



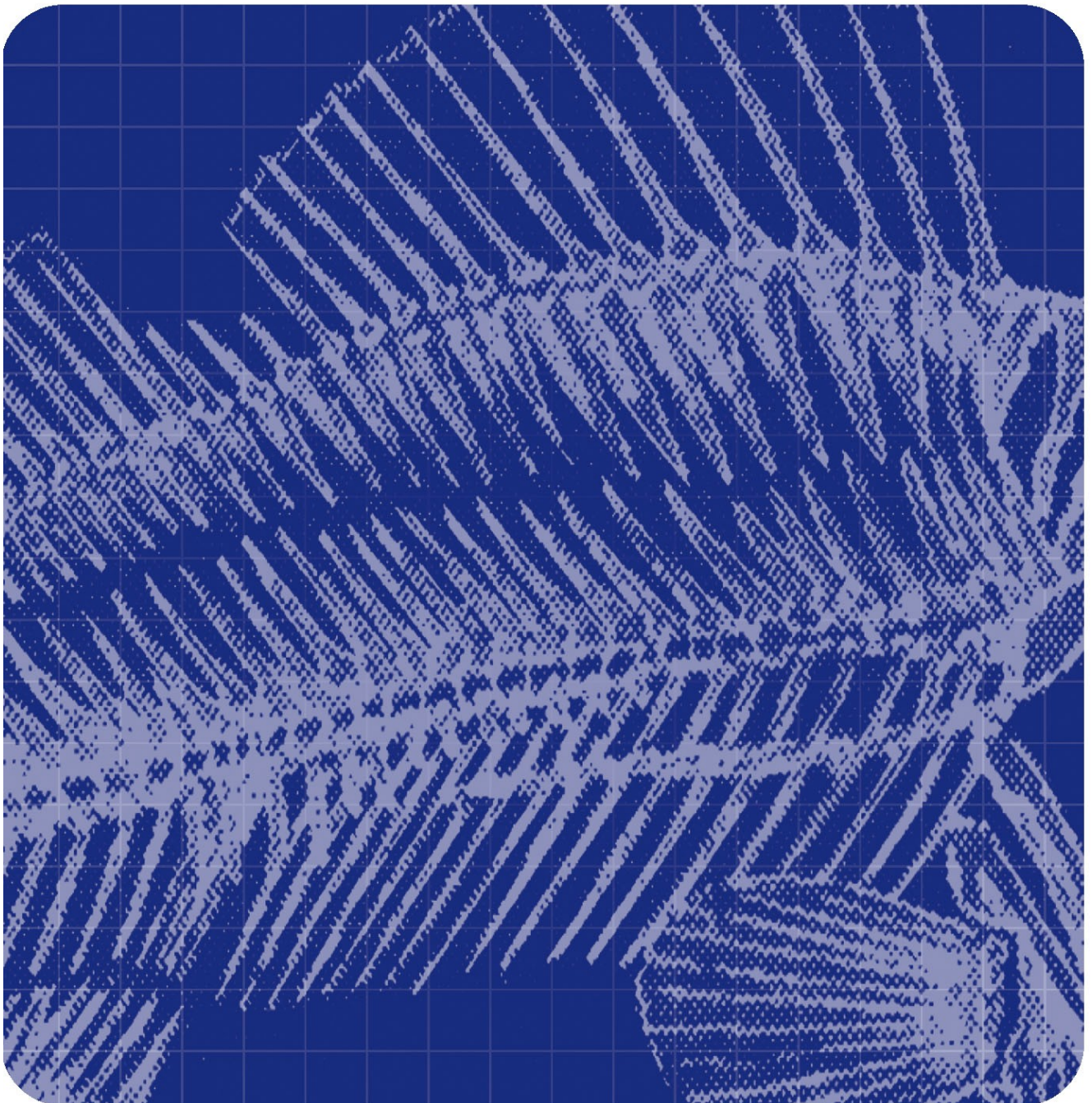
# Fiskeriforskning

RAPPORT 4/2006 • Utgitt januar 2006

## **Smak og tekstur på kråkebollegonader**

Forholdet mellom biokjemisk sammensetning og produktkvalitet

Trine Dale, Sten Siikavuopio, Anders Aksnes, Britt Hope, Ruth Gebauer 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.

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

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

Fiskeriforskning har ca. 170 ansatte fordelt på Tromsø (120) og Bergen (50). Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen. Norconserv i Stavanger med 30 ansatte er et datterselskap av 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](mailto: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](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskeriforskning.no](http://www.fiskeriforskning.no)

# RAPPORT

ISBN-13 978-82-7251-577-4  
ISBN-10 82-7251-577-6

Rapportnr:  
4/2006

Tilgjengelighet:  
**Åpen**

Tittel:

**Smak og tekstur på kråkebollegonader**

Dato:

17.01.2006

**Forholdet mellom biokjemisk sammensetning og produktkvalitet**

Antall sider og bilag:

37

Forskningssjef:

Arne Mikal Arnesen

Forfatter(e):

Trine Dale, Sten I. Siikavuopio, Anders Aksnes, Britt Hope, Ruth Gebauer og Mats Carlehög

Prosjektnr.:

20109

Oppdragsgiver:

MABIT (Del 1), ScanAqua AS (og MABIT) (Del 2)

Oppdragsgivers ref.:

AF0023

3 stikkord:

**Sensorisk kvalitet, hovedkomponentsammensetning, frie aminosyrer**

Sammendrag: (maks 200 ord)

Fiskeriforskning har i en årrekke jobbet med utvikling av fôr til kråkebolle. Arbeidet har ledet frem til et førkonsept som gir god rognvekst og fin farge. Rognen har imidlertid ikke optimal kvalitet når det gjelder smak og konsistens. I dette studiet ønsket vi å identifisere en eventuell sammenheng mellom biokjemisk sammensetning på gonaden og gonadekvalitet (Del 1), og videre undersøke effekten av diett på sensorisk kvalitet og på de biokjemiske komponentene som i del I ble assosiert med god kvalitet (Del 2). Problemstillingen er søkt løst gjennom en kombinasjon av sensorisk (smakspanel) analyse og analyse av hovedkomponent-sammensetning og frie aminosyrer.

Smakspanelet avdekket kvalitetsforskjeller i konsistens mellom gonader fra ulike arter ville kråkeboller på konsistensegenskapene. Forskjeller i sensorisk kvalitet kunne ikke forklares med forskjeller i gonadens hovedkomponentsammensetning. Smakspanelet avdekket også kvalitetsforskjeller på gonader fra ulike arter kråkeboller på smaksegenskapene 'bitter smak' og 'søt smak'. Forskjeller i bitter smak og søt smak ser ut til å kunne knyttes til forskjeller i innhold av valin og/eller innhold av glycin. Gonadeprøver med høy intensitet av bitter smak, hadde et høyere innhold av valin og et lavere innhold av glycin. Gonadeprøver med høy intensitet av søt smak, hadde et høyere innhold av glycin. Del 2 var et oppføringsforsøk hvor seks fôrtyper med ulikt protein og karbohydrat innhold/kilde ble brukt. Den sensoriske analysen viste at diett påvirker både smaksegenskapen 'bitter smak' og 'søt smak'. Det var klare forskjeller mellom gonade fra ville og oppfødte kråkeboller, samt innbyrdes forskjeller mellom ulike oppfødte varianter. Det ser ut til at økt proteininnhold i fôret gir økt innhold av den bitre aminosyren valin, og redusert innhold av den søte aminosyren glycin. Det var for øvrig ingen sammenheng mellom de andre hovedelementene i fôret og smaken på gonaden. De største forskjellene i konsistens var på egenskapen 'fasthet' hvor halvparten av fôrene produserte gonade som var signifikant mindre fast enn gonade fra ville kråkeboller. Det var også klare innbyrdes forskjeller mellom de oppfødte variantene. Det var et klart forhold mellom proteininnholdet i fôret og gonadens fasthet, hvor fasthet ser ut til å reduseres med økt proteininnhold. Det var for øvrig ingen sammenheng mellom de andre hovedelementene i fôret og konsistensen på gonaden. Heller ikke i del 2 var noen av de undersøkte biokjemiske komponentene i gonaden assosiert med god kvalitet på konsistens egenskaper. Vi kan derfor ikke forklare hvorfor et høyt proteininnhold i fôret gir redusert fasthet på gonaden

*English summary: (maks 100 ord)*

Whilst most sea urchin feeds at this point seems capable of promoting gonad growth, there is scope for improvement with respect to texture and taste. The marked prefer roe with a sweetish taste, while bitter taste is unwanted. Furthermore, firm texture is considered attractive, while a loose melting texture is unwanted. This project aims to identify the biochemical compounds associated with good (sweet, firm and grainy) and bad (bitter, melting) quality in sea urchins (Part 1), and furthermore identify how these compounds are influenced by diet (Part 2). In Part 1 different species of wild sea urchins are compared, while part 2 are carried out as a roe enhancements trial where *Strongylocentrotus droebachiensis* is fed 6 diets with different protein and carbohydrate content and source. The study is combining sensory analysis with analysis of proximat composition and free amino acids.

There was no apparent relationship between texture and proximate composition in gonads from wild sea urchins. There appear, however, to be a relationship between the intensity of bitter taste and the content of valine and/or the content of alanine and glycine (increased bitterness with increased content of valine and/or reduced content of glycine). The intensity of sweet taste appear to be related to content of glycine.

Diet influenced both texture and taste in the gonads. The most pronounced differences in texture were in the sensory characteristic 'firmness'. Increased levels of protein in the diet reduced the 'firmness' of the gonad. However, due to a lack of relationship between texture and any of the biochemical components examined, we do not have a plausible explanation for this relationship. Diet influenced both 'bitter taste' and 'sweet taste'. Increased protein levels in diet appear to increase the levels of the bitter amino acid valine, and reduce the levels of the sweet amino acid glycine.

## **FORORD**

Prosjektet ”Forholdet mellom biokjemisk sammensetning og produktkvalitet på kråkebolle gonader med fokus på smak og tekstur” består av to deler. Prosjekt 1, er i sin helhet finansiert av MABIT-programmet. Prosjekt 2 er finansiert av ScanAqua AS (50%) og MABIT programmet (50 %) i felleskap. Dette dokumentet sluttrapporterer begge delprosjektene, og refererer til disse som henholdsvis del 1 og del 2.

En stor takk rettes til Guro Eilertsen for hjelp under praktisk gjennomføring av sensorisk analyse og til Arne Brodin for tilrettelegging av arbeidet med biokjemisk analyser. I del 1 var det store utfordringer knyttet til logistikk, hvor kråkeboller fra Japan, Canada, Bergen og Troms skulle ankomme levende til Tromsø noenlunde samtidig. Følgende personer bidro til at dette var mulig; Keisuke Nakayama (Innovasjon Norge, Tokyo), Mr Endo (Maruki Ltd), Allen Baker (Eastern Star Sea services), Brian Malone (Bella Marine), Børje Møgster (Frivannsliv AS) og Roger Pettersen (dykker/student NFH).

Takk til daglig leder i ScanAqua AS, Jan Arve Gjøvik, for innspill under utformingen av prosjektet samt for tilrettelegging og praktisk oppfølging av oppføringsforsøket. Det ble også gjennomført en studentoppgave på Høgskolen i Finnmark tilknyttet dette prosjektet. Vi takker studentene Martin Arnesen og May Elin Ingebrigtsen for opparbeiding av data på gonadeindeks i oppføringsforsøket.



# INNHold

1	BAKGRUNN OG MÅLSETNING .....	1
2	MATERIALE OG METODE.....	3
2.1	Forsøksdyr (Del 1 og 2).....	3
2.2	Dietter i oppføringsforsøket (Del 2).....	4
2.3	Gjennomføring og eksperimentelle betingelser (Del 1 og 2).....	5
2.4	Prøvetaking (Del 2). .....	7
2.5	Opparbeiding av materiale (Del 1 og 2).....	8
2.6	Sensorisk analyse (Del 1 og 2).....	8
2.7	Biokjemiske analyser av gonader (Del 1 og 2) .....	9
2.7.1	Hovedkomponentanalyse (proximatsammensetning).....	9
2.7.2	Frie aminosyrer .....	9
2.8	Dataanalyse og presentasjon (Del 1 og 2).....	10
3	RESULTATER.....	11
3.1	Gonadekvalitet hos vill kråkebolle (Del 1) .....	11
3.1.1	Sensoriske analyser av gonader .....	11
3.1.2	Hovedkomponentsammensetning (proximatsammensetning).....	13
3.1.3	Frie aminosyrer .....	13
3.2	Effekt av diett på gonadekvalitet hos oppfôret kråkebolle (Del 2) .....	16
3.2.1	Gonadevekst.....	16
3.2.2	Sensorisk analyse .....	17
3.2.3	Hovedkomponentsammensetning (proximatsammensetning).....	21
3.2.4	Frie aminosyrer .....	22
4	DISKUSJON.....	25
5	KONKLUSJONER.....	31
6	REFERANSELISTE.....	33





# 1 BAKGRUNN OG MÅLSETNING

Mange av verdens ville kråkebollebestander er overfisket, og totalfangstene på verdensbasis har gått ned de seneste tiår (Keesing and Hall 1998, Andrew et al. 2002). Reduksjonen i mengden kråkebollerogn tilgjengelig for markedet har ført til en interesse for oppdrett av kråkebolle. Det jobbes primært med to tilnæringer til kråkebolleoppdrett: den ene tilsvarer oppdrett av eksempelvis laksefisk, og involverer hele livssyklusen til dyret (se LeGall 1990, Grosjean et al. 1998). Den andre innebærer oppfôring av voksne villfangede individer (f.eks Fernandez & Caltarirone 1994, Kelly 1998, Pearce 2002, 2003). Uansett tilnærming er det et behov for fôr og fôringsregimer som muliggjør produksjon av høykvalitets rogn med en akseptabel kostnad. Formulert fôr har vist seg å være et viktig suksesskriterie i akvakultur, og det er så langt ikke noen grunn til å anta at dette ikke også vil gjelde kråkebolle (Caltagirone et al. 1992, Fernandez 1996, Lawrence et al. 2001).

Fiskeriforskning har jobbet med utvikling av fôr til kråkebolle siden 1995. Arbeidet har ledet frem til et fôrkonsept (Mortensen et al. 2003) som gir god rognvekst og fin farge (for eksempel Siikavuopio et al. 1999, Siikavuopio et al. 2002). Rognen har imidlertid ikke optimal kvalitet når det gjelder smak og konsistens. Sensoriske studier av oppfôret kråkebolle viser at rognen er mer bitter og bløt sammenliknet med rogn fra ville kråkeboller. Generelt er enkelte aminosyrer og peptider assosiert med bitter smak. Vi har indikasjoner på at det er et forhold mellom bitter smak og høyt innhold av valin og/eller lavt innhold av glycin og alanin (Siikavuopio et al. submitted), og at innholdet av disse aminosyrene i gonaden påvirkes av diett.

I tillegg til funksjonen som reproduktivt organ, fungerer gonaden hos kråkebolle også som lagringsorgan (Ferguson 1969, Lawrence & Lane 1982, Walker 1982). Histologiske undersøkelser viser at forut for gametogenesis blir karbohydrater, proteiner og fett lagret i granuler av uniform størrelse og form inne i gonadens næringsceller (Walker & Lesser 1998). Disse granulene mister sin uniforme størrelse og form gjennom gametogenesis og gonadens fasthet og tekstur endrer seg. Gonadens konsistens endrer seg dermed naturlig gjennom dyrets reproduktive syklus, og man kan forvente sesongmessige forskjeller. Det er imidlertid også indikasjoner på at dietten påvirker gonadens konsistens (Robinson et al. 2002), og at hovedkomponentsammensetningen i gonaden reflekterer det relative innholdet av protein og karbohydrat i dietten (Hammer et al. 2001).

Det er dermed flere studier som indikerer at smak og konsistens på gonaden kan manipuleres ved hjelp av diett, men sammenhengene er fremdeles uklare. For å jobbe videre med utvikling av fôr, er det derfor viktig å undersøke forholdet mellom biokjemisk sammensetning og kvalitetskriterier som smak og konsistens.

***Målsetningen med prosjektet er å:***

- Identifisere en eventuell sammenheng mellom biokjemisk sammensetning og gonadekvalitet med spesiell fokus på smak og konsistens (Del 1).
- Undersøke effekten av diett på sensorisk kvalitet og på de biokjemiske komponentene som i del I ble assosiert med god kvalitet (Del 2).

Problemstillingen er søkt løst gjennom en kombinasjon av sensorisk (smakspanel) og biokjemisk analyse. Basert på gjennomgang av publiserte studier studiene valgte vi å analysere gonadene for innhold av frie aminosyrer og hovedkomponenter (protein, karbohydrat, fett, aske og vann). I del 1 har vi fokusert på å sammenlikne ulike arter av ville kråkeboller, mens del 2 er gjennomført som et oppfôringsforsøk hvor kun norsk grønn kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) er brukt.

## 2 MATERIALE OG METODE

### 2.1 Forsøksdyr (Del 1 og 2)

Kun ville kråkeboller inngikk i del 1, hvor følgende arter ble undersøkt; **1)** *Echinus esculentus* (norsk rød) **2)** *Strongylocentrotus droebachiensis* fra Troms (norsk grønn) **3)** *S. droebachiensis* fra østkysten av Canada (canadisk grønn) og **4)** *Strongylocentrotus intermedius* fra Japan (japansk)(Fig 1).



Figur 1 Eksempel på kråkebollegonader, fra venstre mot høyre; norsk rød, canadisk grønn, japansk, og norsk grønn.

Artene er valgt ut fra et ønske om å evaluere et spenn i arter som av markedet verdsettes ulikt. Den Japanske kråkebollen som ble valgt er en av de som av markedet verdsettes høyest, og som inngår i det øvre prissegmentet. Grønne kråkeboller fra Canadas østkyst er godt kjent i markedet og har en god standing. Dette produktet ble valgt fordi det er den samme arten vi satser på i Norge, og det er grunn til å tro at våre produkter først og fremst blir sammenliknet med denne.

Opprinnelig var også chilenske kråkeboller (*Loxechinus albus*) ment å inngå i studien. Disse utgjør en stor del av markedet, men ligger i det nedre prissegmentet, hovedsakelig grunnet en mer bitter smak. Chilenske kråkeboller var imidlertid ikke på markedet på den aktuelle tid av året, fordi det da er sommer og tett innpå de chilenske kråkebollenes gyteperiode. Rogna har en dobbelfunksjon hos kråkeboller: dels fungerer den som et lagringsorgan og dels som et reproduksjonsorgan (produserer kjønnsceller). Kvaliteten på rogn varierer gjennom sesongen, og avhenger blant annet av forholdet mellom næringsceller og kjønnsceller. Når gyttesesongen er andelen kjønnsceller høyest og kvaliteten på sitt laveste. Den røde norske regnes ikke for å være spiselig og omsettes ikke. Den er imidlertid kjent for å ha en lite lekker farge og en sterk bitter smak, og utgjør trolig ytterpunktet i den negative enden av skalaen når det gjelder smak.

Kråkebollene som ble brukt i del 1 ble høstet ved hjelp av dykkere. I de land hvor kråkeboller høstes kommersielt er dykking den dominerende fangstmetoden. I studiens del 2 ble det utelukkende benyttet villfanget norsk grønn kråkebolle (*S.droebachiensis*). Kråkebollene ble

fanget utenfor Rolvsøya i Finnmark, delvis ved hjelp av dykkere, og delvis ved hjelp av spesiallagde fangstfeller. Det er bare data fra fellefangede kråkeboller som presenteres her.

## **2.2 Dietter i oppfôringsforsøket (Del 2)**

I oppfôringsforsøket ble det benyttet 6 ulike fôr; fem tørrfôr og ett våtfôr ("NIFA feed"; Mortensen et al. 2003). Fôrene hadde ulik hovedelementsammensetning og ulike protein og karbohydratkilder. Proteininnholdet i fôrene varierte mellom 20 og 25 % (på tørrstoffbasis), og karbohydratinholdet varierte mellom 46 og 53 % (på tørrstoffbasis)(Tabell 1). Fett og vanninnhold varierte lite i de fem tørrfôrene, mens våtfôret hadde et betydelig lavere innhold av fett. Fôr 4 og 6 hadde et betydelig høyere askeinnhold enn de andre. I Fôr 1, 2 og 4 er det anvendt fiskemel som eneste proteinkilde, mens noe av fiskemelet er erstattet med blåskjellmel i Fôr 3. I Fôr 5 er det anvendt en vegetabilsk proteinkilde. I Fôr 6 er fiskeskinn brukt som proteinkilde. Vilde kråkeboller ble brukt som kontrollgruppe. Disse ble fanget inn ved slutten av oppfôringsforsøket.

Metoden som er anvendt i fremstillingen av tørrfôr, samt liste over ingredienser i disse blir ikke videre beskrevet i denne rapporten da de er underlagt en konfidensialitetsavtale mellom partnerne i prosjektet. Fremstillingsmetode og fullstendig liste over ingredienser i Fôr 6 er publisert i Mortensen et al. 2003.

Tabell 1 Grovspesifikasjon av fôrtypene anvendt i forsøket. Kjemisk sammensetning (% tørrstoff), vanninnhold (%) våtvekt og energiinnhold (MJ/kg tørrstoff), samt råstoffkilder med vesentlig bidrag til protein og karbohydrater.

	Tørrfôr					Våtfôr
	Fôr 1	Fôr 2	Fôr 3	Fôr 4	Fôr 5	Fôr 6
Protein	25.6	20.7	23.9	21.8	22.6	23.8
Karbohydrat	50.9	53.0	53.0	47.6	52.8	46.1
Fett	6.6	6.6	6.6	6.6	7.5	0.4
Aske	16.9	19.6	16.3	23.9	16.7	29.6
Vann	8.2	8.2	8.2	8.3	8.2	46
Energi	16.0	15.3	16.0	14.7	16.1	Mangler data
Protein kilde	Fiskemel	Fiskemel	Fiskemel/Blåskjellmel	Fiskemel	Vegetabilsk råstoff	Fiskeskinn
Karbohydrat kilde	Taremel; potet, hvete, mais	Taremel; potet, hvete, mais	Taremel; potet, hvete, mais	Taremel; potet, hvete, mais	Taremel; potet, hvete, mais	Taremel, potet

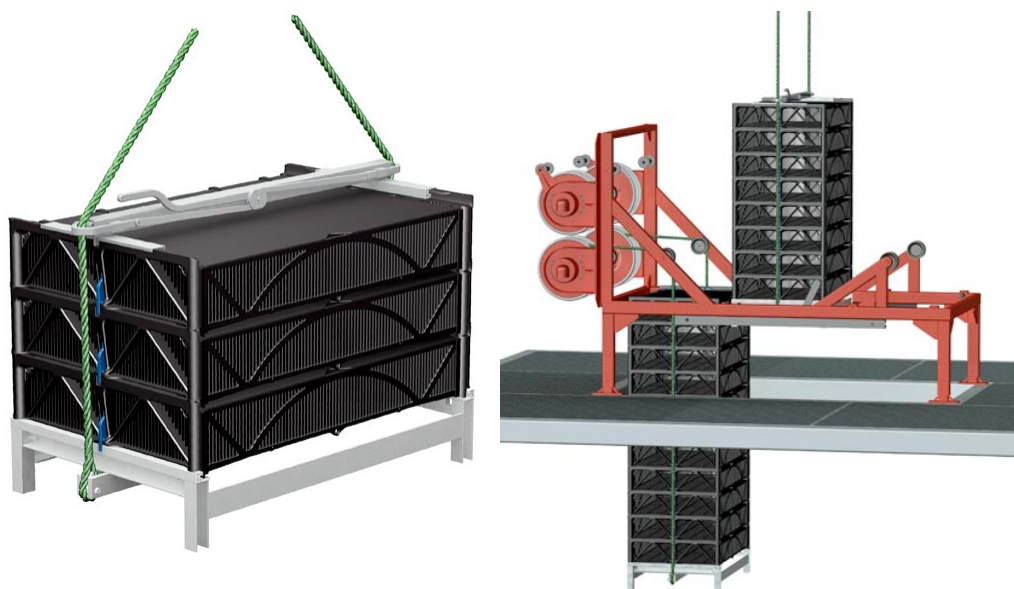
### 2.3 Gjennomføring og eksperimentelle betingelser (Del 1 og 2)

Kråkebollene som ble brukt i del 1 kom til Tromsø som flyfrakt fra Canada, Japan og Bergen (norsk rød). Forsendelsene ble gjort av fraktfirma som sender kråkeboller som flyfrakt på rutinemessig basis. Norske grønne kråkeboller ble fraktet med bil fra fangstfeltet utenfor Tromsø.

Det viste seg svært vanskelig å få kråkeboller fra Canada, Japan og Bergen til å ankomme Tromsø på samme tidspunkt. Kråkebollene ankom Tromsø over en periode på nesten en uke (6 dager). Tiden kråkebollene hadde vært oppe av vannet varierte dermed også med ca en uke. Ved ankomst Tromsø ble kråkebollene umiddelbart plassert på kjøll. Vår Canadiske samarbeidspartner har rutinemessig kråkeboller på kjølelager (2-4 °C) i 10 dager uten vesentlig tap av kvalitet (Allen Baker, pers medd). Dette er i samsvar med ferske resultater fra studier ved Fiskeriforskning. Studiene viste lave nivåer av kvalitetsforringende mikroorganismer (sulfidproduserende bakterier og *Photobacterium phosphoreum*) i rund kråkebolle lagret i 10 døgn ved 4°C (Lorentzen et al. 2005). Vi valgte likevel å være svært nøye med å bare velge vitale individer til forsøkene. I likhet med en del andre skalldyr, har kråkeboller en glidende overgang mellom levende og død, vi kan dermed ikke helt utelukke ulik grad av ”friskhet” i prøvene.

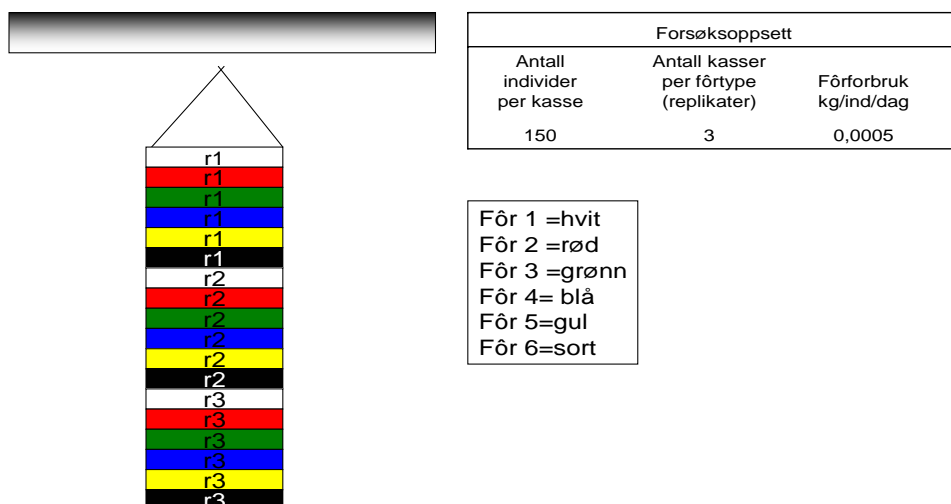
Kråkebollene brukt i del 2 ble transportert i båt fra fangstfeltet utenfor Rolvsøya til ScanAqua AS sitt anlegg på Forsøl utenfor Hammerfest, hvor forsøket ble gjennomført. I perioden fra kråkebollene ble tatt opp av havet og frem til de var plassert i oppfôringsenhet ble de oppbevart i beholdere med sjøvann. Kråkebollene ble akklimert i oppfôringsenhetene i en uke før selve forsøket startet. I denne perioden ble de ikke tilbudt fôr.

Kråkebollene ble oppfôret i et sjøbasert oppfôringsystem utviklet av SeaNest (Fig 2, se også [www.seanest.no](http://www.seanest.no)). Systemet består av perforerte plastbokser (117\*77\*23) som henges i stabler under et flytelegeme. Ved røkting heises boksene opp til overflaten ved hjelp av et løfte system. Løftesystemet gjør at boksenes rekkefølge i stabelen reverseres hver gang man røkter. I dette forsøket ble det brukt en stabel på 18 bokser, med 150 individer i hver boks.



Figur 2 Prinsippfigur av SeaNest AS sitt oppfôringsystem. Oppfôringsboksene vises til venstre og prinsippet for løftesystemet vises til høyre.

Det ble valgt å bruke en systematisk design på forsøket. Dette vil si at det ble gitt Fôr 1 i boks 1, 7 og 13 fra toppen, Fôr 2 i boks 2, 8 og 14 fra toppen osv (Fig 3). Kråkebollene ble fôret en gang per uke. Dyrene ble fôret i overskudd, noe som basert på tidligere studier oppfylles med en fôrmengde på ca  $0,005 \text{ kg}^{-1}\text{ind}^{-1}\text{dag}^{-1}$ . Samtidig med utfôring ble døde dyr fjernet fra kassene.



Figur 3 Skjematisk beskrivelse av forsøksoppsettet. Panelet til venstre viser hvilke bokser som ble tildelt de ulike fôrtypene.

## 2.4 Prøvetaking (Del 2).

Prøver for måling av gonadeindeks ble tatt på 10 ulike tidspunkt i perioden fra 3. mai til 8. november (Tabell 2). Gonadeindeks ble målt i et subsample på 18 individer fra hver behandling (Fôr 1-6 samt ville). 12. september og 8. november ble det tatt ut ytterligere et subsample på 30 individer fra hver behandling. Disse ble brukt i sensoriske (12. september og 8. november) og biokjemiske analyser (12. september).

Tabell 2 Oversikt over prøvetakningsdatoer. XD=oppfôret kråkebolle opprinnelig fanget av dykker, XF=oppfôret kråkebolle opprinnelig fanget med feller. V=ville kråkeboller. <sup>1</sup> Fellefangede og dykkerfangede kråkeboller ble slått sammen etter uttaket 12. september. \* Prøve fra fôrtype 2 og 3 ble ikke analysert.

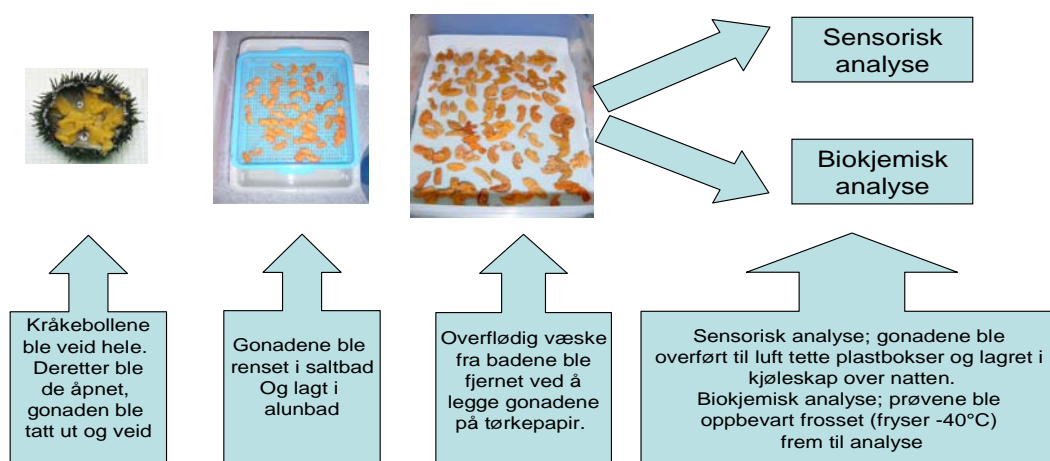
Dato	Analysertparameter		
	Gonadeindeks	Sensorisk analyse	Biokjemisk analyse
3. mai	X (D,F)		
19. mai	X (D,F)		
2. jun	X (D,F)		
16. jun	X (D,F)		
30. jun	X (D,F)		
6. jul	X (D,F)		
13. jul	X (D,F)		
4. aug	X (D,F)		
12. sep	X (D,F), V	X (F), V	X (F), V
8. nov	X <sup>1</sup> , V	X <sup>1*</sup> , V	

## 2.5 Opparbeiding av materiale (Del 1 og 2)

Kråkebollene ble målt og veid. Skalldiameter ble målt med et skyvelær med 1 mm nøyaktighet. Vekten av hele dyret ble målt med 1 g nøyaktighet. Dyret ble åpnet og gonaden ble tatt ut og veid (til nærmeste 0,1 g). Vektdata ble brukt til å beregne gonadeindeks etter følgende formel:

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

Etter veiing ble gonaden overført til et saltbad (3.1 % salt), hvor rester av skall, pigger og tarmen/faeces ble fjernet. Etter rensing ble gonadene plassert i alunbad (3.5 % salt / 2% alun) i 10 minutter, og deretter tørket på tørkepapir (Fig 4). Gonadeprøver til sensorisk analyse ble overført til lufttette plastbokser og satt i kjøleskap (3 °C). Gonadeprøver til biokjemisk analyse ble overført til plastposer og oppbevart i fryser (-40°C) frem til analysetidspunkt (Fig 4).



Figur 4 Sjematisk oversikt over gangen i prøvetakningen.

## 2.6 Sensorisk analyse (Del 1 og 2)

Det ble brukt en beskrivende sensorisk metode. Metoden gir svar på hvilke og hvor store forskjeller det er mellom ulike produkter av kråkeboller. Relevante egenskaper for bedømmelse ble definert i et samarbeid mellom smakspanel, panelleder og oppdragsgiver. Førede kråkeboller var tilgjengelig under trening av panelet. Materialet representerte til dels de egenskaper som kunne forekomme og være karakteristisk for kjølelagret kråkebollerogn i forsøket. 12 sensoriske egenskaper ble bedømt på en ustrukturert (ikke lineær) linjeskala fra 0 til 10 poeng (ingen til høy intensitet). Beskrivelse av egenskaper og hvordan de ble brukt er angitt i vedlegg 1.



Kråkebollene ble slaktet dagen før analyse og lagret i kjøleskap over natten. På analysedagen ble kråkebollerogna plassert over i små beger av plastikk med lokk. Den ble deretter oppbevart i kjøleskap (+3 °C) og satt frem noen minutter før servering. Hver smaksdommer fikk en til to rognbåter avhengig av størrelse og utvalg. Rogna ble valgt ut for å få en så ensartet farge som mulig mellom produktene i forsøket. Prøvene ble servert i tilfeldig rekkefølge i to gjentak til panelet. Data ble registrert elektronisk ved bruk programvaren FIZZ (BIOSYSTEMES, FRANCE). Det sensoriske panelet bestod under forsøket av seks trente dommere.

## 2.7 Biokjemiske analyser av gonader (Del 1 og 2)

I del 1 ble det tatt ut tre replikate prøver fra hver kråkebolleart. Gonaden består av fem ”båter” (se venstre bilde Fig 2). Hvert replikat bestod av 2 gonadebåter fra 5-15 individer (norsk rød og canadisk grønn 5 individer, japansk 10 individer og norsk grønn 15 individer). Det ulike antallet individer skyldes den store variasjonen i størrelse mellom disse kråkebolleartene (norsk rød hadde våtvekt på > 500g, mens norsk grønn hadde en våtvekt < 70 g). I del 2 ble det tatt ut tre replikate prøver fra hver behandling. Av økonomiske årsaker ble bare prøvene fra fôr 1, 4, 5 og 6 analysert.

Prøvene ble analysert ved Fiskeriforskning sitt laboratorium i Bergen. Dette er et kommersielt laboratorium som er akkreditert for en rekke kjemiske, fysiske/fysikalske og mikrobiologiske analyser. Da de fleste metodene som er anvendt i denne studien er standard blir de bare i korthet beskrevet her.

### 2.7.1 Hovedkomponentanalyse (proximatsammensetning)

Innhold av vann og aske ble bestemt i henhold til ISO 6496 prosedyre. Råprotein ble bestemt med forbrenningsmetoden (Dumas, ISO 15670) og fett vha av Soxhlet metoden (AOCS Ba 3-38). Karbohydrater ble bestemt ved differanse<sup>1</sup>. Hovedkomponentene oppgis som prosent av tørrvekt.

### 2.7.2 Frie aminosyrer

2 g gonadeprøve ble tilsatt en intern standard med 10 ml 1.25 mM Norleucin (oppløst i 0.05 N HCl). Blandingen ble deretter homogenisert i 1 minutt ved hjelp av en Ultra turrax blender. Homogenatet ble rensert ved hjelp av ultrafiltrering (sentrifugert ved 6000 rpm i 15 minutter), og det resulterende filtratet ble vakuamtørket. De tørkede prøvene ble derivatisert ved å tilsette phenylisothiocyanat (PITC), og analysert med ”reverse phase” HPLC (UV deteksjon, Cohen et al. 1989, 1990). Data for frie aminosyrer oppgis som g/100 g protein.

---

<sup>1</sup> Karbohydratmengden i tørr prøve var noe høyere enn forventet og en annen metode for å måle fett ble testet på et lite antall prøver. Det var et visst avvik i fettmengde avhengig av valgt metode, og dette avviket var større enn det man vanligvis finner i vevsprøver. Det er et omfattende arbeid å gjøre nye analyser basert på andre metoder. Det er derfor knyttet visse forbehold til hovedkomponentsammensetningen. Det relative forholdet mellom gonadeprøvene antas imidlertid å være riktig.

## 2.8 Dataanalyse og presentasjon (Del 1 og 2)

De sensoriske data er behandlet statistisk. For den beskrivende testen ble middelverdier over dommere og gjentak sammenlignet for hver prøve og sensorisk egenskap i en toveis variansanalyse (ANOVA) med samspill og dommere som tilfeldige effekter. Denne testen ble etterfulgt av en Tukey's multippel sammenligningstest. ANOVA og Tukey's test ble utført med programvaren FIZZ (BIOSYSTEMES, FRANCE). Forskjeller i innhold av frie aminosyrer ble analysert med en enveis variansanalyse (ANOVA), etterfulgt av en Bonferroni multippel sammenlikningstest. Forskjeller i andel av frie aminosyrer, forskjeller i hovedkomponentsammensetning og forskjeller i gonadeindeks ble analysert ved hjelp Kruskal-Wallis og Mann-Whitney test. Statistiske analyser av biokjemiske data ble utført i SYSTAT, mens data på gonadeindeks ble utført i STATVIEW. I alle statistiske tester ble en p-verdi  $\leq 0.05$  betraktet som signifikant. Resultater presenteres som aritmetriske gjennomsnitt med standard feil (SE), eller som median med tilhørende boxplott (gonadeindeks).

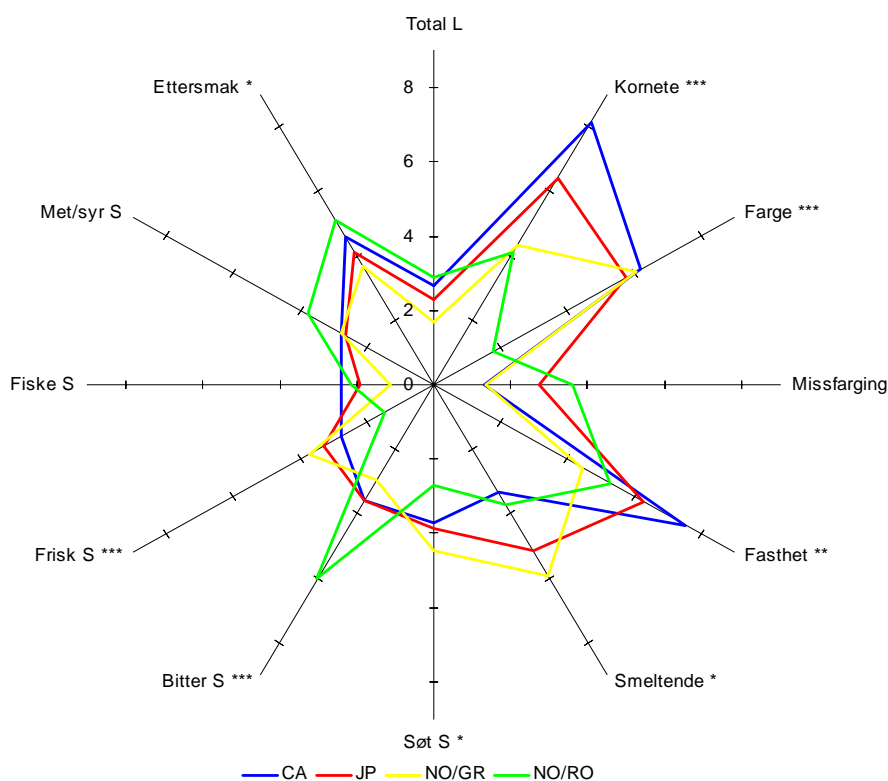
## 3 RESULTATER

### 3.1 Gonadekvalitet hos vill kråkebolle (Del 1)

#### 3.1.1 Sensoriske analyser av gonader

Den sensoriske analysen avdekket signifikante forskjeller på følgende åtte egenskaper; 'kornethet', 'farge', 'fasthet', 'smeltende', 'søt smak', 'bitter smak', 'frisk smak' og 'ettersmak', tabell 3 og figur 5.

For egenskapene som beskriver konsistens i rogn; 'kornethet', 'fasthet' og 'smeltende', er det rogn fra Canada som skiller seg ut. For 'kornethet' er canadisk grønn vurdert av panelet med en signifikant høyere intensitet sammenlignet med de øvrige. Her er også rogn fra Japan vurdert signifikant høyere enn begge produktene fra Norge. For egenskapen 'fasthet' er rogn fra canadisk grønn vurdert med en høyere intensitet og er signifikant forskjellig fra begge de norske variantene. For egenskapen 'smeltende' er rogn fra canadisk grønn bedømt med en lavere intensitet og er signifikant forskjellig fra norsk grønn. Rogn fra norsk rød ble beskrevet av panelet som forskjellig fra de øvrige og da spesielt i egenskapen 'smeltende'. Denne rogn hadde en seig hinne rundt gonadebåten mens innholdet ble beskrevet som veldig vassent.



Figur 5 Sensorisk kvalitet på fire varianter av ville kråkebolle. Antall stjerner angir graden av signifikans, sammenlign med tabell 2. En kurve som går langt ut langs en gitt egenskapsakse viser at gonaden hadde høy sensorisk score på den aktuelle egenskapen. Canadisk grønn (blå kurve) har eksempelvis høy score på fasthet.

Norsk rød er vurdert med en lavere intensitet i farge og er signifikant forskjellig fra de øvrige produktene. Rogna til norsk rød ble vurdert med en hvitgul farge. Rogna ble i utgangspunkt valgt ut med en så ensartet farge som mulig mellom variantene til bedømmelse.

Norsk rød er den rogn som skiller seg ut mest i smak. For egenskapen 'søt smak' er norsk rød vurdert av panelet med en lavere intensitet sammenlignet med de øvrige og er signifikant forskjellig fra norsk grønn. For egenskapen 'bitter smak' er rogn fra norsk rød vurdert med en høyere intensitet og er signifikant forskjellig fra de tre øvrige variantene. Videre er norsk rød vurdert med lavest intensitet i frisk smak og er signifikant forskjellig fra de øvrige tre. Norsk rød er den rogn som er vurdert med høyest intensitet i ettersmak og er signifikant forskjellig fra norsk grønn. Norsk grønn tenderte til å ha en høyere intensitet av søt smak og lavere intensitet av bittersmak sammenliknet med japansk og canadisk grønn, men dette var ikke statistisk signifikant

Tabell 3 Sensorisk sammenligning av fire ulike varianter av ville kråkeboller. Middelerverdier, resultater av ANOVA og Tukey's test. Prøver med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige på 5 % nivå. N=6.

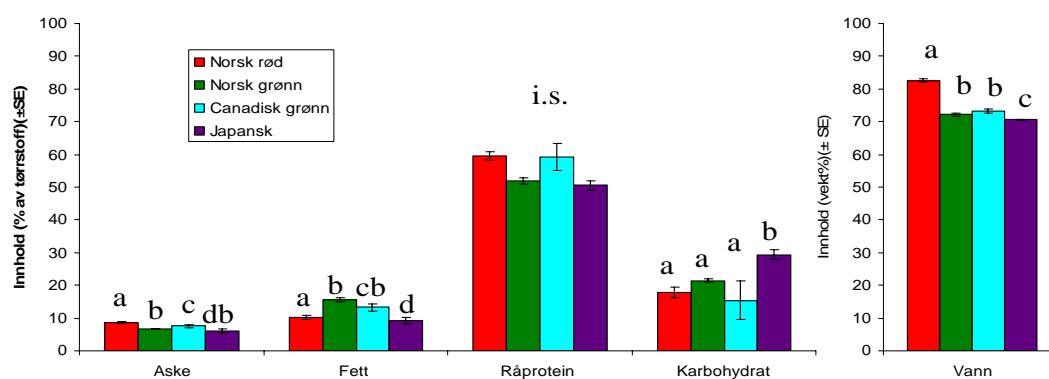
Egenskaper	Sign.	Canadisk grønn	Japan	Norsk grønne	Norsk rød
Total lukt	is	2,7a	2,3a	1,7a	2,9a
Kornethet	***	8,1a	6,4b	4,3c	4,1c
Farge	***	6,2a	5,8a	6,1a	1,8b
Misfarging	is	1,3a	2,7a	1,4a	3,6a
Fasthet	**	7,5a	6,3ab	4,5b	5,3b
Smeltende	*	3,3b	5,1ab	5,9a	3,7ab
Søt smak	*	3,7ab	3,9ab	4,5a	2,7b
Bitter smak	***	3,6b	3,6b	3,0b	6,0a
Frisk smak	***	2,8a	3,3a	3,7a	1,5b
Fiskesmak	is	2,4a	1,9a	1,1a	2,1a
Met/syr smak	is	2,8a	2,6a	2,8a	3,8a
Ettersmak	*	4,6ab	4,1ab	3,7b	5,1a

Symbolbruk ANOVA; \*\*\*:  $p < 0,001$  \*\*:  $p < 0,01$  \*:  $p < 0,05$  is: ikke signifikant  $p > 0,05$

Smaksdommerne ble bedt om å kommentere spesielt den smak som sitter igjen i munnen etter å ha spyttet ut prøven. Som tidligere beskrevet er rogn fra norsk rød beskrevet som den rogn med dårligst ettersmak; veldig bitter, metallisk/syrlig, plastikk, kjemisk, råtne nøtter, kålrabi, moll og bark. Rogna fra norsk grønn er den variant som er beskrevet med flest positive egenskaper av dommerne; frisk, søt, litt bitter, tang, sjø og mild. Dette ses også tydelig i figur 1. Norsk grønn er vurdert med høyest intensitet i søt og frisk smak og motsatt lavest intensitet i bitter og fiske smak og vurdert likt med canadisk grønn og japansk i metallisk/syrlig smak. Dommerne har også kommentert en del hvitt slim på rogn generelt, men spesielt på den norske rogn. Dette er beskrevet som veldig "uappetittlig".

### 3.1.2 Hovedkomponentsammensetning (proximatsammensetning)

Med unntak av råprotein var det signifikante forskjeller i innhold av hovedkomponenter mellom gonadeprøvene (Fig 6). Norsk rød hadde det høyeste vanninnholdet. Norsk grønn og canadisk grønn hadde lavere vanninnhold enn norsk rød, men det var ikke innbyrdes forskjeller mellom disse to. Gonaden fra den japanske arten hadde det signifikant laveste innholdet av vann (Fig 6). Norsk rød hadde det høyeste innholdet av aske (ca 8%) og det laveste innholdet av fett (ca 10%). Det var små forskjeller i askeinnhold mellom de resterende tre. Norsk grønn og canadisk grønn hadde begge høyere innhold av fett enn den Japanske arten. Den Japanske arten hadde et signifikant høyere innhold av karbohydrater (ca 30%) enn norsk rød, norsk grønn og canadisk grønn. Det var imidlertid ikke innbyrdes forskjeller mellom disse (Fig 6).



Figur 6 Hovedkomponentsammensetning i rogn fra kråkeboller med ulik opprinnelse. Aske, fett, protein og karbohydrat er oppgitt i % tørrstoff, mens vann er oppgitt i vekt %. Søylar med ulik bokstav indikerer gonader med signifikant forskjellig innhold/andel av den aktuelle komponent. I.S.= ikke signifikante forskjeller

### 3.1.3 Frie aminosyrer

Den karakteristiske smaken i mange typer sjømat er forårsaket av frie aminosyrer (FAAs; Kato et al. 1989, Fuke 1994, Fuke & Konosu 1991). Så vidt vi vet har man ikke identifisert hvilke FAAs som er smaksaktive i *S. droebachiensis*, men hos andre arter (*S. nudus* og *S. pulcherrimus*) har "utelatelsestester" på ekstrakter vist at glutaminsyre, glycin, alanin, valin, methionin, arginin, lysin og serin er smaksaktive. Smaksaktiv betyr at smaken på ekstraktet endrer seg dersom den gitte aminosyren fjernes. Glycin og alanin er kjent som søte aminosyrer (Fuke & Konosu 1991), og dersom disse fjernes får man en sterk bitter smak, samt en nedbryting av gonadens karakteristiske smak. Valin (Fuke et al. 1989, Fuke & Konosu 1991) og den nylig beskrevne pulcherrimine (Murata et al. 2001) er kjent for å skape bitter smak. Den menneskelige smakssans har fem basissmaker; salt, surt, bittert, søtt og

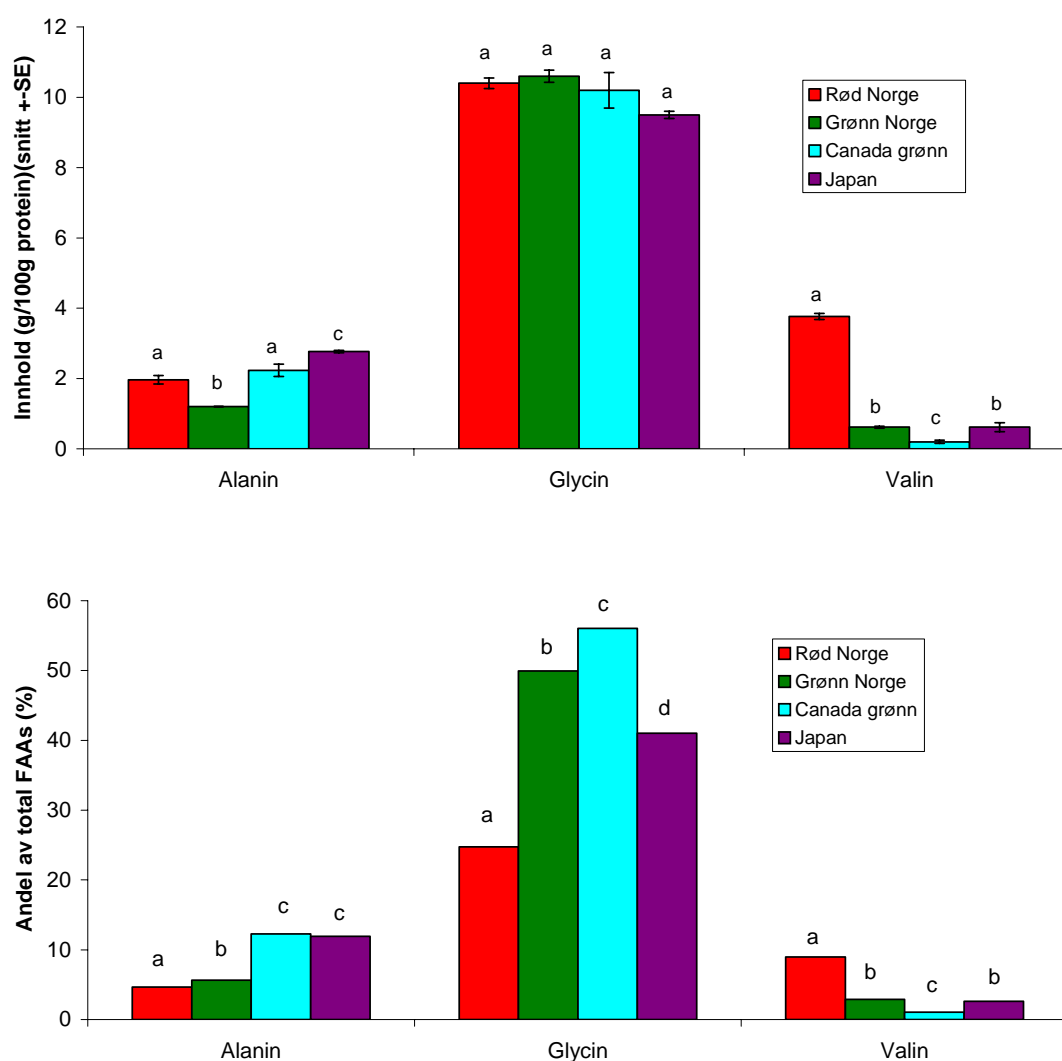
umami. Glutaminsyre eller mer spesifikt glutamat (monosodium glutamate) trigger umami smak. Det er spesielt fokus på umami i japansk og kinesisk kjøkken, og umami beskrives som den faktor som gir maten dens ”rikhet” og ”fylde”. I vestlig kjøkken er dette et vanlig tilsetningsstoff i mange ferdigproduserte matvarer og regnes mer som en smaksforsterker. Litteraturen sier ingenting om hvilken spesifikk smak som knytter seg til de resterende aminosyrene nevnt ovenfor.

Tabell 4 *Innhold av frie aminosyrer (FAAs; g/100g protein) i gonaden. Tabellen viser middelerverdier og (SE). Aminosyrer som er kjent for å være smaksaktive hos kråkeboller er markert med grått.*

	Norsk rød		Norsk grønn		Canadisk grønn		Japansk	
3-amino-propansyre	0.01	(0.00)	0.04	(0.01)	0.12	(0.03)	0.01	(0.00)
4-amino-butansyre	0.01	(0.00)	0.01	(0.00)	0.01	(0.00)	0.01	(0.00)
Alanin	1.97	(0.12)	1.20	(0.00)	2.23	(0.18)	2.77	(0.03)
Anserin	0.10	(0.00)	0.10	(0.00)	0.07	(0.03)	0.10	(0.00)
Arginin	3.63	(0.23)	1.33	(0.09)	0.76	(0.13)	2.03	(0.15)
Asparagin	0.67	(0.01)	0.11	(0.02)	0.09	(0.02)	0.13	(0.02)
Asparaginsyre	0.06	(0.00)	0.12	(0.01)	0.09	(0.01)	0.06	(0.01)
Carnosin	0.01	(0.00)	0.01	(0.00)	0.11	(0.02)	0.04	(0.03)
Citrullin	0.05	(0.00)	0.05	(0.00)	0.04	(0.01)	0.05	(0.00)
Cystin	0.05	(0.02)	0.04	(0.02)	0.10	(0.01)	0.01	(0.00)
Fenylalanin	1.30	(0.06)	0.28	(0.03)	0.19	(0.04)	0.24	(0.05)
Glutamin	0.51	(0.00)	0.66	(0.05)	0.52	(0.03)	2.00	(0.23)
Glutaminsyre	0.90	(0.05)	1.30	(0.06)	0.89	(0.05)	1.06	(0.04)
Glycin	10.40	(0.15)	10.60	(0.17)	10.20	(0.50)	9.50	(0.10)
Histidin	0.39	(0.03)	0.25	(0.01)	0.03	(0.00)	0.33	(0.04)
Hydroksyprolin	0.01	(0.00)	0.01	(0.00)	0.07	(0.00)	0.01	(0.00)
Isoleucin	2.47	(0.09)	0.37	(0.03)	0.14	(0.02)	0.32	(0.07)
Kreatinin	0.01	(0.00)	0.23	(0.13)	0.01	(0.00)	0.01	(0.00)
Leucin	3.67	(0.19)	0.64	(0.03)	0.52	(0.13)	0.62	(0.11)
Lysin	3.07	(0.20)	1.30	(0.00)	0.50	(0.08)	1.04	(0.08)
Metionin	1.20	(0.06)	0.18	(0.01)	0.11	(0.02)	0.22	(0.03)
Ornitin	0.07	(0.01)	0.03	(0.00)	0.01	(0.00)	0.06	(0.01)
Prolin	0.08	(0.01)	0.09	(0.01)	0.22	(0.01)	0.27	(0.01)
Serin	2.80	(0.12)	0.27	(0.02)	0.33	(0.07)	0.55	(0.06)
Taurin	0.17	(0.01)	0.35	(0.00)	0.23	(0.02)	0.28	(0.01)
Treonin	1.77	(0.09)	0.14	(0.01)	0.19	(0.00)	0.29	(0.05)
Tryptofan	0.64	(0.03)	0.18	(0.01)	0.08	(0.03)	0.15	(0.02)
Tyrosin	2.33	(0.09)	0.71	(0.05)	0.20	(0.03)	0.48	(0.11)
Valin	3.77	(0.09)	0.62	(0.03)	0.20	(0.05)	0.62	(0.13)
Total	42.09		21.05		18.25		23.26	

Når smakskvaliteten på kråkebollerogn skal vurderes er det først og fremst graden av søt og graden av bitter smak som fremheves som viktig. Med bakgrunn i den svært begrensede litteraturen som finnes på området (referert ovenfor) velger vi derfor i det videre å fokusere på de FAAs som har en kjent effekt på søt og bitter smak; valin, alanin, glycin. En oversikt over innhold av alle de målte FAAs er oppgitt i tabell 4.

Gonader fra norsk rød hadde et signifikant høyere innhold av den bitre aminosyren valin sammenliknet med de andre tre. Det var ikke signifikante forskjeller mellom norsk grønn og japansk. Det laveste innholdet av valin ble målt i gonader fra canadisk grønn (Fig 7). Det var også signifikante forskjeller i innhold av den søte aminosyren alanin. Norsk grønn hadde det laveste innholdet. Norsk rød og canadisk grønn hadde et noe høyere innhold av alanin, mens gonader fra den japanske arten hadde det høyeste innholdet. For den andre søte aminosyren, glycin, ble det ikke målt signifikante forskjeller mellom de ulike gonadeprøvene (Fig 7).



Figur 7 Innhold (g/100g protein; øverste panel) og andel (% av totalmengde FAAs; nederste panel) av alanin, glycin og valin i kråkebollerogn med ulike opprinnelse. Søyler med ulike bokstaver indikerer gonader med signifikant forskjellig innhold/andel av den aktuelle aminosyre.

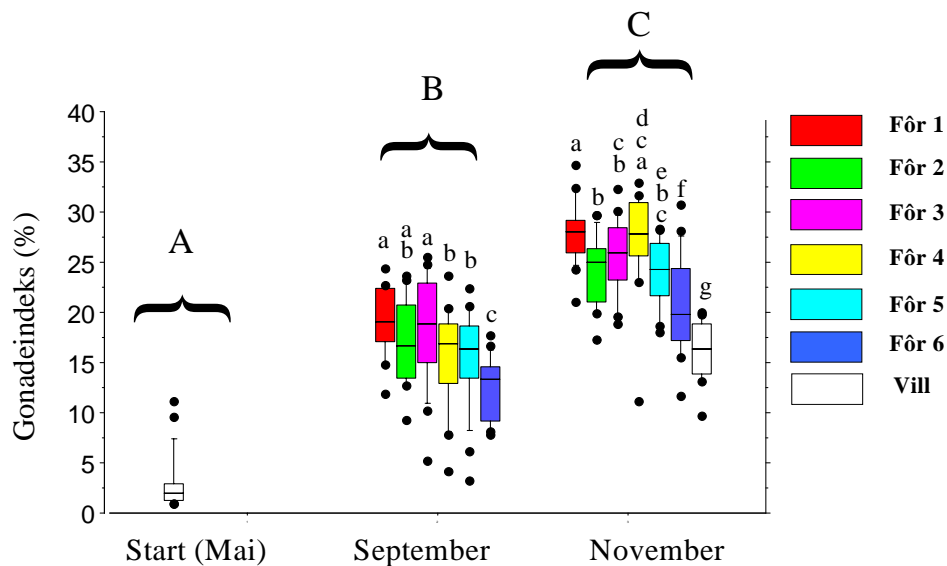
Litteraturen sier ikke noe om hvorvidt smak er avhengig av absolutt mengde av gitte frie aminosyrer eller om det er det relative forholdet mellom dem som gir utslag. Det var betydelig høyere totalmengde av frie aminosyrer i gonade fra Norsk rød (Tabell 4), sammenliknet med gonader de tre andre variantene (ANOVA  $p < 0.05$ ). Vi har derfor også undersøkt det relative innholdet (% andel av total mengde) av de ulike smaksaktive aminosyrene i gonadeprøvene. Gonadeprøvene skilte seg fra hverandre i det relative innholdet av både valin, alanin og glycin. Valin utgjorde signifikant større andel av total mengde frie aminosyrer i gonaden hos norsk rød sammenliknet med de tre andre. For valin var dermed de innbyrdes forskjellene mellom de ulike gonadeprøvene de samme uansett om man betrakter absolutt eller relativt innhold. For de søte aminosyrene blir imidlertid forskjellene mellom gonadeprøvene mer tydelige dersom man betrakter relativt innhold (Fig 7).

## **3.2 Effekt av diett på gonadekvalitet hos oppfôret kråkebolle (Del 2)**

### **3.2.1 Gonadevekst**

Ved forsøksstart hadde de villfangede kråkebollene en gonadeindeks på i underkant av 2 (median: 1.96; nedre kvartil: 1.3; øvre kvartil: 2.9; Fig 8). Alle fôrtypene gav god gonadevekst, og gonadeindeksen var signifikant høyere enn startmålingen både i september og i november. Gonadeindeksen hos oppfôret kråkebolle var signifikant høyere enn hos innfangede ville kråkeboller ved tidspunktet for forsøkslutt. Det ble avdekket signifikante forskjeller mellom de ulike fôrtypene både i september og november. Våtfôret (Fôr 6) gav signifikant lavere gonadevekst enn de fem tørrfôrvariantene gjennom hele studien. Blant tørrfôrene gav Fôr 1, 2 og 3 en signifikant bedre gonadevekst enn Fôr 4 og 5 frem til september (Fig 8). I november var gonadeindeksen høyest hos kråkeboller fôret med Fôr 1, tett etterfulgt av kråkeboller fôret med Fôr 4. Fôr 2, 3 og 5 hadde lavere gonadevekst enn Fôr 1, men det var ikke innbyrdes forskjeller mellom disse. Detaljerte data over vekstforløpet i perioden mellom mai og september vil bli presentert i en studentoppgave som skal avlegges ved Høyskolen i Finnmark.



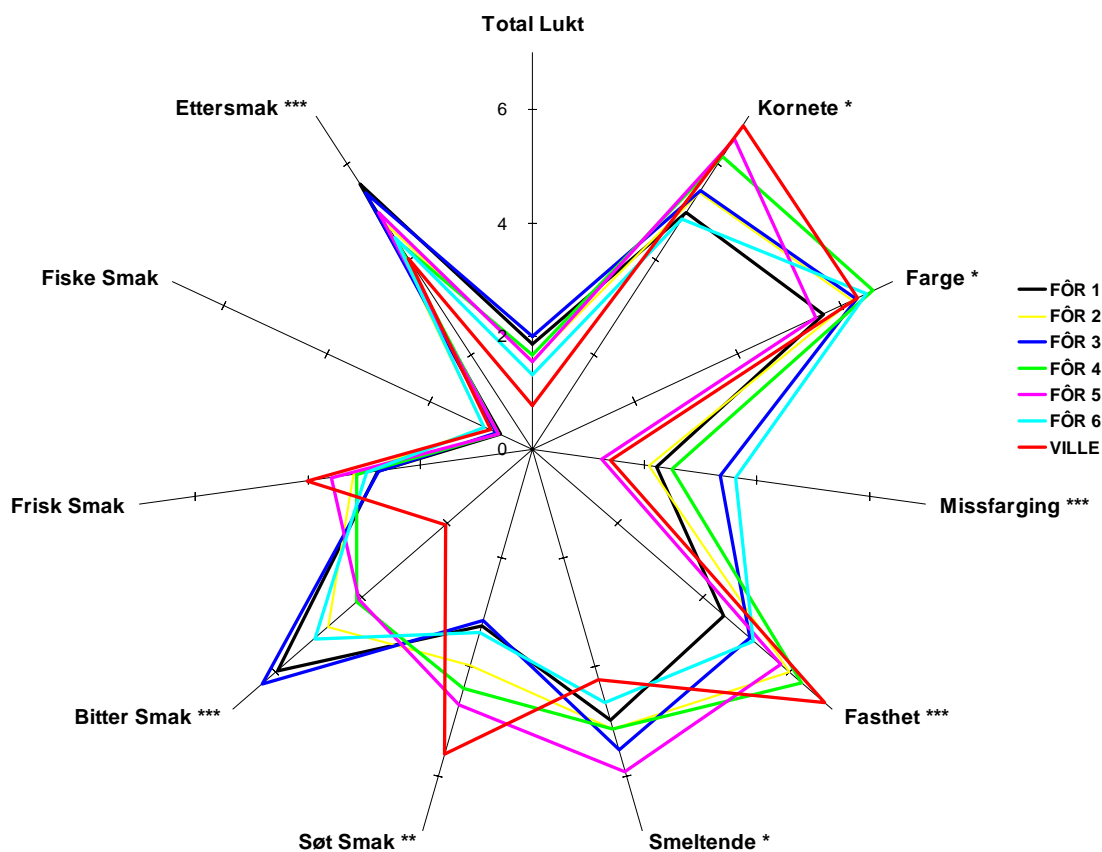


Figur 8 Boksplott som viser gonadeindeks (%) i mai (start), september og november. Horisontal linje inne i boksen markerer medianen, selve boksen inkluderer 25-75 persentilen (dvs 50% av observasjonene ligger innenfor boksen), mens de vertikale linjene markerer 10-90 persentilen. Ulike bokstaver over tidspunkt (klammer) markerer tidspunkt som er signifikant forskjellig fra hverandre. Innenfor hvert tidspunkt markerer ulike bokstaver over boksen behandling som er signifikant forskjellige.

### 3.2.2 Sensorisk analyse

#### Uttak september 2005

Fôrtype hadde effekt på gonadens sensoriske kvalitet. Den sensoriske analysen viste signifikante forskjeller på følgende åtte egenskaper; 'kornethet', 'fasthet', 'smeltende' (konsistensegenskaper), 'søt smak', 'bitter smak', og 'ettersmak' (smaksegenskaper) samt farge og grad av misfarging (Fig 9). Alle fôrene produserte rogn som skilte seg signifikant fra rogn fra ville kråkeboller på minst en sensorisk egenskap (Tabell 5). Det var imidlertid store forskjeller i hvor mange egenskaper som skilte de ulike oppfôrede variantene fra ville kråkeboller. Rogn produsert med Fôr 2 og 4 skilte seg fra ville kråkeboller kun på bitter smak, mens rogn produsert med Fôr 1, 3 og 6 skilte seg fra ville på henholdsvis fire og fem egenskaper (Tabell 5 og Fig 9).



Figur 9 Sensorisk kvalitet på gonade av drøbakk-kråkeboller. Antall stjerner angir graden av signifikans, sammenlign med tabell 3.

Alle fôrene produserte en gonade som skilte seg signifikant fra ville kråkeboller på den viktige smaksegenskapen 'bitter smak' (Tabell 5). Gonade fra ville kråkeboller ble vurdert til å ha liten intensitet av bitterhet. Av de oppfôrede variantene produserte Fôr 4 og 5 gonade med den laveste intensiteten av bitter smak. Fôr 2 og 6 plasserte seg i midten med noe høyere intensitet, mens gonade produsert med Fôr 1 og 3 gav den høyeste intensiteten av bitter smak. For de to andre smaksegenskapene, 'söt smak' og 'ettersmak', tegnes det samme overordnede bildet; Fôr 1 og 3 skiller seg ut i negativ retning med henholdsvis lavest intensitet av söt smak og høyest intensitet av ettersmak (Tabell 5). Fôr 2, 4 og 5 kommer best ut relativt til ville.

For konsistensegenskapen 'fasthet' skilte gonade produsert med Fôr 1, 3 og 6 seg signifikant fra ville. Gonadene produsert med disse tre fôrtypene ble av panelet oppfattet som mindre faste sammenliknet med gonade både fra de andre fôrtypene og fra ville (Tabell 5). For egenskapen 'kornethet' ble det avdekket signifikante forskjeller i den statistiske testen men de innbyrdes forskjellene var så små at de var vanskelig å identifisere. Ser man imidlertid på tallene, skiller gonader produsert med Fôr 1, 3 og 6 seg mest fra ville også her (Tabell 5). For konsistensegenskapen 'smeltende' var kun gonader produsert med Fôr 5 signifikant mer smeltende enn fra gonader fra ville kråkeboller.

Tabell 5 Sensorisk sammenligning av syv ulike varianter av kråkeboller. Middelveier, resultater av ANOVA og Tukey's test. Prøver med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige på 5 % nivå. N=5. Fargede ruter fremhever hvilke fôrtyper som skiller seg signifikant fra ville kråkeboller.

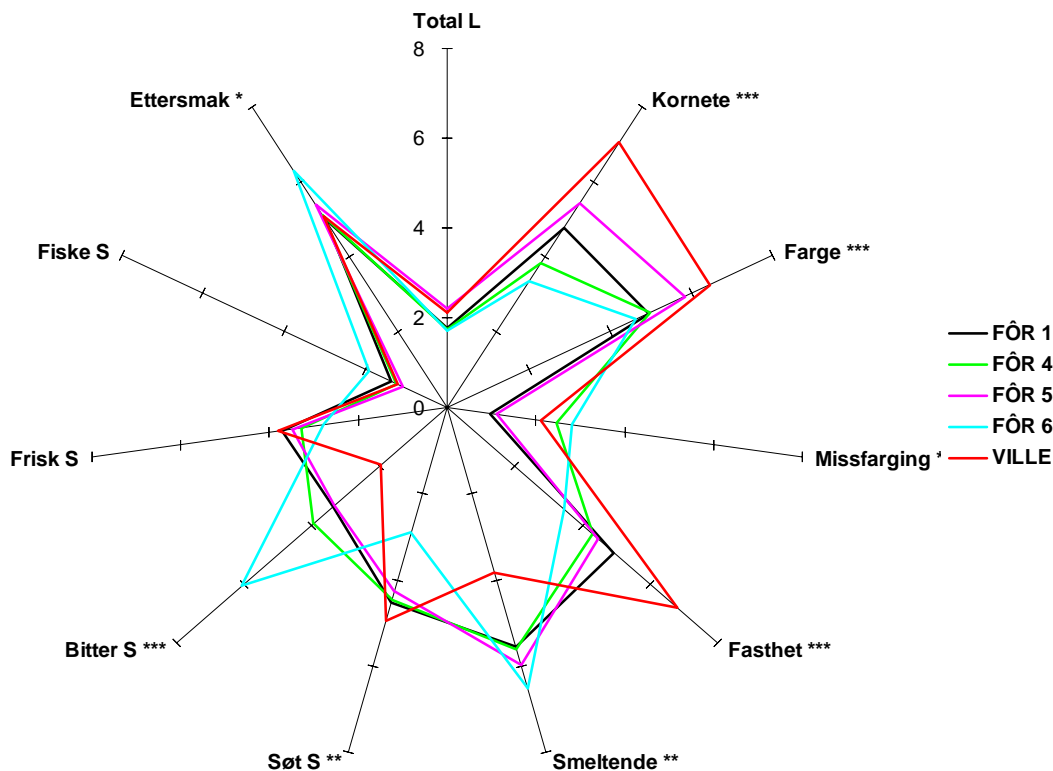
Egenskaper	Sign.	Fôr 1	Fôr 2	Fôr 3	Fôr 4	Fôr 5	Fôr 6	Vill
Kornethet	*	5,0a	5,4a	5,4a	6,2a	6,5a	4,8a	6,8a
Fasthet	***	4,5c	6,0ab	5,1bc	6,3ab	5,8abc	5,2bc	6,8a
Smeltende	*	5,0ab	5,1ab	5,5ab	5,1ab	5,9a	4,6ab	4,2b
Søt smak	**	3,3b	4,0ab	3,1b	4,4ab	4,7ab	3,4b	5,6a
Bitter smak	***	6,0a	4,8ab	6,3a	4,1b	4,0b	5,1ab	2,0c
Ettersmak	***	5,6a	4,7abc	5,4ab	4,4c	5,0abc	4,4bc	4,0c
Misfarging	***	2,2ab	2,1ab	3,4a	2,5ab	1,2b	3,6a	1,4b
Farge	*	5,6a	6,2a	6,3a	6,6a	5,5a	6,5a	6,3a
Total lukt	is	1,9a	1,6a	2,0a	1,7a	1,5a	1,3a	0,8a
Frisk smak	is	2,8a	3,2a	2,7a	3,1a	3,6a	2,9a	4,0a
Fiske smak	is	0,6a	0,9a	0,7a	0,7a	0,7a	0,9a	0,8a

Symbolbruk ANOVA; \*\*\*: p< 0,001 \*\*: p< 0,01 \*:p<0,05 is: ikke signifikant p> 0,05.

Det ble valgt ut gonadeprøver med så ensartet farge som mulig til den sensoriske analysen. De signifikante forskjellene i farge som ble avdekket i testen viser dermed ikke forskjeller i det opprinnelige utvalget og er ikke interessant i denne sammenheng. På egenskapen 'misfarging' representerer imidlertid testresultatet forskjeller i det opprinnelige utvalget og er dermed mer interessante. Rogna produsert med Fôr 6 og 3 er vurdert med signifikant høyere innslag av misfarging sammenlignet både med rogn fra ville kråkeboller og rogn produsert med de andre fôrtypene.

Uttak november 2005

Den sensoriske analysen gjennomført i november viste signifikante forskjeller på de samme åtte egenskapene som i september, nemlig 'kornethet', 'fasthet', 'smeltende', 'søt smak', 'bitter smak', 'ettersmak', 'farge' og 'misfarging' (Tabell 6 og figur 10). Også i denne analysen produserte alle fôrtypene rogn som skilte seg signifikant fra rogn fra ville kråkeboller på minst en sensorisk egenskap.



Figur 10 Sensorisk kvalitet av fem varianter av kråkebollegonader. Antall stjerner gir graden av signifikans, sammenlign med tabell 6.

Sammenliknet med analysen i september, produserte Fôr 1 og 5 gonader som ikke skilte seg signifikant fra ville kråkeboller på noen smaksegenskap. Smakspanelet har med andre ord oppfattet gonade fra disse to fôrtypene forskjellig i de to rundene med sensorisk analyse. Både Fôr 6 og Fôr 4 produserte gonade som skilte seg fra ville med hensyn på bittersmak også i denne runden. For egenskapen 'ettersmak' avdekket den statistiske testen signifikante forskjeller også i november, men innbyrdes forskjeller var så små at de ikke lot seg identifisere (Tabell 6).

På egenskapen 'kornethet' produserte Fôr 1, 4 og 6 gonade som skilte seg signifikant fra gonade fra ville kråkeboller. I september kunne ikke smakspanelet skille gonade produsert med disse fôrtypene fra gonade fra ville kråkeboller. Alle fôrtypene skapte signifikante forskjeller fra ville på egenskapen 'fasthet'. Dette betyr at det var en større forskjell mellom gonade fra oppfôrede kråkeboller og ville kråkeboller i november sammenliknet med september på denne egenskapen. På egenskapen 'smeltende' var gonade produsert med Fôr 5 og 6 signifikant forskjellig fra ville i november mens dette bare var tilfelle for gonade produsert med Fôr 5 i september.

I likhet med analysen i september, er ikke egenskapen 'farge' spesielt interessant i denne sammenhengen. Ingen av fôrtypene skapte signifikante forskjeller fra ville på egenskapen 'misfarging'. Dette betyr at forskjellene i egenskapen 'misfarging' er mindre i november enn det som var tilfellet i september.

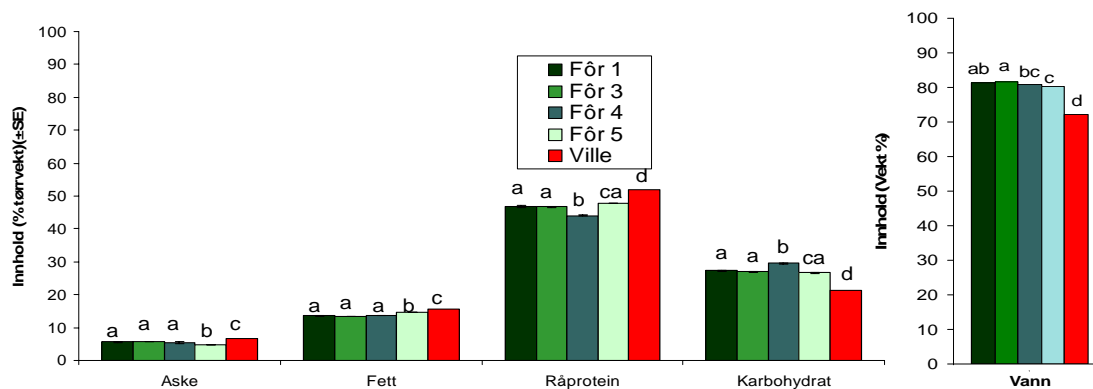
Tabell 6 Sensorisk sammenligning av fem ulike varianter av kråkeboller. Middelerverdier, resultater av ANOVA og Tukey's test. Prøver med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige på 5 % nivå. N=4. Fargede ruter fremhever hvilke fôrtyper som skiller seg signifikant fra ville kråkeboller.

Egenskaper	Sign.	Fôr 1	Fôr 4	Fôr 5	Fôr 6	Fôr 7
Kornethet	***	4,8bc	3,8bc	5,4ab	3,4c	7,0a
Fasthet	***	4,9b	4,3b	4,5b	3,4b	6,8a
Smeltende	**	5,5ab	5,6ab	6,0a	6,5a	3,8b
Søt smak	**	4,5a	4,5a	4,3ab	2,9b	5,0a
Bitter smak	***	3,4bc	3,9b	3,3bc	6,1a	2,0c
Ettersmak	*	5,0a	5,1a	5,4a	6,3a	5,1a
Misfarging	*	1,0b	2,5ab	1,1ab	2,8a	2,1ab
Farge	***	5,0bc	5,0bc	5,9ab	4,7c	6,5a
Total lukt	is	1,8a	1,8a	2,2a	1,7a	2,1a
Frisk smak	is	3,7a	3,3a	3,5a	2,8a	3,8a
Fiske smak	is	1,4a	1,3a	1,1a	1,9a	1,2a

Symbolbruk ANOVA; \*\*\*:  $p < 0,001$  \*\*:  $p < 0,01$  \*:  $p < 0,05$  is: ikke signifikant  $p > 0,05$

### 3.2.3 Hovedkomponentsammensetning (proximatsammensetning)

I september skilte gonader fra ville kråkeboller seg signifikant fra gonader fra oppfôret kråkebolle i hovedelementsammensetning (Fig 11). Gonader fra ville kråkeboller hadde høyere innhold av aske, fett og protein og lavere innhold av karbohydrat og vann. Det var små innbyrdes forskjeller i innhold av hovedkomponenter i gonader fra oppfôrede kråkeboller. Det var ikke signifikante forskjeller i innhold av aske og fett mellom gonader produsert med Fôr 1, 3 og 4, mens gonader produsert med Fôr 5 hadde et henholdsvis lavere innhold av aske og høyere innhold av fett sammenliknet med de andre tre. På protein og karbohydrat var det Fôr 4 som skilte seg fra de andre tre med et henholdsvis lavere og høyere innhold. For de resterende tre fôrtypene var de innbyrdes forskjellene mindre systematiske. Det ble ikke observert forskjeller i askeinnhold. Gonader produsert med Fôr 1 og 4 hadde et høyere fettinnhold enn gonader produsert med Fôr 3. Det var ikke signifikante forskjeller mellom Fôr 1 og 3 i innhold av protein og karbohydrat, hvor innholdet var henholdsvis lavere og høyere enn i gonader produsert med Fôr 5.



Figur 11 Hovedkomponentsammensetning i rogn fra kråkeboller fôret med ulike typer fôr. Aske, fett, protein og karbohydrat er oppgitt i % tørrstoff, mens vann er oppgitt i vekt %. Søylar med ulik bokstav indikerer gonader med signifikant forskjellig innhold/andel av den aktuelle komponent.

### 3.2.4 Frie aminosyrer

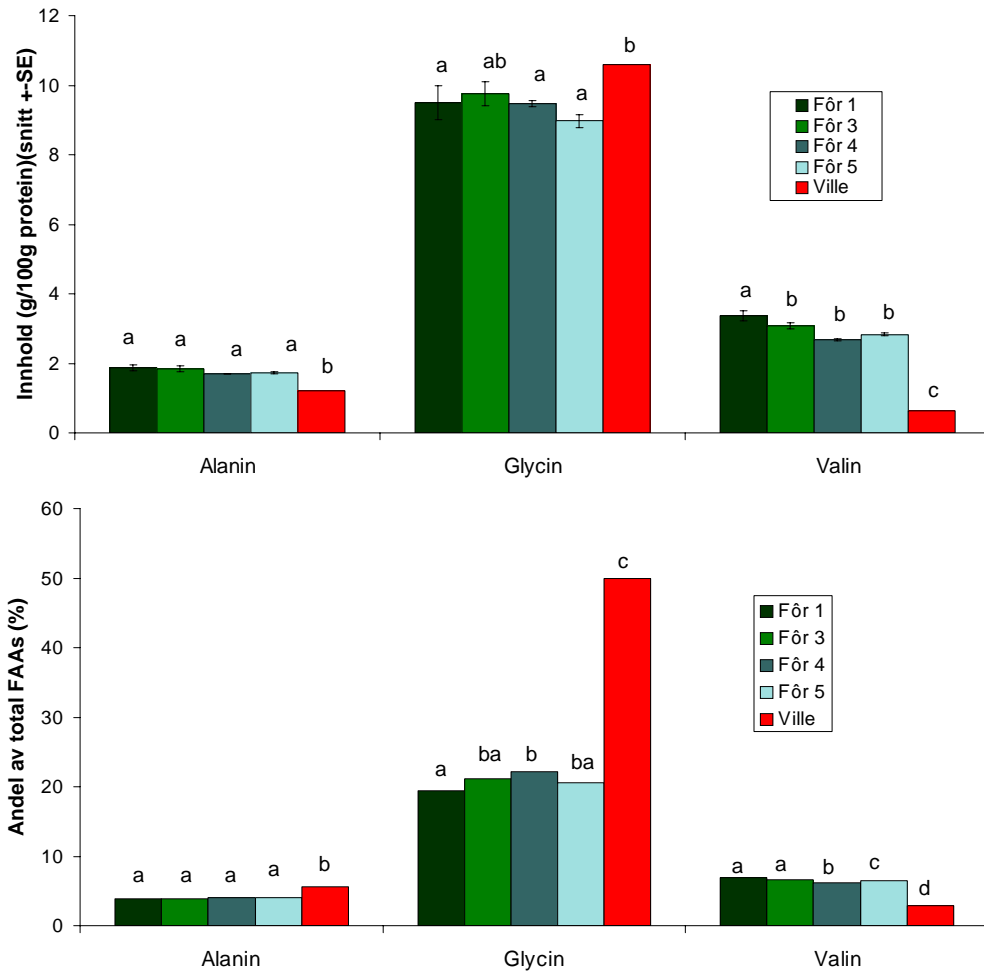
Med bakgrunn i litteratur (se avsnitt 4.1.3.), egne upubliserte studier og resultatene fra del 1, ble det også i del 2 valgt å analysere gonadene for frie aminosyrer (FAAs). En oversikt over alle de målte FAAs er oppgitt i tabell 7. Det var små forskjeller i den total mengde FAAs i gonadeprøvene fra oppfôret kråkebolle.

Det var ikke signifikante forskjeller i innhold av alanin mellom gonader fra kråkeboller oppfôret på ulike typer fôr (Fig 12). Det var imidlertid et signifikant høyere innhold av alanin i gonader fra oppfôrede kråkeboller sammenliknet med gonader fra ville kråkeboller. Heller ikke med hensyn på innhold av glycin var det signifikante forskjeller mellom gonader fôret på ulike typer fôr. Også her skilte imidlertid oppfôrede kråkeboller seg fra ville, hvor ville kråkeboller hadde et signifikant høyere innhold av glycin (Fig 12). Diett ser ut til å ha noe større effekt på innhold av valin i gonadeprøvene, hvor Fôr 1 produserte gonade med et signifikant høyere innhold av valin enn de andre fôrene. I likhet med alanin og glycin skilte gonade fra ville kråkebolle seg signifikant fra oppfôrede i innhold av valin, hvor valininholdet var lavere i ville kråkeboller.

Tabell 7 *Innhold av frie aminosyrer (FAAs; g/100g protein) i gonaden på oppfôret kråkebolle. Tabellen viser middelerverdier med SE i parentes. Aminosyrer som er kjent for å være smaksaktive hos kråkebolle er markert med grått.*

	Fôr 1		Fôr 3		Fôr 4		Fôr 5	
3-amino-propansyre	0.06	(0.00)	0.02	(0.00)	0.03	(0.00)	0.03	(0.01)
4-amino-butansyre	<0.01		<0.01		<0.01		<0.01	
Alanin	1.87	(0.09)	1.83	(0.09)	1.70	(0.00)	1.73	(0.03)
Anserin	0.01	(0.00)	0.01		<0.01		<0.01	
Arginin	3.70	(0.15)	3.63	(0.07)	3.90	(0.00)	3.47	(0.07)
Asparagin	<0.01		<0.01		<0.01		<0.01	
Asparaginsyre	0.04	(0.00)	0.04	(0.00)	0.04	(0.00)	0.03	(0.00)
Carnosin	<0.01		<0.01		<0.01		<0.01	
Citrullin	0.07	(0.00)	0.06	(0.00)	0.10	(0.02)	0.09	(0.01)
Cystin	<0.01		<0.01		<0.01		<0.01	
Fenylalanin	2.03	(0.07)	1.83	(0.03)	1.67	(0.03)	1.77	(0.03)
Glutamin	2.37	(0.09)	2.20	(0.06)	2.37	(0.03)	2.17	(0.07)
Glutaminsyre	1.09	(0.06)	1.07	(0.03)	0.99	(0.01)	1.03	(0.04)
Glycin	9.50	(0.49)	9.77	(0.35)	9.47	(0.09)	8.97	(0.18)
Histidin	1.43	(0.07)	1.37	(0.03)	1.30	(0.00)	1.43	(0.03)
Hydroksyprolin	0.12	(0.01)	0.29	(0.01)	0.19	(0.00)	0.28	(0.01)
Isoleucin	2.67	(0.09)	2.40	(0.06)	1.97	(0.03)	2.20	(0.06)
Kreatinin	<0.01		<0.01		0.04	(0.00)	<0.01	
Leucin	4.83	(0.18)	4.33	(0.12)	3.80	(0.06)	4.17	(0.07)
Lysin	5.13	(0.23)	4.30	(0.10)	3.27	(0.03)	3.67	(0.03)
Metionin	0.96	(0.03)	0.96	(0.03)	0.71	(0.01)	0.83	(0.02)
Prolin	1.09	(0.07)	1.20	(0.06)	1.00	(0.00)	0.93	(0.02)
Serin	3.77	(0.20)	3.37	(0.09)	3.17	(0.03)	3.57	(0.07)
Taurin	0.22	(0.01)	0.20	(0.01)	0.19	(0.00)	0.21	(0.01)
Treonin	1.67	(0.09)	1.50	(0.06)	1.20	(0.00)	1.43	(0.03)
Tryptofan + Ornitin	<1.0		<1.0		<1.0		<1.0	
Tyrosin	1.63	(0.03)	1.80	(0.06)	1.87	(0.03)	1.80	(0.00)
Valin	3.37	(0.15)	3.07	(0.09)	2.67	(0.03)	2.83	(0.03)
Total	47.63		45.25		41.61		42.63	

Det var små innbyrdes forskjeller i total mengde FAAs i oppfôrede kråkeboller (Fig 12) og forskjeller i sammensetningen av smaksaktive FAAs endrer seg dermed lite om man vurderer sammensetningen som andeler av total mengde. Det var klare forskjeller mellom oppfôret kråkebolle og ville kråkeboller i sammensetningen av smaksaktive FAAs også dersom vi betrakter relativ mengde. Dette var mest tydelig for glycin, hvor ville kråkeboller hadde et betydelig høyere relativt innhold.



Figur 12 Innhold (g/100g protein)(øverste panel) og andel (% av totalmengde FAAs)(nederste panel) av alanin, glycin og valin i gonader fra kråkeboller føret med ulike dietter. Søyler med ulik bokstav indikerer gonader med signifikant forskjellig innhold/andel av den aktuelle aminosyre.



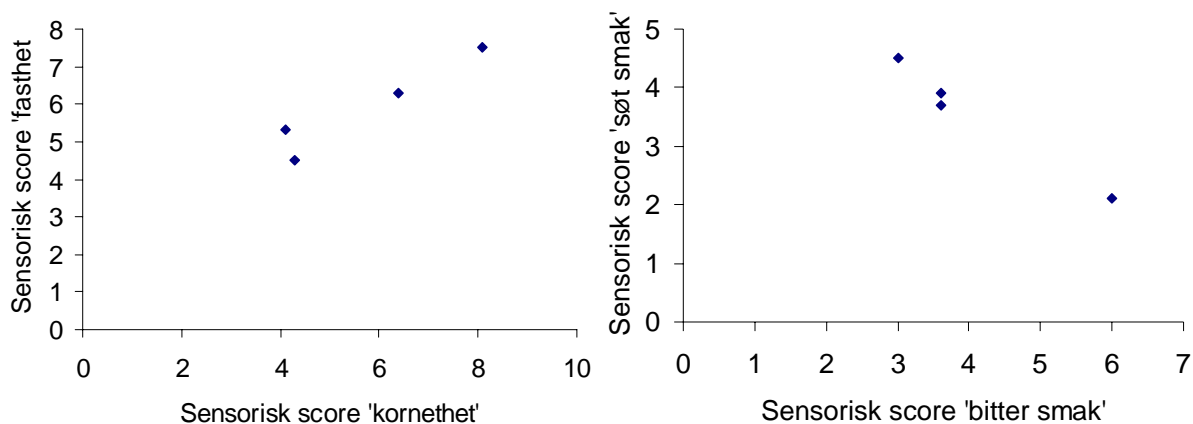
## 4 DISKUSJON

For at arbeidet med fôr skal bli mer målrettet er det nødvendig å identifisere hva som bidrar til god kvalitet i kråkebollegonaden. Hensikten med prosjekt 1 var å undersøke eventuelle sammenhenger mellom sensorisk kvalitet og biokjemisk sammensetning i kråkebolleogn. I prosjekt 2 var hensikten å undersøke hvordan biokjemiske komponenter som er assosiert med god kvalitet påvirkes av diett. Smak og konsistens er to kvalitetskriterier hvor markedet har en klar oppfatning av hva som er ”bra” og hva som er ”dårlig”, og vi har derfor fokusert på disse kvalitetskriteriene i dette arbeidet. Når det gjelder konsistens er løs og smeltende gonade uønsket, mens fast og kornet gonade gir god pris. På smakssiden er bitter smak uønsket mens en søt og frisk sjøsmak er ønsket.

Vi har ikke funnet studier som har undersøkt eventuelle sammenhenger mellom konsistens og biokjemisk sammensetning i kråkebolleogn. Det er derfor knyttet stor usikkerhet til hvilke biokjemiske komponenter som påvirker gonadens konsistens. Histologiske snitt viser at i perioden forut for gametogenesis blir karbohydrater, proteiner og lipider lagret i granuler av lik størrelse og form i næringscellenes cytoplasma (Walker et al. 1998). Disse granulene mister sin uniforme størrelse og form gjennom gametogenesis og gonaden endrer konsistens. Vi valgte derfor å undersøke om ulikheter i konsistens hadde sammenheng med ulikheter i hovedkomponentene.

Sensorikkpanelet avdekket signifikante forskjeller mellom rognprøvene på alle tre konsistens egenskapene (kornethet, fasthet og smeltende) hos ville kråkebolle. Rognen fra canadisk grønn får den beste evalueringen; den er mest kornet, og oppleves fastest og minst smeltende. Det som er overraskende er at norsk grønn, altså den samme arten som canadisk grønn (*S. droebachiensis*), skiller seg signifikant fra canadisk grønn på alle konsistensegenskapene. Med unntak av egenskapen kornethet evalueres den norske grønne som dårligere enn både norsk rød og japansk. De sensoriske egenskapene ’fasthet’ og ’kornethet’, ser ut til å samvarierte, dvs at gonader som oppfattes som faste også har høy sensorisk score på ’kornethet’ (Fig 13). Egenskapen ’smeltende’ synes i mindre grad å samvarierte med de andre konsistensegenskapene. Dette kan tyde på at ’fasthet’ og ’kornethet’ påvirkes av andre faktorer enn smeltende. Pearce et al. (2002) antydte at konsistens kunne være knyttet til vanninnhold i gonaden. Vår studie viser imidlertid ikke noen sammenheng mellom noen konsistensegenskaper og vanninnhold. Selv om det var signifikante forskjeller mellom gonadeprøvene med tanke på de andre hovedkomponentene, synes ikke disse forskjellene å danne et mønster som kan forklare forskjellene i de sensoriske konsistensegenskapene. Vi har dermed ikke greid å identifisere hvilke biokjemiske komponenter som knyttes til god kvalitet med hensyn på konsistens.

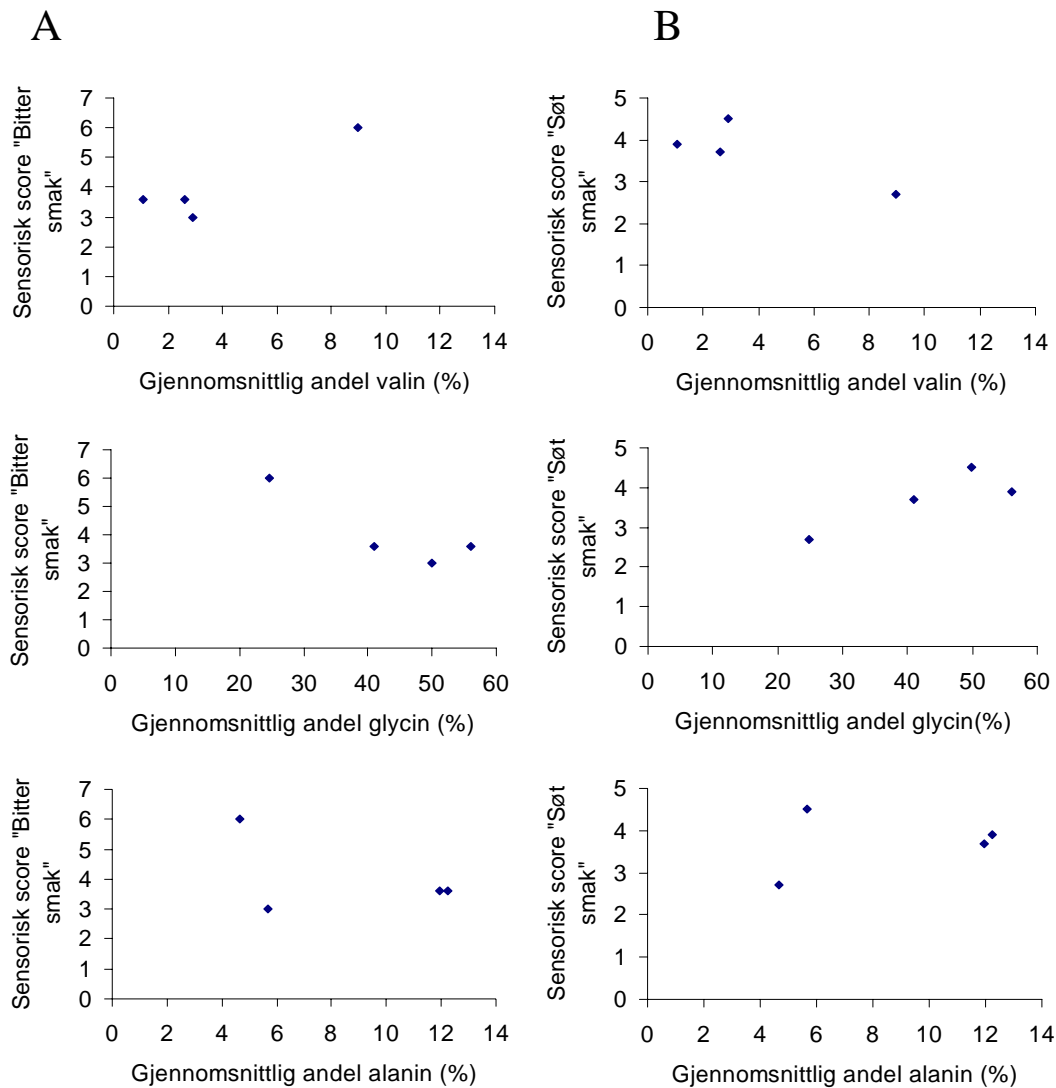
Som nevnt i resultatkapittelet antyder flere studier at smaken av kråkebollegonader, spesielt bitter og søt smak, kan knyttes til forekomst av enkelte frie aminosyrer (FAAs; Fuke et al. 1989, Fuke & Konosu 1991). Arbeidet med å identifisere smaksaktive aminosyrer har begrenset seg til to arter (*S. nudus* og *S. pulcherrimus*), og vi vet derfor ikke om det er de samme FAAs som er smaksaktive i andre arter. Smaksaktive komponenter er også kjent for å virke synergetisk, og deres påvirkning på smak lar seg ikke nødvendigvis forklare kun ut fra deres respektive konsentrasjoner (Kato et al. 1989).



Figur 13 Forholdet mellom sensorisk score på konsistens egenskapene 'fasthet' og 'kornethet' (venstre panel) og smaksegenskapene 'søt smak' og 'bitter smak' (høyre panel).

Den sensorisk analysen antyder at 'søt smak' og 'bitter smak' er negativt korrelert med hverandre, hvor gonadeprøver med høy score på 'bitter smak' også har lav score på 'søt smak' (Fig 13). Dette kan bety at substanser som gir bitter smak ved økende konsentrasjon/andel "maskerer" bort søt smak uten at substanser som gir søt smak foreligger i lavere konsentrasjon. Alternativt kan man se for seg at når konsentrasjon/andel av bitre substanser øker går konsentrasjon/andel av søte substanser ned. Våre data antyder en sammenheng mellom intensiteten av bitter smak og økt andel av valin (bitter aminosyre) og/eller redusert andel glycin (søt aminosyre). Enkelte peptider er også kjent for å skape bitter smak (Kato et al. 1991). Innhold av slike er imidlertid ikke analysert kan dermed ikke utelukkes. Det ser videre ut til at intensiteten av søt smak har sammenheng med økt andel glycin/ redusert andel valin (Fig 14). Forholdet mellom alanin innhold og smak er imidlertid vanskelig å tolke på tross av at alanin er en kjent "søt" aminosyre i kråkebollegonader. Vår studie indikerer dermed at valin og glycin har betydning for smaken på kråkebollegonader. Det faktum at flere arter har inngått i vår studie kan også tyde på at dette er en sammenheng som ikke er artsspesifikk. Datamaterialet er imidlertid for lite til å analysere hvor sterke disse sammenhengene er <sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Lite datamateriale vil være en typisk svakhet i studier der sensorisk panel anvendes. Dette skyldes at panelet erfaringsvis har en øvre grense på 6-7 ulike produkter. Panelet baserer seg på en relativ vurdering og økes antallet produkter ytterligere blir det vanskelig å rangere og å skille produkter fra hverandre. Siden vurderingen er relativ er det også vanskelig å sammenlike to separate sensoriske analyser av samme produkttype.



Figur 14 Figuren viser **A)** Forholdet mellom sensorisk score på smaksegenskapen 'bitter smak' og andel valin (øverst), glycin (midten) og alanin (nederst) i gonaden, **B)** Forholdet mellom sensorisk score på smaksegenskapen 'søt smak' og andel valin (øverst), glycin (midten) og alanin (nederst) i gonaden.

I oppfôringsforsøket var hensikten å undersøke hvordan ulike fôrtyper påvirker gonadens biokjemiske sammensetning og dermed gonadens kvalitet. Her ble *Strongylocentrotus droebachiensis* brukt, den samme arten som er omtalt som norsk grønn i del 1. De seks fôrtyperne som ble brukt hadde ulike hovedelementsammensetning og ulike protein og karbohydratkilder.

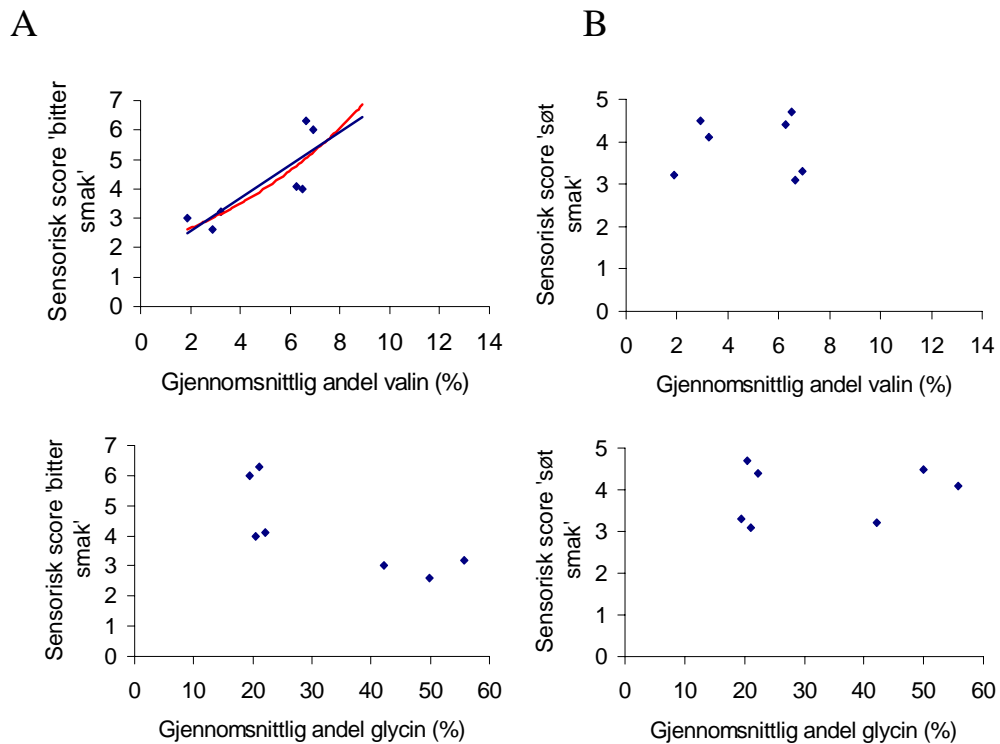
Alle fôrtyperne ga god gonadevekst. Sammenlikner vi våre data for gonadevekst med veksten hos vill kråkebolle ser vi at oppfôret kråkebolle har en hurtigere gonadevekst. Dette resultatet var som forventet ettersom det etter hvert er svært godt dokumentert at formulert fôr gir

hurtigere gonadevekst enn naturlig føde (f.eks Fernandez & Caltagirone 1992, Kelly et al. 1998, Robinson & Colborne 1998, Pearce et al. 2002, Mortensen et al. 2003). Vi vil ikke gå inn på en videre diskusjon omkring innbyrdes forskjeller i gonadevekst mellom fôrtypene ettersom dette ikke er hovedtema i denne studien.

I diskusjonen omkring sammenhenger mellom diett, sensorisk kvalitet og biokjemi vil vi holde oss til prøveuttaket i september, da vi på dette tidspunktet kjørte både sensorikk og biokjemiske analyser. Data på ville kråkeboller brukt som referanse i del 2 er gjennomsnitt av data fra ville kråkeboller i tre tidligere studier. De ville kråkebollene er høstet på lokaliteter hvor det har vært høstet kommersielt, og selv om det trolig er geografiske forskjeller er det rimelig å anta at "ville" i denne studien er representative for norske kråkeboller.

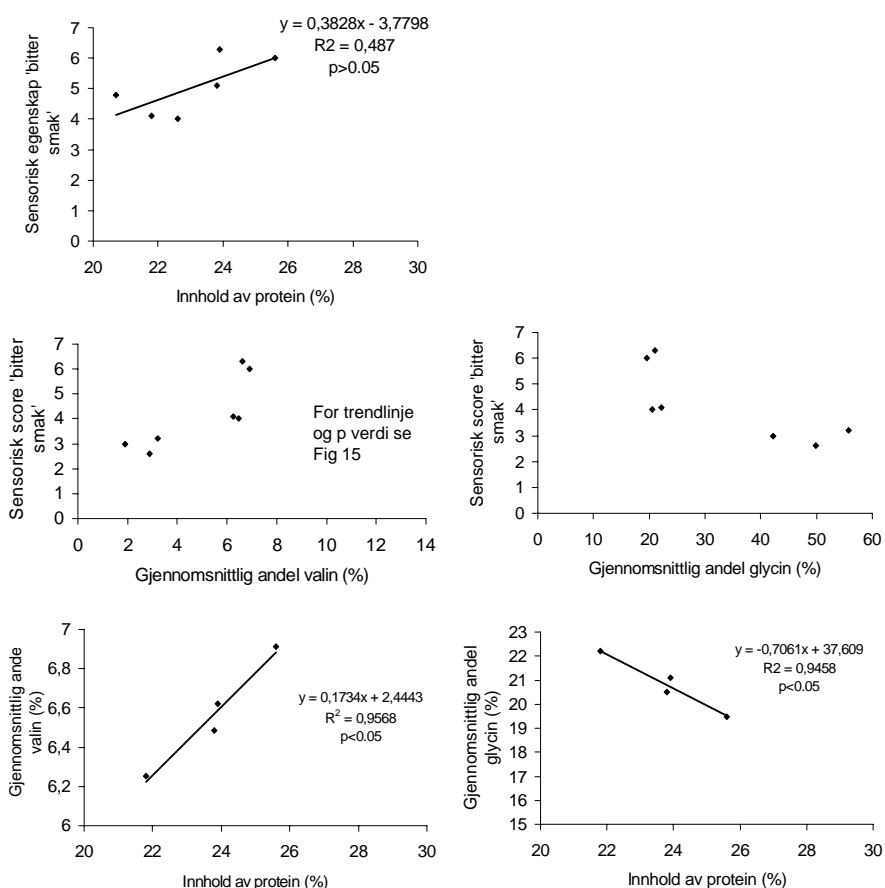
Diett påvirker gonadens konsistensegenskaper. Det var forskjeller både mellom oppfødte kråkeboller og ville, samt innbyrdes forskjeller mellom ulike oppfødte varianter. I del 2 var det imidlertid en mye mindre tydelig samvariasjon (ikke statistisk signifikant) mellom sensorisk 'fasthet' og 'kornethet', enn i del 1. Og i likhet med del 1 synes ikke egenskapen 'smeltende' å være knyttet til de to andre konsistensegenskapene. Det kan dermed se ut til at konsistensegenskapene påvirkes ulikt av diett. Datamaterialet i del 2 forsterker resultatet fra del 1, som indikerte at det ikke er noen klar sammenheng mellom gonadens hovedelementssammensetning og kvalitet mhp konsistensegenskaper. Proteininnholdet i fôret ser ut til å påvirke gonadens fasthet, men ikke 'kornethet' eller 'smeltende'. Økt proteininnhold i fôret gir redusert fasthet i gonaden (lineær regresjon:  $Y=13.783-0.36X$   $p<0.05$   $r^2=0,87$ ). Ingen av de øvrige hovedelementene i fôret hadde signifikant effekt på de sensoriske konsistensegenskapene. Siden konsistens ikke kan knyttes til noen av de undersøkte biokjemiske komponentene har vi ingen umiddelbar forklaring på hvorfor høyt proteininnhold i dietten gir redusert fasthet.

Diett påvirker gonadens smak. Det var mest markerte forskjeller mellom oppfødte kråkeboller og ville, men det var også innbyrdes forskjeller mellom ulike oppfødte varianter. I likhet med del 1, var det i del 2 en tydelig samvariasjon mellom 'bitter smak' og 'søt smak' i gonaden (lineær regresjon:  $Y=10.36 - 1,392X$   $p<0.05$   $r^2=0.9$ ). Data fra del 2 antyder også at intensiteten av bitter smak henger sammen med økt andel av valin (bitter aminosyre) og/eller redusert andel glycin (søt aminosyre). I del 2 var imidlertid datamaterialet større og det var mulig å undersøke styrken i forholdet mellom bitter smak og innhold av valin og glycin. Som vist på Figur 15 er det usikkert om det er et lineært eller et ikke-lineært forhold mellom 'bitter smak' og innhold av disse aminosyrene. Både en lineær og en eksponensiell regresjon gir en signifikant sammenheng (både for valin og glycin). Upubliserte data fra to tidligere studier indikerer også at dette forholdet ikke er lineært, men som nevnt i avsnittet over er det vanskelig å slå sammen data fra flere studier, og datamaterialet blir dermed for spinkelt til å slå dette fast. I motsetning til i del 2, kan verken valin eller glycininnhold forklare variasjonen søt smak.



Figur 15 Figuren viser **A**) Forholdet mellom sensorisk score på smaksegenskapen 'bitter smak' og andel valin (øverst) og glycin (nederst) i gonaden, **B**) Forholdet mellom sensorisk score på smaksegenskapen 'søt smak' og andel valin (øverst), og glycin (nederst) i gonaden. Inntegnet i A(øverst) er regresjonslinjen for henholdsvis lineær regresjon (blå;  $Y=1.42+0.56X$   $p=0.02$   $r^2=0.67$ ) og eksponensiell regresjon (rød;  $Y=2.024 \cdot e^{(0.14X)}$   $p=0.01$ ).

Det er en tendens til økt bitterhet med økt proteininnhold i dietten, men dette forholdet var ikke statistisk signifikant (Fig 16). Pearce et al. 2002 viste en tendens til økt bitterhet på gonaden med et økende protein innhold i dietten, noe som også er i samsvar med egne upubliserte data fra tidligere oppføringforsøk. I forsøket som rapporteres her er det imidlertid små forskjeller mellom diettene med hensyn på innhold av protein (se Tabell 1), og antallet ulike prøver er i øvre grenseland av hva som kan gjennomføres med et sensorikkpanel uten for store sprik i resultatene. Det er derfor mulig at man ikke kan forvente å få systematiske utslag på sensorikken. Datamaterialet viser at det er en sterk og signifikant sammenheng mellom protein innhold i diett og andel valin og glycin i gonadene (Fig 16). Det er videre en signifikant sammenheng mellom valin/glycin og bitter smak (Fig 15). "Indisierrekken" tilsier dermed at proteininnhold har en betydning for smak, men siden den direkte koblingen mellom proteininnhold og sensorisk score på bitter smak ikke var signifikant må dette bli for spekulasjoner å regne.



Figur 16 Figuren viser forholdet mellom bitter smak på gonade og proteininnhold i fôret (øverst), forholdet mellom bitter smak på gonaden og innhold av valin (midten til venstre) og glycin (midten til høyre) i gonaden, samt forholdet mellom innhold av valin (nederst til venstre) og glycin (nederst til høyre) i gonaden og proteininnhold i fôret.

Den sensoriske analysen ble gjentatt i november. Resultatene fra denne kjøringen var noe annerledes enn den i september. Fra september til november ser det ut til at smaken på oppfôrede kråkeboller forbedres relativt til ville. Som allerede diskutert er det vanskelig å sammenlikne to sensoriske analyser. Ville kråkeboller har imidlertid omtrent den samme sensoriske score i begge analysene noe som kan indikere at trenden med forbedret smak er reell. Uten biokjemiske analyser er det begrenset hva som kan trekkes ut av disse resultatene. Egne upubliserte data indikerer imidlertid at kråkeboller som er oppfôret i lang tid har en aminosyre sammensetning som er mer lik ville kråkeboller enn kråkeboller som bare er fôret i kort tid. Liyana-Pathriana et al. (2002) viste også at aminosyresammensetningen hos oppfôret kråkebolle skilte seg mest fra ville kråkeboller i starten av forsøket. Trenden i konsistens egenskapene gikk i motsatt retning fra september til november, med en redusert kvalitet på oppfôret kråkebolle relativt til ville. Også her er scoren på ville kråkeboller ganske lik den i september, noe som tyder på at endringen er reell. Vi har imidlertid ikke noen forklaring på hva denne endringen skyldes.

## 5 KONKLUSJONER

### Del 1.

- Smakspanelet avdekket klare kvalitetsforskjeller på gonadeprøvene fra ulike arter ville kråkeboller (norsk rød, norsk grønn, canadisk grønn og japansk) når det gjelder konsistensegenskaper. Forskjeller i sensorisk kvalitet på konsistensegenskapene kunne imidlertid ikke forklares med forskjeller i gonadens innhold av vann, protein, fett eller karbohydrater.
- Smakspanelet avdekket klare kvalitetsforskjeller på gonadeprøvene fra ulike ville kråkeboller når det gjelder smaksegenskapene 'bitter smak' og 'søt smak'. Forskjeller i 'bitter smak' og 'søt smak' ser ut til å kunne knyttes til forskjeller i innhold av valin og/eller innhold av glycin, hvor høyt innhold av valin/lavt innhold av glycin gir økt bitterhet og redusert søthet.

### Del 2

- Den sensoriske analysen viste at diett påvirker både smaksegenskapene 'bitter smak' og 'søt smak'. Det var klare forskjeller mellom gonade fra ville og oppfødte kråkeboller, samt innbyrdes forskjeller mellom ulike oppfødte varianter. Det ser ut til at økt proteininnhold i fôret gir økt innhold av den bitre aminosyren valin, og redusert innhold av den søte aminosyren glycin. Det var for øvrig ingen sammenheng mellom de andre hovedelementene i fôret og smaken på gonaden.
- De største forskjellene i konsistens var på egenskapen 'fasthet' hvor halvparten av fôrene produserte gonade som var signifikant mindre fast enn gonade fra ville kråkeboller. Det var også klare innbyrdes forskjeller mellom de oppfødte variantene. Det var et klart forhold mellom proteininnholdet i fôret og gonadens fasthet, hvor fasthet ser ut til å reduseres med økt proteininnhold. Det var for øvrig ingen sammenheng mellom de andre hovedelementene i fôret og konsistensen på gonaden. Forskjeller i sensorisk kvalitet på konsistensegenskapene kunne ikke forklares med forskjeller i gonadens hovedkomponentsammensetning, noe som bekrefter resultatene fra del 1. Vi vet dermed fremdeles ikke hvilke biokjemiske komponenter som er assosiert med god kvalitet på konsistens egenskaper.
- Siden bare et utvalg av fôrtypene ble undersøkt i november er det vanskelig å konkludere hvilken type som i sum kom best ut. Dataene indikerer imidlertid at høyt proteininnhold gir en noe bedre gonadevekst men dårligere gonadekvalitet.





## 6 REFERANSELISTE

- Andrew, N.L., Agatsuma, Y., Ballesteros, E., Bazhin, A.G., Creaser, E.P., Barnes, D.K.A., Botsford, L.W., Bradbury, A., Campbell, A., Dixon, J.D., Einarsson, S., Gerring, P.K., Hebert, K., Hunter, M., Hur, S.B., Johnson, C.R., Juino-Menez, M.A., Kalvass, P., Miller, R.J., Moreno, C.A., Palleiro, J.S., Rivas, D., Robinson, S.M.L., Schroeter, S.C., Steneck, R.S., Vadas, R.L., Woodby, D.A., Xiaoqi, Z., 2002. Status and management of world sea urchin fisheries. *Oceanograph Mar Biology Ann Rev* 40:343-425.
- Caltagirone A, Francour P, Fernandez C (1992) Formulation of an artificial diet for rearing of the sea urchin *Paracentrotus lividus*: I. Comparison of different binding agents. In: Scalera-Liaci L, Canicatti C (eds) *Echinoderm Research*. Balkema, Rotterdam, p. 115-119
- Cohen, S.A., Meys, M., Tarvin, T.L., 1989. Waters Millipore PicoTag method, Reversed phase HPLC, PITC precolumn derivatization. Application Manual, Waters.
- Cohen, S.A., Meys, M., Tarvin, T.L., 1990. Liquid Chromatography analysis of amino acids in feeds and foods using a modification of the Pico Tag method (Revision). Application Manual, Waters
- Ferguson JC (1969) Feeding, digestion, and nutrition in Echinodermata. In: Flockin M, Scheer BT (eds) *Chemical Zoology*. Academic Press, New York, p. 71-100
- Fernandez C (1996) Croissance et nutrition de *Paracentrotus lividus* dans le cadre d'un projet aquacole avec alimentation artificielle. PhD, Faculté des sciences et techniques, Ecologie marine, Université de Corse
- Fuke, S., 1994. Taste-active components of seafoods with special reference to umami substances. In: Shahidi, F. Botta, J.R. (Editors), *Seafoods: Chemistry, processing technology and quality*. Blackie Academic & Professional, London, pp. 115-139.
- Fuke S, Konosu S (1991) Taste-active components in some foods: a review of Japanese research. *Physiology and Behaviour* 49:863-868
- Fuke S, Watanabe K, Sakai H, Konosu S (1989). Extractive components of dried Skipjack (*Katsuoobushi*)-(Taste active components of dried Skipjack). *J Jap Soc Food Sci Tech* 36(1):67-70
- 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, H.S., Watts, S.A., Lawrence, J.M., Lawrence, A.L. McClintock, J.B., 2001. The effect of dietary protein on the production and proximate composition of gonads in the edible sea urchin *Lytechinus variegatus*., *Aquaculture 2001*. World Aquaculture Society, Lake Buena Vista, Florida, USA.
- Kato H, Rhue MR, Nishimura T (1989) Role of free amino acids and peptides in food taste. *Acs Symp Ser* 388:158-174
- Keesing, J.K. and K.C. Hall. 1998. Review of harvests and status of world sea urchin fisheries points to opportunities for aquaculture. *J. Shellfish Res.* 17, 1597 -1604.

- 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, Lane JM (1982) The utilization of nutrients by postmetamorphic echinoderms. In: Jangoux M, Lawrence JM (eds) *Echinoderm Nutrition*. Balkema, Rotterdam, p. 331-371
- 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
- Liyana-Pathirana, C., Shahidi, F., Whittick, A. Hooper, R., 2002. Effect of season and artificial diet on amino acids and nucleic acids in gonads of green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Comp. Biochem. Physiol. Part A* 133(2), 389-398.
- Lorentsen G, Siikavuopio S, Dale T (2005) Kråkebolle, en ny oppdrettsart med stort potensiale. *Norsk Sjømat* 1:12-15
- Le Gall P (1990) Culture of echinoderms. In: Barnabé G (ed) *Aquaculture Vol 1*. Ellis Horwood, New York, p. 443-462
- McBride SC, Pinnix WD, Lawrence JM, Lawrence AL, Mulligan TM (1997) The effect of temperature on production of gonads by the sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus* fed natural and prepared diets. *J World Aquacult Soc* 28:357-365
- Mortensen A, Siikavuopio S, Raa J (2003). Use of transglutaminase to produce a stable sea urchin feed. In: Lawrence JM, Guzman O (Eds), *Sea urchin fisheries and aquaculture*. DEStech Publications, Inc Puerto Varas, Chile, pp 401
- Murata Y, Sata NU, Yokoyama M, Kuwahara R, Kaneniwa M, Oohara I (2001) Determination of a novel bitter amino acid, pulcherrimine, in the gonad of the green sea urchin *Hemicentrotus pulcherrimus*. *Fisheries science* 67:341-345
- Pearce CM, Daggett TL, Robinson S.M.C. (2002) Effect of protein source ratio and protein concentration in prepared diets on gonad yield and quality of the green sea urchins, *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Aquaculture* 214:307-332
- Robinson SMC, Colborne L (1998) Reo 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
- Robinson SMC, Castell JD, Kennedy EJ (2002) Developing suitable colour in the gonads of cultured green sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*). *Aquaculture* 206:289-303
- Siikavuopio SI, Jørgensen JA, Christiansen SJ (1999). Villfanget kråkebolle i landbasert oppdrett- fôrinntak og gonadevekst ved forskjellig individtetthet. *Fiskeriforknings rapport* 7/1999.
- Siikavuopio SI, Christiansen SJ (2002). Effekt av temperatur og kroppstørrelse på fôrinntak og gonadevekst hos villfanget Drøbbakk kråkebolle. *Fiskeriforskningsrapport* 1/2002.
- Walker CW (1982) Nutrition of gametes. In: Jangoux M, Lawrence JM (eds) *Echinoderm nutrition*. Balkema, Rotterdam, p. 449-468
- Walker, C.W. Lesser, M.P., 1998. Manipulation of food and photoperiod promotes out-of-season gametogenesis in green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*: implication for aquaculture. *Mar. Biol.* 132, 663-676.

Watts, S.A., Boettger, A., McClintok, J.B., Lawrence, J.M., 1998. Gonad production in the sea urchin *Lytechinus variegatus* (Lamarck) fed prepared diets. *J. Shellfish Res.* 17(5), 1591-1595.



## VEDLEGG

- 1 Total luktintensitet:** Intensiteten i lukt av alle typer lukter vurderes. Kommenteres.
- 2 Kornethet:** 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 prikker.
- 5 Fasthet:** Hvor robust oppleves kråkebolle-båten ved hantering 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 Fiske smak:** Intensiteten av smaker som minner om rå fisk og/eller tran.
- 11 Metallisk/syrlig smak:** Intensiteten av metallisk/syrlig smak i munnen. Kan oppleves som en snerping/tørrhet i munnen.
- 12 Ettersmak:** Intensiteten av den smak som sitter igjen etter at prøven er spyttet ut. Kommenteres.





# 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](mailto: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](mailto:office@fiskeriforskning.no)

Internett: [www.fiskeriforskning.no](http://www.fiskeriforskning.no)

ISBN-13 978 82-7251-577-4

ISBN-10 82-7251-577-6

ISSN 0806-6221