

FISKERIDIREKTORATETS KJEMISK-TEKNISKE
FORSKNINGSINSTITUTT

Forsøk med lagring av sild og pale i kjølt sjøvann

Effekten av hjelpestoffer - CO₂ og K-sorbat

ved Olaf Karsti og Olav Grønmyr

Forsøk med lagring av sild og pale i kjølt sjøvann

Effekten av hjelpestoffer - CO₂ og K-sorbat

Fortsatte forsøk med lagring av fisk i kjølt sjøvann har tatt sikte på å få undersøkt spørsmål i sammenheng med den innflytelse innføring av CO₂ og tilsetning av K-sorbat har for de forandringer som finner sted under lagring ved 0°C. Rapporten omtaler foreløpige undersøkelser og forutsettes å bli supplert.

Råstoff, forsøksplan og metode

Det ble utført 2 forsøk, ett med storsild og ett med pale.

Silden var tatt på Sula-feltet. Den ble iset i Kristiansund N og var ca. 3 døgn gammel ved mottaket i Bergen. Kvaliteten var bra, som tilfredsstillende fersk sild, men med litt redusert konsistens. Fettinnholdet var 8,8 %. Ved mottaket i laboratoriet ble den straks spylt med vann og fordelt i prøver a 12 sild som ble veiet og nummerert.

Palen var innkjøpt i Bergen. Den var levende ved mottaket og ble straks bløgget og sløyd. Etter spyling ble den sløyde og hodekappete fisk fordelt i prøver a 6 fisk som ble veiet og nummerert på tilsvarende måte som sildeprøvene.

Lagringsseriene ved de to forsøk med sild og pale omfattet

- 1) lagring i vann + 3 % NaCl
- 2) lagring i vann + 3 % NaCl + CO₂ ($\frac{1}{2}$ atm.)
- 3) lagring i vann + 3 % NaCl + 0,67 % K-sorbat

For å få tilfredsstillende dekking av sild og fisk i vannet måtte en bruke noe mere vann enn 1:4 som erfaringsmessig er valgt ved industriell lagring i kjølt sjøvann. Ved forsøkene med sild var forholdet vann og sild ca. 1:2.5 og ved pale ca. 1:1.8.

Lagringsforsøkene ble utført i ca. 50 l. beholdere (spann) og den nødvendige kjøleeffekt og temperatur under lagringen ble oppnådd ved plassering av beholderne med vann og fisk i kjølerom ved 0°C. Samtlige beholdere med vann ble nedkjølt til 0°C før fisken ble lagt i. Ved serie 2 med CO₂ hadde lagringsbeholderne

manometer, ventiler og tilførselsrør for innføring av CO₂ fra en trykkflaske. Vannet ble mettet med CO₂ og en holdt et overtrykk på $\frac{1}{2}$ atm. under hele lagringstiden.

Ved forsøk I inneholdt hver forsøksserie (beholder) 4 hanker med 12 sild i hver, og ved forsøk II 4 hanker med 6 stk. pale i hver. En undersøkte innhold av CO₂ i vannet fra serie 2. Opp-taket av vann, salt og K-sorbat under lagringen ble registrert ved veiing og analysering av sild og fisk ved starten av forsøket og ved hvert uttak under lagringen. Fiskens kvalitetstap under lagringen ble bestemt ved organoleptisk vurdering og kjemiske analyser av trimetylamin-N, total flyktig N, fett og fri fettsyre. Samtlige analyser og bedømmelser ble utført etter vanlig fastlagte metoder.

Forsøksresultater

I. Sild

Ved forsøket med sild ble prøvene analysert og bedømt etter 0, 3, 6, 10 og 13 døgns lagring.

CO₂-innholdet i vannet fra serie 2 var etter nevnte lagringstider som gjengitt i tabell 1.

Tabell 1. Innhold av CO₂ i vann fra serie 2

| Lagringstid i døgn | 0 | 3 | 6 | 10 | 13 |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|
| g CO ₂ /100 ml vann | 0,27 | 0,31 | 0,34 | 0,35 | 0,35 |

Ved kvalitetsbedømmelse av prøvene fra de 3 serier etter 3 døgns lagring (6 døgns sild) fant en at kvaliteten var bra, men noe redusert. Silden fra serie 2 (CO₂) og 3 (K-sorbat) hadde friskere lukt enn serie 1, og silden fra serie 3 (K-sorbat) hadde muligens litt bedre utseende enn de andre.

Etter 6 døgns lagring (9 døgns sild) noterte en seg at det var dårlig lukt av vann og sild fra serie 1, og noe mindre lukt av serie 2 (CO₂) og serie 3 (K-sorbat). Silden fra serie 2 og 3 hadde også litt bedre utseende. Samtlige prøver hadde litt bløt konsistens. Silden fra serie 1 var muligens også litt mere rødfarget i buken enn de øvrige prøver, men forskjellen var liten.

Etter 10 døgns lagring (13 døgns sild) var kvaliteten ytterligere redusert for samtlige prøver. Silden fra serie 1 var som ved tidligere bedømmelser dårligst (bedervet), mens serie 2 (CO₂) og serie 3 (K-sorbat) muligens var brukbar. Det forekom endel buksprengning særlig ved serie 2 og 3. Fortsatt hadde en inntrykk av at sild fra serie 1 hadde noe mere rødfarge i sildekjøttet enn de øvrige, men forskjellen var mindre enn tidligere.

Etter 13 døgns lagring (16 døgns sild) var holdbarhetsgrensen nådd for samtlige prøver. Serie 1 ble avsluttet etter forrige bedømmelse. De øvrige prøver var etter 13 døgn nærmest uspiselege, men utseende og lukt ga et ganske bra inntrykk.

Ved analysering av prøvene etter 0, 3, 6, 10 og 13 døgns lagring fant en de verdier som er gjengitt i tabell 2, fig. 1 og 2. Kvalitetstallet er middel av verdiene for utseende, lukt, smak, konsistens og harskhet.

Det fremgår at CO₂-innholdet i vannet steg litt de første 6 døgn under lagringen og var deretter nokså konstant. Opptaket av salt og sorbat nådde etter 6 døgns lagring et nivå av ca. 0.7 og 0.06 %. Vektøkningen (opptak av vann) var stigende under hele lagringsperioden. Etter 13 døgns lagring var verdiene ca. 5 %. Vektøkningen for de tre forsøksserier indikerer at sild lagret i saltvann med CO₂ (serie 2) tar opp noe mindre vann enn sild lagret i saltvann uten CO₂, mens verdiene for serie 3 (K-sorbat) var litt høyere enn ved serie 1.

Organoleptisk bedømmelse av silden i rå og kokt tilstand bekreftet at en oppnår noe bedre holdbarhet ved lagring av sild i kjølt saltvann mettet med CO₂ eller saltvann tilsatt K-sorbat enn det en oppnår ved lagring i kjølt saltvann uten CO₂ eller sorbat. Lukten fra vann og sild fra serie 1 (fig. 1) var vesentlig dårligere enn ved serie 2 og 3 og forskjellen i smak ble mere merkbar etter hvert.

Kjemisk analyse av innhold av trimetylamin N og total flyktig N (tabell 1, fig. 2) bekrefter at CO₂ og K-sorbat i saltvannet hadde en tydelig effekt, og verdiene indikerer en lavere mikrobiologisk aktivitet enn i serie 1. Den anvendte konsentrasjon av K-sorbat (serie 3) ga de laveste verdier for trimetylamin N og total flyktig N. Dermest kom serie 2, mens verdiene for serie 1 var høyest.

Tabell 2. Analyse og kvalitetsbedømmelse av sild lagret i vann + 3 % NaCl med og uten CO₂ (½ atm.), og 0,67 % K-sorbat, etter 0, 3, 6, 10 og 13 døgns lagring ved 0°C.

| Forsøk-serie | Analyse | | | | | | | | Organoleptisk bedømmelse | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|--------|--------------------|--------|---------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|------|------|------|------|----------|------|-----------|-----------|
| | Lagr-tid døgn | Vekt-økning % | NaCl % | Sorbin-syre g/100g | Fett % | F.f.a. g/100g | Trime-tylamin mgN/100g | Total flykt. N mgN/100g | Rå | | | Kokt | | | | | |
| | | | | | | | | | Uts | Lukt | Kons | Uts | Lukt | Kons | Smak | Harsk-het | Kval tall |
| Råstoff | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 8,8 | 3,2 | 1,0 | 13,4 | 1.5 | 1.0 | 2.0 | 1.8 | 1.2 | 1.8 | 1.8 | 1.0 | 1.5 |
| 1 | 3 | 2,7 | 0,5 | 0 | 7,7 | 4,1 | 2,8 | 13,8 | 2.0 | 2.0 | 2.5 | 2.5 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 1.3 | 2.0 |
| | 6 | 3,7 | 0,7 | 0 | 6,6 | 5,0 | 15,1 | 30,5 | 2.7 | 3.0 | 2.5 | 2.3 | 2.8 | 2.5 | 2.3 | 1.3 | 2.2 |
| | 10 | 4,7 | 0,7 | 0 | 7,0 | 8,7 | 33,2 | 59,0 | 2.8 | 4.3 | 3.0 | 3.2 | 4.2 | 3.5 | 4.8 | 2.0 | 3.5 |
| | 13 | 5,0 | 0,8 | 0 | 6,4 | 6,4 | 21,7 | 29,3 | 3.3 | 3.9 | 3.5 | 3.0 | 3.0 | ubrukbar | | | 4.5 |
| 2 (CO ₂) | 3 | 2,0 | 0,6 | 0 | 6,2 | 4,8 | 1,3 | 11,3 | 1.5 | 1.5 | 2.5 | 2.3 | 1.7 | 2.2 | 1.8 | 1.3 | 1.8 |
| | 6 | 3,0 | 0,7 | 0 | 8,6 | 3,1 | 2,4 | 13,3 | 2.0 | 2.0 | 2.5 | 2.0 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 1.0 | 1.8 |
| | 10 | 4,0 | 0,7 | 0 | 5,1 | 6,6 | 9,7 | 22,8 | 2.5 | 2.3 | 3.0 | 2.7 | 2.3 | 2.8 | 2.7 | 1.8 | 2.4 |
| | 13 | 5,0 | 0,8 | 0 | 6,4 | 6,4 | 21,7 | 29,3 | 3.3 | 3.9 | 3.5 | 3.0 | 3.0 | ubrukbar | | | 4.5 |
| 3 (K-sorbat) | 3 | 3,5 | 0,6 | 0,06 | 6,0 | 7,7 | 1,8 | 12,6 | 1.5 | 1.5 | 2.5 | 2.2 | 1.5 | 2.0 | 2.4 | 1.3 | 1.8 |
| | 6 | 5,9 | 0,8 | 0,06 | 6,8 | 5,7 | 2,2 | 12,9 | 1.7 | 1.8 | 2.5 | 2.3 | 2.3 | 2.5 | 2.8 | 1.5 | 2.3 |
| | 10 | 4,7 | 0,8 | 0,09 | 7,3 | 7,3 | 3,2 | 14,3 | 2.5 | 2.3 | 3.0 | 2.3 | 2.3 | 3.2 | 3.0 | 1.7 | 2.5 |
| | 13 | 5,6 | 0,8 | 0,09 | 7,7 | 6,5 | 4,4 | 16,0 | 2.2 | 2.9 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | ubrukbar | | | 4.0 |

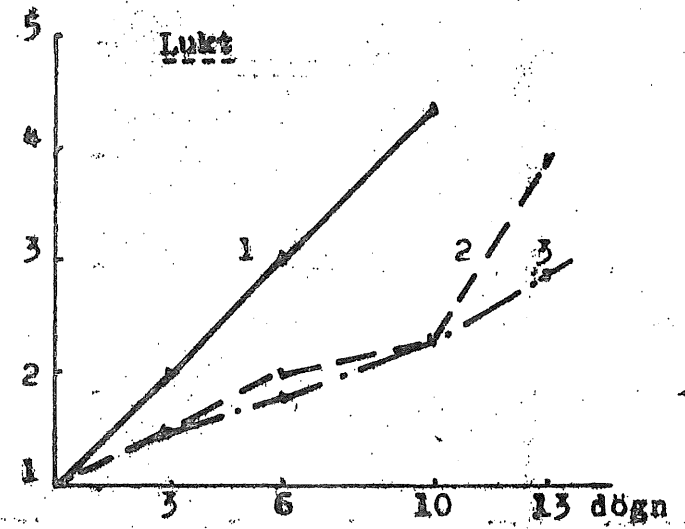
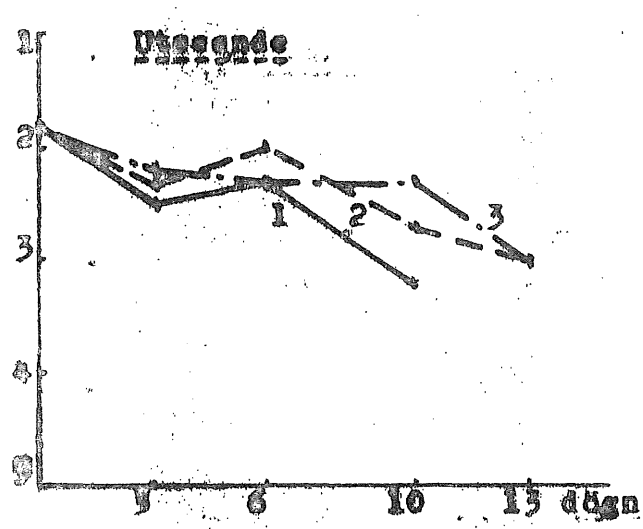
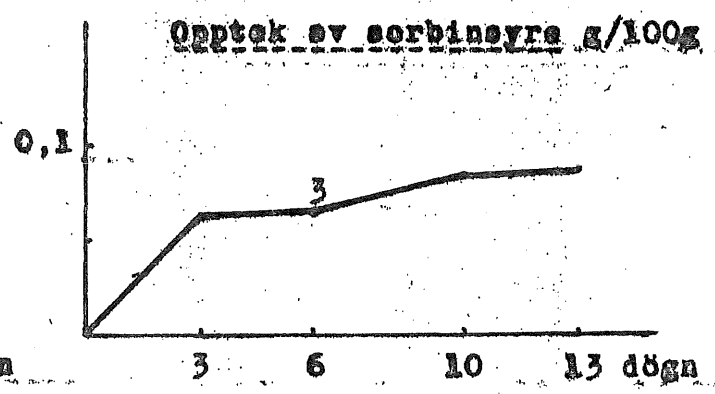
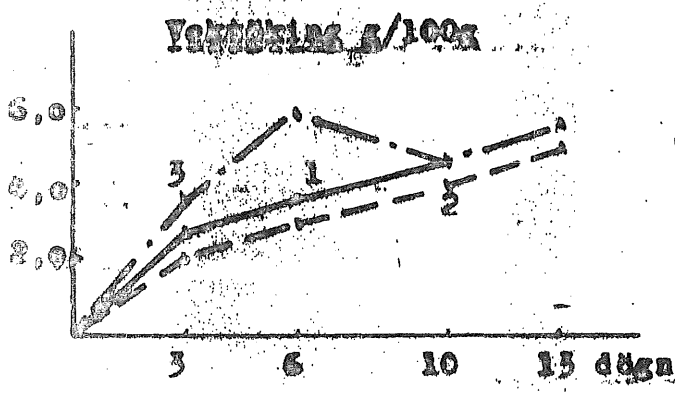
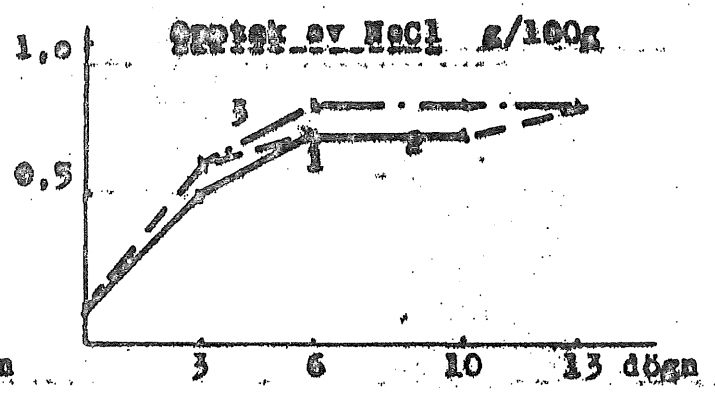
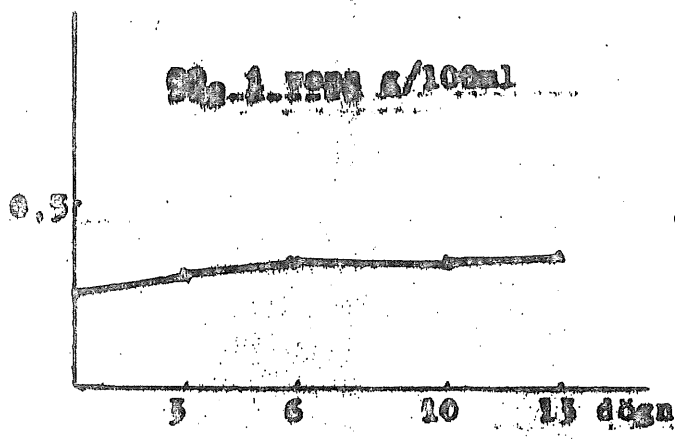


Fig. 1 Sila legret 1
 1) vann + 3% NaCl
 2) ----- + CO₂ (1/2 atm)
 3) ----- + 0,67% K-sorbet

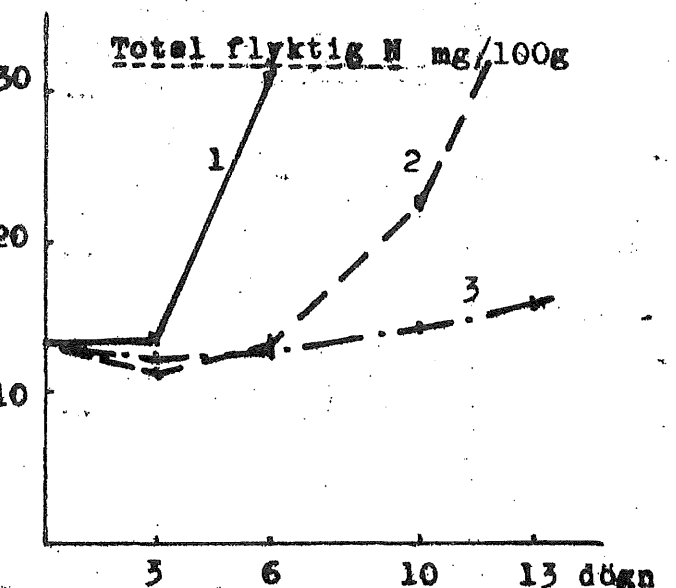
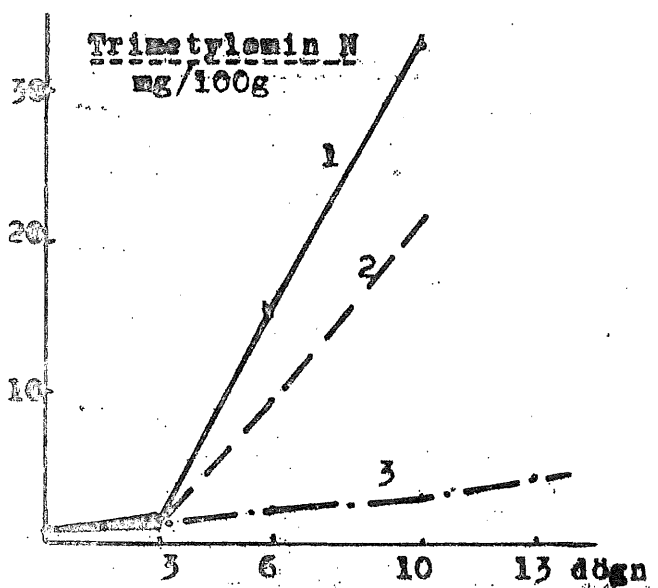
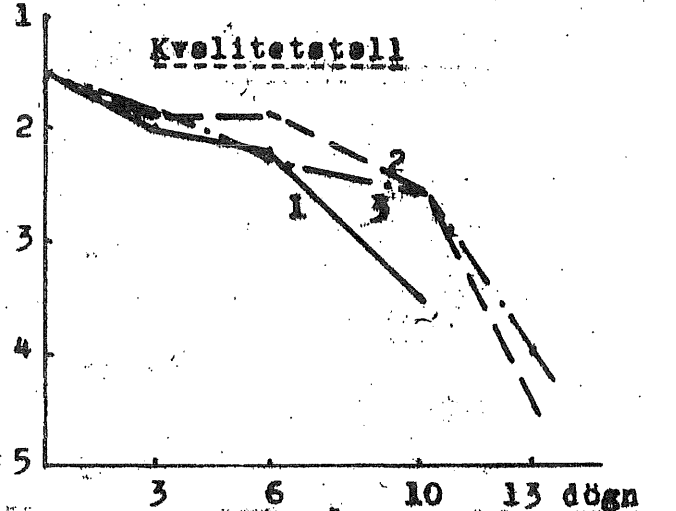
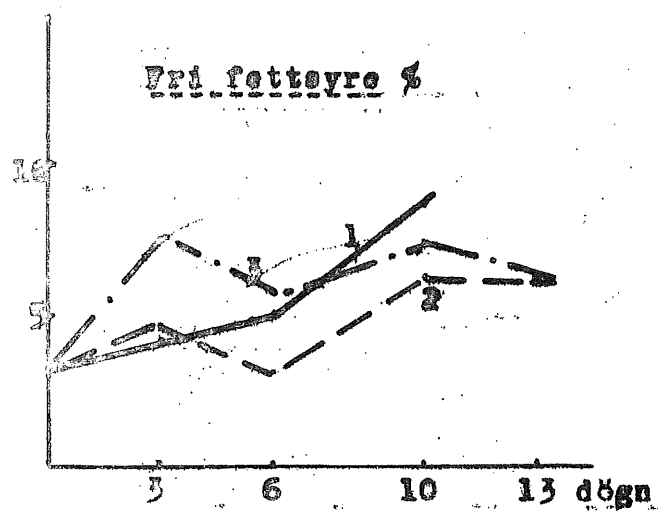
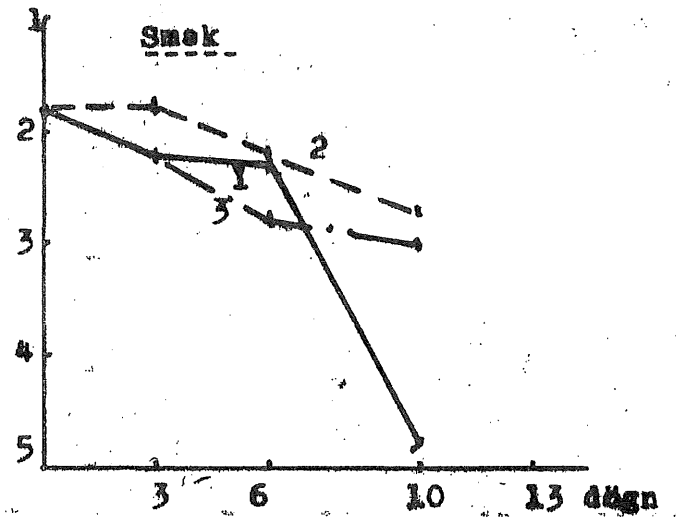
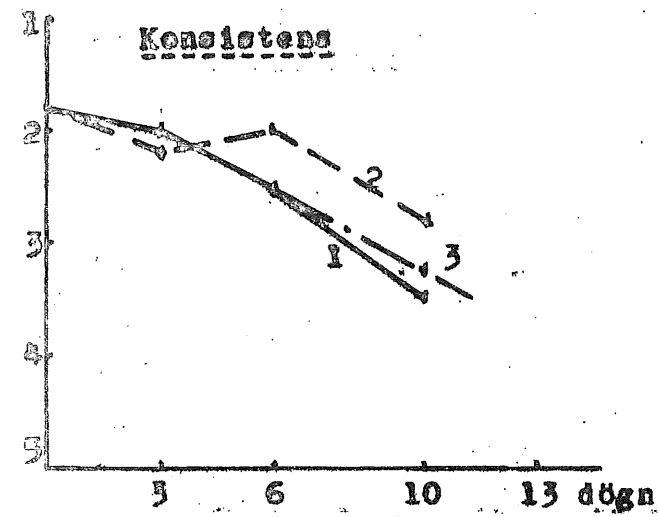


Fig. 2 Sild legret 1 1) vann + 3% NaCl
 2) ----- + CO₂ (1/2 atm)
 3) ----- + 0,67% K-sorbat

Verdiene for fri fettsyre er litt varierende, men serie 1 viser en hurtigere stigning enn serie 2 (CO₂). Serie 3 (K-sorbat) ligger på et litt høyere nivå enn serie 2, og supplerende undersøkelser har vist at verdiene i noen grad er influert av fiskens innhold av K-sorbat. Verdiene for serie 3 gir derfor bare et delvis korrekt bilde av fri fettsyre-innholdet.

Endel av sildeprøvene viste en ubetydelig harskning antakelig fordi råstoffets kvalitet var noe redusert (3 døgn) ved mot-taket. Totalt sett er det også rimelig å anta at effekten av CO₂ og K-sorbat eller kvalitetsforskjellen mellom serie 1, 2 og 3, ville vært større hvis det anvendte silderåstoff hadde vært ferskere enn 3 døgn ved starten av forsøket slik som det var i dette tilfelle.

II. Pale

Ved forsøket med pale ble prøvene analysert og bedømt etter 0, 7, 13, 18 og 22 døgns lagring.

CO₂-innholdet i vannet fra serie 2 var etter nevnte lagringstider som gjengitt i tabell 3.

Tabell 3. Innhold av CO₂ i vann fra serie 2

| Lagringstid i døgn | 0 | 7 | 13 | 18 |
|--------------------------------|------|------|------|------|
| g CO ₂ /100 ml vann | 0,25 | 0,26 | 0,30 | 0,30 |

Ved kvalitetsbedømmelse av prøvene fra de 3 serier etter 7 døgns lagring fant en at kvaliteten for samtlige prøver var god som fersk fisk, og beholderne med vann og fisk hadde tilfredsstillende frisk lukt.

Etter 13 døgns lagring var kvaliteten noe redusert for samtlige prøver. Vann og fisk fra serie 1 luktet dårlig og bedømmelse og analyse viste at holdbarhetsgrensen var nådd. Lukten fra serie 2 og 3 var mere moderat og prøvene hadde et bra utseende. Fisken fra serie 2 (CO₂) virket nokså stiv, men ved skjæringen ga den fra seg gass og væske og mistet stivheten. Det viste seg videre at snittflatene av fisken var fos og svampaktig omtrent som det en tidligere har konstatert ved lagring av fisk i CO₂-atmosfære.

Etter 18 døgns lagring av prøvene fant en at kvaliteten var nokså redusert også for prøvene fra serie 2 og 3. (Serie 1 ble avsluttet etter 13 døgner). Det luktet endel av vann og fisk, men ikke så dårlig som fra serie 1 etter 13 døgner. Fisken fra serie 2 (CO_2) var som tidligere fos og svampaktig og ga fra seg gass og væske ved skjæringen. Kvaliteten ble ansett for å være på grensen av det som kan brukes. Fisken fra serie 3 (K-sorbat) hadde bløt konsistens, men var noe bedre enn den annen. En prøve av serie 3 ble derfor lagret i ytterligere 4 døgner.

Etter 22 døgns lagring fant en at holdbarhetsgrensen også var nådd for serie 3 og det var ikke av interesse med lengre lagring.

Analysering av prøvene av pale etter 0, 7, 13, 18 og 22 døgns lagring ga de verdier som er gjengitt i tabell 4, fig. 3 og 4.

Analyseresultatene viser en svak stigning av innhold av CO_2 i vannet under lagringen, og et nivå som er ubetydelig lavere enn ved forsøket med sild. Fiskens opptak av salt steg i løpet av 13 døgner til ca. 0.8 % og undersøkelse av sorbinsyre viste etter 18-22 døgns lagring et innhold på ca. 0.1 %, dvs. litt høyere verdier enn for sild. Vektøkningen (opptak av vann) var etter 7 døgns lagring omtrent den samme for alle 3 serier. Etter 13 døgner var den størst for serie 1, noe mindre for serie 3 (K-sorbat) og minst for serie 2 (CO_2), (henholdsvis 6.5, 4.3 og 1.8 %). Det vil si at vannopptaket ved serie 1 var litt høyere for pale enn for sild og noe lavere ved serie 2 og 3. For serie 2 (CO_2) fant en lavere vannopptak etter 18 døgner enn etter kortere lagring. Antakelig har dette sammenheng med at fisken etterhvert fikk en nokså fos og svampet konsistens. Ved forsøket med sild var ikke dette særlig merkbart.

Verdiene for den organoleptiske bedømmelse av pale i rå og kokt tilstand bekreftet det inntrykk en fikk ved forsøket med sild. Kvalitetsforskjellen mellom seriene ble større etter hvert. Serie 3 (K-sorbat) holdt seg best, dernest serie 2 (CO_2) og serie 1 dårligst. Som ved forsøket med sild var det stor forskjell i verdiene for trimetylamin N og total flyktig N. Verdiene for fri fettsyre korresponderer med det inntrykk en hadde ved forsøket med sild og bekrefter en vesentlig hurtigere stigning i verdiene for prøvene fra serie 1 enn fra serie 2 og 3. Som ved forsøket med sild er verdiene for serie 3 litt usikker og gir ikke helt korrekt bilde på grunn av fisken innhold av sorbat.

Tabell 4. Analyse og kvalitetsbedømmelse av pale lagret i vann + 3 % NaCl med og uten CO₂ (½ atm.) og 0,67 % K-sorbat, etter 0, 7, 13, 18 og 22 døgns lagring ved ÷ 0°C.

| Forsøks- serie | Analyse | | | | | | | Organoleptisk bedømmelse | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------|------|------|------------|------|------------|------|--------------|
| | Lagr- tid døgn | Vekt- økning % | NaCl % | Sorbin- syre g/100g | Trime- tylamin mgN/100g | Total flykt. N mgN/100g | F.f.a. g/100g | Rå | | | Kokt | | | | |
| | | | | | | | | Uts | Lukt | Kons | Uts | Lukt | Kons | Smak | Kval tall |
| Råstoff | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0,6 | 14,7 | 17,9 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 1 | 7 | 1,3 | 0,6 | 0 | 4,5 | 16,7 | 28,2 | 1.3 | 2.0 | 1.2 | 1.5 | 1.5 | 1.8 | 2.0 | 1.7 |
| | 13 | 6,5 | 0,9 | 0 | 23,5 | 43,5 | 72,9 | 2.2 | 4.0 | 2.0 | 2.0 | 4.7 | 3.0 | 4.0 | 3.4 |
| 2 (CO ₂) | 7 | 1,1 | 0,5 | 0 | 2,5 | 16,4 | 26,5 | 1.3 | 1.7 | 1.3 | 1.7 | 1.5 | 1.8 fos | 1.8 | 1.7 |
| | 13 | 1,8 | 0,8 | 0 | 3,9 | 20,3 | 29,2 | 1.8 | 2.3 | 1.5 | 2.7 fos | 2.5 | 3.3 fos | 2.5 | 2.7 |
| | 18 | 0 | 0,8 | 0 | 6,9 | 25,9 | 34,0 | 2.3 | 2.2 | 2.2 | 3.0 | 2.0 | 3.5 | 2.5 | 2.7 |
| 3 (K-sorbat) | 7 | 1,2 | 0,5 | | 0,9 | 13,0 | 40,8 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.5 | 1.7 | 1.7 | 1.8 | 1.7 |
| | 13 | 4,3 | 0,8 | | 1,8 | 14,8 | 43,3 | 2.0 | 2.0 | 1.8 | 2.0 | 2.0 | 2.7 | 2.2 | 2.2 |
| | 18 | 3,8 | 0,9 | 0,09 | 4,4 | 19,0 | 47,6 | 1.8 | 2.3 | 2.3 | 2.0 | 2.0 | 2.8 | 2.8 | 2.4 |
| | 22 | 3,9 | 0,9 | 0,11 | 6,1 | 22,4 | 51,0 | 1.8 | 2.5 | 2.3 | 2.8 | 2.7 | 3.2 | 3.5 | 3.0 |

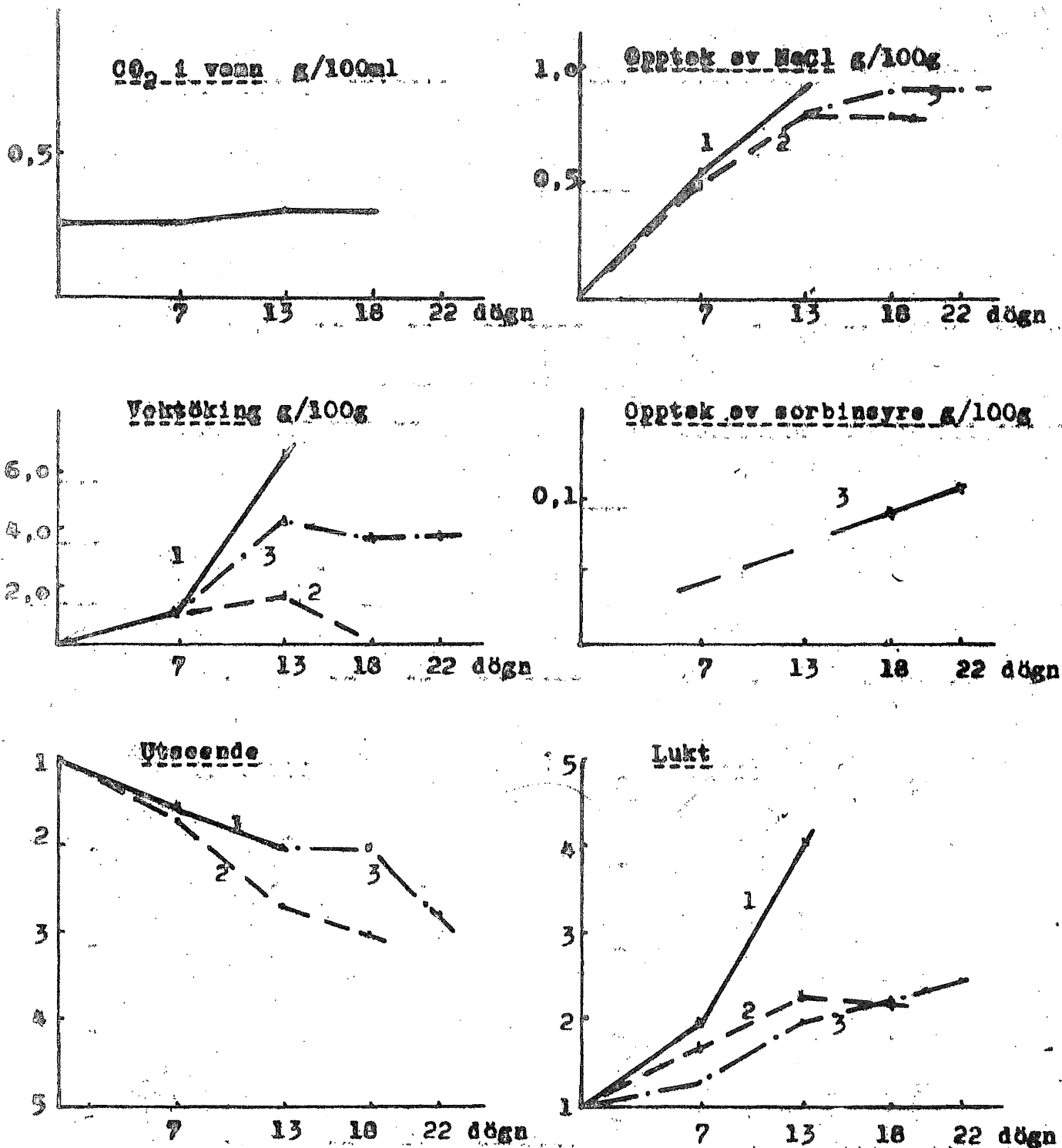


Fig. 3 Pele lagret i 1) vann + 3% NaCl
 2) ----- + CO₂ (1/2 atm)
 3) ----- + 0,67% K-sorbet

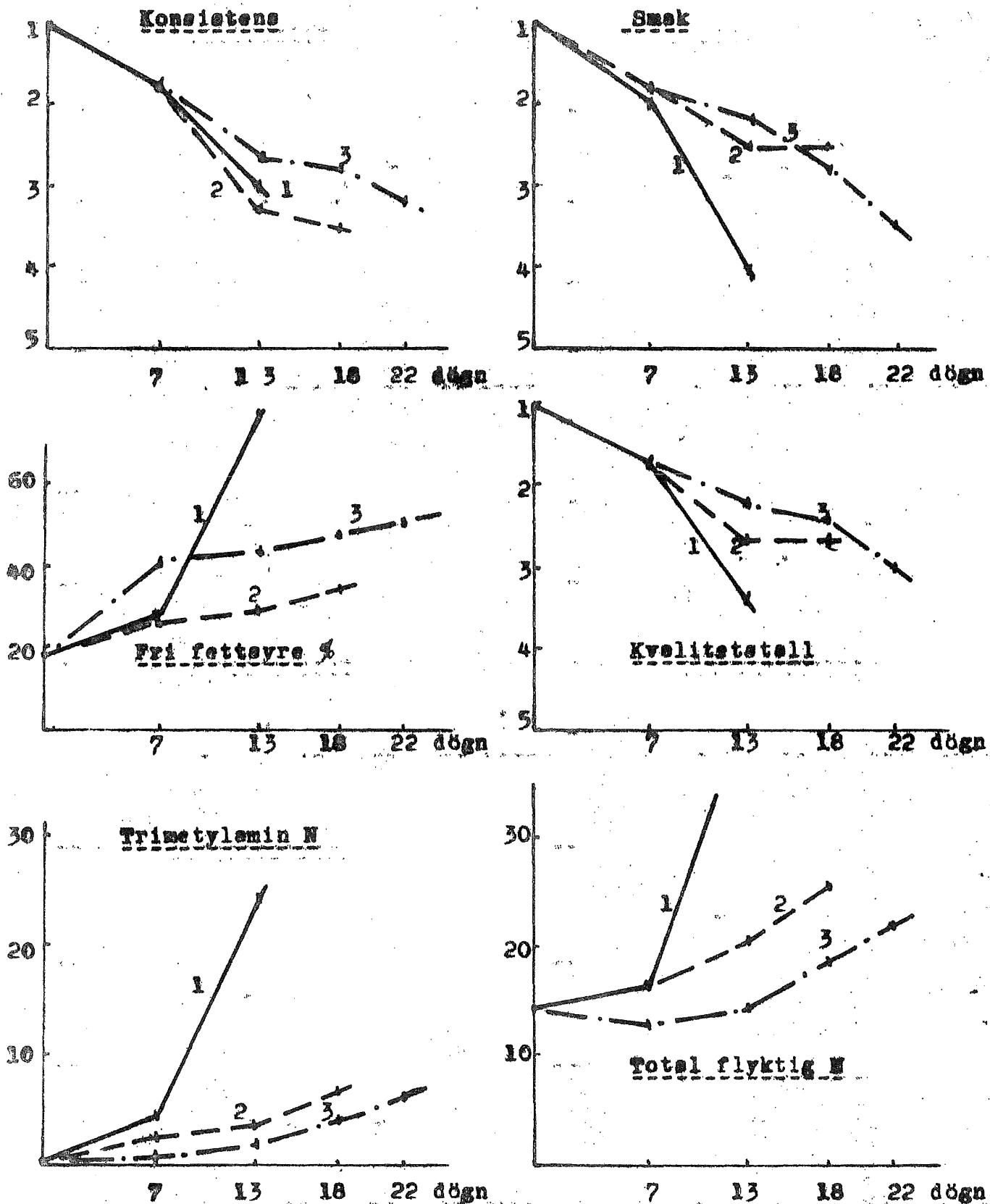


Fig. 4 Pole lagret 1. 1) vann + 3% NaCl
 2) ----- + CO_2 (1/2 atm)
 3) ----- + 0.67% K-sorbet

Sammendrag og konklusjon

Forsøkene har omfattet undersøkelse over effekten av CO₂ og K-sorbat-tilsetning ved lagring av sild og pale i kjølt saltvann. Forsøksseriene omfattet 1) lagring i 3 % saltvann, 2) 3 % saltvann mettet med CO₂ ($\frac{1}{2}$ atm. trykk) og 3) 3 % saltvann tilsatt 0.67 % K-sorbat. Temperaturen under lagringen var 0°C.

En registrerte fiskens vektøkning, opptak av vann, NaCl og K-sorbat, og undersøkte kvalitetsforandringene under lagringen ved kjemisk analyse og organoleptisk bedømmelse av prøvene.

Av resultatene fremgår det at opptak av vann, salt og sorbat tiltok under lagringen noe avhengig av metode, fiskeslag og lagringstid. De anvendte konsentrasjoner av CO₂ og K-sorbat hadde en tydelig innflytelse på fiskens holdbarhet og kvalitetsforandringene under lagringen. Kvalitetsforskjellen ble mere fremtredende etter hvert. Serie 1 luktet dårlig etter 6-8 døgns lagring, mens prøvene fra serie 2 (CO₂) og 3 (sorbat) hadde langt mere moderat lukt. Kjemiske analyser av trimetylammin N og total flyktig N viser at tilsetning av K-sorbat hadde størst effekt, dernest kom de prøvene som var lagret i kjølt saltvann + CO₂, mens prøvene fra kjølt saltvann uten tilsetning hadde de høyeste verdier. Fisk lagret i kjølt saltvann + CO₂ fikk imidlertid etter hvert en fos og svampet konsistens, og ved skjæring av fisken ble det presset ut vann og gass fra fiskekjøttet. Dette virket særlig uheldig ved forsøkene med pale (mager fisk), og det gjorde fisken lite anvendelig som ferskfisk eller råstoff for frossen filet. Ved forsøkene med sild var konsistensforandringene på grunn av CO₂ lite merkbar og hadde ikke den samme uheldige betydning for videre anvendelse av silden.

Bergen, oktober 1970

