

Teknologiutvikling for økt lønnsomhet i rekenæringen

Oversikt og status fra tidligere FoU arbeid med fokus på økt utbytte og kvalitet ved produksjon av pillede reker – AP0

Grete Lorentzen, Tone Mari Rode, Leif Grimsmo og Heidi Nilsen





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 420 ansatte. Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på seks ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra, Averøy og Tromsø.

Hovedkontor Tromsø
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: post@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Nofima AS

Postboks 6122, NO-9291 Tromsø
 Besøksadr.: Muninbakken 9–13,
 Tlf.: 77 62 90 00
 Faks: 77 62 91 00
post@nofima.no
www.nofima.no

Organisasjonsnr.:
 NO 989 278 835 MVA

Rapport

ISBN: 978-82-7251-989-5 (trykt)
 ISBN: 978-82-7251-990-1 (pdf)

Rapportnr.:
 20/2012

Tilgjengelighet:
Åpen

| | |
|---|--|
| <p><i>Tittel:</i></p> | <p><i>Dato:</i> 11. juni 2012</p> |
| <p>Teknologiutvikling for økt lønnsomhet i rekenæringen</p> <p>Oversikt og status fra tidligere FoU arbeid med fokus på økt utbytte og kvalitet ved produksjon av pillede reker – arbeidspakke 0 (AP0)</p> | <p><i>Antall sider og bilag:</i></p> <p>15</p> |
| <p><i>Forfatter(e):</i> Grete Lorentzen, Tone Mari Rode, Leif Grimsmo og Heidi Nilsen</p> | <p><i>Prosjektnr.:</i> 10120-00</p> |
| <p><i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond - Faggruppen for skaldyr</p> | <p><i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF # 900703</p> |
| <p><i>Tre stikkord:</i> Reker, pilleutbytte, HP</p> | |
| <p><i>Sammendrag:</i></p> <p>Rapporten gir en oversikt over FoU utført i rekeindustrien i tidsrommet 1985 - 2012. Mere spesifikt fokuserer rapporten på ombordbehandling av reker, effekt av lagringstid og temperatur under frysing, ulike metoder for tining av reker og tilslutt høytrykksbehandling av reker. Rapporten gir også en beskrivelse av metode for tining, koking og beregning av utbytte. Rapporten utgjør arbeidspakke 0 i prosjektet, og den vil være et grunnlag for arbeidet som skal utføres i de øvrige arbeidspakkene.</p> | |

Innhold

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Mål | 1 |
| 2 | Innledning | 2 |
| 3 | Behandling av reker før innfrysing og påfølgende pilleforsøk | 3 |
| 4 | Lagringsbetingelser – effekt på pilleutbytte og kvalitet | 5 |
| 5 | Tinemetoder og vektendring | 7 |
| 6 | Høytrykksprosessering (HP) som metode for tining og modning av reker | 9 |
| 7 | Tining, modning, koking og utbytteberegning | 12 |
| | 7.1 Tinemetode | 12 |
| | 7.2 Modning | 12 |
| | 7.3 Kokemetode | 12 |
| | 7.4 Utbytte..... | 12 |
| 8 | Referanser..... | 14 |

1 Mål

Hovedmål med prosjektet er å finne konkrete løsninger som kan føre til målbart økt utbytte og kvalitet ved produksjon av pillede reker.

Dette målet nås gjennom aktivitet i følgende fem arbeidspakker:

0. Oversikt og status fra tidligere forskning og utvikling med fokus på økt utbytte og kvalitet ved produksjon av pillede reker.
1. Kartlegge betydningen av rutiner ved behandling av reker før innfrysing, temperatur, tid og årstidsvariasjoner, målt som konkret økning i produksjonsutbytte og forbedring av prosessegenskaper ved produksjon av pillede reker.
2. Undersøke effekt på produksjonsutbytte og prosessegenskaper ved pilling av reker, som følge av manipulering av lagringstid og temperatur på fryselager.
3. Undersøke/utvikle nye metoder for tining av reker som skal gi målbart bedre utbytte og prosessegenskaper.
4. Teste og evaluere høytrykksprosessering (HP) som metode for tining og modning av frysede reker.

2 Innledning

Denne del-rapporten utgjør arbeidspakke 0 og viser en oversikt over FoU arbeid på reker knyttet til prosesser fra fangst til tining. I tillegg er det med et kapittel om høytrykks behandling av skalldyr. Rapportgrunnlaget har vært rapporter og notater fra forsøk utført ved Nofima, Sintef, Camden og Torry Research Station i tillegg til vitenskapelige artikler. Noe av rapportgrunnlaget har status «konfidensielt» eller «begrenset», derfor er omtale av slike rapporter avklart og godkjent av oppdragsgiver.

Reker som prosesseres i Norge er av arten *Pandalus borealis*. Rekene omtales også som kaldtvannsreker. Arten har en levetid på opptil 8 år og der lengden kan bli opptil 100 – 120 mm [1]. Det er imidlertid store forskjeller i biologi for ulike bestander. Rekene er hermafroditter, dvs. de endrer kjønn fra han til hun etter ca. 3 års levetid. Rekene fangstes på mudderholdig grunn mellom 40 og 120 meters dyp. De største fangstene gjøres ofte på de dypeste feltene.

Innkjøp av rekeråstoffet utgjør i dag om lag 80 % av de totale kostnadene for rekeindustrien. Med slike store kostnader er det av stor økonomisk interesse å øke pilleutbyttet. Økt pilleutbytte med f eks 1 % vil utgjøre flere millioner kroner i bunnlinjen for rekeindustrien.

I denne del-rapporten er det referert til ulike forsøk der kaldtvannsreken *P. borealis* har vært brukt. Det er også referert til forskning der andre skalldyrarter har vært brukt; tigerprawns, whitleg shrimp og hummer. Disse arbeidene beskriver problemstillinger som det skal jobbes med i prosjektet «Teknologiutvikling for økt lønnsomhet i rekenæringen».

Målet med denne rapporten er å lage en oversikt over forskning som er utført på i) behandling av reker før innfrysing, ii) effekt av lagringstid og temperatur ved fryselagring, iii) metoder for tining av reker og iiiii) høytrykksbehandling som metode for tining og modning av reker. Tilslutt beskrives metoder for tining, modning, koking i tillegg til en metode for beregning av utbytte. Disse metodene vil bli brukt i prosjektets øvrige arbeidspakker.

3 Behandling av reker før innfrysing og påfølgende pilleforsøk

I forsøk med råstoffbehandling, er det blant annet undersøkt hvilke konsekvenser dette kan ha for pilleutbytte. Derfor er det referert til pilleforsøk som er gjort i forlengelsen av ulike typer råstoffbehandling.

Ved FTFI (nå Nofima), ble det i 1986 gjennomført forsøk med kaldtvannsreker. I forsøkene ble råstoffhåndtering, fryselagringstid, tinetemperatur og modningstid variert. Rekene ble deretter pillet maskinelt, og pilleutbytte, renpillegrad, andel biter, tekstur, vanninnhold og massebalanse ble registrert for å finne frem til den beste råstoffhåndteringen. Beskrivelser av de ulike beregningene og resultatene fra dette arbeidet er oppsummert i en samlerapport forfattet av Malnes [2] som er basert på 3 separate notat [3-5].

I den første delen av dette prosjektet ble det foretatt innfrysingsforsøk av reker i blokk [4]. Det ble laget en hydraulisk jigg for sammenpressing av rekene til blokk for å sikre ensartede prøver. Ved innfrysning varierte de alder på råstoff før innfrysing, 4 og 8 timer, tilsetning av vann og pakkegrad. Hard pakking tilsvarte ca. 26 kg og løs pakkegrad tilsvarte 19 kg pr blokk. Tilsetning av vann ble gjort for å sjekke hvilken innvirkning dette hadde på løst og hardt pakkegrad. Teorien var at løst pakkegrad ville holde bedre på vann dersom vann ble tilsatt under innfrysing. I tillegg ville vann gi redusert innfrysningstid på grunn av bedre varmeovergang mellom rekene og platene i fryseren. Det er små luftlommer mellom reker som pakkes i blokk. Når disse luftlommene fylles med vann vil varmeovergangen økes på grunn av vannets gode varmeledningsevne. Et økt kuldebehov for å fryse inn dette vannet ble vurdert å være av underordnet betydning. Løst pakkegrad tilsvarte en tetthet på ca. 650 kg/m³ og hardt pakkegrad tilsvarte en tetthet på ca. 900 kg/m³. For blokker tilsatt vann ble det brukt fersk vann (12 °C). Vannet ble tilført jevnt over hele blokken 2-3 ganger avhengig av om en oppnådde metning eller gjennomrenning. Tilsatt mengde vann ble målt. De hardt pakkegrad blokkene absorberte lite vann før metning ble oppnådd, mens det for noen av de løstpakkegrad blokkene ikke ble oppnådd metning. Rekene ble lagret på dekk der lufttemperaturen var 3 – 7 °C.

Resultatene viste at hardpakkegrad rekeblokker på ca. 26 kg / blokk ga raskest innfrysing. Videre viste resultatene at vanntilsetning reduserte innfrysingstiden for løstpakkegrad rekeblokker. Effekten av å tilsette vann avhenger av når i innfrysingsperioden vannet tilsettes. Vanntilsetning var ikke tilrådelig med mindre et egnet system for dosering er utviklet. Vanntilsetning i løst pakkegrad rekeblokker holdt rekene godt sammen og det var heller ikke noe problem med at rekene løsnet fra hverandre under pakking og øvrig håndtering om bord. Løst pakkegrad rekeblokker som ikke var tilsatt vann var nesten umulig å håndtere uten at rekene løsnet fra blokka.

Rekeblokkene ble tint med overrinsing av ferskvann på 15 °C. Rekeråstoffet ble deretter modnet og maskinpillet for vurdering av utbytte [3].

Prøver på 5 kg ble produsert i en egen linje. Koketiden var fast på 1 min og 25 sek, i øvre pilleplan var vannmengde tilført 6*450 ltr/time, og 900, 700 og 900 ltr/time på nedre pilleplan. Delvis pillede reker ble drenert i 3 minutter, pakket i plast, og mellomlagret på is til neste dag. Deretter ble rekene sortert i 3 grupper; ferdig pillede reker, delvis pillede reker, løse skall og rusk. Hver gruppe ble veid. De delvis pillede rekene ble renpillet, kjøttmengde og

skallmengde fra denne fraksjonen ble registrert. Med bakgrunn i disse målingene ble utbytte og renpillegrad beregnet. Størrelsesfordelingen på prøvene ble også registrert for å vurdere om frysebetingelsene hadde medført knuste reker.

Resultatene fra forsøkene viste at det beste utbytte ble oppnådd når rekene var fryst inn så ferske så mulig. Rekene må samtidig pakkes i platefryseren uten tilsetning av vann i blokkene under innfrysingen. Tilsetning av vann har en negativ effekt og mellomlagring av rekene før innfrysing er også uheldig. Størst utbytteforskjell ble registrert mellom pilling av ferske og løst pakkede reker som ikke er tilsatt vann under frysing, og hardpakkede, 8 timer gamle reker som ikke er tilsatt vann. Forskjellen i målt utbytte var på 2.5 %. (Betegnelsen «fersk» betyr kort tid før innfrysing, første forfatters anm.) Det synes uheldig å fryse reker i luftfrysere, selv om dette skjer ved rask innfrysing. Når rekene lagres 8 timer før innfrysing var det en fordel å ha tilsatt vann til blokkene under frysing. Det er uvisst hva som er årsak til forskjellene men det synes som om modnings og tineeffekt kan ha stor effekt på utbyttet, slik at målingene bør vurderes mot en total modningstid, hvor modning før og etter innfrysing inngår, og hvor det må tas hensyn til at vanntilsetning krever lengre tinetid. Det ble samtidig observert at luftfrosne reker har et hardere skall enn reker frosset inn i platefryser. Luftfrosne reker ga også en dårligere renpillegrad.

Forut for dette pilleforsøket ble det gjennomført innledende undersøkelser med koking av reker [5]. Pilleutbytte og tekstur ble målt på håndpillet reke som hadde fått forskjellig behandling før pilling. Forskjellen bestod av variert koketemperatur, koketid, saltinnhold i kokevannet, antall timer mellom fangst og koking, antall timer fra koking til frysing (rekene ble frosset ned før pilling) og lagringsperiode før koking. Av alle disse faktorene viste det seg at temperatur i kokevannet hadde størst betydning for pilleutbyttet. Ved «koking» i 40 °C varmt vann var pilleutbyttet gjennomsnittlig 8.8 % bedre enn ved koking ved 100 °C. Koketiden hadde også mye å si for utbyttet. Ved koking i 20 sekunder var pilleutbyttet i gjennomsnitt 3.2 % høyere enn ved 2 minutters koketid. Reker kokt 2 timer etter fangst, ga 3.6 % bedre utbytte i gjennomsnitt enn reker kokt 12 timer etter fangst. Koking med varierende saltinnhold i kokevannet ga ikke et entydig resultat. Man fikk bedre utbytte ved koking i 5 % saltvann når koketemperaturen var 40 °C. Ved 100 °C oppnådde man et bedre utbytte ved koking i vann uten salt. Dersom en fryste rekene umiddelbart etter koking ble pilleutbytte i gjennomsnitt 0,5 % bedre enn dersom rekene ble fryst inn 48 timer etter koking. Reker som var kokt 12 timer etter fangst og lagret i kjølt sjøvann, hadde gjennomsnittlig 1.4 % bedre utbytte enn reker iset i kasser

Forekomst av svarthodereker. Svarthoder på reker forekommer mest på våren og sommeren. Forekomsten antas å ha sammenheng med mat- og bunnforhold. Svarthodereker er imidlertid et lite problem for rekeindustrien noe som skyldes modningsmetoder og at laken som brukes motvirker / bleker gulnede nakker. Svarthodereke er primært et problem for fiskefartøyene som produserer kokt eller frossen skallreke til konsum. Mye svarthodereke gir redusert pris på fangsten [6].

4 Lagringsbetingelser – effekt på pilleutbytte og kvalitet

Ved søk på nettet er det funnet et sammendrag fra en posterpresentasjon som beskriver lagringskvalitet og holdbarhet på frosne reker [7]. Hensikten med forsøket var å undersøke effekten av lagringstid og lagringstemperatur mht. kjemiske endringer og pH, oksidativ og ferskhetsstabilitet og holdbarhet ved hjelp av en sensorisk vurdering. Frosne reker ble kjøpt inn fra markedet, ompakket i nylonlaminerte polyetylene poser og deretter lagret i opptil 6 md. ved 0, -5, -10 og -18 °C. Ved prøveuttak ble rekene tint ved romtemperatur. Oksidativ harskhet (TBA), flyktig nitrogen (TVN) ble målt etter 0, 1, 2, 3, 4, 5 og 6 mnd. Sensorisk vurdering ble utført ved hjelp av en hedonisk skala. Resultatene viste at TBA nivået økte med lagringstiden og at nivået var høyest for reker lagret ved 0 °C. Det ble også målt en økning i TVN nivået både med tid og lagringstemperatur. De sensoriske resultatene for farge og smak, korrelerte med TBA verdiene. Holdbarheten til rekene, etter en sensorisk vurdering, ble fastsatt til 2.1 md. 5.3 md. og 6.3 md. ved lagring på hhv 0 °C, -5 °C og -10 °C.

I et annet forsøk er vannbindingsevne i reker som funksjon av lagringstemperatur og tid studert [8]. En høy vannbindingsevne i muskel vurderes som positivt både av industrien og konsumenten [9]. Ferske reker ble pakket i poser a 1 kg og lagret ved hhv -5, -19, -30, -50 og -80 °C. Prøver ble tatt ut etter 2, 3, 4, 6 og 10 uker fra alle lagringstemperaturene. Etter tining, ble prøvene lagt på is før måling av vannbindingsevne. Vannbindingsevne ble målt både ved 5 og 20 °C. Ved analyse ved 4 °C, viste resultatene at vannbindingsevnen for reker lagret ved -5 og -19 °C ble redusert til ca. 60 %, mens det ved de øvrige lagringstemperaturene var minimale endringer. Ved analyse ved 20 °C, viste alle prøvene en lavere vannbindingsevne enn de som ble analysert ved 5 °C. Imidlertid viste reker lagret ved -5 og -19 °C, også her en gjennomgående lavere vannbindingsevne sammenlignet med reker lagret ved de lavere temperaturene.

Det er også foretatt optimalisering av innfrysingsprosessen der rekene har vært tilført fosfat. Effekten ble målt mht. kvalitet og utbytte [10]. Målet med dette arbeidet var å sammenligne to innfrysingsmetoder; individuell innfrysing ved hjelp av spiral fryser og kryogen fryser. Før innfrysing ble reker (300 g batcher) lagt i en løsning med i) 1, 3 og 5 % food grade natrium tripolyfosfat, ii) 1, 3 og 5 % i en miks av natrium tripolyfosfat og natrium tetra pyrofosfat, og iii) i vann av drikkevannskvalitet (kontroll). Rekene ble lagret i 60, 90 og 120 minutter ved 2 °C. Rekene ble deretter drenert i 30 sek før innfrysing. Innfrysing i spiralfryser foregikk ved -35 °C (650 – 4500 kg h⁻¹), mens det ved kryogen innfrysing ble brukt flytende nitrogen (-86 °C, 1000 kg h⁻¹).

Resultatene viste at nitrogenfrysing ga et høyere pilleutbytte sammenlignet med innfrysing i spiralfryser. Forfatterne antar at forskjellen i pilleutbytte i hovedsak skyldes innfrysingshastighet. Bruk av fosfat før innfrysing ga høyere vannbindingsevne under den påfølgende tiningen og etter koking, og det ga også et økt utbytte sammenlignet med kontrollprøvene. Best vannbindingsevne ble oppnådd ved bruk av natrium tripolyfosfat og natrium tetra pyrofosfat.

I et annet studium ble effekten av fryse- og tine metoder på «whiteleg shrimp» *Litopenaeus vannamei* undersøkt [11]. Dette studiet evaluerte og sammenlignet to frysemetoder; kryogen innfrysing og tvangsstyrt konveksjon, og to tinetemperaturer ved henholdsvis 4 og 25 °C.

Rekene ble målt ved hjelp av histologi, tekstur og elektroforese. Resultatene fra dette forsøket viste ingen interaksjon mellom fryse- og tinemetoder. Det var heller ingen signifikant forskjell i tekstur mellom reker fra de ulike fryseforsøkene og kontrollprøvene.

5 Tinemetoder og vektendring

På oppdrag for Norges Råfisklag har Fiskeriforskning (nå Nofima) gjennomført tineforsøk av rekeblokker [12]. Her ble vektendring målt som funksjon av ulike tinemetoder. Ved å tine rekeblokker (-18 °C) uten emballasje i luft, uten emballasje direkte på gulv, med emballasje i luft og med emballasje direkte på gulv ble vektendringen målt til henholdsvis -3.1, 0,7, -1.7 og -1.1 %. Ved å tine emballert rekeblokk på gulv nådde kjernetemperaturen -4 °C etter 20 timer. Kjernetemperaturen i uemballert rekeblokk nådde -4 °C i løpet av 10 timer på gulv og 20 timer i luft. Deretter ble emballerte rekeblokker tint ved ulike luft temperaturer. Ved 25, 20 og 15 °C nådde kjernetemperaturen -4 °C etter henholdsvis 11.5, 14 og 19 timer. Her var imidlertid starttemperaturen forskjellig; -20 °C for rekeblokker tint ved 15 °C, og -28 °C for rekeblokker tint ved 20 og 25 °C.

I det samme prosjektet ble også rekeblokker tint ved å kombinere vann og luft (Tabell 1).

Tabell 1 Vektendring som funksjon av vanntemperatur, tinetid i vann og tinetid i luft. Vektendringen er et gjennomsnitt av 3 blokker.

| Forsøk nr. | Vann temperatur (°C) | Tinetid i vann (min) | Tinetid i luft (timer) | Vektendring (%) |
|------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | 10 | 5 | 20 | -1.77 |
| 2 | 20 | 5 | 12 | -1.77 |
| 3 | 10 | 60 | 12 | -0,51 |
| 4 | 20 | 60 | 20 | -0,59 |
| 5 | 15 | 32.5 | 16 | -1.06 |

I det neste forsøket ble kun vanntining gjennomført (tabell 2). Vanntemperaturen ble variert på 4 nivå, og tinetid ble variert på 2 nivå.

Tabell 2 Vektendringen ved tining av rekeblokk i vann. Vektendringen er et gjennomsnitt av 3 blokker.

| Forsøk nr. | Vann temperatur (°C) | Tinetid i vann (min) | Vektendring (%) |
|------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| 1 | 5 | 5 | -0,64 |
| 2 | 10 | 5 | -1.77 |
| 3 | 20 | 5 | -1.77 |
| 4 | 25 | 5 | -1.98 |
| 5 | 5 | 60 | -0,11 |
| 6 | 10 | 60 | -0,59 |
| 7 | 20 | 60 | -0,51 |
| 8 | 25 | 60 | -1.66 |

Det ble i dette prosjektet konkludert med at forskjellene i vektendring var relativt små. Likevel var forskjellene signifikante. Tinetid i vann hadde størst betydning for vekttapet, dvs. lengre opphold i vann ga minst vekttap. Tinetid i luft og temperatur i tinevannet ga ikke signifikante forskjeller i vektendring.

Torry Research har utført forsøk med ulike tinemetoder av rekeblokk [1]. Rekeblokker i størrelse 1050 mm x 530 mm x 50 mm tykke, 18 kg reker og 6 kg vann, ble tint ved i) 20 timer i stille luft ved 18 °C, ii) 2 timer i luftstrøm ved 18 °C, iii) 1,5 timer i vann ved 18 °C og iiiii) i 1 time i vandusj ved 18 °C. Vandusjmetoden ga raskest tining fordi vannstrålene tinte rekene på overflaten. For hver metode testet, erfarte de at rekeblokkene kunne brytes i biter manuelt før rekene var tint. Dette ga imidlertid en del skader.

På oppdrag for FHF Rekeforum gjennomførte SINTEF et forprosjekt ledet av Inge Gran i 2008 der målet var «Å gi kunnskap for videre arbeid for å utvikle ny eller forbedre eksisterende tineprosess for reker til bruk i industriell rekeforedling» [13]. Bakgrunnen for dette forprosjektet er at økt kontroll med tining og modning av reker gir økt utbytte og forbedret produktkvalitet.

Tineforsøket ble utført ved å tine rekeblokk i kjølt sjøvann (RSW) og i luft. RSW anlegget ble klargjort ved 10 °C, og det ble montert et ekstra partikkelfilter for å skjerme pumpe og kjøler. Ferskvann ble blandet ut til sjøvann med 3.5 % salt. Vanngjennomstrømmingen ble satt til ca. 300 l/min. Ved fjerning av emballasje ble det observert en del løse reker i blokken. Dette var reker som var pakket sist ved påfylling av platefryser før innfrysing (øverst på blokken). Under tiningen ble reker som løsnet samlet opp. Blokktemperaturen påvirket ikke vanntemperaturen slik at blokken lå i en vanngjennomstrømming på ca. 300 l/min ved 10 °C. Blokken med termoelement ble lagt i tine vannet først og deretter ble den andre blokken lagt direkte på første blokk. Etter 10 sekunder hadde blokkene frosset sammen. Blokkene kom direkte fra fryserom som holdt ca. -24 °C.

I det andre forsøket ble en blokk tint i luft ved 4 °C. Etter uttak fra fryserom ble emballasjen fjernet og blokka lagt i en kasse med dreneringskanaler for å lede vekk væske. Etter tining ble hele reker, biter av reker og annen småfisk, fritt vann i blokken og pappemballasje veid.

Ved tining i RSW erfarte de at rekene satt lenge fast i blokken selv etter tining. Videre var varmeovergangen i produktmassen relativt dårlig på tross av stor vannutskifting og relativt høy tinetemperatur. Reker som var tint oppnådde raskt en temperatur på 10 °C. Etter en tinetid på ca. 5 timer med vann på 10 °C var blokken ferdig tint. I tineforsøket med to blokker sammen erfarte de at tinte reker satt fast i blokken selv etter opptining på grunn av formen. Temperaturen i rekene hadde samme temperatur som i tine vannet.

Etter tining i luft ble andel vann og reker veid. Av total blokkvekt var det i snitt 2.3 % fritt vann, 85.2 % hele reker. Disse tallene viser at blokka er kompakt.

Dette arbeidet oppsummerer at tining i sjøvann/vann er mest aktuelt. Men denne metoden gir store temperaturvariasjoner i rekene. Høy temperatur i rekene vil ha konsekvenser for kvaliteten på produktet. Her etterspør SINTEF behovet for etter kjøling av reker som er nær modningstemperaturen.

6 Høytrykksprosessering (HP) som metode for tining og modning av reker

Potensialet for bruk av høytrykk for foredling og prosessering rettet mot sjømatprodukter er lite utnyttet, og fokuset har hovedsakelig vært på østers og skjell. Med en stadig økende andel av sjømat som spises rå eller mildt prosessert er det spesielle utfordringer knyttet til holdbarhet og ferskhets til sjømat. Høytrykksprosessering (HP) gir potensiale for betydelig redusert svinn av lettbederlig mat pga. økt holdbarhetstid.

HP benyttes hovedsakelig for å forlenge holdbarhet og/eller inaktivere mikroorganismer. I tillegg kan HP føre til endring i tekstur egenskaper [14]. HP er en ikke-termisk pasteurisering av næringsmidler. Trykket i denne prosessen varierer mellom 150 og 600 MPa og holdetiden er vanligvis under 10 minutter [17]. HP kan f.eks. brukes som en erstatning for eller i kombinasjon med varmebehandling. Trykk > 400 MPa inaktiverer de fleste bakterier, samtidig som naturlig ferskhets og matvarekvalitet beholdes. HP påvirker i liten grad de små molekylene i et produkt, som vitaminer, smaksstoffer og pigmenter. Av den grunn oppnår man ikke samme effekt som ved koking. Ikke-kovalente bindinger brytes opp i prosessen, noe som blant annet fører til reduksjon av permeabilitet i cellene i produktet. Varierende trykk kan gi ulike effekter, slik som gel-dannelse, stimulering eller deaktivering av enzymer. For reker er det observert økning i forekomst av svart hoder etter HP behandling.

Bruk av HP for "shucking" har lenge vært benyttet på skalldyr som krabbe og hummer. I en rapport utarbeidet av INAQ Management [15], beskrives shucking som en metode for lettere å skille muskelen fra skallet til skalldyr. Bruk av shucking gir økning i kjøttutbytte sammenlignet med tradisjonelle kokemetoder. Økt produktvekt som følge av naturlig hydrering av proteiner og økt kvalitet er andre fordeler ved shucking av skalldyr. Trykk mellom 240 – 385 MPa i 1 – 3 min blir vanligvis benyttet for denne type prosesseringer.

I en rapport utarbeidet av Avure Technologies [16] er det i forsøk med HP av hummer vist at utbytte økes rett etter skallskifte (mykt skall), sammenlignet med hummer utenom skallskifte perioden (hardt skall). I tilsvarende forsøk med koking var utbytte lavere for hummer med mykt skall enn for hummer med hardt skall.

Ved Camden i England er det gjort forsøk med HP behandling av kaldtvannsreker. Til sammen 19 forsøk med HP behandling av reker og en kontroll (lakebehandlet reker) ble gjennomført. Rekene ble utsatt for trykk i området fra 223 til 302 MPa, mens holdetiden varierte fra 1 til 4 minutter. I forsøket ble effekten av HP målt mikrobielt og ved utbytte. Det totale antallet bakterier på rekene ble redusert fra mellom 1.1 til 2.5 log enheter, og verken coliforme eller *Pseudomonas* ble påvist etter HP behandlingen. Den største reduksjonen i total antall bakterier ble oppnådd ved betingelser der i) start temperatur i produktet var på 1.6 °C med holdetid på 4 minutter, og der ii) start temperatur i produktet var på 17 °C med holdetid på 1 minutt. Reduksjon i total antall bakterier kunne ikke predikeres som funksjon av trykk og tid ved bruk av lineære funksjoner. Dette kan ha sammenheng med variasjon i råstoffet eller at HP behandlingen ble utført i et begrenset trykkområde [17].

Pilleutbytte i de samme forsøkene varierte mellom 39 og 46 %, med et gjennomsnitt på 44 %. Pilleutbytte for kontrollprøven, reker i lake var 44 %. Rekene ble manuelt pillet og det er

usikkerhet om variasjonen i pilleutbytte var genuin eller forårsaket av ujevn pilling. Forsøkene viste at HP behandlingen førte til at det siste segmentet i muskelen (mot halen) i større grad fulgte med den større muskelen ved pilling av rekene. Dette burde tilsi at pilleutbytte skulle øke. Forfatterne av rapporten konkluderte med at forsøk med maskinell pilling burde gjennomføres for å verifisere en eventuell økning i pilleutbytte. Ved HP tapte rekene vekt.

I et oppfølgings prosjekt, ble HP testet ut på varmtvannsreker; Tiger reker [18]. Før oppstart var rekene frosne, rå, ryggen delt med hode og skall på. Rekene ble temperert til 0 – 2 °C før HP. Tre batcher av reker ble behandlet ved 237 MPa i 2.5 minutter. Rekene ble deretter kjølt ned til 0 - 2 °C, og emballert i påvente av pilling. Rekene ble pillet to dager etter HP.

Rekene ble pillet, og vekten av skall og rekemuskel ble registrert. I tillegg ble pilletiden for hver batch registrert. Rekene ble deretter testet sensorisk i tillegg til instrumentell tekstur måling. Etter HP økte den ene batchen med 0,2 kg, mens den andre mistet 0,2 kg. Begge resultatene kan forklares med restvann i HP beholderen eller produktsvinn i HP instrumentet.

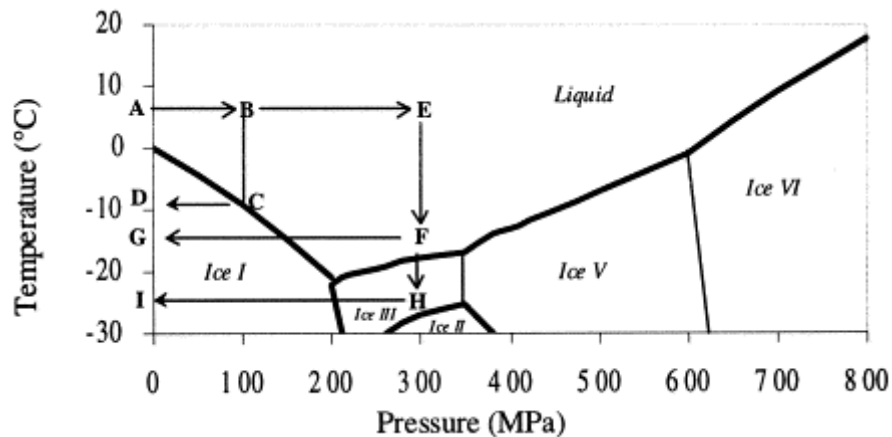
HP-reker ble sammenlignet med rå reker, og der fikk begge gruppene samme score; quality «grade 7». Deretter ble rekene kokt, da oppnådde kontrollene (ikke HP, kokt), «grade 7», mens HP behandlet og kokt oppnådde «grade 6». Vurderingen omfatter lukt og utseende. For kokte reker var lukt og utseende vurdert som likt. For HP reker var «flavour» vurdert til å være litt mindre intens, og teksturen «soft and spongy» sammenlignet med kontrollene som var vurdert til å være «chewy and rubbery on breakdown». Instrumentelle teksturmålinger viste stor variasjon mellom rekene. I gjennomsnitt viste HP reker en skjærkraft på 2735 g (standardavvik 392), mens det for kontroll rekene var 2659 g (standardavvik 508). Dette kan tyde på en seigere tekstur for HP reker sammenlignet med kontrollene. Med store standardavvik, er forskjellene imidlertid ikke statistisk signifikante.

Pilleutbyttet økte med HP. Pilleutbytte for HP og kontroll reker var hhv 49.2 % og 52.9 %. Forskjellen var statistisk signifikant. Resultatene har klar kommersiell verdi siden også de sensoriske egenskapene for HP reker var nesten like bra som for kontrollene.

I sum viser forsøkene at HP har et potensiale for økt pilleutbytte, men videre forskning er nødvendig for å tilpasse og optimalisere prosessbetingelsene. Faktorer som kan påvirke utbyttet og den generelle produktkvaliteten er:

- Råstoffvariasjon (relatert til sesong og lokalitet)
- Temperatur i råstoff før HP behandling
- Frosset vs. ferskt råstoff
- Tid mellom HP behandling og pilling
- Håndtering etter HP behandling
- Andre kombinasjoner av tid/temperatur
- Variabler tilknyttet opp skalering fra manuell til maskinell pilling

Det er mulig å benytte HP for tining av frosne produkter, og en får dermed minimalt med strukturelle skader på produktene. Der finnes flere typer is. 'Ice I' (Figur 1) blir dannet under atmosfærisk trykk, og har ca. 10 % større volum enn vann som gjør at strukturelle skader skjer under frysing og tining. Ved frysing og tining under trykk har en observert at kun begrensede endringer i volum kan forekomme, og dermed gi små strukturelle endringer i matprodukter. Ved overgang fra 'Ice I' til andre isformasjoner under trykk, som er tyngre enn vann, vil disse volumendringer kunne brukes til å inaktivere patogene mikroorganismer.



Figur 1 Mulighetene for høytrykksprosessert frysing og tining basert på fasediagram til vann (ABCD: trykkassistert frysing, DCBA: trykk-assistert tining, ABEFG: trykk-endret frysing (pressure shift freezing), GFEB: trykkindusert tining, ABEFHI: frysing til 'ice-III', IHFEBA: tining til 'ice-III') (19).

Kostnader forbundet med innkjøp av HP utstyr er relativt høye, anslagsvis 0,5 til 2,5 Mill \$. Prisen henger sammen med volumet på HP kammeret (35 – 600 ltr.). Kostnader forbundet med drift av HP utstyret er imidlertid lave.

7 Tining, modning, koking og utbytteberegning

Målet med dette prosjektet er å studere hvordan pilleutbytte påvirkes av fryselagringstemperatur, tid, tinemetode og HP. For å oppnå sammenlignbare resultater har vi derfor standardisert disse metodene, se nedenfor. Når det gjelder tinemetode vil det i arbeidspakke 3 bli gjennomført egne tineforsøk.

7.1 Tinemetode

En generell metode for tining er følgende. Fyll opp 20 ltr ferskvann i kar, temperer til 4 °C. Kartong med frosne reker åpnes, en bit på ca 2 kg knekkes av og overføres til kar. Rekene er tint etter 12-13 timer. Rekene dreneres deretter på rist i 1 time ved 4 C før veiing.

7.2 Modning

I møter med oppdragsgiver (FHF) er det bestemt at rekene skal modnes i henhold til gjeldende rutiner.

7.3 Kokemetode

Kokingen gjennomføres slik;

1. Veie ut 250 g reke (kjøleromstemperatur)
2. Kok opp vann, 2 ltr.
3. Plasser temperaturføler i kjernen i den tykkeste delen på muskelen i den største reken.
4. Senk rekene i kokende vannbad (bruk dørslag)
5. Holdetid er tid tilsvarende en kjernetemperatur på 72 °C (tar mindre enn 1 min)
6. Overfør rekene til is vann (bruk isbiter) inntil kjernetemperaturen har nådd ca. 0 °C.
7. Drener i dørslag og legg rekene på tørkepapir for fjerning av overflødig vann

Rekene kan da pilles manuelt og sorteres slik som beskrevet i 7.4. Pilleutbytte beregnes.

Denne kokemetoden vil ikke gi det optimale utbyttet, men det er en metode som kan brukes for å måle effekter av f eks ulike råstoffbehandlinger, frysemetoder, tinemetoder og høytrykk.

7.4 Utbytte

Begrepet «utbytte» brukes for å måle effekten av en prosess, f eks innfrysing, tining, høytrykk, modning eller koking. Utbytte kan gå i begge retninger, dvs. rekene kan øke eller tape vekt. Den mest sentrale målingen i rekeindustrien er pilleutbytte, dvs. hvor stor vektandel utgjør renpillet muskel i forhold til rå reke. Siden utbytte har stor økonomisk betydning for rekeindustrien, brukes utbyttmålinger som et aktivt styringsverktøy. Utbytte beregnes ved å måle vekt før og etter en prosess. Utbytte uttrykkes som % av startvekt:

$$\text{Utbytte} = \{(W_0 - W_f) / W_0\} \times 100 (\%) [10]$$

Der W_0 er rekenes start vekt (g), og W_f er slutt vekt (g) av enten hel reke (f eks etter frysing, tining, HP eller modning) eller renpillet muskel og biter, f eks etter:

- HP og pilling
- Koking og pilling
- Koking, HP og pilling

8 Referanser

1. Anonymous, Handling and processing shrimp. Torry Advisory Notes, ed. FAO1997.
2. Malnes, D., Svenning, R., Viggoson, H., Aanesen, J., Råstoffhåndtering ved industriell produksjon av reker, 1987, Fiskeriteknologisk Forskningsinstitutt: Tromsø. p. 55.
3. Tidemann, E., Råstoffhåndtering av reker. Forsøksresultater fra produksjonsforsøk med reker som er frosset under forskjellige betingelser. Arbeidsnotat., 1986, FTFI: Tromsø, Norway. p. 13.
4. Svenning, R., Adolfsen, H., Råstoffhåndtering av reker ombord i fiskefartøyer. Innhenting av prøver, beskrivelse av prøvemateriale og håndteringsparametre., Arbeidsnotat, Editor 1986, FTFI. p. 37.
5. Viggoson, H., Råstoffhåndtering ved industriell produksjon av reker. Innledende forsøk ved koking av reker., 1985, FTFI: Tromsø. p. 13.
6. Heide, M., Aschan, M., Forekomst av svarte hoder i reker, *Pandalus borealis*, spørreundersøkelse i fiskeflåte og industri, 21, 2002, Fiskeriforskning: Tromsø.
7. Kim, H.K., Jeong, Y., Kwon, J.H., Storage quality and shelf life of frozen shrimp, in IFT Annual Meeting 2001: New Orleans, Louisiana, US.
8. Jakobsen, T., Vannbindingsevne i reker, 1992, Notat. Fiskeriforskning.
9. Olsson, G.B., Water-holding capacity and quality, studies on Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) muscle, in Institute of Marine Biotechnology 2003, University of Tromsø: Tromsø, Norway.
10. Goncalves, A.A., Duarte Ribeiro, J.L., Optimization of the freezing process of red shrimp (*Pleoticus muelleri*) previously treated with phosphates. International Journal of Refrigeration, 2008. 31: p. 1134-1144.
11. Diaz-Tenoria, L.M., Garcia-Carrena, F.L., Pacheco-Aguilar, R., Comparison of freezing and thawing treatments on muscle properties of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Journal of Food Biochemistry, 2006. 31: p. 563-576.
12. Prytz, K., Gjennomgang av veieprosedyre for frosne reker, 2000, Fiskeriforskning. p. 16.
13. Magnussen, O.M., Gullsvåg, P.E. Claussen, I.C., Esaiassen, M., Tining av frosne reker til pilling, 2008, SINTEF Energiforskning AS. p. 18.
14. Ramaswamy, R., Balasubramaniam, V.M., Kaletun, G., High Pressure Processing, FSE-1-04, 2012, Ohio State University.

15. Blakstad, F., Forlenget holdbarhet av ferske krabbeprodukter. Vurdering av ulike konserveringsmidler for fersk krabbe - Potensialet for salg og transport av levende krabbe. Utarbeidet for krabbeutvalget., 2009. p. 64.
16. Raghubeer, E.V., High Hydrostatic Pressure Processing of Seafood, 2007, Avure Technologies: Kent, WA, USA. p. 17.
17. Leadley, C., Shaw, H., Green, A., Burling, S., Bhandari, D., Pilot trials to determine the benefits of high pressure processing (HPP) for seafood in the UK. Report on phase 1 studies., 2008, CCFRA Technology Ltd., CHIPPING CAMPDEN.
18. Leadley, C., Shaw, H., Brown, L., Burling, S., Pilot trials to determine the benefits of high pressure processing (HPP) for seafood in the UK, Report on phase 2 studies, 2008, CCFRA Technology Ltd: Chipping Camden, Glos.
19. LeBail, A., Chevalier, D., Mussa, D.M., and Ghoul, M. High pressure freezing and thawing of foods: a review. International Journal of Refrigeration. 2002. 25: p. 504-513.



ISBN 978-82-7251-989-5 (trykt)
ISBN 978-82-7251-990-1 (pdf)
ISSN 1890-579X