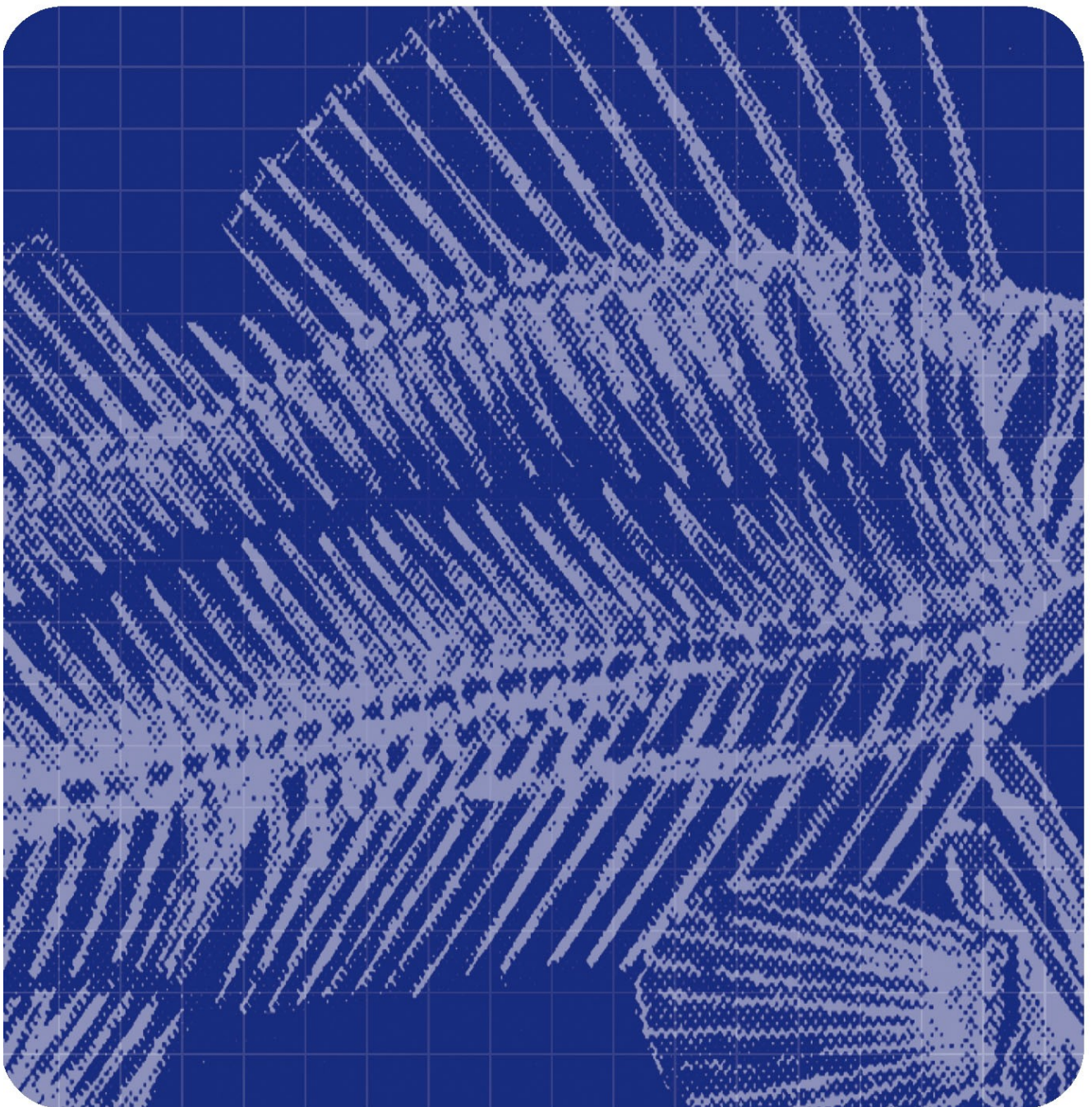




Effekt av fôrsammensetning og fôringsregime på gonadekvalitet hos oppfôret Drøbak-kråkebolle *(Strongylocentrotus droebachiensis)*

Sten I. Siikavuopio, Trine Dale og Mats Carlehög





Norut Gruppen er et konsern for anvendt forskning og utvikling og består av morselskap og seks datterselskaper. Konsernet ble etablert i 1992 – fundamentert på daværende FORUTs fire avdelinger og Fiskeriforskning.

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.



Fiskeriforskning (Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS) utfører forskning og utvikling for fiskeri- og havbruksnæringen innen

- sjømat og industriell foredling
- marin bioteknologi og fiskehelse
- fôrutvikling og marin prosessering
- havbruk
- økonomi og marked

Fiskeriforskning har ca. 160 ansatte fordelt på Tromsø (110) og Bergen (50).

Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen.

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9-13

Postboks 6122

N-9291 Tromsø

Telefon: 77 62 90 00

Telefaks: 77 62 91 00

E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:

Kjerreidviken 16

N-5141 Fyllingsdalen

Telefon: 55 50 12 00

Telefaks: 55 50 12 99

E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

RAPPORT

<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Rapportnr.:</i> 14/2002	<i>ISBN:</i> 82-7251-497-4
--	-------------------------------	-------------------------------

<i>Tittel:</i> Effekt av førsammensetning og fôringsregime på gonade-kvalitet hos oppfôret kråkebolle (<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>)	<i>Dato:</i> 12.08.2002
<i>Forfatter(e):</i> Sten I Siikavuopio, Trine Dale og Mats Carlehög	<i>Antall sider og bilag:</i> 20
<i>Avdeling:</i> Havbruk	<i>Forskningsjef:</i> Arne Mikal Arnesen
<i>Oppdragsgiver:</i> MABIT og Aarnes Båtsfjord AS	<i>Prosjektnr.:</i> 6309
<i>Oppdragsgivers ref.:</i>	
<i>3 stikkord:</i> Kråkeboller, fôringsstrategi, sensorikk	
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i>	
<p>Kråkebollefôret utviklet på Fiskeriforskning er et proteinrikt fôr som gir en rask gonadevekst. Tilbakemeldingene på oppfôret kråkebolle fra markedet har vært positive når det gjelder gonadefarge, konsistens og gonadeinnhold, men det er blitt påpekt at enkelte parti kråkebolle har hatt en uønsket bitter bismak. Vi ønsket derfor å undersøke effekten av førsammensetning og fôringsregime på gonadekvalitet hos kråkebolle. Fôrvariantene vi undersøkte hadde forskjellig protein og karbohydratinnhold. Vi undersøkte videre ulike fôringsregimer som bestod av ulike kombinasjoner av disse fôrvariantene. Oppfôrede kråkeboller ble sammenliknet med ville da ville kråkeboller i denne sammenheng representerer den ønskede kvalitet. Etter oppfôring ble et sensorisk panel brukt til å evaluerte gonadekvalitet på tolv på forhånd definerte sensoriske egenskaper. Det var ingen signifikante forskjeller mellom forsøksgruppene med hensyn på gonadevekst. Resultatene fra den sensoriske sammenlikningen viste at forsøksgruppen som gikk på fôrvariant/fôringsregime med lavest protein/karbohydrat forhold produserte gonader som ikke var signifikant forskjellig fra ville kråkeboller. På egenskapen bitter smak var forsøksgruppen som gikk på fôrvariant/fôringsregime med høyt protein/karbohydratinnhold den eneste som skilte seg negativt fra ville. Gonadeveksten var tilfredsstillende for alle forsøksgruppene, noe som indikerer at vi med utgangspunkt i dette fôret har betydelig rom for å forbedre gonadekvaliteten ved å redusere protein/karbohydrat forholdet uten at det går på bekostning av gonadevekst.</p>	
<i>English summary: (maks 100 ord)</i>	
<p>The formulated feed for sea urchins developed at Norwegian Institute of Fisheries and Aquaculture Research (NIFA), gives fast gonad growth partly due to its high protein content. Although the response from the marked upon roe from urchins fed the NIFA feed is positive concerning gonad size, texture and colour, the gonad had a tendency of a bitter aftertaste. In the present study we wanted to investigate the effect of feeds and feeding regimes on gonad quality, using diets with different protein and carbohydrate content. A sensory panel compared the quality of gonads from sea urchins grown on experimental feeds and feeding regimes with gonads from wild sea urchins. There were no significant differences between gonads from wild sea urchins and gonads from sea urchins grown on the feeding regime with the lowest protein/carbohydrate ratio. For the sensory characteristics "bitter aftertaste", gonads produced on the feeding regime with the highest protein/carbohydrate ratio differed significantly from gonads of wild sea urchins by having a more pronounced bitter aftertaste.</p>	

FORORD

Prosjektet ” Effekt av fôrsammensetning og fôringsregime på gonadekvalitet hos oppfôret kråkebolle” er finansiert av MABIT-programmet. Prosjektet var i utgangspunkt et brukerstyrt prosjekt hvor Aarnes Båtsfjord AS skulle bidra med ca. 50 %. Dessverre gikk Aarnes Båtsfjord AS konkurs, og har ikke vært i stand til finansiere sine 50% av prosjektet. Dette bidrar til en litt redusert rapport, hvor blant annet biokjemiske analyser av gonader som var tenkt gjennomfôrt ikke er gjort.

En stor takk rettes Guro Eilertsen, Ivar Nevermo og Oddvar Haugland som har vært til stor hjelp under den praktiske gjennomfôringen av forsôket. Vi ônsker også å takke Jo Arild Remme (Arctic Uni AS) for praktisk veiledning og gode råd angående prosessering av kråkebollegonade.

INNHOOLD

1	INNLEDNING.....	1
2	MATERIALE OG METODE.....	2
	2.1 Forsøksdyr og føring.....	2
	2.2 Eksperimentelle betingelser.....	2
	2.2.1 Forsøksrunde I (desember).....	3
	2.2.2 Forsøksrunde II (februar).....	3
	2.3 Analyser.....	4
	2.4 Sensorisk analyse.....	5
	2.4.1. Desember 2001.....	5
	2.4.2. Februar 2002.....	5
	2.5 Dataanalyse.....	6
3	RESULTAT.....	7
	3.1 Forsøksrunde I (Desember 2001).....	7
	3.1.1. Gonadevekst og gonadefarge.....	7
	3.1.2. Sensorisk sammenligning.....	7
	3.2 Forsøksrunde II (Februar 2002).....	9
	3.2.1. Gonadevekst og gonadefarge.....	9
	3.2.2. Sensorisk sammenligning.....	9
4	DISKUSJON.....	12
	4.1 Gonadevekst og gonadefarge.....	12
	4.2 Sensorisk sammenligning.....	12
5	KONKLUSJONER.....	14
6	REFERERANSER.....	15
7	VEDLEGG.....	17

1 INNLEDNING

Drøbak-kråkebollens (*Strongylocentrotus droebachiensis*) gonade¹ er en ettertraktet og høyt priset delikatesse spesielt på det japanske og franske markedet (Hagen 1996). Økt etterspørsel etter kråkebolleprodukter har i det siste tiåret ført til overfiske flere steder (Conand & Sloan 1989, Le Gall 1990). Det økte presset på naturlige kråkebollebestander har vekket interessen for echinokultur. Flere mulige tilnærmelser er under utprøving, eksempelvis utsett av juvenile kråkeboller (Gomez et al. 1995), oppføring av ville kråkeboller (Fernandez & Caltagirone 1994, Kelly et al. 1998, Robinson & Colborne 1998, Siikavuopio et al. 1999, Siikavuopio & Christiansen 2002), og til slutt landbasert oppdrett hvor hele dyrets livssyklus kontrolleres (Le Gall 1990, Grosjean et al. 1998). Felles for disse tilnærmelsene, med unntak av den første, er behovet for å utvikle fôr og fôringsregimer som muliggjør produksjon av gonader av høy kvalitet til en akseptabel produksjonskostnad. De fleste formulerte fôr for kråkeboller beskrevet i litteraturen, har vist seg å gi en bedre gonadevekst enn naturlige fôrkilder som eksempelvis tare (Lawrence et al. 2001). Man har imidlertid betydelig mindre kunnskap om effekten av fôrsammensetning på andre kvalitetskriterier enn gonade størrelse, slik som smak, konsistens, farge etc. Gonader med høy kvalitet karakteriseres av en frisk gul-orange farge, en fast konsistens og en søtlig smak av sjø uten noen tydelig ettersmak.

Ved Fiskeriforskning har vi siden 1995 arbeidet med oppføring av villfanget kråkebolle med den hensikt å øke gonadeinnhold og sikre jevn kvalitet på gonader til konsum. Prosjektene (Norges forskningsråd: 128029/122, "Føringsstrategi for oppføring av villfanget kråkebolle i landbasert oppdrett" og Norges forskningsråd 133214/122, "Fôrinntak, gonadevekst og pigmentering hos kråkebolle relatert til årstid") har resultert i utviklingen av et kråkebollefôr som gir rask gonadevekst og en relativt bra gonadekvalitet (Raa 1998, Siikavuopio et al. 1999, Siikavuopio 2000). Det nye kråkebollefôret er i dag kommersielt tilgjengelig og produseres av Miljøprosess A/S i Båtsfjord. Fôret er tatt i bruk av kommersielle kråkebolleoppdrettere. Foreløpige tilbakemeldingene fra markedet har vært positive når det gjelder gonadefarge, konsistens og gonadeinnhold. Det er dog blitt påpekt at enkelte parti oppfôret kråkebolle har hatt en bitter smak som har gjort dem mindre egnet for salg (K. Hirabuki pers.med., Bartal Dulavik pers.med). Det er derfor spesielt viktig å få undersøkt hvilken effekt forskjellige fôringsstrategier og fôrsammensetninger har på sluttproduktet med tanke på smak, med den hensikt å få fjernet bitter smak. Det er også betydelig rom for kvalitetsforbedring når det gjelder konsistens. En videre positiv utvikling av kråkebolleoppføring eller oppdrett som næring beror på at vi får utviklet fôr og fôringsregimer som muliggjør produksjon av kråkebollegonade med en definert kvalitet. I arbeidet med å vurdere gonadekvalitet vil sensorisk analyse av kråkebollegonade stå sentralt, da det i siste instans er konsumentens subjektive preferanse som avgjør hva som er god kvalitet. Kunnskap om hvilke forhold som virker inn på gonadens sensoriske kvalitet er svært etterspurt av potensielle kråkebolleoppdrettere.

¹ Betegnelsen gonade henviser her til kjønnskjertelen hos både hunn- og hannkråkebollen. Gonaden har dobbelfunksjon hos kråkeboller: dels fungerer den som et energidepot og dels i gametogenesisen (dannelsen av kjønnsceller). Gonaden fra begge kjønn benyttes til konsum. Kråkebollegonade og kråkebolleogn brukes synonymt i dette arbeidet

2 MATERIALE OG METODE

2.1 Forsøksdyr og fôring

Forsøket ble gjennomført ved Havbruksstasjonen i Tromsø. Det ble benyttet villfangede Drøbak-kråkeboller (*Strongylocentrotus droebachiensis*), som ble hentet opp av dykkere ved Kvaløya i Troms. Fra innhøsting til forsøksstart ble kråkebollene lagret i runde 400 L glassfiberkar. I perioden fra innfangning til forsøksstart ble kråkebollene vedlikeholdsfôret på fersk stortare (*Laminaria hyperborea*). I forsøkene ble det benytte to forskjellige kråkebollefôr. Det ene fôret var det tradisjonelle kråkebollefôret utviklet ved Fiskeriforskning i Tromsø, her kalt kontrollfôr (Raa, 1998). Det andre fôret, kalt slutfôr, hadde et redusert protein/karbohydrat forhold sammenliknet med kontrollfôr, noe som ble oppnådd ved å doble mengden tare (tabell 1). Fôret ble produsert av Aarnes Båtsfjord AS i Båtsfjord. I tillegg til kråkebollefôrene ble det benytte fersk stortare (*Laminaria hyperborea*) i forsøk II.

Tabell 1. Liste over ingredienser i de to kråkebollefôrene oppgitt i vektprosent.

	Kontrollfôr (K)	Slutfôr(S)
Fiskeskinn	88.70	81.48
Tare	8.87	16.30
Stivelse	1.77	1.63
Glukose	0.09	0.08
β-karoten	0.21	0.20
Askorbinsyre	0.21	0.20
Bindings enzym	0.13	0.12

Generelt har kråkebollefôret mjuk konsistens med et tørrstoffinnhold på ca 30%. Kråkeboller ble tilbudt fôr i overskudd, tilsvarende en fôrterning på ca 10 g pr. dyr. pr. uke, gjennom forsøket. Utfôring skjedde en gang i uka etter at fôrrester var oppsamlet.

Gonadeindeks er uttrykt i % våtvekt og er beregnet etter formelen:

$$\text{Gonadeindeks (GSI)} = (\text{gonadevekt (g)}/\text{rundvekt (g)}) * 100$$

Data over gonadeindeks er presentert for hele forsøksperioden.

2.2 Eksperimentelle betingelser

Til oppfôring av kråkebollene ble det benyttet plastkar (Sæplast saltfisk-kar) på ca 800L. I hvert av karene ble det plassert en falsk bunn med et avløp under. Den falske bunnen var perforert slik at kun ekskrementer ble skilt ut. Dyser, plassert under den falske bunnen, sørget for en kontinuerlig utspyling av ekskrementer. For ytterligere å sikre rask transport av fecalier ut av karet ble rennen sjokktappet en gang i uka. Karene er delt opp i 8 tilnærmet like store enheter ved hjelp av vertikale lamellvegger av glassfiber og plastbelagt netting. Lamellene benyttes for å øke det tilgjengelige arealet for kråkebollene samt redusere kontakt mellom dem. Bilde 1 viser karoppsettet.



Bilde 1. Kråkebolle i fôringskammer.

Hvert kar fikk tilført 40 liter filtrert sjøvann (34‰) pr. minutt. For å sikre at kråkebollene fikk dekket sitt vannbehov ble et spreaderør montert over hele karet. I tillegg ble oksygenivået målt hver uke gjennom forsøket. Det ble ikke målt verdier på under 95 % metning på noen tidspunkt i forsøket. Under forsøkene ble det benyttet simulert daglengde tilsvarende ”Tromsølys” og lysstyrken ved vannoverflaten ble målt til ca 150 lux.

2.2.1 Forsøksrunde I (desember)

Målet med forsøksrunde I var å gjennomføre en beskrivende sensorisk test på kråkeboller og produsert med to ulike fôrvarianter (kontrollfôr , slutfôr), og sammenlikne disse med ville kråkeboller. Det ble benyttet 400 kråkeboller i størrelsesgruppen 5 til 6 cm (skalldiameter). Kråkebollene ble fordelt på 8 kammer med 50 individer i hvert. Forsøket hadde en varighet på 60 dager (oktober-desember). Kråkebollene gikk under naturlig temperatur (vedlegg 1a).

2.2.2 Forsøksrunde II (februar)

På bakgrunn av resultatene fra forsøk I ble det satt opp et forsøksoppsett bestående av fire fôringsregimer i forsøk II (tabell 2). Som i forsøk I ble oppfødte kråkeboller sammenliknet med ville. I tillegg til slutfôr ble fersk stortare benyttet. Forsøket hadde en varighet på 60 dager (desember-februar). Det ble benyttet ca 1000 kråkeboller i samme størrelsesgruppe som beskrevet i avsnittet over. Kråkebollene gikk under naturlig temperatur (Vedlegg 1b).

Tabell 2. Oversikt over fôringsregimene i forsøksrunde II. K=kontrollfôr, S=sluttfôr, T=tare (*Laminaria hyperborea*) og V=ville kråkeboller.

	Antall	Fôringsregime	Dager
1	200	V	0
2	200	S	60
3	200	S → T	30:30
4	200	K → S	30:30
5	200	K	60
Sum	1000		

2.3 Analyser

Alle kråkeboller ble målt og veid ved forsøksstart og slutt. Kråkebollens diameter ble målt med et skyvelær med 1 mm nøyaktighet. Kråkebollene og gonade ble veid med henholdsvis 1 g og 0,1 g nøyaktighet. Gonadeinnhold og -farge ble registrert på et representativt utvalg av kråkebollene ved forsøksstart og hos samtlige kråkeboller ved forsøksslutt. Gonadefargen ble vurdert visuelt ved bruk av fargevifte utviklet for eggeplomme av Roche ("The Roche Yolk Colour Fan"). Ved første forsøksrunde ble det også benyttet en bærbar lysreflekterende fargemåler (Minolta Chroma Meter CR-200, Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan). Fargemåleren sender diffus jevn belysning ned på overflaten av prøvematerialet og registrerer refleksjonen fra dette. Ut fra denne lysrefleksjon vil man få fargeverdier presentert i forskjellige system. Det fargesystemet som best angir menneskets oppfatning av farge er CIE (Commission International de l'Eclairage) 1976-fargesystem. Dette fargesystemet presenterer fargen tredimensjonalt. I CIE-Labkoordinatene står L* for lyshetsgrad, a*-verdi står for rødhet og b*-verdi står for gulhet.

Kråkebollerogn til sensorisk analyse gikk gjennom en standardprosedyre som besto av følgende trinn:

1. Kråkebollene ble sultet 1 uke før sensorisk analyse ble gjennomført. Dette ble gjort for å rense tarmene for faeces.
2. Kråkebollene ble lagret tørt i ca 12 timer i et kjølerom på 4°C før de ble åpnet.
3. Gonaden ble tatt ut ved bruk av et spesialverktøy utviklet for kråkeboller.
4. Gonaden ble plassert i saltbad 1.
5. Gonader ble overført til saltbad 2.
6. Etter saltbad 2 ble gonadene plassert i et alunbad.
7. Gonadene ble så tørket i ca 1 time før de ble plassert på trebrett (bilde 3).
8. Trebrettene ble pakket i isopor esker med is.



Bilde 2. Kråkebollegonader i saltbad.



Bilde 3. Kråkebollegonader pakket på trebrett.

2.4 Sensorisk analyse

Det ble utført en beskrivende sensorisk test ved begge forsøksrundene, den første i desember 2001 og den andre i februar 2002. En beskrivende sensorisk test gir svar på hvilke og hvor store forskjeller det er mellom kråkebolle rogn produsert med ulike fôr og under ulike fôringsregimer. Relevante egenskaper for bedømmelse av kråkebolle ble definert i et samarbeid mellom dommerpanelet og panelleder. Ville og oppfødde kråkebolle var tilgjengelig under trening av panelet. Disse representerte til en viss grad ytterpunkter samt mulige egenskaper som kunne forekomme og best karakterisere produktene i forsøket. 12 sensoriske egenskaper ble bedømt på en ikke-lineær linjeskala fra 0 til 10 poeng (fra ingen til høy intensitet). For en beskrivelse av egenskaper og hvordan de ble definert se vedlegg 2.

2.4.1. Desember 2001

Gonader produsert med tre ulike fôrvarianter ble analysert; ville, slutfôr og kontrollfôr. Lakebehandlet kråkebolle rogn ble lagt på trebrett og oppbevart i kjøleskap til neste dag. Analysedagen ble kråkebolle rogn plassert i små beger av plastikk med lokk. Hver smakdommer fikk en til to rognbåter avhengig av størrelse og utvalg. Rogna ble valgt ut for å få en så ensartet farge som mulig mellom prøver i en variant av fôring. Den ble så oppbevart i kjøleskap (+3 °C) og satt frem cirka fem minutter før servering. Prøvene ble så servert i tilfeldig rekkefølge i to gjentak til panelet. Data ble registrert elektronisk ved bruk av Tecator's Senstec system. Det sensoriske panelet bestod av seks trette smakdommere.

2.4.2. Februar 2002

Gonader produsert med fem ulike fôrvarianter/fôringsregimer ble analysert; ville, slutfôr, slutfôr-tare, kontrollfôr og kontrollfôr-slutfôr. Preparering ble gjort på samme måte som for forsøket i desember.

2.5 Dataanalyse

Statistikkberegninger av gonadevekst og gonadefarge ble utført ved hjelp av programpakken StatView-98 (SAS). Mann-Whitney testen ble benyttet til sammenligning av medianverdier ved to utvalg. I alle statistiske tester ble p-verdi $\leq 0,05$ betraktet som signifikant.

De sensoriske data er behandlet statistisk. For den beskrivende testen ble middelerverdier over dommere og gjentak sammenlignet for hver prøve og sensorisk egenskap i en toveis variansanalyse (ANOVA) med samspill og dommere som tilfeldige effekter. Det ble også utført en Tukey's multippel sammenligningstest på 5%-nivå. ANOVA og Tukey's test ble utført i SAS Microsoft for Windows versjon 6.12 (SAS Institute INC., USA).

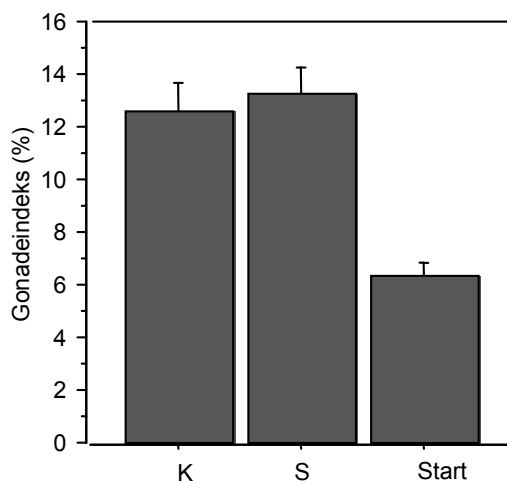
En prinsipalkomponent analyse (PCA) mellom fôrvarianter ble i tillegg utført på middelerverdiene for forsøket gjennomført i februar 2002. Statistikkprogrammet Unscrambler versjon 7.05 (Camo Trondheim) ble benyttet til PCA analysen.

3 RESULTAT

3.1 Forsøksrunde I (Desember 2001)

3.1.1. Gonadevekst og gonadefarge

Ved forsøksstart var gjennomsnittlig gonadeindeks på 6 %. Som det fremgår av Figur 1 gav begge de eksperimentelle fôrvariantene en gonadeindeks på over 12% ved forsøksslutt. Det ble ikke funnet signifikant forskjell i gonadeindeks mellom de to fôrvariantene.



Figur 1. Gjennomsnittlig gonadeindeks (\pm SE) hos kråkeboller fôret på kontrollfôr (K) og slutfôr (S) ved forsøksslutt, samt gonadeindeks ved forsøksstart (Start).

Ved avslutning av forsøket ble 25 kråkeboller fra hver fôrvariant tatt ut for instrumentell fargemåling (Minolta Chroma Meter CR-200). For hver gonade ble det tatt 6 målinger. Gjennomsnittsverdien for hver av disse målingene ble benyttet. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i rødhet (a*), gulhet (b*) og lyshet (L*) mellom gruppene (Vedlegg 3)

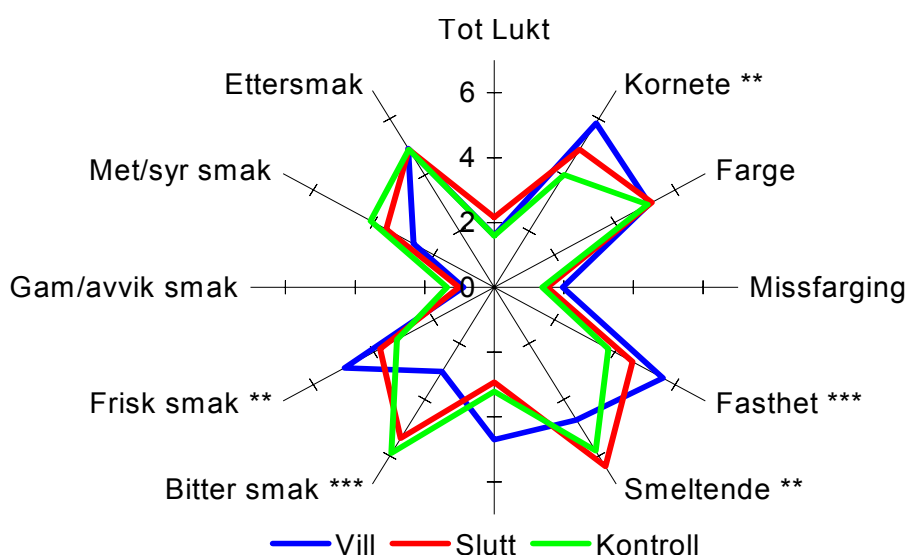
3.1.2. Sensorisk sammenligning

Den sensoriske analysen avdekket signifikante forskjeller på følgende seks sensoriske egenskaper; kornete, fasthet, smeltende, søt smak, bitter smak og frisk smak (Tabell 3). Den ville kråkebollen skiller seg ut og har høyere intensitet i alle disse egenskaper unntatt bitter smak og smeltende (Tabell 3, Fig. 2). Det var ingen signifikant forskjell mellom rogn produsert med de to fôr variantene, men slutfôr ble opplevd som noe mer frisk i smak og mindre bitter i smak.

Tabell 3. Sensorisk sammenligning av kråkebollerogn produsert med to ulike fôrvarianter og ville kråkeboller, presentert som middelverdier, resultater av ANOVA og Tukey's test. Prøver med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige på 5 % nivå. N=6. Symbolbruk; ***: $p < 0,001$, **: $p < 0,01$, *: $p < 0,05$, is: ikke signifikant ($p > 0,05$).

Egenskaper	Signifikans	Vill	Slutfôr	Kontrollfôr
1. Total luktintensitet	is	1,6a	2,2a	1,6a
2. Kornete	**	5,8a	4,9ab	4,0b
3. Farge	is	5,1a	5,2a	5,1a
4. Misfarging	is	2,0a	1,5a	1,4a
5. Fasthet	***	5,6a	4,6b	3,8b
6. Smeltende	**	4,7b	6,4a	5,8a
7. Søt smak	**	4,7a	2,9b	3,2b
8. Bitter smak	***	3,0b	5,4a	5,9a
9. Frisk smak	**	5,0a	3,8b	3,2b
10. Gammel/avvikende smak	is	0,9a	1,0a	1,4a
11. Metallisk/syrlig smak	is	2,7a	3,6a	4,1a
12. Ettersmak	is	4,9a	4,9a	4,9a

For egenskapen ettersmak gav smaksdommerne i tillegg kommentarer. Den ville kråkebollen skilte seg også ut her. Dommerne beskrev smaken som mer positiv enn for slutt- og kontrollfôr. Den ville ble beskrevet med en søtlig – noe bitter – frisk – gulrot/agurk smak mens den dominerende smaken i slutt- og kontrollfôr ble bitter – syrlig – metallisk.

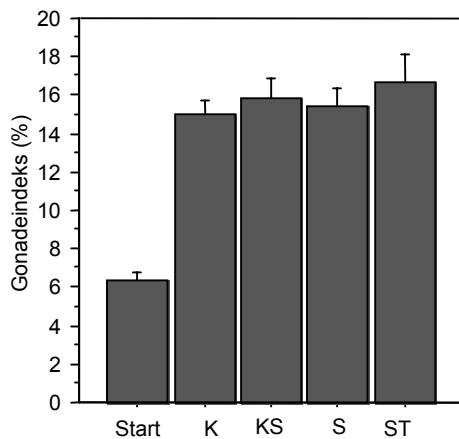


Figur 2. Radardiagram som viser sensorisk kvalitet på kråkebollerogn fra forsøk I. I diagrammet har hver sensoriske egenskap sin verdiakse som stråler ut fra midtpunktet. Antall stjerner angir graden av signifikans for den aktuelle sensoriske egenskap (sammenlign med tabell 1). Vill= ville kråkeboller, Slutt= slutfôr og Kontroll= kontrollfôr.

3.2 Forsøksrunde II (Februar 2002)

3.2.1. Gonadevekst og gonadefarge

Ved forsøksstart var gjennomsnittlig gonadeindeks på 6,2 %. Som det fremgår av Figur 3 hadde samtlige fôringsregimer en gonadeindeks på over 15% ved forsøksslutt. Det ble ikke funnet signifikant forskjell i gonadeindeks mellom de forskjellige fôringsregimene. Gonadeindeksen ved forsøksslutt var litt høyere i forsøksrunde II sammenliknet med forsøksrunde I.



Figur 3. Gjennomsnittlig gonadeindeks (\pm SE) hos kråkeboller fôret på kontrollfôr (K) kontrollfôr-slutfôr (KS), slutfôr (S), slutfôr-tare (ST) ved forsøksslutt, samt gonadeindeks ved forsøksstart (Start).

3.2.2. Sensorisk sammenligning

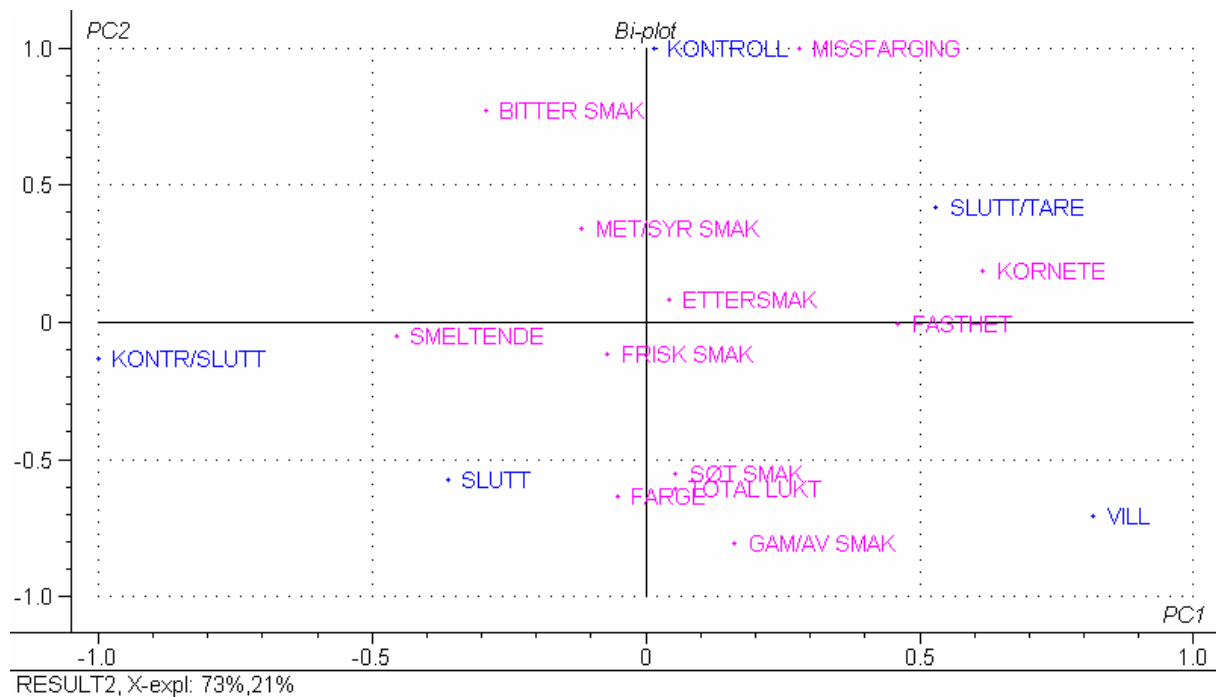
Sensorisk analyse avdekket signifikante forskjeller i seks sensoriske egenskaper også i forsøksrunde 2, disse var total luktintensitet, kornete, farge, fasthet, smeltende, bitter smak (Tabell 4). Kråkeboller på fôringsregimet slutfôr-tare var ikke vesentlig forskjellig fra ville kråkeboller for noen av disse egenskapene. Det ser dermed ut til at fôringsregimet slutfôr-tare produserer rogn som er mest lik de ville kråkebollene.

For de andre fôrvariantene/fôringsregimene var mønsteret mindre konsistent. For egenskapen total luktintensitet er kontrollfôr signifikant forskjellig fra vill. For egenskapen kornete er slutfôr og kontrollfôr-slutfôr signifikant forskjellig fra vill. For egenskapen farge er kontrollfôr signifikant forskjellig fra vill. For egenskapen fasthet er det bare kontrollfôr-slutfôr som er signifikant forskjellig fra vill. For egenskapen smeltende er slutfôr og kontrollfôr-slutfôr signifikant forskjellig fra vill. For egenskapen bitter smak er kontrollfôr og kontrollfôr-slutfôr signifikant forskjellig fra vill. Som det fremgår av Tabell 4 var det også et lite konsistent mønster i innbyrdes forskjeller mellom fôrvarianter/fôringsregimer.

Tabell 4. Sensorisk sammenligning av kråkebollerogn produsert med fire ulike fôringsregimer og ville kråkeboller, presentert som middelveier, resultater av ANOVA og Tukey's test. Prøver med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige på 5 % nivå. N=9. Symbolbruk; ***: $p < 0,001$, **: $p < 0,01$, *: $p < 0,05$, is: ikke signifikant ($p > 0,05$).

Egenskaper	Signifikans	Vill	Slutfôr	Slutfôr/tare	Kontrollfôr	Kontrollfôr/slutfôr
1.Total lukt	*	2,4a	2,3ab	2,3ab	1,7b	2,2ab
2. Kornete	***	5,7a	4,3bc	5,1ab	5,0ab	3,5c
3. Farge	**	5,0a	5,1a	4,7ab	4,4b	5,0a
4. Misfarging	is	1,7a	1,3a	2,5a	2,2a	1,1a
5. Fasthet	**	5,2a	4,2ab	5,0a	4,5ab	3,6b
6. Smeltende	***	5,2b	6,3a	5,3b	6,0ab	6,7a
7. Søt smak	is	4,1a	3,8a	3,5a	3,5a	3,7a
8. Bitter smak	*	3,2b	3,7ab	3,6ab	4,4a	4,4a
9. Frisk smak	is	3,9a	4,4a	4,2a	4,0a	4,2a
10. Gam/avvik smak	is	1,8a	1,3a	1,0a	0,9a	0,9a
11. Met/syr smak	is	2,5a	2,7a	2,6a	3,0a	2,9a
12. Ettersmak	is	4,6a	4,4a	4,4a	4,6a	4,4a

En prinsipalkomponent analyse gjør det mulig å sammenligne den samlede informasjonen som ligger i de sensoriske egenskapene og de fem fôrvariantene. Et bi-plott for faktor 1 (x-aksen) og faktor 2 (y-aksen) fra forsøksrunde II er vist i figur 5.



Figur 5. Prinsipalkomponent analyse (bi-plot) med middelveier over PC1 og PC2.

Dommerpanelet har klart å skille de fem fôrvariantene/fôringregimene fra hverandre. Forenklet kan man si at i et slikt plott er egenskaper som ligger nær hverandre sterkere korrelert enn de som ligger langt fra hverandre. I dette aktuelle tilfellet ser vi at faktor 1 (X-aksen) forklarer en større del av variasjonen (73%) enn faktor 2 (Y-aksen) (21%). Dette betyr at sensoriske egenskaper/fôrvarianter som ligger nær hverandre langs x-aksen er sterkere korrelert med hverandre enn de som ligger nær hverandre langs Y-aksen. For faktor 1 er det først og fremst egenskapene kornete, fasthet og smeltende som skiller fôrvariantene fra hverandre, mens for faktor 2 er det egenskapene bitter smak, gammel/avvikende smak og søt smak. Resultatet bekrefter resultatet fra ANOVA analysen. Kontrollfôr ser ut å gi kråkeboller med en høyere intensitet av bitter smak sammenlignet med slutfôr. Å bruke slutfôr etterfulgt av en periode med tare (slutfôr-tare) ser ut å gi kråkeboller med en konsistens som er mer fast og kornete, det vil si mer lik konsistensen på vill kråkebolle.

4 DISKUSJON

4.1 Gonadevekst og gonadefarge

Alle kråkeboller som fikk vårt formulerte fôr hadde en betydelig økning i gonadeindeks gjennom forsøkene, med en gonadeindeks mellom 12-15% ved forsøkslutt. I Maine, USA, hvor *Strongylocentrotus droebachiensis* har vært fiske kommersielt i over 50 år, regnes gonadeindeks på 10% som minimum kommersiell standard (Vadas et al. 2000). Tidligere studier hvor fôret utviklet ved Fiskeriforskning er brukt har vist at gonadeveksten med dette fôret er betydelige høyere enn med tare (Siikavuopio et al. 1999). Dette er i samsvar med en rekke andre studier, som viser at formulert fôr generelt gir høyere gonadevekst enn naturlige fôrtilsittere som eksempelvis tare (de Jong-Westman et al. 1995, Cook et al. 1998, Pearce et al. 2002 in press). Fargemålingene gjort med den lysreflekterende fargemåleren avdekket ingen signifikante farge forskjeller mellom oppfødte kråkeboller og ville i forsøksrunde I. Det ble derfor ikke gjennomført en farge analyse med fargemåler i forsøksrunde II.

4.2 Sensorisk sammenlikning

I diskusjonen av resultatene fra den sensoriske sammenlikningen tar vi utgangspunkt i at ville kråkeboller representerer den ønskede kvaliteten. De ville kråkebollene var høstet på en god lokalitet hvor det foregår kommersiell høsting. Den høye kvaliteten på de ville kråkebollene ble videre bekreftet av sushi kokk Terje Burum fra East sushi restaurant i Oslo. I forsøksrunde I ble ville kråkeboller sammenliknet med kråkeboller oppfôret på to ulike fôrvarianter. De to fôrvariantene skilte seg fra hverandre ved at de hadde ulikt protein/karbohydrat forhold. I dette forsøket skilte ville kråkeboller seg signifikant fra de oppfødte på seks sensoriske egenskaper. Kontrollpanelet fant ikke signifikante forskjeller mellom de to oppfødte variantene, men kråkeboller som hadde fått slutfôr (lavt protein/karbohydrat forhold) ble opplevd som noe mer friske og mindre bitter i smak.

I forsøksrunde II ble kråkebollene satt på ulike fôringsregimer bestående av kombinasjoner av slutfôr, kontrollfôr og tare. Også i dette forsøket var det signifikante forskjeller på seks sensoriske egenskaper. Det ble avdekket to forhold i den sensoriske sammenlikningen som var spesielt interessante. Det ene var at sensorikkpanelet ikke greide å skille kråkeboller rogn produsert på fôringsregimet slutfôr-tare fra ville kråkeboller på noen av de sensoriske egenskapene som viste forskjeller i forsøksrunde I. Det andre var at begge fôringsregimene basert på kontrollfôr (høyest protein/karbohydrat forhold) gav rogn med vesentlig større grad av bittersmak sammenliknet med de andre forsøksgruppene. Slutfôr-tare var det fôringsregimet som hadde det laveste protein/karbohydrat forholdet. Ser man resultatene fra forsøksrunde I og II under ett virker det som om et høyere innhold av karbohydrat og/eller et lavere protein/karbohydratforhold forbedrer kråkebollerogns sensoriske egenskaper i den forstand at den blir mer lik rogn fra ville kråkeboller. Resultatene fra denne undersøkelsen peker i samme retning som en del nyere arbeider, hvor bitter smak virker å være assosiert med høy protein konsentrasjon i fôret (Hoshikawa et al. 1998, Hammer et al. 2001, Pearce et al. 2002 (in press). de Jong-Westman et al. (1995) foreslår at fôr til *Strongylocentrotus droebachiensis* bør inneholde minimum 10% protein for å oppnå maksimal gonadevekst,

mens Pearce et al. (in press) konkluderer med at man oppnår maksimal gonadevekst hos *S. droebachiensis* med et proteininnhold i fôret på mellom 10 og 19%. Kontrollfôr som her er brukt som utgangspunkt har et proteininnhold på omkring 65% prosent. Dette kan bety at vi har betydelig rom for å øke kvaliteten på gonaden ved å redusere protein/karbohydrat forholdet i dette fôret uten at det går på bekostning av gonadevekst.

5 KONKLUSJONER

- Det var ikke forskjeller mellom forsøksgruppene når det gjelder gonadevekst. I alle forsøksgruppene hadde kråkebollene en gonadeindeks på mellom 12 og 15% ved forsøkets slutt.
- Verken instrumentelle eller visuelle fargemålinger (utført av sensorikkpanelet) avdekket fargeforskjeller mellom ville og oppfødte kråkeboller i forsøksrunde I.
- Disse to forsøkene har gitt følgende bilde av kråkebollens sensoriske profil;
 - En svak lukt som minner om noe søtlig, frisk, agurk, gulrot og sjø. I tillegg noen negative lukter som minner om syrlig, plastikk og mint.
 - En farge som varierer mellom gulhvit – gul – oransje – rød. Men også en del misfarging som brun, sort og grå rogn.
 - Konsistensen varierer mye fra rogn som er kornet, fast til lite smeltende og det motsatte.
 - En smak som beskrives som søt, frisk, skalldyr, sjø, gulrot, sitron og agurk. Men også her en del smaker som oppfattes som negative som bitter, metallisk, plastikk og skarp.
 - Kommentarer som smaksdommerne har gitt tyder på at lakebehandlingen i alun gir både lukt og smak til kråkebollene.
- Av tolv på forhånd definerte sensoriske egenskaper fant smakspanelet signifikante forskjeller mellom forsøksgruppene på seks sensoriske egenskaper. Av disse var det fire som var signifikante i begge forsøkene; kornete, fasthet, smeltende og bitter smak.
- I forsøksrunde I skilte ville kråkeboller seg fra oppfødte. Det var ikke signifikante forskjeller mellom de to fôrvariantene, men gonader produsert med slutfôr (reduert protein/karbohydrat forhold) ble opplevd som noe mer frisk og mindre bitter.
- I forsøksrunde II var det ikke signifikante forskjeller mellom ville kråkeboller og kråkeboller på fôringregimet med lavest protein/karbohydrat forhold; slutfôr-tare. Kråkeboller oppfødte i regimet basert på fôr med høytest protein/karbohydrat forhold (kontrollfôr) hadde større grad av bittersmak enn de andre fôrvariantene/fôringsregimene. Det ser dermed ut til at kråkeboller produsert på det fôret med det laveste protein/karbohydrat forholdet og/eller det høyeste karbohydratinholdet har gonader som likner mest på ville når det gjelder de undersøkte sensoriske egenskaper.

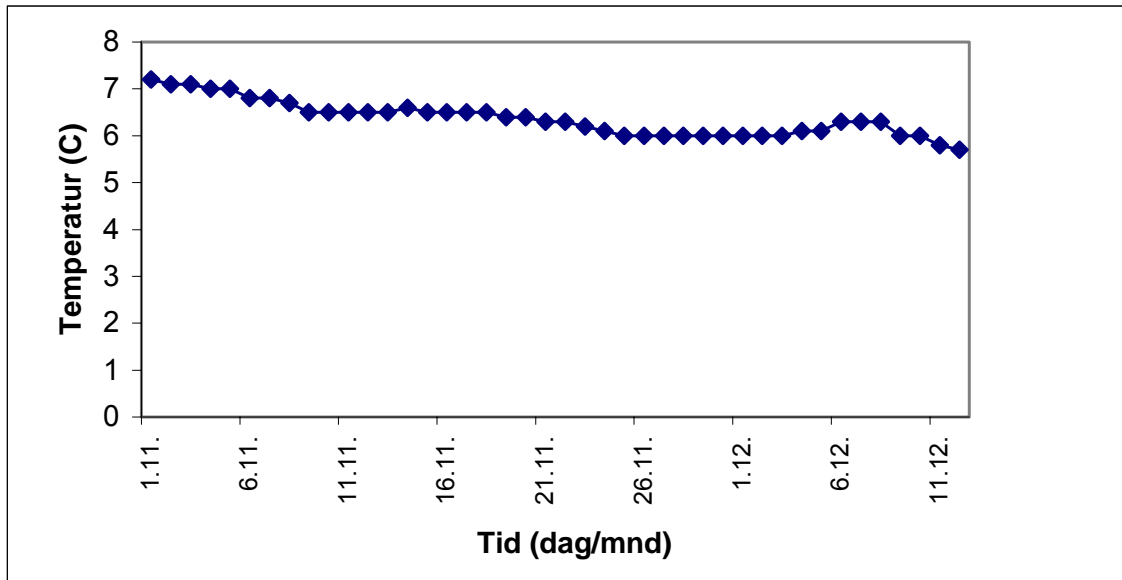
6 REFERERANSER

- Conand C, Sloan NA (1989) World fisheries for echinoderms. In: Caddy JF (ed) Marine invertebrate fisheries: Their assessment and management. John Wiley and Sons, 647-663
- Cook EJ, Kelly MS, McKenzie JD (1998) Somatic and gonadal growth of the sea urchin *Psammenechuc miliaris* (Gmelin) fed artificial salmon feed compared with a macroalgal diet. J Shellfish Res 17:1549-1555
- de Jong-Westman M, March BE, Carefoot TH (1995) The effect of different nutrient formulations in artificial diets on gonad growth in the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. Canadian Journal of Zoology 73:1495-1502
- Fernandez C, Caltagirone A (1994) Growth rate of adult sea urchins *Paracentrotus lividus* in a lagoon environment: the effect of different diet types. In: David et al. (eds) Echinoderms through time. Balkema, Rotterdam, p. 655-660
- Gomez JLC, Tallon JGM, Rodriguez LMG (1995) Experiments of sowing juveniles of *Paracentrotus lividus* (Lamarck) in the natural environment. In: Emson et al. (eds) Echinoderm Research 1995. Balkema, Rotterdam, p. 255-258
- Grosjean P, Spirlet C, Gosselin P, Vaitilingon D, Jangoux M (1998) Land based closed-cycle echinculture of *Paracentrotus lividus* (Lamarck)(Echinodea: Echinodermata): a long term experiment at a pilot scale. J Shellfish Res 17:1523-1531
- Hammer HS, Watts SA, Lawrence JM, Lawrence AL, McClintock JB (2001) The effects of dietary protein on the production and proximate composition of gonads in the edible sea urchin *Lytechinus variegatus*. World Aquaculture Society. Book of abstracts, p 270.
- Hagen N (1996) Echinoculture: from fishery enhancement to closed cycle cultivation. World Aquaculture December 1996:6-19
- Hoshikawa H, Takahashi K, Sugimoto T, Tuji K, Nobuta S (1998) The effects of fish meal feeding on the gonad quality of cultivated sea urchins, *Strongylocentrotus nudus* (A.Agazziz). Sci Rep Hokkaido Fish Exp Stn 52:17-21
- Kelly MS, Brodie CC, McKenzie JD (1998) Somatic and gonadal growth of the sea urchin *Psammechinus miliaris* (Gmelin) maintained in polyculture with the Atlantic salmon. J Shellfish Res 17:1557-1562
- Lawrence JM, Lawrence AL, McBride SC, George SB, Watts SA, Plank LR (2001) Developments in the use of prepared feeds in sea-urchin aquaculture. World Aquaculture:34-39
- Le Gall P (1990) Culture of echinoderms. In: Barnabé G (ed) Aquaculture Vol 1. Ellis Horwood, New York, p. 443-462
- Pearce CM, Daggett TL, Robinson.S.M.C. Effect of protein source ratio and protein concentration in prepared diets on gonad yield and quality of the green sea urchins, *Strongylocentrotus droebachiensis*. Aquaculture in press
- Robinson SMC, Colborne L (1998) Roe enhancement trials of the green sea urchin using an artificial food source. In: Mooi R, Telford M (eds) Echinoderms: San Francisco. Balkema, Rotterdam, p. 803
- Raa J (1998) Oppf ring av kråkeboller med tanke på økt utbytte og jevnere kvalitet av rogn til konsum. Fiskeriforsknings rapport 2/1998. ISBN 82-7251-373-2. 12

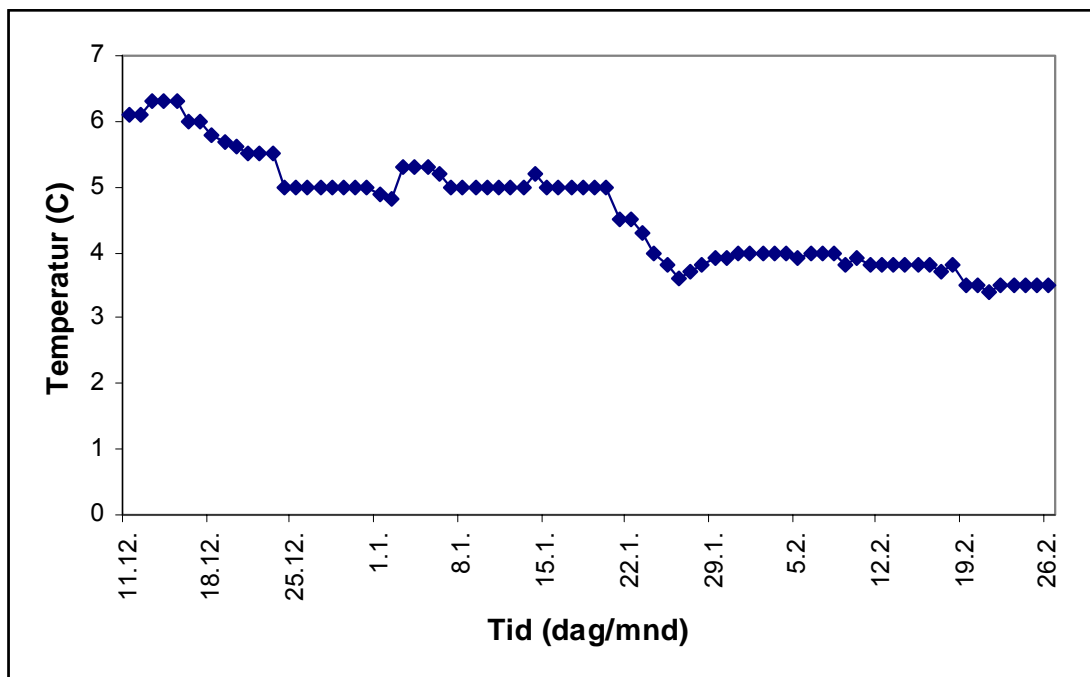
- Siikavuopio SI (2000) Fôrinntak, gonadevekst og pigmentering hos villfanget kråkebolle relatert til årstid. Sluttrapport Norges forskningsråd. 133214/122. 22 pp
- Siikavuopio SI, Christiansen SJ (2002) Effekt av temperatur og kroppstørresle på fôrinntak og gonadevekst hos villfanget Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*). Fiskeriforsknings rapport 1/2002.
- Siikavuopio SI, Jørgensen AJ, Christiansen JS (1999) Villfanget kråkebolle i landbasert oppdrett -fôrinntak og gonadevekst ved forskjellig individtettheter. Fiskeriforsknings rapport 7/1999. 15 pp
- Vadas SrRL, Beal B, Dowling T, Fegley JC (2000) Experimental field tests of natural algal diets on gonad index and quality in the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*: a case for rapid summer production in post-spawned animals. Aquaculture 182:115-135.

7 VEDLEGG

Vedlegg 1a. TEMPERATURPROFIL HOS KRÅKEBOLLER I FORSØKSRUNDE I.



Vedlegg 1b. TEMPERATURPROFIL HOS KRÅKEBOLLER I FORSØKSRUNDE II.



Vedlegg 2. VEILEDNING FOR BEDØMMELSE AV KRÅKEBOLLEROGN

- 1. Total luktintensitet:** Intensiteten i lukt av alle typer lukter vurderes. Kommenteres.
- 2. Kornete:** Bedøm hvor godt de enkelte rognkornene er separert fra hverandre. Skala: lite kornet (slimete) til mye kornet (sammenlign med lodderogn).
- 3. Farge:** Bedøm fargen på kråkebolle-båten. Fargeskalan går fra gulhvit – gul – oransje – oransjerød – rød .
- 4. Misfarging:** Som misfarging teller; rogn som er brun - sort - grå, pigger, sorte hinner, hvite - sorte prikker.
- 5. Fasthet:** Hvor robust oppleves kråkebolle-båten ved håndtering med plastskje. Skala: lite fast (slimete) til mye fast (båten opptar opprinnelig form etter trykk, elastisk).
- 6. Smeltende:** Bedømmes ved å først hantere kråkebolle-båten mellom tunge og gane for å deretter tygge båten. Skala: lite smeltende (båten beholder formen godt i munnen) til mye smeltende (smelter som smør i munnen).
- 7. Søt smak:** Intensiteten av søt smak.
- 8. Bitter smak:** Intensiteten av bitter smak.
- 9. Frisk smak:** Intensiteten av smaker som minner om sjø, tang, fjære.
- 10. Gammel/avvikende smak:** Intensiteten av smaker som minner om noe som er emment, kvalmt, gammelt sur eller en avvikende smak.
- 11. Metallisk/syrlig smak:** Intensiteten av metallisk/ syrlig smak i munnen.
- 12. Ettersmak:** Intensiteten av den smak som sitter igjen etter at prøven er spyttet ut. Kommenteres.

Vedlegg 3. GJENNOMSNIITTSVEKT, -GONADEINDEKS, -L*-VERDI, A*-VERDI OG B*-VERDI MED STANDARDAVVIK VED FORSØKSRUNDE I.

Gruppe	Diameter (cm)	Vekt (gram)	GSI (%)	L*-verdi	a*-verdi	b*-verdi
Slutfôr	53,4 (5,03)	54,5 (12,88)	13,1 (3,44)	52,68 (7,83)	13,76 (3,46)	39,65 (8,38)
Kontrollfôr	53,6 (5,36)	59,3 (15,02)	12,6 (3,34)	51,59 (5,29)	13,94 (3,34)	40,05 (5,99)
Start	54,30 (5,99)	64,4 (12,9)	6,78 (3,04)	53,69 (8,39)	15,5 (3,78)	40,19 (5,80)

Vedlegg 4. GJENNOMSNITTSVEKT, -DIAMETER, VEKT, -GONADEINDEKS, MED STANDARDAVVIK HOS KRÅKEBOLLER FÔRET PÅ KONTROLLFÔR (K) KONTROLLFÔR-SLUTTFÔR (KS), SLUTTFÔR (S), SLUTTFÔR -TARE (ST) OG VILLFANGA BOLLER VED FORSØKSSLUTT, SAMT GONADEINDEKS VED FORSØKSSTART (START).

Gruppe	Diameter (cm)	Vekt (gram)	GSI (%)
K	52,17(4,15)	57,57 (13,13)	14,90 (3,67)
S	52,94 (4,25)	59,71 (12,60)	15,42 (5,57)
KS	51,64 (5,10)	55,0 (15,00)	15,86 (5,71)
ST	47,72 (2,56)	51,51 (6,07)	16,63 (6,53)
V	59,98 (6,41)	89,87 (27,47)	17,63 (5,34)
Start	53,91 (3,83)	66,08 (12,99)	6,29 (2,71)



Fiskeriforskning

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9-13

Postboks 6122

N-9291 Tromsø

Telefon: 77 62 90 00

Telefaks: 77 62 91 00

E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:

Kjerreidviken 16

N-5141 Fyllingsdalen

Telefon: 55 50 12 00

Telefaks: 55 50 12 99

E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

ISBN 82-7251-497-4

ISSN 0806-6221