

Rapport nr. Å0410

Blåskjell (*Mytilus edulis*)

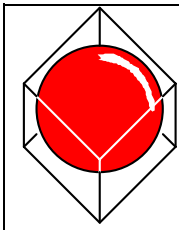
Levedyktighet fra lokalitet til marked

Sluttrapport



Stig Tuene, Jan Erich Rønneberg og Jan Erik Dyb

Ålesund, juli 2004



MØREFORSKING Ålesund

Møreforskning Ålesund
Postboks 5075
6021 ÅLESUND
Telefon: 70 16 13 50
Telefaks: 70 13 89 78
www.mfaa.no
NO 971 371 153

RAPPORT

Tittel:	ISSN 0804-5380
Levedyktighet fra lokalitet til marked	
Oppdragsgivere: Møre og Romsdal Fylke, 6400 Molde V/ Eirin R. Nyhus	Rapport nr.: Å0410
Kulde og Elektromekaniske AS, v/ Harald Skulstad Blindheim, 6020 Ålesund	Prosjekt nr.:54347
Norwegian Sea Farmers, v/ Bernard Rekkedal 6037 Eidsnes	Dato: juli 2004
Sæplast AS, v/ Arvid Jørgensen 6023 Ålesund	Antall sider: 17
Forfatter: Stig Tuene, Jan Erich Rønneberg og Jan Erik Dyb	Signatur:
Rapport godkjent av: Daglig leder: Iren S. Stoknes	Signatur:

Sammendrag:

Prosjektet var et samarbeid mellom Norwegian Seafarmers AS, Kulde- og Elektromekaniske AS, Sæplast AS og Møreforskning Ålesund. Prosjektet ble finansiert av aktørene og av Møre og Romsdal Fylke. Hensikten var å forbedre metoder for transport av blåskjell til kontinentet. For å oppnå dette brukte en to teknologier som er utviklet av bedriftene: Flo/fjøre- kar (levert av Sæplast AS) og kjølerom med saltvannståke (levert av Kulde- og Elektromekaniske AS).

Korrekt utført revitalisering før og etter transport er viktig for å oppnå høy overlevelse og lite vanntap under transport og ute i kjøledisk i butikk. Revitaliseringen gjøres i sjøvann med lav temperatur.

Flo/fjøre behandling har gitt like gode (vanntap og gaping) eller bedre resultater (dødelighet) sammenlignet med å revitalisere skjellene i kar med gjennomstrømmende vann. Flo/fjøre gir i tillegg mye bedre vannutskifting enn det en har i kar med gjennomstrømmende vann.

Saltvannståke gav redusert vanntap i transport når en sammenlignet med ordinær kjøletransport. Tåke i transporten gav også forbedret overlevelse i kjøledisk.

Det så ikke ut til at det var mulig å redusere gaping i noen særlig grad gjennom de metodene som ble brukt i dette prosjektet. Generelt ser det ut til at gaping er en atferd som er vanskelig å fjerne hos hengekulturskjell.

Emneord:

Blåskjell, revitalisering, bufferlager, levende transport, gaping, overlevelse

Distribusjon/Tilgang:

Åpen

Innholdsfortegnelse.

1.	Bakgrunn	2
2.	Gjennomføring	3
3.	Bedriftene og deres teknologi	3
4.	Metoder og Resultater	4
4.1	Forsøk 1	4
Metoder	5	
Resultater	6	
4.2	Forsøk 2	7
Metoder	7	
Resultater	7	
Konklusjon	9	
4.3	Forsøk 3	10
Metoder	10	
Resultater	10	
4.4	Andre resultater	13
Gaping observert med video	13	
5.	Oppsummering og videre arbeid	14
6.	Litteratur	17

Sammendrag

Prosjektet var et samarbeid mellom Norwegian Seafarmers AS, Kulde- og Elektromekaniske AS, Sæplast AS og Møreforskning Ålesund. Prosjektet ble finansiert av aktørene og av Møre og Romsdal Fylke. Hensikten var å forbedre metoder for transport av blåskjell til kontinentet. For å oppnå dette brukte en to teknologier som er utviklet av bedriftene: Flo/fjøre- kar (levert av Sæplast AS) og kjølerom med saltvannståke (levert av Kulde- og Elektromekaniske AS).

Korrekt utført revitalisering før og etter transport er viktig for å oppnå høy overlevelse og lite vanntap under transport og ute i kjøledisk i butikk. Revitaliseringen gjøres i sjøvann med lav temperatur.

Flo/fjøre behandling har gitt like gode (vanntap og gaping) eller bedre resultater (dødelighet) sammenlignet med å revitalisere skjellene i kar med gjennomstrømmende vann. Flo/fjøre gir i tillegg mye bedre vannutskifting enn det en har i kar med gjennomstrømmende vann.

Saltvannståke gav redusert vanntap under transport når en sammenlignet med ordinær kjøletransport. Tåke i transporten gav også forbedret overlevelse i kjøledisk.

Det så ikke ut til at det var mulig å redusere gaping i noen særlig grad gjennom de metodene som ble brukt i dette prosjektet. Generelt ser det ut til at gaping er en atferd som er vanskelig å fjerne hos hengekulturskjell.

1. Bakgrunn

Dyrking av blåskjell er i en oppstartsfase i Møre og Romsdal. Totalt fire bedrifter har fått konsesjon, og har fått anlegg på plass på lokalitetene. I fylket er Norwegian Seafarmers (NSF) den bedriften som er kommet lengst i det praktiske arbeidet med blåskjell dyrking, de andre bedriftene er Blåmyra AS, Nordvest Havbruk AS og Joma Skjell.

Fra Norge er det i april måned 2004 eksportert 683 tonn blåskjell mot 321 tonn i tilsvarende periode året før. Tyskland og Frankrike er de land som vi eksporterer mest til. I årets fire første måneder i 2004 er det eksportert nær 1000 tonn til Tyskland, og ca. 725 tonn til Frankrike. Gjennomsnittsprisen er synkende for eksporterte skjell. Nedgangen for april måned i 2003 i forhold til april 2004 er på 70 øre/kg. Skjell eksportert i april 2004 ble betalt med 3,19 kr/kg i gjennomsnitt. Industriskjell til Tyskland gikk ned fra 2,11 kr/kg i 2003 til 1,25 kr/kg i 2004. For skjell til Frankrike gikk prisen ned fra 6,52 i april 2003 til 5 kr/kg i april 2004. (SSB mai 2004). En av årsakene til lavere priser er at mer skjell er sendt som bulk, dvs usortert. Skjell dyrkerne får bare betalt for de skjellene som kan selges, det såkalte nettoutbyttet, og dersom nettoutbyttet er lavt, blir prisene tilsvarende dårlige for hele partiet.

Problemene med lavt nettoutbytte har ikke endret seg vesentlig det siste året, selv om en nå er mer bevisst på problemet. Etter sjømatmessen i Brussel 2004 blir det fanget opp signaler fra kjøperne i Europa at norske skjell ikke har den samme overlevelsessevnen og gaper mer enn skjell fra land som vi konkurrerer med. (*Norsk Skjellforum 7. mai 2004*). I løpet av våren 2004 er det blitt sendt flere forsendelser til markedet i Europa med til dels svært så dårlige resultater med hensyn til overlevelse etter transporten. Det er blant annet sendt flere partier skjell som under transporten har blitt utsatt for høye temperaturer (over 10°C), med det resultat at av skjellene var døde ved ankomst. (*pers. med Gunnar Eiken, Norsk skjellforum*).

Tidligere arbeid ved Møreforskning Ålesund på krabbe og på fisk viser at det har vært mye å vinne i transporttid på å tilpasse sluttbehandlingen før forsendelse. Erfaringene fra disse forsøkene er tatt med i arbeidet i dette prosjektet. Møreforskning Ålesund har i perioden 2002-2005 et strategisk instituttprogram der det inngår metodikk for transport av levende sjømat. I dette programmet skal det blant annet arbeides med skjell, og dette har vært positivt for arbeidet i blåskjellprosjektet.

Erfaring tilsier at kvaliteten på skjellene samt behandlingen de utsettes for under opptak/transport er avgjørende for hvilken pris en kan få i markedet. Dersom det er for høy dødelighet risikerer leverandør at deler eller hele partiet blir vraket ved ankomst. Slikt vil ha store økonomiske konsekvenser for bedriften, samtidig som skjell fra Norge/vår region får et dårlig rykte på seg i markedet.

I prosjektet er det arbeidet for å utvikle systemer og rutiner for å ta vare på blåskjell etter at de er høstet. Disse systemene og rutinene skal gjøre at en kan tilby kundene på kontinentet norske blåskjell av høyere og mer stabil kvalitet.

2. Gjennomføring

Hovedmål:

Økt overlevelse av blåskjell under transport til kontinentet.

Vi har beskrevet to delmål i den opprinnelige prosjektskissen:

- 1: Utvikle en metode for rask testing av vitalitet under transport av blåskjell
- 2: Prøve ut ulike strategier for behandling før og under transport

Det ble forutsatt 30 % arbeidsfordeling på delmål 1, og 70 % på delmål 2.

I startfasen av prosjektet var det kun fokusert på å teste ut ulike strategier for behandling før og under transport. I løpet av prosjektperioden ble det gjennomført prosjektmøter ettersom forsøkene gav oss resultater. I løpet av forsøkene har vi sett at å utvikle en metode for testing av vitalitet før transport vil være vanskelig å få godt dokumentert. Videre mente deltagerne i prosjektet at dette delmålet er av vesentlig mindre betydning for de problemstillingene som næringa står ovenfor i dag. En valgte derfor å legge mer arbeid i delmål 2.

I tillegg til delmål 2 har vi sett på hvordan blåskjellene oppfører seg under transport, og hvordan de reagerer på ulike miljøforandringer. Blant annet har vi videofilmet blåskjell både under påvirkning av flo og fjøre og under lagring i kjølerom.

Gjennom ulike forsøk har vi studert overlevelse, vekttap og graden av gaping på skjellene. Vi har forsøkt å finne frem til metodikk som gir lavt vekttap, lav dødelighet under transport og minimal gaping frem mot konsument.

3. Bedriftene og deres teknologi

Norwegian Seafarmers

Norwegian Sea Famers AS (NSF) er lokalisert på Sunnmøre og er et produksjons og eksportselskap for blåskjell. Selskapet ble etablert våren 2000 og har syv konsesjoner i drift, fem i Storfjorden og to i Austefjorden. Selskapet har en målsetting om å produsere og eksportere 1500 tonn blåskjell i året innen 2006. Selskapet eksporterer også blåskjell fra andre dyrkere i fylket. Norwegian Sea Farmers ved Bernard Rekkedal og Per Gresdal har levert blåskjell til de ulike forsøkene.

Kulde og Elektromekaniske

Kulde og Elektromekaniske driver med de fleste typer kuldeanlegg. Butikkanlegg, industrianlegg, air-conditioning og er Norges største aktør på service og vedlikehold av kjøle- og frysecontainere. Firmaet har hovedkontor i Ålesund og underavdelinger i Oslo og Bergen. I tillegg har de avtaler med firma som de kan utføre arbeid for rundt hele kysten.

Tåkesystemet

Kulde og Elektromekaniske ved Harald Skulstad har bidratt med egeninnsats til dette prosjektet med sin erfaring fra kjølecontainere og prosesskjøling fra industri. Denne kompetansen har de brukt til å utvikle teknologi som blant annet kan brukes i en container for transport av levende blåskjell. De har tatt i bruk en teknologi som går på bruk av saltvannståke i kombinasjon med kjøling. Denne tåken sprayer inn i containeren og bidrar sammen med kjølingen til å opprettholde en god kvalitet på skjellene, fra høsting, og før og under transport til markedet.

Sæplast

Sæplast leverer flottører og annet utstyr til skjellnæringen. Leder for utviklingsavdelingen ved bedriften Arvid Jørgensen, er i tett og jevnlig kontakt med skjelloppdretterne.

Flo/fjøre-systemet

Sæplast har utviklet et sett av kar som satt i system og stablet over hverandre er med på å trimme skjellene ”for å lære” seg å holde seg lukket over lengre tid. Skjell fra tradisjonelle hengekulturer har ikke den samme responsen til å holde seg lukket i luft, som ville skjell fra flomålet. Vann pumpes opp i det øverste karet og renner så nedover i de karene som står under. Dette foregår ved at det øverste karet fylles helt opp, for så å sleppe vannet ned i karet under, som ikke tømmer seg før det er fullt og så videre nedover i systemet. Systemet er bygd opp uten bevegelige deler som trenger vedlikehold, annet enn pumpen som leverer vann i det øverste karet.

På denne måten tvinges skjellene til å åpne og lukke seg ettersom vannet ”kommer og går”. Ideene er at skjellene skal være bedre rustet til å holde seg lukket under den påfølgende transport, og dermed gi bedre kvalitet og overlevelse.

I en kommersialisering av disse to teknologiene antok en at de kunne fungere sammen i et system for transport av blåskjell. Forsøkene ble designet for å finne sterke og svake sider ved systemene, slik at en kunne bli i stand til å gi råd om hvordan en kunne bruke teknologiene for å oppnå det beste resultatet. Før forsøkene startet antok en at tåketeknologien ville være best egnet til selve transporten av skjell, og at flo/fjøreteknologien ville være best egnet for oppbevaring/styrking av skjellene før transport, samt for revitalisering på kontinentet etter transporten.

4. Metoder og Resultater

Vanntapet til skjell ble målt ved veiing av grupper av skjell før og etter en behandling. Startvekten ble oftest målt når skjellene hadde rent av seg, ca et minutt etter opptak fra vannet. Startvekten kunne i andre tilfeller være vekten ved ankomst Gangstøvika. Vanntapet ble regnet som prosent av startvekten.

Dødeligheten til skjellene i prosent ble regnet som antall døde skjell i forhold til totalt antall skjell. Etter de enkelte forsøkene ble skjellene satt i gjennomstrømmende vann noen dager slik at døde skjell ble lettere å skille ut, og slik at svært svake skjell enten frisknet til eller døde. Skjell ble regnet som døde når åpne skjell ikke lukket seg ved håndtering.

Skjell i luft ble vurdert som gapende når det var en tydelig åpning mellom skalldelene.

4.1 Forsøk 1

Måling av vanntap og dødelighet av blåskjell.

Metoder

Skjellene kom fra Norwegian Sea Farmers lokalitet ved Dyrkorn i Storfjorden. Skjellene var høstet gjennom normal høsteprosedyre, og pakket i sekker med vekt ca 10 kg. De ble så fraktet med bil direkte til Møreforsknings lokaler i Gangstøvika. En sekk ble vilkårlig tatt ut og innholdet gjennomgått. I denne sekken ble det talt opp 340 fine skjell, 14 knuste, 6 tomme og 2 døde med innmat.

De øvrige sekkene ble sortert ved at knuste skjell ble sortert ut. Det ble så veid inn ca. 5 kg i hver sekk. Sekkene ble så lagt i et kar med kontinuerlig gjennomstrømmende vann i fem dager før de ble lagt i tre ulike prosesser for forbehandling. Temperaturen på vannet var 10°C

- | | | |
|---|---------------------------------------|----------|
| 1 | Flo/fjøre (Figur 1) | 3 sekker |
| 2 | Kar med kontinuerlig gjennomstrømning | 2 sekker |
| 3 | Kjølerom med tåke (Figur 2) | 3 sekker |



Figur 1. Oppsett av flo og fjøre



Figur 2. Konsentrasjon av tåke i kjølerommet

Flo og fjøresyklusen var justert til sykluslengde på 21 minutt. Det vil si at det tok 21 minutt fra hvert enkelt kar var fullt til det var fullt igjen.

I kjølerommet med tåke var det kjøling i 1 time og stillstand i to timer. Rett etter kjøleperioden ble det sprayet inn tåke sammenhengende i 1 minutt. Det vil si at hele syklusen tok 3 timer. Kjølerommet hadde en temperatur på 4 °C.

Etter forbehandling i fem dager ble sekkene overført til en av de to "transport"-behandlingene,

- 1 Kjølerom (4 °C)
- 2 Kjølerom med tåke (4 °C).

Etter tre dager i simulert transport ble det tatt ut en kilo skjell fra hver sekk, og disse ble lagt over i kar med rennende vann (10°C), slik at en senere kunne registrere dødelighet. Dødelighet ble vurdert ut i fra visuell observasjon etter denne ”rekondisjoneringen”. De påfølgende dagene ble det tatt ut en ny kilo skjell fra hver sekk, og disse ble også lagt i rennende vann. På denne måten ble det fem uttak (1 kg/uttak*5uttak = 5 kg) over en periode på 5 dager. Hensikten med dette var å se på forskjell i overlevelse etter ulike strategier for forbehandling og transport over flere dager.

Forbehandlinger · Tåke/kjøle · Vannkar	➔	Simulert transport · Kjølerom (3-7 dager) · Kjølerom m. tåke (3-7 dager)	➔	Sjekk av overlevelse
--	---	--	---	----------------------

Start forbehandling 29/9-03, sekker lagt på tåke 30/9-03

Start av simulert transport 3/10-03

Slutt-uttakene ble tatt ut 6., 7., 8. og 9./10.

Resultater

Vanntap gjennom forsøk 1. Registrering av vanntap ble gjort ved at skjellene ble veid inn før under og etter forsøkene.

De sekkene som lå i luft både under forbehandling og simulert transport (sekk 4-6) hadde det største vanntapet (Tabell 1). Sekkene som var i flo/fjøre forbehandling (sekk 1-3) hadde noe mindre vanntap enn sekkene som hadde forbehandling i vannkaret (sekk 7-8), men her er det bare små forskjeller. Det var ikke grunnlag for å si at tåke/kjøle under transport gav vanntap som var ulikt det i kjøle.

Tabell 1. Resultater etter forsøk 1. Vanntap etter de ulike forbehandlings og transport betingelsene. Vanntapet er etter 8 dager i kjøle eller tåke/kjøle.

Sekk nr	Forbehandling	Simulert transport	Vanntap %
1	Flo/fjøre øverst	Kjøle	11.7
2	Flo/fjøre midten	Kjøle	9.3
3	Flo/fjøre nederst	Tåke/kjøle	14.1
4	Tåke/kjøle I	Tåke/kjøle	21.7
5	Tåke/kjøle II	Tåke/kjøle	20.3
6	Tåke/kjøle III	Kjøle	19.1
7	Vannkar	Tåke/kjøle	13.1
8	Vannkar	Kjøle	15.9

Etter endt forsøk viste det seg at det ikke var dødelighet av betydning i noen av sekkene som følge av den prosessen de hadde vært igjennom. De skjellene som var døende/døde var mekaniske stresset i form av brekkasje i forbindelse med ytre påkjenninger forut for forsøket. Det viste seg at det kunne være vanskelig å luke ut alle de knuste skjellene under sorteringsprosessen da brekkasjen kunne være vanskelig å oppdage på lukkede skjell. .

4.2 Forsøk 2

Måling av vanntap og dødelighet

Metoder

Samme oppsett som forsøk 1, men lenger fase for simulert transport. Skjellene ble levert fra Norwegian Sea Farmers lokalitet i Austefjorden. Skjellene ble behandlet og pakket på samme måte som i forsøk 1. Vanntemperaturen under forsøket var ca 9 °C.

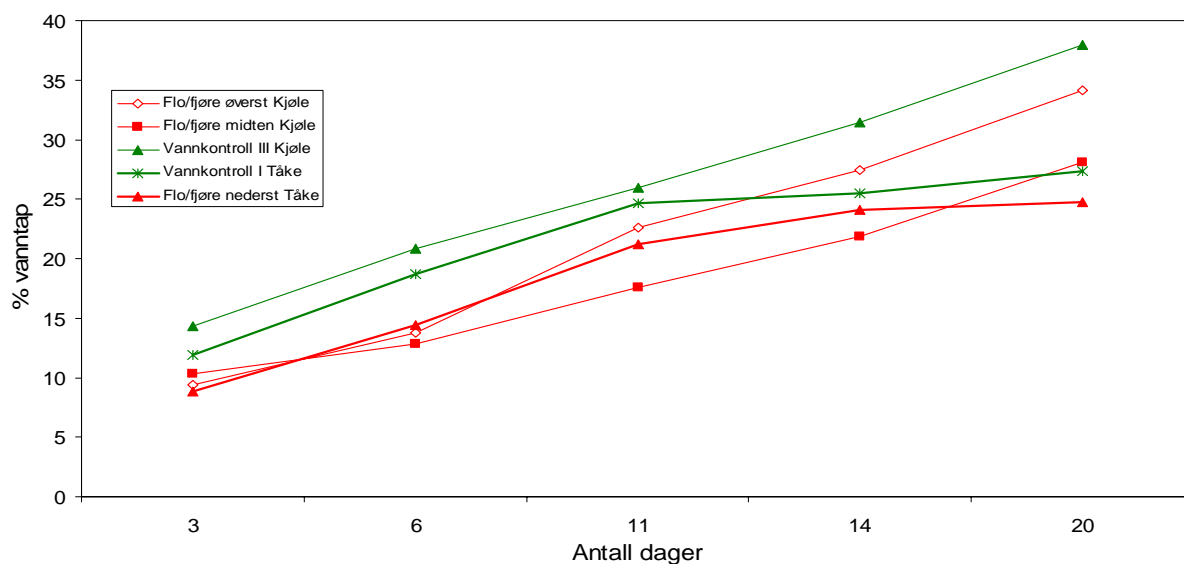
Tidsforløp

Start forbehandling	31. okt -03
Start sim. transport	4. nov
Start uttak	7. nov, 1 uttak
	10. nov, 2 uttak
	14. nov, 3 uttak
	18. nov, 4 uttak
	24. nov, 5 uttak

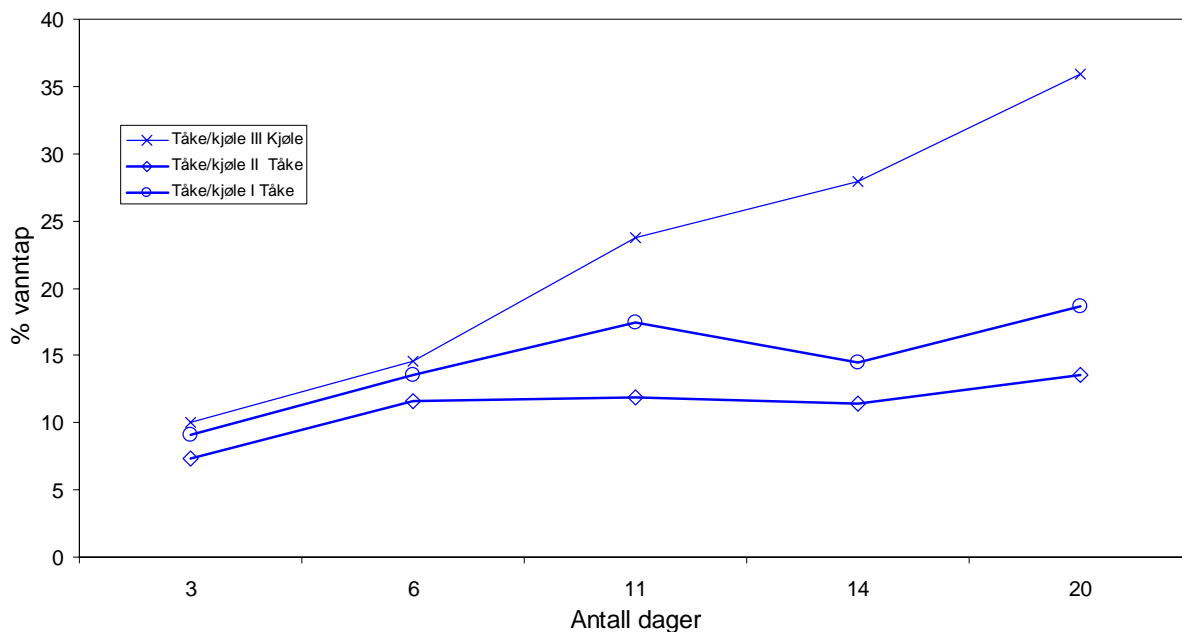
Tåkemengden ble justert i startfasen av forsøket til 5 minutt tåkeperiode i hver 3 timers syklus. En uke ut i forsøksperioden ble tåkemengden redusert på grunn av rusk/saltkrystaller i dysen. Da dette ble oppdaget ble dysen skiftet ut men en større og forsøket fortsatt. Den større dysen gav økt mengde tåke.

Resultater

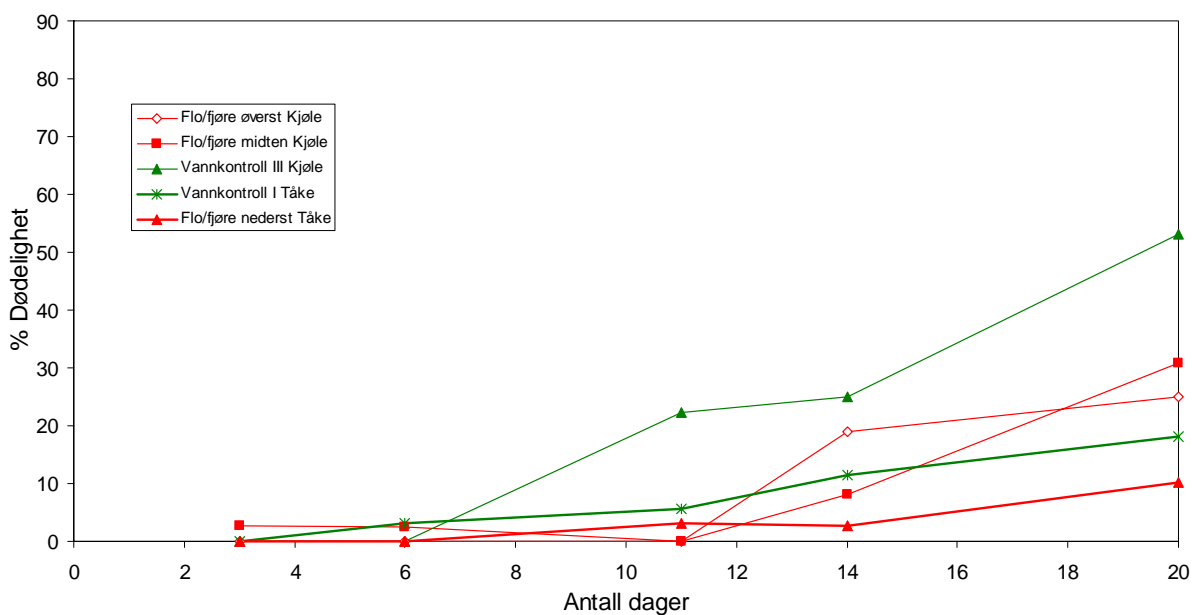
Vanntap og dødelighet gjennom forsøk 2.



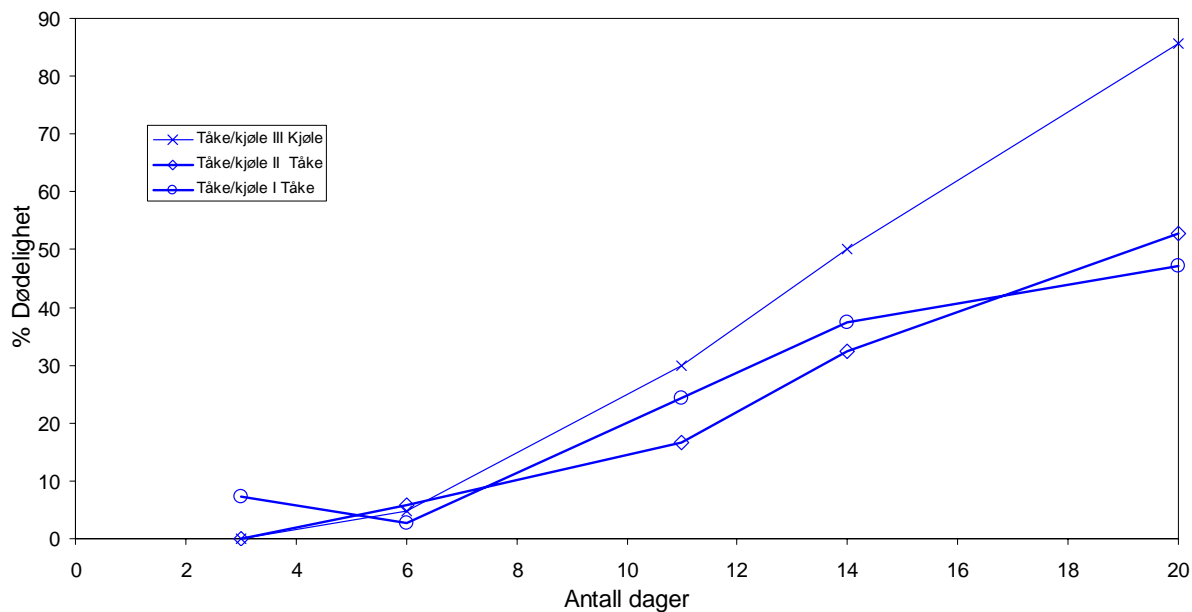
Figur 3: Prosent vanntap(akkumulert) gjennom simulert transport i forsøk 2, for skjellene som hadde vann eller flo/fjøre som forbehandling. Flo/fjøre forbehandling ga mindre vanntap ved dag 3 enn vann forbehandling, etter dag 3 var det ingen forskjell i vanntap mellom de to forbehandlingene. Tåkemengden ble øket etter dag 11, en ser at vanntapet i de to tåke-gruppene fra dag 11 til dag 20 var vesentlig lavere enn i kjøle-gruppene.



Figur 4: Prosent vanntap(akkumulert) gjennom simulert transport i forsøk 2, for skjellene som hadde fått tåke/kjøle forbehandling. Skjellene som gikk videre på kjøle hadde høyere vanntap enn skjellene som gikk videre på tåke. En ser at vanntapet etter tre dager er 7-10 %, men skjellene har også mistet vann i løpet av de fem foregående dagene de gikk på forbehandling. Dvs at vanntap fra de ble tatt opp fra vann er rundt 20% ved dag 3.



Figur 5. Dødelighet i gruppene som hadde fått flo/fjøre eller vann som forbehandling. Standard behandling (vann forbehandling, kjøle i transport) gav størst dødelighet ved transporttid over 11 dager. Behandlinger som hadde flo/fjøre i forbehandling eller tåke i transport gav bedre overlevelse, og kombinasjonen av begge gav lavest dødelighet.



Figur 6. Dødelighet i gruppene som hadde fått tåke/kjøle som forbehandling. Fram til 14 dager kan en ikke si at det var forskjell i dødelighet mellom de to behandlingene (tåke/kjøle og kjøle). Etter dag 6 viser alle gruppene med tåke/kjøle forbehandling høyere dødelighet enn de andre forbehandlingene som er vist i forrige figur.

Konklusjon

Behandlinger som hadde flo/fjøre i forbehandling eller tåke i transport gav bedre overlevelse, og kombinasjonen av begge gav lavest dødelighet. Det så ikke ut til at flo/fjøre forbehandling gav særlig redusert vanntap i den påfølgende transporten. Tåke i transporten gav mindre vanntap.

4.3 Forsøk 3

Måling av vanntap, dødelighet og gaping

Metoder

Ved mottak hos Møreforskning ble skjellene delt i tre grupper:

- 1: (uten forbehandling) gikk direkte til simulert transport (kjølerom 4°C)
- 2: Fikk flo/fjøre revitalisering i fire dager. Dvs.at skjellene ble lagt i flo og fjøre systemet for å få muligheten til å ”ta seg igjen ” etter stress påført under høsting og påfølgende transport til Gangstøvika. Vanntemperatur (10°C)
- 3: Fikk revitalisering i kar m. gjennomstrømmende vann i fire dager. Av samme grunn som for gruppe 2.

Hver av disse gruppene ble delt i to:

- 1: Fikk simulert transport i tåke/kjøle i tre dager
- 2: Fikk simulert transport i kjøle i tre dager

Hver av disse gruppene ble igjen delt i to:

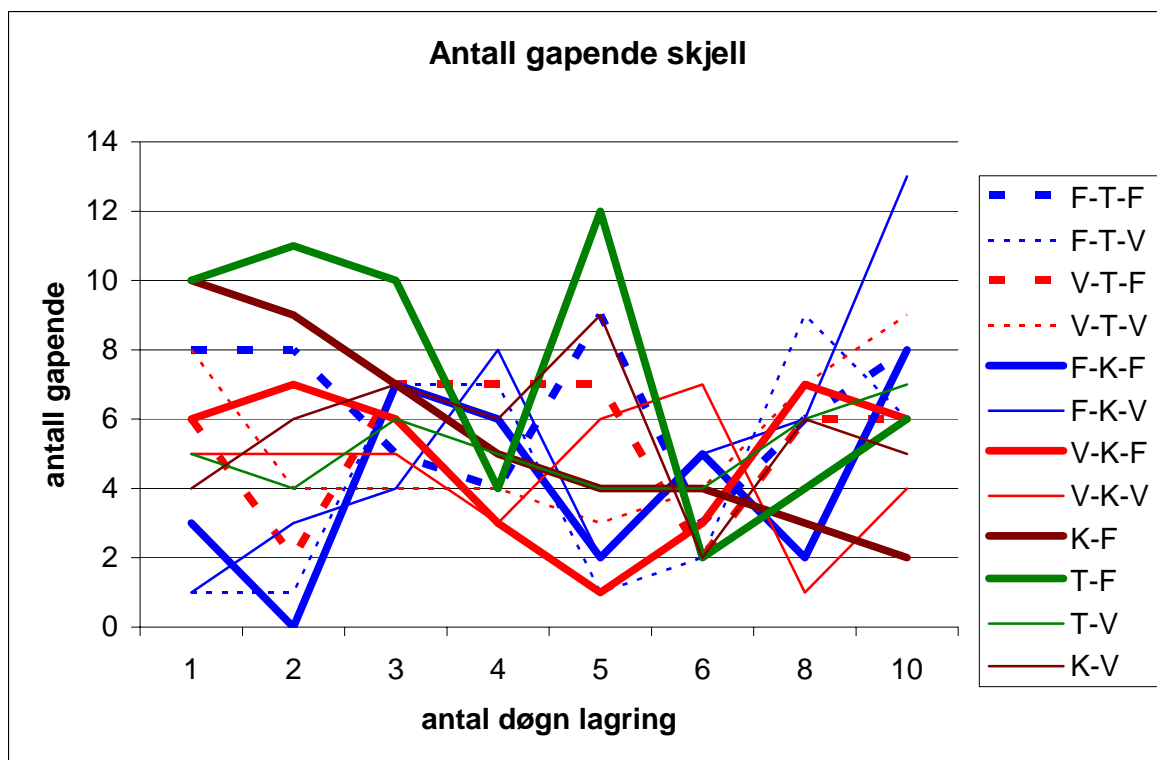
- 1: Fikk revitalisering i flo/fjøre i fire dager
- 2: Fikk revitalisering i kar m. gjennomstrømmende vann i fire dager

Etter all denne oppsplittingen hadde en $3 \cdot 2 \cdot 2 = 12$ grupper med skjell, og hver av disse bestod av ca 3 kg skjell. Hver av gruppene ble lagt i en egen bakke på kjølerom, med noe is. Dette ble gjort med tanke på å etterligne forholdene i en kjøledisk i butikk. Hver dag ble gapende skjell talt opp og flyttet over til en egen, separat bakke for den enkelte gruppe. En så underveis i forsøket at skjell som var utsortert som gapende i stor grad var lukket de senere dagene. Skjellene ble holdt i 10 dager på kjølerom. Deretter ble de pakket separat i nettingposer (totalt 24 grupper) og lagt i kar med gjennomstrømmende vann, slik at en senere kunne telle opp døde og levende skjell.

Resultater

Simulert transport

Vanntap-tallene under simulert transport var vanskelige å tolke fordi det var ulik mengde døde/tomme skjell i gruppene. Men vanntapet gjennom de tre dagene transporten varte var dobbelt så stort blant de ikke-forbehandlede gruppene (18 og 22%) sammenlignet med dem som hadde fått forbehandling (8,9,9,og 11%). I tillegg hadde gruppene uten forbehandling mistet vann fra de ble tatt opp fra blåskjellanlegget fram til de ble veid opp før transport, ca 2-3% ekstra vanntap.



Figur 7. Antall gapende skjell som ble lagt over til egen bakke, gjennom de ti dagene som kjølelageringen varte (kjølelageringen skulle etterligne de forholdene som skjell har i butikken. Hver gruppe bestod av fra 200-250 skjell, og fra hver av de 12 gruppene ble det sortert ut mellom 38 og 59 gapende skjell, det var ikke tydelige forskjeller mellom behandlingene. Behandlinger: F (flo/fjøre), V (kar m. gjennomstrømmende vann), K (kjølerom), T (Tåke/kjølerom). Eksempler: **F-T-V**=flo/fjøre revitalisering før transport, tåke/kjølerom under transport og kar m. gjennomstrømmende vann i revitalisering etter transport. **K-F**=(ingen revitalisering før transport), Kjølerom under transport og Flo/fjøre revitalisering etter transport.

Andel gapende skjell varierte mye i løpet av de ti dagene i (etterlignet) kjøledisk (Figur xx). Det var bare en svakt økende tendens til gaping utover i perioden (en må på Figur xx ta i betraktning at det nærmere slutten av perioden er ca 25% færre skjell i gruppen en plukker fra). Som et gjennomsnitt var det ca 2% av skjellene som gapte, De høyeste observerte toppene utgjorde ca 6% gapende skjell i gruppen.

Skjellene som ble utsortert som gapende var svakere (som gruppe) enn skjellene som ikke ble observert gapende, men de fleste av de utsorterte skjellene var i god form ved slutten av forsøket. I de fire gruppene uten forbehandling døde et gjennomsnitt på 25% av de "ikke-gapende" skjellene, og 48% av de utsortert gapende skjellene. I "kar"-forbehandlingen døde 7% av de ok skjellene og 22% av de utsortert gapende, i flo/fjøre forbehandlingen døde 8% av de ok skjellene og 20% av de gapende.

Gapende skjell ble sortert ut en gang daglig, og etter at en har sett hvordan skjellene åpner og lukker seg kan en si at det er mange flere skjell som har vært gapende. En har bare ikke vært der da det skjedde.

Effekter av de ulike behandlingene på det som skjedde i "butikken".

Revitalisering etter høsting gav lavere dødelighet (11,5%) enn de som hadde gått rett på simulert transport (21,4%). Vekttapet i butikken var også høyest blant dem som hadde gått rett på transport (42%) kontra dem som hadde fått en revitalisering (33%). En kunne ikke si at de to metodene (flo/fjøre kontra kar) hadde gitt ulike resultater ute i butikken.

Simulert transport. Det var en svak tendens til lavere dødelighet blant de skjellene som hadde fått tåke i simulert transport (gjennomsnittlig 13,0 kontra 16,6%)

Revitalisering etter transport i flo/fjøre kontra kar gav følgende effekter på skjellene "i butikken": En svak tendens til mer gaping blant flo/fjøre skjellene, 20,0% utsortert gapende skjell kontra 18,5%. Gjennomsnittlig vekttap blant flo/fjøre gruppene var 18,7%, 20% i kar-gruppene. Dødeligheten i "butikken" var lavere i flo/fjøre gruppene (10,9%) enn i kar-gruppene (18,4%).

Tabell 2. Prosent døde og gapende i hver gruppe

	<u>Revitalisering etter høsting</u>			<u>Simulert transport</u>			<u>Revitalisering etter transp</u>		<u>Simulert kjøledisk</u>			
	Døde %	Vekttap %	Gapende %	Døde %	Vekttap %	Gapende %			Døde %	Vekttap %	Gapende %	
Uten for-behandling	21,4	21	23,9 ?	Kjøle	24,0	20,5	24,0 ?	Flo/fjøre	?	17,6	34	24,4
				Kar						29,1	22	23,6
				Tåke/kjøle	19,1	21,5	23,9 ?	Flo/fjøre	?	18,5	19	25,1
				Kar						19,7	24	22,6
Flo/fjøre	11,5	16	18,2 ?	Kjøle	12,0	16	18,1 ?	Flo/fjøre	?	6,6	14	18,9
				Kar						17,1	18	17,5
				Tåke/kjøle	11,0	16	18,4 ?	Flo/fjøre	?	7,0	14	21,1
				Kar						15,4	18	15,4
Kar m vann	11,4	17,25	15,5 ?	Kjøle	13,7	17	15,1 ?	Flo/fjøre	?	9,4	15	13,5
				Kar						17,8	19	16,6
				Tåke/kjøle	9,0	17,5	16,0 ?	Flo/fjøre	?	6,5	16	16,8
				Kar						11,4	19	15,3

Konklusjon

Skjell som ble revitalisert før transport gav mye bedre resultater enn skjell som ikke ble revitalisert.

Noe lavere dødelighet i "butikk" ved å bruke tåke i transport og ved å bruke flo/fjøre i revitalisering etter transport.

Gaping er normal atferd hos blåskjell fra hengekultur, og gapingen ble ikke vesentlig redusert gjennom de ulike behandlingene som skjellene fikk. Utsorterte gapende skjell viste imidlertid høyere dødelighet enn de gjenværende skjellene.

4.4 Andre resultater

Gaping observert med video

Et webkamera tilkoblet bærbar PC ble brukt til å ta tidsserier med bilder, ett bilde hvert 10. sekund. Når disse bildeseriene kjøres som video blir en time komprimert ned til ca 10 sekunder på video, og en blir i stand til å se skjellenes langsomme bevegelser. Det ble tatt film av (1) skjell i flo/fjøre kar og (2) skjell på kjølelager (uten tåke).

Resultatene er kvalitative, en har ikke satt av tid til f.eks. å tallfeste hvor mange skjell som aldri åpnet seg, hvor lenge skjellene var åpne, o.l.



Figur 8. Videobilder tatt med to minutters mellomrom den femte dagen etter skjellene ble satt inn på kjølerommet for videofilming. Noen skjell har lukket seg, andre åpnet seg og noen var åpne på begge bildene i denne perioden. Åpning og lukking var lett å se på video på grunn av bevegelser i massen av skjell.

Den mest tydelige atferden fra video-observasjonene var skjell som åpnet seg kortvarig (1-2 min) og ellers holdt seg lukket. De kunne gjerne åpne seg flere ganger i løpet av en time, men det aller meste av tiden var de lukket. En del skjell gapte over lengre perioder, men også disse lukket seg oftest kortvarig en eller flere ganger i løpet av 1-2 timer. Skjellene på kjølelageret (4°C) viste varierende aktivitet med hensyn på gaping, kanskje så mange som halvparten av skjellene var åpne en eller flere ganger i løpet av 1-2 timer, noen mange ganger og andre få ganger. Kortvarig gaping så også ut til å variere mellom dagene.

5. Oppsummering og videre arbeid

Flo/fjøre systemet.

Teknisk har systemet fungert etter hensikten, skjellene har fått vekselvis vann og luft både oppe og nede i stabelen med kar. Det bør lages en anordning for at vannet renner ut av systemet ved en vannstopp, dette vil også gjøre at en kan gi skjellene lengre tørre perioder. En kan da gi noen sykluser med flo/fjøre, stoppe vannet og la vannet drenere ut av systemet, la systemet stå med luft en periode før en igjen gir flo/fjøre sykluser.

Basert på to forsøk så det ut til at flo/fjørebehandling i til sammen 5-8 dager gav en halvering i dødelighet over 10 dager (dvs ute i butikken). Vi har ikke tilstrekkelig materiale for å kunne si om flo/fjøre gir redusert dødelighet i korte perioder i luft (som for eksempel transport til kontinentet, tre dager i kjølt luft). Gunderley *et al.* (1994) fant ikke økt overlevelse i kjølt blant blåskjell som hadde vært plassert en uke i flomålet, men en behandling på 35 dager gav god effekt. Det så ikke ut til at flo/fjøre behandling gav mindre vanntap under transport eller i butikk, og behandlingen gav heller ikke redusert gaping.

Flo/fjøre behandling kan gjøres mer aggressivt enn i dette forsøket, uten at en kan si om dette kunne gjort skjellene sterkere eller svakere. Lengre tørre perioder burde vært prøvd ut.

Flo/fjøre behandling har gitt like (vanntap og gaping) eller bedre resultater (dødelighet) sammenlignet med det å holde skjellene i kar med gjennomstrømmende vann. Dette må en si er et godt resultat, fordi vannforbruket i gjennomstrømningskaret var ca 10 ganger høyere pr kg skjell enn i flo/fjøre systemet. En stor fordel med flo/fjøre er at alle skjellene får tilgang til friskt vann, selv i et fullskala kar fullt av skjell. Dette gjør at en får full utnyttelse av oksygenet i vannet samtidig som en sikrer alle skjellene gode betingelser. Dette er umulig å få til med gjennomstrømmende kar pga at skjellene midt i skjellmengden ikke får nødvendig oksygen når en benytter vannet fullt ut (oksygenmetningen i avløp er f.eks. 50%). I flo/fjøre systemet får skjellene i de underste karene dårligst vann, men dette er forutsigbart og en kan legge inn nødvendige marginer, evt snu om på karene for å veksle på hvem som får det beste vannet. En kan også la karene stå enkeltvis, men de tar da mer areal og en trenger flere vanntilførsel-slanger.

Tåke-systemet.

Teknisk har systemet fungert slik det skulle. Den største dysen som ble satt i gav sterkere skjell enn den som stod i først.

Tåke/kjøøl framstod som et vesentlig dårligere alternativ til revitalisering før transport, sammenlignet med flo/fjøre og gjennomstrømningskar.

Tilstrekkelig tåke gav redusert vanntap i transport når en sammenlignet med ordinær kjøletransport. Det ble også sett at skjell som på forhånd hadde hatt vanntap kunne øke vekten gjennom å ta til seg vann fra tåka. Det vil være rimelig å postulere at når skjellene er eksponert direkte for den kjølte luften i et kjølerom, vil vanntåke alltid gi mindre vanntap enn en ren kjøletransport. Dette fordi kjøleaggregatet kondenserer vanndamp fra rommet, og denne fuktigheten kommer iallefall delvis fra skjellene. Effekten av tåke ville forsvinne hvis skjellene skilles fra luften i kjølerommet, f.eks. med pakking i tette kasser. Videre kan

skjellene i en kommersiell transport kanskje ha mindre vanntap enn skjellene i dette prosjektet, fordi kjølerommet er fylt opp av skjell. En bør således gjøre forsøk med større mengder skjell i tåkekammeret.

Tåke gav halvert dødelighet gjennom 20 dager i "tørr" transport i forsøk 2, sammenlignet med ren kjøletransport. For transporttider på tre dager så en ikke forskjeller i dødelighet.

Av ulike grunner (tilgjengelig vannmengde, tilgjengelige tidsbrytere, korrosjon av aggregat) valgte en å sprøyte tåke ett minutt hver tredje time. Det er sannsynlig at jevnere og tykkere tåke ville gi enda bedre resultater mhp dødelighet og vanntap. Det kan kanskje være mulig å bruke ferskvann istedetfor saltvann i produksjonen av tåke? Dette ville gjøre det lettere å få tak i egnet vann, og ville redusere korrosjon på aggregater o.l.

Vanntap på kjøøl. Vanntapet de første dagene (0-3 dager) i forsøkene var høyere enn senere i forsøkene. Vanntapet fra 0-3 dager lå oftest mellom 7 og 14%, og videre utover i forsøkene lå vanntapet på ca 10 % pr uke. I våre forsøk ble startvekten målt etter at skjellene hadde rent av seg i ca en halv time. Det høyere vanntapet i starten av forsøkene kan skyldes fortsatt avrenning fra utsiden av skjellene, og/eller vanntap fra selve skjellene (kappevann som renner ut når skjellene åpner seg første gang). Coleman (1973 b) fant at blåskjell fremdeles kunne ha kappevann tre dager etter opptak, og han hadde ikke dyrene på kjøøl. Vekttapet i denne perioden kunne tilskrives tap av kappevann, og lite tap fra selve dyret.

Gaping. Det så ikke ut til at det var mulig å redusere gaping i noen særlig grad gjennom de metodene som ble brukt i dette prosjektet, alle behandlingene var skånsomme for skjellene. En kan lukke skjellene ved å gi dem dårlige forhold (oksygenfritt vann, MAP-pakking, etc), men dette vil ikke gi sterkere skjell.

Våre observasjoner tyder på at gaping er en respons som er vanskelig å fjerne hos hengekulturskjell, og dette er også erfaringene fra australske produsenter av blåskjell (*Mytilus edulis*). Følgende er sakset fra hjemmesidene til en leverandør:

"Mussels will normally be gaping or open on arrival at your premises or even on display at the supermarket or fishmongers. This is because the mussel is in a very relaxed state when held under chilled conditions. They are NOT dead. If lightly tapped, they will close, indicating that they are still alive. If storing mussels before consumption, it is very important that the mussels are kept in moist, chilled conditions."

Resultatene fra Guderley *et al.* (1994) underbygger også dette, idet de fant at korttidslagring (7 dager) av blåskjell i tidevannssonen ikke gav redusert gaping. Graden av gaping hos blåskjell er vist å ha sammenheng med metabolismen til det enkelte individ (Shick *et al.* 1986). Blåskjell reduserer metabolismen kraftig etter opptak fra vann, uavhengig om de gaper eller ikke. Gapende skjell tar opp en del oksygen fra luften for å opprettholde delvis aerob respirasjon (Coleman 1973 b).

Hurtigtesting av overlevelses-evne. Dette var inne i prosjektet da det ble initiert, men interessen blant brukerne for å gå videre på dette sank raskt. Bakgrunnen var først at det ofte var høye dødeligheter i forsendelser til kontinentet i perioder med varm sjø/luft. Kanskje kunne en teste disse skjellene for å hindre at en sendte skjell som ikke tålte slik transport? Senere har en kommet til den erkjennelse at det er en bedre strategi å endre og kontrollere transportbetingelsene (nedkjøling, høy luftfuktighet, kondisjonering).

Logistikk, kommersielle transporter. Dagens beste standard mhp forsendelser av skjell til kontinentet ser slik ut:

1. Pakking i sekker under opptak på anlegget
2. Reutsetting av sekkene på anlegget i forekommende overflatevann-temperatur
3. Opptak av skjell, frakting på båt i forekommende luft fram til lasting i kjølebil
4. Kjølebil til kontinentet
5. Revitalisering i vann uten temperaturkontroll før pakking

Ulemper med denne praksisen er at en får økt dødelighet og vanntap fordi skjellene ikke revitaliseres på en standard måte før transport, og en har ikke gode tiltak for å kjøle skjellene ved høye vann- og lufttemperaturer i Norge.

En stor svakhet i dag er mottak/kondisjonering på kontinentet om sommeren, nærmere bestemt at vanntemperatur under revitalisering der blir for høy. Dette er for tiden utenfor norsk kontroll, med unntak av et norsk selskap som har kjøpt seg inn i et fransk pakkeri som har en viss kapasitet på mottak i kjølt vann.

Det er i forsøkene brukt opptil 20 dager lange "tørre" perioder på skjellene, for å tydeliggjøre forskjeller i vanntap og overlevelse. I dag er det en "tørr" periode under transporten til kontinentet (tre dager fra opptak fra sjø), og en "tørr" periode etter pakking fram til konsum (maksimalt 10 dager).

Resultatene fra prosjektet støtter de tankene en hadde om logistikk i starten av prosjektet: Etter at skjellene er tatt av samlerne bør de ha et opphold i vann (kondisjoneres) før transport. Flo/fjøre fungerer godt for en slik kondisjonering, og det er en fordel å bruke kjølig vann om sommeren (vann fra dypet). Skjellene bør kjøles ned før transporten, en kjølebil har ikke kapasitet til å kjøle ned mange tonn med skjell under transporten. Selve transporten bør skje kjølig og fuktig, her vil tåke/kjøle fungere best for skjell som har direkte kontakt med kjøleluften. Både kondisjonering før transport og fukt/kjøling under transporten vil gi redusert dødelighet og framfor alt redusert vanntap ved innveing hos mottaker. Mottaker gjør en kondisjonering av skjellene etter transport, før pakking. Denne må skje i vann, og flo/fjøre systemet vil også være velegnet her. Mottaker bør/må ha mulighet for å bruke kaldt vann for å opprettholde kjølekjeden og for å forhindre temperatursjokk på skjellene, antageligvis et system med resirkulering av vannet og bruk av biofilter og oksygenering.

En ser for seg at skjellene pakkes i sekker på ca 10 kg under opptak av skjellene, sekkene stables i flo/fjøre kar for kondisjonering. Etter kondisjonering heises sekke-stablene over på paller i kjølebil med tåke for transport. Ved ankomst kontinentet heises sekkene over i flo/fjøre kar for kondisjonering. Deretter åpnes sekkene og skjellene sorteres, pakkes og sendes til butikk.

Hvis en transporterer skjellene i kjølecontainer på skip istedet for å bruke kjølebil blir transporttidene i luft lengre. Dette vil ytterligere favorisere gode metoder for revitalisering og transport.

Videre arbeid i prioritert rekkefølge.

1. Både for flo/fjøre og tåke bør en gjennomføre forsøk med større kvanta skjell på lab, fulgt av kommersiell skala forsendelser av skjell til kontinentet.
2. For flo/fjøre bør en dokumentere vannforbruk og overlevelse, og sammenligne med "best practice" for konkurrerende metodikk. En bør også se på fordeler/ulempes ved å bruke flo/fjøre i et system for levendelagring av skjell over lengre tid (bufferlagring). For tåketeknologien bør en gjøre flere forsøk i mindre skala med økt mengde og/eller frekvens av tåke, og se på hvor lavt en kan komme i vanntap.
3. Det bør gjøres mindre, kontrollerte forsøk med hvordan skjellene mister vann, fordi dette gir viktig info. om hvordan og i hvilken grad en kan stoppe vanntapet. Det er dessuten viktig å ha et bevisst forhold til hva som en regner som startvekten til skjell før en begynner å regne vanntap. En sekk med skjell der mange er åpne under opptak vil ha større vanntap under avrenning enn en sekk der skjellene er lukket. Hva skal regnes som startvekt?

6. Litteratur

Coleman, N., 1973 a. The oxygen consumption of *Mytilus edulis* in air. *Comp. Biochem. Physiol.*, **45A**, 393-402.

Coleman, N., 1973 b. Water loss from aerially exposed mussels. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **12**, 145-155.

Norsk Skjellforum 7.mai 2004. Informasjonsbrev fra Norsk skjellforum, sendt over internett til skjellforumets medlemmer.

Gunderley, H., Demers, A., Couture, P., 1994. Acclimatization of blue mussel, (*Mytilus edulis* Linnaeus, 1758) to intertidal conditions: Effects on mortality and gaping during air exposure. *Journal of Shellfish Research*, **13**, 379-385.

Shick, J.M., Gnaiger, E., Widdows, E., Bayne, B.L. and De Zwaan, A., 1986. Activity and metabolism in the mussel *Mytilus edulis* L. during intertidal hypoxia and aerobic recovery. *Physiol. Zool.* **59(6)**, 627-642.