

Ek 6

FISKERIDIREKTORATET
BIBLIOTEKET

FISKERI-DIREKTORATET

Rapporter og meldinger

Nr. 6/81

Undersøkelse over kvalitet av fisk
lagret i kjølt sjøvann og i is. I.

av

Tertnes, G., Xu, X.L.,
Losnegard, N. og Langmyhr, E.

05
Rap

Nr. 6/81

Undersøkelse over kvalitet av fisk
lagret i kjølt sjøvann og i is. I.

av

Tertnes, G., Xu, X.L.,
Losnegard, N. og Langmyhr, E.

Tertnes, Losnegard og Langmyhr er alle ansatt ved Fiskeridirektoratet, Sentrallaboratoriet, Bergen. Xu er ansatt ved Yellow Sea Fisheries Research Institute, Qingdao, China, men arbeidet som NORAD-stipendiat ved Sentrallaboratoriet i 11 måneder, 1980-81.

Oversikt over figurer og tabeller

	side
Fig. 1. Prinsippskisse over RSW-tank og teknisk arrangement	5
" 2. Temperatur i RSW-lagret fisk	7
" 3. Fiskens vektendring under lagring i RSW	8
" 4. Fiskens vektendring under lagring i is	8
Tab. 1. Temperaturmålinger	6
" 2. Sensorisk bedømmelse ved tidspunkt for prøveuttak	10
" 3. Rangering av kvalitet av ferskfisk (0) og fisk lagret 1 døgn i is (1i) eller 1 døgn i tank (1t)	11
" 4. Rangering av kvalitet av fisk lagret 3 døgn i is eller tank eller tank + is	11
" 5. Rangering av kvalitet av fisk lagret 6 døgn i is eller tank eller tank + is	12
" 6. Rangering av kvalitet av fisk lagret 9 døgn i is eller tank eller tank + is	12
" 7. Rangering av kvalitet av fisk lagret 15 døgn i is eller tank eller tank + is	12
" 8. Rangering av kvalitet av de ulike prøve-varianter	14
" 9. Fordeling av rangerings-nummer på de ulike prøve-varianter	15
" 10. Kvalitets-poeng avgitt av laboratoriets testpanel	16
" 11. Fiskens innhold av TMAO-N og DMA-N	17
" 12. Fiskens innhold av tot.fl.N og TMA-N	18
" 13. Fiskens hypoxantin-innhold og Torry-meter-tall	19
" 14. Fiskens dryppvann og pressvann	20
" 15. Fiskens innhold av vann og salt	21
" 16. Totalt antall levende bakterier i fiskekjøttet	22
" 17. Koliforme bakterier og fekale streptokokker i fiskekjøttet	23
" 18. Totalt antall levende bakterier på fiskeskinnet	24
" 19. Bakteriologiske undersøkelser av sjøvannsprøver fra tank-systemet	25
" 20. Kjemiske analyser av tinevannet fra ising av fisk	26

005278

UNDERSØKELSE OVER KVALITET AV FISK LAGRET I
KJØLT SJØVANN OG IS. I.

av

Tertnes, G., Xu, X.L., Losnegard, N. og Langmyhr, E.

SAMMENDRAG

Porsjoner av småsei (*Pollachius virens*) ble behandlet forskjellig med hensyn til bløgging, sløyning og hodekapping og ble deretter lagret henholdsvis i kjølt sjøvann (RSW) og i is i inntil 15 døgn.

I et delforsøk ble fisken først lagret i RSW og senere overført til videre lagring i is.

Prøver ble tatt ved forskjellige lagringstidspunkter og undersøkt ved sensoriske, kjemiske, fysikalske og bakteriologiske metoder.

Fiskens vektendring under lagring i RSW og i is ble bestemt.

Tinevannet fra lagring i is ble oppsamlet og analysert med hensyn på løselige komponenter fra fisken.

Sensorisk bedømmelse viste at islagret fisk generelt hadde bedre holdbarhet enn tanklagret.

Bløgging og sløyning hadde positiv innvirkning på holdbarheten.

Alle prøvevarianter fikk en vektøkning under lagring i RSW (7-8 % etter 15 døgn).

Under islagring fikk fisken generelt et vekttap (0-4 % etter 15 døgn).

Flyktige aminer og trimetylaminoksyd vaskes for en del bort med tinevannet under islagringen (30-40 % i forhold til det som blir igjen i fisken).

Tanklagret fisk hadde relativt liten bakteriebelastning. Dette oppfattes som en effekt av UV-bestrålingen av sjøvannet.

INNLEDNING

Forsøket som beskrives i denne rapporten er det første i en planlagt serie. Totalprosjektet vil ta opp til undersøkelse forskjellige faktorer som antas å ha betydning for fiskens holdbarhet.

Blant annet er det av interesse å få sammenlignet holdbarheten av bløgget og ubløgget fisk, sløyd og usløyd fisk. Erfaringsmessig er det godt grunnlag for å mene at bløgging og sløyning gir vesentlig bedret holdbarhet. Dette er derfor nedfelt i de offisielle forskrifter for behandling av ferskfisk, der det generelt påbys at fisken bløgges straks den kommer over rekken og sløyes snarest mulig etter at den har blødd ut.

En hovedinteresse er å få undersøkt forskjellige faktorerens betydning for fiskens holdbarhet under lagring i RSW. Her kan nevnes UV-bestråling eller jodtilsetning for sterilisering av sjøvannet, lagringstemperatur og sjøvannets saltgehalt. Iset fisk vil generelt bli brukt som sammenligningsgrunnlag.

Flere avdelinger innen Fiskeridirektoratet bidrar aktivt til gjennomføringen av prosjektet: Teknisk avdeling, Avdeling for kvalitetskontroll og Sentrallaboratoriet.

Prosjektet er satt i gang etter oppdrag fra E. Sola. R. Paulsen og M. Åkre har stått for det tekniske arrangementet og overvåkingen av dette. Den sensoriske bedømmelsen av fisken under forsøket ble utført av P.D. Iversen, A. Lerøy og T. Otnes. F. Iversen hadde ansvaret for de bakteriologiske undersøkelsene. M. Bueide og B. Eriksen deltok i den praktiske gjennomføringen av forsøket, som ble utført i Skålevik.

Olje/fisk-fondet har ytt midler til prosjektet.

MATERIALE OG METODER

Forsøksfisk

Nyslaktet småsei (*Pollachius virens*) ble inndelt i 4 grupper etter behandlingsmåte:

- A. Ubløgget, usløyd
- B. Bløgget, usløyd
- C. Sløyd, hodekappet
- D. Sløyd, med hode, uten gjeller

Vekten av enkeltfisk varierte fra 700 g til 1000 g.

Av forsøkshensyn er fisk A og B ikke behandlet i samsvar med de offisielle forskriftene.

Metoder

Trimetylaminoksyd (TMAO) ble analysert som angitt av Jakobsen (1).

Dimetylamin (DMA) ble bestemt etter Dowdens metode (2).

Totalt flyktig nitrogen (tot.fl.N) og trimetylamin (TMA) ble analysert som angitt av Hjorth-Hansen og Bakken (3).

Hypoxantin-bestemmelse ble utført etter metode av Jones et al. (4).

Dryppvann, pressvann, vanninnhold og salt ble undersøkt som beskrevet i Sentrallaboratoriets metodesamling, henholdsvis metode nr. 10, 3 og 40 (5).

Fiskens friskhet ble målt med GR Torrymeter som beskrevet av Jason og Richards (6). Gjennomsnittstall ble beregnet fra måling av 16 enkeltfisker.

Sensorisk bedømmelse ble foretatt for hvert prøveuttak under forsøket. Prøvematerialet ble senere bedømt i laboratoriet av et testpanel på 6 personer. Dommerne ble bedt om å rangere prøvene på basis av totalinntrykk etter bedømmelse av utseende, lukt, konsistens og smak. I tillegg skulle hver prøve gis kvalitetspoeng etter en skala fra 9 til 1, der 9 representerte toppkvalitet og 5 var satt som grense for akseptabilitet.

Signifikante forskjeller i rangering ble bestemt etter Kramers metode (7 og 8).

Totalt antall levende bakterier ble bestemt som foreslått av ICMSF (9): Enumeration of mesophilic aerobes, Method 3⁴ (The Drop Plate).

Koliforme og fekal koliforme bakterier ble bestemt etter metode av ICMSF (9): Enumeration of coliforms, Determination of Most Probable Number (MPN), Method 1¹ and Determination of Coliform Organisms of Fecal Origin, Method 1⁷.

Fekale streptokokker ble bestemt etter overflateutsæd på Enterococcus-Agar (Difco nr. 0746-01) som angitt av NMK (10). Typiske kolonier etter inkubasjon ved 37° i 72 timer ble medregnet.

EKSPERIMENTELT

Lagringsbetingelser. Som nevnt under Materiale og metoder ble fisken inndelt i fisk A, B, C og D, alt etter behandlingsmåte. Rundt 150 kg fisk fra hver behandlingsmåte, tilsammen 600 kg fisk ble lagret samtidig i en tank på ca. 1000 liter. Tanken inneholdt ca. 400 liter sjøvann, som var nedkjølt til ca. 0° før fisken ble overført. Sjøvannet ble sirkulert og måtte passere en UV-kilde for sterilisering gjennom hele forsøket.

Parallelt med tanklagring ble fisk A, B, C og D også iset i separate kasser for sammenlignende undersøkelse.

I et delforsøk ble fisken først lagret i RSW og senere overført til videre lagring i is.

Temperaturmålinger. Temperaturen i tanken ble termostatregulert til rundt -0,5°C. Temperaturen i noen enkeltfisker i tanken ble målt kontinuerlig forsøket igjennom. Den isete fiskens, tankvæskens og rommets temperatur ble målt ved gitte tidspunkter.

Tinevannsundersøkelse. I et eget forsøk ble porsjoner a 20 kg av henholdsvis fisk A, B, C og D iset i kasser. Smeltevannet ble oppsamlet i begerglass omgitt av is og analysert med hensyn til ekstraktivstoffer fra fisken.

Fiskens vektendring under lagring. Enkeltfisker, lagret i is og i RSW, ble veiet ved start og ved forskjellige tidspunkter under forsøket for å kunne beregne den prosentvise vektendringen under lagring.

Prøvetaking. Prøver av islagret og tanklagret fisk ble uttatt ved bestemte tidspunkter. Volumet av fisk + sjøvann i tanken ble holdt konstant. Det ble derfor fylt opp med sjøvann når prøver ble uttatt fra tanken.

Fiskeprøvene ble fryselagret inntil analyse.

RSW-tank og teknisk arrangement er vist i Fig. 1. Jodtilsetnings-enheten ble koplet ut under dette første forsøket. UV-anlegget besto av 6 lamper, hvorav 3 lamper var koplet i serie i to parallelle linjer. Anlegget var plassert før "innløp tank", og vannet passerte et grovfilter og et finfilter før det gikk gjennom UV-anlegget. Ca. 33 liter sjøvann passerte UV-anlegget pr. minutt.

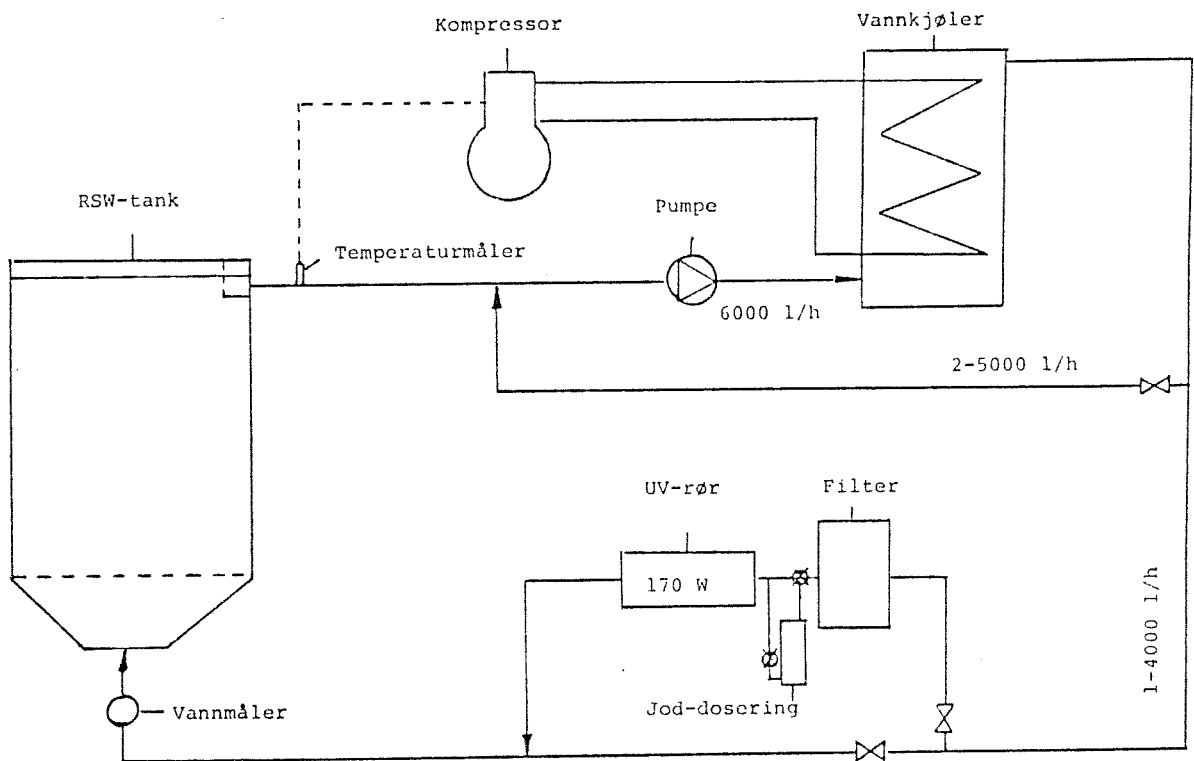


Fig. 1. Prinsippskisse over RSW-tank og teknisk arrangement

RESULTATER OG DRØFTING

Temperaturen i tanken varierte mellom 0° og $-0,5^{\circ}$ mesteparten av forsøks tiden (Tab. 1 og Fig. 2). Som det går frem av Fig. 2, er temperaturen høyere umiddelbart etter at fisken er overført til tanken, og også ved tidspunkter der fisk uttas og erstattes med sjøvann.

Tab. 1. Temperatur-målinger

Antall dager fra start	Temperatur, $^{\circ}\text{C}$			
	Islagret fisk	Tanklagret fisk	Tankens utløp	Rom- temperatur
0 (0 timer)	+0,9	+4,3	+1,7	+10,5
0 (2 timer)	+0,1	+1,4	+1,0	+10,5
1	+0,6	-0,5	-0,5	+11,5
2	0,0	-0,2	-0,3	+ 9,0
3	-0,1	0,0	0,0	+ 8,5
6	-0,1	-0,3	-0,3	+ 8,0
8	0,0	-0,5	-0,5	+ 9,0
9	-0,1	-0,2	-0,3	+ 6,5
15	-0,2	-0,5	-0,5	+ 6,5

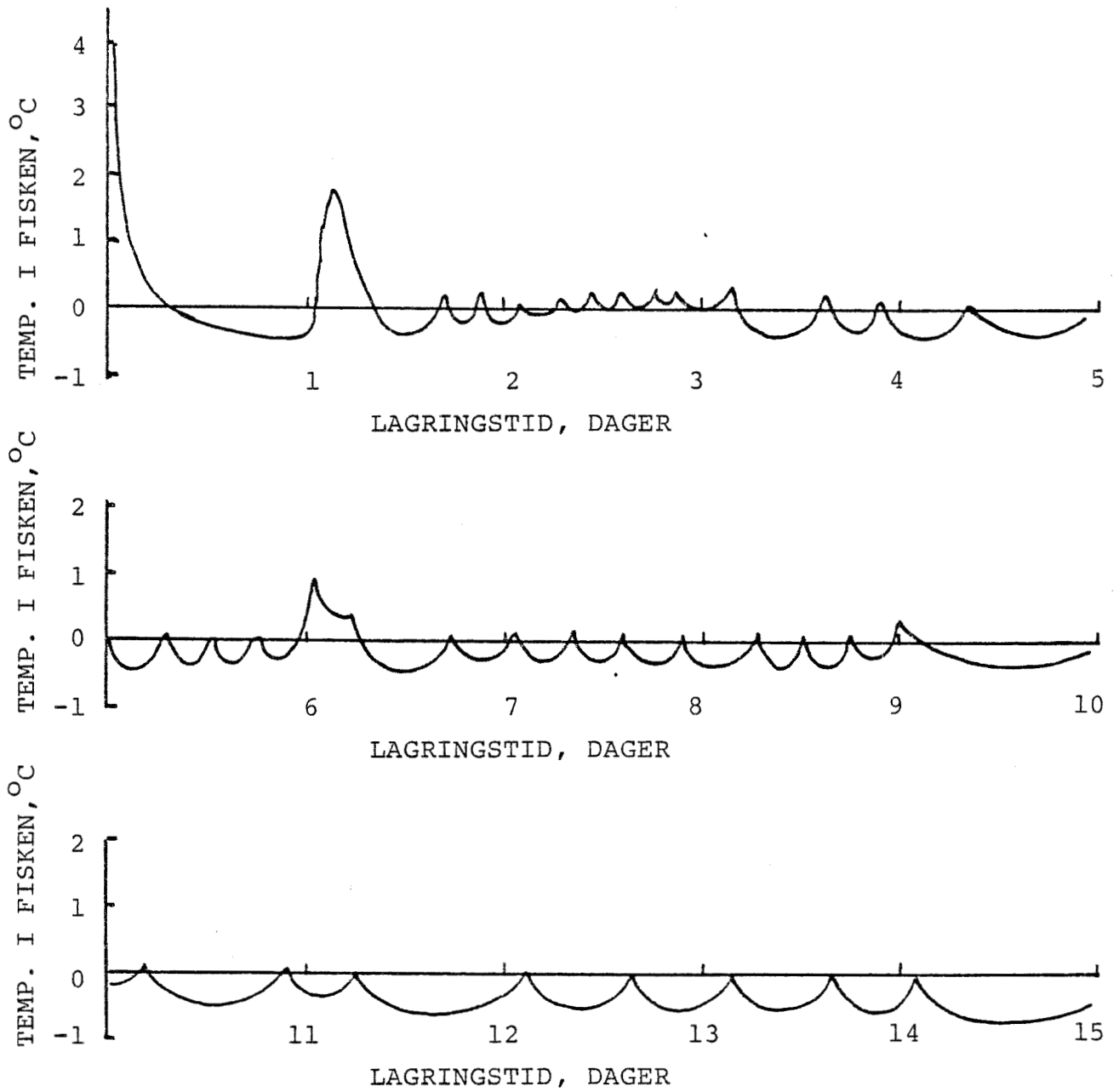


FIG. 2. TEMPERATUR I RSW-LAGRET FISK

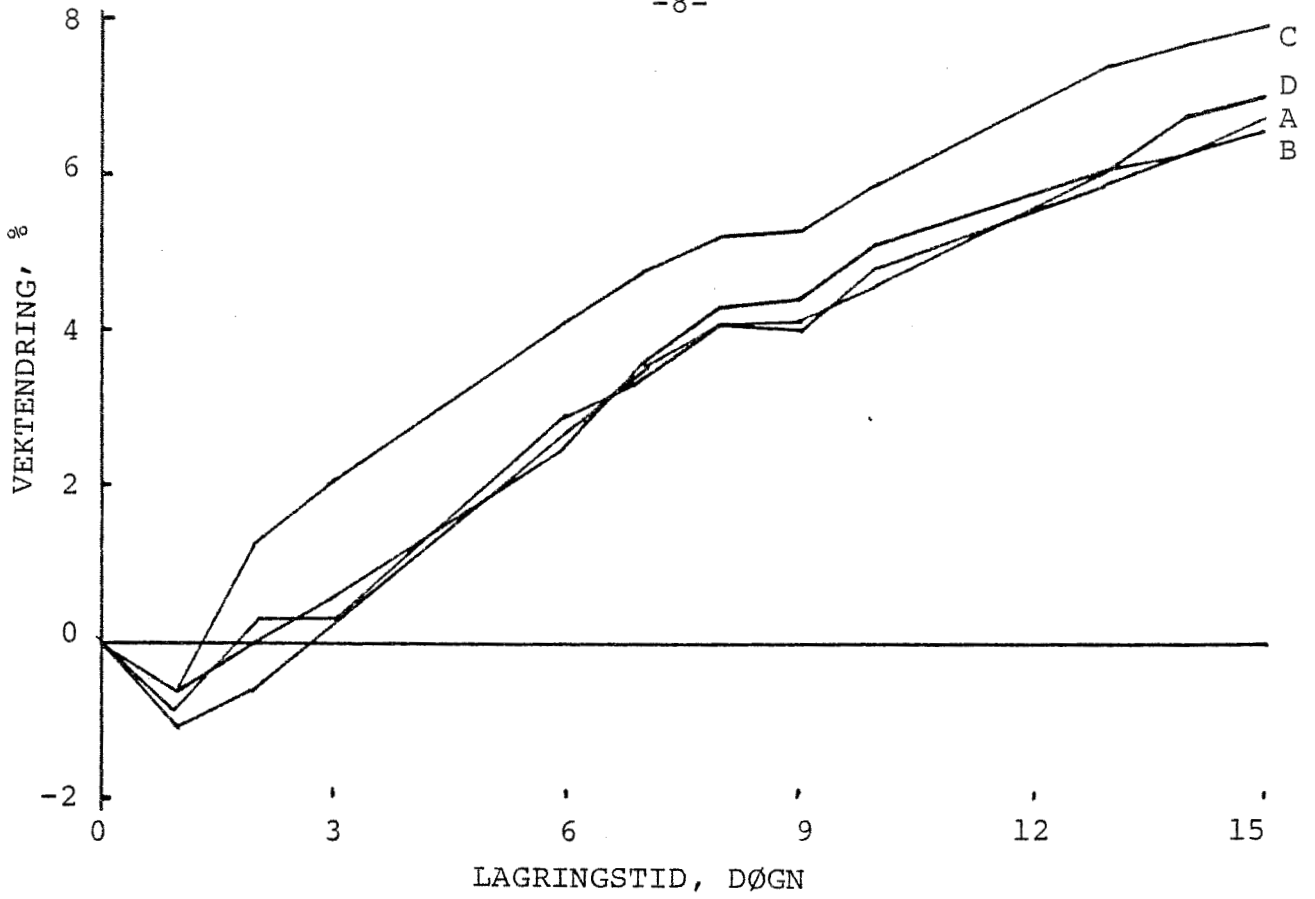


FIG. 3. FISKENS VEKTENDRING UNDER LAGRING I RSW

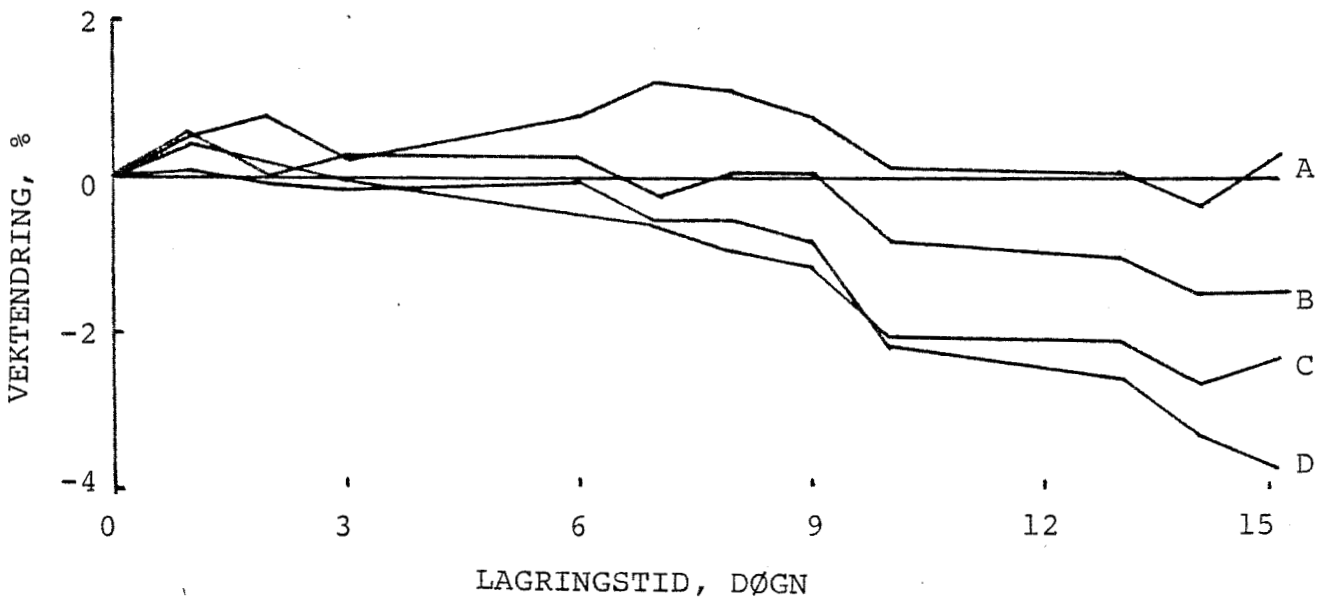


FIG. 4. FISKENS VEKTENDRING UNDER LAGRING I IS

Fisk A, B, C og D oppfører seg generelt likt med hensyn til vektendring under lagring i RSW (Fig. 3). Vekten avtar noe det første døgnet, men øker deretter kontinuerlig forsøket igjennom. Fisk C har den største vektøkningen med ca. 8 %.

Vektutviklingen er annerledes hos islagret fisk (Fig. 4). Samtlige prøvetyper har en liten vektøkning det første døgnet. Fisk B, C og D har deretter generelt et vekttap i resten av forsøkestiden. Fisk A når sin maksimale vekt 7 dager fra start, men ender opp med sin opprinnelige vekt ved forsøksslutt.

Tab. 2. Sensorisk bedømmelse ved tidspunkt for prøveuttak

tank	Døgn i		Kvalitetspoeng ¹⁾								Kommentarer
	is	totalt	A ²⁾		B ²⁾		C ²⁾		D ²⁾		
			H ³⁾	F ⁴⁾	H	F	H	F	H	F	
0	0	0	9	9	9	9	9	9	9	9	A,B: Fri for mageinnhold
0	1	1	9	9	9	9	9	9	9	9	
0	3	3	6	6	6	7	7	7	7	7	A,B: Buktært A,B,C,D: Bløt i kjøttet
0	6	6	7	6	7	6	7	7	6	6	A,B,C,D: Bløte fileter
0	9	9	5	5	4	4	5	5	6	5	A,B: Innvollslukt A,B,C,D: Bløte fileter
0	15	15	3	4	3	4	4	4	5	4	A,B,C,D: Lukter bedervet
1	0	1	8	8	8	8	8	8	8	8	A,B : Opake pupiller. A,B,C,D: Noe utvasket kjøtt
3	0	3	6	6	6	6	7	7	7	7	A,B: Innvollslukt, enkelte galleflekker
6	0	6	5	5	6	5	6	6	6	6	A,B: Innvollslukt, galleflekker A,B,C,D: Konkave øyne
9	0	9	4	4	5	5	5	5	5	5	A,B: Buktært, innvollslukt
15	0	15	3	4	3	4	5	5	5	5	A,B: Innvollslukt, misfarget filet
1	2	3	7	6	6	6	7	7	7	7	A,B: Bleke gjeller, buktært A,B,C,D: Bløt i kjøttet
1	5	6	5	4	5	4	6	6	6	6	A,B: Lukt av innvoller og gjeller
1	8	9	4	4	4	3	5	5	5	5	A,B: Innvollslukt
1	14	15	3	4	3	4	4	4	4	4	A,B,C,C: Lukter bedervet
3	3	6	4	4	4	4	5	5	5	5	A,B: Innvollslukt, buktært A,B,C,D: Bløt i kjøttet
3	6	9	4	3	4	4	5	5	5	5	A,B,C,D: Bløte fileter
3	12	15	3	3	3	4	4	4	4	4	A,B,C,D: Lukter bedervet
6	3	9	4	4	3	4	5	5	5	5	A,B: Innvollslukt
6	9	15	3	4	3	4	4	4	4	4	A,B: Lukt fra innvoller og gjeller A,B,C,D: Bløte fileter
9	6	15	3	4	3	4	4	4	5	4	A,B: Innvollslukt

- 1) Kvalitetspoengene er basert på en kvalitetsskala fra 9 til 1, der 9 indikerer toppkvalitet, mens 5 indikerer grensen for akseptabilitet.
- 2) A,B,C,D: Prøvetyper definert under Materiale og metoder, side 3.
- 3) H = Hel fisk
- 4) F = Filet

Den sensoriske bedømmelsen ved prøveuttak går frem av Tab. 2. Gjennomgående ligger tallkarakterene lavere for usløyd fisk (A og B) enn for sløyd (C og D). Det påpekes at usløyd fisk har tørte buker og lukt av innvoller og gjeller.

Resultatene av den sensoriske bedømmelsen utført på laboratoriet av et testpanel på 6 dommere, er vist i tabellene 3 til 9. Prøvene er ordnet etter stigende rangeringssum (fallende kvalitet). Prøvebetegnelser som er understreket av en og samme linje er ikke signifikant forskjellige (>95 % sannsynlighet). Prøvebetegnelser som ikke er understreket av en og samme linje er signifikant forskjellige.

Tabellene omfatter også en serie prøver som initialt ble lagret i tank og senere overført til is for videre lagring. Disse prøvene vil imidlertid bli utelatt fra den videre diskusjonen da de kan virke forstyrrende på sammenligningen av ren islagring og ren tanklagring.

Tab. 3. Rangering av kvalitet av ferskfisk (0) og fisk lagret 1 døgn i is (1i) eller 1 døgn i tank (1t)

Forsøksfisk	Rangering nr.:		
	1	2	3
A. Ubløgget, usløyd	<u>1i</u>	<u>1t</u>	0
B. Bløgget, usløyd	<u>1i</u>	<u>1t</u>	0
C. Sløyd, hodekappet	<u>1t</u>	<u>1i</u>	0
D. Sløyd, med hode, uten gjeller	<u>1t</u>	<u>1i</u>	0

Tab. 4. Rangering av kvalitet av fisk lagret 3 døgn i is eller tank eller tank + is

Forsøksfisk	Rangering nr.:		
	1	2	3
A. Ubløgget, usløyd	<u>3t</u>	<u>3i</u>	<u>1t/2i</u>
B. Bløgget, usløyd	<u>3t</u>	<u>1t/2i</u>	<u>3i</u>
C. Sløyd, hodekappet	<u>1t/2i</u>	<u>3i</u>	3t
D. Sløyd, med hode, uten gjeller	<u>1t/2i</u>	<u>3i</u>	3t

Tab. 5. Rangering av kvalitet av fisk lagret 6 døgn i is eller tank eller tank + is

Forsøksfisk	Rangering nr.:			
	1	2	3	4
A. Ubløgget, usløyd	6i	3t/3i	1t/5i	6t
B. Bløgget, usløyd	6i	3t/3i	6t	1t/5i
C. Sløyd, hodekappet	6i	1t/5i	3t/3i	6t
D. Sløyd, med hode, uten gjeller	1t/5i	6i	3t/3i	6t

Tab. 6. Rangering av kvalitet av fisk lagret 9 døgn i is eller tank eller tank + is

Forsøksfisk	Rangering nr.				
	1	2	3	4	5
A. Ubløgget, usløyd	9i	6t/3i	1t/8i	3t/6i	9t
B. Bløgget, usløyd	9i	1t/8i	3t/6i	9t	6t/3i
C. Sløyd, hodekappet	9i	1t/8i	9t	3t/6i	6t/3i
D. Sløyd, med hode, uten gjeller	1t/8i	9i	6t/3i	3t/6i	9t

Tab. 7. Rangering av kvalitet av fisk lagret 15 døgn i is eller tank eller tank + is

Forsøksfisk	Rangering nr.:					
	1	2	3	4	5	6
A. Ubløgget, usløyd	9t/6i	3t/12i	6t/9i	15t	1t/14i	15i
B. Bløgget, usløyd	3t/12i	9t/6i	15i	6t/9i	15t	1t/14i
C. Sløyd, hodekappet	9t/6i	3t/12i	6t/9i	15t	15i	1t/14i
D. Sløyd, med hode, uten gjeller	3t/12i	9t/6i	6t/9i	15i	1t/14i	15t

Sammenlignes fiskens kvalitet på grunnlag av lagringsbetingelser, kan følgende konklusjoner utledes av tabellene 4 til 7:

- Kvaliteten av fisk A er signifikant bedre etter lagring 6 døgn i is enn 6 døgn i RSW (Tab. 5). Det motsatte er tilfellet ved lagring i 15 døgn (Tab. 7).
- Kvaliteten av fisk C er signifikant bedre etter henholdsvis 3, 6 og 9 døgns lagring i is enn etter tilsvarende lagringstider i RSW (tabellene 4, 5 og 6).
- Kvaliteten av fisk D er signifikant bedre etter henholdsvis 6 og 9 døgns lagring i is enn etter tilsvarende lagringstider i RSW (tabellene 5 og 6).

Tab. 8. Rangering av kvalitet av de ulike prøvevarianter

De 4 råstoffvariantene A, B, C og D, lagret under identiske betingelser, ble rangert.

A = ubløgget, usløyd fisk

B = bløgget, usløyd

C = sløyd, hodekappet fisk

D = sløyd fisk, med hode, uten gjeller

Døgn i		Rangering nr.:			
tank	is	1	2	3	4
	1	B	D	C	A
	3	C	B	D	A
	6	C	D	B	A
	9	C	D	A	B
	15	D	C	A	B
1		C	A	D	B
3		B	C	D	A
6		B	C	D	A
9		C	B	D	A
15		A	B	C	D
1	2	C	D	A	B
1	5	C	D	A	B
1	8	C	D	B	A
1	14	A	B	D	C
3	3	A	C	D	B
3	6	C	B	D	A
3	9	B	C	A	D
6	3	C	B	D	A
6	9	B	C	A	D
9	6	A	B	D	C

Sammenlignes fiskens kvalitet på grunnlag av dens behandling før lagring, kan følgende konklusjoner utledes av Tab. 8:

- Fisk C har signifikant bedre kvalitet enn fisk A, B og D etter henholdsvis 3 og 9 døgns lagring i is.
- Fisk D har signifikant bedre kvalitet enn fisk A, B og C etter 15 døgns lagring i is.
- Fisk B har signifikant bedre kvalitet enn fisk A etter 3 døgns lagring i RSW.

Tab. 9. Fordeling av rangerings-nummer på de ulike prøve-varianter

Forsøksfisk	Fordeling			
	Rangering nr.:			
	1	2	3	4
A. Ubløgget, usløyd	4	1	6	9
B. Bløgget, usløyd	5	7	2	6
C. Sløyd, hodekappet	10	6	2	2
D. Sløyd, med hode, uten gjeller	1	6	10	3

Tab. 9 viser hvor hyppig hvert rangerings-nummer forekommer for hver av råstoff-variantene. Resultatene er beregnet fra Tab. 8. Fisk C rangeres som nr. 1 i 10 av 20 tilfeller, mens fisk A rangeres som nr. 4 (og sist) i 9 av 20 tilfeller.

Tab. 10. Kvalitets-poeng avgitt av laboratoriets testpanel

Døgn i			Poeng ¹⁾			
tank	is	totalt	A	B	C	D
0	0	0			6,3	
0	1	1	6,6	7,2	7,1	7,1
0	3	3	6,0	6,0	7,5	6,3
0	6	6	6,7	6,1	6,8	6,5
0	9	9	5,5	5,1	6,5	5,8
0	15	15	3,1	3,9	3,4	4,2
1	0	1	6,4	6,6	7,2	7,0
3	0	3	6,1	6,5	6,3	5,8
6	0	6	5,4	5,4	6,1	5,3
9	0	9	4,4	4,8	5,6	4,7
15	0	15	4,1	4,2	4,0	3,8
1	2	3	5,8	5,9	6,3	6,7
1	5	6	5,1	5,1	6,4	6,3
1	8	9	4,2	5,9	6,4	6,1
1	14	15	3,9	3,6	3,3	3,8
3	3	6	6,5	5,6	6,3	5,3
3	6	9	4,8	5,3	5,5	5,5
3	12	15	4,2	4,8	4,5	4,5
6	3	9	5,0	5,3	5,7	5,9
6	9	15	4,5	5,0	4,8	4,3
9	6	15	4,7	4,5	4,5	4,3

1) Gjennomsnitt fra 6 dommere.

Kvalitetspoeng for de ulike prøvevarianter, bedømt i kokt tilstand, er gitt i Tab. 10. Det lave poengtall for referanseprøven tyder på at dommerne har startet på et for lavt nivå.

Interpolering av resultatene viser at grensen for akseptabilitet nåes etter 10, 9, 12 og 12 døgns islagring for henholdsvis fisk A, B, C og D. Tilsvarende akseptabilitets-grenser nås etter henholdsvis 7, 8, 11 og 7 døgns lagring i RSW.

I følge Tab. 2 er vesentlige negative faktorer knyttet til usløyd fisk, bedømt i rå tilstand. Bedømmelsen av kokte prøver vil også bli influert av de nevnte faktorene. I tillegg kommer at tanklagret fisk hadde tendens til å få en svampaktig konsistens.

Tab. 11. Fiskens innhold av TMAO-N og DMA-N

Døgn i			TMAO-N, mg/100g				DMA-N, mg/100g			
tank	is	totalt	A	B	C	D	A	B	C	D
0	0	0			41,7				1,7	
0	1	1	33,2	33,7	35,2	34,8	2,5	3,8	1,4	1,8
0	3	3	39,5	35,4	35,3	31,6	4,0	2,9	1,2	1,3
0	6	6	34,5	27,7	33,5	33,5	3,5	5,4	2,9	2,0
0	9	9	27,5	29,4	29,6	30,1	7,4	5,5	3,3	2,0
0	15	15	23,6	20,4	23,8	23,0	4,2	4,5	3,3	4,3
1	0	1	31,6	27,9	39,0	36,6	1,2	6,6	1,4	1,3
3	0	3	33,7	31,8	32,5	28,4	3,3	3,4	1,1	1,4
6	0	6	27,9	24,2	21,0	24,8	2,5	4,1	0,6	1,8
9	0	9	25,6	20,1	23,0	17,4	5,2	3,9	1,9	1,6
15	0	15	4,2	4,7	5,3	5,4	2,7	2,6	0,9	1,0
1	2	3	32,2	36,2	32,0	34,3	4,0	2,5	1,4	1,6
1	5	6	26,2	27,6	33,6	31,6	4,2	4,3	1,4	1,4
1	8	9	29,9	28,2	23,0	22,0	4,2	4,0	1,6	1,8
1	14	15	24,0	19,8	19,6	15,8	4,2	4,7	1,8	2,2
3	3	6	29,0	25,4	30,5	29,2	2,7	4,0	1,0	0,9
3	6	9	25,4	24,6	29,6	30,9	5,3	5,8	2,2	1,8
3	12	15	23,2	19,8	16,6	12,3	4,1	4,4	1,6	2,0
6	3	9	26,9	24,0	23,3	24,5	4,9	4,2	1,7	2,3
6	9	15	16,9	10,1	9,4	6,8	4,6	3,4	1,6	1,3
9	6	15	16,0	9,9	9,9	4,0	4,0	3,2	1,1	1,2

Tab. 11 viser de ulike prøvers innhold av TMAO-N og DMA-N. Etter 15 døgns lagring er TMAO-N-innholdet i overkant av 20 mg/100g i iset fisk og ca. 5 mg/100g i tanklagret fisk. Da kjemiske analyser av tank-sjøvannet mangler, er det et åpent spørsmål om det lave TMAO-innholdet i tanklagret fisk skyldes reduksjon av TMAO i fisken eller om TMAO har lekket ut i sjøvannet.

DMA-N-innholdet øker med lagringstiden i iset fisk og holder seg noenlunde konstant i tanklagret fisk, hvor usløyd fisk (A + B) har et høyere innhold enn sløyd (C + D). Denne forskjellen kan skyldes at DMA lekker langsommere ut i sjøvannet når fisken er rund eller også at enzymaktiviteten er høyere når innvollene er til stede.

Tab. 12. Fiskens innhold av tot.fl.N og TMA-N

Døgn is			Tot.fl.N, mg/100g				TMA-N, mg/100g			
tank	is	totalt	A	B	C	D	A	B	C	D
0	0	0			16,2				0,4	
0	1	1	13,9	16,0	16,4	19,6	1,6	2,5	3,1	2,7
0	3	3	15,9	18,6	13,8	9,2	1,9	3,3	3,9	2,0
0	6	6	17,5	17,5	13,6	18,9	3,2	2,3	4,0	3,1
0	9	9	20,6	14,1	19,4	18,9	4,4	3,2	5,5	3,7
0	15	15	28,2	25,9	22,6	15,2	8,0	5,7	5,5	4,8
1	0	1	14,6	19,7	13,9	15,1	1,6	3,5	0,5	1,9
3	0	3	15,7	15,0	10,6	8,5	3,1	1,9	0,7	1,5
6	0	6	13,6	15,2	8,7	11,0	2,7	3,6	0,7	1,7
9	0	9	18,9	14,0	16,6	16,0	3,3	3,6	4,6	2,7
15	0	15	17,4	15,6	12,3	17,3	6,5	9,1	7,1	11,7
1	2	3	12,5	17,6	15,2	14,0	1,1	1,9	2,7	2,2
1	5	6	12,5	22,1	12,7	14,5	10,7	5,7	1,8	2,5
1	8	9	18,4	16,4	13,7	10,7	3,4	3,1	4,0	2,3
1	14	15	17,5	20,4	17,0	26,9	4,7	8,7	8,6	13,1
3	3	6	11,1	15,5	11,3	14,3	1,1	1,7	1,8	1,4
3	6	9	17,3	19,9	14,9	17,3	2,3	3,3	3,1	2,3
3	12	15	17,0	21,0	19,1	23,8	4,1	7,2	10,3	12,3
6	3	9	19,1	14,0	15,7	10,1	3,5	3,4	4,0	3,1
6	9	15	17,1	19,8	21,5	27,4	7,9	7,9	14,4	16,9
9	6	15	24,8	23,7	22,7	19,1	8,0	14,1	12,4	14,2

Både tot.fl.N og TMA-N øker med tiden under lagring i is (Tab. 12). TMA-N øker også med tiden i tanklagret fisk, mens tot.fl.N er noenlunde konstant.

Uavhengig av lagringsbetingelsene synes tallene å ligge noe lavere enn forventet etter den sensoriske bedømmelsen.

Tab. 13. Fiskens hypoxantin-innhold og Torrymeter-tall

Døgn i			Hypoxantin, mg/100g				Torrymeter-tall			
tank	is	totalt	A	B	C	D	A	B	C	D
0	0	0			4,1		12,0	12,2	12,9	13,5
0	1	1	2,6	4,0	2,5	4,1	11,4	11,8	12,3	11,2
0	3	3	5,6	5,4	7,3	5,6	11,0	12,0	11,0	10,3
0	6	6	8,6	10,5	14,0	11,1	10,9	11,2	10,3	10,9
0	9	9	13,4	13,3	16,4	16,6	10,0	9,4	9,9	9,6
0	15	15	19,5	25,0	22,0	25,6	8,1	5,9	7,8	7,6
1	0	1	2,9	3,0	3,9	4,9	9,9	10,1	9,7	9,2
3	0	3	4,4	7,2	5,9	7,1	8,0	6,0	7,0	8,0
6	0	6	12,2	11,5	8,4	11,0	7,6	5,0	4,5	7,0
9	0	9	16,3	14,9	13,4	14,0	5,4	5,6	5,7	4,8
15	0	15	22,3	33,1	24,0	34,9	3,3	0,8	1,1	1,5
1	2	3	8,0	6,4	13,0	7,6	10,6	10,1	9,7	8,7
1	5	6	12,4	12,8	10,2	12,5	10,0	9,9	9,7	9,6
1	8	9	18,6	15,8	15,5	18,0	8,5	7,6	8,7	8,3
1	14	15	30,6	34,7	30,5	44,8	6,2	5,9	4,7	3,6
3	3	6	14,2	14,3	11,4	11,2	8,0	6,3	7,4	5,4
3	6	9	19,6	19,5	19,1	15,7	7,1	6,0	4,1	4,0
3	12	15	32,2	31,6	32,6	35,6	4,7	1,6	0,1	0,3
6	3	9	17,2	19,8	14,8	13,1	3,4	3,9	4,0	4,7
6	9	15	24,2	36,5	34,0	35,6	0	0	0	0
9	6	15	25,7	42,6	35,2	39,6	0	0	0	0

Det er ingen signifikant forskjell mellom islagret og tanklagret fisk med hensyn til innhold av hypoxantin (Tab. 13).

Torrymetertallene ligger på et høyere nivå i iset enn i tanklagret fisk (Tab. 13). Som nevnt av Tertnes et al. (11) er ikke denne forskjellen noe direkte uttrykk for kvalitetsforskjell. De fysikalske forhold ved lagring i sjøvann fører åpenbart til en generell senkning av Torrymeter-verdiene.

Tab. 14. Fiskens dryppvann og pressvann

Døgn i			g/100g											
tank	is	totalt	A ¹⁾			B			C			D		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0	1	1	13	18	31	11	23	34	13	16	29	12	19	31
0	3	3	10	19	29	12	20	32	13	17	30	11	18	29
0	6	6	12	21	33	13	22	35	16	23	39	15	19	34
0	9	9	15	22	37	14	21	35	21	20	41	12	17	29
0	15	15	17	20	37	15	20	35	11	20	31	13	20	33
1	0	1	11	18	29	9	22	31	11	19	30	14	19	33
3	0	3	12	18	30	11	20	31	14	15	29	15	20	35
6	0	6	13	16	29	10	20	30	11	17	28	12	18	30
9	0	9	11	23	34	11	20	31	6	16	22	7	15	22
15	0	15	7	17	24	3	18	21	6	16	22	3	16	19
1	2	3	12	18	30	15	21	36	11	20	31	11	17	28
1	5	6	14	19	33	12	20	32	14	19	33	11	19	30
1	8	9	12	18	30	9	21	30	14	16	30	11	19	30
1	14	15	12	17	29	12	16	28	10	18	28	12	20	32
3	3	6	13	20	33	15	20	35	12	18	30	11	21	32
3	6	9	13	21	34	14	21	35	17	16	33	13	21	34
3	12	15	13	20	33	13	13	26	13	20	33	11	15	26
6	3	9	12	22	34	12	20	32	13	19	32	13	17	30
6	9	15	13	17	30	11	18	29	11	20	31	13	17	30
9	6	15	15	20	35	11	18	29	11	19	30	10	23	33

- 1) I = dryppvann
 II = pressvann
 III = I + II

Til tross for ulik behandling og lagring viser råstoffvariantene ingen åpenbare forskjeller med hensyn til dryppvann og pressvann (Tab. 14).

Tab. 15. Fiskens innhold av vann og salt

Døgn i			Vann, g/100g				NaCl, g/100g			
tank	is	totalt	A	B	C	D	A	B	C	D
0	0	0	77,2				0,04			
0	1	1	80,0	79,9	79,4	79,9	0,08	0,13	0,07	0,15
0	3	3	79,8	79,9	79,6	80,4	0,10	0,10	0,10	0,10
0	6	6	80,5	80,1	80,9	80,0	0,10	0,10	0,35	0,14
0	9	9	80,7	80,8	82,0	80,3	0,13	0,14	0,12	0,12
0	15	15	80,4	80,8	80,5	80,6	0,09	0,08	0,05	0,07
1	0	1	79,5	79,8	79,9	80,1	0,12	0,13	0,20	0,22
3	0	3	79,4	79,4	79,3	79,9	0,30	0,30	0,33	0,43
6	0	6	79,4	79,6	80,1	80,2	0,43	0,68	0,50	0,78
9	0	9	80,0	80,0	79,8	80,8	0,54	0,90	0,88	0,88
15	0	15	79,9	80,8	80,5	81,7	0,87	1,03	1,00	1,00
1	2	3	80,0	80,0	79,8	79,5	0,15	0,19	0,30	0,20
1	5	6	80,5	80,6	79,9	80,0	0,12	0,18	0,20	0,20
1	8	9	80,0	79,5	79,9	80,0	0,19	0,19	0,20	0,19
1	14	15	80,4	80,3	80,0	80,0	0,14	0,15	0,20	0,15
3	3	6	80,0	80,0	80,0	80,2	0,18	0,25	0,34	0,37
3	6	9	80,0	80,0	80,0	80,2	0,25	0,35	0,44	0,30
3	12	15	80,0	80,0	80,5	80,7	0,15	0,20	0,30	0,40
6	3	9	79,0	80,0	79,0	80,0	0,40	0,60	0,40	0,60
6	9	15	80,3	81,0	80,8	80,5	0,38	0,49	0,35	0,46
9	6	15	80,4	80,6	81,0	81,0	0,48	0,73	0,75	0,82

Som nevnt tidligere ble det registrert et beskjedent vekttap under islagring av fisk. Dette gjenspeiles ikke i vanninnholdet, Tab. 15. Referanseprøven har et lavt vanninnhold, noe som kan tilskrives individuelle variasjoner. Vanninnholdet i sei ligger normalt rundt 80 %.

Av Fig. 3 går det frem at fiskens vektøkning under lagring i RSW er betydelig, for fisk C rundt 8 %. En enkel beregning vil vise at et initialt vanninnhold på 80 % og en vektøkning på 8 % (inkludert et saltopptak på 1 %) vil resultere i et vanninnhold på ca. 80,6 %. De funne tall i Tab. 15 viser rimelig godt samsvar med dette.

Saltopptaket når opp i rundt 1 % etter 15 døgns lagring i RSW.

Tab. 16. Totalt antall levende bakterier i fiskekjøttet

Døgn i			Totalt antall levende bakterier/g ved 20°C			
tank	is	totalt	A	B	C	D
0	0	0				
0	1	1	6000	15000	2000	1000
0	3	3	<1000	2000	3000	0
0	6	6	4000	80000	15000	40000
0	9	9	3000	0	55000	74500
0	15	15	660000	160000	2500000	775000
1	0	1	4500	1500	5000	<1000
3	0	3	<1000	0	1000	0
6	0	6	3000	8500	6500	30000
9	0	9	0	2500	8000	86000
15	0	15	132500	59000	142500	325000
1	2	3	0	0	0	500
1	5	6	10000	1500	3500	8000
1	8	9	4500	114500	10000	0
1	14	15	1515000	1245000	2050000	3700000
3	3	6	500	2000	0	4500
3	6	9	2000	2000	25500	3000
3	12	15	910000	205000	1300000	1470000
6	3	9	12000	3500	124500	37000
6	9	15	610000	125500	238000	233000
9	6	15	53000	68000	48000	27500

Med få unntak har tanklagret fisk en lavere bakteriebelastning både i kjøtt og på skinn enn iset fisk (tabellene 16 til 18).

Det er grunn til å tro at dette skyldes UV-bestrålingen. Tertnes et al. (11) fant at uten UV-bestråling var bakteriebelastningen på iset og tanklagret fisk omtrent den samme.

Virkningen av UV-bestråling blir også demonstrert i resultatene for sjøvannsprøver, Tab. 19. Med ett unntak går totalt antall levende bakterier betydelig ned ved UV-bestråling.

Tab. 18. Totalt antall levende bakterier på fiskeskinnet

Døgn i			Totalt antall levende bakterier/cm ² skinn ved 20°C			
tank	is	totalt	A	B	C	D
0	0	0				
0	1	1				
0	3	3	<500	35000	17000	500
0	6	6	280000	400000	280000	90000
0	9	9	2,1 mill.	4,2 mill.	700000	400000
0	15	15	43 mill.	65 mill.	26 mill.	31 mill.
1	0	1				
3	0	3	11000	500	500	500
6	0	6	2000	1000	45000	<1000
9	0	9	40000	40000	14 mill.	11500
15	0	15	800000	1,8 mill.	1,6 mill.	900000
1	2	3	<500	<500	3000	<500
1	5	6	8000	14000	55000	15000
1	8	9	3,6 mill.	2,4 mill.	1,8 mill.	450000
1	14	15	61 mill.	81 mill.	58 mill.	39 mill.
3	3	6	2000	5000	450000	40000
3	6	9	140000	990000	280000	975000
3	12	15	22 mill.	11 mill.	20 mill.	29 mill.
6	3	9	52000	60000	38000	91000
6	9	15	3,9 mill.	4,2 mill.	19 mill.	6,1 mill.
9	6	15	430000	1,8 mill.	5,7 mill.	530000

Hele prøveserien ble også undersøkt med hensyn på koliforme bakterier og fekale streptokokker på fiskeskinnet. Hos 3 prøver ble funnet lave tall. Alle øvrige prøver var negative.

Tab. 19. Bakteriologiske undersøkelser av sjøvannsprøver fra tank-systemet

1) Prøve sted	2) Antall sirkul- lasjoner	Døgn fra start	Tot. ant. lev.bakt./ ml, 20°C	Koliforme bakterier/ 100 ml	Fekal koliforme bakterier/ 100 ml
Tank	0		7000	93	4
Før UV	0		6400	4	0
Etter UV	0		2600	15	0
Tank	1		6000	23	0
Før UV	1		4000	0	0
Etter UV	1		200	0	0
Tank	2		7000	93	0
Før UV	2		3000	9	0
Etter UV	2		110	0	0
Tank	3		3000	93	0
Før UV	3		410	9	0
Etter UV	3		10	0	0
Tank	4		900	0	0
Før UV	4		450	0	0
Etter UV	4		50	0	0
Tank	5		200	0	0
Før UV	5		180	0	0
Etter UV	5		0	0	0
Tank 3)		1	7000	460	14
Før UV		1	4500	240	7
Etter UV		1	0	0	0
Tank 3)		3	3700	93	43
Før UV		3	1400	23	9
Etter UV		3	480	0	0
Tank 3)		6	6000	43	4
Før UV		6	4000	9	0
Etter UV		6	1600	4	0
Tank 3)		9	50000	93	43
Før UV		9	13000	9	9
Etter UV		9	15000	15	4
Tank 4)		0	70	0	0
Tank 5)		0	10000	93	0
Tank		1	30	0	0
Tank		3	15	0	0
Tank		6	500	0	0
Tank		9	300	0	0
Tank		15	6000	0	0

- 1) UV-strålekilden ble plassert i sirkulasjonssystemet utenfor tanken
- 2) 1 sirkulasjon vil si at en mengde sjøvann som svarer til tankens volum har passert strålekilden 1 gang
- 3) Sjøvannsprøver ble uttatt etter oppfylling av tank med sjøvann til erstatning for uttatt fisk
- 4) Før ifylling av fisk
- 5) Like etter ifylling av fisk

Tab. 20. Kjemiske analyser av tinevannet fra ising av fisk

	Resultater			
	A	B	C	D
Lagringstid i is, døgn	15	15	15	15
Mengde fisk pr. kasse, kg	20	20	20	20
Totalt volum tinevann fra hver kasse, liter	30,51	25,20	25,83	25,41
Tinevannets totale innhold av:				
TMAO-N, mg	142	0	0	0
Tot.fl.N, mg	1069	1469	1173	1864
TMA-N, mg	359	434	431	556
DMA-N, mg	395	290	339	309
NaCl, gram	28	18	21	20
Tørrstoff, gram	153	126	181	178
Innhold på basis av fiskevekt:				
TMAO-N, mg/100g fisk	0,7	0	0	0
Tot.fl.N, mg/100g fisk	5,3	7,3	5,9	9,3
TMA-N, mg/100g fisk	1,8	2,2	2,2	2,8
DMA-N, mg/100g fisk	2,0	1,5	1,7	1,6
NaCl, g/100g fisk	0,14	0,09	0,11	0,10
Tørrstoff, g/100g fisk	0,77	0,63	0,91	0,89

Tab. 20 viser tinevannets innhold av ekstraktivstoffer fra fisk under ising. De mengdene DMA-N, TMA-N og tot.fl.N som går ut med tinevannet utgjør i gjennomsnitt henholdsvis 42, 38 og 30 % av de mengdene som ble funnet i selve fisken (tabellene 11 og 12). Mengdene av nevnte komponenter som renner bort med tinevannet må derfor sies å være betydelige.

Hvilke mengder ekstraktivstoffer som avgis fra fisken til sjøvannet under RSW-lagring ble ikke undersøkt ved dette forsøket, men vil søkes fastlagt i et senere delforsøk.

HENVISNINGER

1. Jakobsen, F.: Bestemmelse av trimetylaminoksyd i biologisk materiale. Tidsskr. f. Kjemi, Bergvesen og Metallurgi, 4, 14, 1944.
2. Dowden, H.C.: The determination of small amounts of dimethylamine in biological fluids. Biochem. J. 32, 455-459, 1938.
3. Hjorth-Hansen, S. og Bakken, K.: Undersøkelser over analysemetoder for ammoniakk og metylaminer i fisk. Fiskeridir. Skrifter, Vol. I, No.6, 1947.
4. Jones, N.R., Murray, J. et al.: Rapid estimation of hypoxanthine concentrations as indices of the freshness of chill-stored fisk. J. Sci. Fd. Agric. 15 (11), 763-774, 1964.
5. Sentrallaboratoriets Metodesamling, Bergen, Sept. 1979.
6. Jason, A.C. and Richard, J.S.C.: The development of an electronic fish freshness meter. J. Phys., E. 8, 826-830, 1975.
7. Kramer, A.: A rapid method for determining significance of differences from rank sums. Food Technol. 14, 576-581, 1960.
8. Kramer, A.: Revised tables for determining significance of differences. Food Technol. 17 (12), 124-125, 1963.
9. The International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF): Microorganisms in Foods 1: Their significance and methods of enumeration. Second edition, University of Toronto Press, Toronto/Buffalo/London, 1978.
10. Nordisk Metodikk-komite (NMK) for levnedsmidler. NMK no. 68, 1968.
11. Tertnes, G., Iversen, F. og Losnegard, N.: Forsøk med lagring av sløyd, hodekappet torsk i RSW-tank, Melbu 6.2.-20.2.1978. Fiskeridirektoratet, Rapporter og Meldinger nr. 9/78.