

Rapport nr. Å0909

Wenche Emblem Larssen og Margareth Kjerstad

CAS INNFrysING AV KRÅKEBOLLEROGN

Forprosjekt





MØREFORSKING

Møreforsking Marin
Postboks 5075
6021 ÅLESUND
Telefon: 70 11 16 00
Telefaks: 70 11 16 01
www.mfaa.no

NO 991 436 502

RAPPORT

Tittel:	ISSN 0804-5380
CAS innfrysing av kråkebollerogn	Rapport nr.: Å0909
	Prosjekt nr.: 54561
Oppdragsgiver (navn og adr.): 1: Scan Aqua 9600 Hammerfest	Dato: 30.06.09
2: MMC Kulde 6050 Valderøy	Antall sider: 18
	Referanse oppdragsgiver: 1: Jan Arve Gjøvik 2: Tore Sveen Søreide
Tlf./Fax.:	
Forfatter: Wenche Emblem Larssen og Margareth Kjerstad	Signatur: 
Rapport godkjent av: Agnes Gundersen	Signatur: 
Sammendrag: Scan Aqua i Hammerfest er den første norske produsenten av oppfødte kråkeboller. Kråkebollerogn er et ettertraktet og eksklusivt produkt som er godt betalt i markedet. Kråkebollerogna er et svært skjørt produkt som er sårbar for håndtering, transport og tradisjonell frysing. Det er derfor en utfordring å levere kvalitetsprodukter til markedet. Et japansk firma har utviklet en frysemetode som bevarer kvalitet i fiskeprodukter like bra som om de var ferske. Fryseteknologien kalles CAS (Cell Alive System). Ved hjelp av lave temperaturer og magnetisme bevares cellene i produktene intakt gjennom frysing og tining. Dette gir det opptinte produktet like god kvalitet som et ferskt produkt. I Norge har MMC Kulde rettighetene til denne teknologien og vil i samarbeid med Scan Aqua se på mulighetene til å benytte denne teknologien på kråkebollerogn. I forprosjektet skulle en finne fram til optimal frysemetode og teste ut og sammenligne produkttegenskaper til fersk, vanlig fyst og CAS fryst kråkebollerogn. Resultatet fra uttestingene er sprikende. Dette skyldes trolig at kråkebollene vart produsert rett før gyting. Dette gir en rogn med varierende kvalitet og løsere konsistens. Fryseforsøk i november 2008 gav bedre resultat, da hadde rognen mer ensartet kvalitet. CAS teknologien er interessant og bør testes ut på fersk rogn produsert i Finnmark. Innfrysing av nyprodusert rogn vil trolig gi et bedre resultat enn innfrysing av 1-2 dager gammel rogn på Møre. Prosjektdeltakerne ønsker å videreføre prosjektet i et hovedprosjekt. Forprosjektet er finansiert av regionale forskningsmidler gjennom VRI i Møre og Romsdal og Finnmark.	
Emneord: CAS innfrysing, drøbakks kråkebolle, kvalitet, produkttegenskaper, sensorikk.	
Distribusjon/Tilgang: Lukket i 12 mnd.	

Innhold

1.	Bakgrunn	4
1.2	Målsetning.....	5
2.	Material og metode.....	6
2.1	Råstoff	6
2.2	Frysemetoder	6
2.3	Innfrysing- metodeutvikling	7
2.4	Råstoffegenskaper	8
2.5	Sensorisk vurdering og produktanvendelse	8
3.	Resultat og diskusjon.....	10
3.1	Innfrysing- metodeutvikling	10
3.2	Råstoffegenskaper	12
3.3	Sensorisk vurdering	15
4.	Oppsummering.....	19
5.	Forslag til videre arbeid	20
6.	Referanser	21
7.	Vedlegg.....	22

1. Bakgrunn

Drøbak-kråkebollens (*Strongylocentrotus droebachiensis*) gonade er en ettertraktet og høyt priset delikatesse på det internasjonale sushimarkedet. Gonader med høy kvalitet karakteriseres av en fast konsistens, en søtlig smak av sjø med en behagelig ettersmak, og en frisk gul-orange farge. Fast konsistens blir betraktet som delikat og gir en god "tyggemotstand" på produktet. En fast konsistens gir også et bedre utgangspunkt for konservering og transport, da faste gonader tåler mer håndtering (pers.med. Jan Arve Gjøvik).

Bedriften Scan Aqua i Hammerfest er den første norske produsenten av oppfødte kråkeboller. Den grønne drøbakskråkebollen (*Strongylocentrotus droebachiensis*) fangstes inn av dykkere og blir føret opp før videre salg. Scan Aqua AS startet som en FoU-bedrift ved Havbruksstasjonen i Hammerfest i 2004, og drev de første årene med utvikling av fôr og teknologi for fangst og fôring (Dale et al 2009). Oppskalering til kommersiell produksjon kom i gang i 2008. Bedriften startet eksport av rogn senhøsten 2008, og har etablert regelmessig eksport til 6 europeiske land. Scan Aqua hadde i juni 2009 15 ansatte, omtrent likt fordelt på den sjøbaserte virksomheten (fangst og fôring) og pakkeriet.

Scan Aqua har gjennomført flere FoU-prosjekt i samarbeid med Fiskeriforskning/Nofima med sikte å utvikle metoder for å forbedre konsistensen på kråkebollerogn. Dette gjelder prosjektene "Kjemisk stabilitet av kråkebollerogn" og "Effekt av fôr og fôringsstrategi på kjemisk stabilitet av kråkebollerogn", begge gjennomført med finansiell støtte av MABIT, et næringsrettet marint bioteknologiprogram i Nord-Norge. Det er i disse prosjektene fokusert på ulike typer saltbad som inngår i produksjonsprosessen. Hensikten med slike bad er å "tørke" opp rognen, slik at rognposene får et tiltalende utseende (som små clementinerbåter), og som gjør at de tåler transport og håndtering.

Ferskpakket rogn er svært ømfintlig for risting og hardhendt håndtering under transport. For mye risting fører ofte til at rognposene "smelter", det vil si at de blir utflytende og ubrukbar som høyt priset sushi-topping. Fryst rogn er fordelaktig med tanke på å tåle transport og lang oppbevaringstid hos kundene, men har den ulempen at konsistensen blir dårlig etter opptining. Fryst rogn er også fordelaktig med tanke på matvaresikkerhet for et produkt som skal spises i rå tilstand. Fra kundenenes synspunkt vil et fryst produkt ha den fordel at man unngår at rogn går ut på dato og må destrueres. Dette er selvfølgelig svært lite ønskelig for en råvare som har høy pris.

Under innfrysing av et material blir vannet i vevet omgjort til iskrystaller. Hvor disse iskrystallene dannes er avhengig av innfrysningshastigheten, men vanninnholdet og temperaturen i vevet har også innvirkning. Med høy innfrysningshastighet ($>1^{\circ}\text{C}/\text{min}$) skjer en ganske homogen dannelse av små iskrystaller gjennom hele vevet, ved sen innfrysing skjer innfrysingen av væsken omliggende cellene først å en får en uttørking av cellene på grunn av det osmotiske trykket. De største krystallene dannes i området mellom cellene der det også er mye væske, mens det også kan dannes små krystaller intracellulært. Et japansk firma har utviklet en frysemetode som bevarer kvalitet i fiskeprodukter like bra som om de var ferske. Fryseteknologien kalles CAS (Cell Alive System). Ved hjelp av lave temperaturer og magnetisme bevares cellene i produktene intakt gjennom frysing og tining. Dette gir det opptinte produktet tilnærmet like god kvalitet som et ferskt produkt. I Norge har MMC Kulde rettighetene til denne teknologien.

CAS innfrysingen foregår i temperaturer under -30°C , med høy luftsirkulasjon. Råstoffet blir utsatt for et magnetisk felt som skaper vibrasjon i vannmolekylene, slik at vannet underkjøles. En oppnår da en svært rask nedkjøling til rundt -20°C uten at vannet fryser. Frysingen skjer fort og i følge leverandøren dannes det da minimalt med iskrystaller som kan skade produktet. Produktene og væsken som blir fryst inn, beholder sin opprinnelige form og dermed oppstår det få skader som i neste omgang ville gitt drypptap og dårligere konsistens enn ved normal innfrysing. For å bevare kvaliteten som oppnås

ved CAS innfrysing, bør produktene ideelt sett oppbevares i fryserom med magnetiske felt. Slike systemer finnes i Japan. I vanlige fryserom vil CAS effekten forsvinne i løpet av en tidsbegrenset periode. Lagring i kortere perioder i vanlig fryser forringer imidlertid ikke CAS effekten. For å beholde CAS effekten har den japanske butikkjeden OK Corporation installert kabinetter med CAS fryserer i 39 av sine butikker (Prytz 2008).

1.2 Målsetning

I forprosjektet skal Scan Aqua, MMC Kulde og Møreforskning Marin teste ut CAS fryseteknologi for kråkebollerogn. En skal undersøke om teknologien kan optimalisere kvaliteten og dermed forenkle transporten til markedet. Det er innledet et samarbeid med kokkefirmaet Flavours som sammen med utvalgte profilerte kokker skal bedømme rognens kvalitet.

Hovedmålet i forprosjektet var å dokumentere kvaliteten på CAS fryst kråkebollerogn og sammenligne den mot fersk og standardfryst råstoff.

I forprosjektet retter en fokus på:

- Finne frem til optimal innfrysingsmetode for kråkebollerogn ved hjelp av CAS fryseteknikk.
- Sensorisk sammenligning av CAS fryst rogn mot fersk og vanlig fryst rogn.
- Produkttesting av CAS fryst rogn hos kokkefirmaet Flavours.

2. Material og metode

2.1 Råstoff

Oppfôret kråkebollerogn, høstet maksimum 2 dager før utprøving ble sendt fersk med flyfrakt fra Scan Aqua i Hammerfest til MMC Kulde på Valderøya. Råstoffet ble sendt i 2 ulike forsendelser med til sammen 10 kg rogn. Rognen var pakket i 50 gs porsjoner på plastbrett, med lokk og absorberende bleie. Plastbrettene var pakket i polstret isoporkasse med gel-is (bilde 1). Temperaturen i kassen var tilfredsstillende ved ankomst, med god kulde i gelisen fremdeles. Rogn som hadde smeltet og hadde dårlig konsistens eller andre kvalitetsfeil ble sortert ut før forsøkene startet. Rognen var høstet i mars måned og bar preg av at en nærmet seg gyting.



Bilde 1. Rogn pakket på 50 gs brett i polstret isoporkasse med gel-is.

2.2 Frysemetoder

Den CAS fryste rognen ble fryst inn i en testfryser ved MMC kulde. Fryseskapet er på 360 liter og har en frysekapasitet på 30 kg/time (bilde 2 a-c). Rognbrettene ble fordelt etasje vis i fryseren og fryst inn på 5 ulike metoder. Vanlig fryst rogn ble fryst inn ved Møreforskning Marin i et Friolinox BC101 skapfryser, ved -20 °C.



a)



b)



c)

Bilde 2. a) Innsetting av prøver i CAS fryser. b) Display med innstillinger CAS fryser. c) Rognprøver lagt på frysebrett før innsetting.

2.3 Innfrysing- metodeutvikling

Basert på første uttesting av CAS frysing av kråkebolle rogn i november 2008 og resultat fra innledende utprøvinger i forprosjektet fant en fram til 5 ulike frysemetoder som skulle testes ut. Ekspertpanelet som fortløpende vurderte resultatene fra fryseforsøkene bestod av Tore Sveen Søreide fra MMC Kulde, Svein Ringdal fra Scan Aqua og Wenche Emblem Larssen og Margareth Kjerstad fra Møreforsking.

Under uttestingen varierte og justerte en temperatur, viftehastighet og CAS effekt for å oppnå best mulig resultat. Tabell 1 viser en oversikt over betingelsene i de ulike forsøkene. For den beste frysemetoden gjennomførte en tineforsøk i to ulike temperaturer.

Tabell 1. Oversikt over frysemetoder og innstilling av CAS fryseren.

Met. nr	Innfrysingstid (t)	Viftehastighet (%)	CAS effekt (%)	Frysetemp. (°C)	Lagring (°C)	Tinetemp. (°C)	Kommentar
1	1	30	50	-50		20	Vurdert ved tining
2	1	30	50	-50		20	Fryst inn uten lokk Vurdert ved tining
3	1	30	50	-45		20	Vurdert ved tining
4	1	30	100	-45		20	Vurdert ved tining
5a	1	30	33	-45		20	Vurdert ved tining
5b	1	30	33	-45	-30	4	Vurdert 3 timer etter tining
5c	1	30	33	-45	-30	20	Vurdert 3 timer etter tining

2.4 Råstoffegenskaper

Tinetap

Tinetapet ble beregnet ut i fra differansen mellom vekt på rognen før og etter tining. Resultatet er vist i prosent.

Vanninnhold

Vannprosenten ble beregnet ut fra vekttap etter tørking i et varmeskap ved 105°C over natten. Det ble innveid 5 g homogenisert prøve. Vanninnholdet ble utregnet fra gjennomsnittet av 3 paralleller. Resultatet er gitt i prosent.

Vannbindingsevne

Vannbindingsevne ble bestemt som beskrevet av Børresen (1980), men prøvene ble sentrifugert ved ca. 4100 rcf i 15 minutt. Resultatet viser gjennomsnittet av 4 paralleller og er gitt i prosent.

Risteprøve

Ca. 50 g kråkebollerogn ble ristet i 15 minutter ved 250 rpm, på en Kika KS250 basic ristemaskin. Kvaliteten ble vurdert etter skala beskrevet i Tabell 2.

Tabell 2. Skala for kvalitetsvurdering av kråkebollerogn etter risteprøve.

Karakter	Egenskap
1	Ingen smelting (utflytning).
2	Litt smelting (under 25 % smeltet)
3	Mye smelting (ca. 50 % smeltet)
4	Helt utflytende/smeltet.

Histologi

CAS fryst rogn metode 5 og vanlig fryst rogn ble sammenlignet histologisk. Rognen ble montert på blokk for frysesevne og 3 paralleller fra hver innfrysing ble snittet i 2 µm tykke skiver og farget med HE (hemolin og erosin). Histologiprøvene ble opparbeidet ved Ålesund Sentralsjukehus. Møreforskning analyserte snittene og tok mikroskopiske bilder av cellestrukturene.

2.5 Sensorisk vurdering og produktanvendelse

Innfrysing av kråkebollerogn er med på å endre de sensoriske egenskapene til rognen. Prosjektet benyttet sensoriske tester gjennom hele metodeutviklingen for å finne best mulig innfrysingsmetode. Først ble de ulike innfrysingsmetodene kvalitetsvurdert av et ekspertpanel i takt med metodeutviklingen. Deretter ble et eksternt panel bestående av renommerte kokker brukt for å beskrive kvaliteten på fersk, vanlig fryst og CAS fryst rogn. I tillegg skulle utvalgte kokker teste ut ulike bruksområder for rognen. Et sensorisk dommerpanel ved Møreforskning på 11 dommere gjennomførte en forskjellstest for å avklare om det var forskjeller mellom CAS fryst og vanlig fryst rogn.

Frysemetodeutvikling

Under fryseforsøkene benyttet en skjema for å vurdere produkttegenskapene (Se Vedlegg 1). 5 ulike egenskaper ble vurdert av et ekspertpanel i karakterintervallet 1-5 (5 er best). Dette var vurdering av emballasjen, visuelt helhetsinntrykk, tyggemotstand, munnfølelse og farge. Tre paralleller fra hver innfrysingsmetode ble vurdert og et gjennomsnitt av observasjonene er fremstilt i resultatdelen.

Eksternt panel

5 kokker fra kokkefirmaet Flavours og restauranten Jone i Oslo vurderte rognen basert på vurderingsskala presentert i vedlegg 1. Kokkene svarte i tillegg på spørreskjema, vedlegg 2. Kokkene fikk utdelt 1 brett av vanlig fryst, fersk og CAS fryst rogn. Hvert brett inneholdt ca 50 g rogn, dette tilsvarer all rogn fra 3-4 kråkeboller. Under uttestingen forsøkte en å bruke rogn i samme fargespekter, da tidligere forsøk har vist at fargen og konsistens henger noe sammen.

Duo trio test

Det ble gjennomført en duo trio test i et sensorisk panel ved Møreforsking for å kartlegge om det var kvalitetsforskjeller på CAS fryst rogn kontra vanlig fryst rogn. 3 prøver ble delt ut til hver dommer. En var merket med referanse og de to andre med ulik tallkode. Dommerne skulle avgjøre hvilke av de to nummererte prøvene som var forskjelling fra referanseprøven, dvs. P (sansynlighet) = $\frac{1}{2}$ for å gjette riktig. Nullhypotese: CAS fryst rogn har en annen sensorisk kvalitet en vanlig fryst rogn. Dommerpanelet ble bedt om å fokusere på konsistensforskjeller.

Produktanvendelse

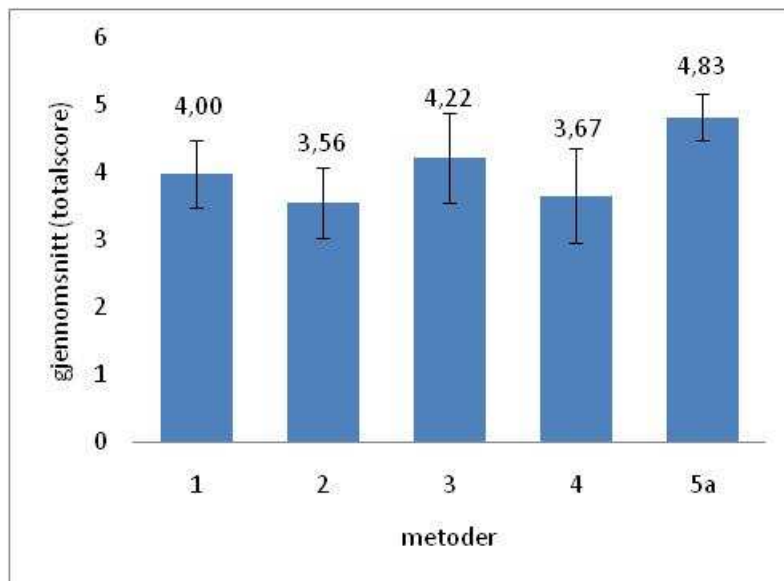
Kokkene Stian Floer ved Flavours og Jonathan Romano fra restauranten Jone lagde 9 ulike retter av kråkebolle rogn. Stian Floer utarbeidet i tillegg en kort råstoffbeskrivelse for produktet der kvaliteten på rognen og dens bruksområder ble beskrevet.

3. Resultat og diskusjon

3.1 Innfrysing- metodeutvikling

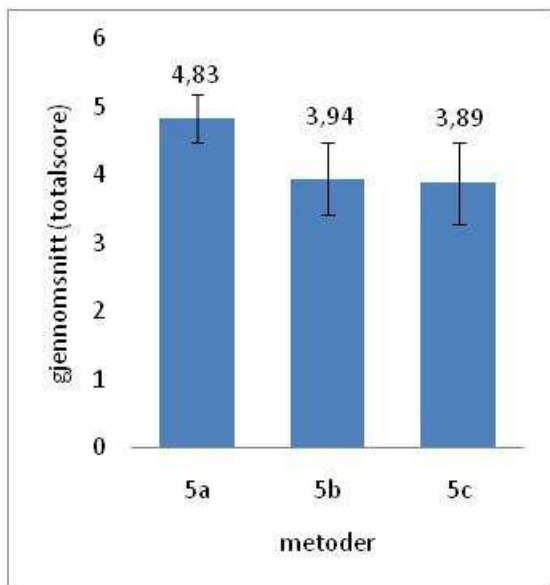
I forbindelse med metodeutviklingen ble kvaliteten på rognen etter innfrysing og tining vurdert ved hjelp av 3 ulike parameter. Dette var sensorisk vurdering, tinetap og kvalitet etter risting.

Figur 1 viser den sensoriske vurderingen av kråkebollerogn som ble fryst inn på 5 ulike metoder. En varierte tid, temperatur, CAS effekt og viftehastighet i de ulike seriene. Alle tallene er basert på 3 paralleller. Ekspertpanelet fra Scan Aqua, MMC Kulde og Møreforskning vurderte kvaliteten på den fryste rognen. Vurderingen var basert på karakterer fra visuelt helhetsinntrykk og tyggemotstand etter karakterskala i vedlegg 1 der 5 er høyest mulig karakter og 1 lavest. Figuren viser at metode 5 hadde den gjennomsnittelig høyeste karakteren av de 5 metodene. I denne metoden av rognen fryst inn ved -45°C , med viftehastighet på 50 og CAS effekt på 33. Forskjellen er i midlertidig ikke stor og en kan ikke basert på disse resultatene trekke noen konklusjoner. Årsaken til de små variasjonene kan være den store individforskjellen en ser på kråkebollerogn, spesielt i tiden før gyting. Blant annet var mørk rogn fastere en lys gul rogn, og rogn med innslag av melke var bløtere enn rogn uten melke. For å få et bedre bilde av kvaliteten i det videre arbeidet bør derfor antall paralleller økes. I tillegg bør karakterskalaen utvides til 9. Da vil den sensoriske beskrivelsen bli mer nyansert og detaljert. Ekspertpanelet konkluderte med at konsistensen på rognen i metode 5 var like bra som for fersk rogn og variansanalyse viser at forskjellen mellom metode 5 og de øvrige metodene er signifikant og $P < 0,03$.



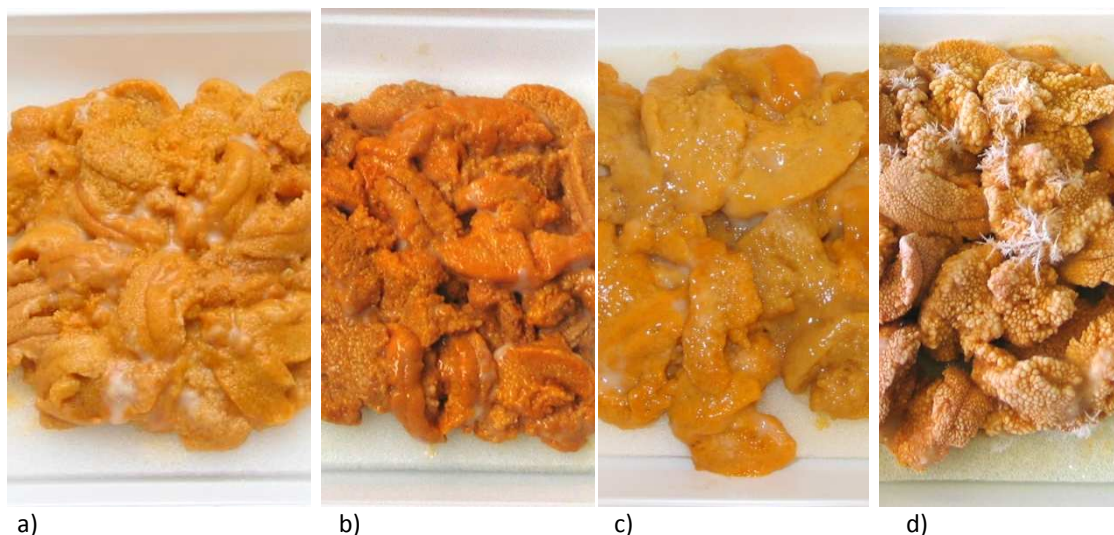
Figur 1. Gjennomsnittstall for sensoriske vurdering av kråkebollerogn under metodeutviklingen.

Figur 2 viser den sensoriske vurderingen av metode 5 etter 3 ulike opptiningsmetoder. 5a er rogn som er vurdert like etter tining ved 20°C . 5b og 5c er vurdert ca 3 timer etter opptining ved henholdsvis 4°C og 20°C . Figuren viser at rognen har best kvalitet umiddelbart etter tining, og at den taper seg raskt. Det er derimot svært små forskjeller på rognen tint ved 4°C og 20°C etter 3 timer. Det var spesielt den visuelle forskjellen som utpekte seg mht kvaliteten på rognen ved lagring etter tining. Overflaten på rognen svettet og fikk et smeltet utseende. Fersk lagret rogn har ikke denne forringelsen.



Figur 2. Gjennomsnittstall for sensorisk vurdering av metode 5 under forskjellige tinebetingelser. 5a er rogn som er vurdert like etter tining ved 20°C. 5b og 5c er vurdert ca 3 timer etter opptining ved henholdsvis 4°C og 20°C.

Bilde 3 a-c viser de visuelle forskjellene mellom fryst, CAS fryst og vanlig fryst rogn både CAS fryst og vanlig fryst rogn fikk noe mer smelting i overflaten en det en ser hos fersk rogn. Iskrystaller (bilde 3-d) har blitt sagt å være en av hovedårsakene til at rognen smelter etter opptining da rognen tåler dårlig kontakt med ferskvann (pers.med Svein Ringdal). Også kondens i emballasjen kan forårsake dette.

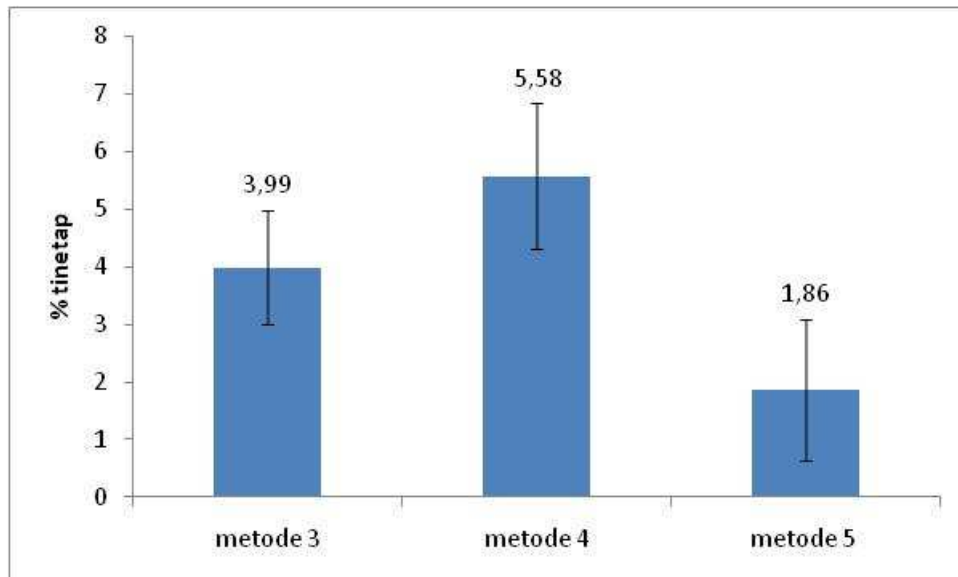


Bilde 3. a) Fersk kråkebollerogn. b) CAS fryst kråkebollerogn. c) Vanlig fryst kråkebollerogn. d) Fryst rogn med krystaldannelse.

3.2 Råstoffegenskaper

Tinetap og risteprøve

Tinetap sier noe om hvordan cellene i rognen har tålt innfrysingen. Lavt tinetap indikerer liten ødeleggelse i cellestrukturen. Figur 3 viser tinetap mellom 3 ulike innfrysingsmetoder. Alle metodene ble tint ved 20 °C. Metode 5 har signifikant ($P=0,022$) lavere tinetap enn metode 4.

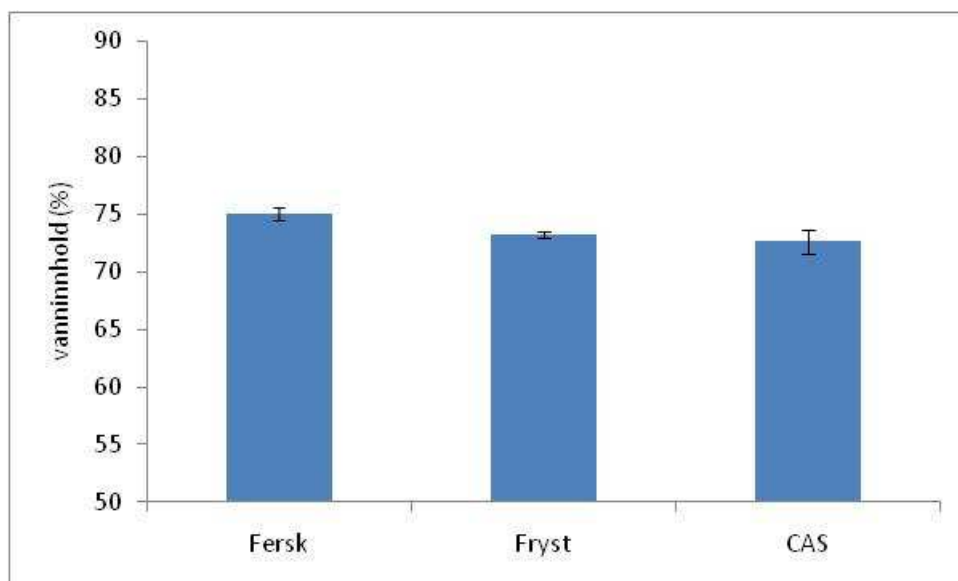


Figur 3. Tinetap for ulike serier i CAS fryseren.

Det er vanlig at rognen utsettes for risting og støt når kartongene blir transportert gjennom logistikk- og distribusjonssystemet. Scan Aqua utfører derfor risteprøver på ferdigpakket rogn for å undersøke rognens tåleevne for fysiske belastninger. Dette er en måte å simulere støtskade under transporten til markedet. Det ble gjennomført en risteprøve på rogn etter tining. Rognen ble vurdert etter en 4 karakters skala. Det ble ikke registrert forskjeller mellom de ulike CAS frysemetodene mht kvalitet etter risting.

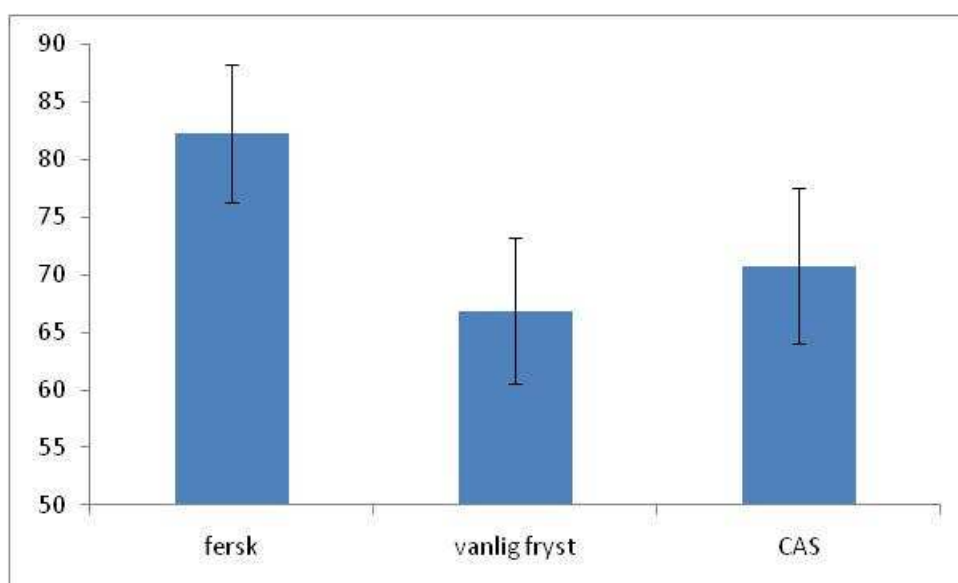
Vanninnhold og vannbindingsevne

I etterkant av metodeutviklingen ble vanninnhold og vannbindingsevnen til CAS fryst kråkeballerogn sammenlignet med vanlig fryst og ferskt råstoff. Figur 4 viser vanninnholdet i fersk, vanlig fryst og CAS fryst rogn. Det er signifikant ($P=0,015$) høyere vanninnhold i fersk rogn kontra vanlig fryst og CAS fryst rogn. Det er derimot ingen signifikante forskjeller mellom vanlig fryst og CAS fryst rogn.



Figur 4. Vanninnhold i fersk, vanlig fryst og CAS fryst rogn.

Figur 5 viser vannbindingsevnen til kråkeballerogn med ulik forbehandling. Fersk kråkeballerogn har best vannbindingsevne og er signifikant ($P=0,038$) bedre enn hos rogn som har vært fryst på vanlig måte. Gjennomsnittelig har rogn fryst inn med CAS bedre vannbindingsevne enn rogn fryst inn på vanlig måte, men forskjellen er ikke signifikant. Det er heller ikke signifikant forskjell mellom vannbindingsevnen til CAS fryst og fersk rogn ($P= 0,092$).



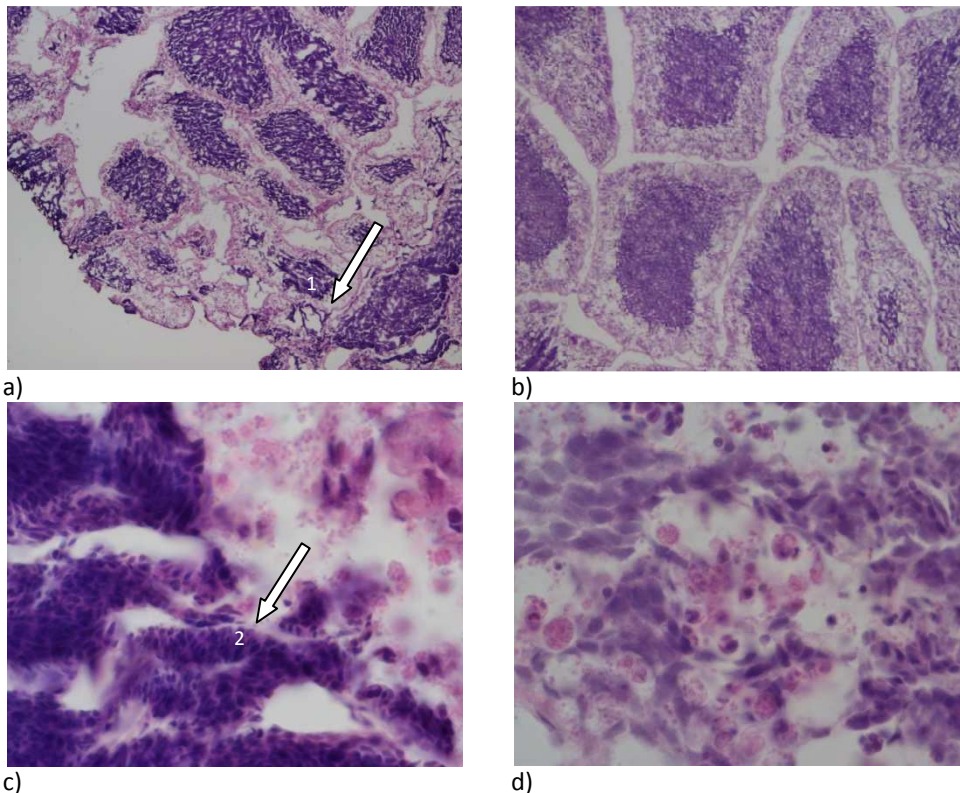
Figur 5. Vannbindingsevnen til fersk, fryst og CAS fryst rogn.

Under innfrysing bør man passere temperatursjiktet -1 til -5°C hurtigst mulig. Dette området kalles ofte den "kritiske fasen". Sjømatprodukt som har vært lenge i den kritiske fasen kjennetegnes ved tape mye vann, bli lett spaltet og få en bløt konsistens (Kjerstad *et.al.* 2009). I temperatursjiktet -1 til -5°C vil konsentrasjon av salter og enzymer øke og en får denaturering av proteinene slik at en mister vannbindingsevnen når produktet tines (Lynum 2005). I tillegg vil sen nedfrysingstid gi økt krystalldannelse som er med på å ødelegge cellestrukturen (Nilson 1990, Kjerstad *et.al.* 2009). Med hjelp av CAS fryseteknologi kan en i følge leverandøren underfryse vannmolekylene i produktet ned til -20°C , før rask innfrysing. Dette er med på å hindre stor krystalldannelse i cellene og hindre

celleødeleggelse. Denne effekten kan vi til en vis grad se ut i fra gjennomsnittstallene, da grad av ødelagte celler påvirker vannbindingsevnen.

Histologi

Det ble gjennomført histologiundersøkelse på cellenivå i vanlig fryst og CAS fryst rogn. De histologiske resultatene som er illustrert i bildene nedenfor viser at CAS ryst rogn hadde noe mindre cellesprenging og et bedre cellebilde med forholdsvis intakt kjerne og cytoplasma (bilde 4b). Rogn fryst på vanlig måte hadde noe celleskrumping og opprevet vev (bilde 4a). Det var også større områder mellom cellene med ødelagt og opprevet bindevev. Lylum (2005) og Nilson (1990) viser til at sen nedfrysingshastighet gir et dårligere histologisk bilde med opprevet vev og tydelig cellesprenging. Ved stor forstørrelse er celleødeleggelsen mer synlige. Ved en slik forstørrelse ser en doble lag med kjerner, og dette er årsaken til at farge intensiteten på snittet er høyere enn ved lavere forstørrelse (bilde 4c). CAS fryst rogn har mye mindre av denne type ødeleggelse (bilde 4d). Det ble ikke foretatt histologisk snitt av fersk kråkebollerogn da en i vår test bare benyttet frysensnitt. Sammenligninger med litteraturen viser derimot at det histologiske bilde til rogn fryst inn med CAS er nærmere det histologiske bilde til fersk rogn kontra rogn fryst inn med vanlig fryseteknikk (Chandler 1984).

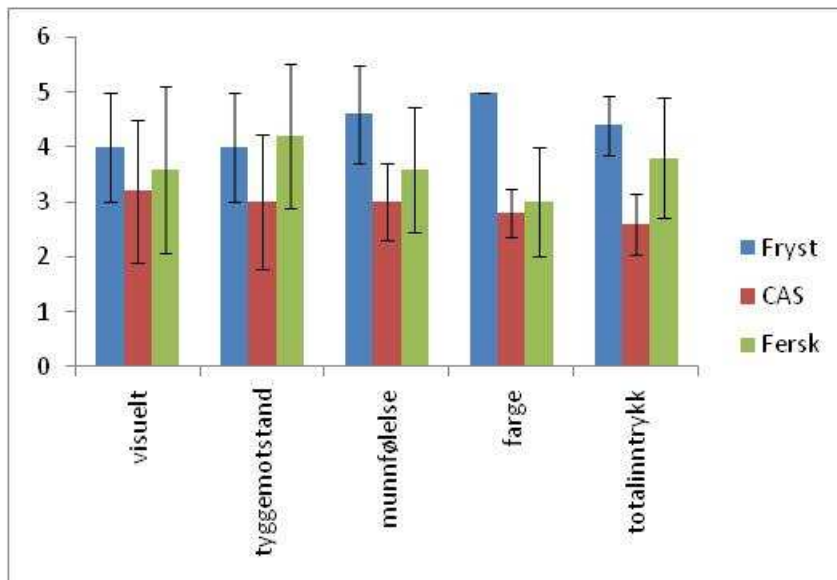


Bilde 4. Histologisk vevssnitt for fryst kråkebollerogn forstørret 40 (a-b) og 1000 (c-d) ganger. Vanlig fryst rogn (a,c). CAS fryst rogn (b,d). Pil på skadet vev (1) og dobbelt cellelag (2).

3.3 Sensorisk vurdering

I tillegg til den sensoriske vurderingen som ble gjennomført under metodeutviklingen ble de sensoriske forskjellene til fersk, vanlig fryst og CAS fryst kråkebollerogn vurdert av 5 ulike kokker og et sensorisk dommerpanel ved Møreforskning.

Figur 6 viser kokkenes vurdering av prøvene av kråkebollerogn. Figuren viser gjennomsnittstallene, inkl standardavvik, basert på vurderingsskjema i vedlegg 2. Rognen fikk karakter fra 1-5 (5 = best) for de sensoriske egenskapene tyggemotstand og munnfølelse. Kokkene vurderte i tillegg farge, utseende og totalinntrykk av produktet. Forskjellene mellom de tre ulike prøvene er ikke signifikante, men vanlig fryst rogn kommer best ut på alle vurderingene utenom tyggemotstand. CAS fryst rogn får dårligst karakter i alle kategorier. I etterkant kan vi også se at rogn med mørkere farge hadde bedre konsistens enn lys rogn. Om rognen endrer fargespekter i forbindelse med gyting slik at den da også får bløtere konsistens er ikke dokumentert, men dette kunne vært interessant å se på i en eventuell videreføring.



Figur 6. Kokkenes vurdering av produktegenskapene til fersk, vanlig fryst og CAS fryst rogn.

Kokkene gjennomførte også en rangeringstest av rognen, der 3 av 5 mente at vanlig fryst rogn hadde best kvalitet. 1 av 5 syntes CAS fryst rogn var best, mens 1 av 5 hadde fersk rogn som sin favoritt. At vanlig fryst rogn, som på forkant av uttesting ble vurdert som den rognen med dårligst kvalitet, ble rangert som det beste produktet var overraskende. Årsaken til dette er vanskelig å si, men store individuelle variasjoner på kråkebollerognen grunnet gyting kan være en forklaring. For Scan Aqua er det positivt at vanlig fryst rogn kom godt ut i testen, da dette gir et kvalitetsstempel på hvordan de i dag produserer dette produktet. I samtaler med kokkene i etterkant av uttestingen fikk alle rognprøvene godkjent karakter, og mange skrøt av den gode smaken. De fryste produktene tapte seg derimot fortore en fersk rogn, og etter et døgn i kjøleskap var denne rognen uegnet til bruk i sushiretter.

Produktegenskaper

I tillegg til den beskrivende testen og rangeringstesten ble kokkene bedt om å beskrive kvalitet på kråkebollerogn generelt, hvilke produktområde den kan anvendes i, og om de kunne tenke seg å bruke kråkebollerogn i fremtiden. Alle kokkene mente at kråkebollerogn er et produkt som er godt egnet i sushisegmentet. I tillegg ble egenskapene som smaksforsterker til supper, sauser og salater trukket frem. Noen av kokkene som var med i uttestingen bruker kråkebollerogn, i dag men alle ønsker å bruke det i fremtiden. På spørsmål om de kunne tenke seg å sette kråkebollerogn på

menyen ønsket 2 av 5 dette fast, mens 2 av 5 ønsket å servere den i utvalgte sesonger. Den siste kokken svarte ikke på dette spørsmålet.

Alle kokkene synes CAS fryst rogn var et greit alternativ for fersk kråkebollerogn, men de så ikke på CAS fryst rogn som et bedre alternativ en vanlig fryst rogn.

Produktanvendelse

Kråkebollerogn brukes som nevnt hovedsakelig i sushi, men har også andre bruksområder. Jonathan Romano fra restauranten Jonoe og Stian Floer fra Flavours tilberedte 9 retter av kråkebollerogn. Bilde 5 a-i, presenteres rettene med en kort forklaring. Rettene komponert av Jonathan Romaon blir i dag brukt i tradisjonelle sushirestauranter.



a) Bløte vårruller med Gambas og kråkebollerogn.
Komponert av: Stian Floer.



b) Gunkan maki med kråkebollerogn
Komponert av: Jonathan Romano.



d) Temaki med kråkebollerogn.
Komponert av: Jonathan Romano.



c) Retic salat med kråkebollerogn.
Komponert av: Jonathan Romano.



e) Gratinert kråkebollerogn.
Komponert av: Stian Floer.



f) Kamskjell carpaccio med kråkebollerogn.
Komponert av: Stian Floer



g) Kråkebollerogn suppe servert i kråkebollen.
Komponert av: Stian Floer



h) Tunfisk tataki med kråkebollerogn.
Komponert av: Jonathan Romano.



i) Ura maki med laks- og kråkebollerogn. Komponert av: Jonathan Romano.

Bilde 5. *Ulike retter av kråkebollerogn. Rett b, d, h, i er alle tradisjonelle japanske retter brukt i sushirestauranter, mens rett, a, c, e, f og g er "nye" retterkomponert i anledning uttestingen.*

Stian Floer var positivt overrasket over kråkebollerogn og anvendelsesområdene til produktet. Han foretrekker å bruke rognen rå slik at den gode lukten og smaken kommer frem. Han synes at rognen smelter i munnen og etterlater en god ettersmak. Teksturen på rognen var stort sett upåklagelig for alle de rognprøvene som ble testet ut.

Duo-trio test

For å undersøke om det var kvalitetsforskjeller på vanlig fryst og CAS fryst rogn ble det gjennomført en duo-triotest hos et sensorisk panel hos Møreforskning Marin. Til sammen 6 av 22 dommere plukket ut riktig prøve som var ulik referansen. I følge den binomiske fordelingen for en tosidig duo-trio test gir dette ikke signifikante forskjeller på et 0,05 nivå (vedlegg 3). Dvs. nullhypotesen; "det er konsistensforskjell mellom fryst og CAS fryst kråkebollerogn" forkastes.



Bilde 6. Sensorisk vurdering av kråkebollerogn, duo-trio test mellom CAS fryst og vanlig fryst rogn.

4. Oppsummering

Resultatene fra forprosjektet viser at det er små forskjeller mellom produktegenskapene til fersk, CAS fryst og vanlig fryst rogn. De sensoriske undersøkelsene har ikke greid å detektere noen forskjell. Dette resultatet var overraskende og skyldes trolig at forsøket ble kjørt i startfasen av gytetiden til kråkebollene. Ved de innledende innfrysingstestene i desember 2008 virket resultatene fra CAS innfrysingen svært positive. Et annet overraskende resultat er at vanlig fryst rogn ble vurdert som bedre enn fersk rogn. Normalt har fersk rogn en bedre kvalitet en fryst rogn. Dette er vanskelig å forklare siden frysing normalt sett vil gi dårligere produktegenskaper. Årsaken til de sprikende resultatene ligger trolig i at kvaliteten på rognen som har vært testet ut har variert mye. At rognen var under transport og på kjølelager i 1-2 døgn før innfrysing kan ha bidratt til å forsterke dette. Stor geografisk avstand fra Finnmark til Møre og Romsdal og flyfrakt med flere omlastinger har nok påvirket kvaliteten negativt.

I tillegg er trolig de store individuelle forskjellene på kråkebollerogngen i gyteperioden en medvirkende årsak til at resultatet er så sprikende. Rognens egenskaper forandrer seg dess nærmere en kommer gytetidspunktet. Kråkeboller gyter i perioden mars/april og dette påvirker produktkvaliteten negativt ved at en får innslag av melke og at konsistensen til rognen blir bløtere i perioden før gyting. Rognen var best i november 2008 og dårligst i mars 2009. Det er trolig også individuelle forskjeller i modningstidspunkt og tidspunkt for gyting. Dette har skapt variasjon i rognen som ble brukt i fryseforsøkene.

Under de sensoriske uttestingene hos Flavours og Møreforskning Marin så en tydelig forskjell i farge og konsistens mellom rognbrettene og mellom rognsekkene fra ulike kråkeboller. Blant annet så en at rogn med mørk farge hadde bedre konsistens enn rogn med lysere farge. Den store variasjonen mellom individene gjør det derfor vanskelig å få et ensrettet resultat. Årsaken til fargeforskjellene er ikke kjent, og under fôringsforsøk på kråkebolle ble det ikke observert fargeforskjeller i rognen som følge av ulikt fôr (Dale *et. al.* 2009). At en ikke kan tilby helt ensartede prøver i de sensoriske testene og i de kjemiske analysene gjør sammenligninger mellom prøver og ulike produktvarianter vanskelig. Variasjoner i produktegenskaper gjør det vanskelig å beskrive forskjeller og nyanser mellom prøvene.

I etterkant kan en konkludere med at det var uheldig at en gjennomførte innfrysningsforsøk og sensoriske tester like i forkant av gyteperioden. I utviklingsarbeidet i januar og februar fikk en indikasjoner om at det kunne være vanskelig å dokumentere forskjeller mellom de ulike produksjonsmetodene. Scan Aqua, MMC Kulde og Møreforskning besluttet likevel å gjennomføre arbeidet og uttestingen som planlagt. En mente det var viktig å få raske resultat fra arbeidet for å kunne benytte disse aktivt mot Scan Aqua sine kunder. Det var en målsetning at Scan Aqua skulle legge fram produktark for CAS fryst rogn for potensielle kunder under sjømatmessen i Brussel i april 2009. En annen årsak var at alle prosjektdeltakerne mente at CAS teknologien var så lovende at en mente det var viktig å gjennomføre forprosjektet som planlagt for å komme fort over i en videreføringsfase.

De kjemiske analysene utført på rognen viser at vannbindingsevnen til CAS fryst rogn er bedre enn hos vanlig fryst rogn, men forskjellen er ikke signifikant. Dette forholdet bør undersøkes nærmere på ferskt råstoff. De histologiske snittene viser at vanlig frysing ødelegger cellestrukturene mer enn CAS frysing. Dette er en indikasjon på at CAS teknologien er en mer skånsom frysemetode som bevarer cellestrukturen og kvaliteten på produktet.

CAS frysing blir sett på som et spennende alternativ for både rogn og andre typer sjømat som tåler frysing dårlig. CAS frysing av kamskjell og kongekrabbe ble trukket frem som nye og interessante produkter, dersom kvaliteten blir bedre enn ved tradisjonell frysing.

I løpet av prosjektperioden har MMC Kulde og Scan Aqua diskutert muligheter for leasing av CAS fryser, pris og leieavtale. MMC Kulde og Scan Aqua har inngått et samarbeid og har en intensjon om å inngå en avtale for leie av CAS utstyr.

5. Forslag til videre arbeid

Selv om forsøkene ikke har vist entydige positive resultat mener prosjektdeltakerne at teknologien er så lovende at en ønsker å gå videre med utviklingsprosjektet. De innledende uttestingene i november 2008 viste at CAS teknologien gav lovende resultater. Scan Aquas kunder har også vist positiv interesse for CAS fryst rogn. Det er viktig å gjennomføre videre tester for å kunne konkludere om CAS teknologien vil gi bedre kvalitet, mer fleksibilitet i produksjon og distribusjon og økt lønnsomhet for Scan Aqua.

Det at råstoffet som ble sammenlignet heller ikke er fra nøyaktig samme tidsrom og produksjonsbatch kan også ha påvirket resultatet. I et videre arbeid vil det være interessant å benytte samme fryseskap til innfrysing med og uten CAS effekt for å se på de eventuelle forskjellene, og direkte sammenligne disse med fersk rogn produsert i samme batch. For å få mer realistiske forsøksoppsett er det nødvendig at innfrysingsforsøkene blir utført hos Scan Aqua i Hammerfest. CAS innfrysing må utføres på fersk nyprodusert rogn utenfor gyteperioden. Dette krever en ny runde med innfrysingsforsøk for å finne en optimal produksjonsmetode for rognen. Mer arbeid innenfor dokumentasjon av produktegenskaper, sensoriske, kjemiske og histologiske analyser bør gjennomføres. I videreføringen bør en teste ut CAS fryst rogn hos Scan Aqua sine kunder. Det er viktig å få avklart kundenes preferanser og betalingsvillighet for CAS fryst rogn. Markedstesting hos utvalgte segment skal derfor gjennomføres i etterkant av produksjonsforsøkene.

Aktuelle FOU oppgaver i videreføring av prosjektet.

- Nytt pilotforsøk med metodeutvikling på fersk rogn.
- Sammenligninger av fersk, vanlig fryst og CAS fryst rogn.
- Transportforsøk av CAS fryst rogn.
- Kvalitetsvurdering av CAS fryst rogn etter lagring over tid
- Uttesting av produktet i ulike eksportmarkeder.
- Utvikling av CAS metodikk for andre arter og produkter.

6. Referanser

Børresen, T. 1980. Nyutviklede metoder for bestemmelse av vannbindingsevne, saltvannsbindingsevne og koketap i fiskemuskel. FTFI-rapport 663,1-7-2 1980, Tromsø.

Chandler, D. E. 1984 Comparason og quick-frozen and chemically fixed sea-urchin eggs: Structural evidence that contical granule exocytosis is preceded by a local increase in membrane mobility. J.Cell. Sci. 72, 23-36.

Dale, T., Siikavuopio, S. I. og Carlehög, M. 2009. Effekt av fôrstrategier på gonadekvalitet. Nofima, pnr. 20577.

Kjerstad, M., Fjørtoft, K.L., Giskeødegård, O. 2009. Produksjon av fisk om bord i fiskefartøy. Hvordan oppnå fisk av god kvalitet. Undervisningshefte. Møreforskning Marin.

Lynum, L. 2005. Videreforedlig av fisk. Tapir Akademisk Forlag, Trondheim. ISBN 82-519-2064-7

Nilson, K. 1990. Fryseprosessen och dess påverkan på fisk og fiskkvalitet. SIK-rapport nr 573.

Prytz, K. 2008. CAS: ny japansk fryseteknologi. Nyhetsbrev, FHF, Article14-5

Pers med. Gjøvik, J.A. Styreformen i Scan Aqua.

Pers med. Ringdal, S. Innleid Konsulent for Scan Aqua

Pers.med Søreide, T.S. CAS ansvarlig for MMC kulde, avdeling Valderøy.

7. Vedlegg

Vedlegg 1: Metode for kvalitetsvurdering

Sensoriske egenskaper etter innfrysing og tining

Før tining	Etter tining				
Emballasje	Visuelt helhetsinntrykk	Tyggemotstand	Munnfølelse	Smak	
1	<ul style="list-style-type: none"> Tørr overflate på rognen. Gjennomsiktig lokk uten dugg. 	<ul style="list-style-type: none"> Tydelige rognkorn. Hele faste båter. Tåler godt berøring og trykk. Robust. 	<ul style="list-style-type: none"> Faste båter. God tyggemotstand, litt crispy. Må bruke kraft for at båten skal smelte ved trykk mot ganen. 	<ul style="list-style-type: none"> Fyldig og dekkende munnfølelse. Gir en oljeaktig hinne i munnhulen (smørost). Antydning til rognkorn på tungen. 	<ul style="list-style-type: none"> God kraftig smak av sjø og skalldyr Lang ettersmak.
2					
3	<ul style="list-style-type: none"> Noe krystaldannelse i lokk og på rogn. Antydning til dugg i lokk. 	<ul style="list-style-type: none"> Rognkorn utydelig på halvparten av rognbåtene. Halvparten av rognbåtene er smeltet i overflaten. Rognmasse setter seg fast på finger ved berøring. 	<ul style="list-style-type: none"> Båtene myke med litt tyggemotstand. Båtene smelter ved middels press mot ganene. Myk, men ikke våt konsistens. 	<ul style="list-style-type: none"> Etter en tid i munnhulen føles massen vandig (seterrømme). Rognkorn kjennes ikke ved tygging. 	<ul style="list-style-type: none"> Smak av sjø som forsvinner raskt etter at rognen er spist opp.
4					
5	<ul style="list-style-type: none"> Massiv mengde krystaller på lokk og rogn. Tykt lag med dugg på lokk. 	<ul style="list-style-type: none"> Rognkorn ikke synlig. Rognbåtene er smeltet i overflaten. Rognbåtene er bløte og sprekker ved berøring. 	<ul style="list-style-type: none"> Løs og bløt ved tygging. Smelter som smør ved trykk mot ganen. 	<ul style="list-style-type: none"> Vassen rognmasse som forsvinner raskt i munnhulen etter tygging (krem). 	<ul style="list-style-type: none"> Utvannet smak Ingen ettersmak

Vedlegg 2: Skjema for kokkenes vurdering av produktegenskaper

Smakstest Kråkebollerogn

Navn:

Restaurant:

Du har mottatt tre prøver, en fersk, en fryst vanlig og en CAS fryst.

Beskrivende test

Prøvene skal først karaktersettes ved hjelp av vedlagt skala. Les nøye gjennom denne før dere starter uttestingen. Karaktersettingen skal basere seg på at et eller flere av kriteriene i karakterboksen stemmer med deres observasjoner. Karakteren 5 blir vurdert som best i alle kategorier utenom farge.

Vurder det visuelle helhetsinntrykket først og smak deretter. Kommenter gjerne i tillegg til karaktersettingen for å gi et mer fylldig svar.

Prøve A

Beskrivelse

Karakter

Kommentar

Visuelt helhetsinntrykk

Tyggemotstand

Munnfølelse og smak

Farge

Total inntrykk		
----------------	--	--

Andre kommentarer

Prøve B

Beskrivelse

Karakter

Kommentar

Visuelt helhetsinntrykk

Tyggemotstand

Munnfølelse og smak

Prøve C

Beskrivelse **Karakter** **Kommentar**

Visuelt helhetsinntrykk

Tyggemotstand

Munnfølelse og smak

Farge

Total inntrykk		
----------------	--	--

Andre kommentarer

Rangeringstest

Etter at du har testet alle prøvene og beskrevet de, så er det ønskelig at du rangerer prøvene fra 3-1, der 3 er best og 1 er dårligst.

Hvilke av de utdelte prøvene vil du rangere som best(3), middels(2) og dårligst(1)?

Vanlig fryst

CAS fryst

Fersk

Hvorfor? _____

Er det noen av prøvene du ville forkastet, evtnt hvilke? _____

Hvorfor? _____

Generelt

Hvilke bruksområder mener du kråkebollerogn har:

Hvilke kvalitetsegenskaper legger du vekt på for kråkebollerogn

Bruker du kråkebollerogn per i dag? Ja Nei

Dersom ja, i hvilke sammenheng? _____

Dersom nei, kunne du tenkt deg å bruke det i fremtiden? Ja Nei

Dersom ja, er kråkebollerogn et produkt du kunne tenke deg å sette fast på menyen, eller ser du på det som et sesongprodukt?

Fast på menyen Sesongbasert på menyen

Be panelleder om fasit på hvilke prøve som er hva, svar deretter på spørsmålene nedenfor.

Er CAS fryst rogn et godt alternativ til fersk kråkebollerogn? Ja Nei

Hvorfor? _____

Er CAS fryst rogn et bedre alternativ til vanlig fryst kråkebollerogn? Ja Nei

Hvorfor? _____

Dersom du skulle kjøpe kråkebollerogn, hvilke produktvariant ville du foretrekke?

Vanlig fryst CAS fryst Fersk

Hvorfor? _____

Vedlegg 3: Bionomisk tabell

c. Bionomisk fordeling

i. $p=1/2$ (Partest, Duo-trio-test)

ii. $p=1/3$ (Triangeltest)

Tabellen gir minste antall korrekte identifikasjoner (Triangeltest, Duo-trio-test), eller minste antall svar til det ene eller andre alternativet (Partest) som vi må ha for at $H_0=A=B$ skal forkastes.

N	P1	P2	P3	T1	T2
5	3	5		4	4
6	4	6	6	5	5
7	5	7	7	5	5
8	6	7	8	5	6
9	7	8	8	6	6
10	8	9	9	6	7
11	9	9	10	7	7
12	9	10	10	7	8
13	10	10	11	8	8
14	10	11	12	8	9
15	11	12	12	8	9
16	12	12	13	9	9
17	12	13	13	9	10
18	13	13	14	10	10
19	13	14	15	10	11
20	14	15	15	10	11
21	14	15	16	11	12
22	15	16	17	11	12
23	16	16	17	12	12
24	16	17	18	12	13
25	17	18	18	12	13
30	20	20	21	14	15
35	22	23	24	16	17
40	25	26	27	18	19
45	28	29	30	20	21
50	31	32	33	22	23
60	36	37	39	26	27
70	41	43	44	29	31
80	47	48	50	33	35
90	52	54	55	37	38
100	57	59	61	40	42
110	63	65	66	44	46
120	68	70	72	48	50
130	73	75	77	51	53
140	79	81	83	55	57
150	84	86	88	58	61

N=antall forsøkspersoner eller antall prøvesett.

P1:Partest/Duo-trio-test (ensidig) på nivå 0.10

P2:Partest/Duo-trio-test (tosidig) på nivå 0.10, eller ensidig på nivå 0.05.

P3:Partest/Duo-trio-test (tosidig) på nivå 0.05, eller ensidig på nivå 0.025.

T1:Triangeltest på nivå 0.10

T2:Triangeltest på nivå 0.05