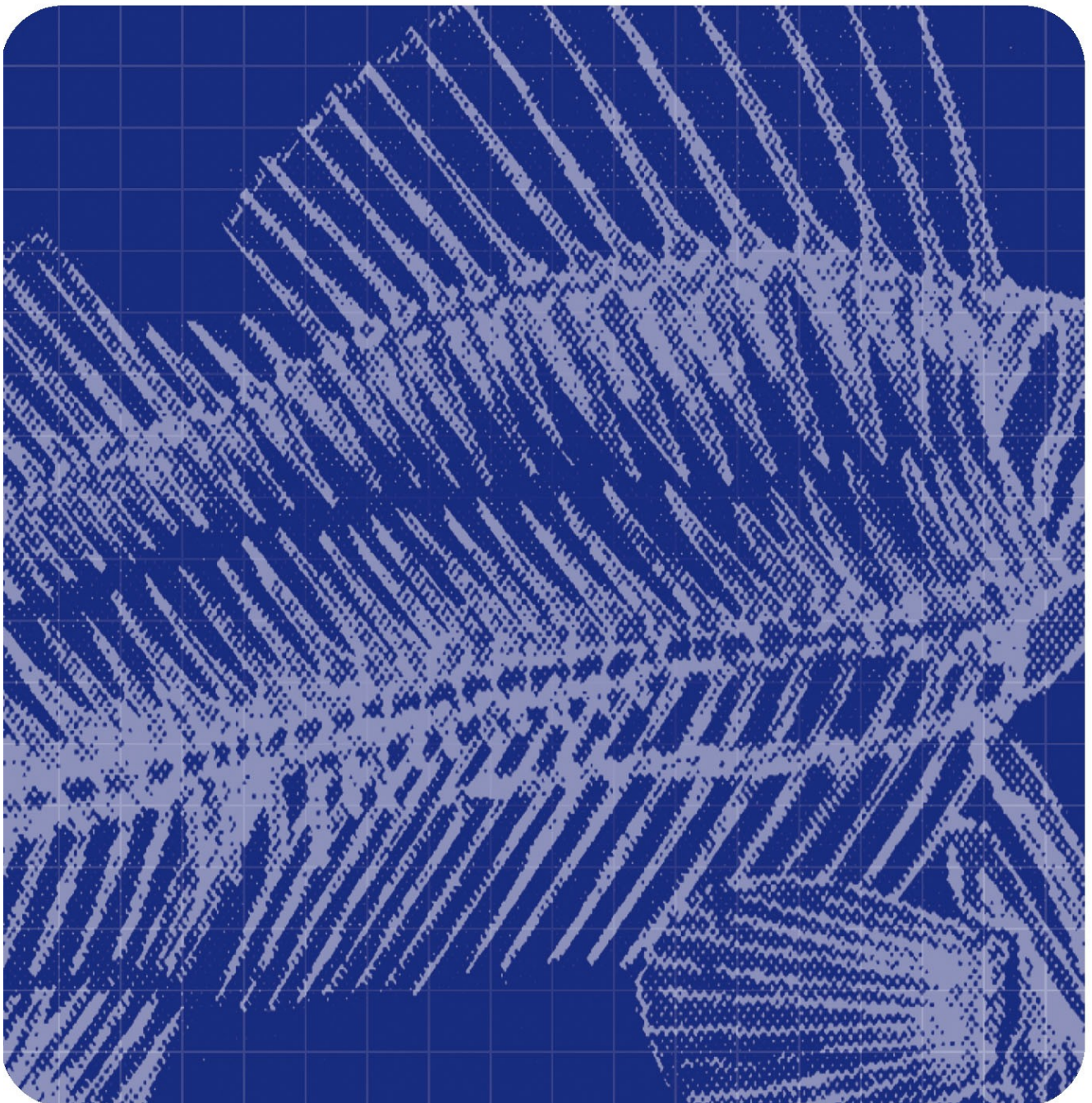




Effekt av temperatur og kroppsstørrelse på fôrinntak og gonadevekst hos villfanget Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*)

Sten I. Siikavuopio og Jørgen S. Christiansen





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

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

Gjennom strategisk næringsrettet forskning og utviklingsarbeid, i samarbeid med næringsaktører og det offentlige, skal Fiskeriforsknings arbeid bidra til utvikling av

- etterspurt sjømat
- aktuelle oppdrettsarter
- bioteknologiske produkter
- teknologiske løsninger
- konkurransedyktige foretak

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

Tilgjengelighet:

Åpen

Rapportnr:

1/2002

ISBN-nr:

82-7251-483-4

Tittel:

Effekt av temperatur og kroppsstørrelse på fôrinntak og gonadevekst hos villfanget Drøbak-kråkebolle

Dato:

09.01.02

Antall sider og bilag:

27

Forfatter(e):

Sten I. Siikavuopio og Jørgen S. Christiansen

Forskningssjef:

Atle Mortensen

Avdeling:

Avdeling for havbruk

Prosjektnr.:

6297

Oppdragsgiver:

Landsdelsutvalget for Nord-Norge

Oppdragsgivers ref.:

3 stikkord:

kråkebolle, temperatur og gonadevekst

Sammendrag: (maks 200 ord)

Drøbak-kråkebollen (*Strongylocentrotus droebachiensis*) produserer en gonade som er svært ettertraktet i det japanske og franske delikatessemarkedet. Det er i dag liten kunnskap om hvilken effekt temperatur og årstid har på gonade oppbygningen.

I dette arbeidet er det gjort en systematisk undersøkelse av hvilken effekt temperatur, kroppsstørrelse og årstid har på fôrinntak og gonadevekst. Denne kunnskapen vil gi retningslinjer for planlegging og dimensjonering av oppdrettsanlegg for kråkebolle.

English summary: (maks 100 ord)

FORORD

Dette prosjektet er finansiert av Landsdelsutvalget for Nord-Norge og Nord-Trøndelag.

En stor takk rettes til Ivar Nevermo og Elsa Kotavuopio som har vær uunnværlig hjelp under den praktiske gjennomføringen av forsøket. Ønsker også å takke Oddvar Haugland og Terje Nilsen for hjelpen i forbindelse med tilretteleggelsen av dette forsøket.

INNHOOLD

1	SAMMENDRAG.....	1
2	PROSJEKTETS MÅL	2
	2.1 Hovedmål:	2
	2.2 Delmål	2
3	TEORI OG METODE	3
	3.1 Forsøksdyr	3
	3.2 Eksperimentelle betingelser	3
	3.3 Analyser.....	4
	3.4 Forsøksoppsett.....	5
	3.4.1 Forsøksrunde I	5
	3.4.2 Forsøksrunde II	5
	3.5 Databehandling.....	5
4	RESULTATER	6
	4.1 Forsøksrunde I (juli- september)	6
	4.1.1 Dødelighet.....	6
	4.1.2 Gonadeindeks.....	6
	4.1.3 Spesifikk gonadevekstrate (SGR)	8
	4.1.4 Fôrinntak og fôrutnyttelse.....	10
	4.1.5 Fôrutnyttelse	10
	4.1.6 Gonadefarge	11
	4.2 Forsøksrunde II (desember -januar)	13
	4.2.1 Dødelighet.....	13
	4.2.2 Gonadeindeks.....	13
	4.2.3 Fôrinntak og fôrfaktor.....	14
	4.2.4 Fargesammensetning.....	15
	4.3 Gonadevekst relatert til størrelse og årstid	17
5	OPPSUMMERING.....	18
6	REFERANSER	20
7	VEDLEGG.....	21

1 SAMMENDRAG

Drøbak-kråkebollens (*Strongylocentrotus droebachiensis*) gonade¹ er en ettertraktet og høyt priset delikatesse på det japanske og franske markedet (Hagen, 1996). I 1995 var verdensmarkedet for kråkeboller på omkring 120 000 tonn rund vekt, og den er spesielt ettertraktet blant japanerne som står for 90% av etterspørselen (Keesing & Hall, 1998). Etter 1995 har det vært en nedgang i fangst av kråkeboller. Det skyldes overfiske (Lawrence et al., 2001). Innhøstingspotensialet for villfanget kråkebolle er stort langs norskekysten og spesielt i Nord-Norge (Sivertsen, 1997). De store forekomstene av kråkeboller har bidratt til nedbeiting av store deler av tareskogen langs Norskekysten (Sivertsen, 1997). Gonadeinnhold og bestandstetthet varierer fra lokalitet til lokalitet. I områder med lite tareskog er ofte tettheten av kråkeboller stor mens kvaliteten på gonadene er dårlig. Fangst av ville kråkeboller for direkte eksport er derfor risikofylt og ikke nødvendigvis rentabel. I tillegg er gonadekvaliteten sesongavhengig og gonadene er salgbar fra september/oktober til kråkebollene gyter i februar/mars.

Ved Fiskeriforskning har man siden 1995 arbeidet med oppfôring av villfanget kråkebolle med tanke på økt utbytte og jevn kvalitet av gonader til konsum. Prosjektene har resultert i utviklingen av et kråkebollefôr og en fôringsstrategi som gir rask gonadevekst (Raa, 1998, Siikavuopio et al., 1999, Siikavuopio, 2000). Fôret er kommersielt tilgjengelig og produseres i dag av Aarnes Båtsfjord A/S i Båtsfjord.

Det er fortsatt mye vi ikke vet om fôring av kråkebolle. Blant de tingene som er viktig for kommersiell oppfôring er fôrbehovet hos forskjellige størrelser av kråkeboller ved forskjellige temperaturregimer. Ved å registrere fôrintak og gonadevekst ved forskjellige temperaturer kan optimal temperatur for gonadevekst og optimal fôrutnyttelse oppnås hos de forskjellige størrelsesgruppene av kråkeboller.

¹ Betegnelsen gonade henviser her til kjønnskjertelen hos både hunn- og hannkråkebollen. Gonaden har dobbelfunksjon hos kråkeboller: dels fungerer den som et energidepot for glykogen og dels i gametogenesen (dannelsen av kjønnsceller). Gonaden fra begge kjønn benyttes til konsum.

2 PROSJEKTETS MÅL

2.1 Hovedmål:

Oppgaven har gått ut på å kartlegge:

- effekten av temperatur på fôrinntak og gonadevekst hos villfanget kråkebolle.

2.2 Delmål

Oppgaven er løst gjennom å utarbeide :

- tabeller over fôrinntak og gonadevekst relatert til kråkebolle størrelse, temperatur og årstid.

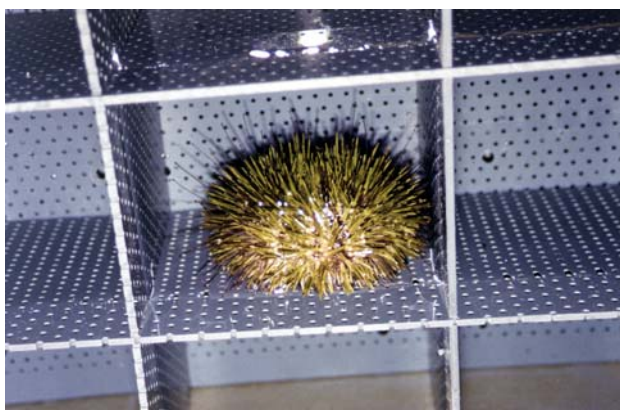
3 TEORI OG METODE

3.1 Forsøksdyr

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*).

3.2 Eksperimentelle betingelser

Seks renner, hver med en størrelse på 200 x 42 cm, ble inndelt i 336 kamre á 12 x 12 x 20 cm, for individuell registrering av kråkeboller (Bilde 1).



Bilde 1. Kråkebolle i fôringskammer.

Hver renne fikk tilført 30 liter sjøvann pr. minutt. For å sikre at kråkebollene fikk dekket sitt vannbehov ble et sprederør montert over hele rennen. I tillegg ble oksygenivået målt hver uke gjennom forsøket. Det ble ikke målt verdier på under 95 % metning på noen tidspunkt i forsøket. Det ble lagt inn en falsk bunn i hver av rennene. Bunnen var perforert slik at kun ekskrementer ble skilt ut. To dyser, plassert under den falske bunnen, sørget for en kontinuerlig utspyling av ekskrementer. Dessuten ble rennen sjokktappet en gang i uka for større rengjøring. Under forsøkene ble det benyttet simulert "Tromsølys" og lysstyrken over vannoverflaten ble målt til ca.150 lux. Det ble videre benyttet filtrert sjøvann. Vanntemperaturen ble målt daglig gjennom begge forsøksperiodene. Temperaturen ble justert hvis avviket var større en $\pm 0,5$ °C (Vedlegg 1).

3.3 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 begge forsøksrundene ble de også benyttet en bærbar lysreflekterende fargemåler (Minolta Chroma Meter CR-200, Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan). Fargeanalysatoren 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 rødhetsgrad og b*-verdi står for gulhet.

I forsøkene ble det benyttet kråkebollefôr utviklet ved Fiskeriforskning (Raa, 1998). Fôret ble produsert av Miljøprosess AS i Båtsfjord. 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. Kråkebollene ble fôret individuelt i kammer og hver terning veid til nærmeste 0,1 g før utfôring.

Fôrutnyttelse hos kråkeboller beskriver sammenhengen mellom fôrinntak og gonadevekst. Fôrinntak hos kråkebolle kan lett kvantifiseres da fôret ikke oppløses i vann. Man kan derfor utelukke feilkilder som følge av fôrspill i dette forsøket. Fôret ble tilbudt i overskudd og fôrinntak ble registrert som differansen mellom tilbudt mengde fôr og restfôrmengde. Fôrfôrbruk ble registrert ukentlig gjennom hele forsøket. Da fôret vil absorbere vann over tid ble fôrinntak beregnet først på tørrstoffbasis og siden omregnet til g våtvekt. Fôrfaktor og gonadeindeks ble beregnet på individnivå.

Fôrfaktoren er beregnet etter formelen:

$$\text{Fôrfaktor} = \text{fôrinntak (g)} / \text{gonadeøkning (g)}$$

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

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

Spesifikk gonadevekstrate er uttrykt som % gonadetilvekst /dag og er beregnet etter formelen:

$$\text{Spesifikk gonadvekstrate (SGR)} = (\ln V_T - \ln V_t / d) * 100$$

hvor V_t = gjennomsnittlig start gonadevekt (gram), V_T = slutt gonadevekt (gram), d = antall dager mellom målingene.

Data over gonadeindeks, fôrinntak og fôrutnyttelse er presentert for hele forsøksperioden.

3.4 Forsøksoppsett

3.4.1 Forsøksrunde I

Ved forsøksrunde I (juli –sept) ble det benyttet 336 kråkeboller. Kråkebollene ble fordelt på 6 forskjellige temperaturregimer (4,6,8,10,12 og 14 °C). Innen for hver temperaturgruppe ble kråkebollene fordelt i tre størrelsesgrupper ut i fra skallstørrelse; små (4-5 cm), medium (5 -6 cm) og stor (6 -7 cm) (tabell 1). Hver temperaturgruppe inneholdt totalt 48 individer, fordelt på 16 individer i hver størrelsesgruppe. Forsøket hadde en varighet på 60 dager.

3.4.2 Forsøksrunde II

Ved forsøksrunde II (des –jan) ble det benyttet 192 kråkeboller i størrelsesgruppen 5 til 6 cm (skalldiameter). Kråkebollene ble fordelt tilfeldig på 6 forskjellige temperaturregimer (4,6,8,10,12 og 14 °C) med 32 individer i hver temperaturgruppe (tabell 1). Forsøket hadde en varighet på 60 dager.

Tabell 1. Oversikt over de forskjellige temperaturregimer som ble benyttet i forsøksrundene I og II, samt forsøkestidspunkt og antall kråkeboller.

	Forsøk I (sommer)			Forsøk II (vinter)	
	Temperatur	4 -5 cm Antall	5- 6 cm Antall	6-7 cm Antall	5-6 cm Antall
Gruppe 4	4	16	16	16	32
Gruppe 6	6	16	16	16	32
Gruppe 8	8	16	16	16	32
Gruppe 10	10	16	16	16	32
Gruppe 12	12	16	16	16	32
Gruppe 14	14	16	16	16	32
Sum :		96	96	96	192

3.5 Databehandling

Statistikkberegninger ble utført ved hjelp av programpakken StatView-98 (SAS). Kruskal-Wallis test ble brukt til å sammenligne medianverdier ved tre eller flere utvalg. Mann-Whitney test ble benyttet til sammenligning av medianverdier ved to utvalg. I alle statistiske tester ble p -verdi $\leq 0,05$ betraktet som signifikant. BoksploTT er benyttet i presentasjonen av data for å gi en grafisk fremstilling av median og kvartiler.

4 RESULTATER

4.1 Forsøksrunde I (juli- september)

4.1.1 Dødelighet

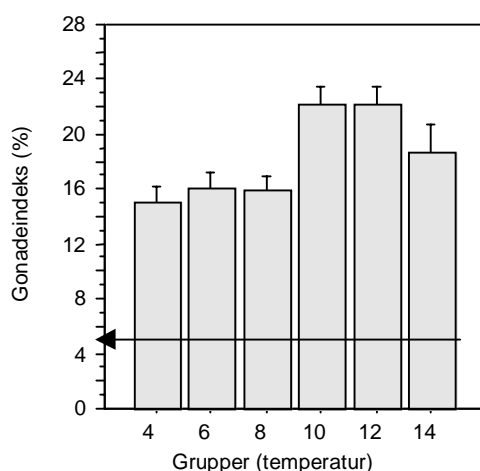
I forsøk I varierte dødeligheten fra 2 til 20 % mellom temperaturgruppene (tabell 2). Det ble ikke observert noen former for ytre skader på kråkebollene som overlevde.

Tabell 2. Prosentandel døde kråkeboller som ble registrert i løpet av forsøksrunde I.

Temperaturregime	4 °C	6 °C	8 °C	10 °C	12 °C	14 °C	Totalt
Dødelighet (%) (Sommer)	8	20	16	10	6	2	10

4.1.2 Gonadeindeks

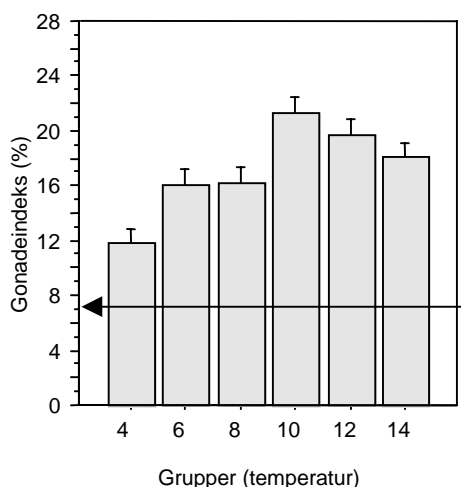
Ved forsøksstart ble gonadeindeksen målt i samtlige størrelsesgrupper. Hos kråkeboller (n=30 individer) med skalldiameter fra 4 til 5 cm, var den gjennomsnittlige gonadeindeksen på 5 % ved forsøksstart (figur 1).



Figur 1. Gjennomsnittlig gonadeindeks (\pm SE) hos "små" kråkeboller (4 til 5 cm) ved forsøksstart (markert med en pil) og ved forsøkslutt hos de forskjellige temperaturgruppene.

Figur 1 viser en kraftig økning i gonadeindeksen hos samtlige temperaturgrupper. Ved forsøkslutt hadde samtlige temperaturgrupper gonadeindeks på over 15%. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i gonadeindeks mellom kråkeboller fôret på 4, 6 og 8 °C. Kråkeboller som var blitt fôret på 10 °C hadde en signifikant større gonadeindeks enn de lavere temperaturgruppene (4,6 og 8°C). Det ble ikke funnet forskjeller i gonadeindeks mellom temperaturgruppene 10, 12 og 14 °C. Det er en tendens til nedgang i gonadeindeks hos 14 °C gruppen, selv om den ikke er signifikant.

Hos kråkeboller med skalldiameter fra 5 til 6 cm (n=30 individer) var den gjennomsnittlige gonadeindeksen på 7 % ved forsøksstart (figur 2).

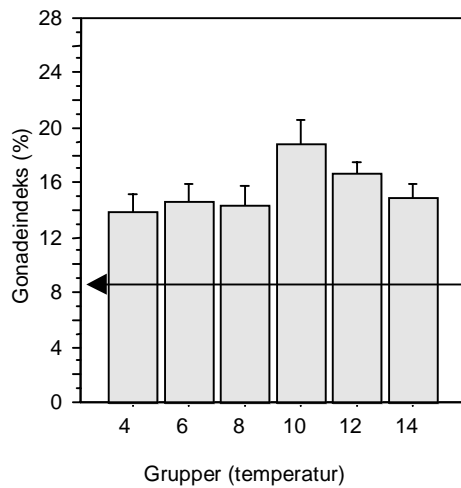


Figur 2. Gjennomsnittlig gonadeindeks (\pm SE) hos "medium" kråkeboller (5 til 6 cm) ved forsøksstart (markert med en pil) og ved forsøksslutt hos de forskjellige temperaturgruppene.

Samtlige temperaturgrupper visete en kraftig økning i gonadeindeksen og ved forsøksslutt hadde alle gruppene gonadeindeks på over 12%.

Kråkeboller fôret på 4 °C, hadde en signifikant lavere gonadeindeks enn 6 °C gruppen. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i gonadeindeks mellom gruppene fôret på 6 og 8 °C. Gruppen som var blitt fôret på 10 °C hadde en signifikant større gonadeindeks enn de lavere temperaturgruppene 4, 6 og 8 °C. Som vi ser av figur 2 var gonadeindeksen nesten dobbelt så høy hos 10 °C gruppen sammenlignet med 4 °C gruppen. Det ble ikke funnet forskjeller i gonadeindeks mellom temperaturgruppene 10, 12 og 14 °C. Her, som hos 4 til 5 cm store kråkebollene er det en tendens til nedgang i gonadeindeks hos 12 og 14 °C gruppene.

Hos kråkeboller med skalldiameter fra 6 til 7 cm (n= 30 individer) var den gjennomsnittlige gonadeindeksen på 9 % ved forsøksstart (figur 3).

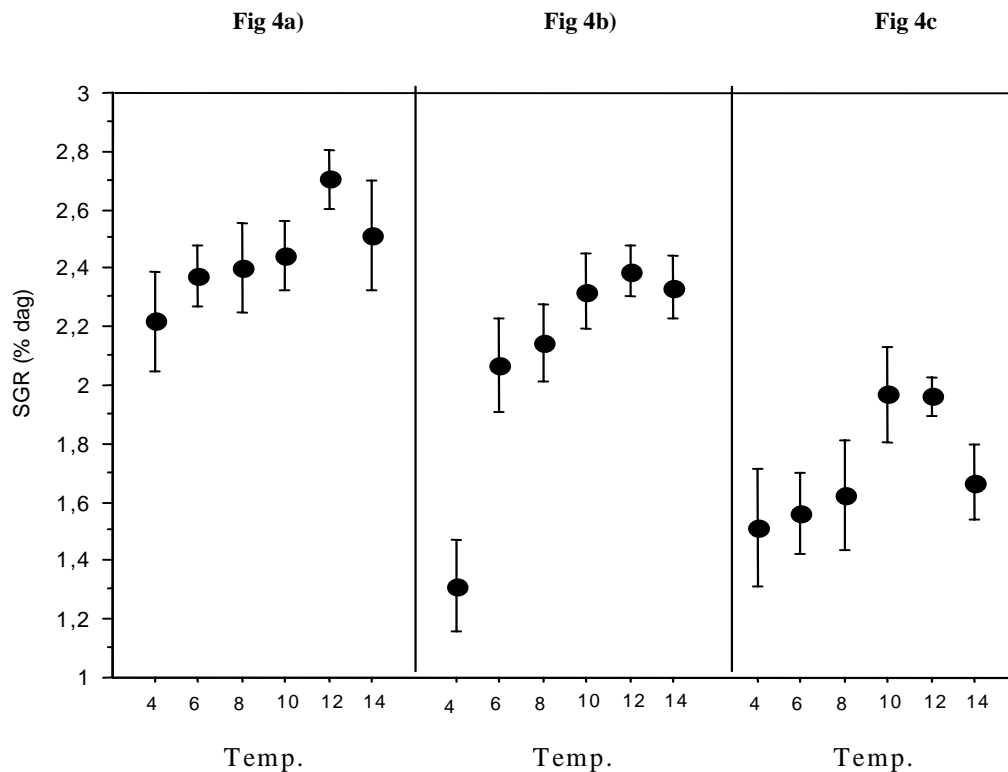


Figur 3. Gjennomsnittlig gonadeindeks (\pm SE) hos "stor" kråkeboller (6 til 7 cm) ved forsøksstart (markert med en pil) og ved forsøkslutt hos de forskjellige temperaturgruppene.

Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i gonadeindeks mellom 4, 6 og 8 °C -gruppene. Kråkeboller fôret på 10 °C hadde en signifikant høyere gonadeindeks enn de lavere temperaturgruppene (4, 6 og 8 °C). Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i gonadeindeks mellom 10, 12 og 14 °C gruppene. Dette er i samsvar med en trend som er observert hos de andre temperaturgruppene.

4.1.3 Spesifikk gonadevekstrate (SGR)

Ved siden av å beskrive gonadevekst som økning i gonadevekt kan gonadevekst også uttrykkes som spesifikk vekstrate pr. dag ($\% \text{ dag}^{-1}$) gjennom forsøksperioden. Figur 4a, b og c viser gonadevekstrate ved forskjellige i temperaturer hos de tre størrelsesgruppene av kråkeboller.



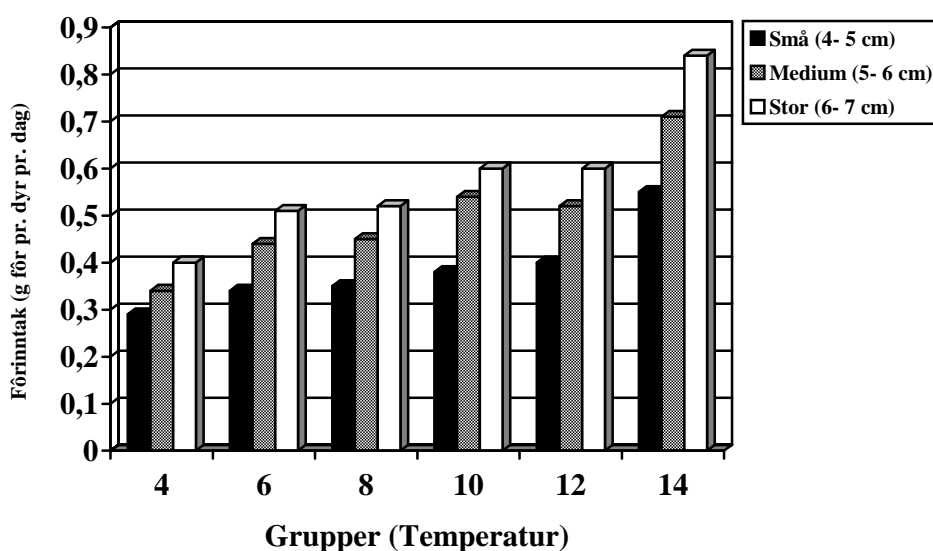
Figur 4. Gjennomsnittsverdier (\pm SE) for spesifikke gonadevekstrate (% dag⁻¹) ved i temperaturer for tre størrelsesgrupper av kråkeboller (4a: 40-50 mm, 4b: 50-60 mm og 4c: 60-70 mm).

Hos den minste størrelsesgruppen økte SGR fra 2,2 % ved 4 °C til 2,7 % ved 12°C. Hos kråkebollene med en skalldiameter på 5 til 6 cm øker SGR fra 1,3 % ved 4 °C til 2,4 % ved 12 °C. Kråkeboller med en størrelse på mellom 6 og 7 cm øker SGR fra 1,5 % ved 4 °C til 2 % ved 10 °C. Som det fremgår av figur 4 avtar spesifikk vekstrate med økende kråkebollstørrelse.

4.1.4 Fôrinntak og fôrutnyttelse

Fôrinntak

Fôrinntak er presentert som gram fôr (våtvekt) som er spist pr. dyr pr. dag. Gjennomsnittsverdier for fôrinntak og fôrfaktor til de forskjellige temperatur og størrelsesgruppene er illustrert i figur 5 og 6.

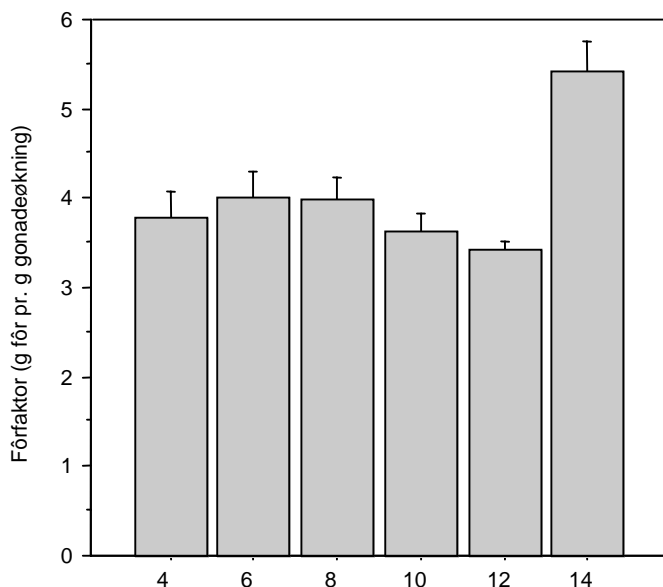


Figur 5. Gjennomsnittlig fôrinntak (gram fôr pr. dyr pr. dag) i forhold til kroppsstørrelse og temperatur.

Som det fremgår av figur 5 øker fôrinntaket med økende kroppsstørrelse og økende temperatur. Hos samtlige størrelsesgrupper dobles fôrinntaket med en 10 °C økning i temperaturen (fra 4 til 14 °C).

4.1.5 Fôrutnyttelse

Fôrfaktor er definert som hvor mange gram fôr (våtvekt) som går med til produksjon av et gram gonade (våtvekt). Det ble gjort en sammenligning av fôrutnyttelsen mellom de forskjellige størrelsesgruppene. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller mellom de tre forskjellige størrelsesgruppene i dette forsøket innen for samme temperaturregime (vedlegg 2). I den videre presentasjon er derfor størrelsesgruppene slått sammen. Figur 6 viser en grafisk fremstilling av fôrutnyttelse hos kråkeboller ved 6 forskjellige temperaturer.



Figur 6. Gjennomsnittlig fôrfaktor (gram fôr pr. gram gonadeøkning) ved forskjellige temperaturer.

Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i fôrfaktor mellom temperaturgruppene 4, 6, 8, 10 og 12 °C. Hos disse gruppene sett under et gikk det med ca. 3,7 gram fôr for å produsere 1 gram gonade. Kråkeboller fôret på 14 °C hadde en signifikant dårligere fôrutnyttelse, med en fôrfaktor på 5,5.

4.1.6 Gonadefarge

Ved avslutning av forsøket ble samtlige kråkeboller tatt ut til 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 rødhets (a^*), gulhets (b^*) og lyshets (L^*) mellom størrelsesgruppene innen for samme temperaturregime. I den videre presentasjon er størrelsesgruppene slått sammen (Figur 7a, 7b og 7c). I tillegg ble fargevifte (Roche; Yolk Colour Fan) for eggeplommer benyttet på samtlige kråkebollegonader (figur 7d).

Fig 7a)

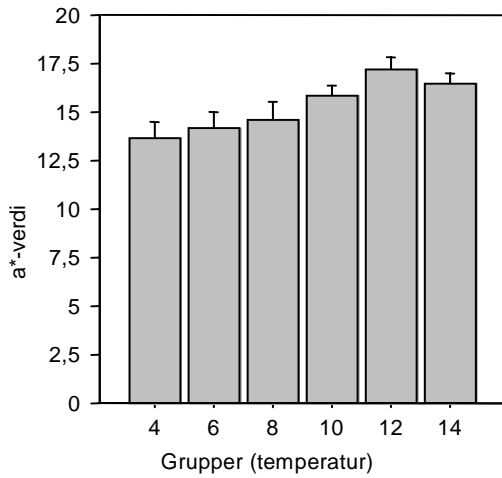


Fig 7b)

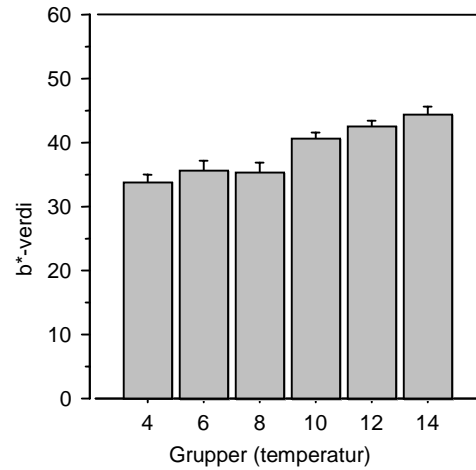


Fig 7c)

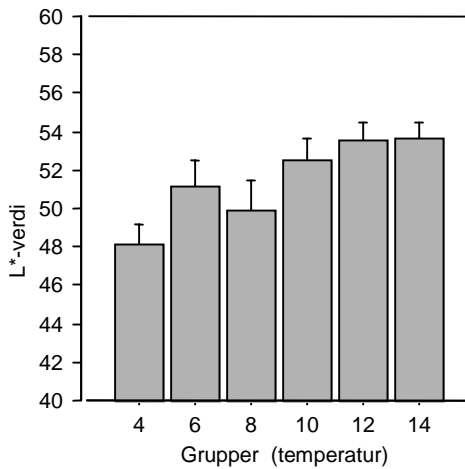
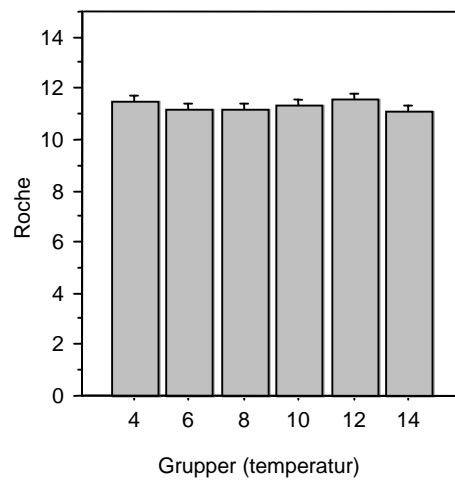


Fig 7d)



Figur 7. Fargekomponenten a^* (fig. 7a), b^* (fig. 7b), L^* (fig. 7c) og Roche (7d) -verdi hos kråkeboller føret 60 dager ved forskjellige temperaturer (4, 6, 8, 10, 12 og 14 °C).

Ved bruk av visuelle vurdering (Roche) ble det ikke funnet signifikante forskjeller mellom de forskjellige størrelses- og temperaturgruppene.

Det ble funnet signifikante forskjeller mellom temperaturgruppene ved sammenligning av a^* -, b^* -, og L^* - verdier. Verdiene for rødhets (a^* -verdi) og gulhet (b^* -verdi) var signifikant høyere hos kråkeboller føret opp på høy temperatur (10 til 14 °C) enn på lav temperatur (4 til 8 °C). Gonadene var også signifikant lysere (L^* -verdi) hos høy temperaturgruppene (12 og 14 °C) sammenlignet med lavtemperatur gruppene (4 til 8 °C).

4.2 Forsøksrunde II (desember -januar)

I forsøk II ble det kun benyttet kråkeboller i størrelsesgruppe 5 til 6 cm i skalldiameter. Det ble benyttet de samme seks temperaturregimene som under forsøk I. Til sammen ble 192 kråkeboller fordelt med 32 individer i hver temperaturgruppe i hvert sitt kammer i 60 dager.

4.2.1 Dødelighet

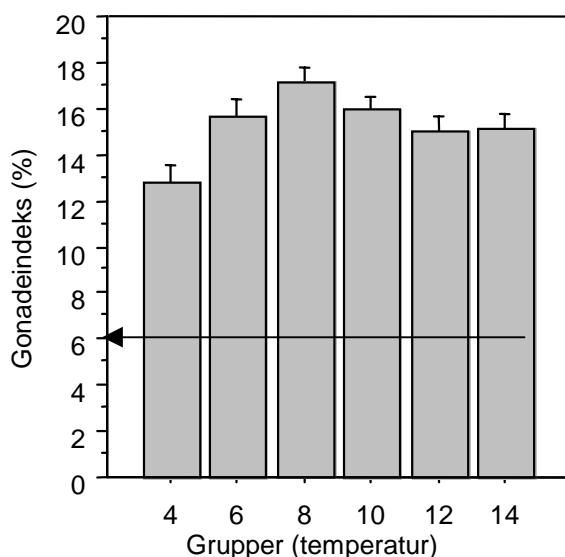
Det ble målt en total dødelighet på 1% i dette forsøket. Et individ døde i henholdsvis temperaturgruppe 8 og 10. Det ser ikke ut til at temperaturene som ble benyttet i dette forsøket (fra 4 til 14 °C) har noen negativ effekt på overlevelse.

Tabell 3. Prosentandel døde kråkeboller som ble registrert i løpet av forsøksrunde II.

Temperatur	4 °C	6 °C	8 °C	10 °C	12 °C	14 °C	Totalt
Dødelighet (%) (Vinter)	0	0	2,7	2,7	0	0	1%

4.2.2 Gonadeindeks

Ved forsøksstart var den gjennomsnittlige gonadeindeksen på 5,6% (n=30 individer). Ved forsøksslutt hadde samtlige grupper en gjennomsnittlig gonadeindeks på over 12 %. Figur 8 viser gonadeindeks hos de forskjellige temperaturgruppene ved forsøksslutt.

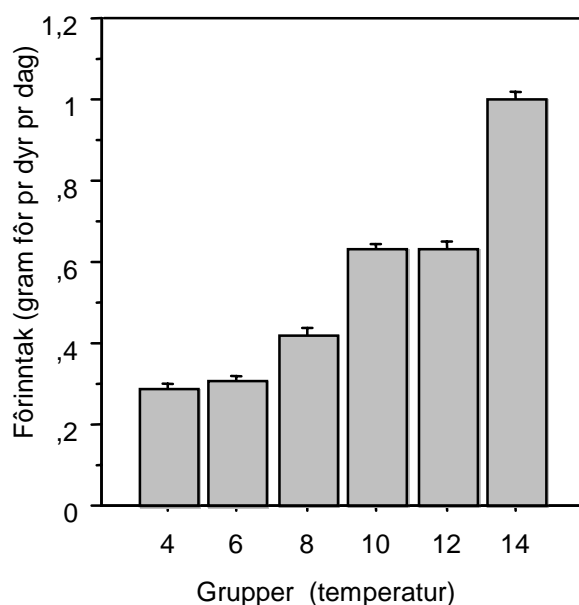


Figur 8. Gjennomsnittlig gonadeindeks (\pm) hos de forskjellige temperaturgruppene ved forsøkstart (sort pil) og forsøksslutt.

Temperatureffekten på gonadeoppbygging kommer klart frem da kråkeboller fôret på 4 °C hadde den signifikant laveste gonadeindeksen, sammenlignet med de andre temperaturgruppene. Kråkeboller fôret på 8 °C hadde den signifikant høyeste gonadeindeksen, med en gonadeindeks på 17 %. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i gonadeindeks mellom 6, 12 og 14 °C gruppene.

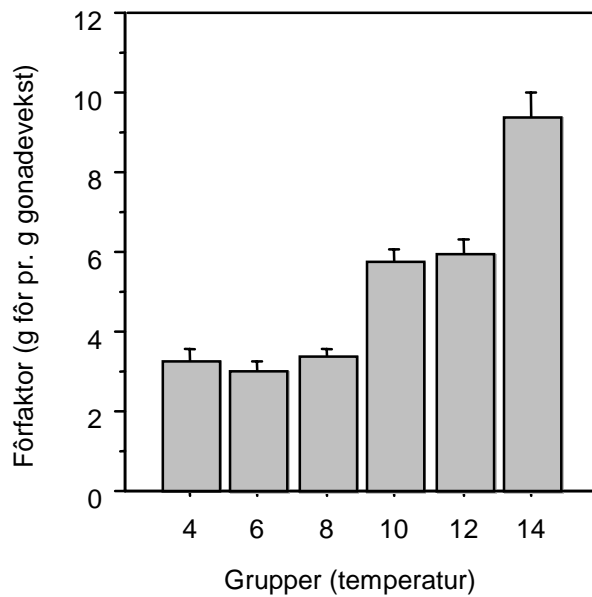
4.2.3 Fôrinntak og fôrfaktor

Fôrinntak er presentert som gram fôr (våtvekt) som er spist pr. dyr pr. dag. Gjennomsnittsverdier for fôrinntak og fôrfaktor til de forskjellige gruppene er illustrert i figur 9 og 10.



Figur 9. Gjennomsnittlig fôrinntak (\pm SE) gram fôr pr. dyr pr. dag i de forskjellige temperaturgruppene.

Som det fremgår av figur 9 skjer det en gradvis økning i fôrinntak i takt med økning i temperaturen. Det ble ikke funnet forskjell i fôrinntak mellom temperaturgruppe 4 og 6 °C. Kråkeboller fôret på 8 °C hadde høyere fôrinntak enn 4 og 6 °C gruppen. Kråkeboller fôret på 10 og 12 °C hadde en signifikant høyere fôrinntak enn 8 °C gruppen. Det ble ikke funnet forskjell i fôrinntak mellom 10 og 12 °C gruppen. Kråkeboller fôret på 14 °C hadde det signifikant høyeste fôrinntaket av samtlige grupper. Gjennomsnittlig spiste en kråkebolle som gikk på 14 °C 0,9 gram fôr pr. dag, sammenlignet med 4 °C gruppen som spiste 0,3 gram fôr pr dag.



Figur 10. Gjennomsnittlig fôrutnyttelse (gram fôr pr. gram gonadeøkning) hos de forskjellige temperaturgruppene.

Som det fremgår av figur 10 reduseres fôrutnyttelsen med økende temperatur. Det ble ikke funnet forskjell i fôrutnyttelsen mellom 4, 6 og 8 °C. I disse gruppene var fôrfaktoren på 3.

Ved 10 og 12 °C gruppen økte fôrfaktoren til det dobbelte (6 g fôr pr gram gonadeøkning). Kråkeboller fôret på 14 °C hadde den dårligste fôrfaktoren av samtlige temperaturgrupper med 9 gram fôr pr. gram gonadeøkning.

4.2.4 Fargesammensetning

Ved avslutning av forsøket ble 16 kråkeboller fra hver temperaturgruppe tatt ut til instrumentell fargemåling. Det ble registrert verdier for rødhet (a^*), gulhet (b^*) og lyshet (L^*) (Figur 11a, 11b og 11c). I tillegg ble fargevifte (Roche; Yolk Colour Fan) for eggeplommer benytte på samtlige kråkebollegonader (figur 11d).

Fig 11 a)

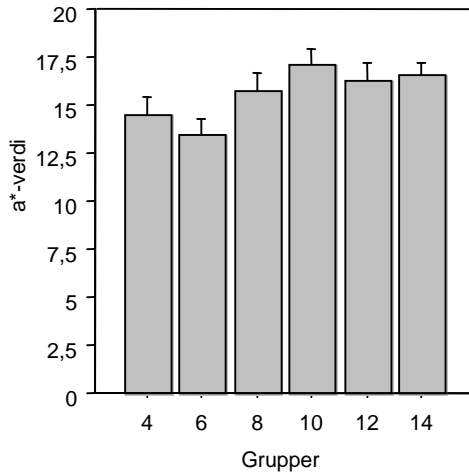


Fig 11b)

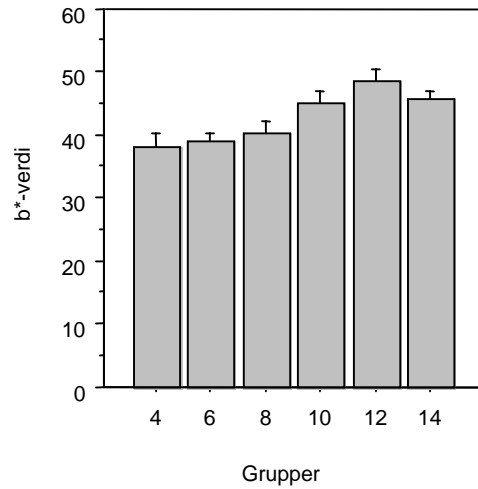


Fig 11c)

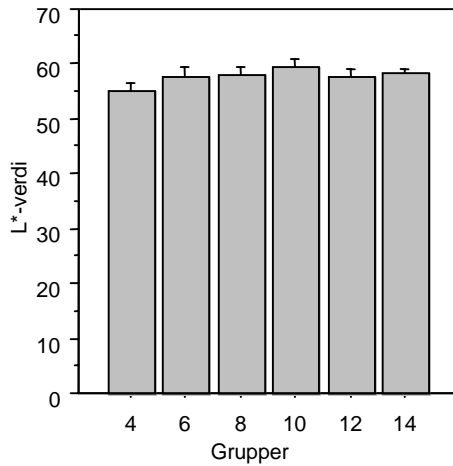
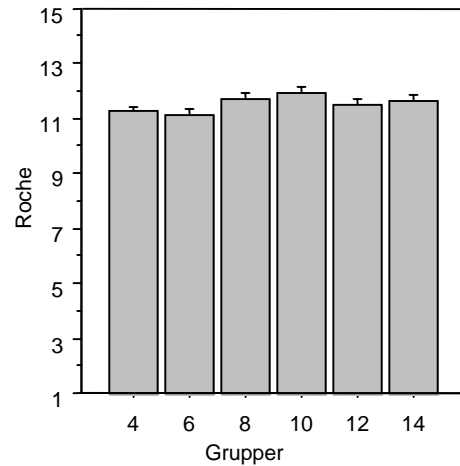


Fig 11d)

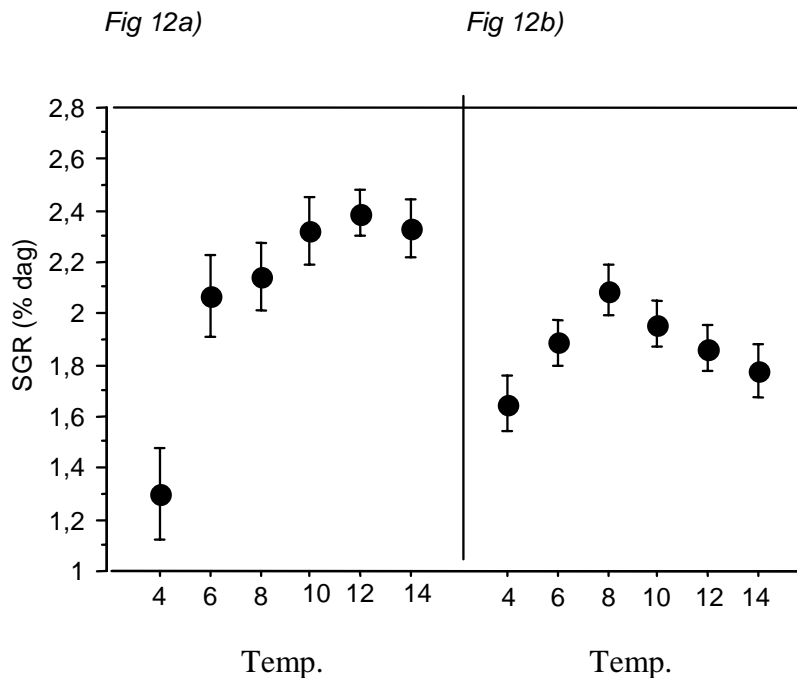


Figur 11. Fargekomponenten a^* (fig. 10a), b^* (fig. 10b), L^* (fig 1°C) og Roche (10d) verdi hos kråkeboller fôret ved forskjellige temperaturer (4, 6, 8, 10, 12 og 14 °C)

Ved bruk av visuelle målinger (Roche) ble det ikke funnet signifikante forskjeller mellom de forskjellige temperaturgruppene. Det ble funnet signifikante forskjeller mellom temperaturgruppene ved sammenligning av a^* - og b^* - verdier. Verdien for rødhets (a^* -verdi) og gulhet (b^* -verdi) var signifikant høyere hos kråkeboller fôret opp på høy temperatur (8 til 14 °C) enn på lav temperatur (4 til 6 °C). Det ble ikke funnet forskjeller i L^* -verdi hos kråkeboller fôret på forskjellige temperaturer.

4.3 Gonadevekst relatert til størrelse og årstid

I både forsøk I og II ble kråkebollene fôret i 60 dager. Dette ble gjort for å sammenligne gonadevekst hos kråkeboller fôret opp under sommer- og vinterforhold. På grunn av forskjeller i gonadeindeks mellom forsøk I og II er spesifikk vekstrate av gonaden benyttet i den videre presentasjonen. Figur 12a og b viser hvilken effekt årstid og lysregime har på gonadevekst hos kråkeboller i størrelsesgruppen 5 til 6 cm.



Figur 12. Gjennomsnittsverdi (\pm SE) for spesifikk vekstrate (% d^{-1}) hos kråkeboller (5 til 6 cm) under sommer- (Fig. 12a) og under vinterforhold (Fig 12b) relatert til forskjellige temperaturregimer (4,6,8,10,12 og 14°C).

Som det fremgår av figur 12 er det sesongvariasjon i gonadevekst. Temperaturer over 8 °C ser ikke ut til å ha noen positiv effekt på gonadevekst om vinteren sammenlignet med sommersituasjon hvor vi først ved 14 °C begynner å se en nedgang i gonadevekst. Ut i fra disse resultatene er det lite hensiktsmessig å øke temperaturen over 8 °C om vinteren mens det om sommeren bør benyttes en høyere temperatur for å oppnå optimal gonadevekst.

Ved en sammenligning av fôrutnyttelse hos kråkeboller fôret under sommer- og vinterforhold fremkommer det også klar forskjeller. Kråkeboller fôret på 10, 12 og 14 °C på vinteren har signifikant dårligere fôrutnyttelse sammenlignet med samme størrelsesgrupper kråkeboller under en sommersituasjon.

5 OPPSUMMERING

I forsøkene I varierte dødeligheten fra 2 til 20% mellom temperaturgruppene, mens under forsøk II var dødeligheten svært lav hos samtlige temperaturgrupper (under 3%). Det ser derfor ikke ut til at temperaturregimene har hatt noen direkte effekt på dødeligheten i disse to forsøkene.

Hovedmålene med forsøk I var å kartlegge hvilken effekt temperatur har på fôrinntak, fôrutnyttelse og gonadevekst hos tre størrelsesgrupper kråkeboller (4-5, 5-6 og 6-7 cm). Temperaturen er den viktigste vekstregulerende miljøfaktor for alle vekselvarme dyr, herunder også kråkeboller. Generelt vil biokjemiske prosesser øke med en faktor på 2 til 3 ved en økning i temperaturen på 10 °C opp til en viss øvre grense. På samme måte vil gonadeveksten hos kråkebolle øke ved økende temperatur opp til et temperaturoptimum, hvoretter veksten faller ved ytterligere økning i temperaturen. I forsøk I ble kråkebollene fôret opp under 6 forskjellige konstante temperaturer (4, 6, 8, 10, 12 og 14 °C).

Dette forsøket viste at en temperaturøkning fra 4 til 14 °C førte til en dobling i fôrinntaket hos samtlige størrelsesgrupper av kråkeboller. Høyest gonadeindeks hos samtlige størrelsesgrupper ble funnet hos kråkeboller som var holdt på 10 og 12 °C. Hos samtlige grupper er det en tendens til reduksjon i gonadevekst ved den høyeste temperaturen (14 °C). Det er også en tendens til at den minste størrelsesgruppen av kråkeboller (4 til 5 cm) har et høyere temperaturoptimum sammenlignet med de store kråkebollene (6 til 7 cm). Innen for samme temperaturregime ble det ikke funnet forskjeller i fôrutnyttelse mellom de tre størrelsesgruppene. Den høyeste temperaturgruppen (14 °C) hadde i dette forsøket den signifikant dårligste fôrutnyttelsen. Med andre ord får vi ved temperaturer på 14 °C lav fôrutnyttelse og ingen øket gonadevekst sammenlignet med 10 og 12 °C gruppene.

Ved å se på gonadevekst som spesifikk gonadevekstrate kan vi sammenligne gonadevekst hos de forskjellige størrelsesgruppene. Som det fremgår av figur 4 har de minste kråkebollene (4 til 5 cm) en høyere spesifikk gonadevekstrate pr. dag enn større individer (5 til 7 cm).

Kråkebollens gonade er et unikt organ. Veksten av gonaden skjer ved at næringsoverskudd deponeres i spesielle næringsceller i både ovarier og testes. Disse reservene blir siden benyttet til å produsere egg og sperm. Jo nærmer gytetidspunkt en kommer, som hos Drøbak-kråkebolle er om våren, desto større andel av næringsoverskuddet går med til produksjon av kjønnsprodukter. Under forsøk II, som skjedde i en fase hvor kråkebollene er i ferd med å forberede seg for gyting gikk mer av energien med til produksjon av kjønnsprodukter. Dette kommer klart frem da andelen modnende hanner hadde økt fra 15% til 30 % i mellom forsøk I og II (vedlegg 3).

Forsøk I og II ble gjennomført henholdsvis om høsten og vinteren. Dette ble gjort for å undersøke hvilken effekt sesongvariasjoner har på gonadevekst. Fôrinntaket ser ut til å være tilnærmet likt både under sommer og vintersituasjon (Vedlegg 4). Ved temperaturer på under 8 °C er det liten forskjell i fôrutnyttelse mellom kråkeboller fôret under sommer- og vinterforhold. Ved temperaturregimene 10,12 og 14 °C har kråkeboller fôret opp under vinterforhold en signifikant dårligere fôrutnyttelse enn tilsvarende under sommerforhold. Under sommerforhold er det først ved en temperaturer på 14 °C antydning til nedgang i gonadevekst. Derimot har temperaturer over 8 °C ingen positiv effekt på gonadevekst om vinteren. Gonadevekst ser derfor ut til å være både temperatur og sesong avhengig. Ved oppfôring av villfanget kråkebolle må det derfor taes hensyn til at optimaltemperaturen med

tanke på gonadevekst er lavere om vinteren sammenlignet med sommeren. Ut i fra disse resultatene er det lite hensiktsmessig å øke temperaturen over 8 °C om vinteren, mens det om sommeren bør benyttes en høyere temperatur for å oppnå optimal gonadevekst (10-12 °C). Med andre ord ser optimal gonadeveksten ut til å være tilpasset de naturlige temperaturforholdene i sjøen vi finner i Nord-Norge.

Riktig farge på gonaden er et av de viktigste kriteriene for gonadekvalitet (Lawrence, et al., 2001). Gonader med en skarp gulfarge er mest ettertraktet (Lawrence, et al., 2001, Trond Steien, pers medd.). Ved bruk av visuelle vurdering (Roche fargevifte) ble det ikke på noen tidspunkt i forsøk I eller II funnet forskjeller mellom de forskjellige temperaturgruppene og størrelsesgruppene. Ved bruk av Minolta fargemåler ble det heller ikke funnet forskjell i gonadefarge mellom de tre størrelsesgruppene forsøke I. Derimot hadde høy temperaturgruppene (10,12 og 14 °C) både høyest a*-verdi og b*-verdi sammenlignet med lav temperatur gruppene (4 og 6 °C). Høy temperatur gruppene hadde også en lysere (L*-verdi) gonade sammenlignet med lav temperatur gruppene. For å få et begrep om resultatene kan relateres til gonadens størrelse ble kråkeboller ved forsøkslutt (forsøk II) med forskjellig gonadevekt sammenlignet. Det ble ikke funnet forskjeller i verken gulhet (b*- verdi), rødhet (a*- verdi) eller i lyshet (L*-verdi) i mellom kråkeboller med forskjellig gonadestørrelse ved forsøkslutt (vedlegg 5).

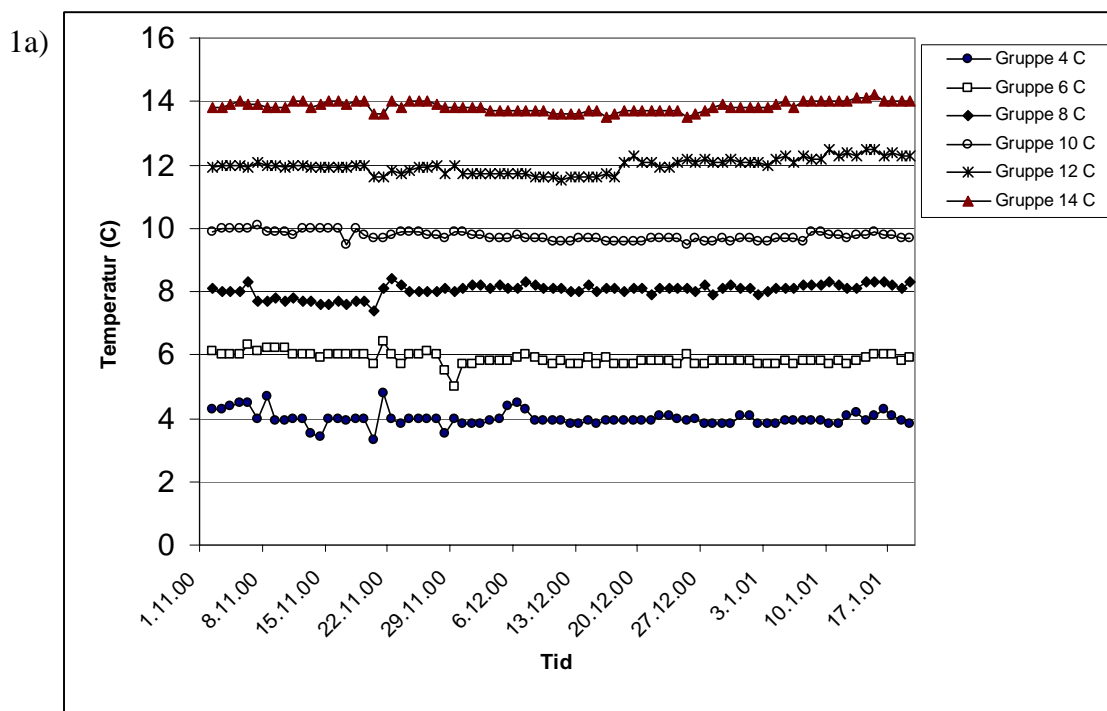
6 REFERANSER

- Hagen, N. T. 1996. Echinoculture: from fishery to closed cycle cultivation. World Aquaculture, Desember 1996.
- Keesing, J. K., & Hall K. C. 1998. Review of harvest and status of world sea urchin fisheries points to opportunities for aquaculture. Journal of Shellfish Research, Vol., 17., No.5: 1597-1604.
- Lawrence, J. M., Lawrence, A. I., McBride, S. C., George, S. B., Watts, S. A. & Plank, L. A. 2001. Developments in the use of prepared feeds in sea-urchin aquaculture. World Aquaculture, September 2001. 34-39.
- Raa, J. 1998. Oppfôring av kråkeboller med tanke på økt utbytte og jevnere kvalitet av rogn til konsum. Fiskeriforsknings rapport 2/1998. ISBN-nr.: 82-7251-372-2, 12 pp.
- Siikavuopio, S. I., Jørgensen, A. J. & Christiansen, J. S. 1999. Villfanget kråkebolle i landbasert oppdrett- fôrinntak og gonadevekst ved forskjellig individtetthet. Fiskeriforsknings rapport 7/1999. ISBN-nr.: 82-7251-419-2, 15 pp.
- Siikavuopio, S. I. 2000. Fôrinntak, gonadevekst og pigmentering hos villfanget kråkebolle relatert til årstid. Sluttrapport Norges Forskningsråd 133214/122, 22 pp.
- Sivertsen, K. 1997. Dynamics of sea urchins and kelp during overgrazing of kelp forests along the norwegian coast. Dr. Scient. Thesis, The Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø, Tromsø, Norway.

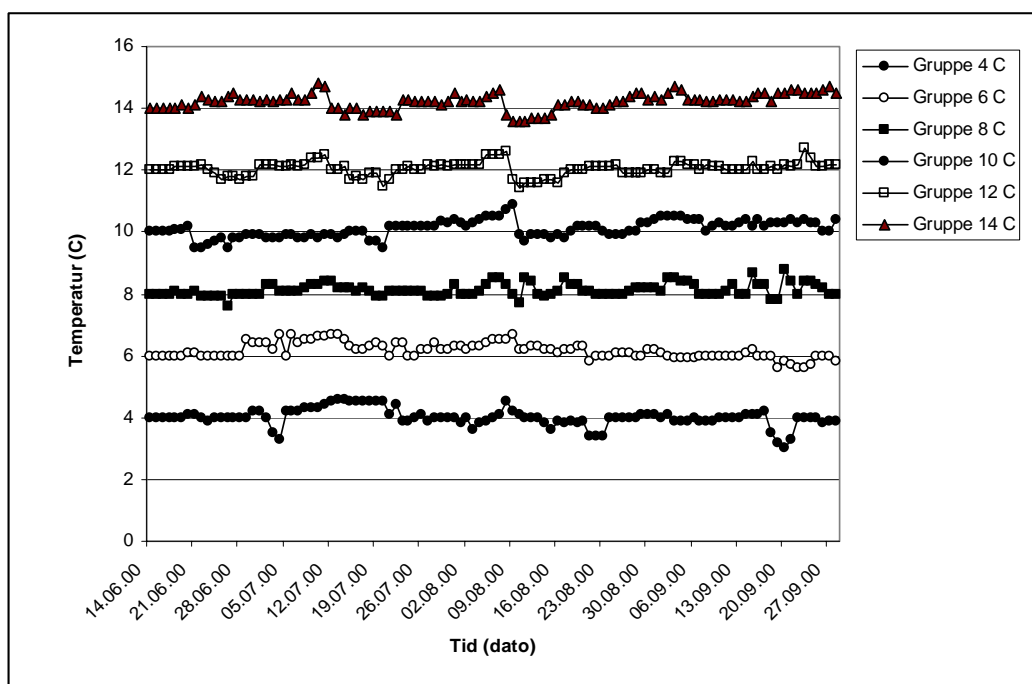
7 VEDLEGG

Vedlegg 1.

Temperaturprofil hos kråkeboller holdet på 4, 6, 8, 10, 12 og 14 °C gjennom forsøksperiode I 1a) og II 1b).

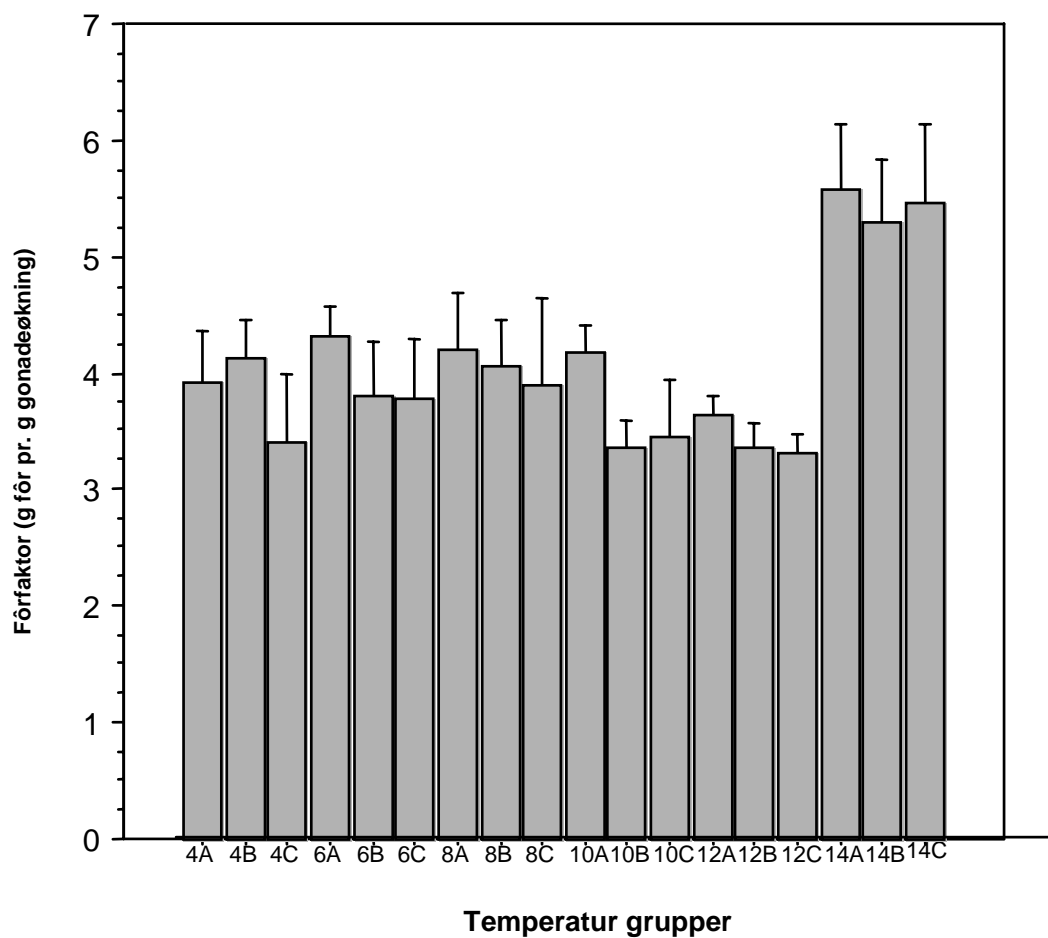


1b)



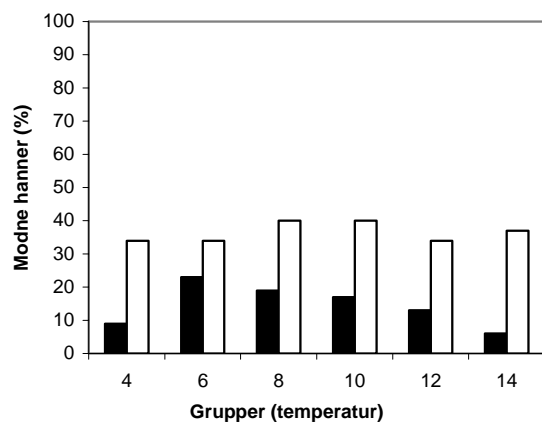
Vedlegg 2 .

Fôrfaktor hos tre forskjellige størrelsesgrupper (A: 4 til 5 cm, B: 5 til 6 cm og C: 6 til 7 cm) ved 6 forskjellige temperaturer (4, 6, 8, 10, 12 og 14 °C)



Vedlegg 3.

Andelen modnende hanner ved forsøk I (sort søyle) og ved forsøk II (hvit søyle) relatert til forskjellige temperaturregimer.



Vedlegg 4.

Tabell over fôrinntak (gram fôr pr. dyr pr. dag) relatert til temperatur og årstid

Temperatur °C	4	6	8	10	12	14
4-5 cm (sommer)	0,30	0,35	0,35	0,40	0,40	0,55
5-6 cm (sommer)	0,35	0,45	0,45	0,55	0,55	0,70
6-7 cm (sommer)	0,40	0,50	0,60	0,60	0,60	0,85
5-6 cm (vinter)	0,30	0,30	0,40	0,60	0,60	0,90

Vedlegg 5.

Fargekomponenten a^* (fig. 5a), b^* (fig. 5b), L^* (fig 5c) og Roche (5d) -verdi hos kråkeboller fôret under forskjellige temperaturregimer (4, 6, 8, 10, 12 og 14 °C) ved forsøkslutt målt med Minolta Chroma Meter (CR-200).

Fig 5a)

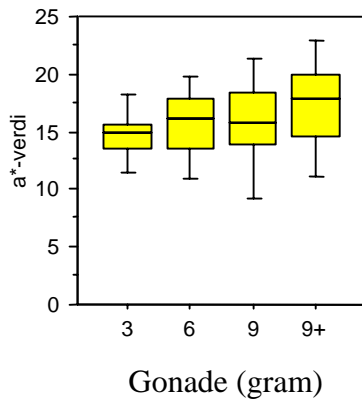


Fig 5b)

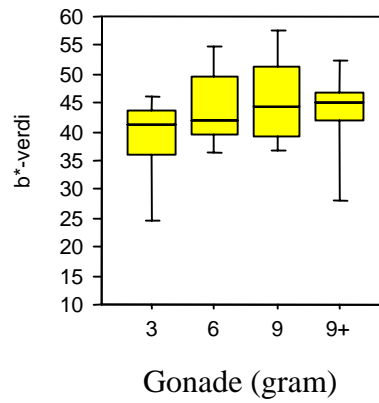


Fig 5c)

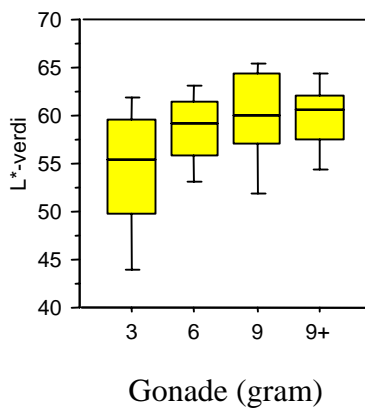
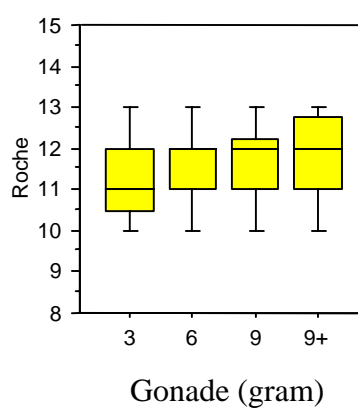


Fig 5d)





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 82-7251-483-4

ISSN 0806-6221