

Sluttrapport prosjekt "Kvalitetsvariasjoner hos dyrkede blåskjell"

Prosjektansvarlig: Hallvard Lerøy AS

Prosjektleder: Johan Kvalheim

Prosjektansatt: Arne Duinker, Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt (nå NIFES)

Samarbeidspartnere:

Fjord Aker AS
Åfjord-Skjell AS
Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt
Havforskningsinstituttet
Høgskolen i Sogn og Fjordane

Prosjektperiode: 1999-2002

Finansiering:

Bevilgning/tilsagn Fra forskningsrådet/SND:	500 000
Egne midler:	702 000
TOTAL PROSJEKTKOSTNAD	1 202 000

Mål

Prosjektet søker å øke kunnskapen om kvalitetsvariasjoner hos dyrkede blåskjell og anvendelse av dette i strategier for høsting og salg.

Delmål

- Etablere rutiner for overvåkning av kvalitet under dyrking av blåskjell
- Undersøke sesongmønstre i kvalitetsvariasjoner hos dyrkede blåskjell.
- Undersøke forskjeller i tidspunkt for gyting og kjønnsmodning mellom blåskjell fra en nordlig lokalitet (Mørrefjorden i Nord-Trøndelag), en lokalitet lenger sør (Sognefjorden) og en sørlig lokalitet (Hardanger), samt lokale forskjeller innen hver av lokalitetene.
- Undersøke forskjeller mellom ettårige, umodne blåskjell og toårige, kjønnsmodne blåskjell i Sognefjorden.
- Implementere resultatene fra undersøkelsene i strategier for høsting og salg.

INNHold

SAMMENDRAG.....	3
INTRODUKSJON	4
MATERIALE OG METODER	5
OPPSETT I STRØMPER	5
MILJØDATA.....	5
BESTEMMELSE AV FYLNINGSGRAD	5
HISTOLOGI	6
FARGEMÅLING	6
MÅLING AV SKALLSTYRKE.....	6
BESKRIVELSE AV LOKALITETENE	7
RESULTATER.....	8
FYLNINGSGRAD.....	8
TEMPERATUR	9
HISTOLOGI/SAMMENLIKNING AV MODNING HOS BROILERE OG ELDRE SKJELL.....	12
FARGEMÅLINGER	13
DISKUSJON.....	13
GYTEPERIODE	13
OPPBYGNING.....	14
FARGEANALYSE	15
SALTHOLDIGHET OG SMAK.....	15
ANVENDELSE, IMPLEMENTERING OG VIDERE ARBEID.....	15
KONKLUSJONER	16

Sammendrag

Blåskjell fra dyrkingsanlegg i Trøndelag, Sogn og Hardanger ble fulgt gjennom sesongene 2001 og 2002. Skjellene viste store variasjoner i matinnhold eller fylningsgrad som følge av oppbygning og gyting. Det ble funnet forskjeller i gytetidspunkt mellom landsdelene i 2001. Hovedgytingen i slutten av juni i Trøndelag kom senere enn gytingen i midten av mai i Hardanger. Skjellene i Trøndelag var på sitt beste i perioden mai-juni da fylningsgraden i Hardanger var på det laveste. Det ble og observert store forskjeller i gytemønster mellom de to årene. Den markerte nedgangen i fylningsgrad fulgt av oppbygning fra 2001 ble ikke sett i 2002, da skjellene så ut til å gyte spredt over en lengre periode. Fylningsgraden viste da mindre svingninger med over 20% matinnhold gjennom hele perioden.

Det ble observert forskjeller i temperaturprofil gjennom året med lavere temperaturer i Trøndelag sammenliknet med lenger sør. Dette kan til dels være grunnen til forskjeller i gyteperiode. Forskjeller i temperatur var også tydelige mellom de to årene, med periodevis høyere temperatur i 2002 i Hardanger og gjennomgående høyere temperatur i 2002 i Trøndelag. Lokalitetene viste også forskjeller i saltprofiler som følge av ulike vannmasser. Generelt vil sidearmer med god ferskvannstilførsel ha utpreget sjiktning med brakkvann de øverste meterne, mens hovedfjorder og kyststrøk vil ha langt mer blandete vannmasser med høyere saltholdighet. Brakkvann vil påvirke smaken av skjellene, og dette kan en ta hensyn til ved behandling av skjell på mottaksanlegg.

Skjell ved lavere tetthet og dermed bedre fødeforhold og vekst viste raskere oppbygning etter gyting. Dette tyder på at god røkting og godt oppsett av anlegg er en fordel for å korte ned perioden med høstestopp som følge av gyting.

Farge på innmaten er trolig et kriterium for kvalitet med ulike preferanser i ulike markeder. Alle lokalitetene hadde et spenn i fargevarianter, noe som delvis kan skyldes kjønnsforskjeller. Skjell fra Hardanger hadde likevel de rødeste individene, mens anlegg i Trøndelag hadde de hviteste individene.

Forskjeller i gytetidspunkt mellom nord og sør i landet danner grunnlag for strategier med koordinert høsting fra de ulike regionene, der målet er kontinuerlig levering av jevn kvalitet. Forskjeller mellom år tilsier at registrering av kvalitet etter mal fra dette prosjektet bør fortsettes i et langsiktig perspektiv og implementeres av næringen selv. I tillegg vil kunnskap om tilsvarende data fra anlegg lenger nord og sør i landet kunne være nyttig.

Introduksjon

Kvalitet av skjell er et bredt begrep. Grovt sett kan det deles inn i matsikkerhet og spisekvalitet, og det er det siste som er tema for dette arbeidet.

Viktige sider av spisekvalitet hos blåskjell er fylningsgrad (matinnhold), farge på innmaten og smak. Blant disse faktorene skiller fylningsgraden seg ut ved at den viser store svingninger gjennom året. Dette har sammenheng med at skjellene bygger opp store mengder egg og sperm hvert år. Når disse gytes synker matinnholdet kraftig, slik at skjellene som regel er uegnet for salg inntil de har bygget seg opp igjen noen måneder senere. Dette har store konsekvenser for planlegging av høstingen og er grunn til at fylningsgraden ofte har hovedfokus når det gjelder kvalitet og prissetting av blåskjell.

De generelle trekkene i variasjonene i fylningsgrad og sammensetning av blåskjell – som skyldes kjønnsmodning og gyting - er relativt klare, når en ser bort fra unntak som kan forekomme. I hovedtrekk bygger blåskjell opp energilagre i kappevevet utover høsten. Dette lagringsvevet brukes så til produksjon av egg hos hunner og sperm hos hanner utover vinteren, når det ikke er tilstrekkelig med føde i sjøen. Egg eller sperm dannes i gonadevevet som også ligger i kappen. Gonadevevet fortrenger etter hvert lagringsvevet i kappen slik at kappevevet hos modne skjell består nesten utelukkende av gonadevev.

Når forholdene i sjøen er gunstige utover våren eller sommeren gytes egg og sperm fritt ut i vannmassene der befruktingen skjer. Målet for skjellene er å gyte under forhold som gir god overlevelse og vekst for larvene. Skjellene kan gyte både større og mindre porsjoner med egg eller sperm, og over en kortere eller lengre periode. Typisk vil noen skjell gyte delvis tidlig på våren, gjerne allerede under våroppblomstringen av planktonalger i mars. Normalt i våre områder vil derimot de fleste av skjellene gyte i løpet av en hovedgyting noe senere på våren eller sommeren. I Sognefjorden skjer dette i løpet av mai. Lenger sør eller lenger nord er gyting ikke beskrevet, men det antas at skjellene gyter senere jo lenger nord en kommer. Tidspunkt for denne gytingen er trolig mye påvirket av miljøforhold. Temperaturen antas ofte som den viktigste faktoren, og gyting kan induseres eksperimentelt ved å heve temperaturen. Det antas videre at blåskjell gyter når temperaturen overstiger 8-10 grader. Dette kan nok stemme i mange tilfeller, men andre faktorer som fødeforhold og endringer i saltholdighet kan virke inn. Raske temperaturendringer kan trolig og stimulere til gyting selv om temperaturen er under 8-10 grader. I Trøndelag er det kjent at blåskjell kan gyte ved lavere temperaturer og i ett tilfelle ble det observert gyting i Sognefjorden i mars ved en temperatur på 6 – 7 grader.

En annen side ved kjønnsmodning og gyting hos blåskjell er forskjellene mellom såkalte broilere, ett år gamle blåskjell som ennå ikke er modne eller modner for første gang, og eldre skjell. Under gode forhold kan blåskjell i Sognefjorden nå salgsstørrelse etter ca. ett år, det vil si i løpet av mai-juni året etter påslag. Det er gjentatte ganger observert at slike umodne broilerskjell holder en høy fylningsgrad gjennom den perioden da eldre skjell er utgytte. Innledende arbeid tyder på at broilerne modner først senere på våren eller sommeren og derfor ikke gyter samtidig med de eldre skjellene. De kan og synes å gyte senere på høsten mellom august og oktober, siden nedgang i fylningsgrad er observert på denne tiden. Tidspunkt for modning hos blåskjell er antatt å ha sammenheng med størrelse og dermed veksthastighet, men det er ikke klarlagt hvordan ulike størrelser av blåskjell modner og gyter til ulike tider av året.

Fargen på innmaten varierer trolig mellom områder. Det er kjent at det belgiske markedet foretrekker lyse skjell mens det franske og spanske markedet foretrekker kraftigere farger. Generelt er hanner lyst kremhvite og hunner mørkere rødoransje (etter skjellene har begynt kjønnsmodningen), men som oftest finnes ellers alle overganger mellom ytterpunktene. Sammenhengen mellom kjønn og farge er derfor ikke helt klar. Flere fargevarianter vil altså alltid forekomme, men forskjeller mellom områder kan bestå i grad av farge på hunnskjell og klarere hvithet hos hannene. Gode sammenlikninger på fargesammensetningen er trolig ikke gjort verken ellers i Europa eller i Norge. Dersom det finnes forskjeller i farge kan kunnskap om dette trolig nyttes ved identifisering av ulike nisjemarkeder.

Denne rapporten representerer trolig det første arbeid på spisekvalitet av blåskjell i Norge i samarbeid mellom næring og forskning. Målet for arbeidet var økt kunnskap om til dels komplementære sesongvariasjoner i ulike regioner av landet, samt andre særtrekk ved skjell i disse regionene. Videre skal denne kunnskapen anvendes i strategier for koordinert høsting og salg av blåskjell fra ulike lokaliteter langs norskekysten, der målet er kontinuerlig levering av jevn kvalitet hele året. Arbeidet har fokusert på fylningsgrad og farge på innmaten hos skjell fra lokaliteter i Hardanger, Sogn og Trøndelag. I tillegg ble kjønnsmodning og gyting sammenliknet mellom broilere og eldre skjell på to av lokalitetene.

Materiale og metoder

Oppsett i strømper

I dette arbeidet ble blåskjell fulgt over tid i ulike anlegg. I slike studier er det viktig at det er den samme gruppen med skjell som det tas prøver av og at skjellene har noenlunde like forhold. Det bør dermed velges ut samlere eller strømper som følges hele forsøket. Skjellene bør helst deklumpes og settes i strømpe igjen for å fjerne variasjon med dypet som følge av ulikt påslag i dypet, med mindre skjellene har blitt tynnet og lagt om tidligere. Dette ble gjort på de fleste lokalitetene (Minde Skjell, Åfjord-Skjell, på Frønningen, i Solund, for begge årsklassene i Sogndalsfjorden og for broilerne på Sydnes. I Uskedal var skjellene tynnet tidligere og hadde jevne størrelser nedover i dypet. Det nødvendige antallet strømper ble derfor valgt ut og merket og brukt som de var. Et tilsvarende antall ble tatt opp og flyttet til lokaliteten ved Sydnes. Fem til ti ganger å mye skjell som planlagt til prøvene ble satt opp, i tilfelle tap underveis og for å unngå at prøvetakingen påvirker tettheten på samlerne i for stor grad.

Bomullstrømper med kjernetau ble benyttet på de fleste lokalitetene. I Sogndalsfjorden ble det imidlertid brukt Pergolari plaststrømper, basert på erfaring med at større skjell kan vise dårlig evne til å feste seg under enkelte forhold.

Miljødata

Temperaturloggere (Gemini Tinytag, England) ble hengt ut på ca 4 meters dyp på de fleste lokalitetene. Disse loggerne registrerte temperaturen annenhver time og ble lest av årlig. Saltmålinger for hver meter ned til 10 meter ble målt med en saltmåler (TPS WP-84, Australia) med 10 meter kabel med merking for hver meter.

Bestemmelse av fylningsgrad

Skjellenes matinnhold bestemmes med damping og veiing av innmat som prosent av vekten av hele skjell. Ved veiing av helvekt skal skjellene være fylt med vann. De holdes derfor i en bønne med sjøvann frem til veiing. Dersom skjellene ligger tørt en stund og mister vann får man et feilaktig høyt matinnhold. Det er så en fordel å røre godt om i skjellene slik at de

lukker seg før en tar dem opp. Eventuelle skjell som flyter fjernes. Et antall skjell på minimum 50 skjell grovrenses, telles og veies og has opp i en gryte med litt vann i bunnen. Det er en fordel å velge en gryte med passelig størrelse i forhold til skjellene, slik at gryten er minst halvfull. Skjellene kokes så opp på full varme. Når det koker over tas lokket av og legges på igjen gjentatte ganger slik at det koker over tre ganger. Dette gjøres for å standardisere varmebehandlingen av skjellene. Vannet slås av, innmaten renses ut av skjellene og veies, og matinnholdet beregnes som følger:

$$\frac{\text{Vekt av innmat} \cdot 100}{\text{Helvekt av skjell}} \%$$

Fylningsgraden ligger typisk mellom 20 og 30 %. Vekten av skallet kan også tas og innmat som % av skallmaten kan også følges gjennom sesongen for å overvåke gyteperiode og kvalitet. Spesielt dersom skjellene ikke kan holdes i vann før damping kan denne metoden ha en fordel. Den bør imidlertid ikke brukes til å sammenlikne mellom ulike lokaliteter, siden skalltykkelsen kan variere med vekstforhold.

Individuell fylningsgrad: Skjell ble veiet, lagt i merkede glass og kokt i mikrobølgeovn for å beregne individuell tørrvekt av innmat og fylningsgrad. Dette viste seg imidlertid å være ugunstig siden ulik mengde vann med løste proteiner gikk ut av innmaten. Individ-data fra dette arbeidet gir likevel gode tall på forhold mellom skallvekt og lengde for de ulike populasjonene.

Histologi

Prøver av kappevev fra broilere og 2-åringer på Sydnes i 2001 og i Sogndalsfjorden i 2002 ble lagt på fikseringsvæske for histologisk preparering. Disse ble siden støpt inn i plast og snittet i 1 µm tynne snitt. Snittene ble farget slik at en kunne se de ulike celletypene i kappevevet. Slik kunne modning, gyting og oppbygning av lagringsvev følges.

Fargemåling

Til måling av farge på innmaten ble skjellene kokt og kappevevet løsnet fra resten av innmaten. Som bakgrunn ble en keramikk flis brukt. Kappevevet ble lagt mellom to objektglass av den typen som brukes til histologi. På hver side av vevet ble to andre objektglass, 1 mm tykke, brukt som skille, slik at kappevevet ble klemmt sammen til en tykkelse av 1 mm for alle prøvene. Til måling av farge på disse preparatene ble det brukt et Minolta Chroma meter CR-200 (Minolta, Japan), samme type som ofte brukes til måling av farge på laks. Dette instrumentet måler det reflekterte lyset fra prøven i forhold til en kalibreringsplate av keramikk. Fargen karakteriseres ved parametrene a, som representerer rødlig farge, b, som representerer gulaktig farge, og L, som representerer lysheten til prøven.

Måling av skallstyrke

Metode for måling av skallstyrke ble utprøvd ved bruk av teksturmåler. En spesiallaget probe utformet som en sylinder med grunnflate 1 mm² ble brukt ved å presse denne maskinelt med økende kraft mot skalloverflaten til brudd ble oppnådd. Skallstyrken i kilo ble definert som maksimal kraft utøvd av instrumentet før gjennombrudd. Styrken langs en profil på skalloverflaten fra spissen av skjellet (umbo), langs krummingen og til åpningen av skallet (ventralsiden). Midten av den siste tredjedelen av skallet ble valgt ut som posisjon for målingene siden dette området var svakest og viste minst variasjon i skallstyrke.

Metoden ble utprøvd, men sammenlikningene er ikke gjort ennå grunnet tekniske problemer.

Beskrivelse av lokalitetene

Hardanger:

Uskedal sør: Lokaliteten ligger i hovedfjorden (Hardangerfjorden) i en vik langs en øy. Anlegget besto av halvannet år gamle skjell fra år 1999, tynnet våren 2000 men likevel relativt tett anlegg med ca 2 meter mellom hovedlinene.

Sydenes: Lokaliteten ligger i kystvannmasser utenfor åpningen av Hardangerfjorden. Skjell fra Uskedal ble satt ut i et anlegg som ellers inneholdt broilerskjell fra år 2000.

Sogn:

Sogndalsfjorden: Lokaliteten ved Skjer, Høgskolen i Sogndal sin feltstasjon, ligger i en sidefjord til Sognefjorden. Her ble ett og to år gamle skjell satt i Pergolari plaststrømper og fulgt gjennom 2002-sesongen.

Trøndelag:

Åfjord-Skjell: Lokaliteten ligger innerst i Åfjorden på Fosen i Sør-Trøndelag. Skjell fra 1998 ble satt i strømper i oktober 2000 og fulgt i 2001 og 2002.

Minde-Skjell: Lokaliteten ligger lenger ute i Åfjorden. Her ble skjell fra 1999 satt ut i oktober 2000 og fulgt i 2002

Skjell ble også satt opp på lokalitetene Frønningen i hovedfjorden til Sognefjorden, midtre del, samt i Solund som ligger i ytre del av Sognefjorden. Halvannet år gamle skjell ble satt i bomullstrømper i løpet av februar og mars 2001. Prøver ble tatt i løpet av våren. Det viste seg imidlertid at kun de minste skjellene satt igjen på kjernetauet etter 3 måneder, og prøvetakingen ble derfor avbrutt.

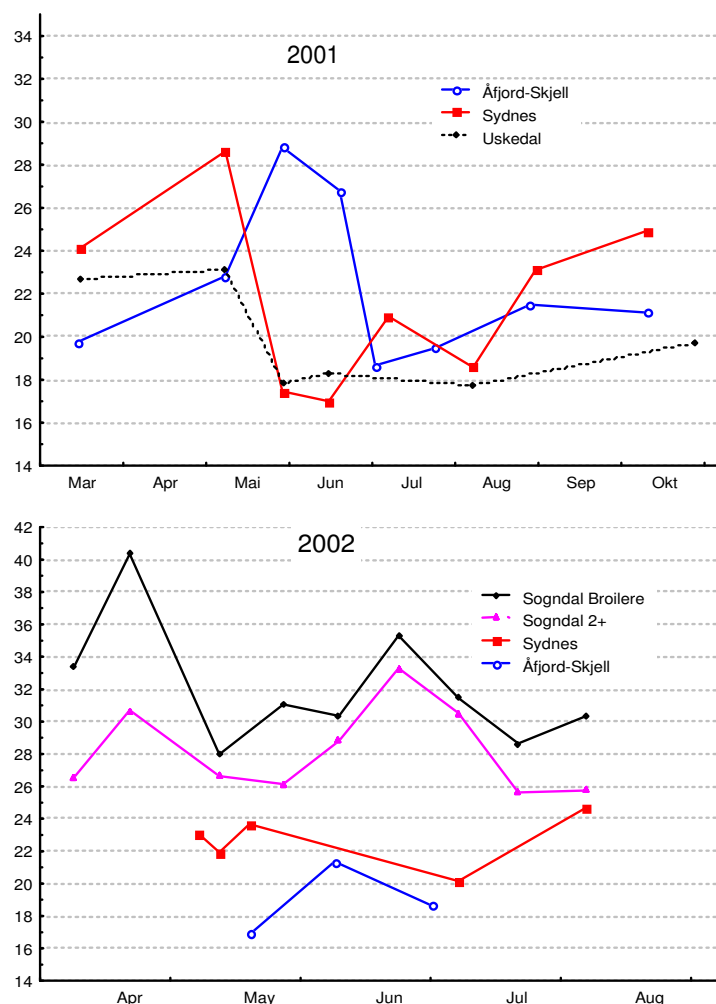
Resultater

Fylningsgrad

I 2001 viste skjellene i Hardanger (Sydnes og Uskedal) nedgang i fylningsgrad mellom 7/5 og 28/5. I den samme perioden viste skjellene i Åfjorden en rask økning i fylningsgrad, og disse skjellene var på det beste i den samme perioden som skjellene i Hardanger var på det tomme. I Åfjorden gikk fylningsgraden markert ned mellom 18/6 og 1/7.

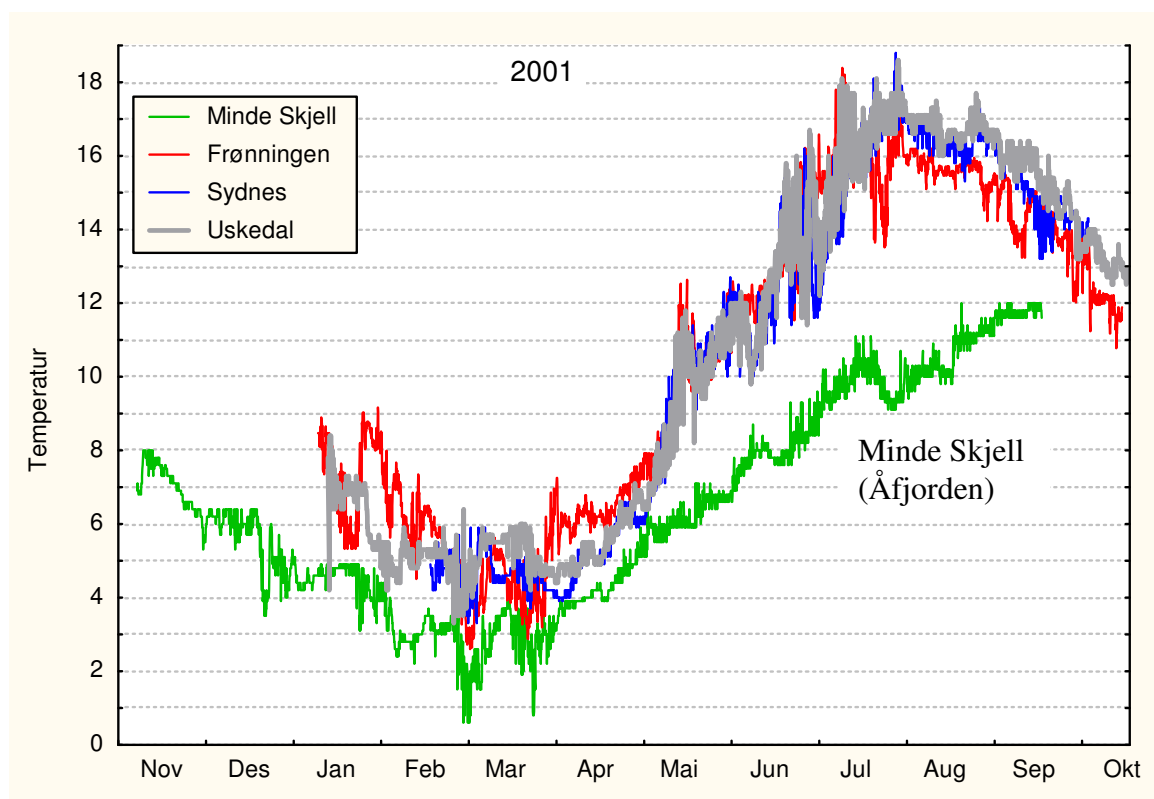
Skjellene på Sydnes viste markert økning i fylningsgrad både vår og høst 2001, mens skjellene ved Uskedal viste kun svak økning utover høsten, med verdier under 20 %.

I 2002 var bildet annerledes enn året før. Skjellene på Sydnes viste kun mindre svingninger over 20 %. Også i Sogndalsfjorden viste skjellene mindre svingninger i fylningsgrad og holdt seg over 25 % gjennom hele sesongen. Den typiske markerte nedgangen til under 20 % kunne ikke sees i noen av disse gruppene. I Åfjorden var fylningsgraden svært lav i mai og viste ingen klar økning i juni tilsvarende året før.



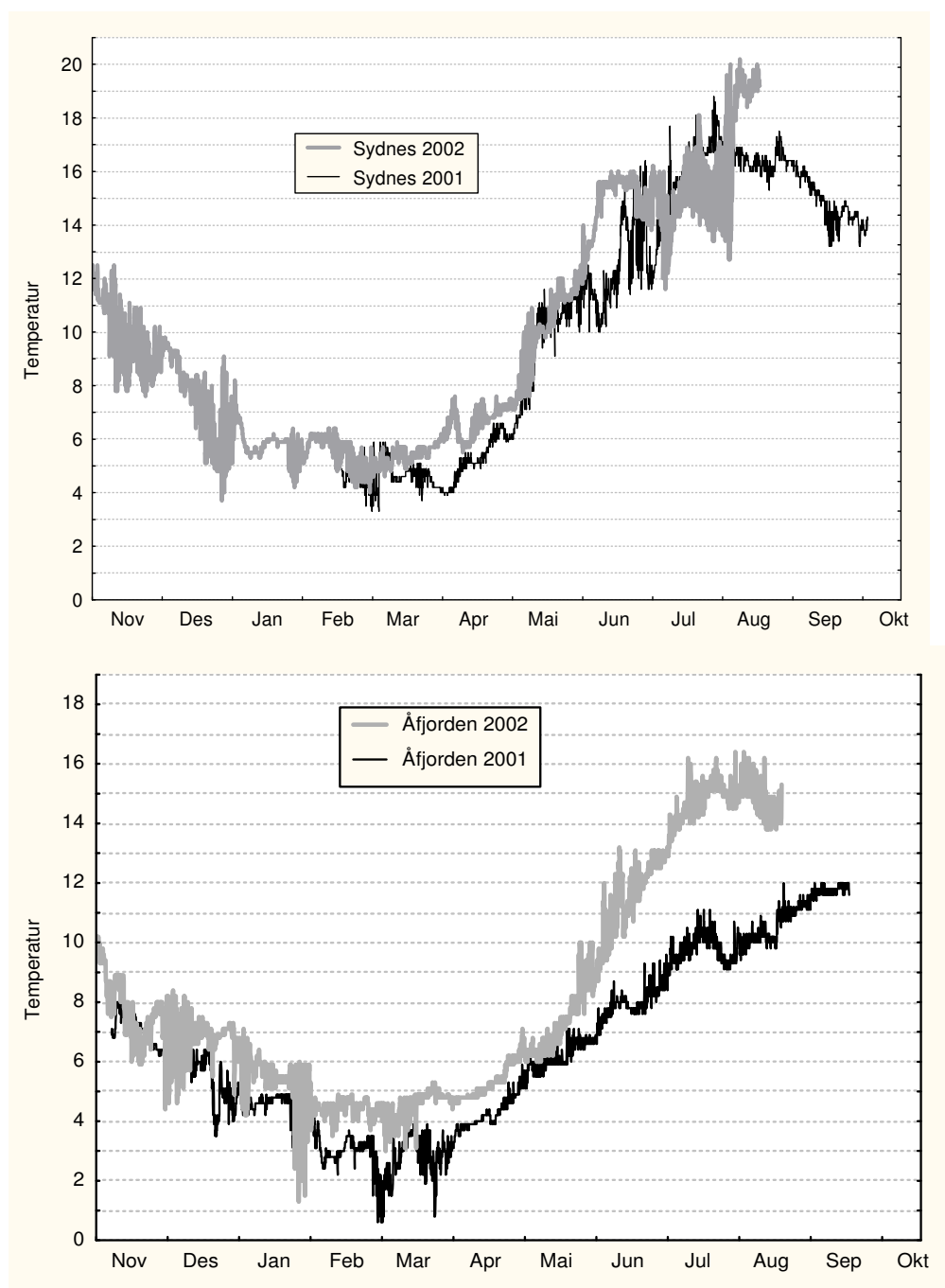
Figur 1. Variasjoner i fylningsgrad for årene 2001 og 2002. Lokalteter i Trøndelag (Åfjord-Skjell), Sognefjorden (Sogndal broilere og 2-årige skjell) og Hardanger (Sydnes og Uskedal).

Temperatur



Figur 2. Sammenlikning av temperaturer for ulike lokaliteter i 2001 i Hardanger (Sydnes og Uskedal), Sogn (Frønningen) og Trøndelag (Minde Skjell, Åfjorden).

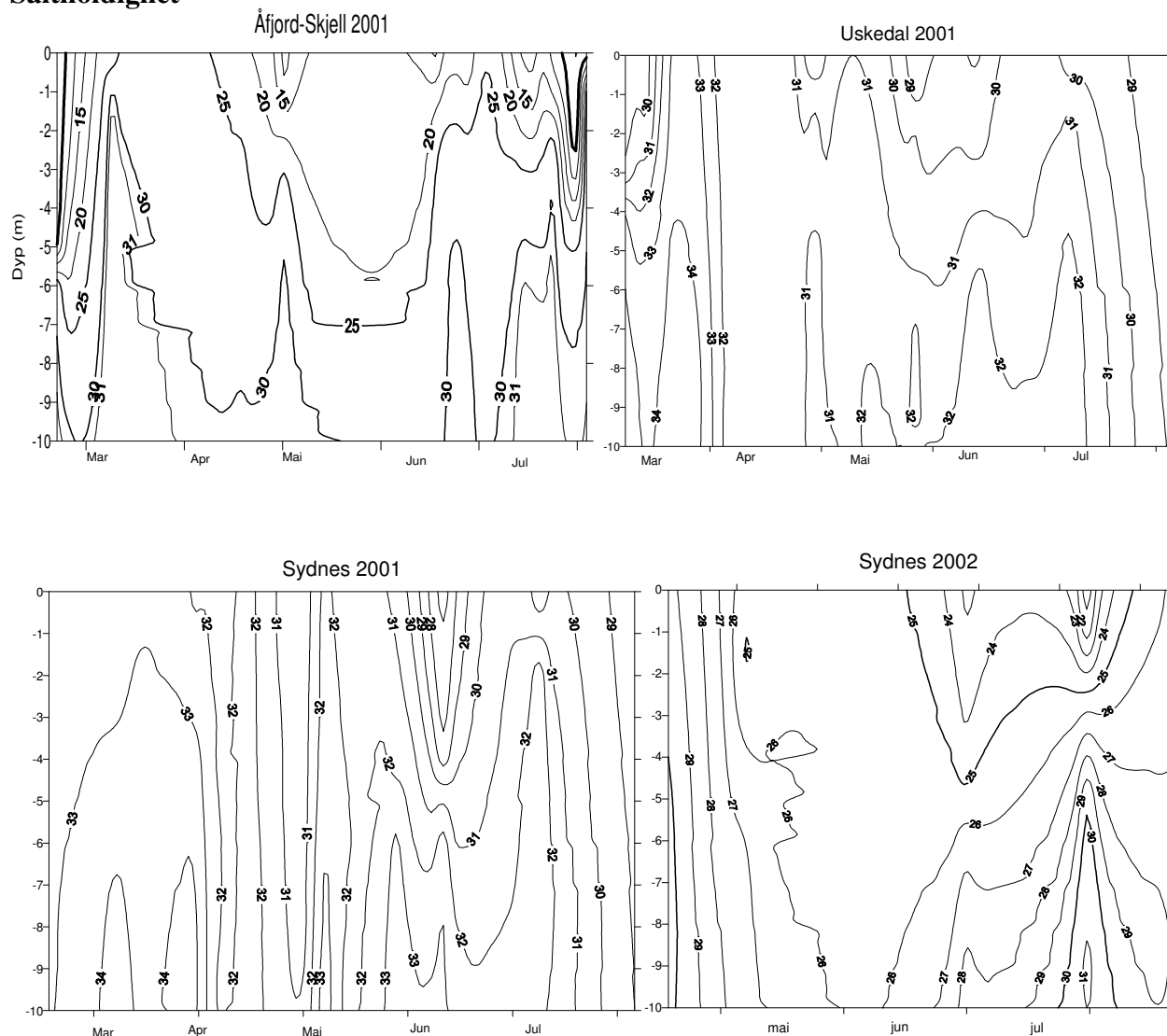
Av Figur 2 ser vi at temperaturene i 2001 var vesentlig høyere i Sogn og Hardanger enn i Åfjorden. Temperaturen passerte 10 grader rundt 15. mai på lokalitetene i sør og ca. 5. juli i Åfjorden. De to lokalitetene i Hardanger viste kun mindre forskjeller i temperatur, mens temperaturen ved Frønningen i Sognefjorden var noe høyere i april og noe lavere utover høsten.



Figur 3. Sammenlikning av temperaturen de to årene for lokalitetene Sydnes i Hardanger og Minde Skjell i Åfjorden i Trøndelag.

Av Figur 3 ser vi at temperaturen i 2002 var høyere i perioder sammenliknet med 2001 for lokalitetene Sydnes i Hardanger og Minde Skjell i Åfjorden i Trøndelag. Tydeligst er dette for Åfjorden, der vintertemperaturen var høyere, økningen om våren kom tidligere og ikke minst sommertemperaturene var langt høyere i 2002 sammenliknet med året før. I 2002 passerte temperaturen 10 grader ca. 40 dager tidligere enn i 2002 for denne lokaliteten. På Sydnes var temperaturen i 2002 høyere fra slutten av mars til begynnelsen av mai. 10 grader ble passert om lag på samme tid som året før, mens temperaturene i juni og august lå høyere enn året før. Temperaturene hos Åfjord-Skjell viste store svingninger i perioder av året, både gjennom døgnet og over tidsrom på noen dager. Gjennomsnittet lå likt med Minde Skjell lenger ute i fjorden, og temperaturene fra Minde Skjell er derfor vist her.

Saltholdighet

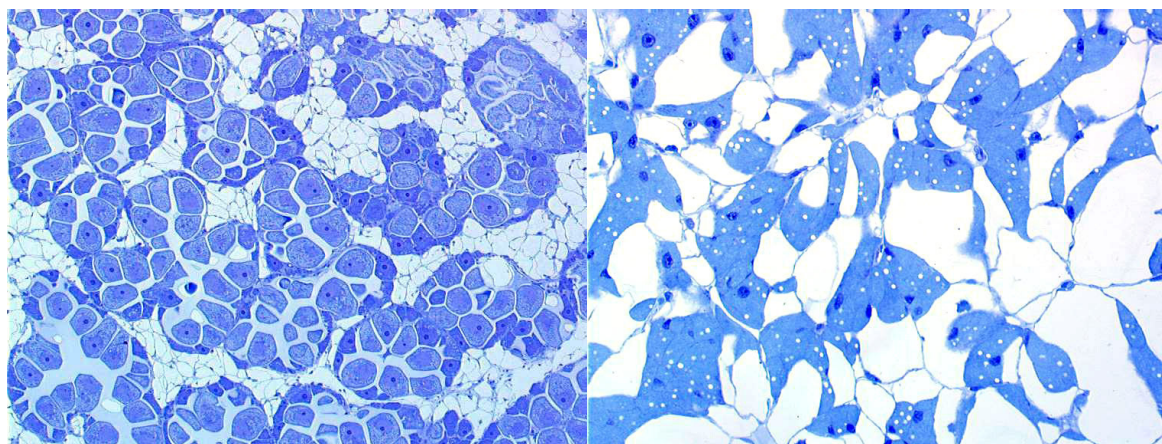


Figur 4. Saltprofiler fra lokalitetene Åfjord-Skjell i Trøndelag samt Uskedal og Sydnes i Hardanger for året 2001. Data for 2002 er vist for Sydnes.

Data for saltprofiler viser store forskjeller mellom lokalitetene (Figur 4). Åfjord-Skjell har et markert og variabelt innslag av brakkvann med til tider tydelig sjiktning. Sydnes og Uskedal hadde i 2001 stort sett høye saltholdigheter og ingen klar sjiktning. Til sammenlikning viste målingene fra Sydnes i 2002 langt lavere saltinnhold fra midten av mai og utover sommeren.

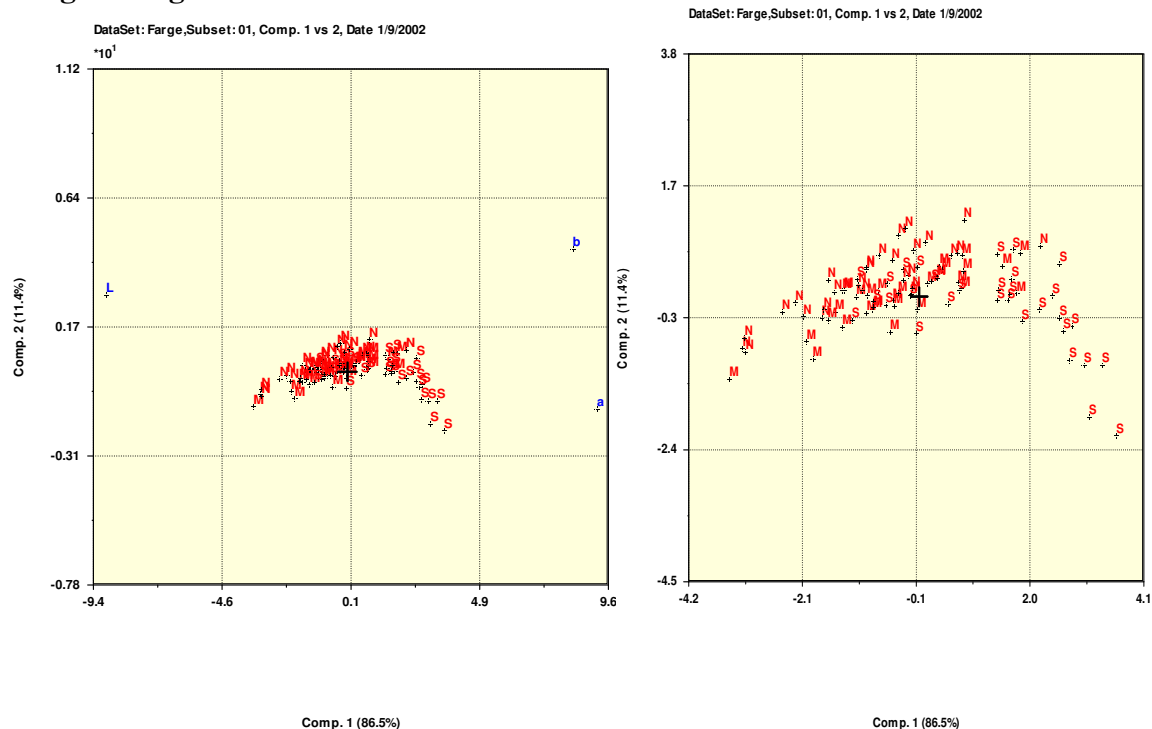
Histologi/sammenlikning av modning hos broilere og eldre skjell

Dette materiale er fremdeles under opparbeidelse som del av en hovedfagsoppgave, men foreløbige resultater er presentert her. Både broilere og 2-årige skjell fra Sogndalsfjorden viste modning i de tidligste prøvene fra april 2002, og det ser ikke ut til at det er klare forskjeller i modning og gyting mellom de to aldersklassene gjennom sesongen. Det er til enhver tid stor variasjon i prøvene med ulike stadier tilstede samtidig. Likevel ser en i grove trekk en klar utvikling. De tidligste prøvene fra april og mai viser modne skjell med mye egg og sperm og forholdsvis lite lagringsvev. Utover sommeren ser en ingen markert overgang, men heller en gradvis overgang til mer lagringsvev og mindre gonadevev. I prøvene fra juli er det ikke lenger modne egg eller sperm i prøvene, men kun små områder med unge kjønnsceller og velutviklet lagringsvev.



Figur 5. Histologiske snitt av kappevev innstøpt i plast (Histoiresin), snittet i 1 μ m tynne snitt og farget med toluidine blått. Bildet til venstre viser en moden hunn fra mai med modne egg og noe redusert lagringsvev, hovedsakelig med glykogenceller (de klare cellene). Bildet til høyre viser en hunn fra juni der lagringsvevet har bygget seg opp og granulerte celler med proteiner og fett (mørke celler) vises i tillegg til fylte glykogenceller (klare).

Fargemålinger



Figur 6. Multivariabel analyse av data for farge på innmat i skjell fra Sydnes i Hardanger (S), Namsenfjorden i Trøndelag (N) og Minde Skjell i Åfjorden i Trøndelag (M). Verdier som ligger i retning variabel L til venstre i plottet er lysest. Verdier mot høyre er mørkere, samtidig som de som strekker seg nedover i retning variabel a er rødere enn de verdiene som strekker seg oppover i retning variabel b som gir gulfarge. Plottet til høyre er et utsnitt og gir et forstørret bilde av fargeverdiene.

Disse data er fremdeles under opparbeiding, men foreløpige resultater vises her. Figur 6 viser at skjell fra Sydnes i Hardanger overlappet i farge med skjellene fra Trøndelag i den lysere delen av plottet, mens kun skjell fra Sydnes oppnådde de rødeste verdiene og strekte seg i retning variabel a som gir rødligheit. Tilsvarende var det kun skjell fra Trøndelag i den hviteste delen av plottet, i retning av variabel L som gir lyshet.

Diskusjon

Gyteperiode

Sesongen 2001 forløp i grove trekk slik som dyrkerne i de ulike områdene anser som normalt. Hovedgytingen med en markert nedgang i fylningsgrad kom i løpet av våren/sommeren etterfulgt av oppbygning utover høsten. Mindre gyteaktivitet så ut til å forekomme i månedene før, observert som individer med kappevev som så vannfylt og kornete ut. Slik gyteaktivitet er av for lite omfang til å gi utslag på overvåkning av fylningsgrad med så lav prøvefrekvens som i dette studiet. Slik gyteaktivitet vil imidlertid kunne gi larver og dermed yngelpåslag tidlig, før hovedpåslaget, noe som ofte observeres av dyrkere. Hovedgytingen ble observert i midten av mai i Hardanger og i siste del av juni i Åfjord. Denne forskjellen samsvarer med forskjellene i temperaturøkning gjennom våren, selv om dette ikke nødvendigvis er grunnen til forskjellene. Tradisjonelt antar mange at hovedgytingen finner sted når temperaturen passerer 10 grader. Dette skjedde i 2001 ca 60 dager senere i Åfjorden enn i Hardanger. Denne forskjellen i gytetidspunkt, med et visst slingringsmonn, kan man trolig vente seg de fleste år. Skjell fra Trøndelag og trolig også lenger nord kan således høstes

etter at gytingen har begynt lenger sør. Den observerte perioden for gyting i Hardanger faller innenfor det som er normalt i Sognefjorden (personlig meddelelse Peter Hovgaard)

Sesongen 2002 viste seg å avvike fra normalt i alle områdene. I Trøndelag ble gyting påvist i Namsos-området så tidlig som i mars/april, med nedgang i fylningsgrad fra 24% til 16% mellom 14/3 og 9/4 (Eva Kristiansen personlig meddelelse). Problemer med gyting under transport av skjell i mai, godt nediset (Sverre Bye personlig meddelelse), kan tyde på at skjellene var usedvanlig gyteklare denne våren. Våre målinger i Åfjord kom ikke i gang før i midten av mai da vi siktet oss inn på en normal gytesesong. Lav fylningsgrad i mai kan tyde på at gyting hadde funnet sted også her, og en markert hovedgyting ble ikke observert, men det må bemerkes at data for dette området i 2002 er noe mangelfulle. I Hardanger og Sognefjorden holdt skjellene en forholdsvis jevn og høy fylningsgrad gjennom hele sesongen, og ingen markert gyteperiode ble observert tilsvarende året før. Det ble heller ikke observert noen markert oppbygning med økning i fylningsgrad. Foreløpige resultater fra de histologiske prøvene fra Sognefjorden viser at skjellene får en jevn nedgang i mengden egg og sperm i kappevevet fulgt av en tilsvarende jevn økning i mengden lagringsvev. Til sammen tyder dette på at skjellene har gytt i porsjoner gjennom hele våren og sommeren, samtidig som de har bygget seg opp.

Resultatene fra sammenlikning av broilere og eldre skjell viste noe overraskende at begge årsklassene modnet og gytt i løpet av våren og sommeren 2002 på lokaliteten i Sogndalsfjorden. Dette materialet skal bearbeides videre, blant annet for å se om størrelse har en effekt på modningen. Videre skal prøver analyseres for innhold av glykogen, med tanke på at de to årgangene muligens legger inn ulik innsats i modning og dermed forbruker ulike mengder opplagsnæring i form av glykogen. I tillegg skal materiale fra Sydnes i 2001 opparbeides, der skjellene vokste langt senere og ikke viste tegn til modning.

Forskjellene mellom de to sesongene skyldes trolig ulike forløp av miljøfaktorer som stimulerer til gyting. Dette kan til dels være temperatur, og vi ser forskjeller i temperaturforløpet mellom de to sesongene. I tillegg kan næringsforhold i vannmassene spille inn. Våroppblomstringen ble riktignok observert til noenlunde samme tid de to årene, men andre faktorer som sammensetning utover våren kan ha spilt inn. De høye lufttemperaturene våren 2002 ga spesielt sterk og tidlig snøsmelting, noe vi kan se på saltprofilene fra Hardanger for 2002 sammenliknet med 2001, og dette kan ha påvirket skjellenes responser i forbindelse med gyting. Slike sammenhenger er imidlertid ikke godt nok studert. Det viktigste i denne sammenhengen er likevel at slike forskjeller mellom år kan forekomme, og vi var således heldige som fikk demonstrert slike klare forskjeller i dette studiet.

Oppbygning

Klare forskjeller i oppbygning med økning i fylningsgrad ble sett mellom de ulike områdene og mellom ulike driftsforhold i 2001. Det er verdt å merke seg den markerte oppbygningen fra 20 til 28% gjennom våren og frem mot gyting i Åfjord. Disse skjellene var på topp i den perioden skjellene fra Hardanger var tomme etter gyting. Også på Sydnes i Hardanger økte fylningsgraden frem mot gyting, mens skjellene i Uskedal noen mil unna holdt seg på samme nivå. Skjellene på Sydnes hadde trolig langt bedre fødetilgang, siden disse skjellene var hengt opp i et anlegg med kun småskjell i resten av anlegget. I Uskedal besto hele anlegget av to år gamle skjell med relativt kort avstand mellom bærelinene, og samspillet mellom strøm, algekonsentrasjoner og tetthet av skjell ga ikke nok næring per skjell til at fylningsgraden økte denne våren. Tilsvarende økte fylningsgraden jevnt og raskt utover høsten på Sydnes, mens

kun en liten økning ble observert i Uskedal. Dette er trolig et eksempel på at bedre tynning og plass i anlegget gir raskere vekst og dermed raskere økning i fylningsgrad etter gyting. Anlegg som røktes riktig og har rask vekst vil dermed ha kortere høstestopp som følge av gyteperioden enn anlegg der skjellene står tett og vokser sent.

Fargeanalyse

De foreløpige resultatene presentert her viser at skjell fra ulike områder kan ha ulik fordeling av fargevarianter. Blant de lyseste skjellene var det kun skjell fra Trøndelag, mens de rødeste skjellene var fra Hardanger. Dette arbeidet vil føres videre med analyse av skjell fra flere lokaliteter, og en mer pedagogisk presentasjon skal utarbeides der fotomontasjer skal sammenstilles med analysene fra multivariabel statistikk.

Saltholdighet og smak

Vi observerte store forskjeller i saltprofil både mellom lokalitetene og mellom de to årene på Sydnes. Åfjord-Skjell, og likeså Sogndalsfjorden (Peter Hovgaard personlig meddelelse), er typiske fjordlokaliteter med lavere saltholdighet i de øvre meterne, i perioder så lavt som under 5 promille. Saltholdigheten stiger så raskt i det såkalte sprangskiktet og øker så noe med økende dyp. Lokalitetene på Sydnes og ved Uskedal skiller seg ved at de har godt blandete vannmasser uten utpreget sjiktning og stort sett mer enn 30 promille helt til overflaten. Generelt er det ofte slik at ytre områder langs kysten og hovedfjorder vil ha godt blandete vannmasser uten utpreget sjiktning, mens sidearmer til fjordene med god ferskvanntilførsel vil ha tydelig sjiktning mellom brakkvannslag og dypere kystvann (Jan Aure personlig meddelelse).

Saltholdigheten i vannet som skjellene holdes i ser ut til å være avgjørende for smaken av skjellene. Skjellene regulerer saltbalansen ved hjelp av såkalte frie aminosyrer, slik at høyere saltholdighet gir høyere innhold av frie aminosyrer. Disse frie aminosyrene ser ut til å stå for hoveddelen av smaken, både i seg selv og ved at de virker som smaksforsterkere. Skjell som er holdt i for eksempel 10 promille har en betraktelig redusert smak i forhold til skjell fra fullt sjøvann på 30 promille eller mer (se Duinker m.fl. 2001, Norsk Fiskeoppdrett, nr. 12). Omstillingen til skjellene ved endring av saltholdigheten er rask, og en ser store endringer allerede timer etter overføring til ny saltholdighet. Med de store variasjonene en ser i saltholdighet på lokaliteter for blåskjell vil det være en fordel med mottaksanlegg som har mulighet for å holde skjellene i dypvann med høy saltholdighet en tid før levering. Dette vil spesielt gjelde lokaliteter med mye brakkvann, men også til tider på lokaliteter med blandede vannmasser slik vi så på Sydnes i 2002.

Anvendelse, implementering og videre arbeid

Forskjellene i normal gyteperiode mellom Trøndelag og områdene lenger sør danner grunnlag for strategier med koordinert høsting som kan øke kontinuiteten av leveranser av jevn kvalitet. Skjell fra lenger nord i landet kan høstes, mens skjell lenger sør er tomme som følge av gyting. Videre vil trolig skjell fra sør komme tidligere opp i fylningsgrad utover høsten og dermed høstes i en periode der skjell lenger nord fortsatt bygger seg opp etter gyting.

Våre resultater er imidlertid bare en begynnelse på dette feltet. For gode strategier trengs erfaring og gode data fra lokaliteter langs hele kysten, og ikke minst fra våre nordligste fylker. Videre trengs data fra flere år på samme lokalitet, siden det synes klart at forskjeller mellom år både med fødetilgang og gytestimuli vil gi utslag på gytetidspunkt og hastighet av oppbygningen. Det er derfor viktig at denne type registreringer innarbeides i rutiner innen blåskjell dyrking. Oppsett av skjell og damping og veiing til målinger av fylningsgrad etter

mal fra dette prosjektet bør kunne gjøres på de fleste lokaliteter. Diskusjoner og erfaringer om hvorvidt dette lar seg gjennomføre, og ikke minst nytten av slike registreringer, er en viktig del av oppfølgingen av dette prosjektet.

En annen side ved resultatene og diskusjonene i denne rapporten er sammenhengen mellom kvalitet av skjellene og dyrkingsforhold. Jevn fødetilgang til alle skjellene i et anlegg er en forutsetning for rask vekst og jevn kvalitet på skjellene. Det synes og klart at skjell i rask vekst kommer raskere opp i fylningsgrad etter gyting og får dermed kortere periode med høstestopp. Riktig tynning av skjellene på et tidlig tidspunkt samt et oppsett av anlegget som tillater god vannstrøm i alle deler av anlegget er således like viktig for jevn kvalitet og forutsigbar produksjon som for rask vekst og kort produksjonstid. Ved røkting og oppsett av anlegg bør det også tas hensyn til at fødetilbudet varierer fra år til år. En tetthet som gir gode resultater ett år vil kunne gi dårlig vekst, lav fylningsgrad og lengre perioder med høstestopp et annet år. God røkting vil dermed kunne gi bedret økonomi som følge av både kort produksjonstid, god kvalitet som gir gode priser og mer kontinuerlig levering som gjør det lettere å følge opp kundene.

Konklusjoner

Skjellene fra Trøndelag gytt ca. en måned senere enn skjell fra Hardanger i 2001.

Skjell fra samme område viste svært ulike gytemønstre i de to årene undersøkelsene pågikk.

Skjell med god fødetilgang tok seg raskere opp etter gyting enn skjell som sto tett.

Resultater fra fargeanalyse viste forskjeller mellom lokaliteter, der skjell fra Trøndelag hadde de lyseste variantene og skjell fra Hardanger hadde de røde variantene, selv om mange individer overlappet i farge.