

Kartlegging av biokjemisk innhold i copepoder som basis for kvalitetsvurdering av fôr i oppdrett av marin fiskeyngel

Terje van der Meeren



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

PROSJEKTRAPPORT



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Miljø – Ressurs – Havbruk – Kystsoner

Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN
Tlf.: 55 23 85 00 Faks: 55 23 85 31 www.imr.no

Forskningsstasjonen
Flødevigen
4817 HIS
Tlf.: 37 05 90 00
Faks: 37 05 90 01

Austevoll
havbruksstasjon
5392 STOREBØ
Tlf.: 55 23 85 00
Faks: 56 18 22 22

Matre
havbruksstasjon
5984 MATREDAL
Tlf.: 55 23 85 00
Faks: 56 36 75 85

Rapport:	FISKEN OG HAVET	Nr.	5 - 2003
Tittel (norsk/engelsk): Kartlegging av biokjemisk innhold i copepoder som basis for kvalitetsvurdering av fôr i oppdrett av marin fiskeyngel. <i>Analysis of biochemical components in copepods for evaluation of feed quality in juvenile production of marine fish.</i>			
Forfatter(e): Terje van der Meeren			

Distribusjon:	Åpen
HI-prosjektnr.:	14.01.05
Oppdragsgiver(e):	Norges forskningsråd
Oppdragsgivers referanse:	138379/120

Dato:	15 april 2003
Senter:	Senter for havbruk
Seksjon:	Marine arter
Antall sider totalt:	39

Sammendrag:

Copepoder fra pollsystemer ble analysert gjennom sesongene fra vår til vinter over en periode på to år. Prøvene ble tatt ukentlig, eller hver femte dag, og i alt 56 copepodprøver ble analysert. I tillegg ble det for sammenligning inkludert noen få prøver av *Artemia* og rotatorier. Fra dette materialet er det analysert lipidklasser, fettsyrer av totallipid, frie aminosyrer, totalprotein, aminosyresammensetning av protein, pigment (astaxanthin og β -karoten), vitaminer (A, B₁, B₂, C, D₃ og E) og hormoner (thyroxin og cortisol). Videre er copepodstørrelse, tørrstoffinnhold og askeinnhold bestemt. Materialet er unikt fordi prøvene er svært rene med hensyn til innhold av copepoder, samtidig som det er første gang at så mange ulike parametere analyseres fra samme prøve over så lang tid. Materialet er ment å danne basis for å forbedre anrikningsemulsjoner og formulert fôr ved tidlig bruk i yngel- eller larvefasen hos marin fisk i akvakultur.

Summary:

Biochemical components of copepods from lagoons were analysed from April to December over two years. The samples were taken weekly or every fifth day, and 56 copepod samples altogether were analysed. Additional samples of rotifers and *Artemia* were included for comparison. Analysed components on this material were lipid classes, fatty acids of total lipid, free amino acids, total protein, protein-bound amino acids, pigment (astaxanthin and β -caroten), vitamins (A, B₁, B₂, C, D₃ and E), and hormones (thyroxine and cortisol). Copepod size, dry matter content, and fraction of ash were also determined. The data are unique because the samples are very clean with respect to content of copepods, and it is the first time so many biochemical parameters have been extracted from a single sample over such long period of time. The data are meant to form the base for improved enrichment emulsions and formulated feeds for early use during larval and juvenile stages in marine fish culture.

Emneord:

1. Biokjemisk innhold av byttedyr
2. Copepoder
3. Ernæring hos fiskelarver

Subject heading:

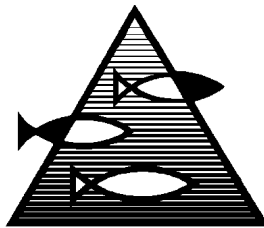
1. Biochemical content of prey
2. Copepods
3. Nutrition in fish larvae

Terje van der Meeren
.....
prosjektleder

Anne Børst Stifflerink
.....
seksjonsleder

Kartlegging av biokjemisk innhold i copepoder
som basis for kvalitetsvurdering av fôr i
oppdrett av marin fiskeyngel.

SLUTTRAPPORT



HAV - LIV - MILJØ

Terje van der Meeren

**Havforskningsinstituttet,
Senter for Havbruk,
Austevoll havbruksstasjon,
5392 Storebø**

Tel: 56182262 Fax: 56182222 E-mail: Terje.van.der.Meeren@imr.no

<i>Prosjekttittel:</i>	Kartlegging av biokjemisk innhold i copepoder som basis for kvalitetsvurdering av fôr i oppdrett av marin fiskeyngel.
<i>Prosjektnummer:</i>	Norges forskningsråd: 138379/120
<i>Varighet (år):</i>	3 år (2000-2002)
<i>Prosjekttype:</i>	Brukerstyrt
<i>Prosjektansvarlig institusjon:</i>	Norsk Kveite AS
<i>Administrativt ansvarlig:</i>	Administrerende direktør Inge Midtbø
<i>Prosjektleder (faglig ansvarlig):</i>	Terje van der Meeren
<i>Samarbeidende institusjon:</i>	Havforskningsinstituttet, Senter for havbruk, Austevoll havbruksstasjon

INNHold:

Faglig rapport:

1 Sammendrag (abstract)	4
2 Bakgrunn	6
2.1 Yngelkvalitet	6
2.2 Biokjemisk innhold i byttedyr	6
2.3 Intensiv yngelproduksjon av marin fisk	7
2.4 Prosjektbegrunnelse	7
3 Prosjekt mål	8
4 Metoder og gjennomføring	8
4.1 Organisering	8
4.2 Innsamling og analysering av copepoder	8
4.3 Alger og mikrozooplankton (protozoer)	12
5 Resultater og vurderinger	12
5.1 Alger og protozoer i Svartatjern	12
5.2 Copepoder i Svartatjern.....	13
5.3 Lipidklasser	15
5.4 Fettsyrer av totallipid	16
5.5 Frie aminosyrer	17
5.6 Protein og hydrolyserte aminosyrer	18
5.7 Pigmenter	19
5.8 Vitaminer	20
5.9 Antall, størrelse, tørrstoff og aske	21
5.10 Hormoner	21
5.11 Det ”ideelle” larvefôr?	21
6 Resultatformidling	22
7 Takk	22
8 Referanser	23
9 Tabeller	25

Kartlegging av biokjemisk innhold i copepoder som basis for kvalitetsvurdering av fôr i oppdrett av marin fiskeyngel.

1 SAMMENDRAG (ABSTRACT)

Copepoder fra pollsystemer ble analysert for biokjemiske komponenter gjennom sesongene fra april til desember over en periode på to år. Prøvene ble tatt ukentlig, eller hver femte dag, og i alt 56 copepodprøver ble analysert. I tillegg ble det for sammenligning inkludert noen få prøver av *Artemia* og rotatorier. Fra dette materialet er det analysert lipidklasser, fettsyrer av totallipid, frie aminosyrer, totalprotein, aminosyresammensetning av protein, pigment (astaxanthin og β -karoten), vitaminer (A, B₁, B₂, C, D₃ og E) og hormoner (thyroxin og cortisol). Videre er copepodstørrelse, tørrstoffinnhold og askeinnhold bestemt. Materialet er unikt fordi prøvene er svært reine med hensyn til innhold av copepoder, samtidig som det er første gang at så mange ulike parametere analyseres fra samme prøve over så lang tid. Materialet er ment å danne basis for å forbedre anrikningsemulsjoner og formulert fôr ved tidlig bruk i yngel- eller larvefasen hos marin fisk i akvakultur.

Resultatene viser at copepodene er forbausende stabile med hensyn på flere næringssemner. Copepodene kan karakteriseres ved moderat innhold av lipid (10-15% av tørrvekt) som domineres av polart lipid (ca 60% av totalt lipid). Tre fettsyrer dominerer i totallipid, 16:0 (ca 15%), EPA (ca. 15%) og DHA (ca. 30%). Andel av ARA er svært lav (mindre enn 1%), noe som gir et gjennomsnittlig EPA/ARA forhold på ca 24.

Andelen frie aminosyrer (FAA) var mellom 5 og 8% av copepodenes tørrvekt, og det ble funnet en sammenheng mellom mengde FAA og saltholdighet. FAA ble dominert av glycin, arginin, og taurin ut fra aminosyrekonsentrasjon. Essensielle FAA var i gjennomsnitt 19 og 24% av FAA totalkonsentrasjon. Protein beregnet fra hydrolyserte aminosyrer (aminosyrer bundet i protein: PAA) var 41 og 44% av copepodenes tørrvekt. Andelen essensielle aminosyrer i PAA var ca. 40% ut fra aminosyrekonsentrasjon, og PAA var dominert av glycin, glutamin/glutaminsyre, alanin, aspargin/asparginsyre og leucin.

Copepodene inneholdt en høy andel pigment i form av astaxanthin (600-700 μ g/g tørrvekt), mens β -karoten ikke ble påvist. Av vitaminer ble det funnet høyt innhold av vitamin C (400-500 μ g/g tørrvekt) og vitamin E (ca. 110 μ g/g tørrvekt), mens vitamin A og D₃ ikke kunne påvises i detekterbare mengder.

Det ble påvist detekterbare mengder hormoner (thyroxin og cortisol), men metodiske problemer i ekstraksjon og analyse gjør resultatene for variable og usikre til å kunne presenteres.

Biochemical components of copepods from lagoons were analysed from April to December over two years. The samples were taken weekly or every fifth day, and 56 copepod samples altogether were analysed. Additional samples of rotifers and Artemia were included for comparison. Analysed components on this material were lipid classes, fatty acids of total lipid, free amino acids, total protein, protein-bound amino acids, pigment (astaxanthin and β -carotene), vitamins (A, B₁, B₂, C, D₃ and E), and hormones (thyroxine and cortisol). Copepod size, dry matter content, and fraction of ash were also determined. The data are unique because the samples are very clean with respect to content of copepods, and it is the first time so many biochemical parameters have been extracted from a single sample over such long period of time. The data are meant to form the base for improved enrichment emulsions and formulated feeds for early use during larval and juvenile stages in marine fish culture.

The results show that copepods are surprisingly stable with respect to several of the nutritional components. Copepods may be characterised by moderate levels of lipids (10-15% of dry weight), dominated by polar lipids (approximately 60% of total lipid). Three fatty acids are most abundant in total lipid, 16:0 (ca 15%), EPA (ca. 15%), and DHA (ca. 30%). The fraction of ARA is very low (less than 1%), which gives an EPA/ARA ratio of about 24.

The fraction of free amino acids (FAA) was between 5 and 8% of copepod dry weight, and a correlation between amount of FAA and salinity was found. FAA were dominated by glycine, arginine and taurine based on concentration. On average 19 and 24% of FAA concentration were essential FAA. Protein determined from protein-bound amino acids (PAA) was 41 and 44% of copepod dry weight. The fraction of essential amino acids in PAA was approximately 40% of amino acid concentration. Glycine, glutamine/glutamic acid, alanine, asparagine/aspartic acid, and leucine were the most abundant PAA.

Copepods were very abundant in astaxanthin (600-700 μ g/g dry weight), while β -carotene was not found. High concentrations of vitamin C (400-500 μ g/g dry weight) and vitamin E (ca. 110 μ g/g dry weight) were found, while vitamin A and D₃ occurred in trace amounts or were not detected.

Detectable amounts of hormones (thyroxine and cortisol) were found, but problems with the methods for extraction and analysis made the results very variable and too uncertain for presentation.

2 BAKGRUNN

Årlig produksjon av kveiteyngel i Norge har variert mellom 100 000 og 650 000 siden 1995. På 90-tallet har denne produksjonen vært basert på omfattende bruk av naturlig zooplankton (copepoder) som fôr. Utvikling av helårlig intensiv linje med *Artemia* som eneste fôr har kommet langt, men denne metoden gir fremdeles en betydelig andel yngel av lavere kvalitet (f. eks. feilpigmentering og ufullstendig øyevandring). Slike avvik forekommer nesten ikke i pollbasert oppdrett når copepoder utgjør en stor andel av føret. Erfaringer fra Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon med piggvaryngel drettet opp i 5m³ poser viser at copepoder som fôr gir nær sagt 100% normal pigmentering. Svært høy grad av pigmentering oppnås også for kveite hvis copepoder benyttes i perioder av larvefasen (vindusfôring: Næss *et al.* 1995).

2.1 Yngelkvalitet

Det er ikke avklart eksakt hva som fører til bedre pigmentering og øyevandring, men byttedyrenes innhold av essensielle næringsstoffer som ulike vitaminer, lipider og fettsyrer (særlig DHA og EPA) ser ut til å spille en viktig rolle (Seikai 1985, Kanazawa 1993, Reitan *et al.* 1994, Venizelos & Benetti 1999). Lipidklasser og mengdeforholdet mellom ulike fettsyrer og ser også ut til å ha betydning (Coutteau *et al.* 1997, Sargent *et al.* 1999). Nakamura *et al.* (1986) konkluderte med at utilstrekkelig hudpigmentering (melanin) var et resultat av mangel på rhodopsin (øyepigment avhengig av DHA og vitamin A), samt generell mangel på lys-sensitive forbindelser som karotenider, thiamin (vitamin B₁), riboflavin (vitamin B₂), vitamin A og vitamin D. Andre biokjemiske forbindelser med stor ernæringmessig betydning vil være pigmenter (blant annet astaxanthin), vitamin C og vitamin E (antioksydanter som hindrer harskning av lipider). Vitamin C vil også kunne ha en positiv virkning på vekst og evne til å motstå stress og infeksjoner (Merchie *et al.* 1997). Byttedyrenes innhold av hormoner er også et interessant område. Både thyroxin (T₄) og cortisol har effekt på larveutvikling, vekst og metamorfose (Lam 1994). *Artemia* mangler totalt T₄, og anriking av *Artemia* med T₄ har vist positiv effekt på vekst hos larver av tilapia og seabass (Wan *et al.* 1997). Innhold av slike hormoner i copepoder er ikke undersøkt.

Protein utgjør 60-70% av fiskelarvens tørrvekt, og veksten etter startfôring er derfor avhengig av en høy tilførsel av aminosyrer (NFR-prosjekt nr.107762/110: *Helårlig storskala produksjon av kveiteyngel*). Marine fiskelarver benytter dessuten i hovedsak aminosyrer som substrat for sin energiproduksjon, slik at behovet for aminosyrer via føret ytterligere økes (Rønnestad *et al.* 1999). Det er antydnet av visse aminosyrer (taurin, methionin, cystein og leucin) kan være begrensende for vekst hos piggvarlarver (Conceição *et al.* 1997). Fôrorganismers innhold av både frie aminosyrer (FAA) og protein-bundne aminosyrer (PAA) er dermed nøkkelparametere som bør kartlegges med hensyn til naturlig (sesongmessig og årlig) variasjon.

2.2 Biokjemisk innhold i byttedyr

Års- og sesongvariasjonen i næringsverdi til copepodene i pollene er imidlertid lite kjent. Det mangler omfattende analyser av biokjemisk innhold i copepoder fra poller gjennom hele produksjonssesongen fra april til oktober, men en del data fra copepoder både i pollene og fra sjøen generelt er publisert (Gatten *et al.* 1983, Watanabe *et al.*

1983, Witt *et al.* 1984, Sargent & Henderson 1986, Fraser & Sargent 1989, Klungsøyr *et al.* 1989, Olsen *et al.* 1991, van der Meeren *et al.* 1993, Norsker & Støttrup 1994, Fyhn *et al.* 1995, Næss *et al.* 1995, Evjemo & Olsen 1997). Her er det blant annet vist at næringsverdien (protein og aminosyreinnhold) i polldyrkete copepoder (*Temora longicornis*) har vist store variasjoner både gjennom vårsesongen og mellom to påfølgende år (NFR-prosjekt nr.107762/110: *Helårlig storskala produksjon av kveiteyngel*, Fyhn *et al.* 1995). Slik variasjon har også vært påvist i alger som er dyrket under forskjellige saliniteter (NFR prosjekt 1510-110.017: *Planktonets næringsverdi for marine fiskelarver*, Fyhn *et al.* 1993). Ytterligere studier av copepoders og algers næringsverdi er derfor nødvendig.

Videre er det vist at ulike alger kan gi store forskjeller i innhold av essensielle fettsyrer hos copepoder (Wang-Andersen 1995, Graeve *et al.* 1994). Alge- og copepod-samfunnet i pollene endres betydelig gjennom sesongen og vil også være forskjellig mellom ulike poller. Det er derfor sannsynlig at copepoder samlet inn fra ulike poller ikke er et enhetlig materiale, ernæringsmessig sett. Det samme er trolig tilfelle for copepoder samlet inn til ulike tidspunkt fra det samme pollsystemet.

2.3 Intensiv yngelproduksjon av marin fisk

De siste årene har vist et gjennombrudd i *Artemia*-basert intensiv produksjon av kveiteyngel på Island og i Norge. Kvaliteten av yngelen i det islandske anlegget har vært rimelig bra med høy andel yngel med naturlig pigmentering. Et viktig trekk ved denne produksjonen er at det benyttes en lokalt utviklet emulsjon for anrikning av *Artemia*. Informasjonen vedrørende dette anrikningsmediet er ikke offentlig tilgjengelig, men det er trolig utviklet etter grundige analyser av copepoder som er marine fiskelarvers naturlige fôr. Kunnskap om variasjonen i biokjemisk innhold hos copepoder vil derfor være svært viktig for et videre utviklingsarbeid på dette området.

Yngelproduksjon av torsk har hatt en kraftig utvikling de siste to årene. Også her har det vært observert problemer med yngelkvalitet, og da særlig knyttet til skjelettdeformiteter og utstrakt dødelighet i tidlig yngelfase. Hvorvidt disse forhold skyldes ernæringsmessige mangler er fremdeles uklart. I tillegg til *Artemia* er torsken avhengig av rotatorier (hjuldyr: *Brachionus plicatilis*) som levendefôr. Rotatoriene må også anrikes for å tilfredstille de ernæringsmessige kravene hos torskelarver. I yngelproduksjonen av torsk har i noen tilfeller *Artemia* blitt helt utelatt, og torskelarver har blitt tilvent formulert fôr direkte fra rotatorier (tidlig "weaning"). I denne sammenheng vil kunnskap om biokjemisk innhold hos copepoder være svært viktig for å utvikle rett sammensetning av det formulerte fôret til dette formålet.

2.4 Prosjektbegrunnelse

Ytterligere vekst i produksjonen av kveiteyngel vil kreve oppbygging av en helårlig intensiv produksjonslinje. Dette vil erfaringsmessig føre til en betydelig høyere andel av yngel med ulike defekter, og utvikling av et bedre larvefôr er derfor essensielt for økt suksess med intensiv produksjon. I denne sammenheng ønsker Norsk Kveite AS å inngå et prosjektsamarbeid med Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon (HI-AH) for å frembringe data på variasjon i copepoders biokjemiske sammensetning i

forbindelse med yngeloppdrett av kveite. Norsk Kveite AS ser på en slik biokjemisk karakterisering som svært viktig for å komme videre i utvikling av egnede levende og formulerte fôr som kan forbedre kvaliteten hos kveiteyngel. HI-AH har lang erfaring både med utvikling av kveite og torsk som oppdrettsarter og disponerer et pollsystem for produksjon av copepoder (Svartatjern: Naas *et al.* 1991). Data generert i prosjektet vil være åpent tilgjengelig for utvikling av anrikingsemulsjoner for rotatorier og *Artemia*, samt formulerte start- eller weaningfôr. Utvikling av egnede formulerte fôr er spesielt viktig med tanke på å hindre mulig smittespredning av patogener eller parasitter gjennom bruk av levende byttedyr (Bristow 1990, Grotmol *et al.* 1995, Appelby 1996). Prosjektets resultater vil kunne danne en viktig basis for et slikt arbeid, og vil således kunne komme hele næringen til gode.

3 PROSJEKTMÅL

Fremskaffe data for naturlig (sesongmessig og årlig) variasjon i biokjemisk innhold hos copepoder som basis for kvalitetsvurdering av levende og formulert fôr i oppdrett av marin fiskeyngel.

4 METODER og GJENNOMFØRING

4.1 Organisering

Prosjektet var brukerstyrt og ble gjennomført som et samarbeid mellom bruker (Norsk Kveite AS) og Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon. Intensjonen var å sammenligne biokjemisk innhold av copepoder både fra Hyltropolen (drevet av Norsk Kveite AS) og Svartatjern (Havforskningsinstituttet sin poll i Austevoll: Figur 1) gjennom hele sesonger over to år. Prosjektet innebar et betydelig analysearbeid med koordinering av datainnsamling mellom ulike forskningsinstitusjoner og påfølgende databearbeiding og publisering. Norsk Kveite AS ønsket derfor at prosjektet ble faglig ledet av personell fra Havforskningsinstituttet med vitenskapelig bakgrunn.

På analysesiden og i kommende publisering av data er prosjektet et samarbeid med Rolf Erik Olsen (Havforskningsinstituttet, Matre havbruksstasjon), Hans Jørgen Fyhn (Zoologisk institutt, Universitetet i Bergen) og Kristin Hamre (Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, NIFES). Resultatene vil bli publisert i internasjonale vitenskapelige tidsskrifter, og vil således være tilgjengelig for videre utvikling av fôr til larver av kveite og andre marine arter.

4.2 Innsamling og analysering av copepoder

Copepoder ble forsøkt samlet inn hver 5-7 dag i produksjonssesongen (april-november). Forutsetningen for å få en prøve var at det var nok copepoder til å dekke behovet for alle de biokjemiske analysene. Det viste seg snart at dette var ikke mulig med hensyn til Hyltropolen. Dyreplanktonet i Hyltropolen var svært sammensatt og til tider dominert av andre organismer enn copepoder (f. eks. krabbelarver). Kun en prøve ble samlet inn og analysert fra Hyltropolen. Materialet er derfor i all hovedsak

fra Svartatjern (henholdsvis 30 og 26 prøver i 2000 og 2001). I tillegg ble det i 2000 analysert en prøve av rotatorier og tre prøver av *Artemia*. I oppstartsåret (2000) ble tilsagnet om prosjektet gitt så pass sent at prøvetaking fra april og deler av mai ikke kunne gjennomføres.



Figur 1. Svartatjern er ca 20 000m³ stor, med største dyp på ca 3m. Pollen er et tidligere ferskvann som i 1984 ble erstattet med sjøvann ved hjelp av en pumpestasjon. Midt i bildet ses flåten med hus og filtersystem.

"Svartatjern" is 20 000m³ large, with a depth of 3.5m in the centre. The lagoon is a former freshwater lake, which was replaced by seawater in 1984 by installation of a pump system. In the middle is the raft with house and filter system.

Drift av Svartatjern skjedde etter fastlagte prosedyrer med tømning av pollen to ganger årlig (februar og juli). Videre ble det benyttet kontinuerlig gjødsling med Fullgjødsel 21-4-10. Gjødsel ble løst i vann og spredt ved hjelp av en strømsetter som var kontinuerlig i drift. Strømsetteren sikret også god vannkvalitet i bunnen av pollen. Siktedyp (seccidisk) ble forsøkt holdt på ca. 1-1,5m. Rutiner for drift om poll for produksjon av copepoder er utførlig beskrevet i den kommende kveitehåndboka (Mangor-Jensen & Holm, in press).

Copepodene ble samlet inn ved hjelp av et UNIK-900 hjulfilter (Figur 2). Det ble benyttet 250 og 800 μ m duk, og copepoder konsentrert mellom disse dukene ble brukt i analysene. Innsamlet plankton ble lagret levende i 250 liters tanker under innsamling. Dødt organisk materiale ble fjernet ved sedimentering i disse tankene 15-30 minutter etter avsluttet innsamling. Copepodene ble da ytterligere konsentrert ved hjelp av en planktonhåv med 80 μ m duk. Det ble brukt bobling av luft og ren oksygen for å hindre sedimentering i bunnen av håven. Alle copepodene kunne da bringes levende til laboratoriet en 10 liters bøtte hvor vannet var oksygenert på forhånd. Prøvetaking for de ulike biokjemiske analysene tok ca 4-5 timer til sammen. For å holde copepodene i live uten skader i denne perioden ble det utviklet en prøvetakingskolonne med volum ca 6 liter og kontinuerlig bobling av luft og ren oksygen fra bunnen (Figur 3). Tettheten av copepoder var ekstremt høy i denne kolonnen (400-900 individer/ml). Copepodenes kvalitet ble derfor sjekket i lupe etter prøvetakingen var ferdig, og overlevelsen var alltid nær eller lik 100%. Vitalitet ble sjekket ved en "lys/mørke"test. Copepoder ble plassert i en petriskål med sjøvann. Skålen ble delvis dekket til med aluminiumsfolie, og nesten samtlige copepoder samlet seg under det tildekkede området. Aluminiumsfolien ble så skiftet over til den andre delen av skålen, og på nytt samlet nesten alle copepodene seg under det tildekkede området.



Figur 2. Hjulfilter (UNIK-900) for oppkonsentrering og fraksjonering av copepodene.
Wheel filter (UNIK-900) for concentration and fractionation of copepods.

Antall og artsammensetning i prøvene ble bestemt av Tore Næss, Askim. Videre ble copepodene analysert med hensyn til lipider (HI-Matre havbruksstasjon), protein og

aminozyrer (Zoologisk institutt, UiB), vitaminer (NIFES, tidligere Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt), pigment (HI-Matre havbruksstasjon) og hormoner (HI-Austevoll havbruksstasjon). Grunnet høye kostnader med analyse av vitaminer ble kun 20 av disse analysert hvert år. Analysearbeidet omfattet følgende parametere:

Lipider: Total lipid, Lipidklasser og Fettsyreprofil av total lipid.

Protein/Aminosyrer: Total protein, Frie aminosyrer (FAA), Protein-bundet aminosyrer (PAA).

Vitaminer: Vitamin A, B₁, B₂, C, D₃, og E.

Pigmenter: β -Karoten og Astaxantin

Hormoner: Thyroxin (T₄) og Cortisol

Det ble i tillegg analysert en del prøver med hensyn til jod fra 2000 materialet (Mari Moren, NIFES). Resultatet fra jod-prøvene er ikke presentert i denne rapporten.



Figur 3. Prøvetakingskolonne for levende oppbevaring av copepodene og filtrerings-enhet for skylling og fjerning av vannoverskudd under prøvetakingen.
Column for keeping the copepods alive through the sampling procedure and filter unit for washing and removal of excess water from the samples.

Prøvene ble filtrert under svakt sug (ca 0,9 atm.) på 60µm planktonduk og vasket to ganger med 10‰ brakkevann laget fra destillert vann og 35‰ 0,2µm patronfiltrert sjøvann (Figur 3). Det ble sjekket i lupe at copepodene tålte kort eksponering av 10‰ vann uten å ødelegges. Prøvene ble så lagt i 4,5ml cryorør med skrukork og øyeblikkelig frosset (flytende nitrogen for lipidprøver og -80 °C fryseboks for de andre prøvene). Alle prøvene ble lagret i -80 °C fryseboks i påvente av analyse. Prøvene var plassert i fryseboksen innen 3-4 minutter etter at en prøvetaking ble påbegynt. Cryorørene var veid på forhånd slik at våtvekt kunne bestemmes. I tillegg til de biokjemiske analysene ble det tatt prøver for å bestemme antall copepoder per mg våtvekt, arts- og stadiesammensetning, samt tørrstoff- og askeinnhold.

Det ble også tatt en prøve av rotatorier (HI-Austevoll havbruksstasjon) og tre prøver av *Artemia* (HI-Austevoll havbruksstasjon og Norsk Kveite AS-AMY) for sammenligning med copepodprøvene.

I tillegg ble det i 2001 tatt tre prøver av copepodnauplier (80-150µm fraksjon) fra Svartatjern for lipid- og fettsyreanalyse. Lipid- og fettsyreanalyse ble valgt fordi dette er en kritisk komponent i fiskelarvers ernæring. Antall prøver var begrenset av tidspunkt for stor forekomst av copepodnauplier. Dette skjer vanligvis ved klekking av hvileegg i Svartatjern, uten at det kan dokumenteres at de tre prøvene som ble tatt var fra slike klekkinger. Prøvene av nauplier ble tatt fordi de er fiskelarvenes første "startfôr" i pollsystemer.

4.3 Alger og mikrozooplankton (protozoer)

Biokjemisk analyse av alger og protozoer lot seg ikke gjennomføre, blant annet fordi det viste seg at arbeidet med å filtrere nok mengder vann for å få nok materiale til slike analyser ble for omfattende. For å vurdere næringsgrunnlaget for copepodene ble algesamfunn og protozoer bestemt fra prøver fiksert med Pseudolugol som ble tatt 1-2 ganger ukentlig. Disse prøvene ble bestemt av Nils B. Andersen, Egersund.

5 RESULTATER og VURDERINGER

Resultatene er valgt presentert i tabellform med utregning av gjennomsnitt (X) og standardavvik (SD) som funksjon av prøvetaking (dato). Variasjonskoeffisient (CV) angir hvor stor SD er i % av X. Variasjonen i materialet over tid er da et uttrykk for variasjon som funksjon av sesong eller årstid, noe som igjen gjenspeiler variasjon i artssammensetningen av copepoder og alger. Siden det er analysert så få prøver av *Artemia* og rotatorier må resultatene fra disse prøvene tolkes med forsiktighet i forhold til copepodene. For lesbarhetens skyld er alle tabeller samlet i slutten av rapporten.

5.1 Alger og protozoer i Svartatjern

Mengden av protozoer (ciliater) og alger i de ulike algeklassene er angitt i Tabell 1. I 2000 var den største algegruppen ubestemte flagellater og monader. I antall utgjorde denne gruppen mer enn 90%, bortsett fra i oktober hvor diatomeene var den største gruppen. I mai og juni ble det observert en del flagellater av typen grønnalger (*Gloeocystis* sp. og *Oocystis* sp.). Diatoméene ble dominert av *Rhizosolenia*

fragilissima i mai og tidlig juni. Midt i juni overtok *Skeletonema costatum* tett fulgt av en liten *Thalassiosira* sp. i siste halvdel av juni og i august etter tømning og oppfylling av Svartatjern. Senere på høsten (slutten av september) dominerte *Skeletonema costatum* fulgt av *Chaetoceros* sp. hele oktober. Konsentrasjonen av dinoflagellater var lav med en liten økning i slutten av juni (*Gymnodinium* sp.) og oktober (*Katodinium* sp.).

I 2001 var den største algegruppen fremdeles ubestemte flagellater og monader (stort sett mer enn 80% av det totale antallet alger). Også i 2001 ble det observert en del flagellater av typen grønnalger. I april og mai ble denne gruppen dominert av *Nephroclytium* sp., fulgt av *Oocystis* sp. frem til slutten av august og *Gloeocystis* sp. frem til midten av oktober. I slutten av juli var det en liten oppblomstring av kalkalgen *Emiliania huxleyi*, mens cryptomonaden *Rhodomonas* sp. ble tidvis observert utover hele høsten. Av diatoméene var *Rhizosolenia fragilissima* mest vanlig i slutten av mai, og etter oppfyllingen av Svartatjern i juli. En liten *Thalassiosira* sp. var vanlig fra slutten av juni til slutten av oktober, mens *Pseudonitzschia closterium* forekom i betydelige mengder i september og til midten av oktober. Konsentrasjonen av dinoflagellater var også lav i 2001, med noe forekomst av *Katodinium* sp. i mai og juni. Ellers ble det funnet lave konsentrasjoner av *Gymnodinium* sp. i de fleste prøvene.

Det ble begge årene periodevis observert svært høye tettheter av protozoer i Svartatjern (> 50 celler/ml). Disse bestod hovedsakelig av ulike *Strombidium* sp. og uidentifiserte nakne ciliater (10-25µm i diameter).

5.2 Copepoder i Svartatjern

Den relative fordelingen av copepodarter og stadier i Svartatjern er gitt i Tabell 2 og 3. Prøvene bestod nesten utelukkende av copepoder, med lite innslag av andre typer plankton (Figur 4). I 2000 inneholdt prøvene gjennomsnittlig 98,6% copepoder, mens tilsvarende andel for 2001 var 97,2%. Andre plankton typer var cladocerer og maneter som inneholder langt mindre biomasse per individ enn copepoder. I tillegg inneholdt prøvene meget lite dødt organisk materiale. Bortsett fra en periode i juni 2001 var det rikelig med copepoder i Svartatjern. Det var derfor nok materiale til alle analysene. Prøvene kan derfor karakteriseres som unike med hensyn til mengde materiale, lengden på innsamlingperiode, og renhet av de organismene man ønsket å analysere.

Copepodene ble begge årene dominert av tre arter, *Eurytemora affinis*, *Centropages hamatus* og *Acartia grani*. Disse artene omfattet mer enn 97% av copepodene i prøvene. De siste tre prosentene omfattet andre copepoder som *Temora* sp., harpacticoider, og *Oithona* sp. (sistnevnte kun i 2001). Med unntak av *Acartia grani* er alle copepodene nevnt ovenfor typiske arter i norske poller og fjorder. *Acartia grani* er en sørlig art som er vanlig bl.a. i Middelhavet. Pollartene er forholdsvis små i forhold til andre dominerende copepodarter i havet langs norskekysten (for eksempel *Calanus*). De skiller seg også fra *Calanus* ved å ha hvileegg som strategi for overvintring eller for å kunne overleve ugunstige perioder (Næss, 1996).

Gjennom sesongene i 2000 og 2001 ble det observert perioder hvor det forekom nærmest en reinkultur av en art. *Centropages hamatus* utgjorde 80-90% av det inn-

samlede planktonet i juni og oktober 2000. August samme året var 90-100% av planktonet *Acartia grani*. I 2001 domimerte *Eurytemora affinis* med 90-99% av planktonet i april og november. *Acartia grani* utgjorde 86-96% i juni, mens *Centropages hamatus* var på 93-94% i august.



Figur 4. Prøvene av copepoder var svært "reine", uten særlig innslag av andre organismer. Uskarpe objekter er copepoder i bevegelse når bildet ble tatt. The samples were very "clean" with respect to copepods, without many other organisms interfering. Objects out of focus are moving copepods at exposure.

I de tre prøvene med copepodnauplier fra 2001 ble det kun funnet nauplier fra de samme tre artene som er nevnt ovenfor. Den første prøven (19 april) inneholdt 45,4% copepoditter (for det meste stadiet CI-CIII fordelt på 67% *Centropages hamatus* og 33% *Eurytemora affinis*). Når det gjelder nauplier inneholdt prøvene for 19 april, 27 juli og 10 september henholdsvis 32, 65 og 39% *Acartia grani*, samt 23, 35 og 61% *Eurytemora* og *Centropages* samlet. Naupliene i de to siste prøvene var ganske små (NI-NIII stadier).

Planktonprøven fra Hyltrollen i 2001 (Tabell 3) inneholdt i antall ca 32% krabbelarver og 43% *Eurytemora affinis*. Krabbelarvene er relativt store i forhold til

copepodene, og vil derfor dominere prøven enda mer med hensyn til biomasse og biokjemisk innhold. Prøven inneholdt også en del uidentifiserte calanoide nauplier (12%) og noen få *Paracalanus parvus* (3%). På grunn av det høye innholdet av krabbelarver er prøven vist i tabellene, men ikke videre vurdert i forhold til materialet fra Svartatjern.

5.3 Lipidklasser

Lipidklasser i copepoder, rotatorier or *Artemia* er gitt som % av totalt lipid i Tabell 4 og 5. Copepodene inneholdt 11,1 og 10,8% lipid i 2000 og 2001 på basis av tørrvekt. Andelen av nøytrale og polare lipider varierte noe fra prøve til prøve, og det er vanskelig å se et mønster gjennom sesongene eller mellom de to årene. Videre analyse av materialet er påkrevd for å se om det er en sammenheng i forhold til for eksempel dominerende art eller sesong. Gjennomsnittet var ganske stabilt mellom de to årene (57,1 og 58,2% polare lipider samt 42,9 og 41,8% nøytrale lipider for henholdsvis 2000 og 2001).

De nøytrale lipidene representerer lagringslipid for metabolisme. I copepodene fra Svartatjern var triacylglycerol (TAG) og kolesterol mest vanlig (i snitt 82 og 78% av totalt nøytralt lipid for de to årene). Variasjonen i TAG var betydelig gjennom sesongen, og større enn for nøytralt lipid totalt. Copepodene fra Svartatjern inneholdt svært lite voksester. Dette kan forklares ved at copepodartene i Svartatjern har hvileegg som strategi for å klare dårlige perioder, i stedet for overvintring av voksne individer som er vanlig for *Calanus*-arter i sjøen. Eldre stadier av *Calanus*-artene har rikelig med voksester, mens *Calanus*-naupliene, som er det viktigste byttedyret for marine fiskelarver i sjøen, er i denne sammenheng mer lik copepodene fra Svartatjern.

De polare lipidene representerer lipid i cellemembraner (fosfolipid), og er viktige for oppbygging av vev. Andelen polart lipid var høyt i copepodene fra Svartatjern, og ble dominert av lipidklassene phosphatidyl-ethanolamin (PE) og phosphatidyl-cholin (PC) (i snitt 64% av totalt polart lipid begge de to årene). Variasjonen gjennom sesongene for PE og PC var betydelig mindre enn for dominerende nøytralt lipid.

Copepodauplienes sammensetning med hensyn til totallipid og lipidklasser er gitt i Tabell 5. Naupliene hadde et lavere innhold av totallipid (8,5% av tørrvekt) enn de eldre copepodstadiene (10,8% av tørrvekt). Videre var det ingen signifikante forskjeller i andel av nøytrale og polare lipider. Når det gjelder de enkelte lipidklassene var det heller ingen store forskjeller, med unntak av at naupliene gjennomsnittlig hadde mer phosphatidyl-inositol (PI) enn eldre copepodstadier. Ved sammenligning av nauplieprøvene kun med de respektive copepodprøvene tatt samme dag var det en tendens til mindre andel nøytralt lipid (lavere TAG) og følgelig større andel polart lipid i naupliene. I tillegg var forskjellen i innhold av totallipid enda større (8,5% i naupliene vs. 11,9% i copepodene).

Prøvene med *Artemia* viste fra 24,3 til 25,4% lipidinnhold basert på tørrvekt. Av dette var andelen av polart lipid (15,4-20,5%) langt lavere enn i copepodene. Dette er ventet fordi emulsjoner for anriking av *Artemia* ofte består av nøytralt lipid. TAG dominerte *Artemia*-prøvene fullstendig (69-77% av totalt lipid). Prøven med rotatorier viste seg å være i en mellomstilling med 15,4% lipidinnhold hvorav 39,8% var polart lipid. Dette

tilsvarende andelen i copepodprøvene med minst polart lipid. I motsetning til copepodene inneholdt rotatoriene også en del sterol- og voksesterer.

5.4 Fettsyrer av totallipid

Fettsyresammensetningen ble analysert fra totalt lipid (Tabell 6 og 7). Copepodene ble dominert av tre fettsyrer (16:0, EPA og DHA) som i gjennomsnitt utgjorde 66,3 og 63,5% av totalt lipid i henholdsvis 2000 og 2001. Andelen av DHA var svært høy (gjennomsnittlig 34,4 og 32,9% for 2000 og 2001). Variasjonen gjennom sesongene for både 16:0, EPA og DHA var svært lav, noe som viser høy stabilitet i fettsyresammensetningen. Årsakene til dette kan være at copepodene beiter på et sammensatt alge- og ciliatsamfunn som er svært tilgjengelig grunnet høye tettheter av disse organismene (siktedyp mellom 1 til 2 meter avlest med Secci-skive, se Tabell 1 for celletettheter). Manglende dominans av enkelte fôrorganismer vil kunne hindre større utslag gitt av forskjeller i fettsyresammensetning av disse fôrorganismerne. En annen mulighet er at copepodene kan ha evne til å regulere sin egen sammensetning av fettsyrer gjennom for eksempel kjedeforlenging eller desaturering. Resultatene stemmer godt overens med tilsvarende data for copepodene *Eurytemora* sp. og *Temora longicornis* hvor det også ble funnet tilsvarende høye andeler av 16:0, EPA og DHA (Evjemo & Olsen, 1997).

Forholdet mellom ulike fettsyrer eller fettsyregrupper har blitt tillagt vekt når den ernæringsmessige kvaliteten av føret skal vurderes. Et eksempel er forholdet mellom EPA og ARA som begge er forløpere for dannelse av hvert sitt prostaglandinhomon som motvirker hverandre (antagonistisk effekt). Prostaglandinene regulerer mange viktige celleprosesser, og forholdet mellom dem vil være direkte avhengig av EPA og ARA i cellemembranene som indirekte er avhengig av dette forholdet i dietten. Det er for øvrig usikkert om det er forholdet mellom EPA og ARA som er viktig, eller rett og slett at totalmengden av ARA ikke må bli for høy. Høyt innhold av ARA antas å blokkere utvikling av normal pigmentering i kveitelarver. I copepodene var det svært lite ARA. I noen prøver var ARA ikke detekterbart i det hele tatt. Forholdet mellom EPA og ARA varierte en del gjennom sesongene, men var i gjennomsnitt 24,7 og 23,2 for henholdsvis 2000 og 2001 (Tabell 6 og 7). Copepoder fra Svartatjern har vært gitt som fôr til kveitelarver i 1999, med svært god pigmentering som resultat.

Forholdet mellom DHA og EPA var gjennomsnittlig 2,1 og 2,2 for de to årene. Siden DHA og EPA i større grad finnes i polare lipider i cellemembraner, er det grunn til å tro at det høye innholdet av DHA og EPA i copepodene er konsentrert i fosfolipidene, og i mindre grad i TAG. Bruk av marint fosfolipid i utvikling av anrikningsemulsjoner og formulerte dietter for marine larver er derfor trolig viktig. Forholdet mellom n-3 fettsyrer og n-6 fettsyrer varierte lite gjennom sesongene, og var i gjennomsnitt 11,3 og 9,8 for henholdsvis 2000 og 2001.

Sammensetningen av fettsyrer i copepodnaupliene (Tabell 7) var svært lik de eldre copepodstadiene. Imidlertid ble det funnet gjennomsnittlig høyere andel av DHA i naupliene (40,5%) enn i de eldre copepodstadiene (32,9%). Dette førte også til et høyere (n-3)/(n-6) forhold i naupliene. Ved sammenligning av nauplieprøvene med de respektive copepodprøvene tatt samme dag var forskjellene i DHA og (n-3)/(n-6) forholdet større.

Prøvene av *Artemia* og rotatorier avvek mye i forhold til copepodene. Først og fremst gjelder dette i andel av EPA og spesielt DHA. Forskjellene kan forklares ved at det i stor grad brukes nøytralt lipid til anrikning av *Artemia* og rotatorier. Spesifikk forbrenning av DHA eller fosfolipid er en annen mulig forklaring. Påvekst av *Artemia* over 3 dager viste en økning i andelen av EPA og DHA. Rotatoriene, og spesielt *Artemia*-prøvene, inneholdt betydelig større andel av 18:1(n-9) enn copepodene. Videre var andelen av 18:2(n-6) og ARA høyere i Rotatorier og *Artemia*, noe som ga utslag i langt lavere forhold mellom EPA og ARA (2,9-4,0), og n-3 og n-6 fettsyrer (1,5-5,5) enn i copepodene.

5.5 Frie aminosyrer

Prøvene for analyse av frie aminosyrer (FAA), hydrolyserte aminosyrer (aminosyrer bundet i protein: PAA) og totalprotein ble frysetørket etter nedfrysing. FAA ble deretter TCA-ekstrahert for separat analyse, mens den gjenværende proteindelen ble splittet for analyse av totalprotein og PAA.

Oppsummering av FAA-analysene er gitt i Tabell 8, både med hensyn til vekt og konsentrasjon. Andel FAA (μg) av copepodenes tørrvekt var 4,9-8,6% og 4,3-8,9% i henholdsvis 2000 og 2001. Gjennomsnittlig konsentrasjon av FAA var høyere i 2001 (580 nmol/mg tørrvekt) enn i 2000 (472 nmol/mg tørrvekt). Basert på konsentrasjon var gjennomsnittlig innhold av essensielle aminosyrer 24,3% i 2000 og 19,1% av total FAA i 2001. Tilsvarende var andelene av ikke-essensielle aminosyrer 75,7% og 80,9%. Dette gir et gjennomsnittlig forhold mellom essensielle og ikke-essensielle FAA på 0,32 i 2000 og 0,24 i 2001. Variasjonen gjennom sesongene av FAA mengde og konsentrasjon totalt var forholdsvis liten ($\text{CV} < 19\%$). Tilsvarende var variasjonen liten med hensyn til andeler av essensielle og ikke-essensielle FAA (CV mellom 2,6 og 11,6%). Resultatene for FAA viser likhetstrekk med data rapportert for copepoden *Temora longicornis* fra Håpollen i Fitjar, Hordaland (Helland *et al.* 2003). Dominerende FAA i *Temora* var stort sett de samme som i copepodene fra Svartatjern, selv om det var forskjeller i prosentvis andel og rekkefølge av de enkelte aminosyrene.

Resultatene for de enkelte aminosyrene i FAA-analysene er gitt i Tabell 9 og 10. Resultatene er gruppert etter essensielle og ikke-essensielle (non-essensielle) FAA, samt i rekkefølge etter mengde FAA i prøvene fra 2000. Basert på konsentrasjon (nmol/mg tørrvekt) var de fire mest vanlige FAA i copepodene fra Svartatjern glycin (26,5-39,7%), taurin (17,7-18,0%), arginin (14,6-17,0%) og alanin (6,3-9,1%). Prosent angir her gjennomsnittlig andel i forhold til FAA totalt de to årene, og kun arginin er essensiell av disse fire aminosyrene. Til sammen utgjør disse fire aminosyrene 70,6 og 78,3% av den totale FAA konsentrasjonen i henholdsvis 2000 og 2001. I 2000 var nest høyeste essensielle aminosyre threonin (2,2%), men grunnet stor mengde av glycin i 2001 ble threonin (neste eluerte topp etter glycin) ”slukt” av glycin-toppen i kromatogrammet. Det har derfor ikke vært mulig å bestemme FAA-threonin i 2001-prøvene.

Det ble funnet en signifikant sammenheng mellom saltholdighet og FAA totalt ($R^2=0,38$). Høyere saltholdighet gav økning i FAA. Sett begge årene under ett var denne sammenhengen kun signifikant for ikke-essensielle FAA, mens det for essensielle FAA ikke var noen sammenheng med saltholdighet. Sammenhengen var

signifikant for tre aminosyrer: glycin og prolin som begge økte med økende saltholdighet, og aspargin som minket med økende saltholdighet. Copepoder ser derfor ut til regulere osmolalitet ved hovedsakelig å endre mengdene av noen få ikke-essensielle FAA, og særlig glycin som er den vanligste ikke-essensielle aminosyren.

Sammenlignet med copepodene var rotatorier og *Artemia* tildels betydelig forskjellig i innhold og sammensetning av FAA. Både rotatorier og *Artemia* hadde lavere nivå av FAA enn copepoder (Tabell 8). FAA basert på vekt var for rotatoriene helt nede i 1,7% av tørrvekten, mens *Artemia* var mellom 2,6 og 3,4%. Konsentrasjonen av FAA i rotatoriene var kun en fjerdedel (125 nmol/mg tørrvekt) i forhold til copepodene, mens *Artemia* hadde litt høyere verdier (219-277 nmol/mg tørrvekt). Til gjengjeld hadde rotatoriene høyere andel av essensielle FAA (30,6%) enn copepodene (24,3%), mens andelen essensielle FAA i *Artemia* (10,0-15,6%) var nær halvparten av det som ble funnet i copepodene.

Sammensetningen av FAA gitt som konsentrasjon (nmol/mg tørrvekt) i rotatorier og *Artemia* var også svært forskjellig fra copepodene (Tabell 9). De fire mest vanlige aminosyrene i copepodene utgjorde kun 27,5% i rotatoriene, mens i *Artemia* var denne andelen mellom 44,3 og 54,1% av FAA totalt. De fire vanligste aminosyrene i *Artemia* var i rekkefølge taurin, alanin, prolin og glutaminsyre som til sammen omfattet fra 63,7 til 75,2% av FAA totalt. Alle disse aminosyrene er ikke-essensielle. Arginin var den viktigste essensielle aminosyren i *Artemia* med en andel på 4,8-6,1% av FAA. I rotatorieprøven var de fire mest vanlige aminosyrene i rekkefølge serin, glutaminsyre, arginin og tyrosin med en samlet andel på 44,3% av FAA. Glycin og alanin var også vanlig med henholdsvis 7,1 og 7,2% av FAA.

Conceição *et al.* (1997) foreslo at taurin (eller forløperene methionin og cystein) kan være begrensende for vekst hos piggvarlarver som føres med *Artemia*. Taurin er den nest vanligste FAA i copepoder, og er også tilstede i betydelige mengder i *Artemia*, selv om konsentrasjonen er en del lavere (ca 70% av konsentrasjonen i copepoder). I rotatorieprøven er imidlertid konsentrasjonen av taurin minimal i forhold til copepodene (Tabell 9). Forløperene til taurin, methionin og cystein, finnes i svært lave konsentrasjoner eller er fraværende i copepoder, rotatorier og *Artemia*. Conceição *et al.* (1997) antydte også at leucin kan være begrensende for piggvarlarvers vekst grunnet lav forekomst av denne aminosyren i FAA hos byttedyrene. Både i copepodene, rotatoriene og *Artemia* var konsentrasjonen av leucin i FAA svært lav, mens blant aminosyrene bundet i proteinet (PAA) var leucin svært vanlig hos alle tre fôrorganismene. Konsentrasjonen av leucin i PAA var høyest i copepodene (Tabell 12).

5.6 Protein og hydrolyserte aminosyrer

Taurin finnes ikke i hydrolysert protein, men er derimot vanlig i FAA. Hydrolyse ble derfor utført på samme prøve som FAA var ekstrahert ut fra. Dette hindrer at FAA-taurin dukker opp som hydrolysert protein. Totalprotein ble bestemt etter metode av Lowry *et al.* (1951), modifisert av Rutter (1967) for mikroanalyse. Bovine serum albumin ble brukt som standard protein.

Resultatene fra proteinanalysen er gitt i Tabell 11 sammen med en oppsummering for sammensetningen av hydrolyserte aminosyrer fra protein (PAA). Proteinanalysen viser stor forskjell mellom de to årene (gjennomsnittlig 383 og 565 µg/mg tørrvekt i henholdsvis 2000 og 2001). Denne forskjellen kan ikke uten videre forklares sett i lys av kalkulerte verdier for protein fra PAA som er relativt like de to årene (444 og 413 µg/mg tørrvekt, tilsvarende 44,4 og 41,3% av tørrvekten). Samsvaret mellom innhold av protein (µg protein/mg tørrvekt) og det totale innhold av PAA (i µg/mg tørrvekt) er meget godt både for rotatorier (henholdsvis 243 vs 248) og *Artemia* (hhv i snitt 308 vs 313). Det kan derfor ikke utelukkes at Bovine serum albumin er uoptimal som proteinstandard for copepoder.

Andelen essensielle aminosyrer i PAA basert på konsentrasjon hos copepodene var relativt like mellom de to årene (40,4 og 41,3%). Variasjonen i materialet er også liten, og protein, totalmengde PAA og andeler av essensielle og ikke-essensielle PAA endret seg svært lite gjennom sesongene.

De enkelte aminosyrene i PAA (Tabell 12 og 13) viste også liten variasjon slik at sammensetningen av PAA så ut til å være ganske stabil gjennom sesongene. Ved analyse av tryptophan i PAA var det metodiske problemer gjennom hydrolyseringen. Tryptophan oksyderes lett og må derfor ha det helt oksygenfritt, noe som er svært vanskelig. Tryptophan viser derfor stor variasjon og er utelatt i beregningene. Normalt utgjør tryptophan ca. 1% av totalt protein. Basert på konsentrasjon (nmol/mg tørrvekt) var de fem mest vanlige PAA i copepodene fra Svartatjern glutaminsyre/glutamin (13,4-13,9%), alanin (10,4-11,2%), asparbinsyre/asparbin (9,9-11,4%), glycin (9,4-10,6%) og leucin (8,4-8,5%). Prosent angir her gjennomsnittlig andel av PAA totalt for de to årene, og kun leucin er essensiell av disse fem. Til sammen utgjør disse fem aminosyrene 54,0 og 53,1% av den totale PAA konsentrasjonen i henholdsvis 2000 og 2001.

Rotatorier og *Artemia* hadde lavere nivå av protein og PAA enn copepoder (Tabell 11). Basert på vekt var PAA for rotatoriene nede i 24,8% av tørrvekt, mens *Artemia* var mellom 27,7 og 36,8%. Andel av essensielle PAA var på samme nivå som for copepoder. I rotatorier og *Artemia* var de samme fem aminosyrene som hos copepodene mest vanlig i PAA. I rotatoriene utgjorde disse samlet 53,6%, mens i *Artemia* omfattet de i gjennomsnitt 50,4% av totalt PAA gitt som nmol/mg tørrvekt. Disse andelene er svært lik det som ble funnet i copepodene.

5.7 Pigmenter

Det ble ikke funnet detekterbare mengder med β -karoten i copepodene, rotatoriene eller *Artemia*-prøvene (Tabell 14).

Astaxanthin er et naturlig forekommende pigment i en del alger (euglenoider og grønnalger) som har sterke antioksydative egenskaper. Astaxanthin hindrer dannelse av frie radikaler og beskytter mot oksydasjon av lipider, inklusive oksydasjon av cellemembraner. Astaxanthin forekom i høye konsentrasjoner i copepodene (gjennomsnittlig 627 og 748 µg/g tørrvekt i henholdsvis 2000 og 2001, Tabell 14). Variasjonen i astaxanthin var størst i 2001, med en kraftig økning i november og

desember opp til 1373 $\mu\text{g/g}$ tørrvekt. Rotatoriene inneholdt lite astaxanthin (24 $\mu\text{g/g}$ tørrvekt), mens *Artemia* ikke hadde astaxanthin i det hele tatt. Derimot inneholdt *Artemia* mye cantaxanthin (654-752 $\mu\text{g/g}$ tørrvekt). I 2000 ble det observert tre uidentifiserte pigmenter av størrelsesorden 5-10% av nivået til astaxanthin.

5.8 Vitaminer

Resultatene fra vitaminanalysene er gitt i Tabell 14. Under analyseringen av copepodene ble det operert med to nivåer for deteksjon av vitaminene: deteksjonsgrense og bestemmelsesgrense. Deteksjonsgrense er nedre grense for i det hele tatt å kunne detektere tilstedeværelse av et vitamin (forholdet signal/støy = 3). Verdier under denne grensen er merket med ID i Tabell 14. Deteksjonsgrensen utgjør følgende verdier (beregnet relativt til tørrvekt med en tørrstoffandel på 15,1%):

Vitamin	Deteksjonsgrense ($\mu\text{g/g}$ tørrvekt)	Bestemmelsesgrense ($\mu\text{g/g}$ tørrvekt)
A (Retinol)	0,053	0,185
D ₃ (Kolekalsiferol)	0,040	0,132
E (tokoferol*)	0,073	0,252
B ₁ (Thiamin)	0,13	1,32
B ₂ (Riboflavin)	8,4	28,5
C (askorbinsyre)	2,3	7,3

* består av α -, β -, γ - og δ -tokoferol. α -tokoferol dominerer fullstendig og grenseverdiene for vitamin E er gitt for denne komponenten.

Bestemmelsesgrensen er laveste konsentrasjon av et vitamin satt for å kunne bestemme et sikkert nivå av vitaminet (forholdet signal/støy = 10). Det er derfor knyttet stor usikkerhet til verdier i Tabell 14 som befinner seg mellom deteksjonsgrensen og bestemmelsesgrensen.

Generelt var det liten forskjell i de gjennomsnittlige vitaminverdiene mellom de to årene. Gjennom sesongene var det imidlertid en del variasjon, særlig for vitamin C og E. Blant de vannløslige vitaminene ble B₁ og C funnet i mengder som var godt over bestemmelsesgrensen, med unntak av den første copepodprøven i 2000 som var under deteksjonsgrensen for vitamin C. Verdiene for vitamin B₂ ble funnet å være svært nær bestemmelsesgrensen.

Blant de fettløselige vitaminene ble ikke vitamin D₃ påvist i det hele tatt. Vitamin A (retinol) fantes i svært lave konsentrasjoner i området rundt bestemmelsesgrensen (2000) eller deteksjonsgrensen (2001). Retinol i copepoder ser derfor ikke ut til å være en viktig kilde til vitamin A for fiskelarver. Vitamin E var dominert av α -tokoferol (90-100%), og flere av de andre komponentene i vitamin E (β -, γ - og δ - tokoferol) var vanligvis under deteksjonsgrensen.

Rotatorieprøven var karakterisert ved høyere innhold av vitamin B₁ og halvparten så mye vitamin C som gjennomsnittet for copepodprøvene. Videre ble det funnet vitamin D₃, mens vitamin E var fem ganger så høyt som i copepodprøvene. Dette har trolig sammenheng med at rotatoriene anrikes med lipider tilsatt vitamin E som anti-

oksydant. Det samme var tilfellet for *Artemia* som også hadde betydelig høyere nivåer av vitamin E enn i copepodene. *Artemia* var med ett unntak også karakterisert ved lavere nivå av vitamin C enn i copepodene, og i motsetning til rotatoriene var det vitamin B₂ som var høyere enn i copepodene.

5.9 Antall, størrelse, tørrstoff, og aske

Copepodene fra Svartatjern var større i 2000 enn i 2001 (Tabell 15). Antall individer per mg tørrvekt var derfor lavere i 2000. Tørrstoffinnhold (14,9 og 15,3%, målt på prøver frysetørket i 3 døgn) og andel aske (10,3 og 10,5% av tørrvekt, målt etter gløding ved 550°C i ett døgn) var ikke forskjellig mellom de to årene. Naupliene var ikke særlig forskjellig fra de eldre copepodstadiene, mens rotatorier og særlig *Artemia* hadde lavere tørrstoffinnhold. Andel aske i rotatorier og *Artemia* var forholdsvis likt med copepodene.

5.10 Hormoner

Analyse av cortisol og thyroxin (T₄) ble forsøkt på copepodprøvene. Det ble funnet detekterbare mengder av disse hormonene i copepodene, men grunnet problemer med ekstraksjon samt stor variasjon mellom parallelle prøver, var det klart at det måtte utføres et betydelig arbeid i metodeutvikling for analyse av hormoner i copepoder. Dette arbeidet kunne ikke gjennomføres innenfor de økonomiske rammene til prosjektet. De foreløpige resultatene for cortisol og thyroxin i copepodeprøvene er derfor for usikre til å kunne offentliggjøres.

5.11 Det "ideelle" larvefôr?

Ut fra det samlede analyse materialet kan det trekkes noen linjer mot det "ideelle" larvefôr. Dette må allikevel gjøres med forsiktighet, fordi det kan være essensielle næringskomponenter som kun trengs i små mengder. Slike komponenter blir gjerne lett oversett til fordel for mer vanlig forekommende næringsstoffene når et analyser fra et prøvemateriale skal vurderes. Det er i tillegg vanskelig å vurdere viktigheten av gjennomgående trekk ved analyseresultatene, fordi man gjerne ikke vet hvor viktig en dominerende komponent vil være for fiskelarver.

Likevel synes det klart at et larvefôr bør inneholde en begrenset mengde fett (10-15% av tørrvekt) som domineres av polart lipid (ca 60% av totalt lipid). Videre bør det være en høy andel 16:0 (ca 15%), EPA (ca. 15%) og DHA (ca. 30%). Andel av ARA bør være lav (ca. 1%).

Larvefôret bør inneholde minst 5% frie aminosyrer på vektbasis, dominert av glycin, arginin, og taurin ut fra aminosyrekonsentrasjon. De essensielle aminosyrene bør utgjøre 20-25% de frie aminosyrene basert på konsentrasjon. I proteinet bør andelen essensielle aminosyrer være ca 40%, og proteinet bør være dominert av glycin, alanin, glutaminsyre/glutamin, asparbinsyre/aspargin og leucin.

Larvefôret bør inneholde en høy andel pigment i form av astaxanthin (500-700µg per

gram tørrvekt). Av vitaminer bør fôret inneholde 400-500µg vitamin C og ca 100 µg vitamin E per gram tørrvekt.

Dette forslaget er basert på de store linjene i materialet, og i forhold til rotatorier og *Artemia* er det betydelige forskjeller.

6 RESULTATFORMIDLING

Det har vært stor etterspørsel etter resultatene fra prosjektet. Resultatene har så langt vært presentert på postere og foredrag (se nedenfor), og i direkte kommunikasjon med forskere og næringsaktører. Disse omfatter både yngel- og fôrprodusenter. Denne sluttrapporten vil være et viktig bidrag i resultatformidlingen da den vil legges ut på Havforskningsinstituttets internettsider. Data er satt opp som tabeller for å gjøre dem spesielt tilgjengelige for fôrprodusenter som etterspør detaljer i materialet.

Foredrag:

VAN DER MEEREN, T. (2002). Nutritional requirements in fish larvae based on data from copepods. *Selection of endemic species for marine aquaculture, and start-feeding of larvae, Seminar ved Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP), Havana, Cuba, 3 desember 2002.*

VAN DER MEEREN, T. (2002). Yngeloppdrett av torsk. *Foredrag på Torskeyngelmøte, Scandic Hotel, Bergen, 30 september-1 oktober, 2002.*

Postere:

VAN DER MEEREN, T., FYHN, H.J., PICKOVA, J., HAMRE, K., OLSEN, R.E., EVJEN, M.S. and LIGNELL, M. (2001). Biochemical composition of copepods: seasonal variation in lagoon-reared zooplankton (Abstract). *In* Hendry, C.I., van Stappen, G., Wille, M. and Sorgeloos, P. (Eds). Larvi'01 - Fish & crustacean larviculture symposium. Gent, Belgium, September 3-6. *European Aquaculture Society, Special publication No.30: 614-615.*

VAN DER MEEREN, T., FYHN, H.J., PICKOVA, J., HAMRE, K., OLSEN, R.E., EVJEN, M.S. and LIGNELL, M. (2002). Biochemical composition of copepods: seasonal variation in lagoon-reared zooplankton. *Poster på Programkonferanse Havbruk og Villaks 2002, Norges Forskningsråd, Scandic Hotel, Tromsø, 16-18 september 2002.*

7 TAKK

Det har vært mange aktører involvert i prosjektet. Foruten samarbeidspartnerene ved de ulike laboratoriene som har analysert materialet (Hans Jørgen Fyhn - UiB, Rolf Erik Olsen - HI og Kristin Hamre - NIFES), vil jeg rette en spesiell takk til følgende personer som har bidratt på analysesiden:

Jana Pickova (Department of Food Science, Universitetet i Uppsala, Sverige)
 Maria Sula Evjen (Zoologisk institutt, Universitet i Bergen)
 Live Skjelhaugen (Havforskningsinstituttet)
 Martin Lignell (tidligere Havforskningsinstituttet)
 Vibecke Asphaug (NIFES)

8 REFERANSER

- Appelby, C. 1996. Mulige parasittproblem i kveiteoppdrett. *Norsk Fiskeoppdrett* 21 (20A): 44-45.
- Bristow, G.A. 1990. Dødelighet hos kveitelarver og yngel i startfôringsfasen. *Norsk Fiskeoppdrett* 15 (15): 40-43.
- Conceição, L., van der Meeren, T., Verreth, J.A.J., Evjen, M.S., Houlihan, D.F., & Fyhn, H.J. 1997. Amino acid metabolism and protein turnover in larval turbot (*Scophthalmus maximus*) fed natural zooplankton or Artemia. *Marine Biology* 129: 255-265.
- Coutteau, P., Geurden, I., Camara, M.R., Bergot, P., & Sorgeloos, P. 1997. Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture. *Aquaculture* 155: 149-164.
- Evjemo, J.O. & Olsen, Y. 1997. Lipid and fatty acid content in cultivated live feed organisms compared to marine copepods. *Hydrobiologia* 358 (1-3): 159-162.
- Fraser, A.J. & Sargent J.R. 1989. Formation and transfer of fatty acids in an enclosed marine food chain comprising phytoplankton, zooplankton and herring (*Clupea harengus* L.) larvae. *Marine Chemistry* 27: 1-18.
- Fyhn, H.J., Finn, R.N., Helland, S., Rønnestad, I. & Lømsland, E.R. (1993) Nutritional value of phyto- and zooplankton as live food for marine fish larvae. In Reinertsen, H., Dahle, L.A., Jørgensen, K., and Tvinnereim, K. (eds). *Fish farming technology*. Balkema, Rotterdam. pp121-126.
- Fyhn, H.J., Rønnestad, I., & Berg, L. 1995. Variation in free and proteinic amino acids of marine copepods during the spring bloom. In Lavens, P., Jaspers, E., and Roelants, I. (eds). *Larvi'95 - Fish & shellfish larviculture symposium. Gent, Belgium, September 3-7*. European Aquaculture Society, Special publication No., 24: 321-324.
- Gatten, R.R., Sargent, J.R., & Gamble, J.C. 1983. Diet-induced changes in fatty acid composition of herring larvae reared in enclosed ecosystem. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 63: 575-584.
- Graeve, M., Kattner, G., & Hagen, W. 1994. Diet-induced changes in the fatty-acid composition of arctic herbivorous copepods - experimental-evidence of trophic markers. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 182 (1): 97-110.
- Grotmol, S., Totland, G.K., Kvellestad, A., Fjell, K., & Olsen, A.B. 1995. Mass mortality of larval and juvenile hatchery-reared halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) associated with the presence of virus-like particles in vacuolated lesions in the central nervous system and retina. *Bull. Eur. Ass. Fish. Pathol.* 15 (5): 176-180.
- Helland, S., Terjesen, B.F., & Berg, L. 2003. Free amino acid and protein content in the planktonic copepod *Temora longicornis* compared to *Artemia franciscana*. *Aquaculture* 215: 213-228.
- Kanazawa, A. 1993. Nutritional mechanisms involved in the occurrence of abnormal pigmentation in hatchery-reared flatfish. *Journal of the World Aquaculture Society* 24: 162-166.
- Lam, T.J. 1994. Hormones and egg/larval quality in fish. *Journal of the World Aquaculture Society* 25 (1): 2-12.
- Lowry O.H., Rosenbrough N.J., Farr A.L. and Randall R.J. 1951. Protein measurement with the foilin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
- Klungsoyr, J., Tilseth, S., Wilhelmsen, S., Falk-Petersen, S., & Sargent, J.R. 1989. Fatty acid composition as an indicator of food intake in cod larvae *Gadus morhua* from Lofoten, Northern Norway. *Marine Biology* 102: 183-188.
- Merchie, G., Lavens, P., & Sorgeloos, P. 1997. Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae: a review. *Aquaculture* 155: 165-181.
- Naas, K.E., van der Meeren, T., & Aksnes, D.L. 1991. Plankton succession and responses to manipulations in a marine basin for larval fish rearing. *Marine Ecology Progress Series* 74: 161-173.
- Nakamura, K., Iida, H., & Nakano, H. 1986. Riboflavin in the skin of albinic flatfish *Liopsetta obscura*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish./Nissuishi* 52 (12): 2207.

- Norsker, N.-H. & Støttrup, J.G. 1994. The importance of dietary HUFAs for fecundity and HUFA content in the harpacticoid, *Tisbe holothuriae* Humes. *Aquaculture* 125: 155-166.
- Næss, T. 1996. Benthic resting eggs of calanoid copepods in Norwegian enclosures used in mariculture: abundance, species composition and hatching. *Hydrobiologia* 320: 161-168.
- Næss, T., Germain-Henry, M., & Naas, K.E. 1995. First feeding of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) using different combinations of *Artemia* or wild zooplankton. *Aquaculture* 130: 235-250.
- Olsen, R.E., Henderson, R.J., & Pedersen, T. 1991. The influence of dietary lipid classes on the fatty acid composition of small cod *Gadus morhua* L. juveniles reared in an enclosure in northern Norway. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 148: 59-76.
- Reitan, K.I., Rainuzzo, J.R., & Olsen, Y. 1994. Influence of lipid composition of live feed on growth, survival and pigmentation of turbot larvae. *Aquaculture International* 2 (1): 33-48.
- Rutter W.J. 1967. Protein determination in embryos. Pp 671-684 In: Witt F.H., Wessels N.K. (eds) *Methods in Developmental Biology*, Crowell Co., New York.
- Kanazawa, A. 1993. Nutritional mechanisms involved in the occurrence of abnormal pigmentation in hatchery-reared flatfish. *Journal of the World Aquaculture Society* 24: 162-166.
- Rønnestad, I., Thorsen, A., & Finn, R.N. 1999. Fish larval nutrition: a review of recent advances in the roles of amino acids. *Aquaculture* 177: 201-216.
- Sargent, J.R. & Henderson, R.J. 1986. Lipids. In Corner, E. D. S. & O'Hara, S. C. M. (eds). *The biological chemistry of marine copepods*. Oxford University Press, Oxford.: 59-108.
- Sargent, J., Bell, G., McEvoy, L., Tocher, D., & Estevez, A. 1999. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. *Aquaculture* 177: 191-199.
- Seikai, T. 1985. Reduction in occurrence frequency of albinism in juvenile flounder *Paralichthys olivaceus* hatchery-reared on wild zooplankton. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish./Nissuishi* 51 (8): 1261-1267.
- van der Meeren, T., Klungsoyr, J., Wilhelmsen, S., & Kvenseth, P.G. 1993. Fatty acid composition of unfed cod larvae *Gadus morhua* L. and cod larvae feeding on natural plankton in large enclosures. *Journal of the World Aquaculture Society* 24 (2): 167-185.
- Venizelos, A. & Benetti, D.D. 1999. Pigmentation abnormalities in flatfish. *Aquaculture* 176: 181-188.
- Wan, L.S.C., Heng, P.W.S., Chan, L.W., Lee, C.C., Ho, E.K., Ngoh, W.K., Walford, J., & Lam, T.J. 1997. Effect of feeding with microspheres containing thyroid hormone on larval growth and development in tilapia, *Oreochromis mossambicus*, and on larval growth in seabass, *Lates calcarifer*. *Journal of Aquaculture in the Tropics* 12 (3): 191-199.
- Wang-Andersen, J. 1995. Fettsyre- og fettalkoholsammensetningen i marine copepoder. Hovedfagsoppgave (Upublisert), Kjemisk Institutt, Universitetet i Bergen. 105 pp.
- Watanabe, T., Kitajima, C., & Fujita, S. 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: A review. *Aquaculture* 34: 115-143.
- Witt, U., Quantz, G., Kuhlmann, D., & Kattner, G. 1984. Survival and growth of turbot larvae *Scophthalmus maximus* L. reared on different food organisms with special regard to long-chain polyunsaturated fatty acids. *Aquacultural engineering* 3: 177-190.

Tabell 1. Mengde alger og protozoer (celler/ μl) i Svartatjern gjennom sesongene i 2000 og 2001 (se kap. 5.1 for dominerende algearter). Middelerverdi (X), standardavvik (SD) og variasjonskoeffisient (CV) og tømning av Svartatjern (stiplet linje) er angitt.

Abundances of phytoplankton and protozoans (cells/ μl) in the lagoon "Svartatjern" through the seasons of 2000 and 2001. Mean (X), standard deviation (SD) and coefficient of variation (CV) is given for each group and year. Dotted line denotes draining of Svartatjern.

Dato:	Prøvenr:	Diatoméer	Dinoflagellater	Flagellater & Monader	Protozoer (ciliater)	Alger totalt
26.5-00	1	19,8	1,1	163	0,10	184
31.5-00	2	4,0	1,0	121	0,03	126
5.6-00	3	3,6	0,6	184	0,06	188
9.6-00	4	3,4	0,6	83	0,09	87
14.6-00	5	2,6	0,6	174	0,06	177
19.6-00	6	3,0	0,6	378	0,07	381
23.6-00	7	3,7	0,9	213	0,01	218
28.6-00	8	2,3	2,2	209	0,02	213
3.7-00	9	1,4	1,7	126	0,04	130
7.7-00	10	1,6	2,9	208	0,00	212
8.8-00	11	1,6	0,2	106	0,00	108
14.8-00	12	0,3	0,1	99	0,01	100
18.8-00	13	0,1	0,0	138	0,00	138
23.8-00	14	0,4	0,2	273	0,01	274
28.8-00	15	0,7	0,2	242	0,00	243
1.9-00	16	0,5	0,0	195	0,01	195
6.9-00	17	0,6	0,0	291	0,02	292
11.9-00	18	0,4	0,1	309	0,01	310
14.9-00	19	0,4	0,4	216	0,01	217
19.9-00	20	0,0	0,2	163	0,06	164
22.9-00	21	1,7	0,0	139	0,09	141
27.9-00	22	11,3	0,0	183	0,39	194
2.10-00	23	8,0	0,1	71	0,61	79
6.10-00	24	4,9	0,2	27	0,00	32
11.10-00	25	2,7	1,3	49	0,00	53
16.10-00	26	32,9	2,5	63	0,06	98
20.10-00	27	95,0	2,0	75	0,04	171
25.10-00	28	63,8	1,1	21	0,00	86
30.10-00	29	8,2	0,7	35	0,00	44
3.11-00	30	2,1	1,1	29	0,00	32
X:		9,4	0,7	153	0,06	163
SD:		20,6	0,8	91	0,13	86
CV (%):		220,0	107,4	59,7	211,0	52,6

Dato:	Prøvenr:	Diatoméer	Dinoflagellater	Flagellater & Monader	Protozoer (ciliater)	Alger totalt
19.4-01	1	0,2	0,1	64	0,00	64
26.4-01	2	0,0	0,0	104	0,00	104
3.5-01	3	0,1	0,6	208	0,00	208
10.5-01	4	0,0	1,2	64	0,00	66
18.5-01	5	9,5	0,2	33	0,11	43
14.6-01	6	0,6	5,8	260	0,16	266
21.6-01	7	2,8	0,1	158	0,06	161
20.7-01	8	21,1	0,8	65	0,00	87
27.7-01	9	9,6	0,1	99	0,00	108
3.8-01	10	0,2	0,4	116	0,00	117
9.8-01	11	3,1	0,8	168	0,00	171
17.8-01	12	9,5	0,3	134	0,00	144
24.8-01	13	10,6	0,4	152	0,09	163
31.8-01	14	7,4	0,3	269	0,19	277
10.9-01	15	28,4	0,1	167	0,00	196
17.9-01	16	26,9	0,1	227	0,06	254
24.9-01	17	36,6	0,1	237	0,00	274
3.10-01	18	16,3	0,3	69	0,00	85
15.10-01	19	50,7	0,2	49	0,04	99
22.10-01	20	8,0	0,1	79	0,04	87
29.10-01	21	1,7	0,0	61	0,00	63
7.11-01	22	0,3	0,0	13	0,00	13
14.11-01	23	0,1	0,0	6	0,00	6
21.11-01	24	0,1	0,0	12	0,00	12
28.11-01	25	0,0	0,0	6	0,01	6
5.12-01	26	0,0	0,0	1	0,00	1
X:		9,4	0,5	108	0,03	118
SD:		13,2	1,1	83	0,05	87
CV (%):		141,2	239,5	76,5	176,4	73,8

Tabell 2. Relativ sammensetning av copepoder (%) i prøvene fra Svartatjern for 2000. Stiplet linje angir tømming av Svartatjern.
Relative composition of copepods (%) in the samples from the lagoon "Svartatjern" in 2000. Dotted line denotes draining of Svartatjern.

Dato:	Copepoder												Cladocerer		
	<i>Eurytemora affinis</i>				<i>Centropages hamatus</i>				<i>Acartia grani</i>				Andre	Sum totalt	<i>Podon</i> sp.
	CI-III	CIV-V	CVI	Sum	CI-III	CIV-V	CVI	Sum	CI-III	CIV-V	CVI	Sum			
26.05-00	0	3,1	30,7	33,8	0	2,4	44,9	47,3	5,5	6,3	1,6	13,4	2,4	96,9	3,1
31.05-00	0	0	7,4	7,4	1,3	28,9	34,2	64,4	2	2	20,2	24,2	1,3	97,3	2,7
5.06-00	0	0	0	0	0	6,7	78,3	85	0	0	10,5	10,5	1,5	97	3
9.06-00	0	0	0	0	0	0,8	79,4	80,2	0	0	19	19	0,8	100	0
14.06-00	0	0	0	0	0	0	74,6	74,6	0	0	25,4	25,4	0	100	0
19.06-00	0	0	0,8	0,8	0	1,6	74,8	76,4	0	0	22,8	22,8	0	100	0
23.06-00	0	0	0	0	0	0,4	88,1	88,5	0,4	0,4	10,3	11,1	0,4	100	0
28.06-00	0	0	0	0	0	0,7	88,1	88,8	0	0	11,2	11,2	0	100	0
3.07-00	0	0	0	0	0,4	1,7	80,7	82,8	0,4	1,7	15,1	17,2	0	100	0
7.07-00	0	0	0	0	1,1	1,9	51,5	54,5	2,3	14,3	28,9	45,5	0	100	0
8.08-00	0	0	0	0	0	0	0	0	14,1	74,7	11,2	100	0	100	0
14.08-00	0	0	0	0	0	1,1	1,1	2,2	0,8	25,7	71,3	97,8	0	100	0
18.08-00	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8	38,2	57,6	99,6	0,4	100	0
23.08-00	0	0	1,7	1,7	0	0,4	1,2	1,6	0,8	25,3	70,6	96,7	0	100	0
28.08-00	0	0,4	1,5	1,9	0	0,4	7,3	7,7	3,3	16,1	70,6	90	0,4	100	0
1.09-00	0	0,4	1,7	2,1	0	0	10,9	10,9	2,9	21,3	58,9	83,1	0	96,1	3,9
6.09-00	0	0	1,2	1,2	0	0,8	13,1	13,9	0	13,9	57,5	71,4	0,4	86,9	13,1
11.09-00	0	0	0	0	0	0,3	21,5	21,8	0	1,4	69,2	70,6	0	92,4	7,6
14.09-00	0	0	0,5	0,5	0	1,1	20	21,1	0	0,5	71,6	72,1	0,5	94,2	5,8
19.09-00	0	0	0	0	0	0	13,3	13,3	0	0	85,8	85,8	0	99,1	0,9
22.09-00	0	0	0,5	0,5	6,5	1,5	13,6	21,6	0	0	76,9	76,9	0	99	1
27.09-00	0	1,1	5,2	6,3	10,4	22,3	20,8	53,5	0	0	39,4	39,4	0,4	99,6	0,4
2.10-00	0	0	6,5	6,5	9,2	32	25,3	66,5	0,7	9,9	16,4	27	0	100	0
6.10-00	0	0,4	10,9	11,3	8,4	33,9	37,6	79,9	0,4	5,1	3,3	8,8	0	100	0
11.10-00	0	1,5	13,4	14,9	1,5	24,9	52,2	78,6	0	3,5	3	6,5	0	100	0
16.10-00	0,3	3	13,8	17,1	2	8,7	67,2	77,9	0	1	4	5	0	100	0
20.10-00	0,5	6,8	23,2	30,5	1,8	8,2	59	69	0	0	0,5	0,5	0	100	0
25.10-00	0,9	4,2	11,7	16,8	2,8	19,3	59,7	81,8	0	0	1,4	1,4	0	100	0
30.10-00	0	3,6	26,3	29,9	2,6	29,9	36,6	69,1	0	0	1	1	0	100	0
3.11-00	0,5	1,1	13,2	14,8	5,5	30,8	47,3	83,6	0	0	1,6	1,6	0	100	0
X:	0,1	0,9	5,7	6,6	1,8	8,7	40,1	50,6	1,2	8,7	31,2	41,2	0,3	98,6	1,4
SD:	0,2	1,6	8,6	10,1	3,0	12,2	29,5	32,9	2,8	15,9	29,0	36,7	0,6	2,9	2,9
CV (%):	282	193	151	153	170	140	74	65	225	183	93	89	196	3	212

Tabell 4. Totalt lipid og lipidklasser (% av totalt lipid) i copepoder fra Svartatjern 2000, samt rotatorier og *Artemia* (se avsnitt 5.3). Stiplet linje angir tømning av Svartatjern. TV: Tørrvekt, SE: sterol ester, WE: voksester, TAG: triacylglyserol, FFA: Frie fettsyrer, C: Cholesterol, MGDG: Monogalactocider, CB: Cerebrocider, DGDG: Digalactocider, SL: Sulfolipid, PE: Phosphatidyl-ethanolamin, CL: Cardiolipin, PG: Phosphatidyl-glycerol, PI: Phosphatidyl-inositol, PS: Phosphatidyl-serin, PC: Phosphatidyl-cholin, LPC: Lysophosphatidyl-cholin, SM: Sphingomyelin. *Total lipid and lipid classes (% of total lipid) in rotifers, Artemia and copepods from Svartatjern in 2000. Dotted line is draining of Svartatjern.*

Dato:	Totaltlipid (µg/mg TV)	Nøytrale lipider								Polare lipider								
		SE WE	TAG	FFA	C	MGDG CB	DGDG SL	Sum TAG+C	Sum nøytrale	PE	CL	PG	PI	PS	PC	LPC SM	Sum PE+PC	Sum polare
26.05-00	129	0	12,5	5,4	17,2	0	2,5	29,6	37,5	16,4	7,5	2,5	4,5	5,4	18,6	7,5	35,0	62,5
31.05-00	100	0	33,0	4,9	11,1	1,2	1,1	44,1	51,3	15,1	7,6	1,2	3,0	4,2	14,4	3,2	29,4	48,7
5.06-00	69	0	9,3	4,2	14,7	1,3	1,1	24,0	30,6	20,9	12,6	1,4	4,9	7,2	16,7	5,7	37,6	69,4
9.06-00	225	0	20,1	5,5	19,8	1,7	0,7	40,0	47,9	13,6	4,4	5,6	4,5	4,4	15,8	3,9	29,4	52,1
14.06-00	84	0	14,9	2,3	15,8	1,8	1,4	30,7	36,1	17,1	5,2	1,8	9,3	5,1	19,5	5,9	36,5	63,9
19.06-00	82	0	11,6	5,1	16,2	0,6	2,0	27,8	35,5	17,8	8,8	2,9	3,5	6,5	17,3	7,6	35,1	64,5
23.06-00	77	0	15,8	4,5	19,6	1,5	0,8	35,5	42,3	15,1	3,4	8,3	3,3	5,5	16,8	5,3	31,9	57,7
28.06-00	86	0,8	18,5	4,5	18,1	0,6	0,5	36,6	43,0	14,7	9,9	1,1	2,8	4,9	18,1	5,5	32,8	57,0
3.07-00	97	0	24,5	3,7	13,2	0,4	1,0	37,7	42,7	14,4	8,8	1,2	3,4	5,0	18,7	5,8	33,2	57,3
7.07-00	111	0	30,0	1,9	11,5	1,0	1,5	41,5	45,8	16,7	3,7	0,4	2,7	4,2	22,4	4,1	39,0	54,2
8.08-00	149	0	49,6	1,0	7,5	0	2,0	57,1	60,1	12,9	2,8	0,3	1,8	2,7	16,6	2,9	29,4	39,9
14.08-00	90	3,1	26,0	1,8	13,7	1,4	1,3	39,7	47,2	15,5	3,1	1,1	2,2	4,0	22,0	4,8	37,5	52,8
18.08-00	82	3,0	7,6	4,3	14,3	1,7	1,7	21,9	32,7	22,8	6,1	3,4	3,7	7,1	18,0	6,2	40,8	67,3
23.08-00	70	1,3	11,3	3,9	14,9	2,1	3,3	26,2	36,8	21,8	5,8	1,3	4,1	7,3	18,2	4,7	40,0	63,2
28.08-00	97	2,4	7,5	3,9	15,7	2,2	2,3	23,2	34,1	22,0	5,4	3,8	3,8	6,6	19,9	4,3	41,9	65,9
1.09-00	83	0,6	14,3	1,9	15,0	1,7	2,3	29,3	35,8	23,7	5,6	1,9	3,8	5,8	19,2	4,1	42,9	64,2
6.09-00	101	0,9	13,2	1,7	11,9	2,1	1,2	25,1	30,9	22,6	5,1	0,7	4,4	7,4	24,3	4,6	46,9	69,1
11.09-00	79	4,1	8,6	2,8	13,7	2,5	3,3	22,3	35,0	20,7	6,4	1,8	4,2	7,0	20,2	4,7	40,9	65,0
14.09-00	115	1,3	6,5	2,4	13,8	2,6	2,9	20,3	29,5	22,1	4,1	0,9	4,7	7,4	25,0	6,3	47,1	70,5
19.09-00	142	2,2	11,7	1,9	12,7	2,1	1,8	24,4	32,3	23,7	5,8	1,9	3,8	5,8	22,9	3,7	46,7	67,7
22.09-00	101	2,1	14,9	3,9	12,6	1,5	3,8	27,5	38,9	23,8	5,4	2,3	3,7	5,1	17,6	3,2	41,4	61,1
27.09-00	150	3,2	26,2	2,1	11,1	1,4	1,6	37,3	45,6	20,8	5,0	1,8	3,5	4,4	16,2	2,8	37,0	54,4
2.10-00	121	2,8	34,2	2,0	9,6	1,6	2,0	43,9	52,2	17,6	3,9	0,8	2,5	3,6	16,7	2,6	34,2	47,8
6.10-00	154	2,0	31,5	2,2	10,0	0,3	2,8	41,5	48,8	17,4	4,0	1,6	2,9	4,3	17,4	3,6	34,8	51,2
11.10-00	125	3,3	23,1	3,0	11,7	1,9	2,2	34,9	45,3	19,2	4,0	2,5	2,9	4,1	18,1	3,8	37,4	54,7
16.10-00	79	0,5	30,6	1,4	12,1	1,4	2,9	42,8	49,0	19,7	4,5	0,9	2,7	4,9	14,8	3,5	34,5	51,0
20.10-00	100	0	25,4	0	11,5	1,4	2,8	36,8	41,0	18,3	4,6	0,4	2,6	5,6	21,8	5,7	40,1	59,0
25.10-00	158	2,3	37,8	2,2	10,5	1,7	2,9	48,3	57,3	16,1	3,5	1,3	2,5	3,7	13,4	2,2	29,5	42,7
30.10-00	154	1,5	43,6	2,1	8,5	2,0	2,2	52,0	59,9	13,1	3,1	1,1	2,5	3,9	13,4	2,9	26,5	40,1
3.11-00	127	1,9	44,1	2,3	8,5	1,9	3,3	52,6	62,1	13,4	2,9	0,8	2,1	3,1	12,9	2,7	26,2	37,9
X:	111	1,3	21,9	3,0	13,2	1,5	2,1	35,2	42,9	18,3	5,4	1,9	3,5	5,2	18,2	4,5	36,5	57,1
SD:	35	1,3	12,1	1,4	3,1	0,7	0,9	10,0	9,3	3,5	2,3	1,6	1,4	1,4	3,1	1,4	5,7	9,3
CV (%):	31,4	98,7	55,0	47,9	23,7	47,6	43,0	28,5	21,7	19,4	41,7	86,6	38,6	26,1	17,1	32,4	15,7	16,3
Rotatorier	154	7,5	39,4	4,5	7,5	0,0	1,2	47,0	60,2	13,7	2,0	1,0	6,9	3,5	12,0	0,7	25,7	39,8
<i>Artemia</i> -1	254	0,0	77,1	1,7	5,8	0,0	0,0	82,8	84,6	4,8	0,9	0,2	1,5	1,2	6,5	0,4	11,3	15,4
<i>Artemia</i> -2	249	0,0	71,6	3,6	7,5	0,0	0,0	79,1	82,6	5,7	1,0	0,2	1,7	1,3	7,0	0,5	12,7	17,4
<i>Artemia</i> -3	243	0,6	69,0	2,4	7,6	0,0	0,0	76,6	79,5	6,9	1,2	0,3	2,1	1,7	7,6	0,6	14,5	20,5

Tabell 5. Totalt lipid og lipidklasser (% av totalt lipid) i copepoder fra Svartatjern og Hyltropolen 2001. Stiplet linje angir tømning av Svartatjern. TV: Tørrvekt, SE: sterol ester, WE: voksester, TAG: triacylglyserol, FFA: Frie fettsyrer, C: Cholesterol, MGDG: Monogalactocider, CB: Cerebrocider, DGDG: Digalactocider, SL: Sulfolipid, PE: Phosphatidyl-ethanolamin, CL: Cardiolipin, PG: Phosphatidyl-glycerol, PI: Phosphatidyl-inositol, PS: Phosphatidyl-serin, PC: Phosphatidyl-cholin, LPC: Lysophosphatidyl-cholin, SM: Sphingomyelin.

Total lipid and lipid classes (% of total lipid) in copepods from Svartatjern and Hyltropolen in 2001. Dotted line: draining of Svartatjern.

Dato:	Totaltlipid (µg/mg TV)	Nøytrale lipider								Polare lipider								
		SE WE	TAG	FFA	C	MGDG CB	DGDG SL	Sum TAG+C	Sum nøytrale	PE	CL	PG	PI	PS	PC	LPC SM	Sum PE+PC	Sum polare
<i>Copepoder fra Svartatjern:</i>																		
19.04-01	134	1,5	36,2	3,3	9,1	2,6	1,8	45,4	54,6	14,5	5,3	0,9	2,6	4,0	15,7	2,4	30,2	45,4
26.04-01	97	0,4	34,7	1,5	8,4	2,1	1,2	43,2	48,4	17,6	4,1	0	3,6	5,1	17,7	3,6	35,3	51,6
3.05-01	127	0	41,8	2,3	9,7	1,1	2,7	51,6	57,7	12,4	3,2	1,0	2,8	3,4	15,8	3,7	28,2	42,3
10.05-01	83	0	26,3	2,8	12,8	1,6	1,1	39,1	44,7	16,0	4,1	3,6	3,3	5,5	17,7	5,3	33,6	55,3
18.05-01	135	0	31,9	1,8	12,5	1,0	2,9	44,5	50,2	16,2	4,2	1,0	3,1	4,2	17,7	3,4	33,9	49,8
14.06-01	102	1,9	27,1	2,9	13,8	1,1	1,0	40,9	47,8	16,3	4,2	2,1	4,3	4,7	17,1	3,4	33,5	52,2
21.06-01	80	1,6	23,6	3,6	12,7	1,0	1,1	36,3	43,6	16,6	4,5	2,6	4,5	5,8	17,6	4,8	34,2	56,4
20.07-01	154	1,2	14,2	1,2	8,2	1,4	1,6	22,4	27,9	19,5	5,9	3,3	6,4	8,0	23,4	5,7	42,9	72,1
27.07-01	126	0	17,1	2,7	14,6	2,0	1,7	31,7	38,1	19,5	5,6	1,7	4,1	6,9	18,8	5,3	38,2	61,9
3.08-01	101	1,7	14,6	2,4	11,8	1,8	2,5	26,4	34,8	22,1	6,5	1,2	4,7	7,7	18,7	4,3	40,8	65,2
9.08-01	75	1,6	14,3	2,3	11,8	1,6	2,3	26,1	34,0	22,0	6,4	1,1	4,6	7,8	19,6	4,5	41,5	66,0
17.08-01	109	1,3	17,4	1,1	9,0	2,2	4,0	26,4	34,9	19,6	6,0	1,1	4,2	6,9	21,8	5,4	41,4	65,1
24.08-01	102	1,0	29,5	2,8	10,2	1,0	2,7	39,8	47,3	18,6	5,2	1,0	2,7	5,7	15,8	3,8	34,3	52,7
31.08-01	81	0,9	20,2	2,3	13,0	1,6	2,5	33,2	40,5	20,6	6,2	0	3,7	6,0	18,7	4,3	39,3	59,5
10.09-01	97	0	26,2	2,4	15,0	1,9	3,4	41,2	48,9	17,5	4,6	1,3	3,4	5,0	15,7	3,6	33,3	51,1
17.09-01	151	0,9	25,3	2,2	13,2	1,6	3,6	38,5	46,8	17,9	4,6	1,1	2,9	4,3	18,5	3,9	36,4	53,2
24.09-01	116	0	22,7	0,8	9,9	1,4	3,7	32,6	38,6	22,2	5,9	1,0	3,2	5,1	19,5	4,7	41,6	61,4
3.10-01	96	0	15,2	2,9	12,1	1,9	5,7	27,3	37,7	20,5	6,0	1,4	4,8	6,7	17,5	5,4	38,0	62,3
15.10-01	101	0	22,3	4,3	13,1	1,8	5,3	35,4	46,8	18,9	5,2	1,8	3,2	5,6	14,2	4,2	33,1	53,2
22.10-01	109	0	21,6	4,5	11,4	2,0	4,8	33,0	44,2	17,6	5,3	1,2	5,3	6,2	15,2	5,0	32,8	55,8
29.10-01	111	1,6	5,8	4,4	12,1	4,7	1,4	17,8	29,8	16,4	5,6	1,1	5,2	9,2	24,8	7,9	41,2	70,2
7.11-01	130	0,6	4,7	5,4	16,1	10,4	3,4	20,8	40,6	26,5	8,1	1,5	3,9	7,8	9,8	1,9	36,3	59,4
14.11-01	94	0	7,1	4,8	14,8	5,0	1,9	22,0	33,8	22,0	5,8	1,5	3,9	7,9	19,7	5,4	41,7	66,2
21.11-01	95	3,3	10,6	4,8	15,0	2,1	2,3	25,6	38,1	21,0	5,3	0,9	3,9	5,6	20,9	4,4	41,9	61,9
28.11-01	90	4,5	6,9	5,0	12,8	4,4	1,2	19,8	34,8	23,9	6,7	0,6	4,1	7,0	18,9	4,1	42,7	65,2
5.12-01	112	3,5	7,1	6,0	18,5	5,2	2,2	25,6	42,4	17,7	5,1	0,9	3,6	6,9	17,5	5,7	35,2	57,6
X:	108	1,1	20,2	3,1	12,4	2,5	2,6	32,5	41,8	19,0	5,4	1,3	3,9	6,1	18,0	4,5	37,0	58,2
SD:	21	1,2	10,1	1,4	2,5	2,0	1,3	9,1	7,4	3,1	1,0	0,8	0,9	1,4	3,0	1,2	4,2	7,4
CV (%):	19,6	114,9	49,9	45,5	20,1	81,8	49,9	27,9	17,8	16,2	19,3	61,0	23,0	23,7	16,5	26,8	11,3	12,8
<i>Nauplier fra Svartatjern:</i>																		
19.04-01	99	1,1	29,4	4,9	9,9	1,4	0,8	39,3	47,4	15	5,0	0,6	7,5	5,9	14,9	3,7	29,8	52,6
27.07-01	77	1,2	11,4	1,9	7,4	1,8	2,7	18,8	26,4	23,4	7,1	1,3	5,8	9,3	21,3	5,3	44,7	73,6
10.09-01	82	2,2	5,0	6,5	15,7	4,4	2,9	20,7	36,7	23	6,4	1,0	4,1	7,4	16,8	4,6	39,9	63,3
X:	86	1,5	15,3	4,4	11,0	2,5	2,2	26,3	36,9	20,5	6,1	1,0	5,8	7,5	17,6	4,5	38,1	63,1
SD:	12	0,6	12,6	2,3	4,2	1,6	1,2	11,3	10,5	4,8	1,1	0,3	1,7	1,7	3,3	0,8	7,6	10,5
<i>Hyltropolen:</i>																		
9.05-01	143	15,8	29,4	4,6	10,9	0,9	2,4	40,3	64,0	10,6	1,73	1,01	4,0	3,4	13,3	2,0	23,9	36,0

Tabell 6. Fettsyresammensetning av totalt lipid (%) i copepoder fra Svartatjern 2000. Stiplet linje angir tømning av Svartatjern. SFA: mettede fettsyrer, MUFA: monoumettede fettsyrer, PUFA: polyumettede fettsyrer, EPA: 20:5(n-3), DHA: 22:6(n-3), ARA: 20:4(n-6).

Fatty acid composition of total lipid (%) in copepods from the lagoon Svartatjern in 2000. Dotted line denotes draining of Svartatjern. SFA: saturated fatty acids, MUFA: monounsaturated fatty acids, PUFA: polyunsaturated fatty acids, EPA: 20:5(n-3), DHA: 22:6(n-3), ARA: 20:4(n-6).

Dato:	14:0	16:0	16:1 (n-7)	18:0	18:1 (n-9)	18:1 (n-7)	18:2 (n-6)	18:3 (n-3)	18:4 (n-3)	20:4 (n-6)	20:5 (n-3)	22:6 (n-3)	Andre SFA	Andre MUFA	Andre PUFA	Total SFA	Total MUFA	Total PUFA	(n-3)/ (n-6)	EPA+ DHA	DHA/ EPA	EPA/ ARA
26.05-00	4,3	14,3	2,2	4,0	2,4	2,4	1,7	0,0	1,5	2,0	17,2	36,4	3,0	5,1	3,5	25,6	12,1	62,3	8,2	53,6	2,1	8,8
31.05-00	7,7	14,1	4,7	2,4	1,8	2,8	1,2	0,9	1,4	2,4	17,9	31,6	2,7	3,5	4,7	26,9	12,8	60,2	8,0	49,6	1,8	7,5
5.06-00	3,8	16,9	1,75	4,0	1,9	2,0	1,0	0,7	0,6	1,1	14,9	40,7	3,0	2,8	4,8	27,7	8,4	63,9	12,5	55,6	2,7	13,0
9.06-00	3,4	15,2	4,33	3,0	2,7	2,3	2,1	1,1	1,9	0,8	14,7	36,2	3,1	3,5	5,6	24,7	12,8	62,5	8,0	50,9	2,5	17,6
14.06-00	2,7	14,6	4,6	2,9	2,6	2,7	1,4	1,4	2,0	0,5	15,9	39,4	3,1	2,1	4,2	23,4	11,9	64,7	12,6	55,3	2,5	33,2
19.06-00	4,3	16,7	4,5	2,8	2,7	2,2	1,2	1,8	0,0	1,0	15,5	36,9	2,5	4,4	3,5	26,3	13,8	59,8	9,7	52,4	2,4	15,7
23.06-00	3,2	14,8	3,2	2,8	2,7	2,2	1,4	1,7	1,1	0,0	15,5	41,0	3,2	2,6	4,8	24,0	10,7	65,4	13,6	56,5	2,6	-
28.06-00	3,0	16,1	3,5	2,8	3,7	2,1	1,5	1,8	1,3	0,6	14,7	38,8	3,0	2,7	4,4	24,9	12,0	63,2	11,0	53,5	2,6	25,1
3.07-00	3,9	17,1	3,65	3,0	3,7	3,1	1,5	2,1	1,7	0,8	14,9	36,5	2,8	2,3	2,9	26,7	12,7	60,5	10,8	51,4	2,5	18,5
7.07-00	4,6	16,9	3,7	4,0	4,7	2,0	2,4	2,4	4,1	0,0	10,0	32,4	3,2	4,2	5,2	28,8	14,6	56,6	9,9	42,5	3,2	-
8.08-00	3,5	16,6	2,5	5,4	2,5	2,1	1,4	2,6	0,0	0,7	17,5	33,4	3,3	5,0	3,7	28,7	12,0	59,3	11,5	50,9	1,9	24,9
14.08-00	5,6	17,0	8,2	3,5	3,9	2,2	2,5	2,5	2,8	0,4	13,5	30,9	1,0	1,9	4,2	27,1	16,1	56,8	9,0	44,4	2,285	36,79
18.08-00	2,0	16,8	1,9	5,2	3,0	2,5	2,0	1,5	3,6	0,4	14,4	37,1	2,6	3,2	3,8	26,6	10,6	62,8	12,0	51,5	2,6	40,1
23.08-00	3,4	17,0	2,3	5,3	2,4	1,9	2,6	1,7	2,5	0,5	14,3	34,3	3,3	3,6	4,7	29,1	10,3	60,7	9,3	48,7	2,4	28,3
28.08-00	2,1	15,0	1,14	5,7	2,7	2,5	1,7	1,5	1,7	0,8	14,7	39,0	3,0	2,7	5,8	25,8	9,0	65,2	9,9	53,8	2,7	19,0
1.09-00	1,4	12,7	1,6	4,7	2,9	2,9	1,3	2,1	1,5	1,0	18,1	36,9	3,3	4,3	5,4	22,0	11,6	66,4	10,9	55,0	2,0	17,9
6.09-00	0,5	11,7	1,08	4,4	3,1	3,4	1,2	2,4	1,2	1,2	20,1	35,8	2,2	4,3	7,6	18,8	11,8	69,4	7,7	55,8	1,8	17,4
11.09-00	1,3	14,2	1,02	4,4	2,9	3,1	1,5	2,2	1,0	1,0	18,9	35,9	3,1	3,0	6,4	23,0	10,1	66,9	8,4	54,7	1,9	18,4
14.09-00	0,6	12,0	0,78	4,3	2,6	2,9	1,0	0,3	1,9	0,8	20,5	42,3	2,0	2,1	6,0	18,9	8,3	72,9	11,3	62,8	2,1	25,3
19.09-00	2,3	14,2	1,25	3,5	1,8	2,5	1,0	2,9	1,6	0,7	18,6	37,3	2,3	3,8	6,2	22,4	9,3	68,3	11,0	55,9	2,0	26,3
22.09-00	2,6	16,0	1,7	3,6	2,4	2,9	1,7	3,1	2,3	0,8	17,9	31,9	3,2	4,1	5,9	25,4	11,1	63,5	10,5	49,8	1,8	23,1
27.09-00	4,5	15,6	4,9	3,0	2,2	3,3	1,8	3,6	2,6	0,9	20,2	24,1	1,8	5,0	6,5	25,0	15,4	59,6	8,3	44,2	1,2	22,3
2.10-00	1,2	11,9	5,63	3,1	1,8	4,0	1,8	3,0	3,2	1,0	24,6	25,1	3,2	4,4	5,9	19,4	16,0	64,7	9,6	49,8	1,0	24,5
6.10-00	4,0	12,5	5,2	2,7	1,0	3,9	1,0	1,8	2,3	0,6	23,5	30,6	1,6	2,9	6,3	20,8	13,0	66,2	15,3	54,1	1,3	40,7
11.10-00	3,1	13,8	2,7	3,3	0,6	3,6	0,8	1,2	3,0	0,6	19,9	33,2	4,0	5,3	4,9	24,2	12,2	63,6	16,9	53,1	1,7	35,8
16.10-00	4,7	14,2	3,6	3,3	0,7	3,1	1,2	1,2	4,1	0,7	17,9	31,2	4,2	4,1	5,8	26,4	11,5	62,0	12,8	49,1	1,7	25,6
20.10-00	6,1	12,5	5,1	2,0	0,0	3,1	1,2	4,7	1,6	0,0	20,6	34,4	2,7	2,9	3,1	23,4	11,1	65,5	15,6	54,9	1,7	-
25.10-00	1,7	10,8	4,0	3,0	0,9	3,0	1,0	1,1	4,8	0,8	20,9	33,7	5,3	4,0	5,1	20,8	11,9	67,3	17,6	54,6	1,6	25,5
30.10-00	4,5	11,9	6,4	2,0	0,8	2,9	1,0	1,2	5,1	0,5	18,1	25,8	6,8	5,3	7,7	25,2	15,4	59,4	14,3	43,9	1,4	35,9
3.11-00	5,31	13,2	5,74	2,02	0,84	2,93	1,32	1,25	5,8	0,4	16,9	28,8	5,3	4,7	5,4	25,8	14,2	60,0	12,0	45,7	1,7	38,6
X:	3,4	14,5	3,4	3,5	2,3	2,7	1,5	1,9	2,3	0,8	17,4	34,4	3,1	3,7	5,1	24,6	12,1	63,3	11,3	51,8	2,1	24,7
SD:	1,7	1,9	1,8	1,0	1,1	0,6	0,5	1,0	1,4	0,5	3,1	4,6	1,1	1,0	1,2	2,9	2,1	3,7	2,7	4,5	0,5	9,2
CV (%):	49,6	13,2	53,8	28,8	48,3	20,7	31,8	52,8	62,9	65,2	17,9	13,3	36,2	28,2	23,5	11,6	17,4	5,9	23,8	8,7	25,1	37,3
Rotatorier*	6,7	19,7	9,2	3,9	7,8	4,9	15,3	1,2	2,0	1,9	7,1	12,4	0,0	4,2	3,8	30,3	26,1	43,7	1,5	19,44	1,7	3,7
Artemia-1*	1,7	14,9	4,8	5,0	23,3	5,5	6,6	12,2	2,8	2,0	7,8	10,6	0,0	1,2	1,6	21,6	34,8	43,6	3,9	18,4	1,4	4,0
Artemia-2*	2,4	15,8	3,0	5,4	17,8	5,4	4,2	10,2	1,7	3,2	9,2	20,0	0,0	1,7	0,0	23,7	27,8	48,5	5,5	29,2	2,2	2,9
Artemia-3*	1,5	14,4	1,0	5,0	22,8	6,3	5,8	16,2	3,2	2,0	7,8	11,1	0,0	1,5	1,4	20,9	31,6	47,5	4,2	19,0	1,4	4,0

* Rotatoriene (*Brachionus plicatilis*) var anrikt med Rotimac og *IsochrYSIS* sp., mens *Artemia* ble anrikt med DHA-Selco (*Artemia-1*, HI-Austevoll havbruksstasjon) eller en kombinasjon av DHA-Selco og Algamac 2000 (*Artemia-2* og *Artemia-3*, Norsk Kveite AS, AMY). *Artemia-2* er 3-dagers påvekst fra AMY, mens de to andre er 1-dags standard anrikt fra HI-Austevoll (*Artemia-1*) og AMY (*Artemia-3*).

Tabell 7. Fettsyresammensetning av totalt lipid (%) i copepoder fra Svartatjern og Hyltropolen 2001. Stiplet linje angir tømning av Svartatjern. SFA: mettede fettsyrer, MUFA: monumettede fettsyrer, PUFA: polyumettede fettsyrer, EPA: 20-5(n-3), DHA: 22:6(n-3), ARA: 20:4(n-6).

Fatty acid composition of total lipid (%) in copepods from the lagoons Svartatjern and Hyltropolen in 2001. Dotted line denotes draining of Svartatjern.

Dato:	14:0	16:0	16:1 (n-7)	18:0	18:1 (n-9)	18:1 (n-7)	18:2 (n-6)	18:3 (n-3)	18:4 (n-3)	20:4 (n-6)	20:5 (n-3)	22:6 (n-3)	Andre SFA	Andre MUFA	Andre PUFA	Total SFA	Total MUFA	Total PUFA	(n-3)/ (n-6)	EPA+ DHA	DHA/ EPA	EPA/ ARA
<i>Copepoder fra Svartatjern:</i>																						
19.04-01	2,5	14,5	3,0	3,0	1,3	2,4	1,9	2,5	10,0	0,4	14,4	34,2	4,5	1,5	3,9	24,4	8,3	67,3	13,7	48,6	2,4	32,7
26.04-01	0,6	12,1	1,1	2,8	2,1	1,6	2,4	2,9	10,0	0,3	10,2	42,1	4,7	2,3	4,6	20,3	7,1	72,6	13,1	52,3	4,1	29,8
3.05-01	0,7	10,5	0,83	3,1	2,2	1,3	2,5	2,7	11,3	0,3	8,3	40,8	7,0	4,0	4,4	21,2	8,4	70,4	13,9	49,1	4,9	24,9
10.05-01	2,9	13,7	0,57	3,1	1,7	0,8	2,4	2,3	7,7	0,0	8,9	41,6	5,1	4,4	4,9	24,8	7,5	67,7	12,5	50,5	4,7	-
18.05-01	2,1	12,3	3,17	4,1	2,6	2,6	2,7	1,4	4,1	0,6	15,2	34,9	3,9	3,4	6,8	22,4	11,7	65,9	8,5	50,2	2,3	24,9
14.06-01	3,0	15,1	1,9	3,3	2,5	2,3	3,2	3,5	5,2	1,2	14,9	30,7	4,5	3,7	5,0	25,8	10,4	63,7	6,8	45,6	2,1	12,1
21.06-01	0,6	12,4	2,6	3,5	2,3	4,2	3,3	2,1	2,3	1,3	19,7	36,4	1,5	2,6	5,1	18,0	11,8	70,2	8,1	56,1	1,8	15,3
20.07-01	5,0	16,7	18,2	2,9	4,9	3,0	3,5	2,5	4,0	0,8	14,2	13,9	3,4	2,6	4,4	28,1	28,7	43,2	5,6	28,2	1,0	18,4
27.07-01	0,9	15,8	15,4	3,3	7,2	3,0	4,2	2,2	3,7	0,7	13,5	19,7	2,7	3,2	4,6	22,7	28,8	48,5	5,5	33,2	1,5	19,8
3.08-01	1,2	14,2	13,0	3,7	6,0	3,2	2,8	2,0	2,9	0,6	15,8	27,2	1,1	1,9	4,3	20,2	24,2	55,6	8,7	43,0	1,7	27,4
9.08-01	0,5	13,9	3,4	4,9	3,7	2,9	2,3	1,7	2,0	0,4	16,1	36,7	2,8	4,1	4,5	22,1	14,2	63,7	11,1	52,8	2,3	37,5
17.08-01	1,9	15,5	5,6	4,8	3,5	3,0	2,4	1,2	1,3	0,5	14,2	35,8	3,4	3,2	4,0	25,6	15,2	59,3	10,4	49,9	2,5	30,2
24.08-01	1,1	15,0	10,7	4,0	3,0	3,3	1,8	2,5	2,5	0,3	15,3	32,4	1,8	1,8	4,4	22,0	18,8	59,3	11,7	47,7	2,1	49,5
31.08-01	0,8	14,5	4,1	5,5	2,1	3,5	1,5	2,4	2,3	0,5	15,4	33,6	2,4	4,9	6,7	23,1	14,6	62,3	10,0	48,9	2,2	30,1
10.09-01	2,4	15,5	4,26	4,1	1,7	3,4	1,7	3,0	3,6	1,0	20,4	27,8	2,9	2,2	5,9	25,0	11,6	63,4	9,2	48,2	1,4	21,9
17.09-01	2,7	14,9	6,0	3,7	2,0	3,8	2,3	1,7	2,4	1,2	20,5	25,8	2,5	2,3	8,2	23,9	14,1	62,1	7,9	46,3	1,3	16,7
24.09-01	0,6	13,8	3,4	4,5	1,6	3,3	1,5	2,8	3,2	0,8	21,0	33,3	2,1	2,9	5,2	21,0	11,1	67,9	13,5	54,3	1,6	25,2
3.10-01	1,7	16,1	3,48	4,5	1,9	3,3	1,6	1,8	2,1	0,8	18,1	34,3	2,8	1,9	5,5	25,2	10,5	64,3	10,5	52,4	1,9	21,7
15.10-01	1,9	14,5	2,1	4,2	1,9	2,9	1,9	2,0	2,8	0,7	17,9	36,6	3,3	2,4	4,9	23,9	9,3	66,8	12,6	54,5	2,0	26,2
22.10-01	2,7	16,8	2,75	3,7	1,5	3,2	1,6	4,4	5,2	0,6	16,9	28,5	3,2	3,9	5,0	26,4	11,4	62,2	10,5	45,4	1,7	28,1
29.10-01	2,1	14,7	2,6	2,5	2,1	2,8	2,5	6,5	7,8	0,6	20,9	22,8	3,8	2,9	5,3	23,2	10,3	66,5	8,8	43,7	1,1	32,6
7.11-01	1,2	15,7	1,1	3,6	1,8	2,6	1,9	2,2	1,9	0,9	19,5	37,6	3,2	1,9	4,8	23,7	7,4	68,9	11,0	57,1	1,9	21,0
14.11-01	1,3	14,3	1,23	3,5	2,7	2,6	2,0	1,7	1,7	1,3	16,7	34,5	2,8	2,9	10,6	21,9	9,5	68,6	7,5	51,3	2,1	12,7
21.11-01	1,0	14,3	1,0	3,3	1,9	2,7	2,1	2,1	2,4	2,6	17,7	36,5	3,1	2,1	7,2	21,6	7,8	70,6	6,4	54,2	2,1	6,7
28.11-01	1,0	14,1	1,2	2,9	1,5	3,1	1,7	2,1	2,1	2,5	18,1	39,8	2,9	2,1	5,0	20,9	7,8	71,3	8,9	57,9	2,2	7,4
5.12-01	0,9	14,7	1,2	4,0	2,0	3,5	1,7	1,5	2,0	2,2	16,4	38,2	3,2	2,9	5,8	22,8	9,5	67,7	9,1	54,6	2,3	7,6
X:	1,7	14,4	4,4	3,7	2,6	2,9	2,3	2,4	4,1	0,9	16,2	32,9	3,3	2,8	5,4	23,1	12,7	64,2	9,8	49,1	2,2	23,2
SD:	1,1	1,4	4,7	0,7	1,4	0,7	0,7	1,1	2,9	0,7	3,4	6,8	1,2	0,9	1,5	2,2	6,1	6,8	2,5	6,8	1,0	10,1
CV (%):	63,2	10,0	107	20	55	26	30	44	70	73	21	21	37	31	27	10	48	11	25	14	44	43
<i>Nauplier fra Svartatjern:</i>																						
19.04-01	1,3	12,0	1,2	2,7	1,0	1,6	1,7	2,5	11,0	0,31	9,8	41,9	7,0	2,2	3,7	23,1	6,0	70,9	15,9	51,7	4,3	31,8
27.07-01	2,0	16,6	3,36	4,3	2,1	2,0	1,9	0,7	1,2	0,6	16,4	37,7	2,5	4,0	4,4	25,4	11,5	63,1	10,2	54,15	2,3	27,3
10.09-01	0,5	12,4	0,85	4,7	0,7	2,5	0,9	1,2	1,1	0,95	22,6	41,9	2,1	1,8	5,7	19,7	5,9	74,4	11,4	64,48	1,9	23,9
X:	1,3	13,7	1,8	3,9	1,3	2,0	1,5	1,5	4,5	0,6	16,3	40,5	3,9	2,7	4,6	22,7	7,8	69,4	12,5	56,8	2,8	27,7
SD:	0,8	2,5	1,4	1,0	0,7	0,5	0,5	0,9	5,7	0,3	6,4	2,4	2,7	1,2	1,0	2,9	3,2	5,8	3,0	6,8	1,3	4,0
<i>Hyltropolen:</i>																						
9.05-01	3,8	14,1	7,6	4,1	7,3	3,1	2,2	1,4	5,2	1,6	16,4	17,3	9,7	2,0	4,2	31,7	20,1	48,3	7,0	33,6	1,1	10,3

Tabell 8. Oppsummering av frie aminosyrer (FAA) i copepoder fra Svartatjern og Hyltropolen i 2000 og 2001, samt i rotatorier og *Artemia*. Stiplet linje angir tømning av Svartatjern. TV: tørrvekt, TOT: total FAA, ESS: essensielle aminosyrer, NE: non-essensielle aminosyrer.

Composition of free amino acids (FAA) in copepods from the lagoons Svartatjern and Hyltropolen in 2000 and 2001, including rotifers and Artemia. TV: dry weight, TOT: total FAA, ESS: essential amino acids, NE: non-essential amino acids. Dotted line denotes draining of Svartatjern.

Dato:	FAA (vekt)						FAA (konsentrasjon)					
	µg/mg TV			% av TOT			(nmol/mg TV)			% av TOT		
	TOT	ESS	NE	ESS	NE	NE	TOT	ESS	NE	ESS	NE	NE
<i>Svartatjern:</i>												
26.05-00	49,1	17,2	31,9	35,1	64,9	0,54	411	106	306	25,7	74,3	0,35
31.05-00	54,3	16,8	37,5	31,0	69,0	0,45	452	104	347	23,1	76,9	0,30
5.06-00	52,3	16,8	35,5	32,1	67,9	0,47	435	102	332	23,5	76,5	0,31
9.06-00	55,4	16,9	38,5	30,5	69,5	0,44	468	103	365	22,1	77,9	0,28
14.06-00	48,4	16,1	32,3	33,3	66,7	0,50	401	98	304	24,3	75,7	0,32
19.06-00	50,4	16,9	33,5	33,5	66,5	0,50	418	101	316	24,3	75,7	0,32
23.06-00	46,6	16,3	30,3	35,0	65,0	0,54	385	98	287	25,5	74,5	0,34
28.06-00	50,0	17,0	33,0	33,9	66,1	0,51	413	103	309	25,0	75,0	0,33
3.07-00	58,1	20,6	37,5	35,5	64,5	0,55	487	127	361	26,0	74,0	0,35
7.07-00	69,8	25,7	44,1	36,8	63,2	0,58	595	158	437	26,5	73,5	0,36
8.08-00	88,6	21,5	67,1	24,3	75,7	0,32	775	132	643	17,1	82,9	0,21
14.08-00	69,6	22,6	47,1	32,4	67,6	0,48	597	135	462	22,6	77,4	0,29
18.08-00	74,0	25,2	48,8	34,1	65,9	0,52	642	158	485	24,5	75,5	0,33
23.08-00	65,0	22,4	42,6	34,5	65,5	0,53	553	136	416	24,6	75,4	0,33
28.08-00	60,6	21,2	39,4	35,0	65,0	0,54	517	131	386	25,3	74,7	0,34
1.09-00	54,8	19,6	35,2	35,8	64,2	0,56	461	119	342	25,9	74,1	0,35
6.09-00	59,7	20,9	38,8	35,0	65,0	0,54	507	128	379	25,2	74,8	0,34
11.09-00	54,4	18,5	35,9	34,0	66,0	0,52	457	113	343	24,8	75,2	0,33
14.09-00	51,6	17,1	34,5	33,1	66,9	0,50	433	106	327	24,4	75,6	0,32
19.09-00	63,3	20,0	43,2	31,6	68,4	0,46	534	123	410	23,1	76,9	0,30
22.09-00	50,5	14,5	36,0	28,7	71,3	0,40	418	93	325	22,2	77,8	0,29
27.09-00	55,4	15,7	39,7	28,3	71,7	0,40	466	99	367	21,2	78,8	0,27
2.10-00	56,0	17,5	38,5	31,2	68,8	0,45	466	113	353	24,2	75,8	0,32
6.10-00	57,0	18,8	38,2	32,9	67,1	0,49	479	120	359	25,0	75,0	0,33
11.10-00	52,3	18,3	33,9	35,0	65,0	0,54	433	116	317	26,8	73,2	0,37
16.10-00	45,8	14,9	31,0	32,4	67,6	0,48	380	92	288	24,3	75,7	0,32
20.10-00	45,2	14,6	30,6	32,3	67,7	0,48	373	91	282	24,5	75,5	0,32
25.10-00	52,7	18,8	33,9	35,7	64,3	0,55	434	116	318	26,6	73,4	0,36
30.10-00	50,0	15,3	34,8	30,5	69,5	0,44	417	96	321	22,9	77,1	0,30
3.11-00	42,8	14,8	27,9	34,7	65,3	0,53	350	93	257	26,5	73,5	0,36
X:	56,1	18,4	37,7	32,9	67,1	0,50	472	114	358	24,3	75,7	0,32
SD:	9,69	3,01	7,41	2,65	2,65	0,06	89,8	18,2	75,5	1,98	1,98	0,03
CV (%):	17,3	16,3	19,7	8,1	4,0	11,5	19,0	16,0	21,0	8,1	2,6	10,3
Rotatorier*	16,6	5,8	10,8	34,7	65,3	0,53	125	38	86	30,6	69,4	0,44
<i>Artemia</i> -1*	33,7	4,4	29,4	12,9	87,1	0,15	277	28	250	10,0	90,0	0,11
<i>Artemia</i> -2*	27,5	5,1	22,4	18,7	81,3	0,23	219	35	185	15,6	84,4	0,19
<i>Artemia</i> -3*	32,1	5,5	26,7	17,0	83,0	0,20	254	36	218	14,3	85,7	0,17
<i>Hyltropolen:</i>												
9.05-01	86,0	19,3	66,7	22,4	77,6	0,29	767	119	647	15,5	84,5	0,18
X:	64,7	18,2	46,5	28,5	71,5	0,4	580	109	471	19,1	80,9	0,2
SD:	9,76	1,82	8,84	3,34	3,34	0,07	95,1	10,7	88,0	2,21	2,21	0,03
CV (%):	15,1	10,0	19,0	11,7	4,7	16,3	16,4	9,8	18,7	11,6	2,7	14,5

* Rotatorene (*Brachionus plicatilis*) var anriket med Rotimac og *Isochrysis* sp., mens *Artemia* ble anriket med DHA-Selco (*Artemia*-1, HI-Austevoll havbruksstasjon) eller en kombinasjon av DHA-Selco og Algamac 2000 (*Artemia*-2 og *Artemia*-3, Norsk Kveite AS, AMY). *Artemia*-2 er 3-dagers påvekst fra AMY, mens de to andre er 1-dags standard anriket fra HI-Austevoll (*Artemia*-1) og AMY (*Artemia*-3).

Tabell 9. Frie aminosyrer (nmol/mg tørrvekt) i copepoder fra Svartatjern 2000. Stiplet linje angir tømning av Svartatjern. ARG: arginine, THR: threonine, VAL: valine, HIS: histidine, LEU: leucine, LYS: lysine, ILE: isoleucine, PHE: phenylalanine, MET: methionine, TRP: tryptophan, GLY: glycine, TAU: taurine, ALA: alanine, GLU: glutamic acid, PRO: proline, ASP: aspartic acid, PHS: phosphoserine, GLN: glutamine, SER: serine, GABA: gamma-amino butyric acid, TYR: tyrosine, ASN: asparagine.

Composition of free amino acids (nmoles/mg dry weight) in copepods from Svartatjern 2000. Dotted line denotes draining of Svartatjern.

Dato:	Essensielle aminosyrer										Non-essensielle aminosyrer										
	ARG	THR	VAL	HIS	LEU	LYS	ILE	PHE	MET	TRP	GLY	TAU	ALA	GLU	PRO	ASP+PHS	GLN	SER	GABA	TYR	ASN
26.05-00	74,8	9,3	3,7	9,1	2,5	2,3	1,6	1,4	0,7	0,1	123,0	87,2	20,7	22,5	14,9	14,2	8,0	8,5	2,2	2,3	2,2
31.05-00	69,1	8,6	6,1	7,2	3,7	2,8	2,3	2,3	1,8	0,3	109,0	75,8	40,4	39,9	35,7	17,4	9,7	9,2	2,6	5,0	2,6
5.06-00	76,9	7,7	4,3	4,2	2,5	2,3	1,7	1,3	1,0	0,4	115,9	88,6	28,8	34,0	22,6	15,1	10,0	9,4	2,6	2,6	2,6
9.06-00	77,6	9,0	4,9	3,3	2,6	2,4	1,8	1,0	0,7	0,1	115,8	89,1	51,7	31,4	34,6	15,1	10,3	10,3	2,3	1,8	2,4
14.06-00	76,2	7,1	3,5	3,0	2,0	2,4	1,3	1,0	0,8	0,3	113,0	87,7	21,8	27,3	15,7	15,9	9,0	7,1	2,4	2,1	2,0
19.06-00	82,5	6,7	3,0	2,8	1,6	2,1	1,1	0,8	0,7	0,2	116,4	97,0	23,3	25,9	15,4	16,2	9,0	6,9	2,6	1,4	2,2
23.06-00	78,6	7,2	3,0	3,1	1,5	2,1	1,1	0,8	0,7	0,3	111,8	91,1	15,9	20,2	11,3	14,9	8,6	7,0	2,4	1,8	2,2
28.06-00	79,2	8,5	4,0	3,6	2,1	2,6	1,4	0,8	0,7	0,3	107,6	89,5	29,6	27,3	12,6	15,3	11,9	8,2	2,9	2,0	2,6
3.07-00	93,1	11,1	6,0	4,0	3,3	3,7	2,6	1,2	1,1	0,3	134,8	95,0	43,6	22,0	15,4	15,6	14,1	11,0	2,8	2,8	3,6
7.07-00	113,3	11,9	8,7	6,1	5,1	4,4	3,9	2,5	1,5	0,3	179,9	85,7	61,6	31,7	28,8	15,2	11,6	11,4	3,7	3,7	3,3
8.08-00	91,4	6,9	9,3	7,4	5,0	2,4	3,4	4,0	1,9	0,5	232,5	134,0	55,6	50,7	113,9	21,3	11,9	10,9	5,4	4,8	1,6
14.08-00	111,6	7,4	3,3	3,8	1,9	1,8	1,4	2,2	1,5	0,0	204,5	120,1	35,9	35,7	22,6	18,5	9,1	6,3	5,2	2,6	1,3
18.08-00	101,1	14,4	9,3	5,9	7,3	6,4	5,9	4,4	2,0	0,7	183,8	106,8	98,0	30,0	15,4	18,6	9,9	7,4	7,3	5,0	2,7
23.08-00	102,7	11,3	4,7	5,1	3,1	2,3	2,0	3,2	1,4	0,3	175,6	104,7	41,6	28,5	19,6	19,1	10,8	6,2	5,3	3,5	1,6
28.08-00	92,6	12,3	6,2	4,8	4,2	3,9	3,1	2,8	1,0	0,1	158,4	69,7	55,4	34,4	18,6	20,2	12,9	5,9	5,2	3,3	2,2
1.09-00	88,7	8,7	5,2	3,9	3,4	3,5	2,3	2,5	0,9	0,3	133,9	67,1	50,5	34,6	12,4	18,6	9,2	6,4	4,7	2,6	1,9
6.09-00	94,6	9,5	5,8	4,4	3,9	3,4	2,5	2,0	1,2	0,3	151,4	73,2	54,3	37,5	14,6	18,9	11,3	8,1	4,4	2,7	2,4
11.09-00	83,5	7,6	5,8	3,0	3,7	3,8	3,0	1,9	0,8	0,1	125,9	73,5	52,2	37,4	5,6	25,1	8,6	5,7	4,4	2,4	2,3
14.09-00	74,4	8,8	6,2	3,2	3,7	3,5	2,8	1,7	1,0	0,3	108,7	74,6	54,1	36,1	7,4	23,4	6,8	7,0	4,7	2,2	2,2
19.09-00	86,7	9,7	6,8	4,2	4,2	4,4	2,6	2,2	2,0	0,4	131,3	95,4	70,3	42,7	17,2	23,4	8,2	10,0	5,3	3,6	2,7
22.09-00	53,7	13,2	7,0	4,2	3,9	4,1	2,6	2,1	1,8	0,3	77,5	58,9	54,2	48,4	25,0	24,2	12,7	11,9	5,2	3,6	3,6
27.09-00	63,0	12,1	5,6	5,1	3,7	3,3	2,4	2,0	1,3	0,1	97,7	72,0	56,6	41,2	48,1	19,6	11,5	11,2	2,8	3,2	3,3
2.10-00	60,1	16,3	8,8	7,9	5,6	4,9	4,1	2,7	1,8	0,6	91,8	70,9	51,5	38,5	38,5	19,2	13,3	14,1	5,1	5,4	4,7
6.10-00	68,8	15,2	9,1	7,0	5,6	4,9	4,3	2,5	1,7	0,6	105,6	73,1	57,7	35,1	34,5	15,7	10,3	13,2	4,3	5,0	4,5
11.10-00	68,8	12,8	8,7	6,2	5,8	5,1	4,4	2,4	1,8	0,4	102,4	73,9	42,1	32,6	19,0	18,0	10,6	8,7	2,1	4,1	3,6
16.10-00	61,6	10,4	4,2	5,9	2,9	2,9	1,9	1,4	1,1	0,1	94,7	72,0	26,0	28,2	22,9	17,9	9,8	8,7	2,1	2,6	2,8
20.10-00	59,2	11,1	4,5	6,8	2,7	2,7	1,9	1,3	1,0	0,2	91,1	69,2	22,8	32,0	25,9	15,7	11,2	7,1	1,6	2,4	2,6
25.10-00	81,5	9,7	5,2	5,9	3,6	3,8	2,5	1,8	1,3	0,3	119,5	91,1	23,0	30,6	15,2	15,7	8,5	7,2	2,0	3,1	2,5
30.10-00	61,1	10,4	5,4	7,5	3,2	3,2	2,2	1,6	0,9	0,1	93,7	71,5	42,1	39,1	34,4	13,4	10,4	8,7	1,8	2,8	2,9
3.11-00	60,7	10,9	4,6	5,5	3,0	2,6	2,0	1,5	1,6	0,4	86,6	70,6	22,4	28,1	10,4	16,1	10,0	6,0	1,6	2,8	2,6
X:	79,6	10,2	5,8	5,1	3,6	3,3	2,5	2,0	1,3	0,3	126,5	84,3	43,5	33,5	24,3	17,9	10,3	8,6	3,6	3,1	2,7
SD:	15,8	2,5	1,9	1,7	1,4	1,1	1,1	0,9	0,5	0,2	37,1	16,7	18,1	7,1	19,7	3,1	1,7	2,3	1,5	1,1	0,8
CV (%):	19,8	24,8	33,8	33,4	38,1	32,7	43,9	44,9	35,9	54,2	29,3	19,8	41,7	21,4	81,1	17,4	16,6	26,2	42,4	34,5	29,5
Rotatorier*	13,6	3,0	4,0	4,9	2,0	5,2	3,0	1,6	0,6	0,2	8,8	2,9	8,9	14,6	3,9	4,6	6,2	16,4	0,8	10,6	8,7
Artemia-1*	13,7	0,9	1,9	2,9	1,9	4,4	1,1	0,8	0,1	0,0	5,4	65,5	65,7	27,0	50,7	6,2	11,7	2,1	1,5	7,3	6,8
Artemia-2*	13,4	3,1	4,6	3,2	2,9	3,4	2,0	1,0	0,5	0,1	9,7	58,2	28,0	31,2	25,0	5,3	9,4	6,3	1,9	3,5	6,2
Artemia-3*	12,3	2,9	5,0	6,2	2,9	3,1	1,8	1,1	0,9	0,2	8,2	57,8	34,2	35,2	34,6	6,9	17,0	5,0	2,9	5,8	10,0

* Rotatorene (*Brachionus plicatilis*) var anriket med Rotamac og *IsochrYSIS* sp., mens *Artemia* ble anriket med DHA-Selco (*Artemia*-1, HI-Austevoll havbruksstasjon) eller en kombinasjon av DHA-Selco og Algamac 2000 (*Artemia*-2 og *Artemia*-3, Norsk Kveite AS, AMY). *Artemia*-2 er 3-dagers påvekst fra AMY, mens de to andre er 1-dags standard anriket fra HI-Austevoll (*Artemia*-1) og AMY (*Artemia*-3).

Tabell 10. Frie aminosyrer (nmol/mg tørrvekt) i copepoder fra Svartatjern og Hyltropolen 2001. Stiplet linje angir tømning av Svartatjern. ARG: arginine, THR: threonine, VAL: valine, HIS: histidine, LEU: leucine, LYS: lysine, ILE: isoleucine, PHE: phenylalanine, MET: methionine, TRP: tryptophan, GLY: glycine, TAU: taurine, ALA: alanine, GLU: glutamic acid, PRO: proline, ASP: aspartic acid, PHS: phosphoserine, GLN: glutamine, SER: serine, GABA: gamma-amino butyric acid, TYR: tyrosine, ASN: asparagine.

Composition of free amino acids (nmoles/mg dry weight) in copepods from the lagoons Svartatjern and Hyltropolen 2001. Dotted line denotes draining of Svartatjern.

Dato:	Essensielle aminosyrer										Non-essensielle aminosyrer										
	ARG	THR*	VAL	HIS	LEU	LYS	ILE	PHE	MET	TRP	GLY	TAU	ALA	GLU	PRO	ASP+PHS	GLN	SER	GABA	TYR	ASN
<i>Svartatjern:</i>																					
19.04-01	68,6	-	7,5	21,4	5,0	6,8	3,2	2,6	4,4	0,3	236,3	136,6	68,3	45,2	126,4	9,3	7,7	9,3	4,4	3,9	2,9
26.04-01	67,2	-	6,9	19,3	4,7	5,0	3,2	2,3	3,6	0,3	269,7	111,6	50,4	31,5	94,1	12,0	9,3	10,1	1,9	3,5	3,3
3.05-01	89,9	-	5,6	5,7	3,5	3,8	2,0	1,5	1,6	0,4	265,9	128,0	32,2	28,8	18,8	13,7	15,4	9,9	4,5	2,9	3,3
10.05-01	92,8	-	3,6	4,9	1,9	2,8	1,4	1,0	1,3	0,3	239,0	112,7	17,2	20,1	15,4	13,2	14,8	8,2	4,2	2,0	2,4
18.05-01	75,5	-	4,6	6,8	2,5	4,4	1,5	0,8	0,0	0,4	196,4	93,8	24,8	25,7	30,3	12,0	17,1	8,2	3,2	1,7	1,8
14.06-01	90,6	-	4,4	4,6	2,6	3,7	1,5	1,1	1,5	0,0	225,0	64,9	25,4	18,9	14,6	13,2	12,3	10,3	3,4	2,4	2,4
21.06-01	91,5	-	3,8	2,9	2,6	4,4	1,7	1,0	1,0	0,3	239,3	44,5	30,7	17,3	14,3	12,1	12,6	11,2	2,5	1,6	2,4
20.07-01	79,8	-	8,2	11,0	4,2	7,3	2,9	2,0	0,0	0,3	230,1	88,8	59,7	34,8	148,7	17,7	18,3	7,2	3,1	2,7	2,5
27.07-01	79,9	-	3,6	14,3	2,3	2,9	1,4	1,5	1,4	0,2	281,3	101,1	45,3	30,4	114,6	17,6	11,5	7,8	3,8	2,1	2,1
3.08-01	81,9	-	4,4	8,3	3,5	3,6	2,1	2,1	1,6	0,4	294,0	110,7	21,5	21,0	20,5	16,1	9,8	7,1	3,6	2,6	1,7
9.08-01	99,2	-	2,9	5,7	2,0	2,8	1,1	1,6	1,5	0,0	327,7	96,4	17,0	18,0	16,1	17,2	8,7	4,8	3,6	2,2	1,1
17.08-01	97,4	-	2,5	3,2	1,6	2,0	0,9	1,1	0,8	0,0	258,9	85,7	14,0	16,1	9,6	18,4	7,3	3,8	3,6	1,7	1,0
24.08-01	106,7	-	3,5	4,4	2,4	3,4	1,4	1,6	1,3	0,3	303,5	101,3	18,3	16,1	15,9	16,3	8,7	5,6	3,7	2,1	1,3
31.08-01	101,7	-	2,9	4,3	1,5	2,3	1,0	1,1	0,8	0,0	279,3	90,3	17,1	16,4	17,0	15,3	8,4	4,7	3,1	1,7	1,2
10.09-01	91,3	-	7,2	11,8	5,3	8,0	4,2	2,6	1,5	0,4	280,1	97,6	61,3	26,7	40,9	12,7	11,5	7,4	4,0	3,9	2,6
17.09-01	89,6	-	4,5	8,5	3,0	4,3	1,8	1,7	1,1	0,3	263,7	92,8	36,8	23,4	30,6	12,1	10,5	6,2	3,2	2,5	1,8
24.09-01	83,7	-	2,9	6,6	1,8	2,0	1,0	1,2	0,8	0,2	231,9	80,9	24,2	23,6	22,0	14,0	9,3	4,4	3,0	2,0	1,2
3.10-01	99,9	-	4,9	5,2	3,2	3,9	2,1	1,7	1,6	0,6	322,7	114,1	58,4	21,7	14,6	18,8	9,4	6,3	5,0	2,8	1,8
15.10-01	85,8	-	5,2	3,2	2,6	0,0	1,8	1,2	1,4	0,3	126,4	82,0	24,8	24,4	8,7	16,1	10,8	4,2	3,4	2,1	1,5
22.10-01	92,3	-	5,0	2,2	3,2	4,2	2,1	1,6	1,3	0,3	177,9	89,7	44,9	33,1	21,7	22,4	9,1	5,6	4,1	2,7	1,6
29.10-01	58,9	-	4,8	16,1	4,0	7,1	3,1	2,0	1,5	0,3	177,4	80,4	42,8	33,4	74,5	8,3	8,9	5,6	3,0	3,8	1,9
7.11-01	66,3	-	2,8	14,3	2,0	2,7	1,3	1,2	1,2	0,3	171,7	102,7	28,6	17,4	22,2	8,6	6,9	5,2	3,4	2,2	1,8
14.11-01	76,0	-	3,9	19,1	2,6	3,8	1,7	1,3	1,4	0,2	177,3	157,0	38,8	22,7	27,2	9,0	8,7	6,4	5,2	2,5	2,3
21.11-01	68,0	-	4,7	14,7	3,3	3,8	2,3	1,6	1,7	0,3	154,8	132,0	47,5	25,2	29,6	9,0	8,8	7,5	4,5	2,8	2,5
28.11-01	64,3	-	4,4	12,0	2,7	3,6	2,0	1,3	1,4	0,2	150,3	118,8	41,7	21,8	23,7	8,9	7,6	6,0	4,7	2,4	2,1
5.12-01	60,5	-	4,2	11,8	2,5	3,3	1,8	1,4	1,4	0,3	135,0	113,0	54,9	22,2	24,9	11,5	8,1	8,3	7,8	3,1	2,4
X:	83,1	-	4,6	9,3	3,0	3,9	1,9	1,5	1,4	0,3	231,4	101,1	36,4	24,5	38,3	13,7	10,4	7,0	3,8	2,5	2,0
SD:	13,7	-	1,5	5,7	1,0	1,8	0,8	0,5	0,9	0,1	58,2	23,3	16,0	7,0	38,9	3,7	3,0	2,0	1,1	0,7	0,6
CV (%):	16,5	-	32,9	60,9	34,6	45,4	41,4	31,9	62,3	51,4	25,2	23,0	43,8	28,8	101,4	27,3	29,0	29,2	29,0	26,4	31,1
<i>Hyltropolen:</i>																					
9.05-01	68,3	-	7,5	21,3	5,0	6,7	3,2	2,6	4,4	0,3	235,3	136,0	68,0	45,0	125,9	9,3	7,6	9,3	4,4	3,9	2,9

* Stor dominans av glycin i FAA poolen medførte at neste eluerte topp, Threonine, ble inkludert i den siste del av glycin-toppen Dette gjorde det umulig å skille ut Threonine som det var forholdsvis lite av (ca 8% av glycin-verdien i 2000-prøvene, se Tabell 8).

Tabell 11. Oppsummering av aminosyrer bundet i protein (PAA) i copepoder fra Svartatjern og Hyltropolen i 2000 og 2001, samt i rotatorier og *Artemia*. Stiplet linje angir tømning av Svartatjern. TV: tørrvekt, TOT: total PAA, ESS: essensielle aminosyrer, NE: non-essensielle aminosyrer. *Amino acid composition of proteins (PAA) in copepods from the lagoons Svartatjern and Hyltropolen in 2000 and 2001, including rotifers and Artemia. TV: dry weight, TOT: total PAA, ESS: essential amino acids, NE: non-essential amino acids. Dotted line denotes draining of Svartatjern.*

Dato:	Protein		PAA (vekt)					PAA (konsentrasjon)						
	(µg/mg TV)	µg/mg TV		% av TOT			ESS/		(µmol/mg TV)		% av TOT		ESS/	
		TOT	ESS	NE	ESS	NE	NE	TOT	ESS	NE	ESS	NE	NE	
<i>Svartatjern:</i>														
26.05-00	375	383	178	206	46,4	53,6	0,87	3,54	1,47	2,07	41,4	58,6	0,71	
31.05-00	388	389	182	208	46,7	53,3	0,88	3,56	1,49	2,07	41,9	58,1	0,72	
5.06-00	401	403	186	217	46,2	53,8	0,86	3,69	1,53	2,16	41,5	58,5	0,71	
9.06-00	409	459	220	239	47,9	52,1	0,92	4,18	1,81	2,38	43,2	56,8	0,76	
14.06-00	417	468	218	250	46,6	53,4	0,87	4,25	1,80	2,46	42,2	57,8	0,73	
19.06-00	417	445	198	247	44,5	55,5	0,80	4,07	1,63	2,43	40,1	59,9	0,67	
23.06-00	419	443	201	241	45,5	54,5	0,83	4,06	1,65	2,41	40,7	59,3	0,69	
28.06-00	423	496	229	267	46,1	53,9	0,86	4,53	1,88	2,65	41,5	58,5	0,71	
3.07-00	417	467	208	259	44,5	55,5	0,80	4,43	1,74	2,68	39,4	60,6	0,65	
7.07-00	388	478	220	258	46,1	53,9	0,85	4,49	1,84	2,65	41,0	59,0	0,69	
8.08-00	331	399	187	212	46,9	53,1	0,88	3,77	1,57	2,20	41,6	58,4	0,71	
14.08-00	357	471	218	253	46,2	53,8	0,86	4,41	1,81	2,60	41,1	58,9	0,70	
18.08-00	361	472	219	253	46,3	53,7	0,86	4,44	1,82	2,61	41,1	58,9	0,70	
23.08-00	365	445	188	257	42,2	57,8	0,73	4,38	1,59	2,78	36,4	63,6	0,57	
28.08-00	364	409	191	218	46,7	53,3	0,87	3,84	1,58	2,26	41,2	58,8	0,70	
1.09-00	393	521	232	289	44,6	55,4	0,80	4,90	1,95	2,95	39,7	60,3	0,66	
6.09-00	368	443	205	238	46,3	53,7	0,86	4,15	1,71	2,45	41,1	58,9	0,70	
11.09-00	381	451	204	247	45,3	54,7	0,83	4,25	1,71	2,54	40,2	59,8	0,67	
14.09-00	375	467	204	262	43,8	56,2	0,78	4,42	1,71	2,71	38,8	61,2	0,63	
19.09-00	416	536	225	311	42,0	58,0	0,72	5,07	1,89	3,17	37,4	62,6	0,60	
22.09-00	344	494	214	280	43,3	56,7	0,76	4,66	1,79	2,87	38,4	61,6	0,62	
27.09-00	370	429	182	246	42,6	57,4	0,74	4,08	1,52	2,56	37,3	62,7	0,59	
2.10-00	371	462	208	255	44,9	55,1	0,82	4,32	1,73	2,60	39,9	60,1	0,67	
6.10-00	382	446	201	245	45,1	54,9	0,82	4,19	1,68	2,51	40,1	59,9	0,67	
11.10-00	351	399	182	217	45,6	54,4	0,84	3,74	1,51	2,23	40,3	59,7	0,68	
16.10-00	363	445	202	243	45,5	54,5	0,83	4,17	1,68	2,49	40,3	59,7	0,67	
20.10-00	380	413	187	226	45,2	54,8	0,83	3,87	1,55	2,32	40,0	60,0	0,67	
25.10-00	387	383	179	204	46,7	53,3	0,88	3,58	1,48	2,10	41,4	58,6	0,71	
30.10-00	349	361	170	191	47,1	52,9	0,89	3,34	1,40	1,94	41,8	58,2	0,72	
3.11-00	414	432	200	232	46,4	53,6	0,86	3,97	1,65	2,32	41,5	58,5	0,71	
X:	383	444	201	242	45,4	54,6	0,83	4,15	1,67	2,47	40,4	59,6	0,68	
SD:	25,5	41,6	16,8	26,5	1,47	1,47	0,05	0,41	0,14	0,28	1,54	1,54	0,04	
CV (%):	6,7	9,4	8,4	11,0	3,2	2,7	5,8	9,8	8,6	11,4	3,8	2,6	6,3	
Rotatorier*	243	248	120	128	48,4	51,6	0,94	2,27	0,99	1,28	43,7	56,3	0,78	
<i>Artemia</i> -1*	288	277	133	144	48,0	52,0	0,92	2,53	1,09	1,44	43,3	56,7	0,76	
<i>Artemia</i> -2*	309	294	140	153	47,8	52,2	0,91	2,70	1,16	1,54	42,8	57,2	0,75	
<i>Artemia</i> -3*	326	368	175	192	47,7	52,3	0,91	3,37	1,44	1,93	42,7	57,3	0,75	
<i>Hyltropolen:</i>														
9.05-01	366	302	142	161	46,9	53,1	0,88	2,82	1,17	1,65	41,5	58,5	0,71	
X:	565	413	190	223	45,9	54,1	0,85	3,77	1,56	2,21	41,3	58,7	0,70	
SD:	40,0	41,0	20,8	20,7	0,90	0,90	0,03	0,37	0,17	0,20	0,95	0,95	0,03	
CV (%):	7,1	9,9	11,0	9,3	2,0	1,7	3,6	9,7	10,9	9,1	2,3	1,6	3,9	

* Rotatorene (*Brachionus plicatilis*) var anriket med Rotimac og *Isochrysis* sp., mens *Artemia* ble anriket med DHA-Selco (*Artemia*-1, HI-Austevoll havbruksstasjon) eller en kombinasjon av DHA-Selco og Algamac 2000 (*Artemia*-2 og *Artemia*-3, Norsk Kveite AS, AMY). *Artemia*-2 er 3-dagers påvekst fra AMY, mens de to andre er 1-dags standard anriket fra HI-Austevoll (*Artemia*-1) og AMY (*Artemia*-3).

Tabell 12. Aminosyrer bundet i protein (nmol/mg tørrvekt) i copepoder fra Svartatjern 2000. Stiplet linje angir tømning av Svartatjern. ARG: arginine, THR: threonine, VAL: valine, HIS: histidine, LEU: leucine, LYS: lysine, ILE: isoleucine, PHE: phenylalanine, MET: methionine, TRP: tryptophan, GLY: glycine, ALA: alanine, GLU: glutamic acid, PRO: proline, ASP: aspartic acid, GLN: glutamine, SER: serine, TYR: tyrosine, ASN: asparagine.

Amino acid composition of proteins (nmoles/mg dry weight) in copepods from Svartatjern 2000. Dotted line denotes draining of Svartatjern.

Dato:	Essensielle aminosyrer										Non-essensielle aminosyrer						
	ARG	THR	VAL	HIS	LEU	LYS	ILE	PHE	MET	TRP	GLY	ALA	GLU+GLN	PRO	ASP+ASN	SER	TYR
26.05-00	140	117	247	65	306	190	177	131	95	3	342	388	484	184	391	173	112
31.05-00	146	106	247	74	308	212	173	130	99	1	322	386	483	188	380	175	136
5.06-00	146	119	248	87	311	206	177	132	104	2	340	400	501	192	391	181	152
9.06-00	161	142	282	98	365	279	207	152	124	4	369	439	555	213	429	198	172
14.06-00	162	134	324	95	343	235	202	166	136	11	377	442	580	214	440	201	205
19.06-00	153	140	261	92	330	224	186	138	108	3	380	421	596	208	476	188	165
23.06-00	167	138	263	101	329	217	188	138	112	3	393	423	560	187	443	235	165
28.06-00	176	133	300	103	394	269	216	158	132	5	412	498	613	242	467	227	197
3.07-00	89	130	327	42	377	244	238	169	128	123	543	496	627	263	425	214	116
7.07-00	104	137	330	35	390	295	241	175	135	213	448	527	635	285	439	223	95
8.08-00	88	120	285	18	336	252	207	158	102	330	386	461	528	189	384	191	62
14.08-00	109	136	313	58	374	285	228	169	138	36	430	520	628	279	423	216	100
18.08-00	97	137	322	53	376	289	236	171	144	57	438	532	627	293	427	212	84
23.08-00	66	121	335	38	350	161	239	158	124	44	808	442	584	273	403	177	95
28.08-00	127	119	276	35	329	236	199	146	116	-52	398	462	551	222	373	198	58
1.09-00	103	154	352	37	409	313	253	187	139	184	517	572	694	316	469	246	141
6.09-00	105	129	292	58	350	265	212	158	137	12	430	479	589	253	395	209	90
11.09-00	103	132	304	34	361	256	217	162	137	28	452	504	599	268	418	204	96
14.09-00	90	132	317	36	366	261	224	165	123	21	518	507	630	300	424	209	118
19.09-00	143	159	384	42	465	96	279	203	123	198	553	582	757	367	517	259	138
22.09-00	103	141	331	44	385	251	237	177	122	73	541	519	666	324	450	233	136
27.09-00	101	117	272	26	319	225	197	145	119	-12	495	417	542	453	370	190	93
2.10-00	115	134	296	35	356	278	215	160	136	34	470	476	597	283	402	223	146
6.10-00	103	132	291	21	365	272	215	159	124	64	480	469	591	229	404	221	120
11.10-00	120	115	258	30	311	231	187	138	119	-8	410	428	523	224	355	188	101
16.10-00	129	129	289	38	343	260	204	151	136	1	461	480	584	241	384	212	127
20.10-00	123	121	265	33	318	234	191	141	122	0	431	441	533	234	367	196	119
25.10-00	103	109	249	36	297	259	180	132	118	-14	373	405	496	216	343	180	84
30.10-00	128	101	228	64	280	207	168	122	101	-30	348	363	455	197	310	169	102
3.11-00	153	127	265	85	325	240	195	140	117	3	372	423	527	224	435	198	143
X:	122	129	292	54	349	241	210	154	122	45	441	463	578	252	411	205	122
SD:	27,6	13,1	36,4	26,2	38,5	43,0	26,3	18,7	13,4	84,1	94,7	54,8	66,4	59,9	43,4	22,3	36,1
CV (%):	22,7	10,2	12,5	48,8	11,0	17,8	12,5	12,1	11,0	189	21,5	11,8	11,5	23,8	10,5	10,9	29,5
Rotatorier*	84	71	160	7	230	137	143	115	48	4	181	189	325	134	293	137	20
Artemia-1*	116	86	175	43	226	149	138	106	57	2	225	230	325	157	272	137	89
Artemia-2*	109	89	184	46	237	167	149	112	63	4	246	252	328	201	282	144	90
Artemia-3*	149	115	234	60	295	223	187	139	40	7	322	307	427	217	363	186	109

* Rotatorene (*Brachionus plicatilis*) var anriket med Rotamac og *Isochrysis* sp., mens *Artemia* ble anriket med DHA-Selco (*Artemia*-1, HI-Austevoll havbruksstasjon) eller en kombinasjon av DHA-Selco og Algamac 2000 (*Artemia*-2 og *Artemia*-3, Norsk Kveite AS, AMY). *Artemia*-2 er 3-dagers påvekst fra AMY, mens de to andre er 1-dags standard anriket fra HI-Austevoll (*Artemia*-1) og AMY (*Artemia*-3).

Tabell 13. Aminosyrer bundet i protein (nmol/mg tørrvekt) i copepoder fra Svartatjern og Hyltropolen 2001. Stiplet linje angir tømning av Svartatjern. ARG: arginine, THR: threonine, VAL: valine, HIS: histidine, LEU: leucine, LYS: lysine, ILE: isoleucine, PHE: phenylalanine, MET: methionine, TRP: tryptophan, GLY: glycine, ALA: alanine, GLU: glutamic acid, PRO: proline, ASP: aspartic acid, GLN: glutamine, SER: serine, TYR: tyrosine, ASN: asparagine.

Amino acid composition of proteins (nmoles/mg dry weight) in copepods from the lagoons Svartatjern and Hyltropolen 2001. Dotted line denotes draining of Svartatjern.

Dato:	Essensielle aminosyrer										Non-essensielle aminosyrer						
	ARG	THR	VAL	HIS	LEU	LYS	ILE	PHE	MET	TRP	GLY	ALA	GLU+GLN	PRO	ASP+ASN	SER	TYR
<i>Svartatjern:</i>																	
19.04-01	152	104	232	57	285	212	168	131	0	0	378	335	444	155	390	179	128
26.04-01	132	96	198	53	255	162	150	116	75	0	287	304	394	137	330	160	134
3.05-01	163	114	244	66	306	206	178	136	90	0	340	380	460	185	405	181	139
10.05-01	155	114	243	66	304	188	175	128	103	0	342	414	480	158	418	194	174
18.05-01	151	116	242	67	305	225	180	130	71	0	362	364	477	160	373	184	161
14.06-01	157	120	248	71	318	226	175	141	102	0	336	384	482	197	417	180	168
21.06-01	157	116	238	38	295	212	172	131	66	0	357	373	471	166	405	175	149
20.07-01	149	111	229	61	283	204	165	128	52	0	349	353	446	192	398	174	139
27.07-01	141	105	212	56	269	193	157	120	73	0	312	340	433	180	375	164	134
3.08-01	169	122	261	69	316	226	181	141	0	0	426	414	498	175	367	188	156
9.08-01	156	115	241	69	302	211	177	132	62	0	365	395	490	165	379	178	172
17.08-01	144	99	228	68	287	199	168	128	95	11	273	391	510	194	430	159	162
24.08-01	175	133	276	70	347	256	203	155	71	0	192	446	562	192	478	201	185
31.08-01	160	104	261	63	362	266	200	153	84	0	318	408	562	176	426	187	171
10.09-01	158	133	253	67	324	234	192	147	102	0	351	384	524	179	416	191	161
17.09-01	174	128	262	80	330	250	197	151	97	0	382	411	542	199	431	204	172
24.09-01	175	151	262	85	336	251	194	151	106	0	397	421	544	184	469	204	173
3.10-01	179	142	291	80	364	282	219	164	120	0	391	453	588	223	519	213	181
15.10-01	160	111	265	54	327	221	191	147	98	0	322	409	531	186	461	183	149
22.10-01	195	130	316	62	380	294	223	172	0	0	434	465	609	218	554	228	152
29.10-01	167	131	265	58	336	242	202	157	107	0	361	385	537	202	488	209	128
7.11-01	145	105	232	49	281	187	167	127	0	0	363	336	433	166	382	171	131
14.11-01	171	130	264	67	335	253	202	158	112	9	378	407	528	215	481	213	156
21.11-01	172	125	270	62	349	253	207	160	111	0	369	406	518	208	473	212	152
28.11-01	181	141	286	60	384	309	224	171	115	0	404	430	571	254	512	225	144
5.12-01	163	124	261	57	353	246	202	156	107	0	364	393	506	190	463	201	146
X:	162	120	253	64	320	231	187	143	78	1	352	392	505	187	432	191	155
SD:	14,1	14,1	24,9	10,1	33,8	34,7	20,1	15,7	38,1	2,7	49,7	38,2	52,7	24,8	54,0	19,2	16,9
CV (%):	8,7	11,8	9,8	15,9	10,6	15,0	10,7	11,0	49,1	356	14,1	9,7	10,4	13,3	12,5	10,0	10,9
<i>Hyltropolen:</i>																	
9.05-01	126	95	201	10	246	164	146	112	69	0	286	285	385	164	336	152	40

Tabell 14. Vitaminer og pigmenter ($\mu\text{g/g}$ tørrvekt) i copepoder fra Svartatjern og Hyltropolen i 2000 og 2001, samt i rotatorier og *Artemia*. TV: tørrvekt, β -CAR: β -Karoten, ASTA: Astaxanthin, CANT: Cantaxanthin, ID: under deteksjonsgrensen. Stiplet linje angir tømning av Svartatjern. *Vitamins and pigment ($\mu\text{g/g}$ dry weight) in copepods from the lagoons Svartatjern and Hyltropolen in 2000 and 2001, including rotifers and Artemia. TV: dry weight, β -CAR: β -Carotene, ASTA: Astaxanthin, CANT: Cantaxanthin, ID: not detected. Dotted line: draining of Svartatjern.*

Dato:	Vitaminer ($\mu\text{g/g}$ TV)						Pigment ($\mu\text{g/g}$ TV)		
	B1	B2	C	A	D ₃	E (total)	β -CAR	ASTA	CANT
<i>Svartatjern:</i>									
26.05-00	29,1	24,4	ID	ID	ID	89	ID	685	ID
31.05-00	-	-	-	-	-	-	ID	510	ID
5.06-00	24,7	26,9	515	0,24	ID	91	ID	490	ID
9.06-00	-	-	-	-	-	-	ID	511	ID
14.06-00	28,1	26,1	248	0,21	ID	117	ID	508	ID
19.06-00	-	-	-	-	-	-	ID	476	ID
23.06-00	29,1	26,0	354	0,22	ID	125	ID	424	ID
28.06-00	-	-	-	-	-	-	ID	388	ID
3.07-00	20,2	26,1	367	0,19	ID	115	ID	364	ID
7.07-00	15,6	26,8	387	0,19	ID	95	ID	321	ID
8.08-00	27,5	21,8	943	0,18	ID	147	ID	516	ID
14.08-00	-	-	-	-	-	-	ID	734	ID
18.08-00	19,4	26,5	679	0,22	ID	75	ID	651	ID
23.08-00	-	-	-	-	-	-	ID	697	ID
28.08-00	21,3	26,0	630	0,23	ID	95	ID	766	ID
1.09-00	-	-	-	-	-	-	ID	772	ID
6.09-00	21,9	28,6	571	0,21	ID	119	ID	668	ID
11.09-00	-	-	-	-	-	-	ID	667	ID
14.09-00	21,0	30,7	580	0,21	ID	91	ID	714	ID
19.09-00	-	-	-	-	-	-	ID	688	ID
22.09-00	21,8	32,9	529	0,19	ID	97	ID	661	ID
27.09-00	-	-	-	-	-	-	ID	629	ID
2.10-00	13,7	30,0	593	0,18	ID	113	ID	650	ID
6.10-00	-	-	-	-	-	-	ID	672	ID
11.10-00	22,9	34,0	141	0,18	ID	99	ID	788	ID
16.10-00	-	-	-	-	-	-	ID	832	ID
20.10-00	25,7	30,4	514	0,17	ID	132	ID	796	ID
25.10-00	-	-	-	-	-	-	ID	752	ID
30.10-00	-	-	-	-	-	-	ID	802	ID
3.11-00	28,4	31,2	574	ID	ID	191	ID	675	ID
X:	23,1	28,0	477	0,18	0	112	0	627	0
SD:	4,7	3,3	224,6	0,07	-	28,1	-	139	-
CV (%):	20,3	11,6	47,1	40,5	-	25,1	-	22,2	-
Rotatorier*	48,6	30,7	220	0,23	0,91	513	ID	24,0	ID
<i>Artemia</i> -1*	18,2	53,1	531	---	0,69	572	ID	ID	752
<i>Artemia</i> -2*	20,9	51,9	373	---	1,02	465	ID	ID	654
<i>Artemia</i> -3*	13,0	52,1	361	---	1,76	340	ID	ID	745

Dato:	Vitaminer ($\mu\text{g/g}$ TV)						Pigment ($\mu\text{g/g}$ TV)	
	B1	B2	C	A	D ₃	E (total)	β -CAR	ASTA
<i>Svartatjern:</i>								
19.04-01	14,4	35,7	733	ID	ID	66	ID	510
26.04-01	16,4	30,9	897	ID	ID	52	ID	651
3.05-01	14,3	25,9	1232	ID	ID	38	ID	543
10.05-01	13,7	26,7	897	ID	ID	23	ID	651
18.05-01	14,9	28,7	1106	0,06	ID	46	ID	567
14.06-01	13,9	26,7	945	0,06	ID	73	ID	413
21.06-01	12,5	25,4	733	ID	ID	84	ID	362
20.07-01	14,6	24,5	540	0,05	ID	165	ID	445
27.07-01	-	-	-	-	-	-	ID	468
3.08-01	17,4	23,9	846	ID	ID	142	ID	453
9.08-01	-	-	-	-	-	-	ID	600
17.08-01	3,5	25,5	222	ID	ID	61	ID	616
24.08-01	-	-	-	-	-	-	ID	619
31.08-01	21,4	23,2	274	ID	ID	91	ID	695
10.09-01	24,9	28,9	364	0,11	ID	185	ID	770
17.09-01	29,2	28,7	38	ID	ID	194	ID	835
24.09-01	25,6	27,0	417	0,13	ID	141	ID	634
3.10-01	32,3	25,2	81	ID	ID	123	ID	667
15.10-01	-	-	-	-	-	-	ID	835
22.10-01	32,5	26,7	446	ID	ID	92	ID	947
29.10-01	-	-	-	-	-	-	ID	767
7.11-01	38,9	28,9	262	0,06	ID	179	ID	1051
14.11-01	-	-	-	-	-	-	ID	1422
21.11-01	46,0	34,7	258	ID	ID	202	ID	1282
28.11-01	-	-	-	-	-	-	ID	1265
5.12-01	44,2	34,0	214	ID	ID	209	ID	1372
X:	22,7	28,0	553	0,03	0	114	0	748
SD:	11,7	3,6	360,2	0,044	-	61,3	-	297
CV (%):	51,8	13,0	65,1	165,4	-	53,8	-	39,7
<i>Hyltropolen:</i>								
9.05-01	9,2	28,9	271	0,23	ID	114	ID	154

* Rotatorene (*Brachionus plicatilis*) var anriket med Rotimac og *Isochrysis* sp., mens *Artemia* ble anriket med DHA-Selco (*Artemia*-1, HI-Austevoll havbruksstasjon) eller en kombinasjon av DHA-Selco og Algamac 2000 (*Artemia*-2 og *Artemia*-3, Norsk Kveite AS, AMY). *Artemia*-2 er 3-dagers påvekst fra AMY, mens de to andre er 1-dags standard anriket fra HI-Austevoll (*Artemia*-1) og AMY (*Artemia*-3).

Tabell 15. Antall, tørrstoff og askeinnhold i copepoder, rotatorier og *Artemia*. Stiplet linje angir tømning av Svartatjern.
Numbers, dry matter and ash fraction in copepod, rotifers and Artemia samples. Dotted line denotes draining of Svartatjern.

Dato:	Antall individer per mg våtvekt	Antall individer per mg tørrvekt	Tørrstoff (% av våtvekt)	µg tørrvekt /individ	Aske (% av tørrvekt)
<i>Svartatjern:</i>					
26.05-00	20,29	159,73	12,7	6,3	10,2
31.05-00	19,19	123,96	15,5	8,1	9,8
5.06-00	14,30	99,60	14,4	10,0	8,4
9.06-00	14,90	98,73	15,1	10,1	11,1
14.06-00	14,80	99,11	14,9	10,1	11,7
19.06-00	14,22	101,79	14,0	9,8	9,8
23.06-00	13,10	90,89	14,4	11,0	8,3
28.06-00	11,30	76,99	14,7	13,0	8,3
3.07-00	11,72	72,95	16,1	13,7	9,1
7.07-00	14,86	92,78	16,0	10,8	10,8
8.08-00	29,97	187,10	16,0	5,3	12,5
14.08-00	19,73	141,20	14,0	7,1	10,1
18.08-00	24,90	185,86	13,4	5,4	11,5
23.08-00	24,95	181,20	13,8	5,5	12,4
28.08-00	23,27	183,18	12,7	5,5	12,6
1.09-00	23,78	169,93	14,0	5,9	11,1
6.09-00	20,95	147,76	14,2	6,8	10,8
11.09-00	14,11	105,34	13,4	9,5	11,3
14.09-00	18,02	125,84	14,3	7,9	11,2
19.09-00	17,71	106,70	16,6	9,4	9,4
22.09-00	18,46	108,61	17,0	9,2	9,6
27.09-00	17,15	109,27	15,7	9,2	9,4
2.10-00	16,07	100,36	16,0	10,0	9,4
6.10-00	14,99	90,95	16,5	11,0	9,5
11.10-00	11,25	75,73	14,9	13,2	10,5
16.10-00	13,21	93,64	14,1	10,7	11,3
20.10-00	11,74	79,40	14,8	12,6	10,7
25.10-00	11,98	78,36	15,3	12,8	9,7
30.10-00	13,86	86,65	16,0	11,5	9,4
3.11-00	14,06	88,60	15,9	11,3	9,4
X:	16,96	115,41	14,9	9,4	10,3
SD:	4,76	36,47	1,1	2,5	1,2
CV (%):	28,1	31,6	7,7	27,0	11,6
<hr/>					
Rotatorier:	215,67	1 637,12	13,2	0,61	9,6
<i>Artemia</i> -1	47,55	467,21	10,2	2,14	10,4
<i>Artemia</i> -2	35,65	402,45	8,9	2,48	9,5
<i>Artemia</i> -3	51,01	472,60	10,8	2,12	9,6

Dato:	Antall individer per mg våtvekt	Antall individer per mg tørrvekt	Tørrstoff (% av våtvekt)	µg tørrvekt /individ	Aske (% av tørrvekt)
<i>Svartatjern:</i>					
19.04-01	15,23	87,90	17,3	11,4	10,0
26.04-01	15,08	93,35	16,2	10,7	11,9
3.05-01	12,59	81,65	15,4	12,2	10,0
10.05-01	11,66	85,07	13,7	11,8	11,7
18.05-01	12,25	71,70	17,1	13,9	9,4
14.06-01	14,97	92,40	16,2	10,8	8,6
21.06-01	15,03	89,53	16,8	11,2	9,0
20.07-01	20,54	113,09	18,2	8,8	8,7
27.07-01	25,49	156,04	16,3	6,4	11,0
3.08-01	30,36	215,87	14,1	4,6	11,3
9.08-01	20,32	146,99	13,8	6,8	13,1
17.08-01	22,99	159,58	14,4	6,3	11,2
24.08-01	20,84	139,92	14,9	7,1	10,7
31.08-01	19,25	128,84	14,9	7,8	10,5
10.09-01	22,34	133,29	16,8	7,5	8,8
17.09-01	21,18	135,61	15,6	7,4	9,1
24.09-01	20,70	139,39	14,9	7,2	10,4
3.10-01	20,41	138,10	14,8	7,2	10,3
15.10-01	15,65	106,50	14,7	9,4	10,0
22.10-01	23,66	159,71	14,8	6,3	9,7
29.10-01	18,72	98,96	18,9	10,1	8,6
7.11-01	21,53	148,51	14,5	6,7	11,4
14.11-01	26,02	193,65	13,4	5,2	11,8
21.11-01	29,86	214,31	13,9	4,7	11,4
28.11-01	32,45	230,15	14,1	4,3	11,2
5.12-01	31,49	240,30	13,1	4,2	13,2
X:	20,79	138,48	15,3	8,1	10,5
SD:	5,92	48,14	1,5	2,7	1,3
CV (%):	28,5	34,8	9,8	33,6	12,4
<hr/>					
<i>Nauplier fra Svartatjern :</i>					
19.04-01	118,54	684,03	17,3	1,46	9,3
27.07-01	775,89	5 711,38	13,6	0,18	10,0
10.09-01	586,32	4 003,83	14,6	0,25	10,4
X:	493,58	3 466,41	15,2	0,63	9,9
SD:	338,35	2 556,40	1,9	0,72	0,5
<hr/>					
<i>Hyltropolten:</i>					
9.05-01	17,96	101,43	17,7	9,9	15,3