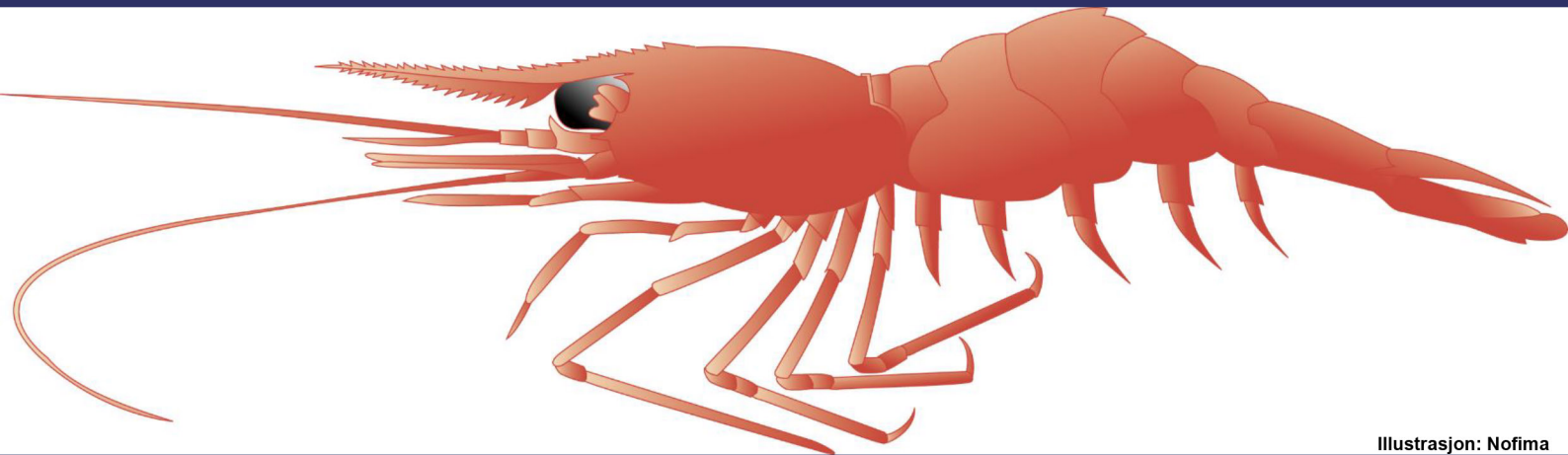


Råstoffbehandling av *Pandalus borealis* - påvirkning på pilleutbytte og pillbarhet

Gjennomgang av tidligere FoU-arbeid



Illustrasjon: Nofima

Nofima er et ledende matforskningsinstitutt som driver med forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien. Vi leverer internasjonal anerkjent forskning og løsninger som gir næringslivet konkurransefortrinn langs hele verdikjeden.

«Bærekraftig mat til alle» er vår visjon.

Kontaktinformasjon

Telefon: 77 62 90 00

post@nofima.no

www.nofima.no

NO 989 278 835 MVA



Hovedkontor Tromsø

Muninbakken 9–13

Postboks 6122

NO-9291 Tromsø



Stavanger

Måltidets hus

Richard Johnsensgate 4

Postboks 8034

NO-4068 Stavanger



Sunndalsøra

Sjølsengvegen 22

NO-6600 Sunndalsøra



Ås

Osloveien 1

Postboks 210

NO-1433 ÅS



Bergen

Kjerreidviken 16

Postboks 1425 Oasen

NO-5844 Bergen

Rapport

<i>Rapportnummer:</i> 31/2023	<i>ISBN:</i> 978-82-8296-765-5	<i>ISSN:</i> 1890-579X
<i>Dato:</i> 28. november 2023	<i>Antall sider + sider vedlegg:</i> 9+0	<i>Prosjektnummer:</i> 13932
<i>Tittel:</i> Råstoffbehandling av Pandalus borealis - påvirkning på pilleutbytte og pillbarhet Gjennomgang av tidligere FoU-arbeid		
<i>Title:</i> Handling of Pandalus borealis - influence on yield and peelability in industrial processing. Review of previous R&D work		
<i>Forfatter(e):</i> Margrethe Esaiassen		
<i>Avdeling:</i> Sjømatindustri		
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF)		
<i>Eksternt prosjektnummer/Oppdragsgivers ref.:</i> 901802		
<i>Stikkord:</i> 13932 Reker, kvalitet, ombordbehandling		
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Etter gjennomgang av FoU-rapporter som omhandler hvordan ulike råstoffhåndtering påvirker pilleegenskapene og utbytte ved industriell pilling av reker oppsummeres følgende anbefalinger: • Rekene bør størrelsessorteres om bord. De ulike størrelsesklassene bør holdes adskilt slik at de ikke sammenblandes før produksjon. • Det bør brukes jevnt trykk ved sammenpressing av blokkene i platefryserne, gjerne ved bruk av hydraulisk sammenpressing. • Rekeblokkene bør ha en tetthet på 750–850 kg/m³. • Innfrysing bør skje så raskt som mulig etter fangst.		
<i>English summary/recommendation:</i> After reviewing R&D reports that deal with how different handling of the raw material affects the peelability and yield during industrial peeling of shrimp, the following is recommended: • The prawns should be size-sorted on board the vessel. The different size classes should be kept separate so that they are not mixed before production. • Even pressure should be used when compressing the blocks in the plate freezers, preferably using hydraulic compression. • The shrimp blocks should have a density of 750–850 kg/m³. • Freezing should take place as quickly as possible after capture.		

Forord

Denne delrapporten tilhører FHF-prosjekt 901802, Analysemetoder for bestemmelse av fysiokjemiske egenskaper i tint/ fersk reke. Rapporten oppsummerer resultater fra tidligere forskning på hvordan ulik behandling av industrireker om bord påvirker pilleutbytte og pillbarhet.

Noe av rapportgrunnlaget er konfidensielle oppdragsrapporter. Omtale av slike er avklart, enten ved at de ble åpnet en tid etter prosjektslutt eller ved at oppdragsgiver har godkjent omtale.

Innhold

1	Sammendrag	1
2	Innledning	2
3	Råstoffhåndtering om bord: betydning for industriell pilling	3
3.1	Sortering av reker ombord	3
3.2	Lagring av reker før innfrysing	3
3.2.1	Tetthet i rekeblokkene	4
3.2.2	Fryselagring	5
4	Råstoffhåndtering ved industriell produksjon av reker, fra Malnes et al., 1987	6
4.1	Fangst og råstoffbehandling	6
4.2	Produksjon av kokte pillede reker	6
4.3	Resultater	8
5	Referanser	9

1 Sammendrag

På 80- og 90-tallet ble det gjennomført en rekke prosjekter for å utvikle og optimalisere industriell pilling av reker. Det ble også undersøkt hvordan ulik behandling av rekeråstoffet påvirket utbyttet og pilleegenskapene. Flere av de tidligere rapportene er ikke allment tilgjengelig lenger, og i ettertid har det vært relativt lite åpent tilgjengelig forskning på industrireker. Denne rapporten har derfor som oppgave å oppsummere og tilgjengeliggjøre tidligere utført arbeid.

Etter gjennomgang av FoU-rapporter som omhandler hvordan ulik råstoffhåndtering påvirker pilleegenskapene og utbytte ved industriell pilling av reker anbefales følgende:

- Rekene bør størrelsessorteres om bord.
- Det bør brukes jevnt trykk ved sammenpressing av blokkene i platefryserne, gjerne ved bruk av hydraulisk sammenpressing.
- Rekeblokkene bør ha en tetthet på 750–850 kg/m³.
- Innfrysing bør skje så raskt som mulig etter fangst

2 Innledning

Norsk rekeindustri bruker om lag 25 000 tonn fryste rå reker (*Pandalus borealis*) per år som råstoff til produksjonen av kokte pillede reker. Rekene fiskes av havgående trålere og fryses i blokker på cirka 20 kg om bord i trålerne. Fangstene er typisk 400–600 tonn per tur. Ved produksjon observerer industrien at det kan være stor forskjell på utbytte og effektivitet på reker levert av ulike fartøy; noen båter leverer råstoff som nesten konsekvent gir bedre produksjonsresultat enn reker fra andre båter. I tillegg observerer industrien at råstoff som har vært fryselagret en viss tid før produksjon gir bedre utbytte og produksjonseffektivitet enn rekeråstoff som produseres relativt kort tid etter fangst. Utbytteforskjellene kan blant annet skyldes behandling om bord og/eller fryselagring.

Hvordan ulike prosesser og prosessløsninger påvirker både pilleutbytte, pillbarheten og endringer i rekemuskelen og skallet var fokus i flere prosjekter som ble utført på 80- og 90-tallet for å utvikle og optimalisere rekeproduksjonen. De aller fleste av disse prosjektene ble gjennomført ved Nofima (daværende FTFI). Det ble gjennomført studier som angikk hele produksjonskjeden, og prosessenes betydning for pilleutbytte var sentralt. Eksempelvis kan nevnes ulike tinemetoder og prosesser som var viktig for modning, utvikling av bulkmodningsmetode som overtok for den tidligere modningen i kasser på is (Prytz et al, 1991; Esaiassen, 1996), og hvordan betingelser under koking påvirket utbytte og pillbarhet (Prytz, 1988). En undersøkelse av hvordan muskelstrukturen i *P. borealis* endres under prosessering viste at muskelstrukturen brytes relativt raskt ned under islagring og modning (Martinez & Lauritzsen, 1996; Martinez, 1998). Det ble også studert hvordan råstoffbehandling om bord slik som alder før innfrysing, fylling i platefrysere, vanntilsetning i blokkene og innfrysingsbetingelser påvirker både pilleutbytte og renpillegraden/pillbarheten (Svenning & Adolfsen, 1986; Aanesen & Malnes, 1986; Malnes et al., 1987; Tidemann, 1986; Aanesen, Prytz & Malnes, 1987).

Flere av disse rapportene er ikke allment tilgjengelig lenger, og i denne rapporten presenteres hovedkonklusjoner fra prosjektene hvor det ble undersøkt hvordan ulik behandling av rekeråstoffet påvirket utbyttet og pilleegenskapene. Det er også gjort noen få åpne prosjekter i senere tid, og resultater og konklusjoner fra disse er også presentert. I rapporten til Malnes et al. (1987), hvor de gjennom flere tokt og forsøk undersøkte hvordan størrelsessortering, alder før innfrysing, tetthet og vanntilsetning i blokkene påvirket utbytte og renpillegrad, er det et omfattende datagrunnlag. Siden rapporten ikke er digitalt tilgjengelig, inkluderes informasjon om forsøkene og utvalgte resultater i denne rapportens kapittel 4.

3 Råstoffhåndtering om bord: betydning for industriell pilling

3.1 Sortering av reker ombord

I prosjektet *Teknologiutvikling i rekenæringen* (FHF prosjektnr. 900703) er det gjennomført intervju med ansvarlige for norske havreketrlere og landanlegg (Salomonsen & Grimsmo, 2013). Hensikten var å kartlegge hva rederiene anså som viktig med tanke på å ta vare på kvaliteten av råstoffet om bord, og å få landindustriens erfaringer med variasjon i produksjonsutbytte som funksjon av fartøy, sesong og eventuelt andre faktorer. Her vises det til at det ikke er vanlig med størrelsessortering av reker om bord, men at industrien ønsker dette. Årsaken er at store reker krever en annen tine-, modnings- og kokeprosess enn små reker. Sortering før produksjon og følgelig produksjon av størrelsesklassene separat, støttes av Malnes et al. (1987), Aanesen et al. (1987) og Prytz (1988). Ifølge Salomonsen og Grimsmo (2013) er rekene mer robuste og enklere å sortere når de er ferske enn når de er fryst og tint, så det er fordelaktig at sorteringen skjer om bord i stedet for etter tining. I tillegg vil det logistikkmessig være enklere å tine og produsere størrelsesklassene hver for seg.

Anbefaling om størrelsessortering om bord er tidligere gitt av både Malnes et al. (1987) og Martinez (1998). Datagrunnlaget for anbefalingen til Martinez (1998) er dessverre ikke tilgjengelig. I arbeidet til Malnes et al. (1987) ble rekene fra et tokt sortert i to ulike størrelsesklasser, over og under 7,5 cm. Begge størrelsesklassene ble pillet med like betingelser. Det var liten forskjell i beregnet pilleutbytte på store og små reker. Ved beregning av pilleutbyttet inngikk imidlertid andel biter. Ved pilling av små reker var det 11 % biter, mens det kun var 4 % biter ved pilling av store reker. Det medfører at utbyttet av hel rekemuskel er klart større for den største størrelsesgruppen ved ellers like pillebetingelser. De små rekene har svakere muskelstyrke (tekstur) enn de store, og sammen med at de vil trekkes lenger ned i valsegropene, kan det være forklaringen til at det blir mer biter av små reker. Hvor godt rekene ble pillet i pillmaskinen, *renpillegraden*, varierte betydelig for de ulike størrelsene ved ellers like betingelser. De små rekene ble pillet mest effektivt, *renpillegraden*, RPG, varierte mellom 64–82 %, med et gjennomsnitt 75 %. Store reker hadde RPG på 40–59 % med gjennomsnitt 47 %. Før pilling var begge størrelsesklassene tint og modnet like lenge.

I kapittel 4.2 er det vist hvordan Malnes et al. (1987) beregner utbytte, andel biter og *renpillegrad* (RPG).

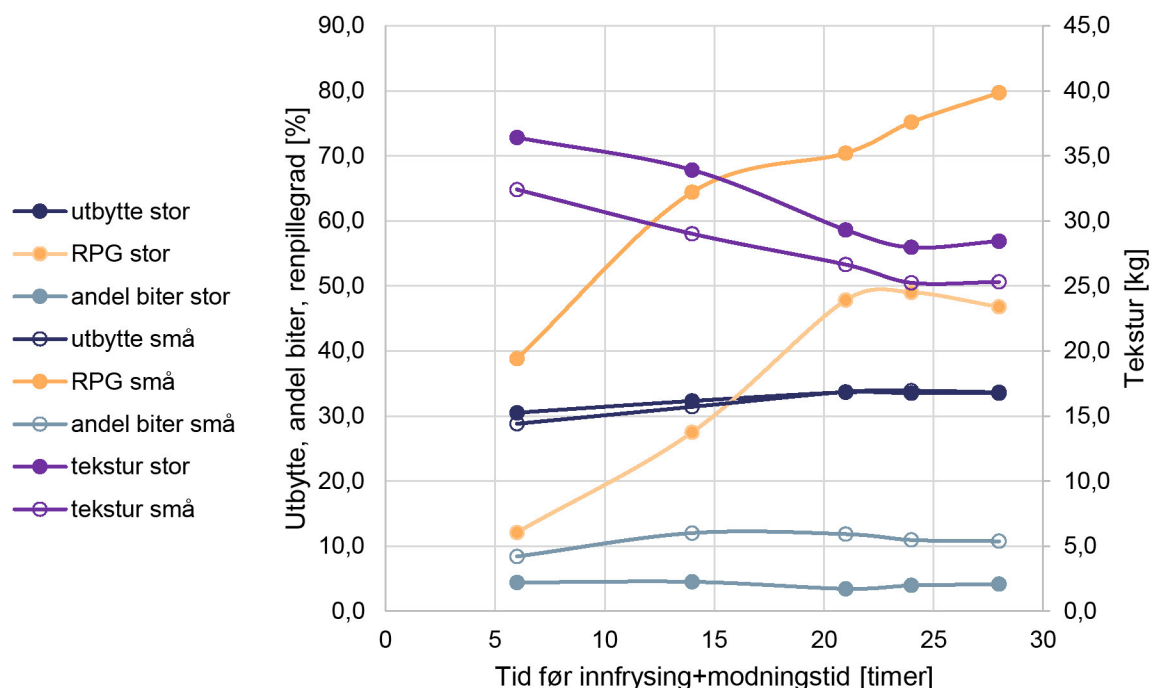
3.2 Lagring av reker før innfrysing

Malnes et al. (1987) observerte liten endring i pilleutbytte som følge av ulik lagringstid («alder») før innfrysing. *Renpillegraden* for store reker ble ikke endret som følge av denne lagringstiden, mens *renpillegraden* for små reker økte fra 70 til 80 % når lagringstiden før innfrysing økte fra 1 til 8 timer ved uendret modningstid på is (20 timer).

Tabell 1 Utbytte, *renpillegrad* (RPG) og andel biter som følge av ulik lagringstid før innfrysing for små og store reker, henholdsvis under og over 7,5 cm (Malnes et al., 1987)

	Tid før frysing [t]	Utbytte [%]	RPG [%]	andel biter [%]
Små reker	1	33,7	70,4	11,8
	4	34,0	73,9	14,0
	8	33,6	79,7	10,7
Store reker	1	33,6	47,8	3,4
	4	33,5	47,2	3,7
	8	33,5	46,8	4,1

I og med at muskel og skall brytes ned både under lagring og modning (Martinez, 1998) og at lagring før innfrysing også kan sees på som en del av modningen, kan det være nyttig å se hvordan den totale tiden brukt til modning og lagring før frysing påvirker pilleutbyttet og renpillegraden. I forsøkene til Malnes et al. (1987) ble rekene modnet på is, og modningstiden ble variert i forsøkene. Figur 1 viser hvordan utbytte, andel biter, renpillegrad og tekstur til rekemuskelen endres med samlet lagrings- og modningstid for rekene (Malnes et al., 1987, data fra «tokt 2»). Tross at utbyttet er relativt likt for små og store reker, understreker resultatene nytten av å sortere rekene før produksjon. Store reker krever lengre modningstid enn små reker for å oppnå god pillbarhet, og muskelstyrken (teksturen) er svakere i små reker.



Figur 1 Utbytte, andel biter, renpillegrad og tekstur (skjærkraft) som følge av summen av tid før innfrysing og modningstid (data fra Malnes et al. (1987)).

Dersom rekene blir mellomlagret før innfrysing, er det viktig med lav temperatur. Martinez & Lauritzen (1997) rapporterte at reker som ble lagret i sjøvann ved 10 °C degraderes mye raskere enn om de lagres i is; sjøvannslagring i 4 timer tilsvarte islagring i 12 timer.

Martinez (1998) anbefaler at rekene må fryses så raskt som mulig etter fangst. I deres forsøk ble rekene modnet i bulk i en blanding av 5 % brifisol eller 2,5 % brifisol og 2,5 % salt i 2 eller 4 timer. De ulike modningsbetingelsene i forsøkene til Malnes et al. (1987) og Martinez (1998) kan ha medført at negative konsekvenser av lagring før innfrysing har vært mer tydelig i de sistnevnte forsøkene.

3.2.1 Tetthet i rekeblokkene

Malnes et al. (1987) anbefalte ikke å endre tetthet i rekeblokkene i forhold til det som var vanlig, 750–850 kg/m³, men at det burde legges vekt på å oppnå mer ensartet tetthet, gjerne ved bruk av en hydraulisk sammenpressingsjigg.

I forsøkene til Malnes et al. (1987) ble det brukt tre ulike tettheter; 650, 750 og 900 kg/m³. Blokkene med lav tetthet (650 kg/m³) hadde lengre innfrysingstid enn blokker med høy tetthet (900 kg/m³). De løst pakke blokkene var vanskelig å håndtere, men tilsats av vann bidro til at det ble enklere å håndtere rekeblokkene uten at rekene løsnet. I disse forsøkene ble innfrysingstiden til de løst pakke blokkene

blokkene noe redusert av vanntilsatsen (Svenning & Adolfsen, 1986). De anbefaler allikevel ikke vanntilsetting da det også er vist at vanntilsetting kan øke innfrysingstiden. Videre er mengde vann og tidspunkt for vanntilsettingen viktig, så det anbefales ikke vanntilsetting uten at det er et egnet system for dosering og tidsstyring.

Den laveste tettheten ga lavere utbytte både for små og store reker. Rempillegraden for små reker var noe høyere ved den laveste tettheten. Vanntilsettingen ga ikke signifikante forskjeller i pilleutbytte eller rempillegrad.

I arbeidet til Salomonsen & Grimsmo (2013) har fartøysiden fremmet tilsats av vann som middel for at blokkene skal holde bedre sammen og ry mindre. Men industrien ønsker ikke vanntilsetting i blokkene, da det vil gi problemer med kontroll av tineprosessen. Får å få blokker som tåler håndtering bedre foreslås det å ha bedre pakking i platefryserne, bruke emballasje som støtter blokkene bedre, samt palletter om bord.

3.2.2 Fryselagring

I et nyere arbeid (Lorentzen et al., 2014) ble det undersøkt hvordan fryselagring ved -20, -30 eller -40 °C påvirket vekttap under fryselagring og utbytte ved håndpilling av rå reker. I løpet av en måned tapte rekene i snitt 2 % av vekten, uavhengig av lagringstemperatur. Det ble ikke registrert videre vekttap under lagringsperioden som var på totalt 6 måneder. Ved fryselagring på inntil 3 måneder ble det ikke registrert forskjell i utbytte av rå muskel, mens det ved videre lagring var det antydning til lavere utbytte på rekene som var lagret ved -20 °C enn ved de andre temperaturene. Hovedkonklusjonen var dog at fryselagringstemperaturen ikke har betydning for pilleutbyttet. De viser imidlertid til at det var stor variasjon i størrelsen på rekene, og at dette kan ha overskygget eventuelle sammenhenger mellom pilleutbytte og tid og temperatur på fryselager. I tillegg er det ikke påvist sammenheng mellom pilleutbytte av håndpillet rå muskel og kokt maskinpillet muskel.

Malnes et al. (1987) og Viggoson (1986) gjennomførte et begrenset forsøk for å undersøke hvordan fryselagringstiden påvirket utbytte og rempillegrad til kokte maskinpillede reker. Rekeblokker med tetthet 650 kg/m³ og 900 kg/m³ med og uten vanntilsetting ble pillet etter henholdsvis 4 og 9 måneders fryselagring. De rapporterte at pilleutbyttet for rekeblokker som hadde fått vanntilsetting under innfrysingen ga høyere pilleutbytte etter 9 måneder sammenlignet med pilling etter 4 måneder. For løst pakket blokk økte pilleutbyttet fra 27,2 til 28,4 %, mens det økte fra 26,7 til 28 % for blokk med høy tetthet. For blokkene som ikke hadde vanntilsetting var pilleutbyttet uendret.

Det ble også vist at luftfrysing gir reker med hardere skall enn om de er fryst i platefryser, og at slike reker var vanskelig å pille på maskin (Malnes et al., 1987).

4 Råstoffhåndtering ved industriell produksjon av reker, fra Malnes et al., 1987

Malnes et al. (1987) undersøkte hvordan *størrelsessortering*, *alder før innfrysing*, *tetthet* og *vann-tilsetning* i blokkene påvirket utbytte og renpillegrad. Siden rapporten har et omfattende datagrunnlag og ikke er digitalt tilgjengelig, inkluderes informasjon om forsøkene og utvalgte resultater i dette kapittelet.

4.1 Fangst og råstoffbehandling

Det ble gjennomført to tokt med M/Tr Ny Horizont under ordinært fiske ved Spitsbergen:

- Tauetid 4–6 timer,
- Tauehastighet 1,3–1,5 knop
- Dybde 240–270 m
- Hivehastighet 50 m/min
- Fangstmengde 300–2000 kg/hal

Det første toktet gikk i månedsskiftet november/desember 1985, og det ble gjennomført 8 forsøk hvor pakningsgraden og vanntilsetning i blokkene samt alder før innfrysing ble systematisk variert i to nivåer:

- Pakningsgrad: løst pakket (650 kg/m³, tilsvarende blokkvekt på 19 kg) og hardt pakket (900 kg/m³, tilsvarende blokkvekt på 26 kg). For å ha kontroll på tettheten i blokkene ble det benyttet en hydraulisk jigg under sammenpressingen.
- Alder på rekene før innfrysing: 4 eller 8 timer.
- Vanntilsetning: ingen, eller tilsetning 2–3 ganger for hver blokk avhengig av når det ble oppnådd vannmetning.

Ved det neste toktet, i midten av oktober 1986, ble det gjennomført 18 forsøk hvor rekene ble sortert i to størrelsesklasser, over og under 7,5 cm, på en Trio Nexø rystesortør. Deretter ble alder før innfrysing og tetthet i blokkene systematisk variert for hver størrelsesklasse.

- Pakningsgrad: 650, 750 eller 900 kg/m³ Også her ble det benyttet en hydraulisk jigg under sammenpressingen av blokkene.
- Alder på rekene før innfrysing: 1, 4 eller 8 timer.

Ved begge toktene ble rekene frosset inn i Jackson vertikale platefrysere med plateavstand 10 cm. Innfrysingstiden var fra 4,5 t. Etter innfrysing ble rekene pakket i pappemballasje og lagret på båtens fryserom ved om lag -27 °C. Etter landing ble rekene lagret ved -30 °C.

4.2 Produksjon av kokte pillede reker

Rekene fra tokt 2 ble pillet etter 8 uker, mens hoveddelen av rekene fra det først toktet ble produsert etter 4 måneder fryselagring. I tillegg ble noen blokker fra tokt 1 produsert etter 9 måneder fryselagring. Produksjonen ble gjennomført etter standardiserte betingelser som var utviklet ved FTFI (Aanesen & Malnes, 1986).

Rekene ble tint ved overrisling av resirkulert ferskvann som holdt 15 °C, og ble modnet 18–20 timer i kasser med is. Deretter ble 3 paralleller á 5 kg fra hver prøve kokt og pillet på en Skrmetta pillemaskin. Rekene ble matet inn på 1/5 av kokebåndets bredde, tilsvarende en pillekapasitet på 300 kg hele rå reker per time. Damptrykket fra kokeren var 15 psi, og reken fra tokt 1 ble kokt i 85 sekunder mens prøvene fra tokt 2 ble kokt 60 sekunder. Vannmengden på øvre pilleplan (1–7) ble holdt på 450 l/time,

mens det på nedre pilleplan (8–10) var 700, 500 og 700 l/time (tokt 1) og 600, 200 og 200 l/time når rekene fra tokt 2 ble pillet.

Rekene, både pillede og delvis pillede ble samlet opp før cleaneren og lagret i poser på is for sortering og måling neste dag.

Rekene ble sortert i følgende grupper:

- A: renpillet hel rekemuske
- B: renpillede biter av muskel
- C: reker med skall
- D: løst skall
- E: annet (krabbe, kreps o.l)

Reker med skall ble deretter renpillet og sortert i tre grupper:

- F: skall
- G: Hel rekemuskel
- H: biter av muskel

De enkelte fraksjoner ble veid, og pilleutbytte, renpillegrad og andel biter ble beregnet som følger:

$$pilleutbytte = \frac{(A + B + G + H) * 100\%}{5 \text{ kg rå reker}}$$

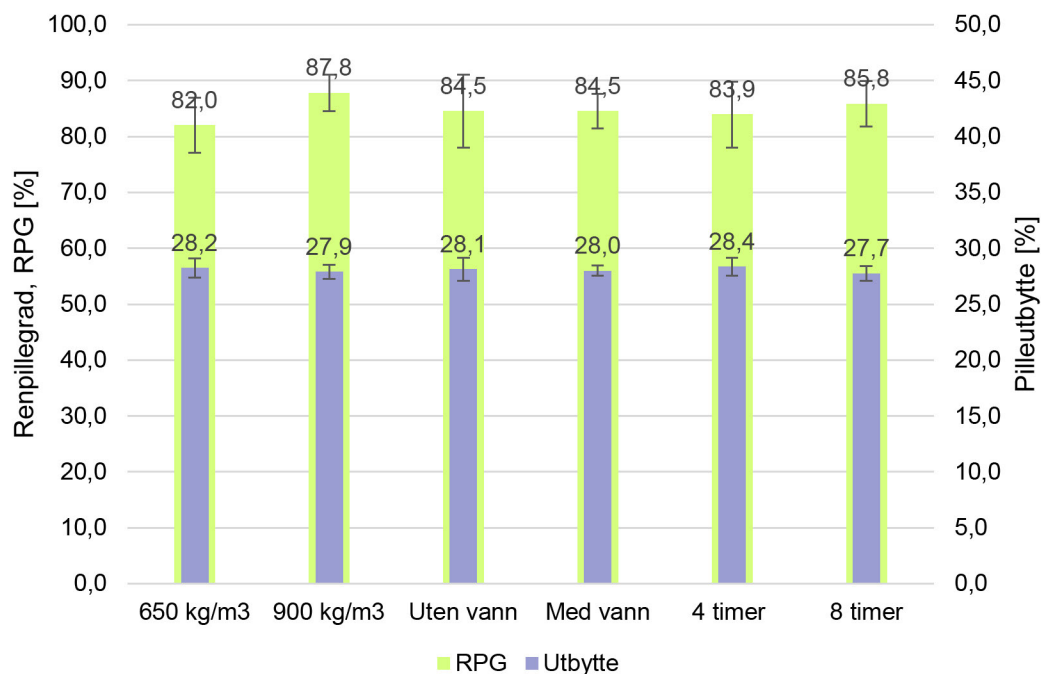
$$renpillegrad = \frac{(A + B) * 100\%}{A + B + C + D}$$

$$andel \text{ biter} * = \frac{(B + H) * 100\%}{A + B + G + H}$$

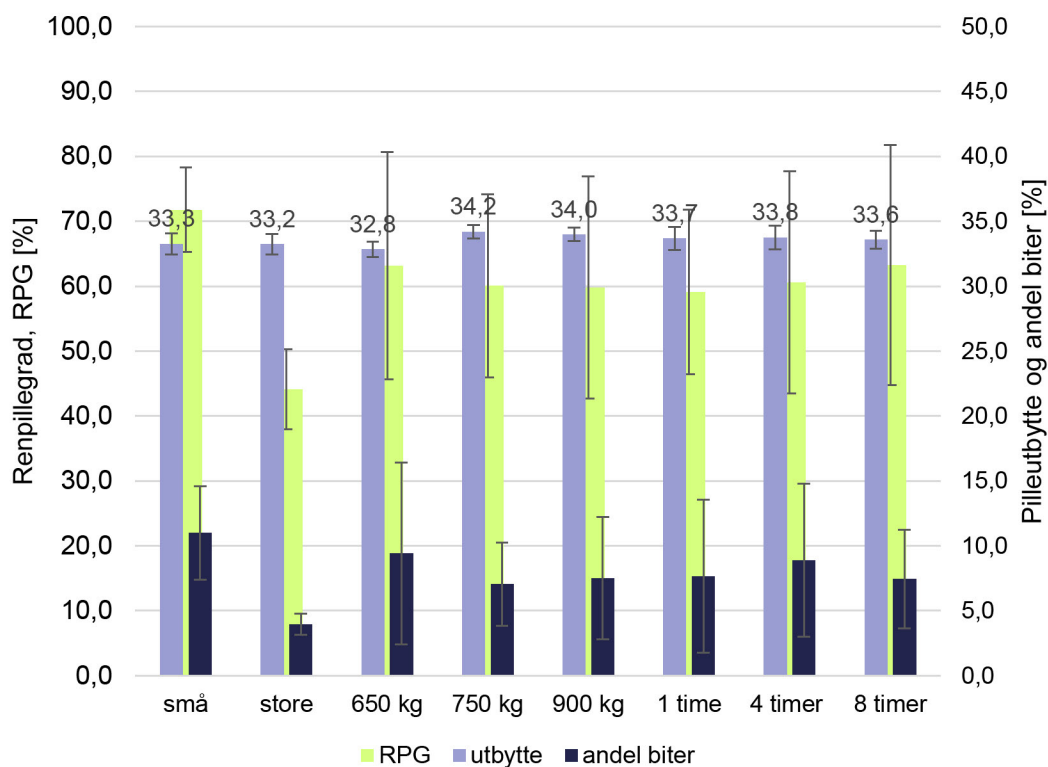
**) andel biter ble kun beregnet for rekene fra tokt 2.*

4.3 Resultater

Figur 2 viser hvordan renpillegrad og pilleutbytte endres som følge av ulik tetthet i blokk, vanntilsetning og lagringstid før innfrysing (data fra tokt 1), mens Figur 3 viser renpillegrad, pilleutbytte og andel biter som følge av de enkelte behandlingene som ble variert under tokt 2.



Figur 2 Gjennomsnittsverdier og standardavvik Pilleutbytte og renpillegrad (RPG) for reker fra tokt 1.



Figur 3 Renpillegrad, pilleutbytte og andel biter for reker fra tokt 2

5 Referanser

- Esaiassen M. (1996). Chitinolytic enzymes from Northern shrimp, *Pandalus borealis*. Dr. scient. avhandling, Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø.
- Lorentzen, G., Dahl, R., Gundersen, B., Forberg, B.T. & Nilsen, H. (2014). Teknologiutvikling for økt lønnsomhet i rekenæringen. Fryselagring av reker (AP2). Rapport 5/2014, Nofima, Tromsø.
- Malnes, D., Svenning, R., Viggosson, H. & Aanesen, J. (1987). Råstoffhåndtering ved industriell produksjon av reker. Rapport U 35, FTFI, Tromsø.
- Martinez, I. (1998). Markedsorientert prosessoptimalisering ved produksjon av pillede reker. Prosjekt nr 108896/120 Sluttrapport. Rapport Konfidensiell, Fiskeriforskning, Tromsø.
- Martinez, I. & Lauritzen, K. (1996). Storage conditions. Effect on the protein content of the Northern shrimp. Proceedings from an International Post-Harvest Seafood Symposium, Brisbane, Queensland, Australia, 25,26, 27 July 1996.
- Prytz, K. (1988). Koking av reker ved industriell produksjon. Sluttrapport. Oppdragsrapport 30.12.88, FTFI, Tromsø.
- Prytz, K., Filipsson, H., Esaiassen, M. & Malnes, D. (1991). Fremgangsmåte ved modning av reker for pilling. Norsk patentsøknad nr. P901167. Godkjent, men trukket og lisensiert.
- Salomonsen, C. & Grimsmo, L. (2013). Ombordhåndtering av industrireker – forslag til teknologiske løsninger. Delrapport AP1 i prosjektet Teknologiutvikling i rekenæringen. SINTEF Fiskeri og havbruk, 26. august 2013.
- Svenning, R. & Adolfsen, H. (1986). Råstoffhåndtering av reker om bord i fiskefartøyer. Innhenting av prøver, beskrivelse av prøvematerialet og håndteringsparametere. FTFT arbeidsnotat, 24.6.86, Tromsø.
- Tidemann, E. (1986). Råstoffhåndtering av reker. Forsøksresultater fra produksjonsforsøk med reker som er frosset under forskjellige betingelser. FTFT arbeidsnotat, 7.4.86, Tromsø.
- Viggosson, H. (1986) Råstoffhåndtering av reker om bord i fiskefartøyer. Undersøkelse av fryselagringens betydning for pilleutbytte. FTFT arbeidsnotat, 7.10.86, Tromsø.
- Aanesen, J. & Malnes, D. (1986) Håndteringsrutiner for reker om bord i fiskefartøyer. Oppdragsrapport 5.12.86, FTFI, Tromsø.
- Aanesen, J., Prytz, K. & Malnes, D. (1987) Maskinpilling av sorterte reker. Automatiserte produksjonslinjer. Rapport U 40, FTFI, Tromsø.