

FISKERIDIREKTORATETS KJEMISK-TEKNISKE
FORSKNINGSINSTITUTT

Dobbelfrysing av fisk.
Forsøk ved Fi-No-Tro, Honningsvåg.

ved Rolf Ruud.

R.nr. 88.
A. h. 57.

BERGEN

Innledning.

Etter ytterligere forandringer ved opptiningsanlegget ved Fi-No-Tro i Honningsvåg ble det i tidsrommet 17.9.-4.10.1964 foretatt opptiningsforsøk i Fiskerilaboratoriets regi. I samme tidsrom ble også en arbeider ved bedriften opplært i "kjøring" av tine-tunnelen, slik at bedriften er i stand til å fortsette forsøksproduksjonen på egenhånd.

Forandringene av tineanlegget utført av Bygnings- og Maskin-teknisk Avdeling, besto i utskifting av trallene med to reolrekker plasert midt i tunnelen. I disse reolene av tre, blir fiskeblokkene lagt på brett av galvanisert jern. Reolene som er 46 cm lange, 15 cm høye og 80 cm dype, gir i alt plass for 120 blokker a 20 kg. De to reolrekker som står imot hverandre blir fylt fra hver sin side av tunnelen. Mellom hver enkel reol i de to sammenstøtende reolrekker er det plasert et 10 cm bredt bord for avgrensning av tunnelens frie tverrsnitt. Man kan derfor "kjøre" tunnelen uten å fylle fiskeblokker i hver enkel reol og allikevel få en riktig luftfordeling og lufthastighet.

Viftemotoren er blitt erstattet med en med dobbel så stor effekt som den tidligere. Effekten er nå 20 HK og omdreiningstallet 1450 o/min.

Lufthastigheten basert på hastighetsmålinger med velometer i tilbakeløpskanalen var 29800 m³/h i tom tunnel. Lufthastighet målt i spaltene mellom de to reolrekkene var 5-6 m/sek. øverst, 6-7 m/sek. i midten og 8-9 m/sek. nederst i tunnelen.

Forsøksbetingelser.

Luften ble fuktet med damp som ble tilført fra et rør plasert på tvers i tilbakeløpskanalen like ved inngangen til tunnelen. Dampen kom som tidligere fra kjelen i "fyrhuset" i første etasje. Tilførselsledningen for damp var forsynt med en reduksjonsventil og en seteventil for håndregulering.

Reduksjonsventilens oppgave var å holde et jevnt trykk på 3 kg/cm² foran den på damprøret påmonterte blende for måling av dampmengden. På grunn av trykktap i rør og ventiler oppnådde man aldri det ønskede trykk, og dampen måtte passere umålt.

Temperaturen under forsøkene ble forsøkt holdt på 20°C. Temperaturdifferansen på forskjellige steder i tunnelen var 3-4°C og det ble ved enkelte forsøk målt temperaturer 22-23°C.

Luftfuktigheten var 100 % ved samtlige forsøk. Tinetiden var fra 4½ - 5½ time.

Råstoff.

Mesteparten av det benyttede råstoff var sei som var opp til ½ døgn gammel før den ble sløyet og hodekappet, lagt i "dyreførkasser" og frosset i tunnel. Vekten pr. sei i sløyet og hodekappet stand var ca. 1 kg.

200 blokker a 25 kg var fryselagret i ca. 2 måneder før optining. Det ble i alt tint ca. 19000 kg mens jeg var til stede. Ca. 14000 kg ble optint umiddelbart etter uttak av frysetunnelen. Disse 14000 kg ble frosset i blokker á 40 kg i "dyreførkasser". Blokkene ble avdelt horisontalt på midten ved hjelp av vokset papp. Disse blokkene ble så delt med en kile eller et spett i blokker á 20 kg og tykkelse 7-8 cm ved fylling i tinetunnelen. Fordelen med denne fremgangsmåten var en bedre utnyttelse av frysekapasiteten og at man fikk solide og bastante blokker som egnet seg for håndtering og fryselagring. Nedfrysingstiden var 1½-2 døgn. For å prøve å få et inntrykk av frysetidens innflytelse ble ca. 80 kg sei frosset i fryseskap med frysetid 4-5 timer.

Det ble også gjort forsøk med noen blokker av torsk og hyse bestående av fisk på 1-3 kg i hodekappet og sløyet stand. Fisken ble etter hver optining umiddelbart filetert på maskin, og filetene (type C) pakket i standard pakninger (1 lbs).

Forsøksresultater.

For-søk nr.	Råstoff	Fryse-lagr.-tid døgn	Antall blokker, blokkvekt kg	Totalvekt kg	Gj.sn. tine-temp. °C	Tine-tid timer	Kvalitet av fileten før frysing	Filet-utbytte prosent
1	Sei	60	23 a 20 32 a 25	1360	21	4½	Bløt. Spaltet. Noe av fisken hadde "tinelukt"	
2	Sei	0	120 a 20	2408	20	4½	Ikke så bløt som ved forsøk 1.	50,6
3	Sei Torsk Hyse	0	72 a 20 14 " 20 1 " 20	1724	20	4½	Bløt og spaltet	48,4 41,4 -
4	Sei Torsk Hyse	0	118 a 20 2 " 20 1 " 20	2407	20	4½	God. Mindre bløt og spaltet	
5	Sei	2	114 a 20 6 a 15 kg skapfros.	2365	20	4½	Bløt. Den skapfrosne mindre bløt	51 50
6	Sei	0	120 a 20	2400	18	5	God. Mindre bløt og spaltet	51,8
7	Sei	0	120 a 20	2400	18	4½	- " -	48,8
8	Sei	75	110 a 25	2750	18	5½	Meget bløt og spaltet	49,4
9	Sei	75	58 a 25	1450	19	5½	- " -	

Det som særpreget fileten av den opptinte fisken var at den var bløt og at den spaltet seg i fiskekjøttet slik at fileten fikk et ofte lurvete utseende. Ved frysing av fileten fikk man større væsketap ved at større mengde væske ble presset ut av emballasjen. Vanligvis veier man inn med 2,7 % overvekt ved pakning av fileten. Tapet ved væskeutpressing i emballasje under frysing er ca. 1 %. For å oppnå riktig vekt måtte man under produksjonen med den opptinte fisken veie inn med ca. 6 % overvekt.

Væskeutpressing ble målt ved forsøk 5 ved veiing før og etter frysing av fileten. Svinnet ved 4 10 lbs'esker var følgende: 3, 2,7, 4,4 og 4,3 % som gir gjennomsnittet 3,6 %. Væsketapet under frysing er altså opp til ca. 3,5 % større enn ordinært. Disse 3,5 % fileten representerer et merforbruk av 7 % råstoff. Dette tallet kan muligens reduseres ved å pakke og fryse fileten i større enheter.

Ved forsøk 5 ble 80 kg rund sei frosset i fryseskap og frysetiden var her ca. 4½ time. Den tinte rundfisk av dette partiet var av utseende etter opptining, bedre enn den tunnelfrosne. Sammenlikningen ble foretatt sammen med ferskfiskkontrolløren på stedet. Den opptinte rundfisk ble karakterisert som iset fisk 2-5 døgn gammel. Fileten av den "skapfrosne" var synlig bedre enn den tunnelfrosne. Det var også en merkbar forskjell til fordel for den skapfrosne på smak og konsistens av den kokte dobbelfrosne fileten.

Fileten av råstoff som var fryselagret 60-75 døgn var som ventet meget bløtere og mer spaltet enn fileten av råstoff uten fryselagringstid.

Kvalitetsbedømmelse av den frosne fileten.

Fileten fra forsøkene 5 og 8 med fryselagringstid på råstoff 2 døgn og 75 døgn, er merket henholdsvis A og B.

Kokeprøve.

Prøve	Utseende		Lukt		Smak		Konsistens	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Heen	2,5	2,5	+ 2	2	1,5	2	2,5	2,5
Karsti	1,5	1,5	1 +	1	1,5	1,5	2,5	2
Ruud	2	2	1,5	2	2	2,5	2	2
Gj.snitt	2	2	1,6	1,7	1,7	2	2,3	2,2

Drypp og pressvann.

Prøve	Drypp g/100g		Pressvann g/100g		Sum g/100g
	.	Gj.sn.	.	Gj.sn.	Gjennomsn.
A	8,2-14,5	10,5	13,2-19,1	17,0	27,5
B	14,1-17,3	15,0	21,1-25,6	22,7	37,7

Gjennomsnittet er regnet av 3 prøver.

Under drypp og pressvann må man ta i betraktning det vann som presses ut under filetfrysingen og som gjennomsnittlig er 3,5 % mer enn ordinært. Summen av drypp og pressvann blir da 31 g/100g for A og 41,2 for B. Tallet for prøve A er normalt, mens det for prøve B kan sies å være for høyt.

Beregning av meromkostninger ved dobbelfrysingen.

Arbeidsomkostninger ved frysing og opptining.

Omkostningene er regnet på 2400 kg som representerer en fylling av tinetunnelen.

Pakking i former:	4 timeverk akkord:		
	2 øre/form:	2400·0,02	kr. 48,00
Tømming av former:	3 timeverk akkord:		
	50 øre/form:	60·0,5	" 30,00
Fylling av tinetunnel:	5 timeverk		
Uttak og rengjøring:	5 "		
	10 timeverk a	kr. 6,63	" 66,30
Pass av tineprosess:	4½ time a	kr. 6,63	" 30,00
			kr. 174,30
+ 20 % sosiale og administrative utgifter			" 34,90
			kr. 209,20

Arbeidsutgifter pr. råstoffkg: $209,20 : 2400 = 8,7$ øre.
Omkostningene inkluderer transportutgifter til og fra fryse- og tinetunnel.

Omkostninger til elektrisk strøm og damp ved tinetunnel.

Teoretisk varmebehov: 62 kcal/kg = 0,084 kWh.

2400 x 0,084:	202 kWh
Varmetap regnes 10 %	20,2 "
Viftemotor 14 kW i 4½ time:	63,0 "
	285,2 kWh

kWh prisen ved Fi-No-Tro er 7,4 øre/kWh.

Omkostninger pr. kg: $\frac{285,2 \times 7,4}{2400} = 0,88$ øre.

+ Omkostninger til damp ca. 0,1 øre pr. kg = 0,98 øre.

Omkostninger til elektrisk strøm ved frysetunnel.

Forbruk av elektrisk strøm ved frysing: 0,06 kWh/kg, som tilsvarer en utgift: $0,06 \times 7,4 = 0,45$ øre/kg.

Omkostninger på grunn av merforbruk av råstoff.

Man har et merforbruk av råstoff på 7 % på grunn av utpres-
sing av væske under filetfrysingen. Dette tilsvarer om man kalku-
lerer med minstepris på sei som er 0,67 kr/kg, et tillegg på $67 \times$
 $0,07 = 4,7$ øre pr. kg.

Avskrivninger og renter.

Man kan regne med at det bestående tineanlegg koster ca.
kr. 60.000. Avskrivningstiden settes til 5 år og rentefot 6 % p.a.

Driftstid: Alt. I A; 2 måneder a 25 døgn
Alt. II A, 4 måneder a 25 døgn

Tinekapasitet pr. døgn: 2 tipinger a 2400 kg.

Produksjon pr. år: Alt. I A; $4800 \times 2 \times 25 = 240.000$ kg
Alt. II A, $4800 \times 4 \times 25 = 480.000$ kg

Avskrivninger: $60.000 : 5 =$ kr. 12.000
Renter: 6 % p.a. = " 1.800
kr. 13.800

Avskrivninger og renter regnet pr. kg råstoff ved de to alternativer:

Alt. I A: $\frac{13.800 \times 100}{240.000} = 5,75$ øre

Alt. II A: $\frac{13.800 \times 100}{480.000} = 2,87$ øre

Om man tenkte seg utvidelse av kapasiteten til 10.000 kg/
døgn og at anlegget da ville koste kr. 200.000, ville man få føl-
gende priser ved de to alternativer:

Produksjon pr. år: Alt. I B; 500.000 kg
Alt. II B, 1.000.000 kg

Avskrivninger: $200.000 : 5 =$ kr. 40.000
Renter: = " 6.000
kr. 46.000

Avskrivninger og renter regnet pr. kg råstoff ved de to alternativer:

Alt. I B: $\frac{46.000 \times 100}{500.000} = 9,2$ øre

Alt. II B: $\frac{46.000 \times 100}{1.000.000} = 4,6$ øre

Ved et automatisk tineanlegg med kontinuerlig drift kan
man utelate det manuelle arbeid med fylling og tømning av tinetun-
nelen, dvs. at man sparer inn 38 % av de anslåtte arbeidsutgifter,
ved frysing og opptining. Disse utgifter blir da redusert til ca.
6 øre/kg. Rud. Baader, Lübeck, leverer slike anlegg, "Junella",
til ca. DM 360.000 med kapasitet 1 t/h. Ved kjøp i Tyskland inkl.
frakt og toll i DM = 2,40. Anlegget vil da koste kr. 865.000. I
tillegg kan man regne 10 % regnet på DM 360.000 og 1 DM = 1,80 for
montasje og totalt får man kr. 930.000.

Regner man her med en døgnkapasitet på 15 tonn får man ved
4 og 8 måneders årlig bruk, følgende priser:

Produksjon: III: 15.000 x 4 x 25 = 1.500.000 kg
 IV: 15.000 x 8 x 25 = 3.000.000 kg

Avskrivninger: 930.000 : 5 = kr. 186.000
 Renter: 6 % p.a. = " 28.000
kr. 214.000

Avskrivninger og renter regnet pr. kg råstoff ved de to alternativer:

$$\text{Alt. III: } \frac{214.000 \times 100}{1.500.000} = \underline{14,8 \text{ øre}}$$

$$\text{Alt. IV: } \frac{214.000 \times 100}{3.000.000} = \underline{7,4 \text{ øre}}$$

Ved et slikt automatisk tineanlegg må man derfor ha 8 måneders produksjon i året for å komme ned på samme kostnadsnivå som ved alt. II B.

Det er sannsynlig at et tineanlegg av samme type som det tyske skulle kunne leveres meget billigere av et norsk firma. Jeg vil i et slikt tilfelle anslå prisen til kr. 600.000 for et anlegg med samme kapasitet. For å komme ned på samme kostnadsnivå som II B, ca. 5 øre pr. kg, og tatt i betraktning de 3 ørene pr. kg man sparer i arbeidsomkostninger ved et automatisk anlegg, får man følgende nødvendige brukstid pr. år:

Avskrivning (5 år) og renter av de 600.000 = kr. 138.000 pr. år.

$$\text{Nødvendig brukstid pr. år: } \frac{138.000 \times 100}{8 \times 15 \times 25} = \underline{4,6 \text{ måneder.}}$$

Totale meromkostninger ekskl. fryselagringsutgifter pr. kg råstoff.

Omkostn. i øre pr. kg råstoff	Alternativ					
	I A	II A	I B	II B	III	IV
Arbeidsomkostninger v/frysing og opptining	8,70	8,7	8,70	8,7	5,40	5,40
Omkostninger el.strøm + damp v/tining	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Omkostninger el.strøm v/frysing	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Omkostninger p.g.a. merforbruk av råstoff	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70
Avskrivninger og renter på tineapparatet	5,75	2,87	9,20	4,60	14,80	7,40
	20,45	17,58	24,03	19,43	26,33	18,93

Omkostningene er beregnet på grunnlag av at bedriften selv fryser ned råstoffet og bare omkostninger til elektrisk strøm for fryseprosessen er medregnet. Omkostninger ved fryselagring er heller ikke medregnet. Man går altså ut fra å kunne benytte det bedriften allerede har av frysetunneler og fryselager.

Ved Fi-No-Tro, Honningsvåg, hadde man plass til å fryse 1,2 tonn/døgn rundfisk for opptining, under full produksjon (2 skift). På fryselager hadde man plass for maksimalt 50 tonn rundfisk. Man

er bare interessert i dobbelfrysing i land i perioder med over-skudd av råstoff. I slike perioder har man selvfølgelig full fi-letproduksjon med full belastning på frysetunnelen med dyrefor. For å kunne fryse ned råstoffoverskuddet i land og basere seg på dobbelfrysing, må man følgelig bygge ut frysingskapasiteten og fryselagringskapasiteten. Dersom omkostningene ved en slik utvi-delse belastes det dobbelfrosne produkt vil dette i enkelte til-felle bli uforholdsmessig kostbart. Bygnings- og Maskinteknisk Avdeling oppgir anleggskostnader for forskjellige fryserer:

Luftfryserer: kr. 15.000-17.000 pr. tonn pr. døgn
Vertikal platefryser: kr. 20.000 pr. tonn pr. døgn.

For alt. A med tinekapasitet 4,8 tonn/døgn kan man benytte en fryser med kapasitet 5 tonn/døgn og ved de øvrige alternativer en fryser med kapasitet 10 tonn/døgn.

Avskrivninger og renter blir i de forskjellige tilfelle:

	Luftfryser kapasitet		Vertikal platefryser kapasitet	
	5 tonn/døgn	10 tonn/døgn	5 tonn/døgn	10 tonn/døgn
Pris:	kr. 75.000	kr. 150.000	kr. 100.000	kr. 200.000
Avskr.pr.år + Renter	kr. 15.000 " 2.250	kr. 30.000 " 4.500	kr. 20.000 " 3.000	kr. 40.000 " 6.000
	kr. 17.250	kr. 34.500	kr. 23.000	kr. 46.000

Avskrivningstiden er satt til 5 år og rentefot 6 % p.a.

Alt.	Prod. pr.år tonn	Avskrivning og renter i øre pr. kg råstoff for fryserer			
		Luftfryser		Platefryser	
		5 tonn/døgn	10 tonn/døgn	5 tonn/døgn	10 tonn/døgn
I A	240	7,20		9,60	
II A	480	3,60		4,80	
I B	500		6,90		9,20
II B	1000		3,45		4,60
III	1500		2,30		3,00
IV	3000		1,15		1,50

Fryselagring.

Bygnings- og Maskinteknisk Avdeling oppgir en fryselagerpris ved -25°C på 250-300 kr/m³. Med en lagerkapasitet på 250 tonn og 1,3 tonn fisk/m² og 4 m takhøyde trenger man 200 m², dvs. 800 m³ fryselager.

Regner man med 275 kr/m³ vil dette fryselager koste kr. 220.000 som avskrevet over 5 år og 6 % p.a. gir en årlig utgift: kr. 50.600. Fordeler man dette på råstoffet får man pr. kg:

I A	21	øre	
II A	10,5	"	
I B	10,1	"	
II B	5,5	"	
III	3,3	"	
IV	3,3	"	(Regner med 500 tonns fryselager)

Prisen 21 øre pr. kg under I A er temmelig illusorisk da man ikke trenger å bygge et så stort fryselager for den lille produksjonen. Det er i det hele vanskelig å vite hvor meget av nedfrysings- og fryselageromkostningene man skal belaste dette råstoffet. Både fryser og fryselager benyttes jo en relativt liten del av året til dette formålet.

Ved luftfrysing og lagring i 1 måned er prisen eksempelvis ca. 14 øre/kg ved Bergen Fiskeindustri A/S. I prisen er inkludert arbeidsomkostninger og avanse. I direkte nedfrysings- og fryselagerutgifter kan man regne ca. 10 øre/kg. Ved anskaffelse av eget utstyr for nedfrysning og fryselagring, må man opp i en produksjon på 1000 tonn pr. år for å komme under 10 øre/kg.

Ved de forskjellige alternativ får man da følgende meromkostninger på råstoffet. I de tre siste rubrikkene er kalkulert for det tilfelle at man anskaffer fryser og fryselager som bare benyttes i tilknytning til dobbelfrysingsprosessen.

Alt.	Tinertype	Tinekap. tonn/ døgn	Prod. pr. år tonn	Meromkostninger i øre pr. kg			
				Tinings- + arbeidsomk. til frysing øre/kg	Tining + lagring øre/kg	Tining og lagring + nedfrysing	
						Luft- fryser	Plate- fryser
I A	H-vågtiner	4,8	240	20,4	41,4	48,6	51,0
II A	- " -	4,8	480	17,6	36,6	40,2	41,4
I B	- " -	10	500	24,0	35,1	42,0	44,3
II B	- " -	10	1000	19,4	24,9	28,4	29,5
III	"Junella"	15	1500	26,3	29,6	31,9	32,6
IV	beltetiner fra Baader	15	3000	18,9	22,2	23,4	23,7

Konklusjon.

Kvalitet:

Med følgende tinebetingelser: Luftfuktighet 100 %, lufttemperatur 18-20°C, lufthastighet 4-8 m/sek. og maksimal oppholdstid på 5 timer for fisk i tineapparat, kan man ved dobbelfrysing få et fullt brukbart filetprodukt hva utseende, lukt og smak og konsistens angår. 5 timers oppholdstid tilsier en blokktykkelse 7-8 cm og at blokkene er frosset i luftfryser.

De registrerte ulemper ved prosessen er at man ved skjæring av den opptinte fisken får en bløt, spaltet og lurvet utseende filet. Fileten slipper væske, ca. 3,5 % mer enn normalt, som presses ut i emballasjen under nedfrysingen. Sistnevnte gjelder standardpakninger på 1 pund. Det må bemerkes at frysehastigheten for det benyttede råstoff var 1½-2 døgn og at man kan forbedre filetkvaliteten ytterligere ved reduksjon av frysetiden til maksimalt 8 timer. Denne korte frysetid kan oppnås i vertikale platefrysere. Blokkene blir her mer kompakte sammenliknet med luftfrosne blokker. Dette gir seg utslag i en lengre tinetid for de platefrosne blokker med samme tykkelse. Om tinetiden ikke skal overstige 5 timer

for 10 cm tykke, platefrosne blokker må tineapparatet gi mulighet for deling av blokkene under tineprosessen. Det eneste tineapparat som muliggjør dette er den omtalte beltetiner.

Fryselagring mellom nedfrysing og opptining medfører kvalitetsforringelse. Fryselagringstiden ved -20 til -25°C bør ikke overstige 2 måneder for uemballerte eller uglaserte blokker.

Omkostninger.

For sei ble de kalkulerte meromkostninger 20,5 og 17,5 øre pr. kg råstoff ved årsproduksjon på 240 henholdsvis 480 tonn, og avskrivningstid på tineapparatet 5 år og rentefot 6 % p.a. Det er her forutsatt at man benytter de nedfrysings- og fryselagringsmuligheter som allerede forefinnes ved bedriften.

For at meromkostningene ved dobbelfrysing skal falle innenfor rimelige grenser må man enten basere seg på en høy årsproduksjon, minimum 2500-3000 tonn, med utvidelse av både nedfrysings- og fryselagringskapasitet, eller på en så lav produksjon, maksimalt 200-300 tonn pr. år, at man ikke trenger en slik utvidelse.

Videre forsøksvirksomhet.

Det ble avtalt med Fi-No-Tro at de skulle fortsette prøveproduksjonen med forskjellige fiskeslag, og at opplysninger om tinebetingelser og resultater samt prøver av det ferdige produkt blir sendt til Fiskerilaboratoriet. Man kan da etter hvert vente å få et ennå bredere grunnlag for vurdering av metoden.

Bergen, 21.10.1964.

Rolf Ruud.

