

Handlingsplan

FoU for fangst, oppfôring og oppdrett av kråkeboller 2009 - 2013

Atle Mortensen og Sten I. Siikavuopio





Nofima er et næringsrettet forsknings-konsern som skal øke konkurranse-kraften for matvareindustrien, herunder akvakulturnæringen, fiskerinæringen og landbruksnæringen. Konsernet omfatter tidligere Akvaforsk, Fiskeriforskning, Matforsk og Norconserv, og har ca. 430 ansatte. Virksomheten er organisert i fire forretningsområder; Marin, Mat, Ingrediens og Marked. Konsernet har hovedkontor i Tromsø og virksomhet i Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Averøy.

Hovedkontor Tromsø
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: nofima@nofima.no

Internett: www.nofima.no



Vi driver forskning, utvikling, nyskaping og kunnskapsoverføring for den nasjonale og internasjonale fiskeri- og havbruksnæringa. Kjerneområdene er avl og genetikk, fôr og ernæring, fiskehelse, bærekraftig og effektiv produksjon samt fangst, slakting og primærprosessering.

Nofima Marin
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: marin@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Rapport

	<i>Tilgjengelighet:</i>
<i>Tittel:</i> Handlingsplan FoU for fangst, oppfôring og oppdrett av kråkeboller 2009 - 2013	<i>Dato:</i> 4. desember 2008 <i>Antall sider og bilag:</i> 10
<i>Forfatter(e):</i> Atle Mortensen og Sten Siikavuopio	<i>Prosjektnr.:</i>
<i>Oppdragsgiver:</i> LUR-programmet	<i>Oppdragsgivers ref.:</i>
<i>Tre stikkord:</i> Handlingsplan, kråkeboller, 2009-2013	
<i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i> Norge er i en unik posisjon ved at vi har en stor og ubeskattet bestand av kråkeboller. Den overbefolkede bestanden av kråkeboller har en sterk negativ effekt på kystøkologien gjennom nedbeiting av tareskog. Rogninnholdet i de ville bollene er imidlertid så lavt at fangst av kråkeboller for direkte salg sjelden er lønnsomt. Det er nå utviklet metoder for oppfôring av innsamlede kråkeboller for å øke rogninnholdet. Dermed kan det som hittil har vært et stort økologisk problem nå omgjøres til en verdifull ressurs, og grunnlaget er lagt for en ny kystnæring som omfatter både fangst, oppfôring og oppdrett av kråkeboller. Denne handlingsplanen summerer opp hva som kreves av utviklingsmidler for å utvikle dette til en lønnsom og bærekraftig næring. Totalt beløper dette seg til 17 millioner kr for perioden 2009 – 2013.	
<i>English summary: (maks 100 ord)</i>	

Innhold

1	Sammendrag	2
1.1	Bestandsstørrelse og fangst	3
1.2	Økologiske effekter av kråkeboller og kråkebollefangst	3
1.3	Marked	4
1.4	Kråkebolleaktivitet i Norge	4
2	FoU-behov	5
2.1	Fangst	5
2.2	Fôr.....	5
2.3	Teknologi.....	6
2.4	Slakting/prosessering	7
2.5	Ressurskartlegging/-overvåkning.....	8
2.6	Marked	8
3	Referanser	10

1 Sammen drag

Norge er i en unik posisjon ved at vi har en stor og ubeskattet bestand av kråkeboller. Den overbefolkede bestanden av kråkeboller har en sterk negativ effekt på kystøkologien gjennom nedbeiting av tareskog. Rogninnholdet i de ville bollene er imidlertid så lavt at fangst av kråkeboller for direkte salg sjelden er lønnsomt. Det er nå utviklet metoder for oppfôring av innsamlede kråkeboller for å øke rogninnholdet. Dermed kan det som hittil har vært et stort økologisk problem nå omgjøres til en verdifull ressurs, og grunnlaget er lagt for en ny kystnæring som omfatter både fangst, oppfôring og oppdrett av kråkeboller. Denne handlingsplanen summerer opp hva som kreves av utviklingsmidler for å utvikle dette til en lønnsom og bærekraftig næring. Totalt beløper dette seg til 17 millioner kr for perioden 2009 – 2013.

1.1 Bestandsstørrelse og fangst

I 1995 ble det fangstet i alt ca 120 000 tonn kråkeboller på verdensbasis (Keesing and Hall, 1998). Størst var fangsten i Chile (55 000 tonn), med USA og Japan på de neste plassene. Felles for alle områder hvor fangst av kråkeboller har foregått over noen år er overfiske og reduserte bestander. Norge er i denne sammenhengen i en unik posisjon ved at vi har en meget stor bestand av kråkeboller som er svært lite utnyttet. Det er særlig den grønne kråkebollen, *Strongylocentrotus droebachiensis*, som er interessant, med tette bestander fra Møre til Russegrensen. Den fangstbare bestanden av denne arten er i Norge er anslått til å være 50 000 tonn (Sivertsen, 1997). Et viktig poeng er imidlertid at en stor andel av kråkebollebestanden i Norge har for lavt rogninnhold til det er økonomisk interessant med direkte salg av innfangede kråkeboller.

1.2 Økologiske effekter av kråkeboller og kråkebollefangst

En arbeidsgruppe, nedsatt av Fiskeridepartementet og Miljøverndepartementet, leverte i 2002 en rapport som dokumenterer at tareskogen er sterkt nedbeitet av kråkebolle langs kysten av Midt-Norge og Nord-Norge. Nedbeitingen startet på 1970 tallet, og den nedbeitede tareskogen dekker nå et areal på ca 2000 km². I de nedbeitede områdene er det observert tettheter av kråkeboller på 30 – 120 individer per m². Tareskogen er svært viktig som oppvekstområde for en rekke arter. Ved nedbeiting reduseres primærproduksjonen i de nedbeitede områdene med opptil 99 %. Det er vanskelig å fastslå de økonomiske konsekvensene av dette, men i områdene rundt Vega ble fisket sterkt redusert samtidig som tareskogen forsvant på midten av 1970-tallet. Rusefangsten av torsk ble særlig hardt rammet. Det indikerer at det kan være en sammenheng mellom nedbeiting av tareskog og den lave bestanden av kysttorsk vi har i dag.

Årsaken til at kråkebollene har beitet ned tareskogen er fortsatt uklar. Erfaringer har imidlertid vist at tareskogen vil vokse igjen når tettheten av kråkeboller kommer ned på 5 – 10 individer per m². En reduksjon av kråkebollebestanden kan derfor være et effektivt virkemiddel for å gjenskape tareskogen, og dermed også de gode oppvekstområdene for kysttorsk og andre arter.

Selv om kråkeboller er altetende beiter de i hovedsak på primærprodusenter i havet. Fangst av kråkeboller medfører derfor høsting lavt i næringskjeden. Fra et ressursmessig ståsted ansees dette som fordelaktig.

Kråkeboller stiller store krav til vekstmiljøet, og trives best i områder med stor vannutskifting og friskt vann. Kråkebolle er derfor lansert som en aktuell indikatororganisme for vannmiljøet. Muligheten for å utnytte kråkebolle i overvåkingen av vannmiljøet, for eksempel i forbindelse med fiskeoppdrett, oljeutvinning eller annen virksomhet som kan tenkes å ha negativ effekt på miljøet er derfor nærliggende.

1.3 Marked

Japan har tradisjonelt vært det store markedet for kråkebollerogn, med et konsum på ca 75000 tonn per år. Høy kronekurs de siste årene har gjort det mindre aktuelt å eksportere kråkebollerogn fra Norge til Japan. Økt popularitet for sushi har imidlertid ført til en økning i etterspørselen på det godt betalende europeiske markedet. Norske kråkeboller fra villfangst har blitt godt mottatt i dette markedet, og oppnår i dag priser på omkring 9 euro per kilo rundvekt.

1.4 Kråkebolleaktivitet i Norge

Fangst av kråkeboller startet i Norge på slutten av 1970-tallet. Denne aktiviteten har siden foregått mer eller mindre kontinuerlig på strekningen fra Vest-Finnmark til Helgeland, men har aldri fått noe stort omfang. Det har også vært drevet prosessering (uttak, rensing og pakking av rogn) av kråkeboller i Troms, Lofoten og Møre og Romsdal. Ujevn kvalitet (rogninnhold) på de innsamlede kråkebollene er en av årsakene til at fangst og direkte salg aldri har blitt noen stor næring i Norge.

På midten av 1990-tallet ble det satt i gang forsøk med oppfôring av innsamlede kråkeboller ved Fiskeriforskning (nå Nofima Marin) i Tromsø. Det viste seg at en meget raskt (i løpet av et par måneder) kan øke rogninnholdet fra langt under 10 % til 20 % eller mer. Disse resultatene har gitt støtet til en betydelig FoU innsats, som har hatt som målsetning å skape grunnlaget for en ny næring basert på oppfôring og oppdrett av kråkeboller i Norge. Denne aktiviteten har omfattet tema som fôrutvikling, gonadekvalitet, gonadevekst under forskjellige oppdrettsbetingelser og utvikling av egnet teknologi. Parallelt med FoU-virksomheten er det også etablert flere bedrifter som har forsøkt å drive kommersiell oppfôring av kråkeboller. De fleste av disse har, av forskjellige grunner, gitt opp, og en kan i ettertid se at mange startet før det nødvendige kunnskapsgrunnlaget var på plass. I dag er tida mer moden for å drive slik virksomhet ved at et spesiallaget fôr nå settes i produksjon, og teknologi for industriell produksjon i både sjøbaserte og landbaserte anlegg er utviklet og kommersielt tilgjengelig. Dessuten er kråkebollenes basale krav til vannkvalitet kartlagt, slik at anlegg nå kan planlegges og drives på en sikrere måte enn tidligere.

I 2000 ble Bodø kråkebolleklekkeri etablert. Det vil si at metoden for klekking og produksjon av kråkebolleyngel også beherskes her til lands. Grunnlaget er dermed lagt for en intensiv produksjon av kråkeboller helt fra yngelstadiet.

2 FoU-behov

Den kunnskapsoppbyggingen og produktutviklingen som har skjedd de siste årene i regi av FoU-institusjoner og private bedrifter gjør at det i dag er realistisk å utvikle en lønnsom kråkebollenæring her til lands. På flere felter, som fôrutvikling og teknologi, ligger Norge nå klart i tet, og det virker som vi har en industriell tilnærming til dette som andre land mangler. Men selv om grunnlaget nå er lagt er det fortsatt stort forbedringspotensial på alle feltene som er nødvendig for å utvikle fangst og oppdrett av kråkebolle til en trygg og lønnsom næring.

2.1 Fangst

Fangst av kråkeboller skjer i hovedsak ved dykking, selv om dykking er belemret med en rekke negative trekk (begrenset antall dykkere tilgjengelig, høye kostnader, lav regularitet på grunn av vær og sesongforhold, risikabelt). Årsaken er at det ennå ikke finnes metoder som kan konkurrere med dykking når det gjelder effektivitet. Fellefangst er forsøkt, men har vist seg å være mindre effektivt enn dykking. Bruk av skjellskrape er også prøvd, men det skader mye kråkeboller og er heller ikke bra for bunnmiljøet. Det mest aktuelle alternativet til dykking er bruk av miniubåt (ROV). Forsøk med en prototyp, utviklet av Are Hofstad, har gitt svært lovende resultater. En videreutvikling av dette konseptet til kommersiell bruk er derfor viktig for å kunne oppnå en rasjonell og effektiv fangst av kråkeboller uten bruk av dykking. Blant åpne spørsmål er fangsteffektivitet og postfangstdødelighet.

Utviklingsbehov:

1. Sammenlikning av fangsteffektivitet ved dykking, fellefangst og ved bruk av ROV. Stikkord for sammenlikningen er økonomi, personellsikkerhet, regularitet og postfangstdødelighet.

Udekket finansieringsbehov:

1,0 mill. (0,5 mill i 2010, 0,5 mill i 2011)

2.2 Fôr

Utvikling av fôr til nye arter krever tverrfaglig kunnskap innen ingredienser, fôrteknologi, ernæring og produktkvalitet. I første utviklingsfase vil ernæring og biologi være i den forskningsfaglige fokus. Ved overgang til kommersialisering må det settes mer fokus på råvarekostnad, fysisk fôrkvalitet og produktkvalitet.

Nofima Ingrediens (tidligere Fiskeriforskning, Bergen) utviklet i 2005 et 1. generasjons prototyp tørrfôr til kråkebolle som viste gode resultater både i Norge og i utlandet. Fôret er imidlertid svært dyrt og ikke mulig å produsere kommersielt. Det har derfor vært nødvendig å videreutvikle fôret, både med hensyn til ingrediens sammensetning og teknologi. Et prosjekt med målsetning om å utvikle et kommersielt kråkebollefôr er nylig gjennomført av Nofima Ingrediens, Nofima Marin, Scan Aqua AS (oppdragsgiver) og Fellekjøpet Agri, Vaksdal med tilskudd fra Innovasjon Norge. I prosjektet er det testet ut 8 nye tørrfôr der en har byttet ut dyre ingredienser med rimeligere, og forsøkt å unngå bruk av dyre bindemidler. Testene har vist at det er mulig å lage fôr med god vannstabilitet uten dyre bindemidler som kan produseres kommersielt. Det gjenstår fortsatt problemer med tørkeprosessen i produksjonen, og fôrets form må forbedres for å redusere svinn fra kassene der kråkebollene holdes. I fôringsforsøk ble det ikke påvist forskjeller i vekst eller fôrutnyttelse ved de forskjellige diettene, og sensoriske vurderinger av gonadene viste små forskjeller sammenliknet med vill kråkebolle og 1. generasjons prototyp. En videreutvikling av fôret er likevel nødvendig for å

oppnå optimal tekstur og smak på gonadene. En prøveproduksjon av en av de rimeligste fôrtyperne gjøres av Felleskjøpet Agri, Vaksdal. Det vil gi grunnlag for å kalkulere utsalgspris, og danne beslutningsgrunnlag for kommersiell produksjon av 2. generasjons prototyp fôr.

Utviklingsbehov:

- 1) Med basis i de nye rimeligere 2. generasjons prototyper, optimalisere de ernæringsmessige egenskapene til fôrene slik at en oppnår bedre tekstur og smak på gonadene.
- 2) Videreutvikle fôrets form for å sikre minst mulig svinn av fôr fra kassene.
- 3) Optimalisere prosessen med hensyn på produksjonskapasitet, tørke kapasitet og energiforbruk herunder å utføre tørketekniske studier på nyutviklede fôr.
- 4) Gjennomføre fôringsforsøk, både oppfôring og langtidsfôring for å se på skallvekst.
- 5) Gjennomføre nye sensoriske studier på 3. generasjon fôr.

Udekket finansieringsbehov:

Pkt 1 , 2 og 3: 1,3 mill (0,6 mill i 2009, 0,7 mill i 2010)

Pkt 4 og 5: 1,7 mill. (0,6 mill i 2009, 0,6 mill i 2010, 0,5 mill i 2011)

2.3 Teknologi

Praktisk Teknologi AS har utviklet effektiv teknologi for sjøbasert oppdrett/oppfôring av kråkeboller. Denne teknologien baseres på kasser som kobles sammen i stabler. Stablene opereres maskinelt, og de kan henges fra flottører eller stå på bunnen. Prototyper av kasser og maskinelt utstyr har vært testet i samarbeid med Scan Aqua AS i to år. Utstyret tilbyr kråkebollene gode vekstbetingelser, og det er svært arbeidsbesparende sammenliknet med alternative tekniske løsninger. Utstyret er nå kommersielt tilgjengelig på markedet.

For ytterligere effektivisering og for tilpasning til spesifikke kundebehov er det planlagt å videreutvikle dette systemet med ulike tilleggsmoduler for automatisk fôring, automatisk rengjøring av kasser, driftssystem og sporing og appetittstyrt fôring. Videre foreligger det på lengre sikt planer om utvikling av teknologi for fôring av kassene i nedsenket tilstand, med endelig målsetning om utvikling av sentralfôringsanlegg.

Yngelproduksjon av kråkeboller foregår i kar på land. Det er også mulig å oppdrette kråkeboller til konsumstørrelse i lanbaserte anlegg. Siden kråkeboller lever på overflater, og ikke kan utnytte vannvolumet slik som fisk, oppstår det utfordringer i forhold til plassutnyttelse og karhygiene. Og vår kunnskap om kråkebollenes krav til vannkvalitet og karmiljø er ennå mangelfull. Et nylig patentert karkonsept, som skal forenkle rengjøring av oppdrettskar for kråkeboller, markedsføres av Aqua Optima AS. Selv om grunnkonseptet foreligger er det fortsatt behov for å optimalisere karteknologien og utvikle effektive produksjonsmetoder som er tilpasset bruk av kunstig fôr.

Utviklingsbehov

1. Utvikle kasser tilpasset sjøbasert oppdrett av kråkeboller av mindre størrelse.
2. Driftssystem/sporing. Et databasert driftssystem vil automatisk detektere de individuelt merkede kassene i det de passerer gjennom systemet. Dette åpner for sporing av kassene gjennom produksjonsprosessen, noe som er spesielt viktig for langsomtdøende kråkeboller slik at leverandører eller årsaker kan tilbakespores. På driftssiden vil det gi oppdretter oversikt over hvor de enkelte kassene er fysisk, når de ble røktet sist, hvor mye som kan høstes neste uke og hvor etc. I kombinasjon med automatisk fôring vil det også gi kontroll på fôrfaktor og slik åpne for optimalisering av denne.
3. Utvikling av system for fôring av kasser i nedsenket tilstand.
4. Uttesting og optimalisering av karteknologi for landbasert oppdrett av kråkebolle.

Udekket finansieringsbehov:

Pkt 1. 1,2 mill (0,6 mill i 2009, 0,6 mill i 2010)

Pkt 2. 0,8 mill (0,2 mill per år, 2009 – 2012)

Pkt 3. 0,4 mill (0,2 mill i 2012, 0,2 mill i 2013)

Pkt 4. 0,8 mill (0,5 mill i 2009, 0,3 mill i 2010)

2.4 Slakting/prosessering

Denne prosessen består i uttak, rensing, stabilisering og pakking av rogn. Dette gjøres i dag manuelt eller semimanuelt, og er svært arbeidskrevende. De høye lønnskostnadene i Norge gjør at vi stiller med handikapp sammenliknet med kråkebolleprodusenter i andre land. Det er derfor nødvendig å automatisere prosesseringen mest mulig for å oppnå god lønnsomhet i denne delen av produksjonen.

Slakting – ekstraksjon og rensing av rogn

Alfred Johnsen har konstruert en slaktemaskin basert på prinsippet om å løfte de fem rognsekkene i en kråkebolle ut av skallet etter gonoporene, der rognsekkene er innfestet øverst på skallet. Effekten av dette er at den såkalte scooping-linja kan kuttes ut, og arbeidet med finrensing blir også redusert. Metoden har potensial til å redusere arbeidsinnsatsen i en Marine Machine – linje, som regnes som industristandarden, med 30 – 50 %. Prosjektet er kostnadsberegnet til 300.000 kr i fase 1 (bygging og testing av prototyp), og sannsynligvis 1-2 mill.kr. i fase 2 (utvikling av industrielt produkt). Til sammenligning koster en komplett slaktelinje fra Marine Machine om lag 1 mill.kr. Johnsens maskin vil erstatte 2/3 av Marine Machine – linja.

Stabilisering av rogn

Rogna må stabiliseres før pakking. Stabilisering kalles også opptørking, fordi rognsekkene trekker seg noe sammen, og blir hardere. Hensikten er at rogn skal tåle transport og håndtering uten å gå i stykker. Rogn som er dårlig stabilisert har lett for å kollapse når den utsettes for risting, som er normalt i forbindelse med transport. Rogn som kolliderer blir utflytende ("smelter"), og vil i ekstreme tilfeller se ut som suppe. Slik rogn har ingen verdi.

Stabilisering eller konsistensforbedring gjøres ved å bade rogn i en serie saltbad, der variablene er salttype, saltkonsentrasjon, temperatur og tid. Norsk rogn kan ikke stabiliseres tilfredsstillende ved hjelp av standardmetoden som brukes på rogn av samme art i USA og Canada. Videre har det vist seg vanskeligere å oppnå tilfredsstillende stabilisering av oppfôret rogn sammenlignet med vill rogn. Det er derfor behov for å videreutvikle de kjente stabiliseringsmetodene, eller utvikle helt nye metoder.

Scan Aqua AS har allerede (2006/7) gjennomført prosjektet "Konsistensforbedring av kråkebolle rogn". Arbeidet ble utført av Nofima Marin, og formålet var å undersøke om det er mulig å forbedre kvaliteten på gonader fra norsk grønn kråkebolle ved å modifisere eksisterende prosesseringsmetoder, eller ved å benytte et bad med tilsetning av enzymet transglutaminase. Prosjektet var ikke vellykket, men ga opphav til et nytt prosjekt: "Kartlegging av innvirkningen av sesong og fôringsstrategi på konsistens av kråkebolle rogn", der målsettingen er å undersøke hvordan fôringsregime påvirker konsistens på kråkebollegonade, og dermed avdekke om den dårligere konsistensen hos oppfôret kråkebolle skyldes at fôringen påskynder modningsprosessen eller skyldes mangler ved fôret. Dette prosjektet er ennå ikke avsluttet. Prosjekt 1 kostet 283.225 kr., mens prosjekt 2 er budsjettert til 925.000 kr. Begge prosjekt er delfinansiert av MABIT.

På grunnlag av funnene i den pågående undersøkelsen, må det designes et nytt forsøksoppsett for tradisjonell stabilisering ved hjelp av saltbading. Det må dessuten arbeides videre med forsøk med ulike typer transglutaminase, eventuelt i kombinasjon med ulike hjelpestoff. Dessuten bør det utvikles en frysemetode basert på IQF eller den japanske CAS-metoden (Cells Alive System).

Udekket finansieringsbehov:

1. Produksjon av prototyp slaktemaskin etter Alfred Johnsen's modell: 0,3 mill. (2009)
2. Utvikling, industrimodell slaktemaskin: 2,0 mill. (2009)
3. Nye metoder for stabilisering av kråkebollerogn: 0,5 mill i 2009, 0,5 mill i 2010.

2.5 Ressurskartlegging/-overvåkning

En rasjonell høsting krever at ressursene er godt kartlagt. Dette bør i utgangspunktet være en offentlig oppgave, og ikke noe enkeltbedrifter må stå for selv. I tillegg er det viktig at det også foregår en ressursovervåkning i områder der det høstes kråkeboller. En slik overvåkning vil kunne dokumentere de økologiske effektene av kråkebollehøstingen, og gi grunnlag for å estimere hvor mye som kan høstes uten at kråkebollebestanden blir for sterkt desimert.

Med fangst og resurs som utgangspunkt er følgende undersøkelser og oppgaver aktuelle å gjøre.

Utviklingsbehov:

1. Kartlegge lokale kråkebolleforekomster i områder der det er aktuelt å høste
2. Undersøke kvalitet (størrelse, gonadeinnhold, nematodeinfeksjon) på kråkebollene på ulike lokaliteter og over tid
3. Årstidsvandring hos kråkeboller
4. Forandringer i kråkebollepopulasjoner etter høsting
5. Informasjon og tilbakemelding til fiskere

Udekket finansieringsbehov:

0,6 mill per år, 2009 -2013

2.6 Marked

Det er av avgjørende betydning for utviklingen av kråkebollenæringen at det skapes et marked for kråkebollerogn fra Norge. Det kreves innsats for å utvikle et slikt marked, og spesielt viktig er det at det oppnås aksept i markedet for rogn fra oppfødte og oppdrettede kråkeboller. I denne sammenhengen er det viktig å dokumentere kvaliteten på norsk rogn sammenlignet med andre arter eller "merkenavn" markedet kjenner, som for eksempel Boston quality (*Strongylocentrotus droebachiensis* fra Main og Canada), California red (*S.fransiscanus*), Chilean red (*Loxechinus albus*), Japanese red (*S. intermedius*) og Japanese white (*Heterocentrotus pulcherrimus*). Sentrale kvalitetskriterier som smak, farge og konsistens må sammenlignes av panel bestående av trenete smaksdommere, både norske og utenlandske (eksempelvis japanske, franske og greske). I tillegg til profesjonelle smakspanel bør kvaliteten testes på sushikokker.

Udekket finansieringsbehov:

1. Årlige benchmarkingstester for å dokumentere kvalitet (som kan endres som følge av fôrutvikling). 0,3 mill.
2. Uttesting av norskprodusert kråkebollerogn i forskjellige markeder. 0,4 mill per år.

Tabellen oppsummerer den økonomiske innsatsen som er nødvendig for å utvikle kråkebollenæringen til en lønnsom og bærekraftig næring de neste fem årene (i 1000 kr).

	2009	2010	2011	2012	2013	Sum
Fangst	0	500	500	0	0	1000
Fôr	1200	1300	500	0	0	3000
Teknologi	1300	1100	200	400	200	3200
Slakting/prosessering	2800	500	0	0	0	3300
Ressursovervåkning	600	600	600	600	600	3000
Marked	700	700	700	700	700	3500
<i>Sum</i>	6600	4700	2500	1700	1500	17000

3 Referanser

- Keesing, J.K., Hall, K.C., 1998. Review of harvest and status of world sea urchin fisheries points to opportunities for aquaculture. *J. Shellfish Res.* 17, 1597 – 1604.
- Sivertsen K., 1997. Dynamics of sea urchins and kelp during overgrazing of kelp forests along the Norwegian coast, Doctor scientiarum, Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø. pp.127.

