of the Influence of Cold-Storage Temperatures Upon the Chemical Composition and Nutritive Value of Fish“.  
W. A. Perlzweig og W. J. Gies: „A further Study of the chemical Composition and nutritive Value of Fish subjected to Prolonged Periods of Cold Storage“. Biochemical Bulletin, oktober 1913. (Vol. 3 no. 9) New York.
12. M. Barclay: „Konservering og transport av fersk fisk“. Særtryk fra Norsk Fiskeritidende 1908 til 1912. Griegs Boktrykkeri 1913. Norsk Fiskeritidende 1909.
13. Walter Stiles: „Preservation of Food by Freezing with Special Reference to Fish and Meat“. Departm. of Scientific and Industrial Research, Food-Invest. Board. Sp. Rep. no. 1922.
14. M. T. Zarotschenzeff: „Between two Oceans“, side 58.
15. H. F. Taylor: „Refrigeration of Fish“, side 616.
16. E. Kallert: „Die Gewebsveränderungen der Fischmuskulatur beim Gefrieren und ihr Nachweis an aufgetauten, zubereiteten und konservierten Fischen“. Die Kälte-Industrie 1931 s. 122.
17. Madison Cooper: „Practical Cold Storage“. Chicago 1914.
18. U. S. patent no. 31736 19. mars 1861.
19. U. S. patent no. 161596 6. april 1875.
20. H. Bull: „Frysning av agn i kjølelagre“. Årsberetning vedk. Norges Fiskerier .1927 no. 7.



21. J. O. Dahl og A. Nielsen: Reiseinnberetning, frysehuse, Norsk Fiskeritidende 1892, s. 324.
22. Årsberetninger fra Fiskeriforsøksstasjonen for 1892—93, 1893—94, 1909—10, 1910—11, 1912—13, 1914—15.
23. De viktigste patenter er Necolay Dahls og Ottensens, se henvisning nr. 32—35 og nr. 37.
24. Årsberetning fra Forsøksstasjonen og Lærestalten for Tilvirkning av Fiskeriprodukter i Bergen for året 1892—93.
25. H. Bull: „Indberetning til Indredepartementet over Fiskeriindustrier i Amerika, Frankrig og Storbritanien.“ Norsk Fiskeritidende 1893 s. 268.
26. Årsberetning fra Fiskeriforsøksstasjonen og Lærestalten for Tilvirkning av Fiskeriprodukter for året 1893—94.
27. Årsber. vedk. Norges Fiskerier, Forsøksstasj. I 1909—10.
28. — „ — — „ — III 1910—11.
29. — „ — — „ — s. 34 1912—13. Norsk Fiskeritidende 1913.
30. — „ — — „ — II 1914—15. Norsk Fiskeritidende 1915.
31. Norsk patent nr. 23410, fra 5. juni 1912 (Dahls første) Britisk patent nr. 13760, 6. mars 1912.
32. Norsk patent nr. 24599 (1919).
33. — „ 26039 (1914).
34. — „ 29797 (1916).
35. — „ 36722 (1918), 37741 (1918), 41173 (1919).
36. S. Schmidt-Nielsen: „Nogen forsøk over saltoptagelsen ved væskefrysning efter Nekolay Dahls metode“. Teknisk ukeblad nr. 36, 1920.
37. Norsk Patent nr. 23254, fra 13. desember 1911.
38. L. H. Almy and E. Field: „The Preservation of Fish frozen in chilled Brine. 1. The Penetration of Salt.“ Journ. of Industrial & Engineering Chem. 1921. s. 927.
39. Norsk Patent nr. 39914, fra 7. desember 1920.
40. Britisk Patent nr. 23126 (1913).  
U. S. patent nr. 1201552 (1916).
41. Die Kälte Industrie 1929 nr. 6, 1930 nr. 1.
42. M. T. Zarotschenzeff: „Between two Oceans“, side 84 ff.
43. J. E. Munson: „„Super-Frozen“ Packaged Fish From Florida“ „Booth Fisheries Co. Announces Quick-Freezer“. Fishing Gazette Aug. 1931.
44. Food Industries, Frozen Foods Number 1930. (Omhandler frysning av fisk, kjøtt bær, frukt og grønnsaker).
45. Norsk Fiskeritidende 1913 har særlig interesse idet der forekommer mange artikler og historik i anledning av Ottensens oppfindelse.

### **Annen litteratur hvortil ikke er direkte henvist i teksten.**

- A. G. Anderson: „On the Composition of Fish“ Fishery Board of Scotland 26. Annual Report 1907.“
- Chas. H. Stevenson: „Preservation of Fishery Products for Food“. U. S. Fish Commission 1898.
- H. D. Pease: „Effect of Prolonged Periods of Cold Storage on the Bakteria in the Tissues of Fish“. Forhandlinger ved „Third International Congress of Refrigeration“, Chicago 1913. Vol. 1.
- W. E. Warner: „Refrigeration in the Fish Trade“ Cold Storage and Produce Rewiev Vol. 30, 1917. London.

- W. Schlienz: „Die Tiefkühlanlagen für Fische in Deutschland und der Handel mit Kühlfisch“. Jahresbericht über die deutsche Fischerei 1925.
- E. D. Clarke, L. H. Almy og M. E. Pennington: „The commercial Freezing and Storage of Fish“ U. S. Depart. of Agriculture, Bureau of Chemistry, Bulletin 635, 1918.
- E. D. Clarke, og L. H. Almy: „A chemical Study of frozen Fish in Storage for short and long Periods. Journ. of Ind. & Eng. Chem. 1920.
- L. H. Almy og E. Field: The Preservation of Fish frozen in chilled Brine. 2) The keeping Quality of Fish“. Journ. of Ind. & Eng. Chem. 1922.
- Ione H. Green: „Report of Experiments on Cold Storage of Herrings carried out at North Shields“ (juni, juli 1919)“. Dept. of Scient. and Ind. Research, Food Invest. Board Nr. 11 London 1920.
- G. K. Holmes: „Cold Storage Business Features“. Bulletin 93 U. S. Dept. of Agriculture.
- G. K. Holmes: „Cold Storage and Prices“. Bull. 101. U. S. Dept. Agr.
- M. Hirsch: „Das Kühlwerk Cuxhafen“. Zeitschrift für die gesammte Kälte Industrie. Hefte 4, april 1926.
- R. Plank: „Theories concerning the Changes taking Place in the Cell Membrances of Animal Flesh during the Process of Refrigeration“. Ice and Cold Storage 1925.
- W. Schlienz: „Die neue Wege im Fischhandel“. Deutsche Fischhandel nr. 20—21, november 1925. Berlin.
- H. F. Taylor: „Brine-Freezing of Fish“. U. S. Bureau of Fisheries Econ. Circular nr. 53, Washington 1921.
- H. F. Taylor: „Modern Methods of Merchandizing Fish“. Published by the Paterson Parchment Paper Co. Passaic, N. J.
- C. B. Weld: Changes in Size of Fish during brining“. Halifax 1926.
- C. B. Weld og D. D. MacKay: „Structural Changes of Fish Muscle During Freezing“. Halifax 1926.
- R. Plank: „Amerikanische Kältetechnik“. Berlin 1929.
- Swift & Co.'s Year Book. Chikago 1930.
- Bulletins of American Ottesen Corporation U. S. A.

### Tidsskrifter som fra tid til annen har artikler om fiskefrysning.

- Fishing Gazette. New York.
- The Fish Trades Gazette. London.
- The Fishing News. London.
- Ice and Refrigeration. Chicago.
- Ice and Cold Storage. London.
- Refrigerating Engineer. New York.
- Food Industries, Manufacturing and Processing. New York.
- Cold Storage and Produce Review. London.
- Imperial Food Journal. London.
- Die Kälte Industrie. Hamburg.
- Eis und Kälte Industrie.
- Canadian Fisherman. Gardenvale.
- Pacific Fisherman. Washington.
- International Bulletin of Information on Refrigeration. Paris.

Ovenstående litteratur og tidsskrifthenvisninger gjør på ingen måte fordring på å være uttømmende. Der finnes en betydelig litteratur over den teoretiske såvelsom den praktiske side av fiskefrysning, men vi mener å ha medtatt det viktigste av hvad vi for tiden kjenner til.



