
RAPPORT NR. MA 17-18 | Wenche Emblem Larssen, Snorre Bakke, Gyda
Christophersen, Turid Standal Fylling, Trygg Barnung

MELLOMLAGRING AV LEVENDE REKER TIL KONSUM

TITTEL	Mellomlagring av levende reker til konsum
FORFATTER	Wenche Emblem Larssen, Snorre Bakke, Gyda Christophersen, Turid Standal Fylling, Trygg Barnung
PROSJEKTLEDER	Wenche Emblem Larssen
RAPPORT NR.	MA 17-18
SIDER	62 inkl. vedlegg
PROSJEKTNUMMER	54800
PROSJEKTITTEL	Mellomlagring av levende reker til konsum
OPPDRAGSGIVER	FHF
ANSVARLIG UTGIVER	Møreforskning
ISSN	0804-5380
DISTRIBUSJON	Åpen
NØKKEWORD	Teinefangst, Pandalus borealis, preferansetemperatur, levende håndtering, transport, markedspotensial

SAMMENDRAG

Med bakgrunn i et nystartet fiske etter reker (*Pandalus borealis*) ved hjelp av teiner, har det overordnede målet i dette prosjektet vært å undersøke muligheten for levende fangst, mellomlagring og transport av reker.

- Grunnleggende preferansestudier knyttet til lys, temperatur og tetthet, samt studier på transport og levende lagring både i laboratoriet og feltet er gjennomført.
- Reke eksponert for dagslys i 14 dager har ikke økt dødelighet sammenlignet med reker lagret mørkt.
- Temperaturgradientforsøk innenfor rekens temperaturpreferanseområde viste at reker foretrekker temperaturer under 7,3 ° C.
- Ved langvarig mellomlagring (opptil 14 dager) best overlevelse når den får svømme fritt og har plass til å bunnslå.
- For å oppnå kommersielle transportkvantum ble reker for en kortere periode pakket i kasser med en tetthet på inntil 165 kg/m³ og lagret i resirkulert kjølt sjøvann (3 °C) i 5 døgn. En overlevelse på rundt 90 % anses å være tilfredsstillende i en kommersiell setting.
- Tørrtransport av reker på saltet is (~ -1.5 °C) var vellykket med en overlevelse på rundt 95 % etter 24 timer på is. Etter påfølgende 24 timer revitalisert i vann var overlevelsen fremdeles rundt 90 %.
- Forsøk med bruk av stressdempende middel som Aqui-S® og Tex-OE® for å øke overlevelse har ikke gitt ønsket resultat.
- Feltforsøk med 8 dagers lagring og transport (fra båt til marked) ga en overlevelse på 70%. Fangstskader fra teinen bidro trolig til lavere overlevelse av reker i felt sammenlignet med resultater fra laboratoriet.
- Modifisering av teiner med blant annet bruk av knuteløs notlin, i stedet for plastbelagt metallgitter, har redusert fangstskader fra 40 % til 4 %. Videre studier må gjennomføres for å se om dette kan bidra til redusert dødelighet under mellomlagring og transport ut til marked.
- Innledende markedsundersøkelser viser at det er et potensial for omsetting av ferske rå og levende reker til utvalgte marked.

Gjennom nært og forpliktende samarbeidet mellom fiskere, bedrifter, utstysleverandører og FoU-institutt er man gjennom prosjektet ett skritt nærmere kommersiell fangst, mellomlagring, transport og omsetning av levende reker.

© FORFATTER/MØREFORSKING

Forskriftene i åndsverkloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller framstille eksemplarer til privat bruk. Uten særlig avtale med forfatter/Møreforskning er all annen eksemplarfremstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt så langt det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

SUMMARY

With the basis in a newly established fishery for shrimps (*Pandalus borealis*) using pots the aim of this project has been to investigate the opportunity of for live catch, holding and transport.

Preference studies related to light, temperature and density, as well as studies on transport and live storage both in lab and the field have been conducted.

- Exposure to daylight for 14 days did not increased mortality compared to shrimp stored in complete darkness.
- Temperature gradient experiments within the shrimps known temperature preference range showed that the shrimp prefers temperatures below 7.3 ° C.
- During long term storage (up to 14 days), the shrimp has the best survival rate when it's allowed to swim freely and has room to settle at the bottom.
- Focusing on shorter storage periods of commercial transport quantities, a test was conducted packing shrimps in boxes with a density of up to 165 kg / m³ and stored in recycled refrigerated seawater (3 °C) for 5 days. A survival of around 90% was found and considered satisfying in a commercial setting.
- Dry transport of shrimp on salted ice (~ -1.5 ° C) has been successful with a survival of around 95% after 24 hours on ice. After subsequent 24 hours of revitalization in water, survival was still around 90%.
- Attempts to use anti-stress agents such as Aqui-S® and Tex-OE® to increase survival has not been successful.
- Field trials with 8 days storage and transport (from boat to market) yielded a survival of 70 %. Catch injuries from the pots contributed to lower survival of shrimps in field experiments compared to results from the laboratory.
- Modification of the pots by using a mesh without knots instead of plastic coated metal reduced catch injuries from 40% to 4%. Further studies must be conducted to see if this will reduce motility during storage and transport to the market.
- Initial market research shows that there is a potential for the conversion of fresh raw and live shrimp to selected restaurant markets.

Through the close and binding cooperation between fishermen, companies, equipment suppliers and the R & D institute, the project has taken one step closer to commercial capture, storage, transport and sale of live shrimp.

FORORD

Prosjektet «Mellomlagring av reker til konsum» er en satsning rettet seg mot små og mellomstore rekebåter i kystfiske, og mottaksanlegg som omsetter levende skalldyr. Gjennom arbeidet har man hatt som mål å undersøke muligheten for fangst og mellomlagring av levende reker (*Pandalus borealis*) fra teine. Teinefiske er et nyetablert fiskeri i Finnmark med voksende nasjonal interesse. Fokus i prosjektet har vært fangstbehandling, forhold under mellomlagring om bord i båt og på land, samt egnede transportmetoder for levende reker. Prosjektet har vært finansiert av Fiskeri og havbruksorganisasjonens forskningsfond (FHF), og har vært ledet av Møreforskning Ålesund som har stått for koordineringen og den praktiske gjennomføringen.

Prosjektet har fått uvurderlig støtte fra en svært aktiv styringsgruppe bestående av Kristian Prytz (FHF), Jo-Inge Hesjevik (reketeinefisker), Svein Ruud (Norway King Crab AS), Helge Myrseth (Seashell AS). Fiskerne Ingar Haukenes, Espen Ottem, Eskil Skinlo og Øyvind Hesjevik har bidratt i forbindelse med fangst og mellomlagring av reker om bord i båt, og Roman Vasilyev og Arnkjell Bøgeberg fra Norway King Crab har organisert frakt av reker fra fisker til mottaksstasjon og marked. I tillegg har redskapsprodusent Frøystad AS ved Roy Willy Hagen engasjert seg i videreutvikling av teinene. Fisker Leidulf Roald og Atlanterhavsparken har bidratt i forbindelse med innsamling av reker til laboratorieforsøk.

Takk til alle!

Ålesund 31.12.17



Wenche Emblem Larssen

Prosjektleder

INNHOLD

SAMMENDRAG	4
SUMMARY	5
FORORD	6
INNLEDNING	8
PROBLEMSTILLING OG FORMÅL	9
MATERIAL OG METODE	11
Fysiologiske forsøk.....	11
Mellomlagring.....	14
Transport	15
Kvalitet rå reker på is.....	16
Feltforsøk.....	17
Modifisering av teiner	20
Innledende markedsevaluering	21
RESULTATER.....	22
Fysiologiske forsøk.....	22
Mellomlagring.....	25
Transport	27
Kvalitet rå reker på is.....	31
Feltforsøk.....	33
Modifisering av teiner	36
Innledende markedsevaluering	41
DISKUSJON	47
Konklusjon og anbefaling til «Best practice».....	54
HOVEDFUNN	55
LEVERANSER	55
REFERANSER	56

INNLEDNING

Dyphavsreker (*Pandalus borealis*), heretter kalt reker, er utbredt i nordlige deler av både Stillehavet og Atlanterhavet. Den finnes i store ansamlinger på havbankene samt på bløtbunnsområder langs kysten og inne i fjordene. Uavhengig om den fangstes til havs eller langs kysten forvaltes reke i Norge som to bestander; henholdsvis sør og nord for 62°N. I Atlanterhavet har det vært en kraftig nedgang i landinger de siste 10 årene, fra over 400 tusen tonn i 2007 til rundt 250 tusen tonn de senere årene (FAO 2016). Rekebestanden i Norge har imidlertid hatt en positiv utvikling siden 2011 (Hvingel 2012, Søvik og Thangstad 2013), og det internasjonale havforskningsrådet (ICES) vurderer begge de norske bestandene som sunne og bærekraftig utnyttet (Søvik og Thangstad 2013). Siden 2016 har reker fangstet i norske farvann også kunne markedsføre seg med Marine Stewardship Council (MSC) sertifisering. Landingene sør for 62°N har vært stabile på mellom 3 000 til 5 000 tonn (herav 40-70 % reker fra kyst og fjord), mens landingene fra 62°N til 70°N falt på slutten av 1980-tallet, hvorpå de har holdt seg lave og aldri oversteg 1 000 tonn. Rekefiskere og industri på land ønsker å utvikle nye produkter og produksjonsalternativer som sikrer økt verdiskapning og grunnlag for stabil drift. I dag blir reker stort sett fangstet med trål og tradisjonelt solgt kokte, enten som ferske eller frosne. Andre rekearter, som strandreken *Palaemon serratus* og Alaskareken *Pandalus platyceros* omsettes i dag også levende, og man kan oppnå høye priser på produktet (Larssen og Dyb 2009). Sammenlignet med flere andre skalldyr som omsettes levende, finnes det mindre kunnskap om fangst, lagring og transport av *Pandalus borealis*.

For å lykkes med fangst og mellomlagring av levende reker er man avhengig av skånsom fangst. Reker tråles i dag opp mot 10 timer, noe som gir medfølgende kvalitetsforringelse som følge av skader (Larssen m.fl. 2013). Et alternativ til trål er fangst av reker ved hjelp av teiner, som er et selektivt og skånsomt redskap både for fauna og målarten som fangstes. Frem til nå har forsøk med teinefiske etter reker i Norge ikke vært vellykket (se bl.a. Bjordal 1979, Hansen 2002, Johansen og Aschan 2004), men siden 2015 har der vært pågående forsøk på fangst av reker ved hjelp av teiner i Finnmark etter kanadisk modell (Koeller m.fl. 1995, Koeller 2000), og resultater så langt viser at man i visse områder kan oppnå fangster som gjør det kommersielt drivverdig. Teinefangede reker er et potensielt bedre utgangspunkt for levende omsetning, men for å lykkes med å få levende reker ut i markedet er man avhengig av å tilstrebe forhold som i størst mulig grad imøtekommer de fysiologiske kravene til reken gjennom hele verdikjeden. Siden reker lever på dypt vann ved lave og stabile temperaturer på mellom -1,6 og 8 °C (Shumway m.fl. 1985) er de ømfintlige for håndtering, eksponering for luft og lys og høy temperatur. Gjennom tidligere forskningsarbeid er det bl.a. identifisert flere fysiologiske og teknologiske flaskehals i tilknytning til lagring av reker (Larssen m.fl. 2013).

PROBLEMSTILLING OG FORMÅL

Prosjektet «Mellomlagring av reker til konsum» har hatt som hovedmål å undersøke muligheten for omsetning av levende reker (*Pandalus borealis*), med håp om at dette vil kunne gi fiskere og mottaksanlegg langs kysten både økonomiske og driftsmessige fordeler:

- *Økt produktportefølje.* Tilbydere eller eksportører av sjømat vil med levende reker kunne tilby sine kunder et nytt produkt.
- *Økt lønnsomhet på sjø og land.* I dag omsettes levende *Pandalus platyceros* fra Canada til Kina for 300 kr/kg (pers.med Svein Ruud, Norway Kingcrab), og forundersøkelser har vist at det er mulig å introdusere *Pandalus borealis* i det samme markedet. Innledende markedskartlegging har også avdekket at markedet kan betale mellom 6-8 kr pr levende reke, noe som vil tilsvare mellom 400-600 kr/kg. Til sammenligning omsettes i dag kokte skallreker til en gjennomsnittlig kilopris på rundt 100 kr. Fangst og mellomlagring av levende reker med teiner eller trål vil kunne gi en god biinntekt for kystfiskeren.
- *Buffer.* Reker mellomlagret på land vil gi muligheten for en mer stabil og forutsigbar leveranse mot markedet. Levende lager gir også mulighet for mer regelmessig omsetning av mindre volum mot f.eks. restauranter.
- *Tilpasset produksjon.* I tillegg til volumtilpasset omsetning, kan mellomlagrede reker forbehandles etter resept og ønsker fra kunder. (Koketid, saltinnhold under koking, etterbehandling m.m).

Med basis i overstående effektmål, samt at det nå er mulig å lande teinefangede reker, har det overordnede målet med dette prosjektet vært å undersøke muligheten for fangst, mellomlagring og transport av levende reker. Fokus i prosjektet var å se på ulike teknologiske og praktiske løsninger som møter rekens fysiologiske krav, samtidig som man ivaretok krav om rasjonell industriell håndtering.

Ved prosjektets start hadde man 3 overordnede delmål, med ulike aktiviteter knyttet til hvert resultatdelmål*:

1. Gjennomføre preferansestudier på reker i laboratorieskala (in-house). Fokus på rekenes fysiologiske krav i f.t. lys og temperatur.
2. Etablere «beste praksis» for fangstbehandling og mellomlagring av levende om bord i båt.
3. Utrede metodikk for mellomlagring og røkting av levende reker på land.

Som en justering av prosjektplan ble modifisering av reketeiner lagt inn som resultatmål.

Bakgrunnen for denne tilleggsaktiviteten var at man under det pågående forsøksfiske etter reker med teiner i Finnmark i noen områder har hatt problemer med interaksjon med blant annet

kongekrabbe, som stenger inngangen på teinen og spiser opp agnet. Man ønsket derfor å utvikle eller modifisere reketeiner i forsøk på å redusere interaksjon med kongekrabbe og fisk.

* Etter hvert som resultater og ny kunnskap ble tilegnet gjennom prosjektet ble små justeringer i prosjektets prioriteringer foretatt i samråd med, eller etter ønske fra, prosjektets styringsgruppe.

MATERIAL OG METODE

En oversikt over de utførte undersøkelsene i prosjektet vises i kronologisk rekkefølge i Vedlegg 1 (nr. 1-13). Presentasjonen her i «Material og metode», samt i «Resultat» og «Diskusjon» vil av hensyn til faglig sammenheng være etter tema, men med uthevede referanser til forsøksnummer i Vedlegg 1-tabellen.

I prosjektperioden har det vært gjennomført forsøk ved Møreforskings våtlab i Ålesund, ved mellomlagringsanlegg hos industripartnere i prosjektet, samt om bord i båt (fangsthåndtering og mellomlagring). I forsøk på mottaksanlegg samt på båt ble teinefangede reker benyttet. På grunn av logistiske utfordringer ble reker i laboratorieforsøk anskaffet fra lokal rekebåt (trål). Båten benyttet kort tråltid (maks 2 timer) og direkte overføring av fangst til tanker med vann. Ved ankomst til våtlab ble bifangst og døde reker utsortert, og levende reker revitalisert i minimum 48 timer før bruk i forsøk. Da reker er tifotkreps, og dermed underlagt lov om dyrevelferd, har gjennomførte fysiologiske forsøk vært godkjent av Forsøksdyrutvalget (FOTS ID 11106).

FYSIOLOGISKE FORSØK

Effekter av lys på overlevelse

Målet med **forsøk 1** var å se om lysregime tilsvarende en 12t lys/12t mørke påvirket overlevelse hos reker sammenlignet med lagring under konstant mørke. Dette for å avdekke hvor stor betydning lyspåvirkning vil kunne ha i en industriell sammenheng (f.eks. under mellomlagring på båt og på land).

Totalt 600 reker ble fordelt i 6 x 400 liter tanker (100 reker per tank). Tre tanker ble lysregulert med lys (Aquabeam 1500 HD Ultima Ocean Blue) i 12 timer og påfølgende 12 timer mørke. Reker i de 3 andre tankene ble holdt under konstant mørke. Rekene ble lagret i 14 dager. Underveis i forsøket (annen hver dag) ble rekene observert visuelt for dødelighet, og ved endt forsøk ble vitalitet og dødelighet vurdert etter vitalitetsindeks i Tabell 1 (Larssen m.fl. 2013). Vanntemperatur under forsøket var ~ 5 °C

Tabell 1 Vitalitetsindeksskala hentet fra Larssen m.fl. (2013)

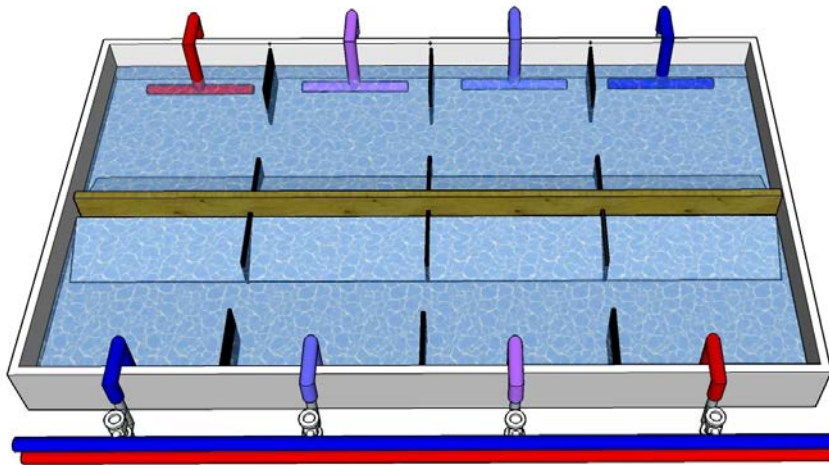
1 Frisk	<ul style="list-style-type: none"> • Gjennomsiktig kropp (hode) og hale med pumping av hemolymfe over kroppshulen. • Holder hodet opp og bakover. • Svømmebeina trukket godt inn under halen. • God bevegelse i alle bein. • Slår med halen. 	
2 Skadet	<ul style="list-style-type: none"> • Fargeforskjeller (hvit) på vev i hale av ulik gradering. • Gjennomsiktig kropp. • Helt eller delvis lamme svømmebein. • Kropp begynner å henge ned. 	
3 Død	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen bevegelse i ben eller kroppshule • Hodet henger slapt ned og er hvit og ikke gjennomsiktig. • Halen til reken er hvit. • Reken har ofte en 90 ° knekk på halen. 	

Temperaturpreferanse

For å undersøke temperaturpreferanse hos reker (**forsøk 2**), ble en tank bestående av to lengdestrømrenner benyttet (Figur 1), med hver renne bestående av fire celler hvor varmt og kaldt vann ble blandet. Gradienten ble kjørt i motsatt retning i de to rennene og retningen reversert regelmessig for å bekrefte at valgt posisjon i rennen var styrt av temperatur og ikke en bevegelse mot en spesiell side av tanken. I hvert eksperiment i forsøkene ble reke fordelt jevnt utover tanken og holdt uforstyrret i lengdestrømrennen i 48 timer. Ved endt eksperiment ble antall reker som befant seg innenfor de fire temperaturcellene talt opp, og andel reker i hver celle beregnet. Ved start og slutt av hvert eksperiment ble temperaturintervallet innenfor hver celle registrert. Det ble gjennomført to forsøk for å undersøke temperaturpreferanse:

I første forsøk, gjennomført månedsskiftet juni/juli 2015, ble 100 reker fordelt jevnt utover i hver av lengdestrømrennene. Forsøket ble gjentatt med 6 replikat (3 eksperiment x 2 grupper/renner x 100 reker, med 48 timer varighet i hvert eksperiment). Temperaturgradienten under forsøket gikk fra ~10 til ~4 °C. Akklimatiseringstemperatur (lagringstemperatur for reker før eksperiment) var ~4°C.

I andre forsøk, gjennomført mai 2016, ble ulike tettheter av reker benyttet for å se om dette påvirket temperaturpreferansen. I forsøket ble det gjennomført eksperiment på 4 grupper med 20 reker (lav tetthet) og 4 grupper med 100 reker (høy tetthet). Temperaturgradienten under dette forsøket gikk fra ~9.5 til ~5.5 °C. Akklimatiseringstemperatur for reker var ~6 °C.



Figur 1 - Illustrasjon lengdestrømsrenne med temperaturgradient. Hver lengdestrømsrenne inndelt i fire celler hvor varmt og kaldt vann blandes til ønsket temperatur. Åpninger mellom hver celle tillater bevegelse mellom temperaturer.

Doseforsøk AQUI-S®

AQUI-S® er et kommersielt veterinærpreparat med virkestoffet isoeugenol (540 mg/mL) som er et derivat av hovedbestanddelen i nellikspikerolje; eugenol. Middelet er godkjent i EU for sedasjon og anestesi av atlantisk laks og regnbueørret i forbindelse med håndtering og ved vaksinerings, og har også vært brukt som stressreducerende middel for krepsdyr (Coyle m.fl. 2005, Saydmohammed og Pal 2009, Barrento m.fl. 2011, Midling m.fl. 2012, Cowing m.fl. 2015). For å undersøke om bruk av dette middelet kunne forbedre overlevelse hos levende reker i en transportsituasjon (se forsøk 6) ble doseforsøk utført for å finne konsentrasjon og eksponeringstid som resulterte i tungt beroligede, men levedyktige reker (**forsøk 5**). Et pilotforsøk ble først gjennomført for å identifisere egnet eksponeringstid, med testkonsentrasjoner på 100 mg/L, 150mg/L og 200 mg/L isoeugenol. Konsentrasjonene ble valgt med bakgrunn i resultater fra andre studier på krepsdyr (se overstående referanser). I pilotforsøket ble grupper med mindre antall reker (8-25) eksponert for AQUI-S® i badde med 10 liter vann. Temperaturen var forholdsvis høy (12-14 °C) i badet med AQUI-S®, mens revitaliseringen foregikk i kaldere vann (~6 °C). Reke ble antatt å være tungt sedatert når de hadde mistet likevekten og lå på siden (Tabell 2). I gruppen eksponert for 200 mg/L hadde alle rekene mistet likevekten etter 5 minutter, og i gruppen eksponert for 100 mg/L etter 25 minutter. En død reke ble observert etter påfølgende revitalisering i et døgn i gruppene eksponert for 100 mg/L i 25 minutter og 150 mg/L i 10 minutter, som tilsvarer <5% dødelighet. Basert på disse resultatene ble det valgt å bruke en eksponeringstid på 10 minutter i dose-responsforsøk.

Dose-responsforsøket ble gjennomført med grupper à 50 reker i badde med 15 liter vann. Forsøksoppsettet bestod av triplikate badde for grupper med reker eksponert for AQUI-S® i de tre konsentrasjonene 100 mg/L, 150mg/L og 200 mg/L isoeugenol, samt en kontrollgruppe som ble håndtert og plassert i badde uten beroligende middel (4 grupper x 3 replikat = 12

enkeltgrupper). Rekenes adferd ble observert under eksponering i 2, 4, 6, 8 og 10 minutter og vurdert i henhold til kategoriene: 1 = «normal», 2 = «lett beroliget», 3 = «tungt beroliget», 4 = «totalt bedøvd» og 5 = «død» (Tabell 2). Etter behandlingen, ble rekene overført til 3 stk 400 liters kar med vanngjennomstrømming som hadde en vanntemperatur på ~ 5° C. Karene var delt i 4 avdelinger slik at replikantene ble holdt hver for seg for videre observasjon. Oppvåkning ble registrert etter 5, 10, 15, 30, 60 og 120 minutter og vurdert i henhold til de samme kategoriene som under eksponeringen (Tabell 2). Etter 24 og 48 timer revitalisering ble også rekenes vitalitetsindeks undersøkt i henhold til Tabell 1.

Tabell 2 Grad av sedativ adferd hos reker etter overførsel i bad med Aqwi-S®

Kategori	Kategori navn	Kriterier
1	Normal	Normal svømmeadferd, ikke synlig påvirket
2	Lett sedativ	Mistet likevekt, men svømmer fremdeles i vannmassen Fluktrespons ved berøring
3	Tung sedativ	Ligger på bunnen på siden Ikke mobil Redusert fluktrespons ved berøring
4	Fult bedøvd	Kraftig redusert gjelleaktivitet Ingen fluktrespons ved berøring
5	Død	Ingen gjelleaktivitet

MELLOMLAGRING

Effekt av lagringsenhet på overlevelse

Observasjoner av reker holdt i tanker indikerte at de forholdt seg roligere dersom de hadde en plass å slå seg ned, og at arealet for hvor reker kunne stå i ro kunne økes ved å ha netting stående vertikalt i tankene (Figur 2). I **forsøk 4** ble det derfor undersøkt om et slikt kunstig substrat kunne bidra til økt overlevelse under mellomlagring av reker. Reker ble satt i 4 kammer med glatte vegger (100 reker per kammer) og i 4 kammer hvor veggene var kledd med plastnetting tilsvarende den vist i Figur 5 (100 reker per kammer). For å simulere en litt tettere lagring ble reker også lagret tett pakket i 4 perforerte plastkasser med lokk (150 reker per kasse). Rekenes ble lagret i mørke ved en vanntemperatur på ~6 °C. Etter 5 dager ble vitalitetsindeks hos reker undersøkt i henhold til Tabell 1.



Figur 2 - Reker benytter vertikalt substrat til å slå seg til ro.

Lagring i transportkasser

I en kommersiell sammenheng er det ønskelig å lagre reker i høye tettheter for å utnytte plass/vannvolum. I **forsøk 7** ble det derfor gjennomført forsøk der reker ble pakket i to ulike tettheter (1 og 2 kg / 40x30x10 cm, tilsvarende henholdsvis ca. 82 og 165 kg/m³) i perforerte plastkasser med lokk, og lagret i 5 dager i tanker med resirkulert og kjølt sjøvann (3 °C) (Adriatic Sea International, 400 liter). Det ble benyttet 15 grupper for hver tetthet, hvor tre kasser fra hver behandling ble tatt ut daglig for vurdering av vitalitetsindeks (Tabell 1). Fra døde reker som ble funnet ble det tatt ut muskelprøver for undersøkelse av bakteriologi (Uttak fra en samleprøve per parallell ble sådd ut på jernagar m/L-cystein og inkubert ved 20 grader (NMKL 2006).

Etter registrering av vitalitet ble de resterende rekene overført til tanker med vanngjennomstrømming for revitalisering (Replikantene ble holdt hver for seg for videre observasjon). Rekenes evne til revitalisering ble vurdert etter 24t i henhold til vitalitetsindeks (Tabell 1), og total dødelighet beregnet som prosent av antall reker ved start av lagringsforsøk.

TRANSPORT

Simulert transport

For å vurdere potensielle transportmetoder av reker ble simulert transport gjennomført hvor ulike pakkemetoder ble benyttet (**forsøk 3**). Grupper av reker ble transportert på en av følgende måter:

- Pakket i poser med vann satt på gelis i kasser (6 poser med 60 reker per pose).
- Pakket i isoporkasser: Gelis i bunn, fuktig absorbent, reker og fuktig papir på topp (6 kasser med 60 reker per kasse)
- Pakket i isoporkasser: Is blandet med finsalt i bunn (1.3 g salt/l is), fuktig absorbent, reker og fuktig papir på topp (6 kasser med 60 reker per kasse). Isen hadde en smeltetemperatur på ca. -1,6 °C.

Rekene ble så satt på kjølerom (~4 °C) og lagret i inntil 24 timer. Etter 10 timer ble 3 poser/kasser tatt ut fra hver gruppe og reker satt i vann. Etter 12 timer revitalisering i vann ble vitalitetsindeks undersøkt (Tabell 1). De resterende 3 posene/kassene fra hver gruppe ble tatt ut etter 24 timer og reker satt i vann i 12 timer med påfølgende registrering av vitalitet.

Etter (10 og 24 timer) simulert transport ble det fra hver gruppe (poser, gelis og saltet is) tatt ut inntil 15 reker for undersøkelse av bakteriologi (NMKL 2006, Jernagar m/L-cystein, inkubert ved 20 grader). For reker transportert på Gelis og saltet is i 24 timer ble det også tatt ut prøver etter at disse hadde vært tilbakeført i vann og lagret i 3 timer.

Effekt av Aqwi-S® på overlevelse under transport

For å undersøke om Aqwi-S® kunne ha en positiv effekt på overlevelse under transport ble det gjennomført simulert transportforsøk hvor grupper av reker eksponert for Aqwi-S® ble sammenlignet med reker som ikke fikk denne behandlingen (**forsøk 6**). Seks grupper med reker

ble veiet opp (snitt vekt: 833 ± 27 gram). Tre gruppene ble så behandlet med Aqui-S® i vannbad (15 L, $\sim 5^{\circ}\text{C}$) tilsvarende en konsentrasjon på 100mg/L virkestoff (isoeugenol) i 10 minutter. Konsentrasjon og eksponeringstid var basert på resultater fra dose-responsforsøket (forsøk 5). Eksponeringstid ble halvert sammenlignet med doseforsøk basert på resultat i fra adferdsobservasjonene på reken under sedasjon.

Kontrollgruppen gjennomgikk den samme håndteringen som de behandlede rekene med unntak av at de ble plassert i bad uten Aqui-S®. Etter behandlingen ble rekene overført til transportkasser med saltet is (4 kg per kasse, temperatur ca. -1.6°C). Tre replikate kasser delt i to med skillevegg ble benyttet, med en kontrollgruppe og en Aqui-S®-behandlet gruppe i hver del av kassen. Kassene ble så plassert på kjølerom i 24 timer. Antall døde og skadete reker (Tabell 1) ble registrert rett etter simulert transport samt etter 24 timer revitalisering i vann.

For analyse av restfraksjon av isoeugenol i reker ble en samleprøve av muskel tatt ut fra 10 reker rett etter behandling med Aqui-S®, etter transport samt etter revitalisering i 24 timer. Prøver for analyse av restfraksjon ble sent til Eurofins (Metode TX121 Eugenol and Isoeugenol).

Den bakteriologiske kvaliteten på rå reker før og etter simulert tørr transport blesjekket. Det ble tatt ut prøver av muskel og utrogn fra 5-7 reker fra tre parallelle grupper ved start (0-prøve) og etter simulert transport i 24 timer for henholdsvis kontrollgruppen som var ubehandlet og gruppen behandlet med Aqui-S® i en konsentrasjon på 100 mg/L virkestoff (isoeugenol). Uttak fra en samleprøve per parallell ble sådd ut på Jernagar m/L-cystein og inkubert ved 20 grader (NMKL 2006).

KVALITET RÅ REKER PÅ IS

For å undersøke kvalitet og holdbarhet på rå reker ble det gjennomført forsøk der reker ble avlivet og lagret på is på kjølerom (**forsøk 8**). Rekene ble avlivet ved å plassere kasser med reker på fryserom ved -30°C , først 10 minutter med lokk og deretter 15 minutter uten lokk. Tre kasser med innvendige mål 53,2x33,2x15,5 cm (lengde x bredde x høyde) ble deretter fylt med et lag is (2+ cm) og dekt med benkepapir (papirsiden opp) og ca. 1 kg levende/rå reker uten rogn plassert i hver kasse. Kassene ble så plassert på kjølerom. For å overvåke temperatur under lagring ble det plassert en temperaturlogger i hver kasse. Rekenes lukt, utseende og skallkondisjon (Tabell 3) ble vurdert daglig i fem døgn. Dag 4 ble det også foretatt en kokeprøve av reker (3% NaCl i 4 minutter) som ble vurdert med enkel smakstesting. Hver dag (0-5) ble det også tatt ut prøver til mikrobiologisk analyse fra hver kasse; ca. 10 reker ble veid og målt (individuell) før de ble frosset inn i sterile poser og lagret for senere analyse. Kimtall (NMKL 2006), E-coli/koliforme (3M™ E. coli/coliform Petrifilm™, 3M Microbiology Products Co., St. Paul, MN, USA) og forekomst av Staphylococcus aureus (3M™ Petrifilm™ Staph Express Count System (STX), 3M Microbiology Products Co., St. Paul, MN, USA) ble undersøkt.

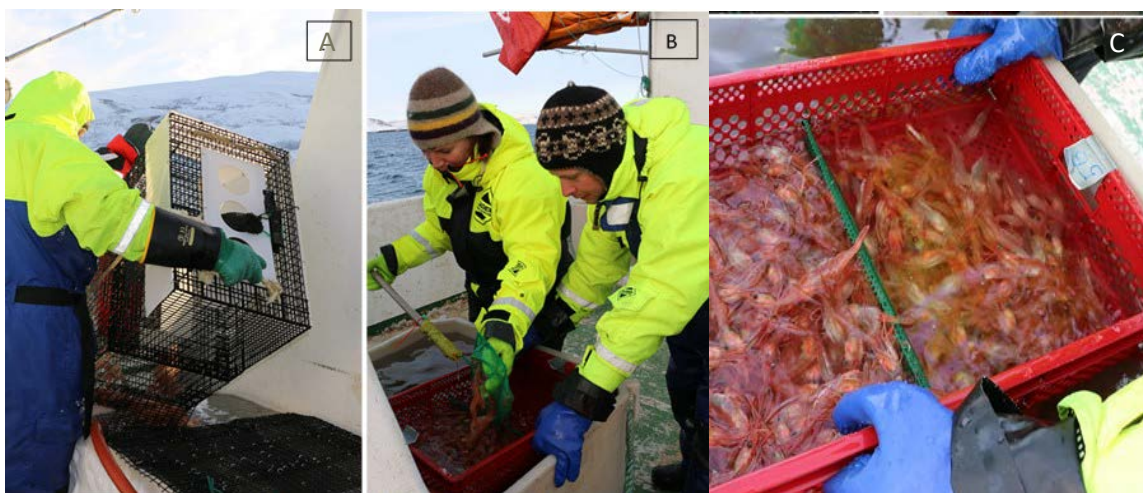
Tabell 3 Skala for evaluering av skallkondisjon.

Skala	Beskrivelse
1	Mykt skall. Papiraktig Ingen motstand når en klemmer over gjellebuene.
2	Halvhardt skall Litt motstand når en klemmer over gjellebuene.
3	Hardt skall med spenst Mye motstand og ofte «klikkelyd» når en presser over gjellebuene

FELTFORSØK

Våt transport i felt

Basert på resultat fra laboratorieforsøk (forsøk 7), der ulike tetthet av reker i kasser ble undersøkt, så en i **forsøk 9** på transport av teinefangede reker i vann, fra båt (i Porsangerfjorden) til HUB på Gardermoen (Norway King Crab sine fasiliteter for mellomlagring av levende skalldyr). Rekene ble hentet fra teiner som hadde 1-2 dagers ståtid på rundt 100 meter. Laksefôr (pellets) ble bruk som agn. Under fangst ble fangstvolum notert, og reker lagt av for individmålinger av carapaxlengde, vekt, skallkondisjon (Tabell 3) og rognmodning (Tabell 4). Etter fangst ble rekene overført direkte fra teine til et kar med gjennomstrømmende vann som hadde en temperatur på -1°C . Her fikk rekene gå i minimum 30 minutt for å få skylt vekk rester av leire og mudder. Rekene ble deretter overført i kasser som målte 60x40x15 cm. Disse kassene var igjen delt inn i to kammer på henholdsvis 30x40x10 cm. 2-3 kg reker ble overført til hvert kammer, tilsvarende en tetthet på $\sim 165\text{kg}$ reker pr m^3 . Hvert kammer var da ca. 2/3 fullt. Kassene var under overføring av reker delvis nedsenket i vann slik at rekene hadde minimalt med tid ut av vannet (Figur 3B). Lufttemperaturen var $-8-10^{\circ}\text{C}$. Etter at kassene var fylt opp ble det lagt på lokk og kassene overført til et nytt kar med kaldt gjennomstrømmende vann (-1°C). Sjøvannspumpen på båten ble benyttet for vanntilførsel. Tilstrekkelig vanngjennomstrømming sørget for at oksygenivå var tilfredsstillende ($>80\%$ metning) under hele ombordlagringen. Totalt ble det benyttet 8 kasser med reker.



Figur 3 Overføring av reker fra teine til kar med vanngjennomstrømming (a), overføring av reker til kasser delvis nedsenket i vann (b) og kasse der ene kammeret (tv.) er ferdig fylt med rundt 2 kg reker (c) (foto: Møreforsking).

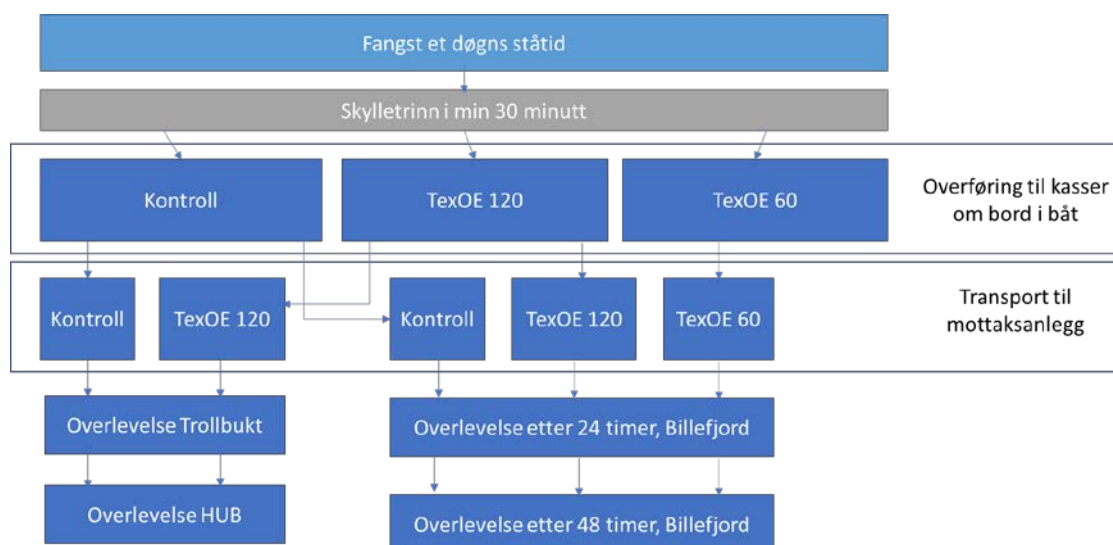
Rekene ble ved ankomst til land overført til tanker med kaldt oksygenert vann (1 °C) i bil og transportert fra Lakselv til Norway King Crab sine fasiliteter i Trollbukt, hvor de ble lagret i 5 døgn (vanntemperatur ~4 °C). Etter 1 og 3 dagers mellomlagring i Trollbukt ble alle kasser inspisert, med registrering og utsortering av døde og skadede reker i henhold til Tabell 1. Rekene ble så transportert videre transport til Norway King Crab sin HUB Gardermoen (ca. 2 døgn transport i tanker, ~ 2°C) hvor vitalitetsundersøkelser igjen ble gjennomført. Under hele transporten ble oksygeninnhold i vannet logget.

Tabell 4 Skala for evaluering av rognindeks.

Skala	Beskrivelse
1	Hoderogn
2	Utrogn uten øyner
3	Utrogn med øyner

Våttransport i felt med bruk av Tex-OE®

Tidligere forsøk har vist at fangst av reker når vanntemperaturene er høye og skallkondisjon lav gir dårlig overlevelse (Larssen m.fl. 2013). Teinefangst etter reker starter sesongen i slutten av august og det var ønskelig å se på metoder for å øke overlevelse av reker fangstet i denne perioden. Tex-OE® er et førtilskudd som skal bidra til å stimulere produksjon varmesjokkproteiner og dermed øke toleransen for raske endringer i temperatur hos dyr. Tex-OE® brukes i dag hovedsakelig som et hjelpestoff og anti-stressmiddel innen husdyrproduksjon, men har i studier vist å ha positive effekter på stresstoleranse både i fisk (Nasution m.fl. 2010) og krepsdyr (Baruah m.fl. 2012, Niu m.fl. 2014). Høsten 2017 ble reker behandlet med Tex-OE® for å undersøke om førtilskuddet kunne øke stresstoleranse og overlevelse i forbindelse med håndtering og transport (**forsøk 11**). Figur 4 viser hvordan uttak og forsending av de ulike gruppene med reker ble gjennomført.



Figur 4 Trinn gjennomført i tilknytning til overlevelsesforsøk av reker fra felt til mottaksanlegg.

Teinefanget reker fra Porsangerfjorden ble benyttet. Rekene ble hentet fra teiner som hadde et døgnns ståtid på rundt 100 meter. Laksepellets ble bruk som agn. Under fangst ble fangstvolum registrert og individmålinger knyttet til carapaxlengde, vekt, skallkondisjon (Tabell 3) og rognmodning (Tabell 4) registrert for enkeltindivider. Etter fangst ble rekene overført direkte fra teine til et kar med gjennomstrømmende vann som hadde en temperatur på ~ 7.5 °C. Her fikk rekene gå i minimum 30 minutt for å få skylt vekk rester av leire og mudder. Rekene ble deretter overført i kasser som målte 60 x 35.2 x 9.6 cm. Disse kassene var igjen delt inn i to kammer på henholdsvis 30x35.2x9.6 cm. Rundt 2 kg reker ble overført til hvert kammer. Hvert kammer var da ca. 2/3 fullt, tilsvarende en tetthet på 165 kg/m^3 . Kassene var under overføring delvis nedsenket i vann slik at rekene hadde minimalt med tid ut av vannet (Figur 5). Lufttemperaturen var på ~ 5 °C. Etter at kassene var fylt opp ble det lagt på lokk og kassene overført enten til tanker tilsatt Tex-OE® eller i tanker uten Tex-OE® (kontrollgruppe) og behandlet/lagret i 30 minutt. To ulike konsentrasjoner Tex-OE® ble benyttet (60 ml og 120 ml i 400 liter vann), og var valgt ut fra produsentens anbefaling samt fra pilotforsøk gjennomført av Møreforskning. Etter behandling ble kassene med reker overført til kar med gjennomstrømmende sjøvann (~ 7.5 °C). Sjøvannspumpen på båten ble benyttet for vanntilførsel. Tilstrekkelig vanngjennomstrømming sørget for at oksygennivå var tilfredsstillende ($>80\%$ metning) under hele ombordlagringen.

Når rekene kom på land ble en kontrollgruppe og reker behandlet med 120 ml Tex-OE® overført til en tank med oksygenert vann og transportert til Trollbukt for ompakking til Norway King Crabs Aqualife-containerere. Etter en lagringsperiode ved Trollbukt ble rekene sendt videre til Gardermoen. Overlevelse ble registrert både under lagringsperiode hos Trollbukt (2 og 7 døgn) og ved mottak på Gardermoen (2 og 5 døgn).

De resterende rekene fra fangsten ble lagret i tanker med gjennomstrømmende vann på land (Mottaksstasjon for skalldyr i Billefjord), og vitalitetsindeks ble vurdert i hht. Tabell 1 etter 24 og 48 timer mellomlagring. Temperatur under mellomlagring var ~ 7.5 °C. Ved hvert uttak ble fire paralleller fra hver behandling vurdert.



Figur 5 Overføring av reker fra skyllekar til kasser.

MODIFISERING AV TEINER

Modifisering av de eksisterende reketeinen produsert etter modell fra Canada har skjedd både i samarbeid med fiskere og redskapsprodusent (**Forsøk 12**). Frøystad AS, som tidligere har jobbet med reketeiner, ble kontaktet i tilknytting arbeidet med modifisering av canadareketeinene. Under et idemyldringsmøte i Ålesund der fisker, redskapsprodusent, FoU og en maskiningeniør deltok ble følgende kriterier kartlagt for praktisk håndtering av teiner om bord i båt.

- Røkting bør være mulig å gjennomføre med en mann (alene om bord i båt).
- Rekene må få minst mulig risting og kast ved røkting for å unngå fangstskade.
- Teina må kunne tømmes uten risting for å unngå fangstskade og tømning må kunne gjennomføres ved en enhåndssoperasjon.
- Teina ha gode håndtak og være lett og holde og løfte.
- Det bør være kontrastfarger på alle relevante deler som håndtak, tømme-mekanisme, agnsystem osv.
- Alle prosedyrer som tømning av teiner og re-egning, må kunne gjennomføres med arbeidshanske på hånden.

I tillegg ble de diskutert utfordringer i tilknytting til bifangst, ståtid i vannsøyle, bunnforhold og «ghostfishing». Blant annet har en ved bruk av undervannskamera kartlagt at kongekrabben går opp på teinen, spiser opp agnet og stenger inngangene for reken. Tiltak som ble diskutert for å unngå dette var:

- Fløyting av teiner over bunn.
- Skjørt på teinen for å gjøre de glatte og vanskelig å klatre på (erfaring fra Canada med snøkrabbe).
- Øke høyde på teine for å få innganger høyere over bunn og øke volum.
- Bruk av bur/pinner rundt toppen av teinen slik at krabben ikke kommer seg opp på teinen.
- Bruk av agnboks for å hindre spising av agnet.

En annen utfordring som ble kartlagt er rekens fluktreaksjon knyttet til tiden den oppholder seg i teinen. Fluktreaksjonene gjør at reken treffer veggen i teinen med høy hastighet og skader ryggskjoldet. Dette påvirker kvalitet og overlevelse. Etter fiskers observasjoner virker det som om tilstedeværelse av bifangst (Figur 6) som ulker eller lignende er med på å øke andel reker med skader pga. denne fluktreaksjonen.

Basert på diskusjon under idemyldringsmøtet har en valgt å se på følgende modifiseringer:

- Øke volum på teiner ved å doble høyde.
- Uttesting av glatte teiner for å hindre kongekrabbeinteraksjon.
- Uttesting av agnboks.
- Uttesting av fløyting av teiner.
- Uttesting av notlin som materiale i teinene.



Figur 6 Bifangst i reketeiner bidrar til økt andel skade og redusert fangst

Alle illustrasjoner er utarbeidet av Bjørn Føleide ved Noodt og Reiding AS.

Uttesting av agnboks

En lenke ble rigget med annenhver teine med agnboks og annenhver teine med agnpose. Det var totalt 10 teiner på lenken. Fangstvolum ble registrert etter 1 døgns ståtid. Forsøket ble gjentatt 3 ganger. Rekens adferd i tilknytting søk mot agn ble dokumentert med hjelp av videoovervåking.

Uttesting av ny prototype

En lenke ble rigget med annenhver teine som hhv. prototype (forsøksteine utviklet av Frøystad AS) og standard teine (modell fra Canada). Det var totalt 6 teiner på lenken. Fangstvolum og skader på reker ble registrert etter 1 døgns ståtid. I tillegg ble det registrert andel innblanding av undermålsreker i teinene. Forsøket ble gjentatt 3 ganger. Rekens adferd i tilknytting søk mot agn ble dokumentert med hjelp av videoovervåking.

INNLEDENDE MARKEDSEVALUERING

I etterkant av feltforsøkene ble reker levert levende til Norway King Crabs HUB på Gardermoen (**forsøk 10 og 13**). I regi av Norway King Crab ble en innledende markedsundersøkelse på utvalgte restauranter i Oslo gjennomført (Figur 7). Restaurantene var alle kunder av Norway King Crab på andre levende skalldyr og alle var interessert i å lære mer om produktet teinefanget rå/levende reker. Reken ble pakket enten på saltet is (~ -1.6 °C) i isoporkasser eller i oksygenert vann som hadde en temperatur på rundt 0° C. Rekene ble deretter sendt levende ut til Maemo, Omakase, Kulinarisk Akademi, Vulkan fisk og Inages mat for uttesting. Uttesting ble gjennomført ved at restaurantene fikk se og smake produktene før en gjennomførte et kort intervju. Under intervjuet ble følgende spørsmål belyst:

- Råstoffegenskaper.
- Brukspotensial.
- Kvantum og størrelse.
- Potensiell pris (uforpliktende).
- Om det var en forutsetning at rekene var levert levende eller om også leveranse av ferske rå reker på is var et produkt av interesse.

Restaurantene ble også oppfordret til å teste produktet litt på egen hånd. Hver restaurant fikk et kvalitetsum på ca. 1,5-3 kg avhengig av pakkemetode og rekene hadde en snittstørrelse på 10-12 g.



Figur 7 Evaluering av kvalitet på reker levert levende fra Porsanger i Finnmark (Foto: Roman Vasilyev)

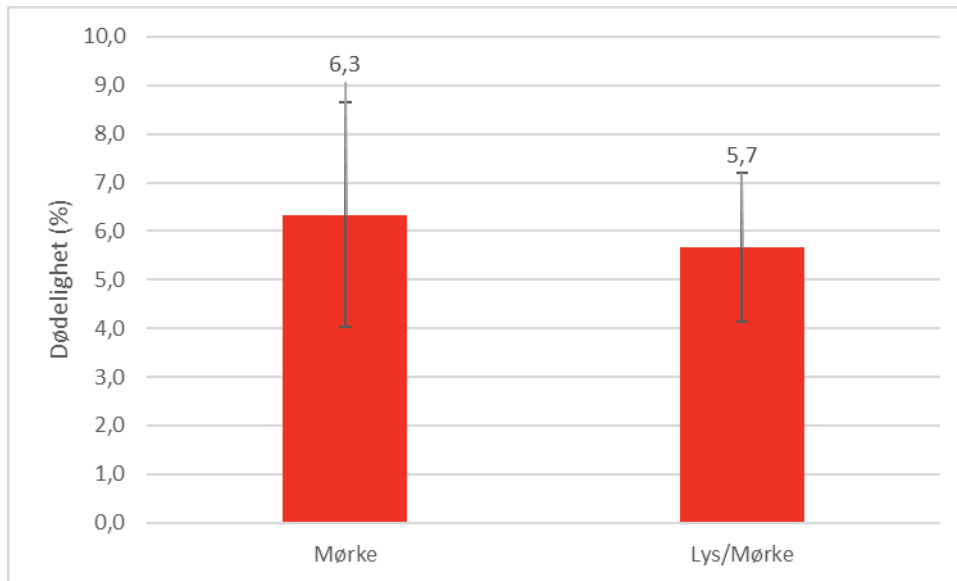
RESULTATER

En oversikt over de utførte undersøkelsene nr. 1-13 med hovedfunn vises i kronologisk rekkefølge i Vedlegg 1. Presentasjonen under dette kapittelet vil være etter tema, men med referanser i tekst til forsøksnummer i Vedlegg 1.

FYSIOLOGISKE FORSØK

Effekt av lys på overlevelse

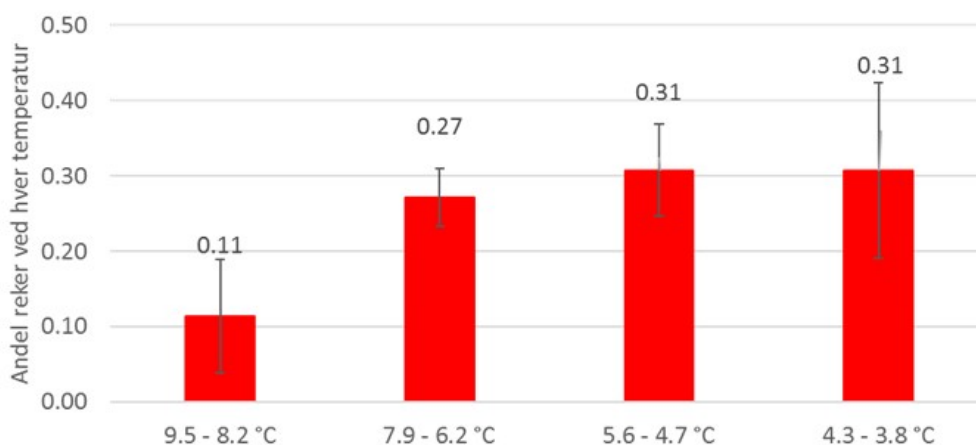
Resultatet fra **forsøk 1** hvor effekten av å lagre reker i 12t lys/12 t mørke i motsetning til konstant mørke er vist i Figur 8. Etter 14 dager ble det registrert en gjennomsnittlig dødelighet på ~6 %, men ingen (statistisk) forskjell mellom grupper med reker utsatt for lys eller lagret i mørke.



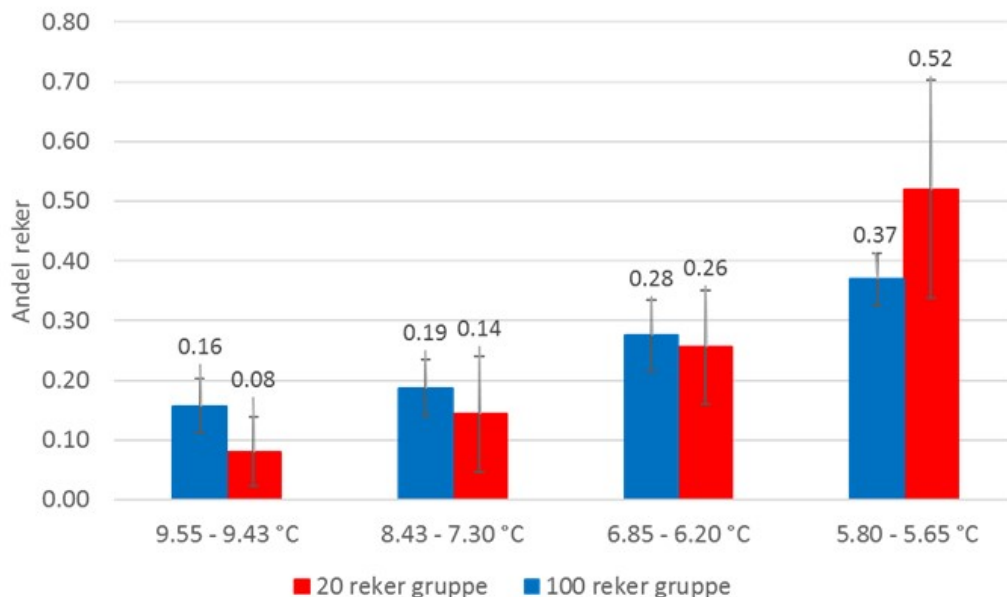
Figur 8 - Dødelighet for reker etter 14 dager lagring under 24 timer mørke (venstre søyle) og 12/12 lys/mørke (høyre søyle).

Temperaturpreferanse

Resultatene fra temperaturpreferanseforsøkene (**forsøk 2**) er vist i Figur 9 og Figur 10. I begge forsøkene ble det funnet en (statistisk) signifikant lavere andel reker ved det varmeste av de fire temperaturintervallene. Når man sammenlignet ulike tettheter (20 reker i rennen mot 100 reker i rennen) var det en tendens til at færre reker ble funnet ved de kaldeste temperaturene ved høy tetthet.



Figur 9 - Andel reker ved ulike temperaturintervall i lengdestrømrenne med temperaturgradient fra ~10 til ~4 °C. 100 reker per forsøk og 6 repetisjoner.



Figur 10 - Andel reker ved ulike temperaturintervall i lengdestrømrinne med temperaturgradient fra ~9.5 til ~5.5°C. Blå kolonner viser verdier for 100 reker i rennen og røde for 20 reker i rennen. Areal på rennen ca. 3m².

Doseforsøk Aqwi-S®

Under eksponering av reker for Aqwi-S® ble rekenes adferd observert etter 2, 4, 6, 8 og 10 minutter og vurdert i henhold til kategoriene i Tabell 2 (**forsøk 5**). Det ble i forsøkene ikke funnet reker som ble karakterisert som «totalt bedøvd» eller «død» (kategori 4 og 5). En oversikt over prosentvis antall reker som ble funnet til å være hhv. 1= «normal», 2= «lett sedativ», 3= «tungt sedativ» ved de ulike tidspunktene er vist i Tabell 5. I kontrollgruppen ble det ikke funnet reker som ble karakterisert som «tungt sedativ». Ved alle tre konsentrasjoner av Aqwi-S® var mer enn 90% av rekene «tungt sedativ» etter ca 5. minutt.

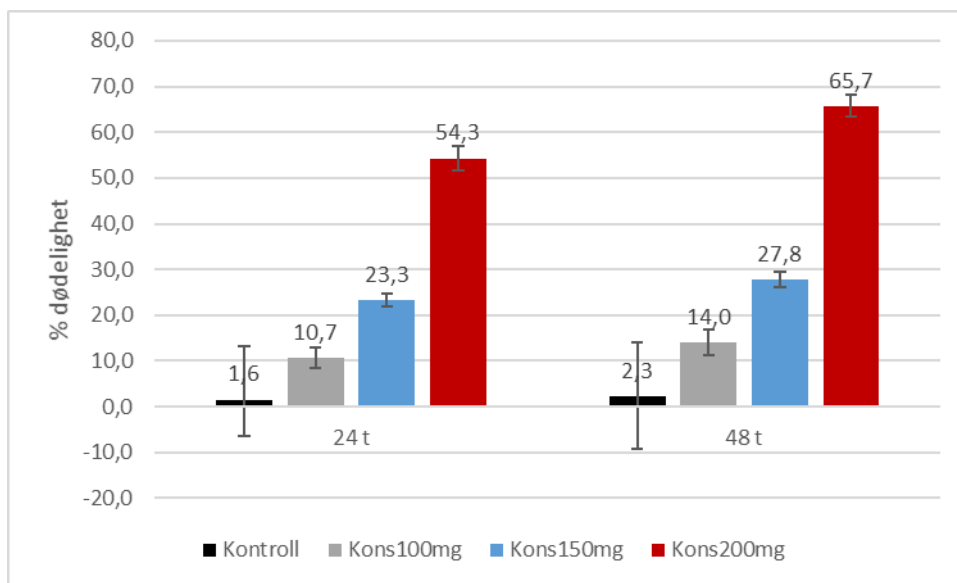
Tabell 5 - Prosent reker ved ulike sedasjonsnivå ved ulike tidspunkt under eksponering med Aqwi-S® N=50*3 pr gruppe.

Gruppe/Sedasjon	2min			4min			6min			8min			10min		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Kontroll	77 %	23 %	0 %	71 %	29 %	0 %	73 %	27 %	0 %	79 %	21 %	0 %	79 %	21 %	0 %
100 mg/l	14 %	86 %	0 %	4 %	0 %	96 %	1 %	0 %	99 %	0 %	1 %	99 %	0 %	2 %	98 %
150 mg/l	4 %	9 %	87 %	3 %	14 %	83 %	0 %	5 %	95 %	0 %	2 %	98 %	0 %	3 %	97 %
200 mg/l	0 %	13 %	87 %	0 %	5 %	95 %	0 %	7 %	93 %	0 %	5 %	95 %	0 %	5 %	95 %

Noe oppvåkning ble registrert i de 2 timer rekene ble overvåket etter overføring til kar med vanngjennomstrømming. Enkeltindivider (1-2 i noen grupper) ble kategorisert som normale, og 1-2 individer i de fleste gruppene kategorisert som lett bedøvet etter 1 time i kar med vann. Etter 2 timer var antallet lett bedøvet økt til 12-14 for reker eksponert for 100 mg/L og 5-7 for

reker eksponert for 150 mg/L, mens det fremdeles kun var 0-2 lett bedøvde reker i gruppen eksponert for den høyeste konsentrasjonen med Aqwi-S®.

Revitalisering ble evaluert etter 24 og 48 timer som et mål på levedyktighet etter håndtering og behandling. Dødeligheten for reker revitalisert i 24 og 48 timer etter 10 minutters eksponering for ulike konsentrasjoner av Aqwi-S® er vist i Figur 11. Reker eksponert for 150 mg/L og 200 mg/L virkestoff hadde en signifikant høyere dødelighet sammenlignet med kontrollgruppen og gruppen eksponert for 100mg/L. 100mg/L viste også en noe høyere dødelighet enn kontrollgruppen, men på grunn av lav dødelighet i en av parallellene var denne forskjellen ikke statistisk signifikant ($p=0.13$).

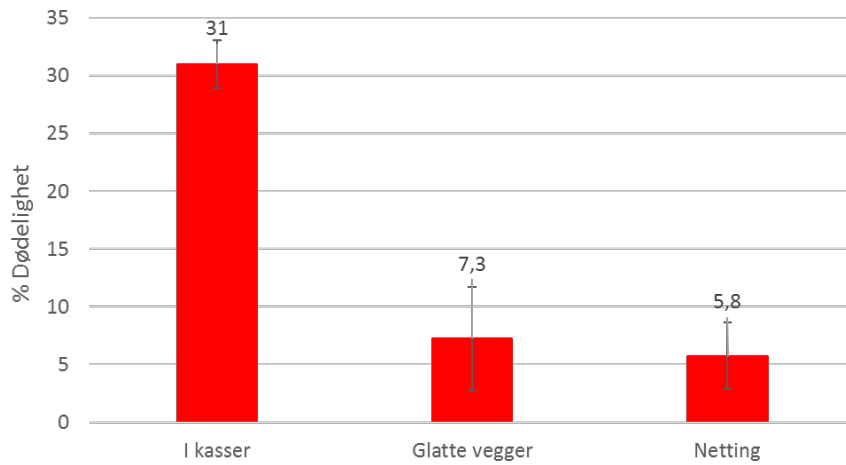


Figur 11 – Dødelighet for reker etter 24 og 48 timers revitalisering i kar med vanngjennomstrømming etter eksponering for ulike konsentrasjoner av isoeugenol som er virkestoffet i det kommersielle preparatet Aqwi-S®. N=50*3 pr gruppe.

MELLOMLAGRING

Effekt av lagringenhet på overlevelse

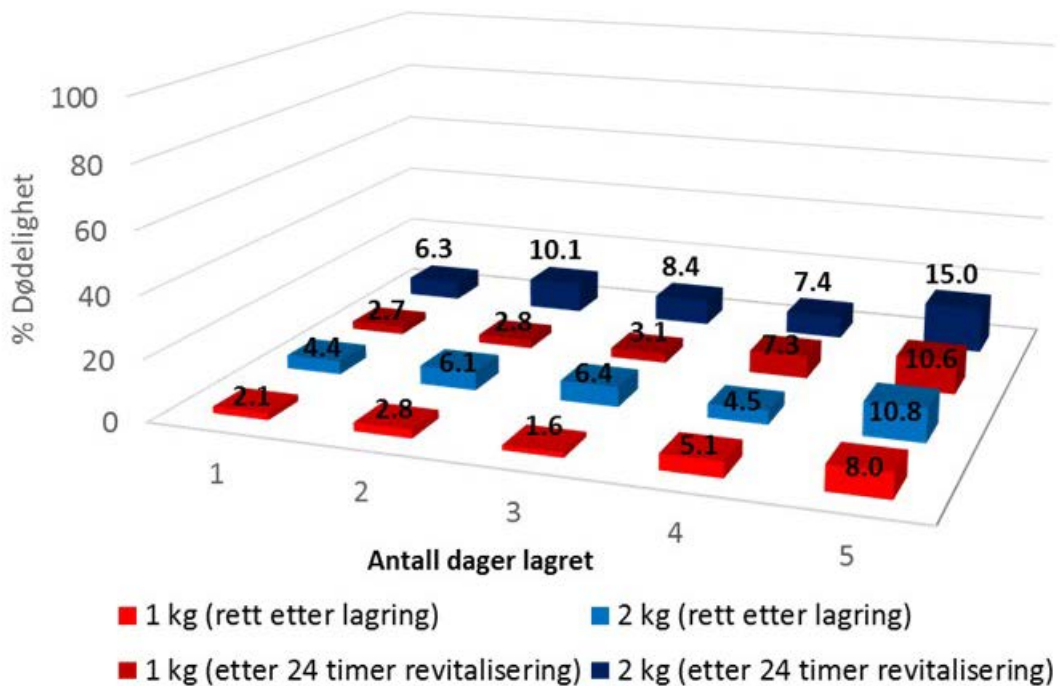
Resultatet fra **forsøk 4**, hvor reker ble lagret i inntil 5 dager i tanker med glatte vegger, vegger med netting eller i kasser er vist i Figur 12. Det ble funnet en signifikant høyere dødelighet hos reker lagret tett i kasser. En tendens til lavere dødelighet ble funnet for reker lagret i kammer med netting, men forskjellen var ikke statistisk signifikant.



Figur 12 - Dødelighet for reker lagret i ulike lagringsenheter i 5 dager. N=4*~100 reker

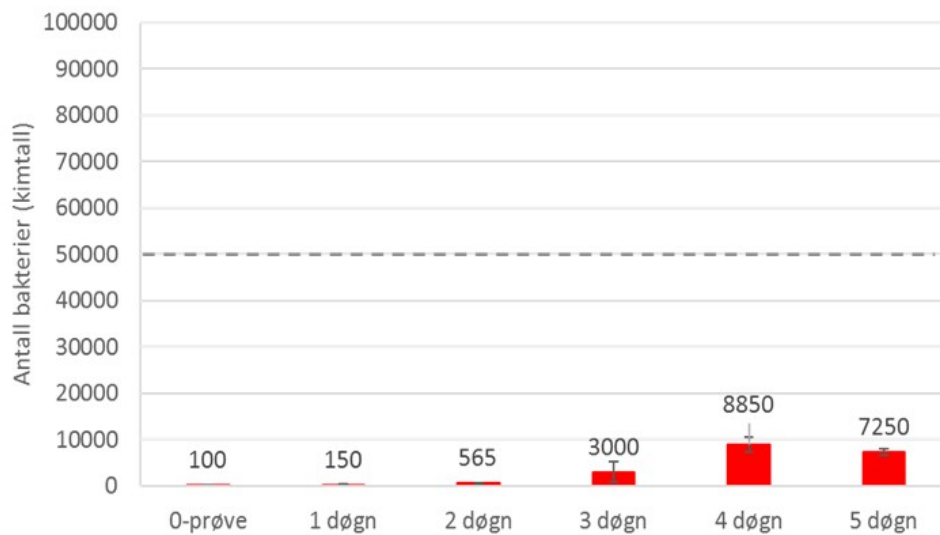
Lagring i transportkasser

Resultat fra **forsøk 7**, hvor reker ble lagret i perforerte transportkasser ved ulike tettheter (tilsvarende ~80 og ~165 kg/m³) er vist i Figur 13. Generelt var dødeligheten lav under hele lagringsperioden, men med en svakt økende dødelighet frem mot dag 5. Det ble registrert en økning i ammoniakk (NH₄⁺) gjennom perioden med en topp på 10.8 mg/l (tilsvarende ca. 550 μmol/l TA)



Figur 13 - Dødelighet hos reker lagret i transportkasser ved ulike tettheter (1 eller 2 kg pr kasse, tilsvarende hhv ~80 og 165 kg/m³). Figur viser dødelighet rett etter rekene er tatt ut fra lagringskasser samt etter at rekene har blitt revitalisert ved lave tettheter (i åpne kar) i 24 timer.

For døde reker ble det funnet lave kimtallverdier i muskel ved alle uttakene, men med høyere kimtall dess lenger rekene hadde vært mellomlagret (Figur 14). Ingen av verdiene var over enn de tidligere grenseverdiene satt for krepsdyr til konsum i de Mikrobiologiske Retningslinjene fra 2002 for Statens næringsmiddeltilsyn/Mattilsynet.

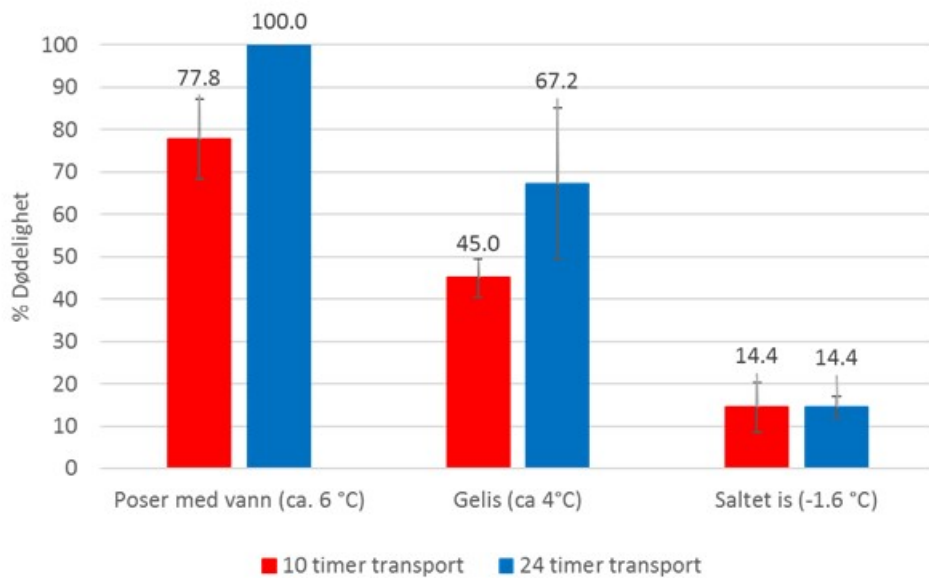


Figur 14 - Kimtall målt i reker etter lagring i transportkasser i inntil 5 døgn i vann ved ~2°C. Stiplet linje viser tidligere grenseverdier satt for rå krepsdyr til konsum av Statens Næringsmiddeltilsyn/Mattilsynets i de Mikrobiologiske Retningslinjene fra 2002. (Maksimum 3 av 5 prøver kunne overstige grenseverdien).

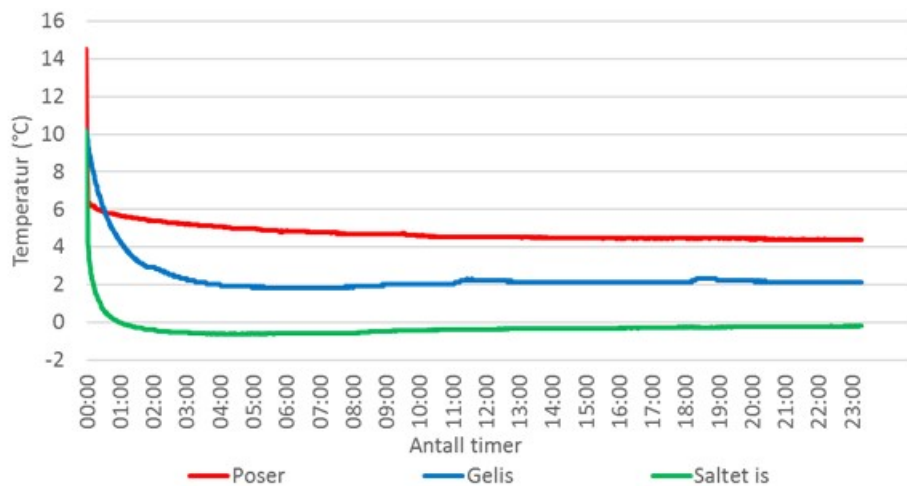
TRANSPORT

Simulert transport

Figur 15 viser registrert dødelighet etter simulert transport i 10 og 24 timer (og påfølgende 12 timer i vann) (**forsøk 3**). Figur 16 viser temperaturen ved de ulike lagringsforholdene under lagringsperioden. Både etter 10 og 24 timer ble det funnet høyest dødelighet i poser med reker (100 % etter 24 timer) og lavest dødelighet i kasser med saltet is.

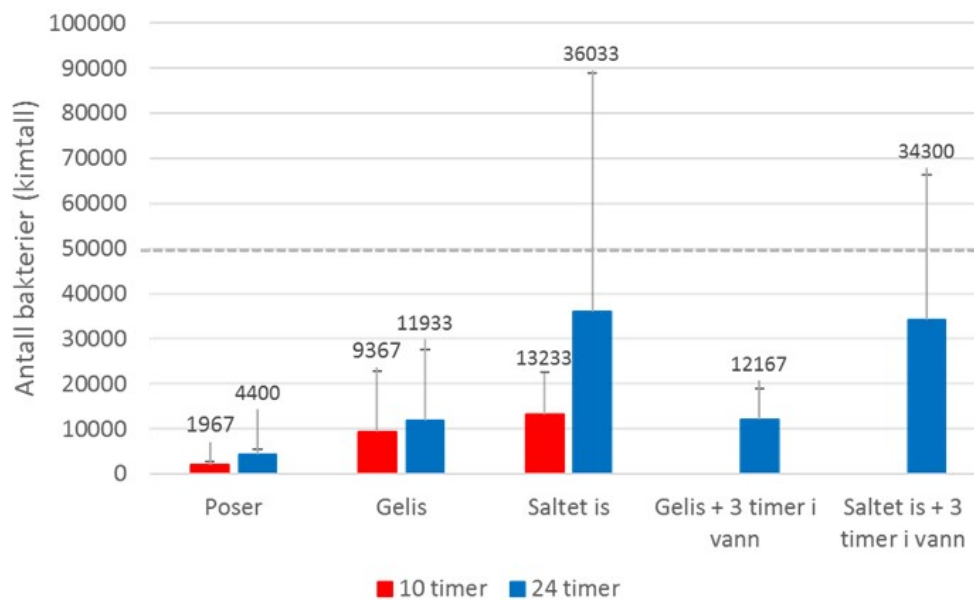


Figur 15 - Dødelighet etter simulert transport av reker i 10 og 24 timer. Dødelighet registrert etter at reker fikk gå i vann i 12 timer.



Figur 16 - Temperatur under simulert transport av reker.

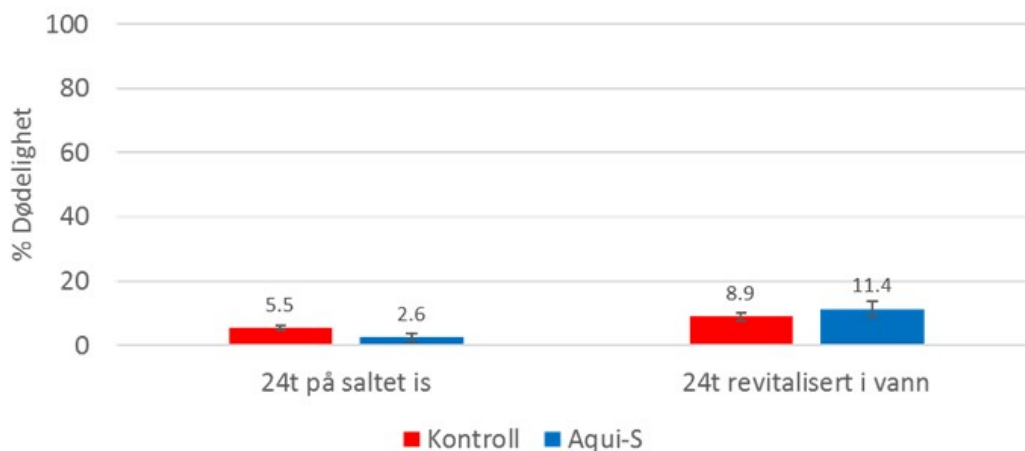
Resultatet fra de bakteriologiske undersøkelsene er vist i Figur 17. Ingen av gruppene som ble undersøkt hadde gjennomsnittlige bakterieverdier over den tidligere grenseverdien for rå krepsdyr til konsum. For døde reker tatt ut fra kassene med saltet is etter 24 timer ble det funnet 1 prøve (av 3) som hadde verdier over 50 000 CFU. Det samme ble funnet for reker fra samme gruppe som hadde vært lagret døde 3 timer i vann. Undersøkelsene bør utvides og også inkludere sensoriske tester. Det ble funnet en prøve som hadde kimtall på 97 000 CFU på saltet is og med kimtall på 70 000 CFU for saltet is og i vann i 3 timer.



Figur 17 - Bakterienivå i døde reker tatt ut etter simulert transport. Stiplet linje viser tidligere grenseverdier satt for rå krepsdyr til konsum av Statens Næringsmiddeltilsyn/Mattilsynets i de Mikrobiologiske Retningslinjene fra 2002. (Maksimum 3 av 5 prøver kunne overstige grenseverdien).

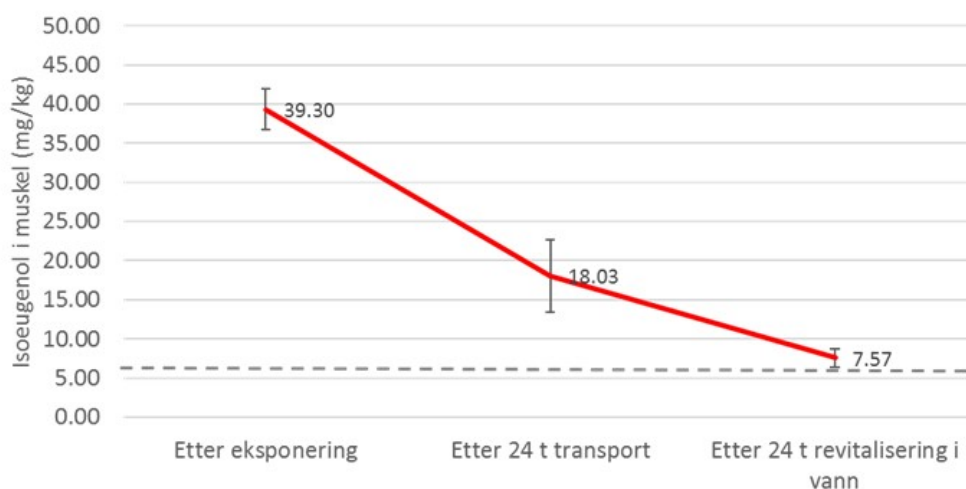
Effekt av Aqwi-S® på overlevelse under transport

Resultater fra **forsøk 6**, hvor reker badet i Aqwi-S® med konsentrasjonen 100 mg/L isoeugenol i 10 minutter før simulert transport er vist i Figur 18. Det var en trend mot lavere dødelighet rett etter transport i gruppene med reker som hadde blitt behandlet med Aqwi-S®, men denne forskjellen var ikke statistisk signifikant ($p=0.11$). En noe høyere dødelighet ble funnet for begge grupper etter påfølgende 24 timer i vann.



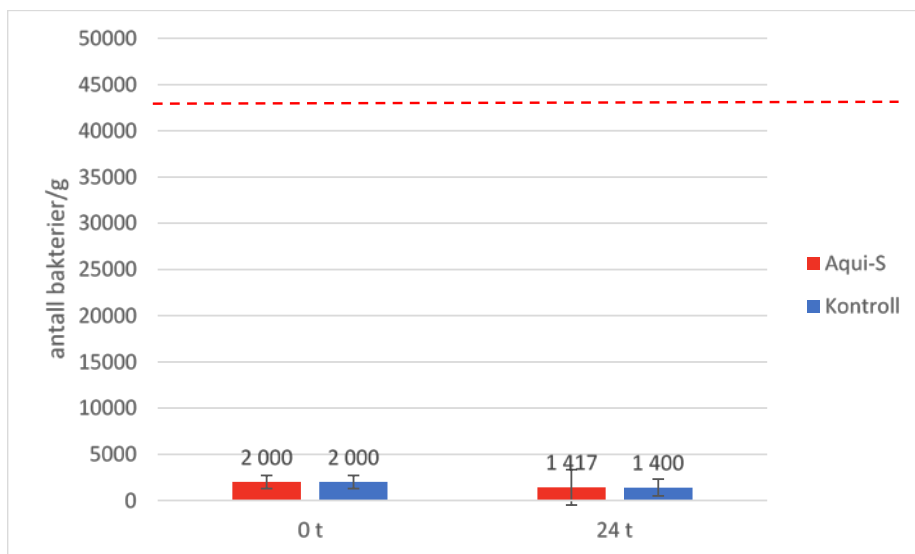
Figur 18 - Dødelighet hos reker etter 24 timer transport på saltet is og etter påfølgende 24 timer revitalisering i vann. Røde kolonner viser kontrollgruppe og blå kolonner viser reker eksponert i 10 minutter med 100mg/L isoeugenol/Aqi-S® før transport. ~800 g pr gruppe.

Innhold av isoeugenol, den aktive komponenten i Aqi-S®, i muskel hos reker rett etter eksponering, etter 24 timer transport og etter påfølgende 24 timer i vann er vist i Figur 19. En jevn nedgang ble funnet fra 39,30 mg/kg direkte etter eksponering til 7,57 mg/kg etter 24 timers tørr lagring og 24 timer revitalisering.



Figur 19 - Målt konsentrasjon av Isoeugenol i rekemuskel rett etter eksponering i 10 minutter med 100 mg/L isoeugenol/Aqi-S®, etter 24 timer transport og etter 24 timer i vann. Stiplet linje viser grenseverdi for isoeugenol i fisk (6mg/kg) i henhold til EU forordning No 363/2011.

Døde rekene ble analysert med hensyn på mikrobiologi ved hvert uttak under mellomlagring. Det ble funnet lave kimtallverdier i muskel. Ingen av verdiene var over enn de tidligere grenseverdiene satt for krepsdyr til konsum Statens Næringsmiddeltilsyn/Mattilsynets i de Mikrobiologiske Retningslinjene fra 2002 (Figur 20). Etter 24 timer på is var antall sulfidproduserende bakterier i reker behandlet med Aqi-S® 133 CFU/g, mens ingen sulfidproduserende bakterier ble detektert for kontrollgruppen.



Figur 20 - Bakterienivå i døde reker tatt ut etter simulert transport på is etter 0 t og 24 t. Stiplet linje viser tidligere grenseverdier satt for rå krepsdyr til konsum av Statens Næringsmiddeltilsyn/Mattilsynets i de Mikrobiologiske Retningslinjene fra 2002. (Maksimum 3 av 5 prøver kan være over anbefalt grenseverdi)

KVALITET RÅ REKER PÅ IS

En oppsummering av forsøket hvor avlivede reker ble lagret kjølig i 5 dager er vist i Tabell 6. Ved dag 0 (start av forsøk) var rekenes lukt og utseende normalt for friske reker og skallkondisjonen vurdert til 3. Rekene var uten rogn og relativt små, med gjennomsnittlig størrelse på 3.5 ± 1.6 gram (snitt \pm sd, n=28), med maksimums- og minimumsvekt på henholdsvis 9.1 og 0.7 gram.

En kokeprøve ble foretatt dag 4 på et utvalg reker kokt i 3% salt i 4 minutter. Den sensoriske vurderingen var som følger:

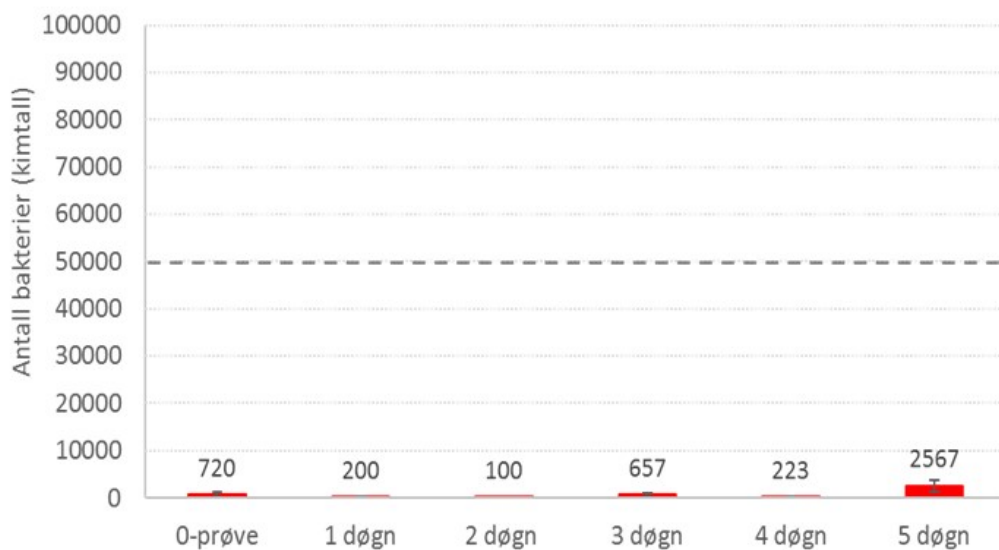
- Muskel litt melen
- Anelse smak av innvoller
- Lukt «som ved krabbekoking»
- Smak «ikke dårlig»

Temperaturen i kassene var ved start av forsøket 8.8°C, men etter avkjølingen i fryserom sank denne raskt og holdt seg stabilt mellom 0 og 0.5°C gjennom forsøksperioden på fem døgn. Unntaksvis når lokket ble fjernet for å ta ut de daglige prøvene av reker, ble det registrert kortvarige temperaturøkninger til 1-2°C.

Tabell 6 Sensorisk og annen vurdering av rå reker lagret på is i inntil 5 døgn for dagene 1-5.

Parameter	Dag 1	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Utseende	Mistet litt farge i forhold til levende	Rekene blekere og mørkere i hodet	Bleke/hvite. Sorte i hodet. Noen helt fine.	Bleke/hvite. Sorte i hodet. Stor variasjon i farge fra helt hvit til rødlig.	Som dag 4.
Lukt	Frisk nøytral	OK nøytral	Ingen spesiell lukt	Ingen åpenbar lukt i kasse, men antydning til «gammel sjø» fra reker i pose til kokeprøve.	Litt mer «gammel sjø».
Skall-kondisjon	2-3 sprøtt skall	Sprøtt skall	1-2 Skallet en anelse mykere/seigere og løsner mer fra muskel.	Som dag 3	Seigere enn dag 4.
Annet	Noen levende reker i kasse A	Rekene slappere og antydning til litt sleipere/bløtere muskel. Muskulatur hvitere 1 levende i kasse B	Muskel bløtere. De med rødest farge har mest fast og transparent muskel. De blekeste har seigest skall og litt sleip muskel.	Muskel mye som dag 3. Det mørke i hodet begynner å lekke ut hos store reker.	Muskel litt bløtere enn dag 4. Hodeinnhold bløtere og lekker. Mye smeltevann i kasse C.

Gjennomsnittlig kimtall for reker tatt ut av kassene er vist i Figur 21. Kimtallet økte etter dag 4, men var hele tiden langt under tidligere grenseverdier satt for rå krepsdyr til konsum av Statens Næringsmiddeltilsyn/Mattilsynet i de Mikrobiologiske Retningslinjene fra 2002. Dag 0-4 ble det registrert fra <100 til 1300 cfu, og Dag 5 henholdsvis 2600, 1300 og 3800 cfu i de tre replikate kassene.



Figur 21 - Kimtall målt på rå reker lagret på kjøll i inntil 5 dager. Stiplet linje viser tidligere grenseverdier satt for rå krepsdyr til konsum av Statens Næringsmiddeltilsyn/Mattilsynets i de Mikrobiologiske Retningslinjene fra 2002. (Maksimum 3 av 5 prøver kunne overstige grenseverdien).

FELTFORSØK

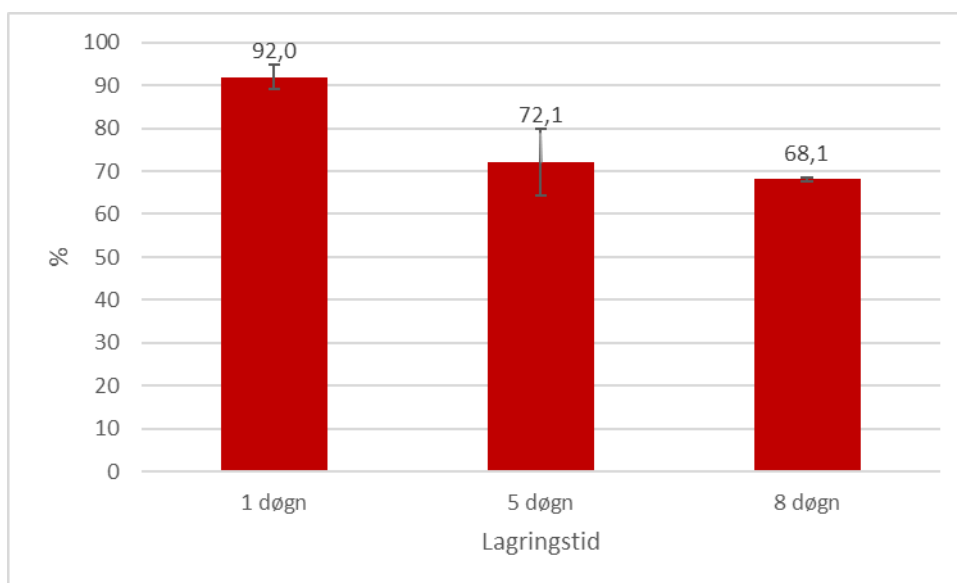
Våt transport i felt

Under feltforsøket Vinteren 2017 (forsøk 9) ble det registrert en gjennomsnittfangst på 0.4-1 kg reker per teine og rekene hadde en gjennomsnittstørrelse på rundt 10 g (Tabell 7). I tillegg ble det registrert at hovedparten av rekene hadde skallkondisjon 3 (hardt skall) og hoderogn, hvilket er i samsvar med årstiden. I tillegg var det noen få individ med utrogn med øye som ikke var ferdig med gyting.

Tabell 7 Informasjon om innhentet råstoff av reker fangstet innerst i Porsangerfjorden vinteren 2017

Dato	Ståtid	Antall teiner	Snitt CL (mm)	Snitt vekt (g)
28.02.17	1-2 døgn	1	25,85	10,49
28.02.17	1-2 døgn	0,5	23,80	8,53
28.02.17	1-2 døgn	0,4	26,10	9,93
28.02.17	1-2 døgn	0,5	26,61	10,00
28.02.17	1-2 døgn	0,75	23,07	10,19
28.02.17	1-2 døgn	0,9	25,01	10,89

Etter et døgn var overlevelsen for reker lagret i kasser med vanngjennomstrømming på 92.2 % Etter 5 døgn har overlevelsen sunket til 72.4 %. Videre transport til HUB ble gjennomført på 10 kg av de gjenlevende rekene. Under transport til HUB registrerte man en overlevelse på 95.1 % hvilket betyr at en etter 8 dagers mellomlagring og transport sitter igjen med en kalkulert overlevelse på 68.8 % av den totale fangsten som levende salgbar vare (Figur 22).



Figur 22 Overlevelse av reker pakket i kasser med vanngjennomstrømming under mellomlagring (1-5 døgn) og etter transport til HUB (8 døgn).

Sammenheng mellom fangstskader og død ble ikke dokumentert i prosjektet, men observasjoner fra fiskere, mottaksanlegg og forskere gir indikasjoner på at det er en klar sammenheng mellom dette.

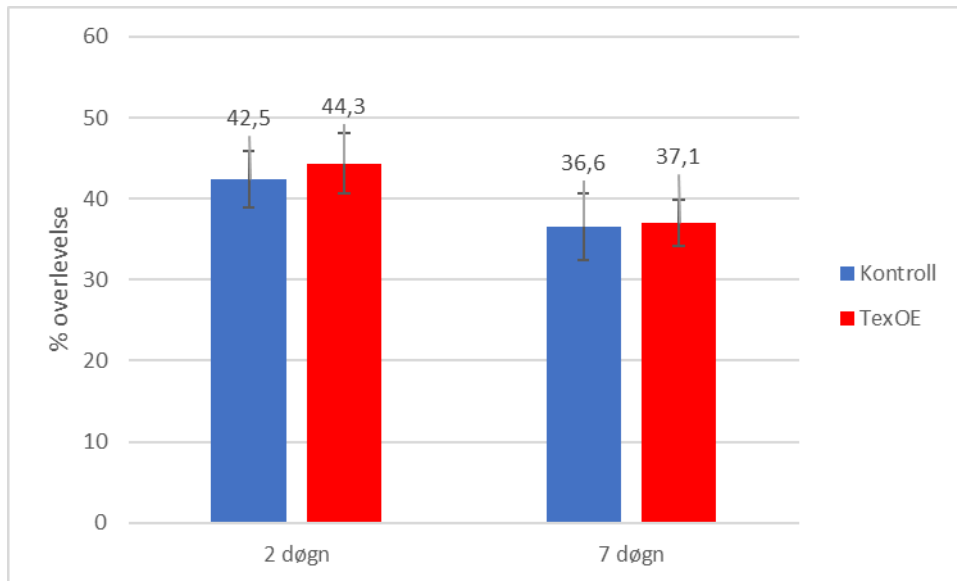
Våttransport i felt med bruk av Tex-OE®

Under feltforsøket Høsten 2017 (**forsøk 11**) hadde man en fangst på i underkant av 2 kg pr teine (Tabell 8) etter en ståtid på et døgn. Reken hadde en snitt carapaxlende på rundt 25 mm og en snitt vekt på 10,5 gram.

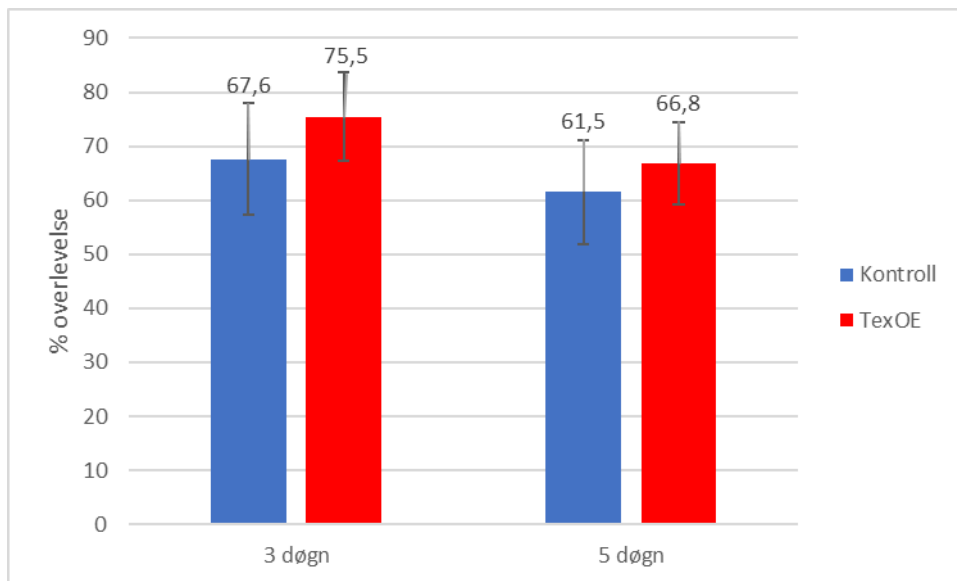
Tabell 8 Informasjon om innhentet råstoff av reker fangstet innerst i Porsangerfjorden høsten 2017

Dato	Ståtid	Kg pr teine	Snitt CL (mm)	Snitt vekt (g)
19.09.17	1 døgn	1,2	25,85	10,49
20.09.17	1 døgn	2,1	25,63	10,83
21.09.17	1 døgn	2,0		
22.09.17	1 døgn	2,0		

Resultat fra transport av reker til Trollbukta og videre til HUB på Gardermoen viser at det er ingen signifikant forskjell på overlevelse mellom kontroll og gruppe behandlet med 120 ml TexOE i sjøvann (Figur 23 og Figur 24). Etter 7 døgns mellomlagring i Trollbukta hadde man en overlevelse på rundt 35 %. Under tre dagers transport til Gardermoen og 2 dagers mellomlagring ved HUB hadde man en ytterligere dødelighet på 35 % noe som gjør at en 12 døgn etter fangst sitter igjen med i underkant av 25 % av opprinnelig fangst levert fra fisker.



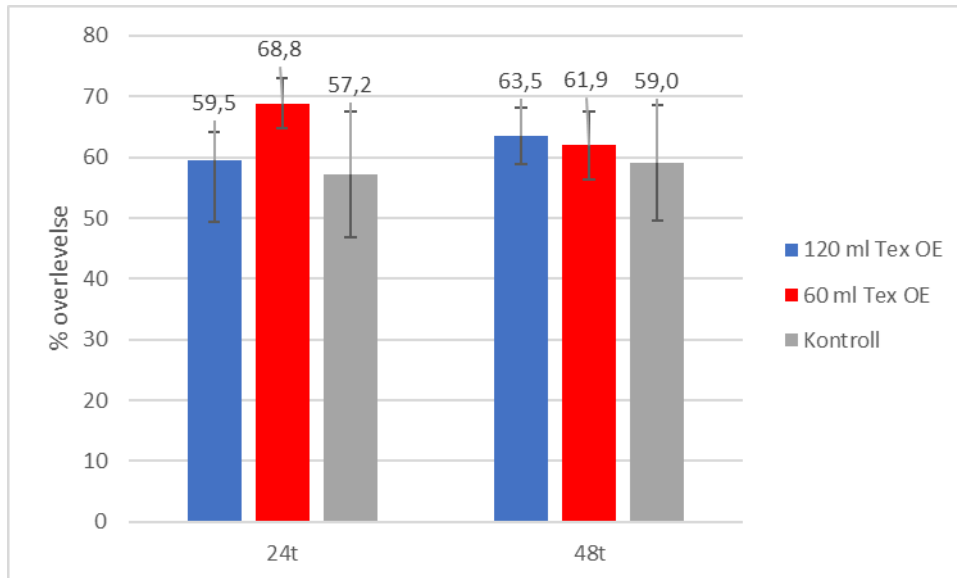
Figur 23 Overlevelse av reker pakket i kasser med vanngjennomstrømming under mellomlagring i 7 døgner. Kontroll mot reker behandlet med 120 ml TexOE/i sjøvann.



Figur 24 Overlevelse av reker pakket i kasser med vanngjennomstrømming og transportert i Aqualifecontainer med resirkulering i 3 døgner fra Trollbukt til HUB og under mellomlagring i 7 døgner. Kontroll mot reker behandlet med 120 ml TexOE/i sjøvann.

Figur 25 viser prosent overlevelse på reker under mellomlagring behandlet med 2 ulike konsentrasjoner av TexOE mot kontroll. Etter 24 timer har reker behandlet med 60 ml TexOE®/i sjøvann høyest gjennomsnittlig overlevelse med 69 % mot henholdsvis 59 % og 57 % overlevelse

på reker behandlet med 120 ml TexOE og kontroll. Forskjellen er imidlertid ikke statistisk signifikant. Etter 48 timer har forskjellen jevnet seg ut til overlevelse på 63 %, 62% og 59 % for henholdsvis reker behandlet med 120 ml TexOE®/l vann, 60 ml TexOE®/l vann og kontroll.



Figur 25 Overlevelse av reker pakket i kasser med vanngjennomstrømming og mellomlagret på land i 48 timer. Ubehandlet reker (kontroll) mot reker behandlet med 120 ml og 60 ml Tex OE/l sjøvann.

MODIFISERING AV TEINER

Vinteren 2017 ble det gjennomført noen innledende uttestinger av reketeiner (**forsøk 12**). Som et resultat av diskusjon under idemyldringsmøte i Ålesund ble bruk av agnboks, flyteteiner og teiner med delvis glatt sidepanel testet ut i regi av fisker (Figur 26).



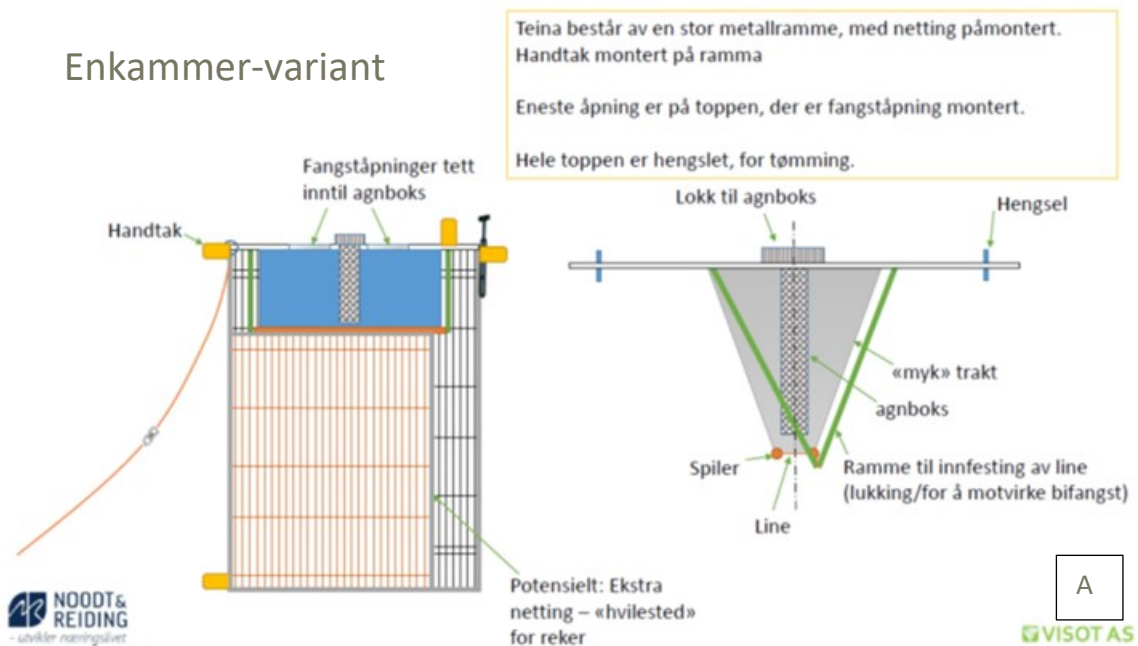
Figur 26 Illustrasjon over teiner som er fløytet over bunn (a) og glatte teiner som ikke skal gi kongekrabben tak til å klatre (b). Illustrasjoner er utarbeidet av Noodt og Reiding, ved Bjørn Føleide.

Frøystad AS fikk laget en prototype av en flyteteine som ble testet ut (Figur 28A). I tillegg testet fiskerne ut å fløyte opp de teinene som de alt hadde i fiskeri. Prototypen ble også laget med notlin og tilpasset for bruk av agnboks. Prototypen, fungerte dårlig. Platen på toppen av teinen virket som en brems både under setting og haling av teinen og den fisket dårlig. Fløyting av de teinene som var i fiskeri var heller ikke optimalt og ytterligere justeringer må gjøres. Men det ble observert rekefangst i teinene både på 25 og 50 meter over bunn i sommermånedene. På samme tiden var fangst på bunnen dårlig. Fangstene ble likevel ikke vurdert som kommersielt drivverdige (pers.med fisker Jo Inge Hesjevik).

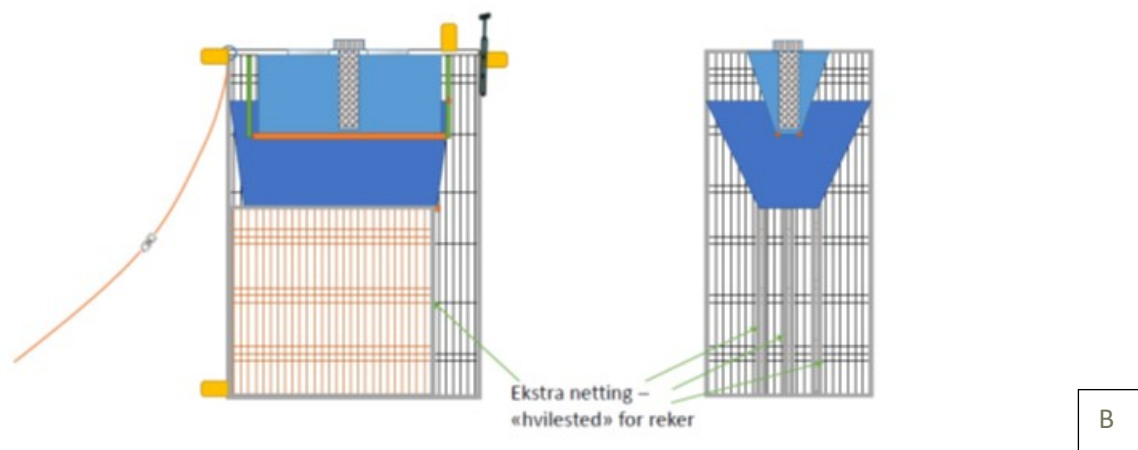
I regi av fiskerne ble også provisoriske teiner med glatte kanter testet ut i felt. De glatte kantene ble oppnådd ved at plast ble surret rundt den øverste delen av teinene. Fisker rapporterte tilbake at de ikke så noen forbedring i fangst, i tillegg ble teinen vanskelig å håndtere og få til å stå skikkelig på bunn, samt at den ble tyngre å hale. Basert på disse tilbakemeldingene valgte man å ikke gå videre med ideen til prototypeproduksjon.

Uttesting av agnboks var positiv og etter anbefaling fra fisker ble agnboks lagt inn som egnessystem i prototype produsert av Frøystad AS (Figur 28B). Agnboksen ble satt inn i en av inngangene til teinen og hadde skrulokk for enkel røkting. De nye prototypeteinene hadde også dobbel høyde i forhold til teinene fra Canada, notlin og åpning for tømning som en del av kalvinngangen. Prototypen av teiner var basert på skisser utarbeidet av Noodt & Reiding (Figur 27). Av de to forslagene til prototyper (en- og tokammer) landet man til slutt på en-kammersvarianten. Kalvåpningene til den nye prototypen ble redusert for at agnboks enkelt kunne festes i den midterste åpningen (Figur 28).

Enkammer-variant



Tokammer-variant:



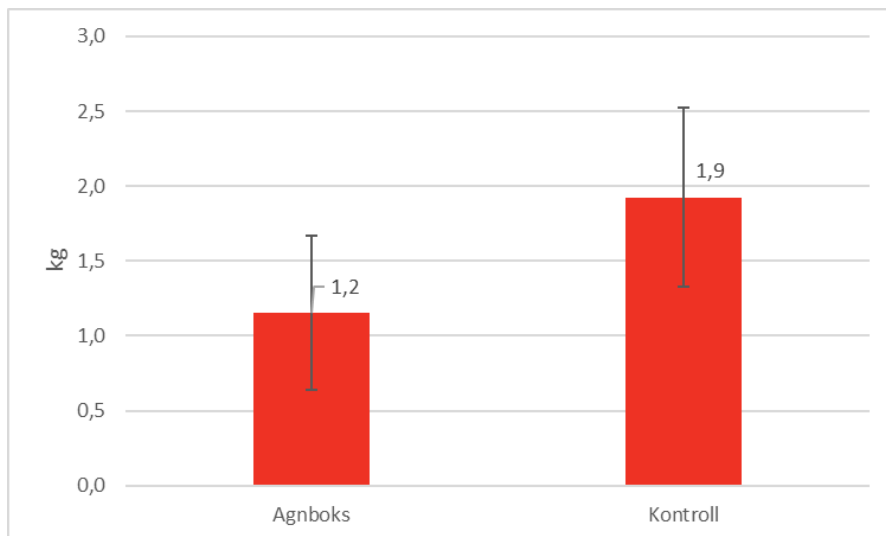
Figur 27 Illustrasjon av mulige prototyper. Enkammer- (a) og tokammer-variant(b). Illustrasjoner er utarbeidet av Noodt og Reiding, ved Bjørn Føleide.



Figur 28 Prototype av flyteteine(a) og enkammersteine (b) produsert av Frøystad AS (foto: Frøystad AS)

Uttesting av agnboks

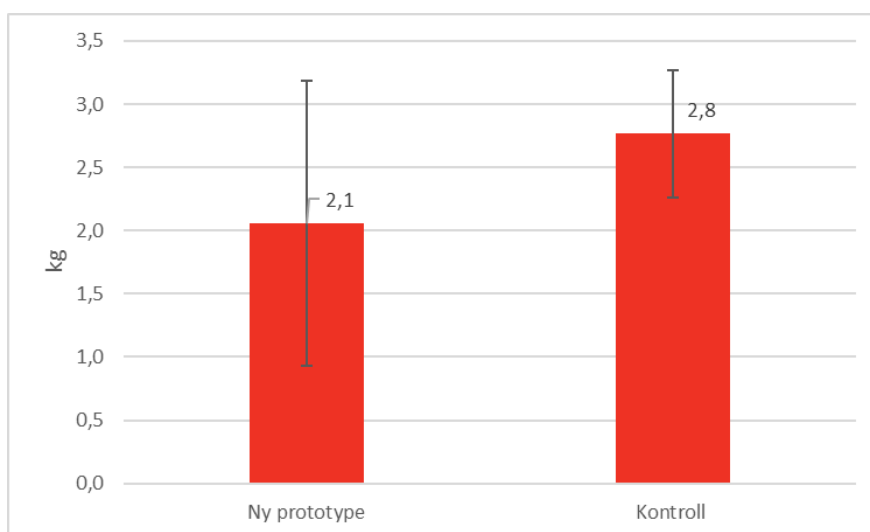
Figur 29 viser at kontrollteinen mot med agnpose fisket i gjennomsnitt 800 g (fra 1,9 kg til 1,1 kg) reker enn samme type teine rigget med agnboks. Forskjellen er derimot ikke signifikant og antall registreringer på totalt 30 teiner er begrenset.



Figur 29 Fangsteffektivitet til teiner agnboks vs. agnpose

Uttesting av ny prototype

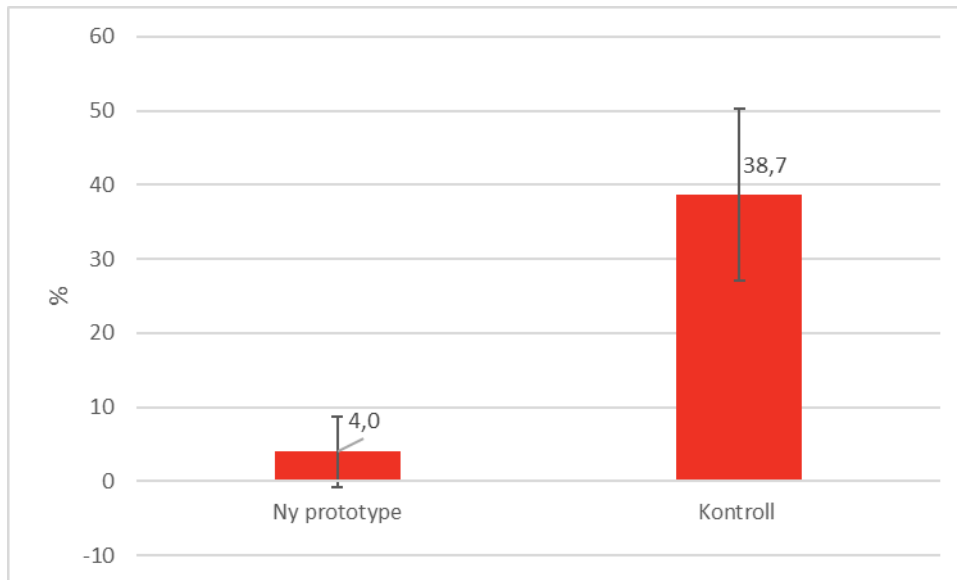
Figur 30 viser at kontrollteinen fisket i snitt 700 g (fra 2,7 kg til 2 kg) mer reker enn den nyutviklede teinen levert fra Frøystad AS. Forskjellen er derimot ikke signifikant og antall registreringer på totalt 18 teiner er begrenset. Videokartlegging viser at redusert diameter på kalvåpning kan ha påvirket resultatet ved at rekene ikke fant veien inn i teinen like lett.



Figur 30 Fangsteffektivitet til ny prototype av teiner sammenlignet med kontroll (Canadateine)

Den nye prototypen hadde notlin med maskestørrelse som var mindre enn originalteinen. Dette ser en igjen på innblanding av undermålsreker i fangsten. I original teinen var det ikke observert undermålsreker, mens det i den nye prototypeteinen var registrert et snitt på 13 % undermålsreker. Prosenten er kalkulert basert på antall og ikke vekt.

Undersøkelse av rekens ryggskall viste at reker fangstet med den nye prototypeteinen hadde mye mindre skader en reker fangstet med originalteine (Figur 31). Kun et snitt på 4 % av rekene i den nye prototypeteinen hadde skader på ryggskjoldet mot i underkant av 40 % i original teinen. Forskjellen er signifikant. Prosenten er beregnet basert på antall og ikke vekt.



Figur 31 Registrerte skader på ryggskjold etter fangst.

Forslag til ytterligere forbedringer utarbeidet i samarbeid mellom Frøystad AS og Fisker vil være en del av deres IPR i produksjon av ny prototype. For mer informasjon kontakt Roy Willy Hagen ved Frøystad AS.

INNLEDENDE MARKEDSEVALUERING

Ved ankomst til restaurantene var alle rekene levert i oksygenert vann levende (**forsøk 10 og 12**). I tillegg var en stor andel av rekene levert levende på saltet is. Selv om Norway King Crab i hovedsak vil satse på omsetning av ferske rå reker transportert tørt på saltet is (se. forsøk 3 og 6) så er det en flott «gimmick» at rekene fremdeles spreller når forpakningen blir åpnet i restauranten. Leveranse av levende reker i vann vil være begrenset og kun til restauranter med svært spesifikke krav. Norway King Crab jobber nå med transportløsninger (bruk av kteinere fra Aquaiife) for denne type omsetning til blant annet NOMA i København.

Maaemo Oslo, intervju av Halaigh Whelan-McManus.

Maaemo har 3 stjerner i Michelin guiden og har en fast meny til sine gjester. Menyen endres etter sesong og restauranten har hovedfokus på at maten smake mest mulig av de naturlige egenskapene til råstoffet.

Maaemo fikk en leveranse på 1.5 kg levende reker i oksygenert og nedkjølt vann til uttesting. Råstoffegenskapene som ble trukket frem var sødme og tekstur. Under uttesting ble hele reke med skall spist. Whelan-McManus har tidligere jobbet for blant annet NOMA i København og der serverte de rå(levende) strand reker på is som en av signaturrettene. Han ser samme brukspotensiale for levende/rå dyphavsreker.



“Superexciting, great texture and fantastic flavour. They can even be eaten directly with the shell on. I would definitely use this.”

Maemo
Halaigh Whelan-
McManus

I tillegg så han for seg å kunne servere 2-3 rekehaler skrellet og rå sammen med friturestekte hoder. Maaemo har åpent 4 kvelder i uken og serverer da rundt 50-70 personer. De vil dermed kunne trenge kun 5-10 kg reker pr uke og ønsket å få disse levert levende og oppbevart i oksygenert og kjølt vann i tilknytning til deres fasiliteter. Pris ønsket de ikke å si noe om.

Omakase, intervju med Alex Cabiao

Omakase er en liten high-end restaurant med 16 sitteplasser og de opererer med 2 serveringer pr kveld 5 dager i uka. Gjestene sitter rundt en disk og får servert 18 ulike sushiretter samtidig som kokken forteller litt om hva han gjør. Cabiao er en av de mest innflytelsesrike sushikokkene i Norge og er opphavsmannen til Alex sushi som er kåret til Norges beste sushi ved flere anledninger.

«Søt, frisk sjøsmak og arktisk. Disse kommer på menyen i kveld».

Omakase
Alex Cabiao



Omakase fikk en leveranse på 1.5 kg levende reker i oksygenert og nedkjølt vann til uttesting. Rå dyphavsreke skiller seg fra annen rå sjømat med at den har mer frisk søt sjøsmak. Siden nærhet til kundene er en del av konseptet til Omakase så var det med opprinnelsessted ekstra viktig. Historien om at rekene er fanget i arktisk, kaldt og klart vann, med teiner av navngitt fisker var viktig. De

ønsket mest mulig informasjon knyttet til produktet og gjerne sporbarhet og tagging tilsvarende det Norway Kingcrab har på kongekrabbene sine. Bruksområdet til rekene var å gjøre minst mulig med dem. Eksempelvis ble det vurdert å servere de rå med skall og hode sammen med en ponshosaus eller lignende. Alternativt servere rå renskede rekehaler. Cabiao ønsket minst mulig forstyrrende elementer for å fremheve rekesmaken mest mulig. Omakase har rundt 160 serveringer i uken og ville dermed trenge 500-800 reker i uken. De ønsket store reker (+12 g) og var villig til å betale 6-8 kr reken ved de rette betingelsene.

Kulinarisk Akademi, intervju med Espen Vestperdal Larssen

Kulinarisk Akademi er et kompetansesenter for mat og drikke. Akademiet holder mat- og vinkurs til både bedrifter, bransje og til privatpersoner. Larssen har vært fast medlem på kokkelandslaget og ble i 2006 verdensmester sammen med disse.



«Reken her en fantastisk sødme og tekstur som er svært interessant for restaurantmarkedet».

Kulinarisk Akademi
Espen Vestperdal Larssen

Kulinarisk Akademi fikk en leveranse på 1 kg levende reker i oksygenert og nedkjølt vann og rundt 3 kg kjølt på is til uttesting. Tilgang på rå ferske kaldtvannsreker er dårlig og må spesialbestilles. I tillegg til at de kan severes rå så har de også mange bruksområder som syre- eller

varmebehandlet. Larssen synes den rå smaken er så pass unik at en ikke skal tulle for mye med den, men rekene har større brukspotensial om en inkluderer de varmebehandlet i en tapasrett eller som garnityr til en hovedrett. Størrelse på rekene er fin og det er også fin farge på rognen som kan være med å løfte en rett. Forpakninger på 2 kg er nok rett størrelse på et slikt produkt og dagfersk på is burde være tilstrekkelig.

Vulkan fisk, intervju med Øyvind Glørstad

Vulkan fisk er en sjømatrestaurant med egen fiskedisk. Restauranten har 90 sitteplasser og er lokalisert i Mathallen i Oslo. Øyvind Glørstad er daglig leder ved Vulkan fisk og jobber hele tiden med å finne de beste leverandørene til hver sesong.

«Rå dyphavsreke har en unik smak og en søt smak som kun overgås av kråkebollerogn».

Vulkan fisk
Øyvind Glørstad



Vulkan fisk fikk en leveranse på 1 kg levende reker i oksygenert og nedkjølt vann og rundt 3 kg kjølt på is til uttesting. Glørstad ser potensialet til reker både som en ingrediens i en av deres forretter, som garnityr til en hovedrett og som et produkt i fiskedisken. Rå reker ble til tider etterspurt i fiskedisken, men de har så langt kun hatt varmtvannsreker i rå fryst tilstand tilgjengelig. Han var opptatt av

holdbarheten på produktet og eventuelle sensorisk endringer under lagring på is. Glørstad sammenlignet sødmen i rå reker med det en finner i kråkebollerogn. For Vulkan fisk var det mest interessant å få reker levert på saltet is og med informasjon om hvor lenge disse var holdbare på kjøll. Størrelsen på rekene ble vurdert som god og forpakning fra 2-5 kg ble vurdert som tilstrekkelig. Pris ble ikke diskutert.

Saporro Ramenbar og Inagesmat intervju med Masaru Inage

Hos Saporro Ramenbar serveres det ramen supper. Hemmeligheten med en god ramen er å bruke god kraft og råvarer av topp kvalitet. Inage kommer fra Sapporo som er ramensuppens hjemby. Inage driver i tillegg Inages mat der råvarer av høy kvalitet, men fornuftig pris er fokus.

Saporro Ramen bar og Inages mat fikk en leveranse på 3 kg reker kjølt på is til uttesting. Inage var svært positiv til produktet. Han er bevist mht. miljøvennlig innhøsting og så det som meget positivt at rekene var teinefanget. Leveranser av rå reker på is var mest interessant og forpakninger på 5 kg var fint. Inage hadde to hovedbruksområder for rekene. Å bruke skall og hoder til kraft og så bruke kjøttet enten i ramensuppen eller som sushi topping. Rognen til rekene kunne også, så lenge det ikke var øyerogn være aktuell som sushitopping. For å kunne enkelt renske rekene ville Inage lagre rekene i et døgn på kjøll slik at skallet ble lettere å fjerne. Å varmebehandle og servere hele reker som en del av garnityr på toppen av ramen suppen kunne også være aktuelt.



«Teinefanget reker er svært interessant, at den kan leveres fersk rå og til og med levende gjør den bare enda mer interessant».

**Saporro Ramenbar
og Inagesmat
Masaru Inage**

NOMA, tilbakemelding fra Simon Brusche

Noma har 3 stjerner i Michelin guiden og har en fast meny til sine gjester. Menyen endres etter sesong og restauranten har hovedfokus på råstoff fra Skandinavia. Noma skal gjenåpne i Januar 2018. På åpningsmenyen er temaet råstoff fra havet og hver servering på menyen skal inneholde et element fra havet. Noma ønsker å ha fokus på lokale arter fra Skandinavia. Kjøkkensjef Simon Brusche har testet ut reker levert av Norway Kingcrab og er positive både til råstoffet og muligheten for at en kan oppbevare rekene levende fram til servering. Levende reker fra Porsanger vil være en del av deres meny fra og med nyttår.



«A few adjustments and this will be on the menu»

**Noma
Simon Brusche**

Klippfiskakademiet og intervju og kokkeworkshop med Mindor Klauset

Klippfiskakademiet er et kokkefelleskap som tilbyr matopplevelser til sosiale og faglige arrangement. Daglig leder og kjøkkensjef Mindor Klauset fikk i oppdrag fra Møreforskning å teste ut ulike bruk av rå reker.

Rekene ble levert levende til Klippfiskakademiet i oksygenert og nedkjølt vann. Basert på Klausets allsidige erfaring som kokk og kjøkkensjef ble fem ulike bruksområder for rå reker demonstrert. Dette var rå reker som sushitopping, rå reker syrebehandlet med lime til chevice, en variant av tapasretten «*gambas pil pil*» som er reker kokt i olje med chilli og hvitløk, thai inspirerte reker med chilli og kokos og skalldyrsuppe der skallet til rekene var basis for kraften i suppen (Figur 32). Klauset hadde noe erfaring med frysede rå reker levert av ColdWater Prawns. Han viser til at bruksområdene til rå reker er større enn for de tradisjonelt kokte rekene som vi kjenner best til i det norske markedet. Mens kokte reker ofte blir seige ved ny oppvarming, beholder de rå varmebehandla reke noe av den faste teksturen etter varmebehandling. Skallet har også mer smak til kraften. Klauset tipset også om at en ved å fjerne hodene på de rå rekene dersom de ikke skulle brukes samme dag ville bevare den gode søtsmaken på rekenkjøttet lenger. Da unngår man at smak fra levermasse og magesekk i hodet setter smak.



«Spennende. Muskelen kan brukes rå slik den er og skallet gir fantastisk kraft. På grunn av pris blir nok dette mer garnityr enn hovedrett».

**Klippfiskakademiet
Mindor Klauset**



Chevice



Sushi-topping



Gambas pil pil



Kokosnudler med chili marinerte reker



Skalldyrsuppe basert på kraft fra rekeskall



Figur 32 Fem ulike bruksområder av rå reker demonstrert av Klippfiskakademiet.

DISKUSJON

Gjennom nært og forpliktende samarbeidet mellom fiskere, bedrifter, utstyrsleverandører og FoU-institutt er man gjennom prosjektet ett skritt nærmere kommersiell fangst, mellomlagring, transport og omsetting av levende reker. Prosjektet har kartlagt muligheter og flaskehals for transport av levende reker fra felt til mottak og videre ut mot kunde. I prosjektet er både rekens grunnleggende krav og biologiske betingelser for levende lagring undersøkt. Prosjektet har også sett på bæreenhet og oppbevarings konteiner for våt mellomlagring og transport og testet ut 3 ulike metoder for «tørr» transport av reker. To ulike stressdempende midler er testet.

Fysiologiske krav

Reke, og andre krepsdyr som lever på dypt vann er sjelden eksponert for lys, og rekens migrasjon i vannmassene styres i stor grad av dagslyset ved at rekene holder seg i dype vannmasser på dagen og migrerer vertikalt i vannmassene om natten (Shumway m.fl. 1985, Apollonio m.fl. 1986). En lyssky adferd er også observert i forbindelse med feltforsøk, hvor teiner rigget med kamera og lyskilde fangster dårligere enn teiner uten lyskilde (upublisert data, Møreforskning). Videre har studier på sjøkreps (*Nephrops norvegicus*), som lever under lignende forhold som reker, også vist at lyspåvirkning forårsaker irreversibel blekning av øyner (Loew 1976). Basert på denne kunnskapen var derfor en hypotese at lyspåvirkning under mellomlagring kunne være en stressfaktor som påvirket overlevelse. Forsøkene gjennomført i dette prosjektet viser imidlertid at lys ikke er en sterk stressfaktor for rekene, da det i løpet av 14 dagers ikke ble funnet signifikante vitalitetsforskjeller hos reker utsatt for dagslys kontra reker lagret i mørke. Det bør imidlertid påpekes at lyseksponering kan forårsake stresspåvirkning som vi ikke har fanget opp i forsøkene (subletalt stress). Observasjoner viser også at reken trekker mot de mørkeste delene av karene under mellomlagring. Det bør derfor tilstrebes, i den grad det er mulig, å redusere lyseksponering under fangst, transport og mellomlagring.

Reker lever hovedsakelig i områder der temperaturen er stabilt lav og trivselstemperaturen til reker ligger mellom -1,6 og 8 °C (Shumway m.fl. 1985). Resultatene fra våre forsøk med viser også at rekene har en klar preferanse for lavere temperaturene innenfor dette intervallet, og at en ved langtids lagring bør ha temperaturer under 7 °C. Dette er i samsvar med Larssen m.fl. (2013) som viser at ved oppbevaring i 2-5 °C er dødeligheten lav og reken har god kondisjon etter 48 timer. Siden metabolisme og vekst (frekvensen av skallskifte) hos reker og andre krepsdyr øker med økt temperatur (Passano 1960, Cossins og Bowler 1987), bør en imidlertid tilstrebe så lave temperaturer som mulig (ned mot 0 °C). Dette støttes også av resultatene fra transport og mellomlagring av reker både i laboratoriet og i forbindelse med feltforsøk (se under), som viser at lav temperatur har stor betydning for overlevelse. En interessant observasjon i temperaturpreferanseforsøket var også at en lavere andel reker ble funnet ved de kaldeste temperaturene når tettheten av reker var høy, noe som tyder på at rekens behov for egen plass til å sette seg ned til en viss grad overstyrer preferanse for kalde temperaturer. Resultatene fra de øvrige forsøkene i laboratoriet (lysforsøk og mellomlagringsforsøk) viser også at man kan holde reker over lengre tid dersom reker har tilstrekkelig areal til å bunnslå. I en

kommersiell sammenheng vil så lave tettheter imidlertid være utfordrende rent praktisk. Videre arbeid med tekniske løsninger (lagringsenheter) som optimaliserer arealbruk samtidig som man ivaretar en rasjonell praktisk håndtering vil derfor være nødvendig for å oppnå en lønnsom lang tids lagring av reker.

Aqui-S® dose/respons

Studier på bruk av Aqui-S® eller (iso)eugenol på krepsdyr har vist at det kreves høyere konsentrasjoner enn de som anbefales til fisk, og at dose og responstid varierer mellom arter (Coyle m.fl. 2005, Saydmohammed og Pal 2009, Barrento m.fl. 2011, Midling m.fl. 2012, Cowing m.fl. 2015). Testing av Aqui-S® på mållart er derfor nødvendig siden ulike dyregrupper responderer ulikt på det aktuelle virkestoffet. I studiet av Midling m.fl. (2012) ble det funnet at sjøkreps eksponert for 200 mg/l bedøvelse hadde nådd en sedativ tilstand tilsvarende vår kategori «tungt sedativ» etter 6 til 8 minutter. For kreps eksponert for 100 mg/L bedøvelse ble dette stadiet først nådd etter 12-14 minutter. Barrento m.fl. (2011) benyttet 300 mg/L i 10-15 minutt for å oppnå ønsket sedativt nivå. I våre forsøk var de fleste rekene tungt bedøvet allerede etter fem minutter, selv ved den laveste konsentrasjonene på 100 mg/L. Rekers respons på Aqui-S® kan også sees ved at reker eksponert for 150 mg/L og 200 mg/L virkestoff hadde en signifikant høyere dødelighet etter revitalisering sammenlignet med kontrollgruppen og gruppen eksponert for 100mg/L. Reker ser derfor ut til å være mer sensitiv for Aqui-S® sammenlignet med krabbe og sjøkreps. Selv om 100mg/L (14%) også viste en noe høyere dødelighet enn kontrollgruppen (2%) etter 48 timers revitalisering i vann, så var forskjellen ikke signifikant og 100 mg/L. Ved bruk av Aqui-S® som beroligende middel for reken anbefales det derfor at man ikke overskrider denne konsentrasjonen og en eksponeringstid på 10 minutter. Med bakgrunn i dette ble derfor 100 mg/l og 10 minutter eksponering benyttet videre i transportforsøk (se under).

Mellomlagring

Effekt av lagringsenhet på overlevelse viser at rekene hadde høyest overlevelse når de ble oppbevart i tank med mye rom og med lavest gjennomsnittlig dødelighet der reken hadde mulighet til å sette seg ned på netting i vannsøylen. Dette stemmer også med observasjonene gjort under temperaturpreferanseforsøket (se over). Den mye høyere dødeligheten (31 %) for reker pakket i kasser (tetthet 60 kg/m³) er forskjellige fra resultater i tidligere forsøk hos Møreforskning, hvor det ikke ble funnet forskjell i dødelighet på reker pakket i kasser kontra svømmende fritt i kar (Larssen m.fl. 2013). I sistnevnte forsøk ble imidlertid reker kun lagret i 3 døgn, hvorpå dødeligheten var generelt høy, bl.a. som følge av skallskifte. Både i forsøket i dette prosjektet og i studien av Larssen m.fl. (2013) var også temperaturen relativt høy (6-7 °C) og har mest sannsynlig vært en medvirkende årsak til redusert overlevelse ved høye tettheter. Dette er støttet av funnene i forsøket med reker pakket i kasser og lagret i kar med resirkulert kjølt sjøvann på ~3 °C (forsøk 7), hvor man etter 5 dager hadde en overlevelse på ~92 % når tettheten i kassene var på 80 kg/m³ og 90 % når tettheten var 165 kg/m³. Ammoniakk er et av de respiratoriske avfallsstoffene til tiftokreps. Ved anaerob metabolisme lagres denne i blodet,

mens tifoekrepsen ellers kvitter seg med det over gjellene (Woll m.fl. 2010). Tidligere forsøk viser at ved økende temperaturer øker rekens oksygenbehov, med påfølgende utskillelse og akkumulering av ammoniakk (Daoud m.fl. 2007, Larssen m.fl. 2013). Siden biofilter for fjerning av ammonium nitrogen ikke ble benyttet, kan derfor en medvirkende årsak til noe av dødeligheten som ble funnet i forsøket skyldes en opphoping av ammoniakk. Undersøkelser gjennomført på hvit stillehavsreke (*Litopenaeus vannamei*) viser at lagring i opp til 96 timer i ammoniakkonsentrasjoner opp mot 280 µmol/l ikke påvirker overlevelsen (Bertrand m.fl. 1986). I vårt forsøk ble det målt opp mot det dobbelte av dette (~550 µmol/l (totalammoniakk)). På den andre siden har forsøk gjennomført av Møreforskning vist at ammoniakkverdier på rundt 1000 µmol/l ikke ser ut til å påvirke dødelighet negativt (Larssen og Dyb 2009), men hvor høy eksponeringsgrense rekene tåler og hvor stor subletal effekt dette har er ikke kartlagt godt nok. Selv ved lave temperaturer er det sannsynlig at tettheten rekene ble lagret under er den største årsaken til dødelighet. Grunnvannsreken *Palaemon serratus* omsettes levende til det spanske markedet. Disse pakkes tett i kasser på lik linje med de forsøkene gjennomført i dette prosjektet, men med lavere tetthet (Jacklin og Combes 2007). Hos andre tifoekrepsen er skader forårsaket av interaksjon mellom individene et problem. Dette er tidkrevende og gir økt håndtering av dyrene som enten må pakkes i separate bur eller bandes over klørne (Woll m.fl. 2014). Dette er mest sannsynlig ikke en stor utfordring hos reke, men Fahy og Gleeson (1996) advarer likevel mot høy tetthet av reker over lang tid siden kannibalisme da er utbredt. Tettheten bør med andre ord holdes så lav som mulig for å oppnå best mulig overlevelse.

Resultatene fra forsøket viser også at bakterievekst hos på døde reker var lav, og tilsier at det ikke er noe hinder for å prosessere og omsette disse. Av lønnsomhets- og dyrevelferdsmessige hensyn bør imidlertid målet være at det meste av rekene som mellomlagres har god vitalitet før omsetning.

Transport

Forsøkene med simulert transport av reker viser at transport i en begrenset mengde vann i poser lagt på is gir dårlig overlevelse. Selv om bakterieinnholdet på råstoffet var lav etter transport var dødeligheten 100% etter 24 timers transport. Med tanke på mengden vann (vekt) i forhold til antall reker anser vi derfor dette ikke som en farbar vei i kommersiell sammenheng. Til sammenligning hadde reker lagret på gelis ved 2 °C en dødelighet på 67 % etter 24 timers transport og reker pakket med saltet is ved -0.5°C en dødelighet på kun 14 %. Tilsvarende lav dødelighet ble funnet når forsøket ble gjentatt for å undersøke effekten av Aqui-S® på overlevelse, hvor man hadde en overlevelse på 90% etter 24 timer transport og påfølgende 24 timer revitalisering i vann. Som for lagringsforsøkene viser dette igjen viktigheten av lav temperatur for å lykkes med omsetning av levende reker. Forbehandling med Aqui-S® før tørrtransport på is ga imidlertid ingen signifikant forbedring på overlevelse hverken rett etter transport eller etter 24 timer med revitalisering. Analyse av restfraksjon av isoeugenol i muskel viste også at reken bruker lang tid på å kvitte seg med virkestoffet. Saydmohammed og Pal (2009) undersøkte effekten av eugenol på ferskvannsreken *Macrobrachium rosenbergii*, og fant

konsentrasjoner i muskel på 35.2 mg kg⁻¹ rett etter eksponering. Dette er tilsvarende nivåer som ble målt i våre forsøk (39,3 mg/kg rett etter eksponering). I studien til Saydmohammed og Pal (2009) ble det imidlertid funnet en rask nedgang over tid med lagring i vann, hvor mengden eugenol i muskel var under deteksjonsgrensen på 0.04 mg kg⁻¹ etter 24 timer. I vårt forsøk ble det etter 24 timer med tørr transport og påfølgende 24 timer revitalisering i vann målt ett innhold av isoeugenol på 7.57 mg kg⁻¹. Dette er over godkjent grenseverdi på 6 mg kg⁻¹ satt av EU i direktiv No 363/2011¹. Forskjellen i utskillelse mellom artene kan skyldes at *M. rosenbergii* har en preferansetemperatur på 28-30 °C (Manush m.fl. 2004) og er betydelig større enn *P. borealis*. Størrelsen på individene og høyere temperatur i leveområde påvirker mest sannsynlig metabolismen i cellene slik at eugenol brytes fortere ned i denne arten enn hos kaldevannsuren. Med bakgrunn i lang tid for utskillelse av virkestoff samt at det ikke ser ut til å gi noen positiv effekt på overlevelse anbefales det derfor ikke å bruke Aqui-S® som et stressreducerende middel for dyphavsreke under transport. I det videre arbeidet bør man heller jobbe med andre metoder eller løsninger for å optimalisere transport. F.eks., i det japanske og kinesiske markedet er det i dag omsetning av levende reker i familien *Penaeidae*. Disse rekeartene blir før transport kjølt ned i vann (ca. 6-8 °C under lagringstemperatur) som setter metabolismen til individene i dvale før den blir pakket lagvis i kjølt sagmugg (Salin og Vadhyar 2001). En tilsvarende forbehandling, med nedkjøling av reken ned mot nedre preferansetemperatur på -1.6 °C (Shumway m.fl. 1985) før transport vil kunne ha positiv effekt på overlevelse under transport.

Kvalitet rå reker

Forsøk med ferskvannsuren *Penaeus indicus* pakket på is viser at den hadde godkjent bakteriologisk og sensorisk kvalitet etter 24 timers transport (Jeyasekaran m.fl. 2006). Tilsvarende resultater kan sees fra våre forsøk både etter simulert transport og mellomlagring i vann (se forsøk 3, 6 og 8). De tidligere mikrobiologiske retningslinjene for rå krepsdyr til konsum fra Statens Næringsmiddeltilsyn/Mattilsynets (2002) spesifiserte at grensen på 50 000 cfu gjelder hvis nivået overstiges i 3 av 5 prøver. Ingen av undersøkelsene gjennomført i dette prosjektet «bryter» med denne grenseverdien. De kontrollerte forsøkene hvor avlivede reker ble lagret på is (forsøk 8) viser imidlertid at de sensoriske og visuelle egenskapene hos reken forringes før man får forhøyede bakterieverdier. Disse kvalitetsavvikene ble mest tydelig etter 3 dager lagring. Forutsatt at man har kontroll på kjølekjeden og at temperaturene holdes lave tyder dette på at reker som har vært lagret rå/ferske i kortere perioder (24-48 timer) fortsatt kan benyttes som næringsmiddel. Av lønnsomhets- og dyrevelferdsmessige hensyn bør man imidlertid tilstrebe at størsteparten av rekene kan omsettes som levende med god vitalitet.

¹ COMMISSION REGULATION (EU) No 363/2011 of 13 April 2011. Amending the Annex to Regulation (EU) No 37/2010 on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in foodstuffs of animal origin, as regards the substance isoeugenol

Feltforsøk

Alle laboratorieforsøk er gjennomført på reker revitalisert i minimum 48 timer for å unngå at fangstskader skal være en parameter i forsøkene. I felt er i midlertidig fangstskader en viktig parameter som har effekt på lønnsomheten i kommersialisering av levende fangst fra fisker til marked.

Basert på tetthetsforsøk gjennomført i laboratoriet ble reker i felt pakket med en tetthet på + 165 kg/m³ i kasser med gjennomstrømming. Forsøket som ble gjennomført vinteren 2017 gav gode resultater med en overlevelse på 95 % etter et døgn. Etter 8 døgn var overlevelse redusert til 70 %, men da hadde rekene både blitt røktet 3 ganger, samt blitt fraktet i vann med bil i to omganger, først fra Lakselv til Trollbukt, og deretter fra Trollbukt til Gardermoen. Vanntemperatur under mellomlagring og transport oversteg aldri 4 °C. I tillegg var vanntemperatur i overflatevannet i Lakselv -1°C som er nær nedre grense for rekens toleransetemperatur. Erfaring fra andre rekearter er at dette er positivt mht. stress og toleranse for transport (Salin og Vadhyar 2001).

Rekene brukt i forsøket hadde en stor andel av fangstskader på ryggskjold som en effekt av fluktreaksjon mot gitteret i teinene under fangst. Selv om mange reker med denne skaden tålte både mellomlagring og transport, var skaden sannsynligvis en medvirkende årsak til redusert overlevelse i felt kontra i laboratorium. Knuseskader etter tråling er hovedårsaken til dødelighet ved levendelagring av kreps (Ridgway *et al.* 2006). I et videre studium vil det være nyttig å undersøke de døde rekene mht. skade for å se på % døde reker med skade på ryggskjold.

I feltforsøket gjennomført høsten 2017 hadde rekene markant lavere overlevelse. Vanntemperaturen i felt og under mellomlagring lå da mellom 7-8 °C med en overlevelse etter sju døgn på under 40 %. Selv om en under transport til Gardermoen benyttet kontainer med kjølt sjøvann (Aqualife) med en vanntemperatur på rundt 4°C så var estimert overlevelse etter 15 døgn med mellomlagring og transport under 25 %. Forsøk med bruk av TEX-OE® skal bidra til at rekens toleranse for temperatursvingninger styrkes gav ikke ønsket effekt. Tidligere studier har vist at eksponering for TEX-OE® kan gi en økning i HSP (Heat Shock Protein) som er en familie av proteiner som produseres i cellene som en respons på eksponering av stress, forårsaket av enten temperaturforandring (Ritossa 1962, Matz m.fl. 1995), eksponering for UV-lys (Cao m.fl. 1999) eller under sårheling (Laplante m.fl.1998). Dette til tross for at det i tidligere forsøk er påvist positive effekter på stresstoleranse forårsaket av blant annet temperatursvingninger både i fisk (Nasution m.fl. 2010) og krepsdyr (Baruah m.fl. 2012, Niu m.fl. 2014). I laboratorium har en også sett en positiv effekt av TEX-OE® i forhold til mellomlagring og transport (Møreforsking, upublisert data).

Fangstskader var også på høsten et stort problem og stikkprøver av fangsten viste detekterbar skade på rekens ryggskjold på over 40 % av individene. Mulig har utfordringer med skade maskert eventuelle fordeler med bruk av TEX-OE® og i videre studier bør en vurdere å gjennomføre utvidede forsøk for å verifisere resultatene i dette prosjektet.

Temperatur, bunnforhold og salinitet er avgjørende faktorer i rekens leveområde. Teinene i feltforsøket stod på mellom 100 og 200 meter og tidligere temperaturmålinger ved denne dybden har vist at temperaturen er ganske stabil på 1° C året gjennom (Møreforsking,

upublisert data). Om høsten vil det i tillegg til høy temperatur under mellomlagring også være en stressfaktor for rekene å gå gjennom sprangsjiktet² på vei opp gjennom vannmassene. Eksempelvis kan raske skifter i temperatur (Shumway, 1985; Salin og Vadhyar 2001) eller salinitet (FAO, 2016) være med på å trigge skallskifte hos enkelte rekearter. Dette gjør reken mer sårbar for mellomlagring og transport (Salin og Vadhyar 2001, Ridgway m.fl. 2006).

Reker som ikke er eggbærende skifter skall flere ganger i året og skallskiftet reguleres av fødetilgang og temperatur (Shumway m.fl. 1985, Bergström 2000). I sommerhalvåret skifter også kjønnsmodne horeker skall en rekke ganger før de på nytt blir eggbærende ut på høsten. En kan dermed anta at reker fangstet på høsten har et tynnere skall en reker fangstet om vinteren. Dette gir en dårligere beskyttelse mot mekanisk påvirkning og dehydrering i fangstprosessen. Undersøkelser gjennomført på kreps viser at tre av fire registrerte dyr med skade var fangstet rett etter skallskifte eller før skallet var skikkelig hardt (Ridgway m.fl. 2006). Hos *Penaeide Shrimp* blir skallskifte fremprovosert i oppvekstpollene ved å endre på temperatur. Høsting av reker for levende transport gjennomføres når skallet er på sitt hardeste (Salin og Vadhyar 2001).

Modifisering av teiner

I Canada er det i dag et teinefiskeri etter ulike typer kaldtvannsreker (Koeller m.fl. 1995) og i Storbritannia er et teinefiske etter *P. serratus* lukerativ (Jacklin og Combes 2007). Et forsøksfiskeri med ruser etter fjordreke *Palaemon adspersus* og *Palaemon elegans* utenfor Danmark har gitt gode resultat (Pedersen 2006). I Norge har det vært noe spede forsøk på teinefangst av reker (se bl.a. Bjordal 1979, Hansen 2002, Johansen og Aschan 2004), men det er først de siste årene at en har lyktes med teinefangst av reker i Porsanger (upubliserte data, Møreforsking). Teinefangst er en mer skånsom fangstmetode en trål og undersøkelse av blodparameter viser at denne fangstmetoden gir lavere stressfaktor for dyrene som igjen gir bedre kvalitet på fangsten (Ridgway *et al.* 2006). I tillegg vil en under teinefangst ha en naturlig seleksjon av reker som kan rømme ut gjennom gitteret i teinene mens de fremdeles står på bunnen. Dette fjerner behov for solding av fangsten om bord i båt. Solding av reker er vanlig fangstbehandling av trålfanget reke for å sortere konsumreker fra industrireker. Forsøk fra trål viser at en slik håndtering er med på å øke dødeligheten til rekene med 4-7 % (Larssen m.fl. 2013).

Selv om teinefangst er ansett som en meget skånsom metode for reken så har en i prosjektet observert to typer skader hos reken etter fangst og mellomlagring. Brekkasje i ryggskjold som følge av at reken krasjer med gitteret i teinene ved fluktreaksjon og typisk hvithale der deler av eller hele halen blir melkehvit og at svømmeevnen til rekene er redusert. Hvithale er tidligere dokumentert både hos dyphavsreken (Larssen m.fl. 2013) og hos flere andre skalldyrarter (Rigdon og Baxter 1970, Nash m.fl. 1987, Ridgway m.fl. 2007), og beskrives som IMN (Ideopathic muscle necrosis). Sammenheng mellom brekkasjeskade i ryggskjold og hvithale ble ikke undersøkt systematisk i dette prosjektet, men observasjoner tyder på at hovedparten av reker

² Sprangsjikt, det lag i en lagdelt vannmasse hvor det skjer en hurtig forandring i en av vannets egenskaper som f.eks. temperatur eller salinitet (www.snl.no).

med hvithale hadde brekkasjeskader. Det er dokumentert to mulige årsaker til hvithale på kreps; fysiske skade som følge av tråling og håndtering, og oppbevaring i luft (Ridgway m.fl. 2006). I et videre arbeid bør en se om dette også er tilfelle for reker. I oppdrett, hos ferskvannsreken *Macrobrachium rosenbergi* utvikler hvithale seg som en følge av høy tetthet i merdene og for lav metning av oksygen i vannet (Nash m.fl. 1987).

Hos kreps skjer det en økt bakteriologisk aktivitet som følge av IMN. Total kim hos kreps uten synlig skade var på $2,9 \times 10^4$ cfu/g, mens det hos kreps med IMN var en økning til $6,1 \times 10^6$ cfu/g (Ridgway m.fl. 2007). I tillegg var det en endring i lukt ved disseksjon av rå kreps med IMN.

Det er ikke dokumentert om kreps kan reversere IMN. Hovedsakelig dør krepsen etter inntil 2 døgn etter at IMN har oppstått (Ridgway m.fl. 2007). Det samme ser en hos reker. Avhengig av omfanget av IMN dør reker etter en viss periode (Larssen og Dyb 2009). En modifisering av dagens teiner for å redusere andel fangstskader vil trolig gi en bedre overlevelse i felt. Forsøk der plastbelagt gitter ble byttet ut med knuteløs notlin reduserte fangstskader knyttet til knust ryggskjold fra 40% til 4%. Samtidig påvirket ikke modifiseringen fangsteffektiviteten til teinen signifikant.

Bruk av agnboks gav også samme fangsteffektivitet som agnpose. Agnboks kan redusere utfordringer knyttet til at kongekrabben setter seg på teinen, spiser opp agnet og stenger kalvåpningene men utvidet forsøk for å verifisere dette må gjennomføres.

Innledende markedsevaluering

Den innledende markedsevalueringen var nesten utelukkende positiv. Levende kaldtvannsreker er et unikt produkt som er vanskelig tilgjengelig i fersk tilstand. Intervjuede restauranter så alle et potensial for produktet og gav god tilbakemelding på råstoffkvaliteten. Det er levende omsetting av ulike rekearter globalt. Blant annet omsettes rekearten *P. serratus* levende i det europeiske markedet og anses om lukerativ (Jacklin og Combes 2007) og i det japanske og kinesiske markedet er det i dag omsetning av levende reker i familien *Penaeidae* (Salin og Vadhyar 2001). Undersøkelser gjennomført av Norway Kingcrab viser at det er et potensielt marked for ferske rå og levende kaldtvannsreker i det kinesiske markedet. I tillegg er levende reker til utvalgte high-end restauranter i Europa i gang med å realiseres (pers.med. Svein Ruud). Foreløpig vil rå og levende reker kun utgjøre et lite kvantum av de rekene som fangstes og får om bord i båt. Fisker og mottaksanlegg er dermed avhengig a å ha alternativ omsetting av fangsten i tillegg til de levende rå rekene. For øyeblikket kokes disse reken og selges som skallreker enten lokalt eller til Sverige (pers.med Jo Inge Hesjevik). Levende ilandføring og omsetting av rå ferske reker eller reker kokt etter spesifikasjonskrav til markedet er et annet alternativ.

Omsetting av levende skalldyr og reker har lange tradisjoner og det er få restriksjoner knyttet til transport og omsetting. Innen varmtvannsrekene er det et økende problem knyttet levende

transport som omfatter spredning av sykdom (Jones, 2012). I fremtiden kan muligens dette legge føringer for transport og emballaseløsninger.

KONKLUSJON OG ANBEFALING TIL «BEST PRACTICE»

Forsøk gjennomført av Møreforskning viser at man kan oppnå **god overlevelse** under fangst, mellomlagring og transport av **vinterfangede reker**. Om vinteren er skallkondisjonen på rekene god og vanntemperaturene lave. Temperatur på vann bør være **<4 °C** under fangst, mellomlagring og transport og det anbefales en **oksygenmetning på >80%** og **ammoniakkonsentrasjoner <1000 µmol/l**. For å minimere håndtering og eksponering for luft er det hensiktsmessig å **lagre rekene i bæreenheter**(kasser) som kan raskt overføres fra båt til transportenhet og mellomlagring. Når rekene er pakket i en **tetthet på 165 kg/m³** i kasser med reker i lag på maks 5-7 cm kan en **overlevelse på 90 %** etter **5 dagers lagring** oppnås.

Tørtransport av reker på **saltet is** med en tinetemperatur på **~-1,5°C** gir en **overlevelse på 95 %** etter **24 timers transport**. Nedkjøling av reken i iset sjøvann med tilsvarende temperaturer kan bidra til økt overlevelse. Sensorisk og bakteriologisk **holdbarheten på iset ferske rå reker** er dokumentert tilfredsstillende i **4 døgn**.

Fangstskader er trolig en av hovedårsakene til dødelighet under mellomlagring av reker. Bruk av **teiner med knuteløs notlin**, i stedet for plastikk belagt metallgitter, **reduerte andel skade fra 40 % til 4 %**.

Omsetning av levende reker er foreløpig et nisjeprodukt. Alternativ omsetting er ferske rå reker og skallreker kokt på land etter spesifikke krav i markedet.

HOVEDFUNN

- Eksponering for dagslys i 14 dager gav ikke økt dødelighet sammenlignet mot reker lagret mørkt.
- Tetthetsstudier viser at reken har best overlevelse når den får svømme fritt og har plass til å sette seg. Mellomlagring og transport i vann i inntil 5 døgn ved 3°C og med reker pakket i kasser med en tetthet på 165 kg/m³ viser likevel en overlevelse på 90 %.
- Tørr transport av reker på saltet is (-1.5°) har en overlevelse på rundt 95 % etter 24 timer på is.
- Fangstskader bidrar til økt dødelighet i felt, men modifisering av teiner med blant annet bruk av knuteløs notlin, i stedet for plastikk belagt metallgitter, har redusert fangstskader fra 40 % til 4 % uten at dette har gått ut over fangsteffektivitet.

LEVERANSER

1. Referat fra oppstartsmøte/styringsgruppemøte 11.05.15.
2. Referat fra styringsgruppemøte 03.12.2015
3. Referat fra styringsgruppemøte 06.06.2016
4. Statusrapport 06.06.16
5. Avviksrapport 05.10.16
6. Søknad om tilleggsfinansiering 02.10.16
7. Referat styringsgruppemøte 05.10.16
8. Referat fra styringsgruppemøte 24.10.2016
9. Presentasjon under FoU-Samling Levendefangst Tromsø 28. –29. November 2016
10. Statusrapport 12.12.16
11. Foredrag på Marin samhandlingsarena, Ålesund 22.03.17
12. Referat fra styringsgruppemøte 23.03.17
13. Avviksrapportering 21.06.17
14. Statusrapportering 25.08.17
15. Avviksrapportering 04.12.17
16. Referat styringsgruppemøte 18.12.17
17. Sluttrapportering 31.12.17

REFERANSER

Apollonio, S., D. K. Stevenson og E. E. J. Dunton (1986). Effects of temperature on the biology of the northern shrimp, *Pandalus borealis*, in the Gulf of Maine. NOAA/National Marine Fisheries Service. **NOAA Technical Report NMFS 42**. 22 sider.

Barrento, S., A. Marques, P. Vaz-Pires og M. Leonor Nunes (2011). "Cancer pagurus (Linnaeus, 1758) physiological responses to simulated live transport: Influence of temperature, air exposure and Aqwi-S®." Journal of Thermal Biology **36**(2): 128-137.

Baruah, K., P. Norouzitallab, R. J. Roberts, P. Sorgeloos og P. Bossier (2012). "A novel heat-shock protein inducer triggers heat shock protein 70 production and protects *Artemia franciscana* nauplii against abiotic stressors." Aquaculture **334**: 152-158.

Bergström, B. (2000). "The biology of Pandalus." Advances in marine biology **38**: 55-245.

Bertrand, P., Y. Vigneault og S. Fournier (1986). Concentrations en biphényles polychlorés et en métaux dans les sédiments et les organismes marins de la Baie des Anglais (Québec). Direction de la recherche sur les pêches Ministère des pêches et des océans, Laboratoire de Québec. Rapport statistique canadien des sciences halieutiques et aquatiques sider.

Bjordal, J. (1979). Faktorer som påvirker teinefangst av sjøkreps (*Nephrops norvegicus* L.) og dypvannsreke (*Pandalus borealis* Krøyer), undersøkt ved fiske- og atferdsforsøk. Institutt for fiskeribiologi, Universitetet i Bergen.

Cao Y, Ohwatari N, Matsumoto T, Kosaka M, Ohtsuru A, Yamashita S (August 1999). "TGF-beta1 mediates 70-kDa heat shock protein induction due to ultraviolet irradiation in human skin fibroblasts". Pflügers Archiv. **438** (3): 239-44.

Cossins, A. R. og K. Bowler (1987). Temperature biology of animals, Chapman and Hall.

Cowing, D., A. Powell og M. Johnson (2015). "Evaluation of different concentration doses of eugenol on the behaviour of *Nephrops norvegicus*." Aquaculture **442**: 78-85.

Coyle, S. D., S. Dasgupta, J. H. Tidwell, T. Beavers, L. A. Bright og D. K. Yasharian (2005). "Comparative efficacy of anesthetics for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*." Journal of the World Aquaculture Society **36**(3): 282-290.

Daoud, D., D. Chabot, C. Audet og Y. Lambert (2007). "Temperature induced variation in oxygen consumption of juvenile and adult stages of the northern shrimp, *Pandalus borealis*." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **347**(1-2): 30-40.

Fahy, E. og P. Gleeson (1996). The commercial exploitation of shrimp *Palaemon serratus* (Pennant) in Ireland. **Irish Fisheries investigations (New series) No. 1** sider.

FAO (2016). "Fisheries and aquaculture software. FishStatJ - software for fishery statistical time series. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Oppdatert 21 July 2016." from <http://www.fao.org/fishery/>.

Hansen, H. Ø. (2002). Teinefiske etter reker i Tanafjorden. Tromsø, Fiskeriforskning. **22/2002**. 5 pp. sider.

Hvingel, C. (2012). Shrimp (*Pandalus borealis*) in the Barents Sea –Stock assessment 2012. **NAFO SCR Doc. 12/49**. 17 sider.

Jacklin, M. og J. Combes (2007). The good practice guide to handling and storing live crustacea. SEAFISH report. 138 sider.

Jeyasekaran, G., P. Ganesan, R. Anandaraj, R. Jeya Shakila og D. Sukumar (2006). "Quantitative and qualitative studies on the bacteriological quality of Indian white shrimp (*Penaeus indicus*) stored in dry ice." Food Microbiology **23**(6): 526-533.

Johansen, R. A. og M. Aschan (2004). Teinefiske etter reker i Tanafjorden, Finnmark. Bergen, Havforskningsinstituttet. Fisken og Havet **15-2004**. 13 sider.

Jones, B. (2012). "Transboundary movement of shrimp viruses in crustaceans and their products: A special risk?" J Invertebr Pathol **110**(2): 196-200.

Koeller, P. (2000). "Relative importance of abiotic and biotic factors to the management of the northern shrimp (*Pandalus borealis*) fishery on the Scotian Shelf." Journal of Northwest Atlantic Fishery Science **27**: 21-34.

Koeller, P. A., M. King, M. B. Newell, A. Newell og D. Roddick (1995). An inshore shrimp trap fishery for Eastern Nova Scotia? Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci **2064**. 40 sider.

Laplante AF, Moulin V, Auger FA, Landry J, Li H, Morrow G, Tanguay RM, Germain L (November 1998). "Expression of heat shock proteins in mouse skin during wound healing". The Journal of Histochemistry and Cytochemistry. **46** (11): 1291–301.

Larssen, W. E. og J. E. Dyb (2009). Levende reker - fra felt til mottak. Ålesund, Møreforskning. **Å0902**. 51 sider.

Larssen, W. E., J. E. Dyb, A. Woll og J. Kennedy (2013). "Factors that Affect Vitality of Northern Shrimp (*Pandalus borealis*, Krøyer 1838) During Capture and Storage that are Destined for Live Trade." Journal of shellfish research **32**(3): 807-813.

Loew, E. R. (1976). "Light, and photoreceptor degeneration in the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.)." Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences **193**(1110): 31-44.

Manush, S. M., A. K. Pal, N. Chatterjee, T. Das og S. C. Mukherjee (2004). "Thermal tolerance and oxygen consumption of *Macrobrachium rosenbergii* acclimated to three temperatures." Journal of Thermal Biology **29**(1): 15-19.

Matz JM, Blake MJ, Tatelman HM, Lavoie KP, Holbrook NJ (July 1995). "Characterization and regulation of cold-induced heat shock protein expression in mouse brown adipose tissue". The American Journal of Physiology. **269** (1 Pt 2): R38-47.

Midling, K. Ø., P. James, T. H. Evensen og O.-B. Humborstad (2012). Levende torsk og kreps; videreutvikling av tradisjonelle fiskerier i Skagerrak og Nordsjøen. Nofima. **Rapport 1/2012** 32 sider.

Nash, G., S. Chinabut og C. Limsuwan (1987). "Idiopathic muscle necrosis in the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* de Man, cultured in Thailand." Journal of Fish Diseases **10**(2): 109-120.

Nasution, S., D. Roberts, K. Farnsworth, G. Parker og R. Elwood (2010). "Maternal effects on offspring size and packaging constraints in the whelk." Journal of Zoology **281**(2): 112-117.

Niu, Y., P. Norouzitallab, K. Baruah, S. Dong og P. Bossier (2014). "A plant-based heat shock protein inducing compound modulates host-pathogen interactions between *Artemia franciscana* and *Vibrio campbellii*." Aquaculture **430**: 120-127.

NMKL (2006). Kimtal og spesifikke fordærvelsesbakterier i fisk og fiskevarer. NMKL Metode nr. 184, Nordisk metodikkomité for næringsmidler.

Passano, L. (1960). Molting and its control. The physiology of Crustacea. T. H. Waterman. New York and London, Academic Press. **1**: 473-536.

Ridgway, I., G. Stentiford, A. Taylor, R. Atkinson, T. Birkbeck og D. Neil (2007). "Idiopathic muscle necrosis in the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.): aetiology, pathology and progression to bacteraemia." Journal of Fish Diseases **30**(5): 279-292.

Ridgway, I. D., A. C. Taylor, R. J. A. Atkinson, G. D. Stentiford, E. S. Chang, S. A. Chang og D. M. Neil (2006). "Morbidity and mortality in Norway lobsters, *Nephrops norvegicus*: physiological, immunological and pathological effects of aerial exposure." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **328**(2): 251-264.

Rigdon, R. H. og K. N. Baxter (1970). "Spontaneous Necroses in Muscles of Brown Shrimp, *Penaeus aztecus* Ives." Transactions of the American Fisheries Society **99**(3): 583-587.

Ritossa F (1962). "[A new puffing pattern induced by temperature shock and DNP in drosophila](#)". Experientia. **18** (12): 571–573. Retrieved 2017-12-29.

Salin, K. og J. Vadhyar (2001). "Cold-anaesthetization and Live Transportation of Penaeid Shrimps." Fishery Technology **38**(2).

Saydmohammed, M. og A. K. Pal (2009). "Anesthetic effect of eugenol and menthol on handling stress in *Macrobrachium rosenbergii*." Aquaculture **298**(1–2): 162-167.

Shumway, S. E., H. C. Perkins, D. F. Schick og A. P. Stickney (1985). Synopsis of biological data on the pink shrimp, *Pandalus borealis* Krøyer, 1838. NOAA Technical Report NMFS 30 **Fisheries Synipsis no. 144**. 57 sider.

Søvik, G. og T. H. Thangstad (2013). The Norwegian Fishery for Northern Shrimp (*Pandalus borealis*) in Skagerrak and the Norwegian Deep (ICES Divisions IIIa and IVa east), 1970-2013. Scientific Council reports. Scientific Council Reports **NAFO SCR Doc. 13/066**. 33 sider.

Woll, A., S. Bakke og W. E. Larssen (2014). Velferd og kvalitet i verdikjeden for levende sjøkreps og hummer. Ålesund, Møreforskning. **MA14-02**. 58 sider.

Woll, A. K., W. E. Larssen og I. Fossen (2010). "Physiological responses of brown crab (*Cancer pagurus* Linnaeus 1758) to dry storage under conditions simulating vitality stressors." Journal of shellfish research **29**(2): 479-487.

Vedlegg 1. Oversikt over gjennomførte undersøkelser med hovedfunn i kronologisk rekkefølge.

Nr	Forsøk	Dato	Beskrivelse	Hovedresultat
1	Lyspåvirkning	Vår 2015	Overlevelse av reker lagret fritt i vanntank i 14 dager. Halvparten ble oppbevart i mørke, og halvparten utsatt for 12 timer lys per dag.	Ikke signifikant forskjell på overlevelse mellom lyspåvirkning vs mørke. Adferd viser derimot at rekene søker skygge ved lyspåvirkning.
2	Temperaturpreferanse	Høst 2015/ Vår 2016	Reker i lengdestrømrenne med vanntemperaturer fra 9,5-3,8 °C i 48 timer	Rekene foretrekker kaldt vann. Om det er trangt ser de ut til å fordele seg mer utover til tross for høyere temperaturer
3	Tørrtransport	Vinter 2016	Forsøk transport på saltet is vs. gelis vs. pakket i pose	Reker transportert på saltet is viste 86 % overlevelse etter 24 timer transport.
			Kimtall etter tørr-transport	
4	Tetthet i kasse vs fritt	Vinter 2016	Reker lagret i kasser vs. fritt og med netting i tank	Størst dødelighet i kasser
5	Aqui-S®	Høst 2016	Doseforsøk. Overlevelse etter eksponering for tre konsentrasjoner av bedøvelsesmiddelet Aqui-S®	
6	Tørrtransport is	Vinter 2017	Tørrtransport på saltet is. Sammenligning av reker forbehandlet med Aqui-S® vs. kontroll	Ingen signifikant forskjell mellom reker med og uten forbehandling med Aqui-S®.
			Kimtall døde reker på is	Lave kimtallverdier
7	Tetthet under lagring	Vinter 2017	Overlevelse av reker lagret ved to ulike tettheter i kasser, plassert i kjølt resirkulert sjøvann i inntil 5 døgn	90-92 % overlevelse etter 5 døgn. Signifikant lavere dødelighet etter 2 og 3 døgn ved laveste tetthet.
8	Kimtall	Vår 2017	Oppbevaring av levende reker på is i inntil 5 døgn	Lave kimtallverdier men stor endring i utseende, lukt og smak.
9	Feltforsøk	Vinter 2017	Transportforsøk av reker fra Porsanger til Trollbukta og deretter fra Trollbukta til HUB	Overlevelse på rundt 70 % 8 dager etter fangst. Lav temperatur gjennom hele transportkjeden
10	«Markedstest»	Vinter 2017	Testing hos Vulkan Fisk, Kullinarinsk institutt og Inages mat	Godt produkt, fantastisk sødme interessant at den kan leveres både levende og som rå fersk

11	Feltforsøk	Høst 2017	Transportforsøk av reker fra Porsanger til HUB (Aqualife) Sammenligning av reker forbehandlet med Tex-OE® mot kontroll	Ingen signifikant forskjell mellom forbehandlinger. Høy dødelighet som følge av høy temperatur.
12	Modifisering av teiner	Høst 2017	Uttesting av ulike modifiseringer av reketeine for å oppnå bedre og mer skånsom fangst.	Det er indikasjon på at teiner med fløyt fungerer i sommermånedene når de tradisjonelle teinene ikke fangster på bunnen. Agnboks har noe lavere fangsteffektivitet vs. agnpose. Teiner med notlin er mer skånsom mot rekene vs. teiner med plastbelagt netting.
13	«Markedstest»	Høst 2017	Testing hos Omakase og Maemo	Spennende produkt, high-end (unikt). Hale kan serveres rensket rå som sashimi og hodene hel fritert.



MØREFORSKING AS
Postboks 5075
6021 Ålesund
TEL +47 70 11 16 00
www.moreforsk.no
NO 991 436 502