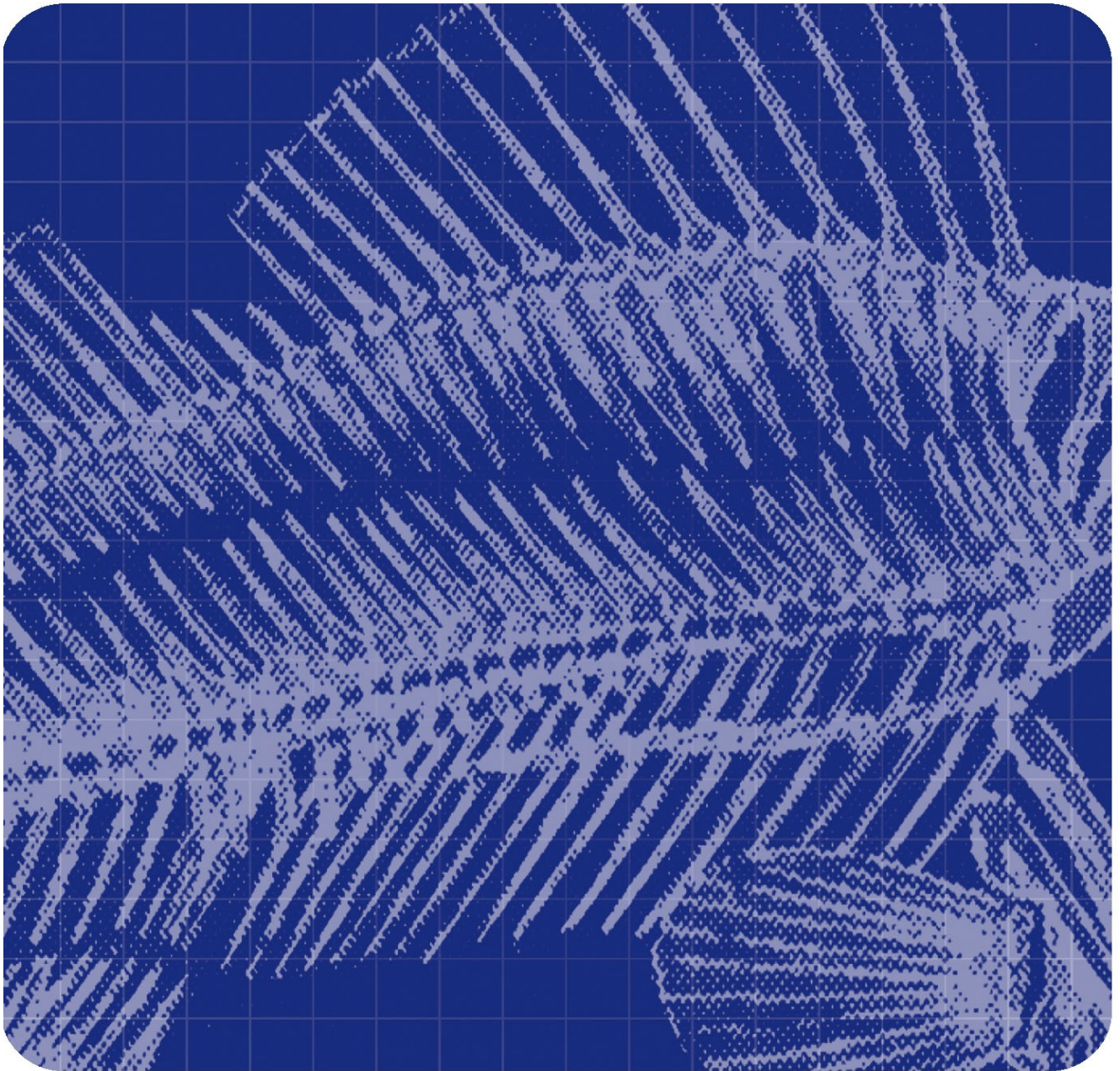




Effekt av individtetthet på overlevelse og gonadevekst hos villfanget kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) i landbasert oppdrett

Sten I. Siikavuopio, Trine Dale, Kåre Aas og Atle Mortensen





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

Tilgjengelighet:
Åpen

Rapportnr:
1/2004

ISBN:
82-7251-532-6

Tittel:

Effekter av individtetthet på overlevelse og gonadevekst hos villfanget Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) i landbasert oppdrett

Dato:

12.01.2004

Antall sider og bilag:

24

Forfatter(e):

Sten I. Siikavuopio, Trine Dale, Kåre Aas og Atle Mortensen

Sign. forskningssjef:

Arne Mikal Arnesen

Prosjektnr.:

1536

Oppdragsgiver:

Norges forskningsråd

Oppdragsgivers ref.:

147524/120

3 stikkord:

Kråkebolle, teknologi, individtetthet

Sammendrag: (maks 200 ord)

Drøbak-kråkebollen (*Strongylocentrotus droebachiensis*) produserer en gonade som er svært ettertraktet i det japanske og franske delikatessemarkedet. Det finnes i dag ingen kommersielt tilgjengelige teknologi for landbasert oppfôring av kråkebolle. På alle fiskebruk langs Norskekysten finnes et stort antall plastkar som brukes til salting og annen bearbeiding av fisk. Vår idé var å benytte disse karene til oppfôring av kråkebolle. Dette arbeidet undersøker effekten av individtetthet på overlevelse og gonadevekst i et slikt system. Våre resultater er ikke helt entydige. Men for å være sikker bør man ikke overskride 1.5 kg kråkebolle per kammer hvis man har kråkeboller i størrelses orden 4,5 til 5,5 cm. Dette utgjør ca. 3 kg med kråkeboller per m². Derimot ser det ut til at man kan øke individtettheten til 3 kg kråkebolle per kassett hvis man har kråkeboller i størrelsesklasse 5.5 -6.5 cm. Dette utgjør ca. 6 kg kråkeboller per m², eller 36 kg kråkebolle per kar

English summary: (maks 100 ord)

The present study was designed to investigate the effects of density on mortality, gonad growth and feed intake in adult green sea urchin (*S.droebachiensis*). For sea urchins with test diameter between 4.5-5.5 cm, it is not recommended to exceed a biomass of 1.5 kg sea urchins per chamber (evt compartment). This is equivalent to about 3 kg sea urchins per square meter. For larger individuals (test diameter 5.5-6.5 cm), the biomass may be increased up to 3 kg per chamber, or 6 kg per square meter.

FORORD

Prosjektet ”Effekt av individtetthet på overlevelse og gonadevekst hos villfanget Drøbakkråkebolle (*Strongylcentrotus droebachiensis*) i landbasert oppdrett” er finansiert av Norges forskningsråd.

Stor takk rettes til Ivar Nevermo og Oddvar Haugland ved Havbruksstasjon i Tromsø, for stor hjelp i forbindelse med bygging og gjennomføring av prosjektet. En stor takk rettes også til Sæplast som stilte med kar.

INNHOOLD

1	INNLEDNING.....	1
2	PROSJEKTETS MÅL	2
3	MATERIALE OG METODE.....	3
3.1	Forsøksdyr.....	3
3.2	Eksperimentelle betingelser under forsøksrundene.....	3
3.2.1	Forsøksrunde I	5
3.2.2	Forsøksrunde II og III	6
3.3	Analyser.....	6
3.4	Databehandling.....	7
4	RESULTATER.....	8
4.1	Forsøksrunde I.....	8
4.1.1	Dødelighet.....	8
4.1.2	Gonadevekst.....	8
4.1.3	Fôrinntak og fôrutnyttelse.....	9
4.1.4	Gonadefarge.....	9
4.2	Forsøksrunde II.....	9
4.2.1	Dødelighet.....	9
4.2.2	Gonadevekst.....	10
4.2.3	Fôrinntak og fôrutnyttelse.....	12
4.2.4	Gonadefarge.....	12
4.3	Forsøk III.....	12
4.3.1	Dødelighet.....	12
4.3.2	Gonadevekst.....	13
4.3.3	Fôrinntak og fôrutnyttelse.....	14
4.3.4	Gonadefarge.....	15
5	DISKUSJON.....	16
6	KONKLUSJON.....	17
7	REFERANSER.....	18
8	VEDLEGG.....	19

1 INNLEDNING

Drøbak-kråkebollens (*Strongylocentrotus droebachiensis*) gonade 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). Som en følge av overfiske har det fra 1995 vært nedgang i fangstvolumet av kråkeboller (Lawrence et al., 2001). Innhøstingspotensialet for villfanget kråkebolle er stort langs norskekysten og spesielt i Nord-Norge (Sivertsen, 1997). På grunn av stor bestand av kråkebolle er gonadeinnholdet som oftest lavt og av dårlig kvalitet (Sivertsen, 1997; Raa, 1998). Det er derfor stor interesse rundt oppfôring av villfanget kråkebolle. Fiskeriforskning har gjennom et tidligere forskningsrådprosjekt (NFR: 127957/121) utviklet teknologi for storskala sjøbasert oppdrett av kråkebolle (Aas & Mortensen, in press). Det har også vært interesse for å etablere landbaserte oppfôringsanlegg. Dette vil gi større muligheter til å styre produksjonen, både med tanke på sesonguavhengighet og kvalitet (Siikavuopio, 2000; Siikavuopio & Christiansen, 2002; Siikavuopio et al., 2002). På fiskebruk langs Norskekysten finnes et stort antall plastkar som brukes til salting og annen bearbeiding av fisk. Vår idé var derfor å benytte disse karene til oppfôring av kråkebolle. Karene vil bli utstyrt med en standard innredning som gjør dem egnet til oppfôring. Karene kan lett stables i høyden for å utnytte tilgjengelig areal maksimalt. På denne måten vil investeringskostnadene for å etablere landbasert oppfôring reduseres. Tiden det tar å fôre opp kråkebollene til markeds kvalitet er ca. 1 ½ måned (Siikavuopio, 2000). Det betyr at man i sommermånedene, når det normalt er lav aktivitet på fiskebrukene, kan gjennomføre flere oppfôrings sykluser.

2 PROSJEKTETS MÅL

Dette prosjektet har hatt som mål å utvikle en teknologi som kan benyttes i kommersielle landbaserte anlegg for kråkeboller. Det ble tatt utgangspunkt i et standard Sæplastkar på 700 l som produksjonsenhet. Tre viktige faktorer som tenkes å påvirke gonadevekst og gonadekvalitet ble undersøkt.

1. Karets egnethet
2. Individtetthet (kg dyr per enhet)
3. Fôrintak og fôrutnyttelse relatert til tetthet og størrelse.

3 MATERIALE OG METODE

3.1 Forsøksdyr

Forsøkene ble gjennomført ved Havbruksstasjonen i Tromsø. Det ble benyttet villfangede Drøbak-kråkeboller (*Strongylocentrotus droebachiensis*), som ble hentet opp av dykkere ved Kvaløya i Troms. I perioden fra innfangning til forsøksstart ble kråkebollene fôret med fersk stortare (*Laminaria hyperborea*). Dette ble gjort for å unngå kannibalisme.

3.2 Eksperimentelle betingelser under forsøksrundene

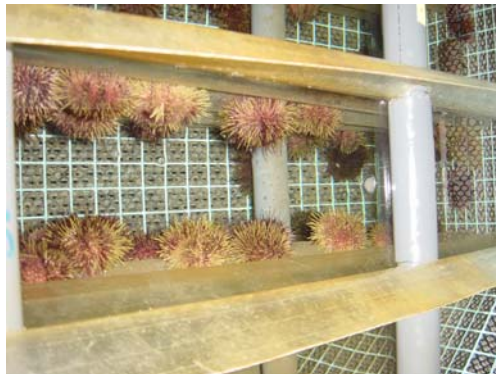
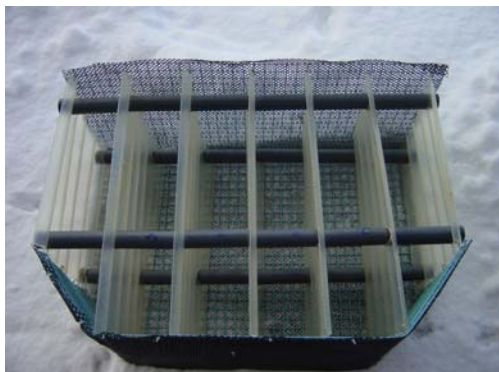
Under forsøkene ble det benyttet simulert "Tromsølys" og lysstyrken over vannoverflaten ble målt til ca.150 lux. Det ble benyttet filtrert sjøvann (34 ‰) med naturlig temperatur ($9,5 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$) i forsøk I, mens temperaturen i forsøk II og III ble holdt på ca. 8°C ($\pm 0,5$). Hver oppfôringsenhet fikk tilført 1 liter sjøvann pr. minutt per kg kråkebolle. Vannmengden ble valgt ut fra tidligere arbeider hvor vannbehovet til kråkebolle er kartlagt (Siikavuopio et al., 2002) Det ble ikke målt oksygenverdier under 80% metning i forsøksperioden.

Til oppfôring av kråkebollene ble det benyttet Sæplast saltfisk-kar på ca. 700 L. I hvert av karene ble det plassert en falsk bunn med avløp under. Bunnen var perforert slik at ekskrementer falt gjennom. Dyser, plassert under den falske bunnen, sørget for en kontinuerlig utspyling av ekskrementer. I tillegg ble hver kar montert med et sjokktappingssystem som senket vannstanden i karet hvert tiende minutt med 7 cm for så og fylles opp igjen. Dette ble gjort for å sikre rask transport av fekalier ut av karet. Karene ble delt opp i 12 kammer, hvorav ti var like store (15 x 63 x 40 cm), ved hjelp av vertikale lameller (langvegger) av glassfiber og plastbelagt netting (kortvegger). Hver kammer hadde et areal på $0,6 \text{ m}^2$, av det er ca. $0,5 \text{ m}^2$ tilgjengelig for kråkebolle på grunn av "flo og fjære" mekanismen. Lamellene benyttes for å øke tilgjengelig areal, samt redusere kontakt mellom kråkebollene (bilde 1, 2 og 3). Det totale tilgjengelige areal for kråkeboller per kar blir på 6 m^2 .



Bilde 1. Kråkebolle i fôringskammer, med et selvdrevet "flo og fjære" mekanisme.

Bilde 2 og bilde 3 viser henholdsvis oppfôringsenheten i fugleperspektiv og kråkebolle som sitter på lamellene.



Bilde 2. Oppfôringsenhet i fugleperspektiv. Bilde 3. Kråkeboller som sitter på lamellene.

Som referanse til forsøkene I, II og III ble det benyttet individuell oppfôring i renner. Rennene som hadde en størrelse på 400 x 42 cm ble inndelt i kammer (12 x 12 x 20 cm) for individuell registrering (bilde 4). For å sikre at kråkebollene fikk dekket sitt vannbehov ble et spredør montert over hele renna. I tillegg ble oksygenivået målt hver uke gjennom forsøket. Det ble lagt inn en falsk bunn i renna. Bunnen var perforert slik at ekskrementer falt gjennom. To dyser, plassert under den falske bunnen, sørget for en kontinuerlig utspyling av ekskrementer. Renna ble sjokkappet en gang i uka for grundigere rengjøring.



Bilde 4. Kråkebolle i individuelt fôringskammer.

I forsøkene ble det benyttet kråkebollefor utviklet ved Fiskeriforskning (Raa, 1998; Mortensen et al., 2003). Kråkeboller ble tilbudt for i overskudd etter egen fôrtabell (Siikavuopio & Christiansen, 2002). Utfôring og beregning av fôrforbruk ble gjennomført en gang per uke. Fôret ble tilbudt i overskudd og fôrinntak ble registrert som differansen mellom tilbudt mengde for og restfor. Fôret har den egenskap at det ikke løser seg i vann. Vi utelukker derfor feilkilder som følge av fôrspill. Restfôret ble tørket, veid og omregnet til gram våtvekt etter kjent vanninnhold i det opprinnelige fôret. Fôrutnyttelse hos kråkeboller beskriver sammenhengen mellom fôrinntak og gonadevekst.

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

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

Fôrfaktor er beregnet etter formelen:

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

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

I tillegg til å registrer dødelighet ble samtlige kråkeboller ved forsøkslutt undersøkt med tanke på skader i form av piggfrie områder. Tidligere erfaringer har vist at kråkebolle som har mistet pigger i et område har en lavere gonadevekst sammenlignet med de som ikke har mistet pigger (Siikavuopio et al., 1999).

3.2.1 Forsøksrunde I

Forsøk I ble kjørt i perioden juni-august. Målet var å teste mulige individuelle variasjoner mellom kammrene med tanke på overlevelse og gonadevekst. Det ble til sammen benyttet 1680 kråkeboller fordelt i to kar. Det ble benyttet 8 kammer i hvert kar med 105 individer per kammer. Kråkebollene hadde en gjennomsnittsstørrelse på 45 gram Noe som utgjør ca. 5 kg kråkeboller per kammer eller ca. 40 kg per kar. Som kontroll ble 30 kråkeboller holdt individuelt i to lengdestrømsrenner. Forsøket hadde en varighet på 60 dager.

3.2.2 Forsøksrunde II og III

Forsøk II ble kjørt i perioden november til januar og forsøk III ble gjennomført i perioden august til oktober. I forsøk II og III ble det benyttet kråkeboller i to størrelsesgrupper. Gruppe 1 besto av kråkeboller med skalldiameter fra 4,5 til 5,5 cm og gruppe 2 besto av kråkeboller med skalldiameter fra 5,5 –til 6,5 cm. I forsøk II ble det benyttet fire forskjellige individ tettheter, fra 3 til 8 kg per kassett (tabell 1). I forsøk III ble det benyttet 3 forskjellige individtettheter, fra 1,5 til 4 kg per kassett (tabell 2) Begge forsøkene hadde en varighet på 60 dager. Som kontroll til begge forsøkene ble 30 kråkeboller holdt individuelt i to renner.

Tabell 1. Oversikt over de forskjellige tetthetsregimer benyttet i forsøksrundene II, samt antall og kg kråkeboller per kammer.

Kammer	Gruppe 1 (4,5-5,5 cm) kg/kammer	Antall	Gruppe 2 (5,5-6,5 cm) kg/kassett	Antall
1	3	60	3	42
2	6	120	6	85
3	7	135	7	100
4	8	160	8	120
5	3	60	3	42
6	6	120	6	85
7	7	135	7	100
8	8	160	8	120
Kråkeboller (kg per kar)	48		48	

Tabell 2. Oversikt over de forskjellige tetthetsregimer benyttet i forsøksrundene III, samt antall og kg kråkeboller per kammer.

Kammer	Gruppe 1 (4,5-5,5 cm) kg/kammer	Antall	Gruppe 2 (5,5-6,5 cm) kg/kassett	Antall
1	1,5	30	1,5	22
2	3	60	3	42
3	4	80	4	60
4	1,5	30	1,5	22
5	3	60	3	42
6	4	80	4	60
Kråkeboller (kg per kar)	17	340	17	

3.3 Analyser

Alle kråkeboller ble målt og veid ved forsøksstart og slutt. Kråkebollens diameter ble målt med skyvelær med 1 mm nøyaktighet. Kråkebollene og gonadene 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 forsøksrunde I ble det også benyttet lysreflekterende fargemåler (Minolta Chroma Meter CR-200, Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan).

Fargeanalytoren sender diffus jevn belysning ned på overflaten av prøvematerialet og registrerer refleksjonen fra dette. Ut fra denne lysrefleksjonen 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.

3.4 Databehandling

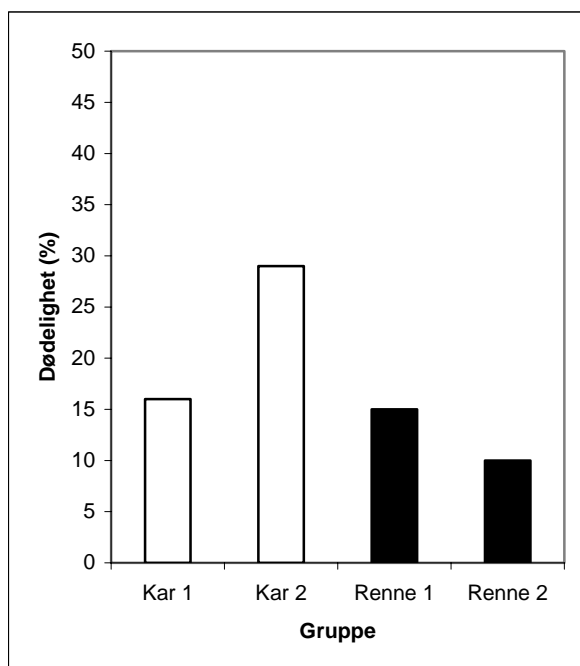
Statistikkberegninger ble utført ved hjelp av StatView-98 (SAS). Kruskal-Wallis test ble brukt til å sammenligne medianverdier ved tre eller flere utvalg. Mann-Whitney test ble benyttet til sammenligning av medianverdier ved to utvalg. I alle statistiske tester ble p -verdi $\leq 0,05$ betraktet som signifikant.

4 RESULTATER

4.1 Forsøksrunde I

4.1.1 Dødelighet

Som det fremgår av figur 1 var dødeligheten henholdsvis 16 og 29% i kar 1 og 2. Ved slutten av forsøket hadde vi vannstopp i kar 2. Vi har derfor valgt å se bort fra dette karet i den videre presentasjon. Som det fremgår av vedlegg 2 er det en variasjon i dødelighet mellom kamrene i kar 1 fra 5% til ca. 25%. Hos kråkeboller føret individuelt var dødeligheten på 10% i renne1 og 15% i renne 2 (figur 1).



Figur 1. Prosentandel døde kråkeboller fordelt på kar og renner registrert i løpet av forsøksrunde I.

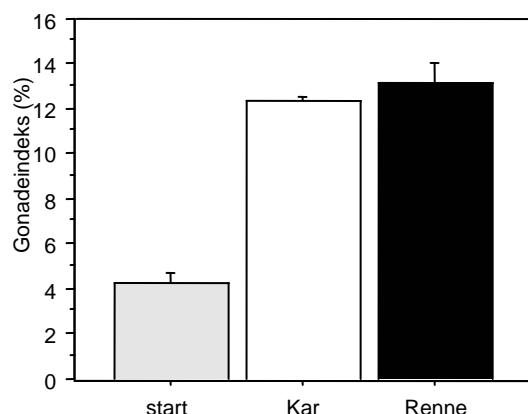
Ved forsøkslutt ble det også gjort undersøkelse av kråkebollene med tanke på skader. Hos kråkeboller holdt i individuelt ble det ikke observert skader. Derimot var 12% av kråkebollene i kar 1 skadet i form av piggfriområder (Vedlegg 1).

4.1.2 Gonadevekst

Ved forsøkslutt ble rundvekt og gonadevekt registrert på samtlige kråkeboller (vedlegg 1). Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i gonadeindeks mellom noen av kammene og resultatene er derfor slått sammen i den videre presentasjon. Det ble heller ikke funnet signifikant forskjell mellom renne 1 og 2 hvor kråkebollene var holdt individuelt, og disse er derfor også slått sammen.

Ved forsøksstart var gonadeindeksen på 4%. Ved forsøkslutt hadde gonadeindeksen økt til over 12% hos både kråkeboller holdt i kar og individuelt (figur 2). Det var en tendens til

høyere gonadeindeks hos kråkebollene fôret individuelt, men ikke nok til å gi signifikante forskjeller mellom gruppene.



Figur 2. Gonadeindeks (+SE) hos kråkeboller ved forsøksstart (grå) og forsøkslutt hos kråkebolle holdt i kar (hvit) og individuelt i renne (sort).

4.1.3 Fôrinntak og fôrutnyttelse

Fôrinntak er presentert som gram fôr (våtvekt) som er spist pr. dyr pr. dag. I kar ble fôrinntak beregnet på gruppenivå, mens det i renne ble beregnet på individnivå. I kar ble fôrinntak beregnet til 0,47 (gram fôr per dyr per dag) mot 0,40 (gram fôr per dyr per dag) hos kråkebolle holdt på individnivå. Fôrfaktoren i kar var litt dårligere (6,6) sammenlignet med individuelt fôrede kråkeboller (6,4).

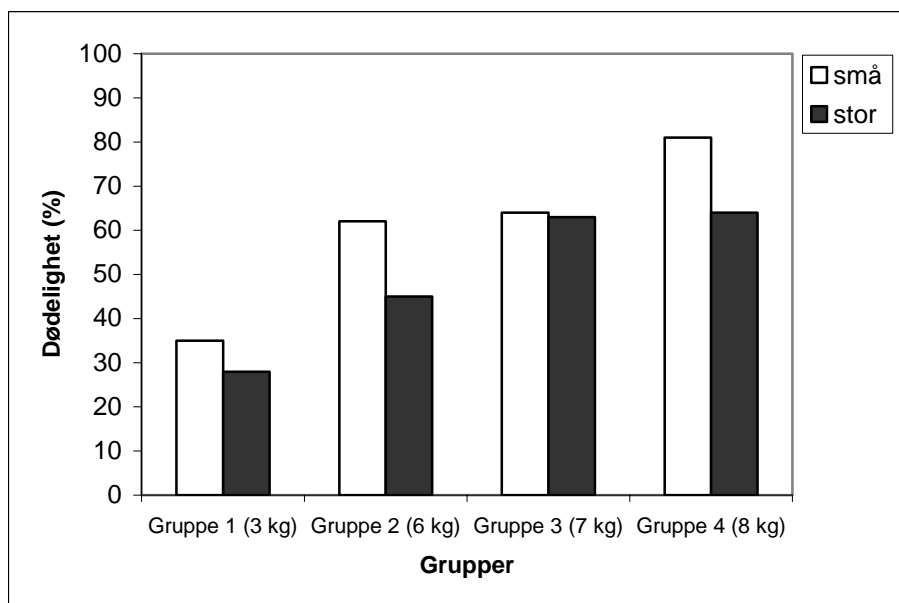
4.1.4 Gonadefarge

Ved avslutning av forsøket ble et utvalg på 20 kråkeboller fra hver gruppe tatt ut til instrumentell fargemåling (Minolta Chroma Meter CR-200). For hver gonade ble gjennomsnittsverdien av 6 målinger benyttet (vedlegg 1). Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i rødhet (a^*), gulhet (b^*) og lyshet (L^*) mellom kar og renne. I tillegg ble fargevifte (Roche; Yolk Colour Fan) for eggeplommer benyttet på samtlige kråkebollegonader (vedlegg 1). Ved bruk av visuelle vurdering (Roche) ble det ikke funnet signifikante forskjeller mellom gruppene.

4.2 Forsøksrunde II

4.2.1 Dødelighet

I forsøk II ble det benyttet kråkeboller i to størrelsesgrupper og fire forskjellige individtettheter (vedlegg 3 og 4).

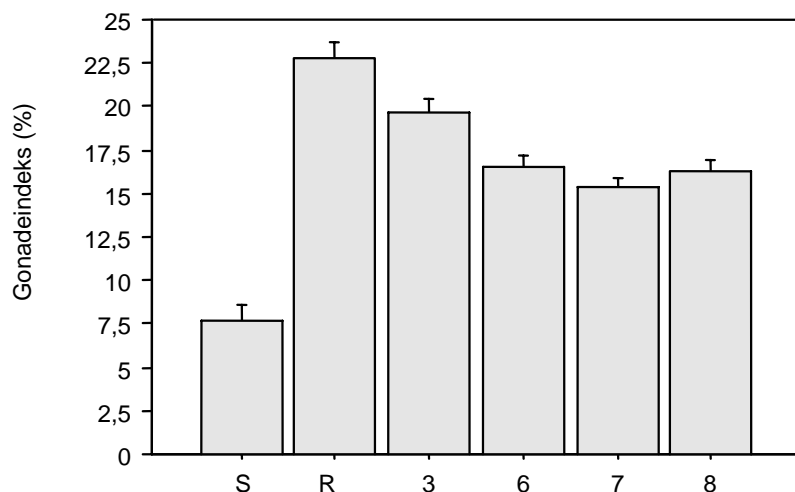


Figur 3. Dødelighet (%) hos de forskjellige størrelsesgrupper (hvit: små kråkeballer, sort: store kråkeballer) og tetthetsgrupper (3, 6, 7 og 8 kg kråkeballer per kammer).

Som det fremgår av figur 4 øker dødeligheten i begge grupper med økende individtetthet. Hos smågruppe 1 (3 kg) var dødeligheten på rundt 30%, mens den økte til over 80% ved den høyeste individtettheten (8 kg). Storgruppen hadde en litt lavere dødelighet, med en dødelighet på ca. 60% i den høyeste tetthetsgruppen (figur 3.). Hos kråkeballer føret individuelt var dødeligheten på 12 % hos den minste størrelsesgruppen, mens det ikke var dødelighet hos de store kråkeballene. Vedlegg 3 og 4 oppsummerer andelen kråkebolle med skader i de forskjellige størrelses- og tetthetsgruppene. Som det fremgår av vedlegg 3 og 4 øker andelen skadede kråkeballer med økende tetthet i begge størrelsesgruppene (vedlegg 3 og 4). I gruppen med høyest tetthet var over 30% skadd. Det ble ikke funnet skader hos kråkeballer føret individuelt.

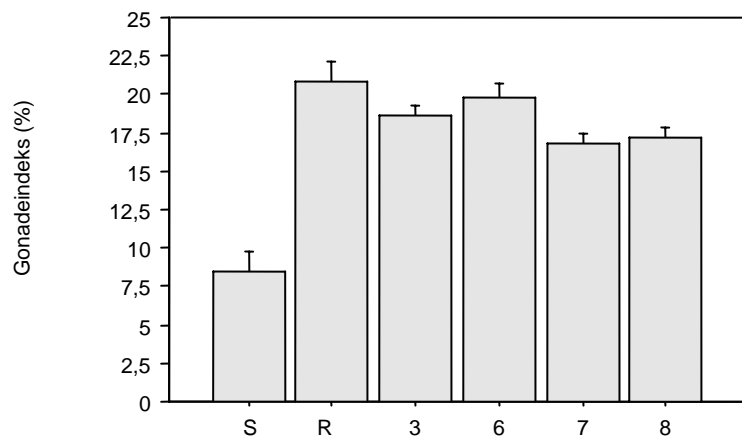
4.2.2 Gonadevekst

Det ble ikke funnet signifikant forskjell i gonadeindeks mellom replikatene ved forsøkslutt i noen av størrelsesgruppene. I den videre presentasjon er replikatene slått sammen (vedlegg 3 og 4). Figur 4 og 5 viser den gjennomsnittlige gonadeindeksen i små kråkeballer (4,5 til 5,5 cm) og hos stor kråkebolle (5,5 til 6,5 cm) ved forsøkstart og -slutt ved forskjellige individ tettheter.



Figur 4. Gonadeindeks (+ SE) hos kråkeboller i størrelsesgruppe 4,5-5,5cm, ved forskjellige individtetthet (S; start, R; individuell, 3, 6, 7 og 8 kg).

Som det fremgår av figur 4 var gonadeindeksen for små kråkeboller (4,5-5,5 cm) på 7,5% ved forsøksstart. Ved forsøkslutt var gonadeindeksen kommet opp 22% hos kråkeboller fôret individuelt. Kråkeboller fôret individuelt hadde signifikant større gonadeindeks sammenlignet med kråkeboller fôret i kar. I kar hadde gruppe 3 (3 kg), som hadde den laveste tettheten, den høyeste gonadeindeksen på 19%. Gonadeindeksen i gruppe 3 var signifikant større enn både gruppe 6, 7, og 8. Det ble ikke funnet signifikant forskjell i gonadeindeks mellom gruppe 6, 7 og 8.



Figur 5. Gonadeindeks (+ SE) hos kråkeboller i størrelsesgruppe 5,5-6,5cm ved forskjellige individtetthet av kråkeboller (S; start, R; individuell, 3,6,7 og 8 kg).

Som det fremgår av figur 5 var gonadeindeksen for store kråkeboller (5,5-6,5 cm) på 8,8% ved forsøksstart. Ved forsøkslutt var gonadeindeksen økt til ca. 20% hos både individuell behandlede og hos gruppe 3 og 6 som hadde lavest tetthet. Det ble ikke funnet signifikant forskjell mellom individuell behandling og gruppe 3 og 6. Gonadeindeksen i gruppe 3 og 6 var signifikant høyere sammenlignet med gruppe 7 og 8. Det ble ikke funnet signifikant forskjell mellom gruppe 7 og 8.

4.2.3 Fôrinntak og fôrutnyttelse

Som det fremgår av vedlegg 3 og 4 ligger fôrinntak for hele perioden på rundt 0,6 gram per dyr per dag hos begge størrelsesgruppene. Hos kråkeboller fôret i kammer er det en litt større variasjon i fôrinntak fra 0,55 til 0,65 (vedlegg 3 og 4). På grunn av høy dødelighet er ikke fôrutnyttelsen beregnet hos kråkeboller fôret i kar. Hos kråkeboller fôret individuelt var fôrutnyttelsen på henholdsvis 6,3 (g. fôr pr. g. gonade) og 6,6 (g. fôr pr. g. gonade) hos små og store kråkeboller (tabell 3 og 4).

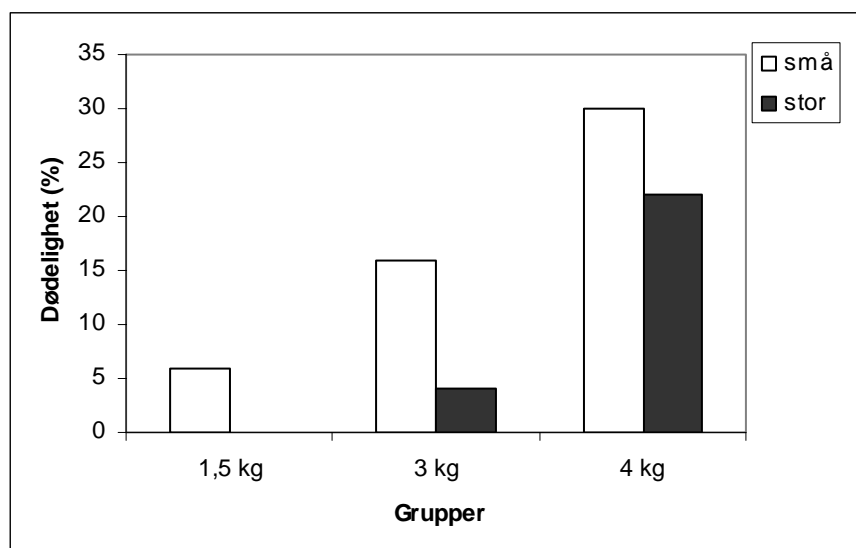
4.2.4 Gonadefarge

Ved avslutning av forsøket ble samtlige kråkebollegonader vurdert ut fra fargevifte (Roche; Yolk Colour Fan) for eggeplommer (vedlegg 3 og 4). Det ble ikke funnet signifikante forskjeller mellom noen av tetthetsgruppene. Gjennomsnittlig farge på gonadene var på 12 (Roche; Yolk Colour Fan) ved forsøksslutt.

4.3 Forsøk III

4.3.1 Dødelighet

I forsøk III ble det benyttet individtettheter på 1,5, 3 og 4 kg per kammer. Vedlegg 6 oppsummerer resultatene fra forsøk III. Figur 6 viser dødelighet i forsøket. Det ble ikke observert dødelighet hos store kråkeboller holdt ved en tetthet på 1,5 kg. Hos små kråkeboller var dødeligheten svært lav ved 1,5 kg (ca.6%). Dødeligheten økte hos små kråkeboller fra 6% i gruppe 1,5 kg til 30% hos 4 kg gruppen. Det samme bilde er det også hos store kråkebolle hvor dødeligheten kom opp i ca. 20% ved den høyeste tettheten (4 kg).



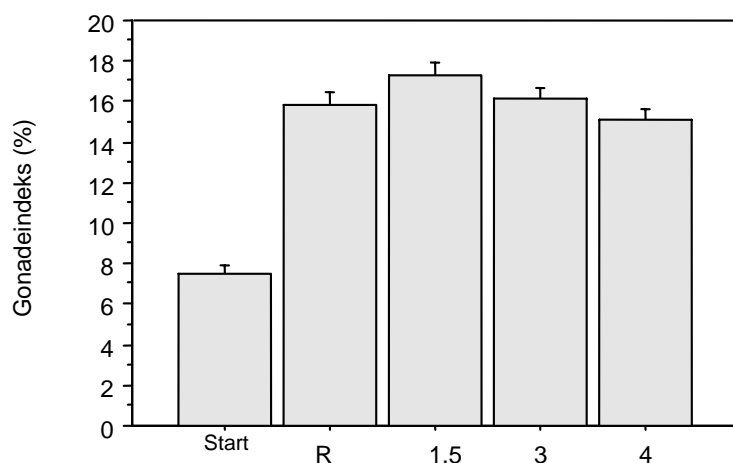
Figur 6. Dødelighet (%) hos de forskjellige størrelsesgrupper (hvit: små kråkebolle, sort: store kråkebolle) og tetthetsgrupper (1,5, 3 og 4 kg kråkebolle).

Vedlegg 5 og 6 oppsummerer andelen kråkeboller med skader i de forskjellige tetthetsgruppene. Som det fremgår av vedlegg 5 og 6 øker andelen skadede kråkebolle med

økende tetthet i begge størrelsesgruppene. I de to høyeste tetthetsgruppen hadde ca. 20% av kråkebollene skade.

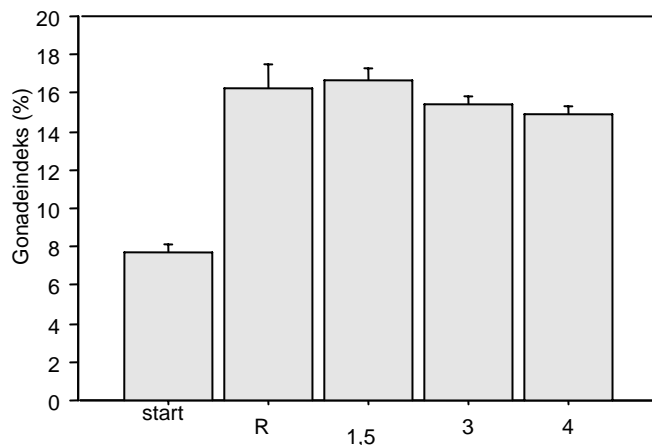
4.3.2 Gonadevekst

Hos den minste størrelsesgruppen (4,5-5,5cm) ble ikke funnet signifikant forskjell i gonadeindeks mellom 1,5 og 3 kg gruppene (figur 7). Derimot hadde 1,5 kg gruppen en signifikant større gonadeindeks sammenlignet med 4 kg gruppen. Det ble ikke funnet signifikant forskjell mellom 3 og 4 kg gruppene. Individuelt behandlede kråkeboller hadde signifikant lavere gonadeindeks sammenlignet med tetthetsgruppen på 1,5 kg i kar.



Figur 7. Gonadeindeks (+ SE) hos små kråkeboller ved de forskjellige tetthets gruppene (S; start, R; individuell, 1,5, 2 og 3 kg)

Hos den største størrelsesgruppen (5,5-6,5cm) ble det heller ikke funnet signifikant forskjell i gonadeindeks mellom 1,5 og 3 kg gruppene (figur 8). Her hadde også 1,5 kg gruppen en signifikant større gonadeindeks sammenlignet med 4 kg gruppen. Det ble ikke funnet signifikant forskjell mellom 3 og 4 kg gruppene.



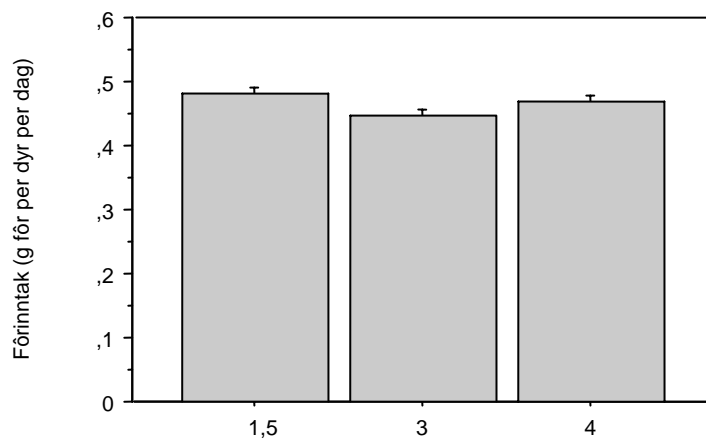
Figur 8. Gonadeindeks (+ SE) hos store kråkeboller hos de forskjellige tetthets gruppene av (S; start, R; individuell, 1,5, 2 og 3 kg)

Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i gonadeindeks mellom individuelt behandlede kråkeboller og gruppen med tetthet på 1,5 kg.

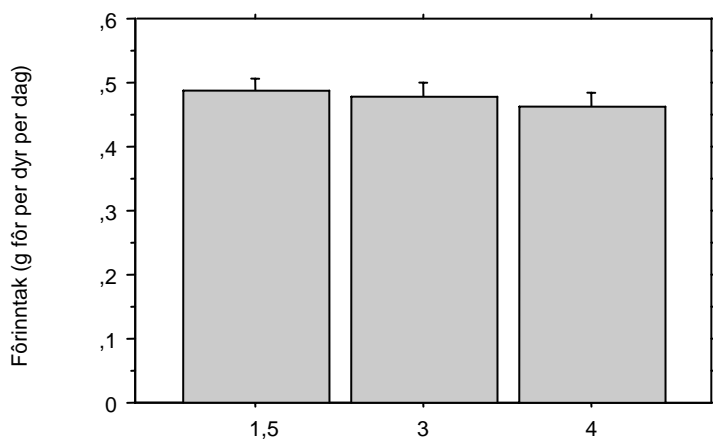
4.3.3 Fôrinntak og fôrutnyttelse

Som det fremgår av figur 9 ligger fôrinntak hos kråkeboller i størrelsesgruppen 4,5-5,5cm for hele perioden på rundt 0,45 gram per dyr per dag i samtlige tetthetsgrupper. Det samme bilde gjenspeiler seg hos store kråkeboller (5,5-6,5cm), men her er fôrinntaket økt til rundt 0,48 gram fôr per dyr per dag (figur 10). Hos kråkeboller fôret individuelt var fôrinntaket hos den minste størrelsesgruppen på 0,51 (g. fôr pr. dyr pr. dag) mot 0,54 (g. fôr pr. dyr pr. dag) hos den største størrelsesgruppen (vedlegg 5 og 6).

Hos små kråkeboller ble den beste fôrutnyttelsen funnet hos kråkeboller holdt på lavest individtetthet sammenlignet med den høyeste individtetthet, med en fôrfaktor på henholdsvis 6,0 og 9,7 (vedlegg 5 og 6). Hos store kråkeboller var trenden den samme, med en fôrfaktor på 3,9 hos lav tetthetsgruppe mot 5,6 hos gruppen med høy tetthet. Kråkeboller fôret individuelt hadde i begge størrelsesgruppene en dårligere fôrutnyttelse enn 1,5 kg gruppen og var på linje med fôrutnyttelsen til kråkeboller i 3 kg tetthetsgruppe (vedlegg 5 og 6).



Figur 9 Fôrintak (+ SE) hos kråkeboller i størrelsesgruppen 4,5-5,5 cm, holdt på 3 forskjellige individtettheter (1,5, 3 og 4 kg per kammer)



Figur 10 Fôrintak (+ SE) hos kråkeboller i størrelsesgruppen 5,5-6,5 cm, holdt på 3 forskjellige individtettheter (1,5, 3 og 4 kg per kammer)

4.3.4 Gonadefarge

Ved avslutning av forsøket ble samtlige kråkebollegonader vurdert ut fra fargevifte (Roche; Yolk Colour Fan) for eggeplommer (vedlegg 5 og 6). Det ble heller ikke funnet signifikante forskjeller mellom noen av tetthetsgruppene. Gjennomsnittlig farge på gonadene var på ca. 12,8 (Roche; Yolk Colour Fan) ved forsøksslutt.

5 DISKUSJON

Forsøk I

Målet med forsøk I var å teste mulige individuelle variasjoner mellom kammene. Forsøk I er å regne som et innledende forsøk med en konstant individtetthet på 5 kg kråkeboller per kassett. I forsøk I var dødeligheten høyest hos kråkeboller fôret i kar, sammenlignet med individuell behandling (figur 1). At kråkeboller dør under individuell behandling skyldes sannsynligvis fangst- og håndteringsdødelighet. I et nylig avsluttet forsøk er det vist at håndtering av kråkebollene er av stor betydning for overlevelse (Trine Dale, Fiskeriforskning, pers med). Hos kråkebolle fôret i kar er gjennomsnittlig dødelighet 16% og dermed litt større sammenlignet med kråkeboller fôret individuelt (12,5%). Videre er det stor variasjon i dødelighet mellom kamrene. Vi har ingen god forklaring på denne variasjonen. Andelen kråkeboller med skader var på 12% hos kråkeboller fôret i kar, mens det ikke ble funnet skader på kråkeboller fôret individuelt (vedlegg 1). Det er derfor mye som tyder på at miljøbetingelsene ikke er helt optimalt i kar ved bruk av denne individtettheten. Ved forsøkstart var gonadeindeksen 4%. Ved forsøksslutt var gonadeindeksen 12% både hos kråkeboller fôret individuelt og i gruppe. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i gonadeindeks mellom kråkeboller i kar og individuelt behandlede kråkeboller (figur 3). En sammenligning av fôrintak og fôrutnyttelse mellom kråkeboller holt individuell og kar viser liten forskjell. (vedlegg 1). Gonadefarge ble målt ved bruk av fargevifte og fargemåler. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i gonadefarge mellom gruppene, verken ved bruk av visuell eller instrumentell analyse.

Som beskrevet i kapittel 3 ble karene utstyrt med et selvdrevet ”flo og fjære” system. Dette medførte en sjokktapping av karet hvert tiende minutt. Observasjoner viste at kråkebollene raskt ble vant til systemet og plasserte seg under laveste vannstand, slik at de ikke ble tørrlagt under nedtappingen av karet. Selvrensingssystemet fungerte ikke optimalt, og en del faeces ble ikke spylt ut under sjokktappingen. Det ble derfor gjennomført en manuell rensing av bunn i karet hver fjortende dag.

Forsøk II

Målet med forsøk II var å vurdere optimal individtetthet målt ved overlevelse og gonadevekst i det nyutviklede karet for kråkeboller. Denne problemstillingen ble løst ved å benytte to størrelsesgrupper (4,5 til 5,5 cm og 5,5 til 6,5 cm) og fire forskjellige individtettheter (3, 6, 7 og 8 kg kråkeboller per kassett). Som referanse ble individuelt behandlet kråkeboller benyttet. Dødeligheten økte i begge gruppene med økende individtetthet (figur 4.). Ved en individtetthet på 8 kg per kassett ble det målt en dødelighet på 80%. Selv ved 3 kg kråkeboller per kassett ble det registrert en dødelighet på over 30% (figur 4). Hos de gjenlevende kråkebollene var andelen med skade også høyest i høytetthetsgruppen, med over 30% (vedlegg 3 og 4). Forsøket viser også at gonadeveksten er negativt påvirket av økt individtetthet (figur 4 og 5). Hos størrelsesgruppen 4,5-5,5 cm hadde individuelt behandlede kråkeboller signifikant høyere gonadeindeks (figur 4). Hos den største størrelsesgruppen ble det ikke funnet signifikant forskjell i gonadeindeks mellom individuelt behandlede kråkeboller og de to laveste individtetthetene (figur 5). De to høyeste individtetthetene hadde derimot signifikant lavere gonadeindeks sammenlignet med de to gruppene med lavest individtetthet (figur 5). Ut fra disse resultatene ser det ut til at små kråkeboller bør holdes ved lavere individtettheter sammenlignet med store kråkeboller. I vurdering av mulige forskjeller i kvalitet ble samtlige kråkebolle gonader visuelt vurdert. Det ble ikke funnet forskjeller i gonadefarge mellom tetthets gruppene verken hos små eller hos store kråkeboller.

Forsøk III

Resultatene fra forsøk II dannet grunnlaget for valg av individtetthet i forsøk III. I dette forsøket var det ingen dødelighet hos kråkeboller behandlet individuelt. Forsøket viser en uakseptabel høy dødelighet ved en individtetthet på over 1,5 kg per kassett hos små kråkeboller (figur 6). Først ved en individ tetthet på over 3 kg per kassett oppnås det en uakseptabel høy dødelighet i stor kråkebollegruppe (figur 6). Andelen skader øker med økende individtetthet (vedlegg 5). Sammenligning av gonadeindeks viser at det ikke var signifikant forskjell mellom individuell behandling og de to laveste tetthetsgruppene, verken hos små eller stor gruppe (figur 7 og 8). Derimot var gonadeindeksen i høytetthetsgruppen, uavhengig av størrelsesgruppe, og signifikant lavere enn ved lav tetthet og individuell behandling. Det ble ikke funnet forskjell i fôrintak mellom tetthetsgruppene, verken hos ”små” eller ”stor” gruppene, mens fôrutnyttelsen ble dårligere i begge gruppene med økende individtetthet. Fôrutnyttelsen var bedre hos de to laveste individtetthetene sammenlignet med kråkeboller fôret individuelt (vedlegg 5 og 6).

6 KONKLUSJON

Våre resultater er ikke helt entydige. Men for å vær sikker bør man ikke overstige 1,5 kg kråkebolle per kammer hvis man har kråkeboller i størrelsesintervallet 4,5 til 5,5 cm. Dette utgjør ca. 3 kg med kråkeboller per m². Derimot ser det ut til at man kan øke individtettheten til 3 kg kråkebolle per kassett hvis man har kråkeboller i størrelsesintervallet 5,5 til 6,5 cm. Dette utgjør ca. 6 kg med kråkeboller per m², eller 36 kg kråkebolle per kar.

7 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.
- Mortensen, A., Siikavuopio, S. I. & Raa, J. 2003. Use of transglutaminase to produce a stable sea urchin feed. Proc. Int. Conf. Sea Urchin Fisheries and Aquaculture. 2003: 203-213. in press.
- 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.
- Siikavuopio, S. I. & Christiansen, S. J. 2002. Effekt av temperatur og kroppsstørrelse på fôrinntak og gonadevekst hos villfanget Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*). Fiskeriforsknings rapport 1/2002
- Siikavuopio, S. I. , Christiansen, S. J & Mortensen A. 2002. Vannbehov hos Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) i oppdrett- effekt av temperatur, kroppsstørrelse og fôring. Fiskeriforsknings rapport 10/2002.
- Siikavuopio, S. I. , Dale T. & Charlehog M. 2002. Effekt av fôrsammensetning og fôringsregime på gonadekvalitet hos oppfôret Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*). Fiskeriforsknings rapport 14/2002.
- 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.
- Aas K. & Mortensen, A., (in press). Technology for sea-based farming of the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. From small-scale to industrial-scale technology. Sea urchins: fisheries and aquaculture. Proc. Int. Conf. Sea Urchin Fisheries and Aquaculture. 2003: in press.

8 VEDLEGG

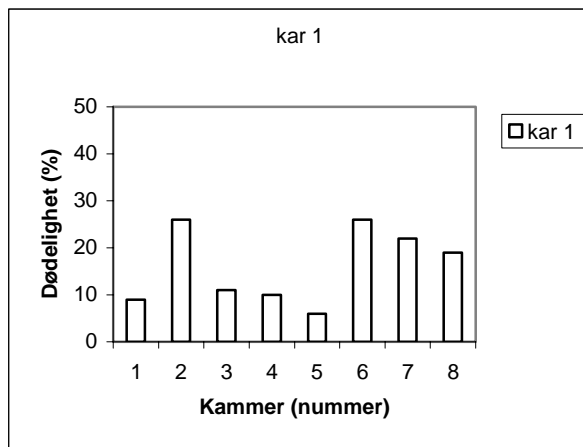
Vedlegg 1

Tabellen viser gonadeindeks og gonadefarge ved forsøksstart og rundvekt, gonadeindeks, fôrintak, fôrutnyttelse, gonadefarge (med standardavvik) og andel kråkebolle med skader i kar og i renne ved forsøsslutt i forsøk I.

	Forsøksstart	Kar 1 Forsøksslutt	Renne 1+2 Forsøksslutt
Vekt (gram)		42,3 (12,9)	47,0 (7,7)
Gonadeindeks (%)	4,27 (2,0)	12,4 (4,5)	13,0 (5,4)
Fôrintak (g. fôr per dyr per dag)		0,45 (0,1)	0,48 (0,1)
Fôrutnyttelse (g. fôr per gram gonade)		6,6	6,4
Farge (Roch)	12,1 (1,4)	11,8 (1,3)	12,0 (1,3)
L* verdi	52,6 (7,4)	53,3 (5,8)	53,7 (4,9)
a* verdi	16,0 (3,7)	14,0 (3,6)	14,8 (3,8)
b* verdi	41,3 (6,7)	41,0 (5,8)	42,3 (5,4)
Andel med skade (%)		12	0

Vedlegg 2.

Dødelighet (%) fordelt på kammer i forsøk I



Vedlegg 3.

Tabellen viser rundvekt, diameter, gonadeindeks og gonadefarge ved forsøksstart og rundvekt, gonadeindeks, fôrinntak, fôrutnyttelse, gonadefarge (med standardavvik) og andel kråkebolle med skader i kar og i renne ved forsøsslutt i forsøk II. Størrelsesgruppe kråkebolle 4,5 til 5,5 cm.

	<i>O prøve 4,5-5,5cm</i>	<i>Individuell</i>	<i>Gruppe 1</i>	<i>Gruppe 2</i>	<i>Gruppe 3</i>	<i>Gruppe 4</i>
Vekt (gram)	34,6 (6,6)	45,0 (5,7)	44,0 (7,7)	44,1 (9,8)	43,5(9,8)	43,0 (10,6)
Diameter (cm)	44,7 (3,1)	48,8 (3,7)	48,6 (3,1)	48,2 (3,1)	47,3 (3,9)	47,2 (4,0)
Gonadeindeks (%)	7,6 (4,5)	22,8 (3,3)	19,8 (6,0)	16,6 (5,3)	15,5 (5,,3)	16,1 (5,3)
Fôrinntak (g. fôr per dyr per dag)		0,60	0,55	0,66	0,60	0,65
Fôrutnyttelse (g.fôr per g.gonade)		6,3	-	-	-	-
Farge (Roch)	11,7 (1,1)	11,2 (1,3)	11,4 (1,4)	11,9 (1,4)	11,8 (1,4)	11,8 (1,5)
Andel med skade (%)		0	6	22	24	32

Vedlegg 4.

Tabellen viser rundvekt, diameter, gonadeindeks og gonadefarge ved forsøksstart og rundvekt, gonadeindeks, fôrinntak, fôrutnyttelse, gonadefarge (med standardavvik) og andel kråkebolle med skader i kar og i renne ved forsøsslutt i forsøk II. Størrelsesgruppe kråkebolle 5,5 til 6,5 cm.

	<i>O prøve 5,5-6,5cm</i>	<i>Individuell</i>	<i>Gruppe 1</i>	<i>Gruppe 2</i>	<i>Gruppe 3</i>	<i>Gruppe 4</i>
Vekt (gram)	93,3 (5,0)	70,6 (8,5)	72,1 (11,6)	68,0 (11,6)	65,5 (12,1)	66,3 (13,1)
Diameter (cm)	63,2 (4,2)	57,1 (3,0)	60,1 (3,4)	56,5 (3,7)	55,6 (3,7)	55,8 (3,9)
Gonadeindeks (%)	8,8 (4,5)	20,8 (5,4)	18,6 (5,7)	19,5 (3,4)	16,7 (5,7)	17,2 (6,0)
Fôrinntak (g. fôr per dyr per dag)		0,61	0,62	0,62	0,63	0,59
Fôrutnyttelse (g.fôr per g.gonade)		6,6	-	-	-	-
Farge (Roch)	13,5 (1,3)	12,4 (1,5)	12,4 (1,5)	11,9 (1,7)	12,1 (2,0)	11,9 (1,7)
Andel med skade (%)		0	22	22	25	38

Vedlegg 5.

Tabellen viser rundvekt, diameter, gonadeindeks og gonadefarge ved forsøksstart og rundvekt, gonadeindeks, fôrintak, fôrutnyttelse, gonadefarge (med standardavvik), dødelighet og andel kråkebolle med skader i kar og i renne ved forsøsslutt i forsøk III. Størrelsesgruppe kråkebolle 4,5 til 5,5 cm.

	<i>O prøve 4,5-5,5cm</i>	<i>Individuell</i>	<i>Gruppe 1 1,5 kg</i>	<i>Gruppe 2 3 kg</i>	<i>Gruppe 3 4 kg</i>
Vekt (gram)	51,0 (3,1)	50,1 (2,9)	47,3 (8,8)	43 (10,3)	42,0 (10,4)
Diameter (cm)	48,2 (7,3)	48,0 (9,7)	49,3 (3,3)	47,9 (4,6)	47,9 (4,0)
Gonadeindeks (%)	7,6 (1,6)	15,7 (3,4)	17,4 (4,1)	16,2 (4,6)	15,2 (5,2)
Fôrintak (g. fôr per dyr per dag)		0,51 (0,005)	0,47 (0,03)	0,45 (0,04)	0,47 (0,03)
Fôrutnyttelse (g.fôr per g.gonade)		7,2	6,0	6,6	9,7
Farge (Roch)	12,3 (2,3)	11,7 (1,4)	12,4 (1,4)	11,8 (1,7)	11,8 (1,7)
Dødelighet		0	6	16	30
Andel med skade (%)		0	2	20	20

Vedlegg 6.

Tabellen viser rundvekt, diameter, gonadeindeks og gonadefarge ved forsøksstart og rundvekt, gonadeindeks, fôrintak, fôrutnyttelse, gonadefarge (med standardavvik), dødelighet og andel kråkebolle med skader i kar og i renne ved forsøsslutt i forsøk III. Størrelsesgruppe kråkebolle 5,5 til 6,5 cm.

	<i>O prøve 5,5-6,5cm</i>	<i>Individuell</i>	<i>Gruppe 1 1,5 kg</i>	<i>Gruppe 2 3 kg</i>	<i>Gruppe 3 4 kg</i>
Vekt (gram)	72,9 (11,6)	59,7 (4,1)	70,1 (15,1)	71,7 (12,5)	70,9 (12,6)
Diameter (cm)	72,9 (11,6)	72,2 (14,4)	57,4 (6,0)	57,2 (3,7)	57,4 (3,4)
Gonadeindeks (%)	7,6 (2,6)	16,5 (4,9)	16,6 (3,9)	15,4 (4,3)	14,9 (4,4)
Fôrintak (g. fôr per dyr per dag)		0,54 (0,1)	0,49 (0,1)	0,48 (0,1)	0,46 (0,1)
Fôrutnyttelse (g.fôr per g.gonade)		4,8	3,9	4,7	5,6
Farge (Roch)	13,0 (1,9)	12,3 (0,9)	12,8 (1,4)	12,8 (1,3)	12,8 (1,3)
Dødelighet		0	0	4	22
Andel med skade (%)		0	9	21	20



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 82-7251-532-6

ISSN 0806-6221