

Effekter av utslipp av oppdrettsfôr på svamp

STUDIE UTFØRT PÅ OPPDRAG FRAFISKERIDIREKTORATET,
NOVEMBER 2013-2014

Tina Kutti, Cathinka Krogness & Vivian Husa



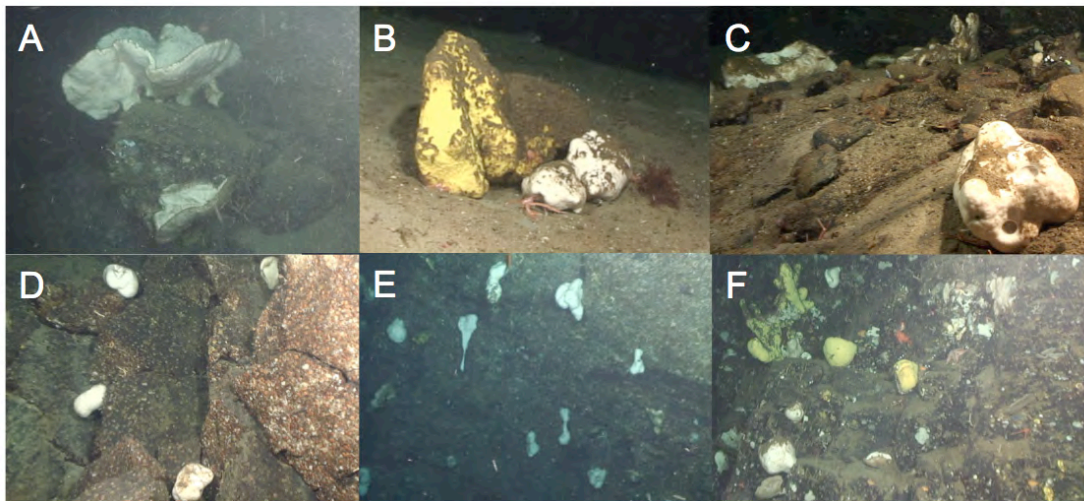
HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Effekter av utslipp av oppdrettsfôr på svamp

Studie utført på oppdrag fra Fiskeridirektoratet, november 2013-2014
Tina Kutti, Cathinka Krogness & Vivian Husa, Havforskningsinstituttet

Introduksjon

Svamper er vanlige bunndyr som sitter festet til fjell, stein eller på bløtbunn (Figur 1). Den vanligste svampen er *Geodia barretti*, den finnes langs hele norskekysten. På strømrrike steder på 100-300 meters dyp finnes spesielt høye tettheter, opp til 4-5 kg per kvadratmeter (Kutti et al. 2013). Svampene får mat og oksygen ved å filtrere vann som trekkes inn gjennom tusenvis av små åpninger på overflaten. Vannet og maten fordeles gjennom mange små kanaler til spesielle hulrom hvor fødeopptaket skjer. Det "brukte" vannet pumpes videre gjennom små kanaler og til slutt ut gjennom en stor utstrømningsåpning. I gjennomsnitt vil et individ av *Geodia barretti* filtrere 500-1000 liter vann per dag (Kutti et al. 2013). Ved å bruke svamp som testorganisme har forskere ved Havforskningsinstituttet studert effektene av økte partikelmengder fra gruveavfall og borekaks fra oljeindustrien. Resultatene viser at økte partikelmengder kan føre til at svampen slutter å pumpe. Langtidseksposering fører og til redusert metabolisme hos svampene (Kutti et al. 2015).



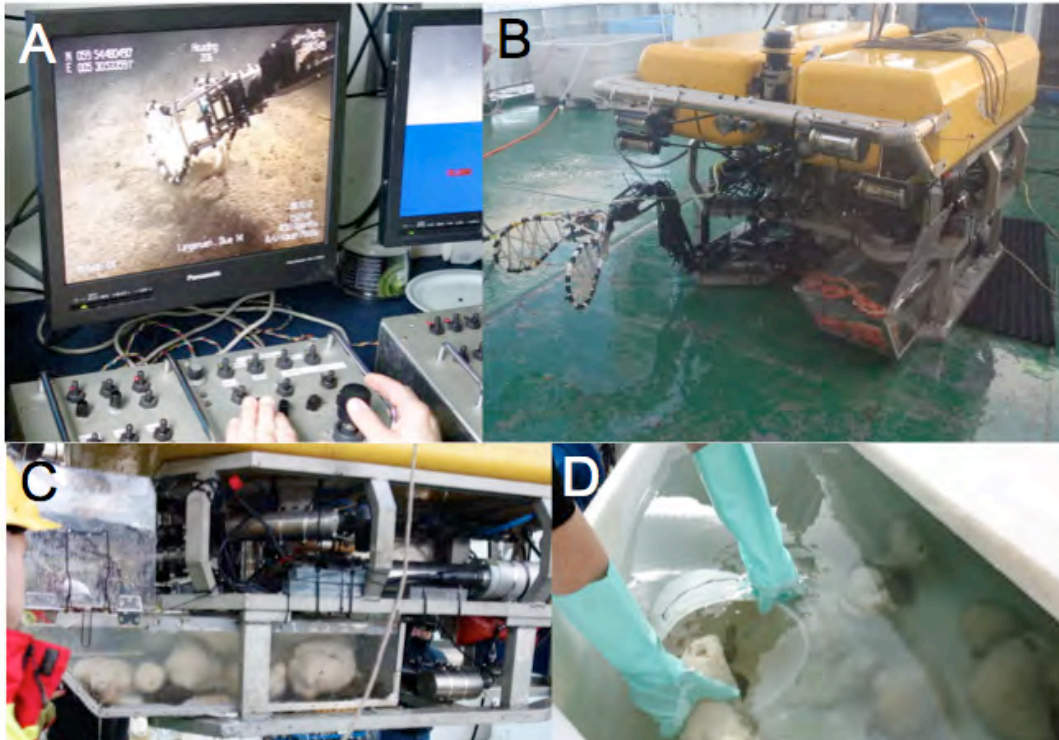
Figur 1. Naturlig svampsamfunn på fjell og bløtbunn i Korsfjorden. A) *Geodia atlantica*, B) *G. phlegraei*, *G. macandrewii* og *G. barretti*, D og E) *G. barretti* på fjellvegg, F) *G. barretti*, *G. phlegraei*, *Phakellia* sp., og *Struphnus* sp. på fjellvegg.

Det er uklart hvordan svamper reagerer på utslipp av organisk materiale fra fiskeoppdrett. I teorien kan en forhøyet mengde med organiske partikler i vannet rundt oppdrettsanlegg være gunstig for svamper dersom partiklene blir brukt som føde. Økt mengde organiske partikler kan imidlertid virke negativt dersom de tetter svampens filtreringskanaler. Siden organisk materiale forbruker oksygen når det brytes ned, kan dessuten økte mengder organiske partikler i vannet føre til mindre oksygen i vannet og dermed til et mer ugunstig miljø for svampene. ROV-studier rundt oppdrettsanlegg i Hardangerfjorden har indikert at svamp ikke ser ut til å trives særlig godt i direkte tilknytning til oppdrettsanlegg (Hansen et al. 2012). På hardbunn ble det observert en gradvis overgang fra et samfunn dominert av svamp og pigghuder til et samfunn dominert av noen få arter av børstemark når man nærmet seg anlegg. Svamper vokser sakte og lever lenge, dermed vil det ta flere titalls år å reetablere et svampsamfunn, noe som gjør at svampsamfunn regnes som spesielt sårbare overfor menneskeskapt påvirkning.

Metoder

Innsamling av materiale

På forskningstokt med FF *Håkon Mosby* i oktober 2013, ble 42 svamper av arten *Geodia barretti* samlet inn ved hjelp av ROV-en *Aglantha*. Svampene ble plukket fra hyller med bløtbunn i de bratte skråningene i Langenuen og Korsfjorden på 100-200 meters dyp. På slik bunn er det mulig ut plukke svamp uten å påføre dem fysiske skader. Ved å bruke ROV er det også mulig å plukke svamp uten å eksponere dem for luft (Figur 2). Svampene ble oppbevart i store kar under transport til forskningsstasjonen på Austevoll. Der ble svampene flyttet over til 600 liters kar som ble forsynt med ufiltrert sjøvann fra 150 meters dyp med en gjennomstrøm på 1000 liter per time.



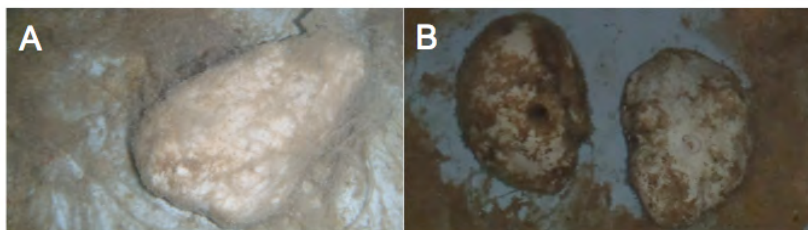
Figur 2. A) plukking av svamp med ROV, B) ROV med svampplukkingshånd, C) ROV-en blir løftet om bord med bioboks full av svamp, D) oppbevaring av svamp i kar på dekk under tokt

Eksponeringsforsøk

Ved oppstart av eksperimentet ble 24 av de innsamlede svampene fordelt i fire eksponeringskar (Tabell 1). Svampene i to av karene ble eksponert for høy dose av suspenderte (svevende) partikler av fiskefôr mens svampen i to andre kar ble eksponert for en lav dose av suspenderte partikler av fiskefôr. Eksponeringen varte i totalt 12 timer hvert døgn, men var delt inn i bolker på seks timer. Forsøket varte i 14 dager. To parallelle kar med 18 svamper fungerte som kontroll. Før eksperimenteringen startet opp, målte vi respirasjon på seks svamper og tok også vevsprøver for test av lysosomal membranstabilitet (se neste avsnitt). Svampenes respirasjon, lysosomal membranstabilitet og fettsyresammensetning ble målt etter 7 og 14 dagers eksponeringstid.

Tabell 1. Doseringer, fordeling og prøvetaking av svamper i karene.

	Høy 1 (50 mg l ⁻¹)	Høy 2 (50 mg l ⁻¹)	Lav 1 (5 mg l ⁻¹)	Lav 2 (5 mg l ⁻¹)	Kontroll	Kontroll
Dag 0					3	3
Dag 7	3	3	3	3	3	3
Dag 14	3	3	3	3	3	3



Figur 3. Svamper eksponert for høye (50 mg l^{-1}) doser suspendert (svevende) partikulært oppdrettsfôr (A) og kontrollsvamper eksponert for naturlig seston (B) 14 dager i laboratorium.

Responsparametere

Respirasjon. Forandringer i den fysiologiske energiomsettingen i dyr blir ofte brukt som et mål på individets stressnivå eller helsetilstand. Endringer i energiomsetningen kan gi oss et bilde av de sammensatte effektene av en enkel påvirkningsfaktor på hele individet, og dermed linke cellulære effekter med "fitness"-effekter (for eksempel redusert overlevelse og vekst) (se Widdows & Donkin 1991). En reduksjon i nettoenergi balansen kan skyldes redusert energiopptak (næringsopptak eller absorpsjonseffektivitet) eller forhøyet energiforbruk (forhøyet respirasjon eller ekskresjon). Respirasjon er enkelt å måle, og blir derfor ofte brukt i studier av organismers metabolisme.

Respirasjon ble målt på 18 svamper etter 7 og 14 dagers eksponering for fiskefôr (se Tabell 1). For å måle respirasjon ble hver svamp plassert i et individuelt inkubasjonskammer på 1500 ml. Kammeret var plassert i et temperaturkontrollert vannbad. Under en akklimatiseringsperiode på to timer ble hvert kammer forsynt med nytt vann med en gjennomstrømning på 100 ml per minutt. Etter akklimatiseringsperioden ble hvert kammer lukket og oksygeninnholdet og temperaturen i vannet ble målt ved hjelp av en PreSense oksygensensor (Fibox 3 Minisensor Oxygen Meter) ved start og etter en to timer lang inkubasjonstid. Parallelt ble tomme kammer med sjøvann inkubert for å måle og kontrollere for oksygenforbruk som ikke kan tilskrives svampene. For en mer detaljert beskrivelse av metodene se Kutti et al. (2015). Respirasjonsmålingene ble utført under intervallet på 6 timer da svampene ikke ble eksponert for fiskefôr. Etter inkubasjonen ble svampenes volum og vekt målt for standardisering av respirasjonsrater. Det ble også tatt vevsprøver for analyse av lysosomal membranstabilitet og fettsyresammensetning (se nedenfor).

Lysosomal membranstabilitet. Lysosomal membranstabilitet (LMS) brukes globalt som generell biomarkør, og i Norge er LMS blant annet benyttet i studier av effekter av forurensning fra petroleumsindustrien på biologiske organismer. Metoden er anbefalt av ICES, som også har utviklet en manual for innsamling, preparering av prøver og for resultatanalyse (Martínez-Gómez et al. 2015).

Ved en LMS assay måles cellenes levedyktighet ved å se på opptak av fargestoffet nøytralrød i cellenes lysosomer*. Nøytralrød penetrerer gjennom cellevegger og samles opp i lysosomer, forutsatt at cellene er levedyktige. Stressete individer vil ha større andel celler med lysosomer med membraner som raskere lekker ut fargestoffet ut i cellen. Disse celler vil etter inkubasjon ha det røde fargestoffet jevnt fordelt i cytosolen (den flytende delen av cytoplasmaen) mens friske celler vil ha fargestoffet konsentrert i lysosomene. Dette detekteres ved lesing i mikroskop. Lekkingen av nøytralrødt fargestoff inn i cellens

* Lysosomer er organeller som står for den intracellulære nedbrytningen av makromolekyler og ødelagte organeller. Lysosomer spiller en aktiv rolle i programmert celledød (s.k. apoptose) hvor kroppens oppbrukte celler brytes ned for å gi plass til nye celler.

cytoplasma speiler en lekkning av lysosomens innhold ut i cytosolen, noe som i siste ledd vil forårsake celledød (Lowe et al. 1995). Generelt anses individer med høy andel celler med destabiliserte lysosom membran å være mer stresset enn individer med lav andel slike celler.

Analyse av LMS ble utført ved å følge prosedyren beskrevet av Edge et al. (in prep.). Under mikroskop med 40X førstørrelse ble minst 50 celler "lest" og kategorisert til en av kategoriene 1) farge tilstede i cellens lysosomer eller 2) fargestoff tilstede i cellens cytosol. For hvert svampindivid ble andelen (%) destabiliserte celler estimert.

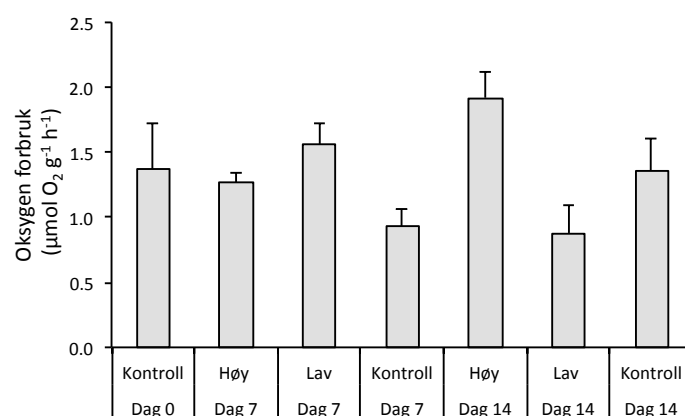
Fettsyrer. Oppdrettsfôr inneholder mye terrestrisk, vegetabilsk fett og har en fettsyreprofil som skiller seg fra reine marine kilder. I Norge har fettsyrer vært brukt til å påvise opptak av fôr og fekalierester fra oppdrettsanlegg i blant annet blåskjell (Redmond et al. 2010) og reker (Olsen et al. 2009, 2012). Det er vist at reker som har spist oppdrettsfôr har et høyere nivå av fettsyrer av terrestrisk, vegetabilsk opprinnelse. Dette gjelder særlig fettsyrene 18:2n6 og 18:3n3. I laboratorieforsøk med reker var de første sporene av slike terrestriske fettsyrer synlig etter to uker. Disse rekene hadde også høyere totalt fettinnhold enn reker som ble fôret med fisk. Vi undersøkte fettsyreprofiler i svamp for å kunne se om svampene pumper og filtrerer når de utsettes for høye nivåer suspenderte partikler under eksperimentet, eller om de slutter å pumpe i disse 6 timers intervallene.

Etter inkubasjonene ble det tatt vevsprøver av hver svamp (1 cm³ store). Prøvene ble vasket i filtrert vann og frysetørket. Etter endt forsøk ble alle prøvene sendt til Institutt for Akvakultur ved Universitetet i Stirling, for analyse av fettsyreinhold.

Resultat og diskusjon

Respirasjonsrater

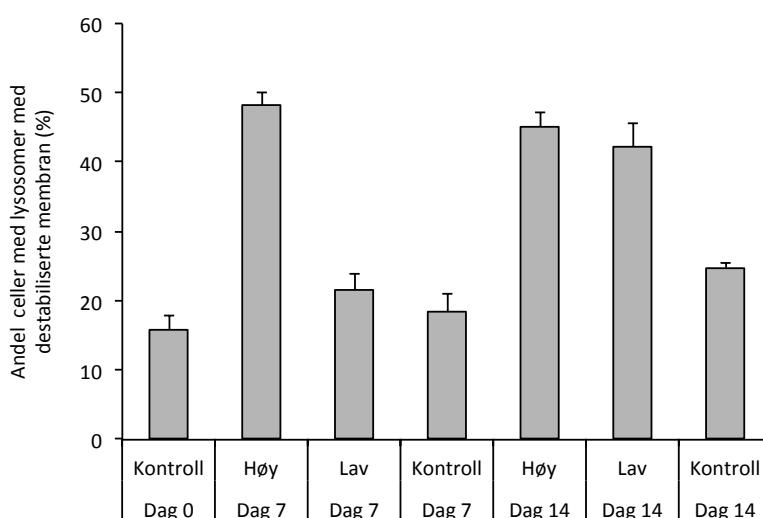
Gjennom hele eksperimentet var oksygenforbruket hos svampene tilnærmet likt det som er målt i andre eksperimenter, omkring 1,5 $\mu\text{mol O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (Kutti et al. 2013, Kutti et al. 2015). Det høyeste oksygenforbruket ble observert etter 14 dager i svamper eksponert for høye konsentrasjoner med suspenderte partikler av fiskefôr. Lavest oksygenforbruk ble målt i kontrollsvampen etter sju dager og i svamper eksponert for lave konsentrasjoner suspenderte partikler av fiskefôr etter 14 dager (Figur 4). Signifikante forskjeller i oksygenforbruk ble observert mellom svamp eksponert for høye eller lave mengder partikulært oppdrettsfôr og kontrollsvamper etter 14 dager (ANOVA $p = 0,017$).



Figur 4. Oksygenforbruk (gjennomsnitt og standardfeil) hos individer av *G. barretti* eksponert for suspenderte partikler av fiskefôr i høye (50 mg l⁻¹) og lave (5 mg l⁻¹) konsentrasjoner i 7 og 14 dager. N = 6 for hver behandling og tidspunkt.

Lysosomal membranstabilitet

Andel celler med lysosomer med destabiliserte membran var høyere i svamper eksponert for fiskefôr sammenlignet med ueksponerte svamper (Figur 5). I svamper eksponert for høye konsentrasjoner suspendert fiskefôr (50 g l^{-1}) var andelen lysosomer med destabiliserte membraner nærmere 50 % allerede etter sju dager noe som var signifikant høyere enn i ueksponerte svamper og svamper eksponert for lave konsentrasjoner med suspendert fiskefôr (ANOVA $p < 0,01$). I svamper eksponert for lave konsentrasjoner suspendert fiskefôr (5 mg l^{-1}) var andelen lysosomer med destabilisert membran lik den i kontrollsvampene ($\approx 20\%$) etter 7 dager. Etter 14 dagers eksponering hadde den andelen imidlertid økt betraktelig og var da lik den i svampene eksponert for høye mengder suspenderte partikler fra fiskefôr og signifikant høyere enn i de ueksponerte svampene (ANOVA, $p < 0,01$). Dette indikerer at selv lave konsentrasjoner av oppdrettsfôr, lik partikkelkonsentrasjoner som er blitt målt ved anlegg under produksjon (i.e. $5\text{-}10 \text{ mg l}^{-1}$, Handå et al. 2012), kan etter tid påvirke svamper negativt.



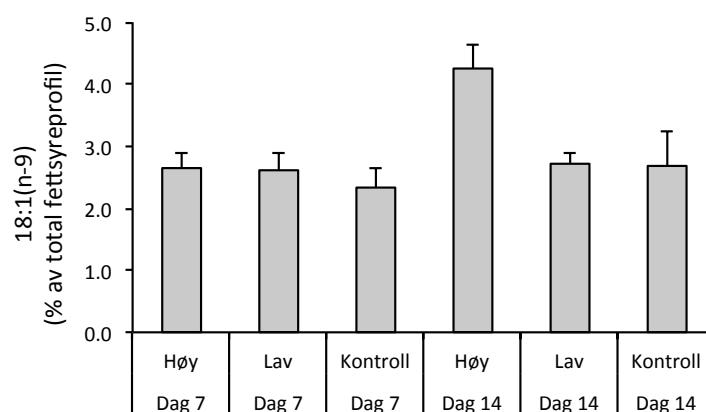
Figur 5. Andel celler med lysosomer med destabiliserte membran (gjennomsnitt og standardfeil) i svamper eksponert i 7 og 14 dager for høye (50 mg l^{-1}) og lave (5 mg l^{-1}) konsentrasjoner av suspendert partikulært oppdrettsfôr og kontrollsvamper eksponert kun for naturlig seston. $N = 6$ for hver behandling og tidspunkt.

For prosjektet RESPONSE ble LMS-metoden beskrevet i Ringwood et al. (2003) tilpasset til å se på effekter av utslipp av borekaks på svampen *Geodia barretti* (K. Edge et al. in prep.). Der ble det konkludert at LMS-asseyet kan bli brukt som et tidlig varselsignal for menneskelig påvirkning fra petroleumsindustrien. Denne studien indikerer at LMS-asseyet også kan brukes for å spore effekter av førhøyede konsentrasjoner av suspenderte partikler (e.g. fôrrester) i vannet rundt oppdrettsanlegg på svampen *Geodia barretti*, og for å varsle om negativ effekt av utslipp fra oppdrettsindustrien på arten.

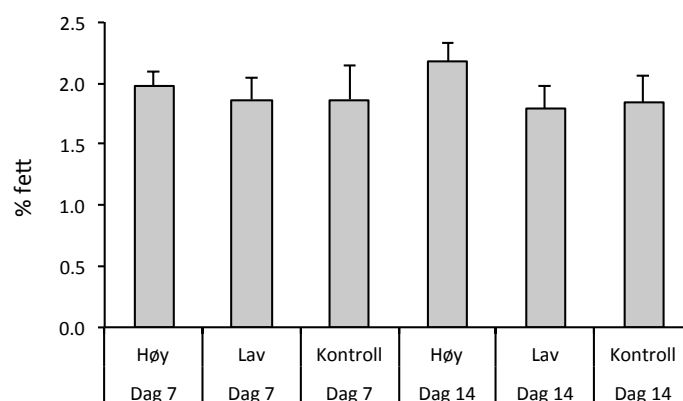
Fettsyrer

Svampen *Geodia barretti* har store mengder symbiotiske bakterier i kroppsvevet. Derfor er også innholdet av fettsyrer typisk for bakterier høyt i svampen (se appendiks 1, Tabell 1-6). I gjennomsnitt utgjorde $18:1(n=7)$ (en vanlig monoenois fettsyre i bakterier) $16,6 \pm 0,5\%$ av det totale fettinnholdet i svampene som ble analysert. Andre fettsyrer som er vanlig i bakterier (så som Iso $15:0$, Ante Iso $15:0$, $16:0$, Ante iso $17:0$, $16:1(n=9)$, $16:1(n=7)$) sammen med to uidentifiserte DMA-fettsyrer (dimetylacetat) utgjorde i tillegg i gjennomsnitt $29 \pm 1\%$ av fettinnholdet i svampen. Slik er det egentlig bakterier som karakteriserer sammensetningen av fettsyrer i svampen.

I eksperimentet ble det observert en stor variasjon i % representasjon av ulike fettsyrer mellom individer av svamp i samme behandlingsgruppe. Av de fettsyrene som tidligere er blitt foreslått å kunne brukes som markør for å identifisere inkorporering av organisk avfall fra oppdrett i dyr; i.e. 16:3(n-4), 18:1(n-9), 18:2(n-6), 18:3(n-3), 20:1 (n-9) og 22:1 (n-11) (Redmond et al. 2010, Olsen et al. 2012) ble kun 18:1(n-9) funnet i høyere nivåer i svamp (se Figur 6). Den ser derfor ut til å kunne bli brukt som markør for høy eksponering for organisk avfall fra oppdrettsanlegg. 18:1(n-9) ble funnet i signifikant høyere konsentrasjon i svamp etter 14 dager med eksponering med høye konsentrasjoner av suspendert partikulært oppdrettsfôr (ANOVA, $p < 0,01$). Det totale innholdet av fett i svampen ble ikke påvirket av den økte tilgangen på organisk materiale (Figur 7).



Figur 6. Andel av fettsyren 18:1(n-9) av det totale fettsyreinholdet (gjennomsnitt og standardfeil) i svamper eksponert i 7 og 14 dager for høye (50 mg l^{-1}) og lave (5 mg l^{-1}) konsentrasjoner av suspendert partikulært oppdrettsfôr og kontrollsvamper eksponert kun for naturlig seston. N = 6 for hver behandling og tidspunkt.



Figur 7. Totalt innhold av fett i relasjon til tørrvekt (gjennomsnitt og standardfeil) i svamper eksponert i 7 og 14 dager for høye (50 mg l^{-1}) og lave (5 mg l^{-1}) konsentrasjoner av suspendert partikulært oppdrettsfôr og kontrollsvamper eksponert kun for naturlig seston. N = 6 for hver behandling og tidspunkt.

Svampens generelle helsetilstand under eksperimentet

Under dette eksperimentet ble det observert forhøyede stressnivåer i svampen både ved måling av den fysiologiske energiomsetningen og cellulære biomarkører. Høye konsentrasjoner av suspendert partikulært oppdrettsfôr førte til forhøyet respirasjon og energiforbruk hos svampene etter 14 dager. Redusert levedyktighet i svampenes celler ble observert etter sju dager i svamper eksponert for høye konsentrasjoner av partikulært

oppdrettsfôr og etter 14 dager i svamper eksponert for lave men realistiske nivåer (se Handå et al. 2012) av partikulært oppdrettsfôr. Dette kan være knyttet til redusert oksygentilgang i vannet rundt svampen da den ble eksponert for økte mengder partikulært oppdrettsfôr over tid (Figur 3A). Analyser av fettinnholdet og fettsyreprofiler indikerer at svampen ikke tok opp signifikante mengder energi fra oppdrettsfôret for å kompensere for den økte energi-omsetningen. Dette vil resultere i en negativ nettoenergi-balanse i svampen.

Konklusjon

Denne studien indikerer at forhøyede nivåer av suspenderte partikler av oppdrettsfôr påvirker svampindividens helsetilstand negativt. På sikt kan det muligens føre til at svampbestander under og nær anlegg forsvinner, noe som også er indikert fra feltundersøkelser i Hardangerfjorden (Hansen et al. 2012). Under dette korttidsekperimentet ble det imidlertid ikke observert noen dødelighet hos svamp som følge den økte organiske belastningen. Følgestudier i felt, under lengre tidsperioder, vil derfor være nødvendig for å bekrefte langtidseffekter og for å etablere sikkert avstand. Måling av LMS kan brukes som et tidlig varselsignal for negativ påvirkning av organiske utslipp, og fettsyren 18:1(n-9) kan bli brukt som markør for påvirkning på svamp fra oppdrettsvirksomhet.

Referanser:

- Handå A, Min H, Wang X, Broch OJ, Reitan KI, Reinertsen H, Olsen Y (2012) Incorporation of fish feed and growth of blue mussels (*Mytilus edulis*) in close proximity to salmon (*Salmo salar*) aquaculture: Implications for integrated multi-trophic aquaculture in Norwegian coastal waters. *Aquaculture* 356-357: 328-341
- Hansen PK, Husa V, Bannister R (2012) Fiskeoppdrett påvirker hardbunnssamfunn. Havforskningsrapporten 2012-03: 28-30
- Kutti T, Bannister RJ, Fosså, JH (2013) Community structure and ecological function of deep-water sponge grounds in the Traena dypet MPA-Northern Norwegian continental shelf. *Continental Shelf Research* 69: 21-30
- Kutti T, Bannister RJ, Fosså JH, Krogness CM, Tjensvoll I, Søvik G (2015) Metabolic responses of the deep-water sponge *Geodia barretti* to suspended bottom sediment, simulated mine tailings and drill cuttings. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 473: 64-72
- Lowe DM, Soverchia C, Moore MN (1995) Lysosomal membrane responses in the blood and digestive cells of mussels experimentally exposed to fluoranthene. *Aquatic Toxicology* 33: 105-112
- Martínez-Gómez C, Bignell J, Lowe D (2015) Lysosomal membrane stability in mussels. *ICES Techniques in Marine Environmental Sciences* No. 56. 41 pp.
- Olsen SA, Ervik A, Grahl-Nielsen O (2012) Tracing fish farm waste in the northern shrimp *Pandalus borealis* (Krøyer, 1838) using lipid biomarkers. *Aquaculture Environment Interactions* 2: 133-144
- Olsen SA, Ervik A, Grahl-Nielsen O (2009) Deep-watershrimp (*Pandalus borealis*, Krøyer 1838) as indicator organism for fish-farm waste. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 381: 82-89
- Redmond KJ, Magnesen T, Hansen PK, Strand Ø, Meier S (2010) Stable isotopes and fatty acids as tracers of the assimilation of salmon fish feed in blue mussels (*Mytilus edulis*). *Aquaculture* 298: 202-210
- Ringwood AH, Hoguet J, Keppler CJ, Gielazyn ML, Ward BP, Rourk AR (2003) Cellular Biomarkers (Lysosomal Destabilization, Glutathione & Lipid Peroxidation) in Three Common Estuarine Species: A Methods Handbook. Marine Resources Research Institute, South Carolina Department of Natural Resources, 217 Fort Johnson Road, Charleston, SC 29412. 46 pp.
- Widdows J, Donkin P (1991) Role of physiological energetics in ecotoxicology. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 100: 69-75

Appendiks 1

Tabell 1. Fettsyresammensetning i 6 svamper eksponert for høye konsentrasjoner (50 mg l⁻¹) med suspenderte partikler av oppdrettsfôr i 7 dager. LOQ (limit of quantification) = 0.06%

	Dag 7 Høy 1-1		Dag 7 Høy 1-2		Dag 7 Høy 1-3		Dag 7 Høy 2-1		Dag 7 Høy 2-2		Dag 7 Høy 2-3	
	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹
14:00	1,37	7,61	1,22	5,27	1,51	5,28	1,4	8,63	1,23	9,18	1,48	9,24
Iso 15:0	3,98	22,04	3,34	14,47	4,51	15,73	4,15	25,51	4,21	31,49	4,01	24,99
Ante Iso 15:0	3,24	17,97	3,07	13,32	3,84	13,4	3,21	19,75	3,19	23,84	3,13	19,53
15:00	0,59	3,26	0,54	2,33	0,65	2,25	0,59	3,61	0,51	3,84	0,64	4,01
Iso 16:0	1,11	6,16	0,95	4,12	1,36	4,74	1,1	6,79	1,02	7,6	1,15	7,19
Ante Iso 16:0	0,78	4,34	0,71	3,09	0,87	3,04	0,75	4,64	0,65	4,86	0,69	4,31
16:00	4,82	26,69	5,46	23,65	5,65	19,71	4,41	27,11	4,12	30,79	5,24	32,7
Iso 17:0	1,53	8,46	1,6	6,94	1,87	6,52	1,67	10,27	1,64	12,28	1,58	9,83
Ante iso 17:0	1,75	9,71	2,01	8,72	1,89	6,6	1,6	9,81	5,58	41,73	1,43	8,89
Unidentified	6,56	36,34	4,67	20,25	2,74	9,56	5,67	34,85	4,98	37,22	5,28	32,91
Iso 18:0	1,42	7,87	1,31	5,66	1,55	5,41	1,49	9,13	1,5	11,2	1,42	8,88
18:00	3,51	19,44	3,19	13,83	3,15	11	3,38	20,78	3,13	23,37	3,55	22,17
Iso 19:0	0,77	4,25	0,84	3,65	0,77	2,69	0,81	4,96	0,82	6,11	0,73	4,55
20:00	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11	0,66
22:00	<LOQ	<LOQ	2,9	12,55	<LOQ	<LOQ	1,83	11,24	<LOQ	<LOQ	1,5	9,33
Iso 23:0	3,66	20,26	1,75	7,56	2,73	9,53	1,57	9,65	1,2	8,94	2,12	13,22
23:00	3,05	16,89	3,42	14,82	<LOQ	<LOQ	1,93	11,86	1,96	14,67	<LOQ	<LOQ
24:00:00	0,61	3,37	0,51	2,2	0,45	1,59	0,33	2	0,26	1,95	0,4	2,49
Total	38,7	214,67	37,4	162,43	33,5	117,05	35,8	220,59	35,9	269,07	34,46	214,9
16:1n-9	1,06	5,88	1,53	6,62	1,78	6,19	1,13	6,98	1,3	9,69	1,46	9,14
16:1n-7	6,95	38,52	7,21	31,26	8,49	29,59	8,19	50,4	7,86	58,77	8,45	52,72
16:01	3,55	19,7	3,88	16,82	8,74	30,48	3,86	23,74	3,97	29,68	3,95	24,64
Iso 17:1	1,53	8,46	3,91	16,94	5	17,43	5,65	34,78	5,58	41,73	4,8	29,92
17:01	1,75	9,71	0,26	1,14	0,33	1,15	0,25	1,55	0,22	1,67	0,35	2,2
18:1n-9	4,31	23,86	5,27	22,85	3,47	12,09	3,44	21,16	3,53	26,36	5,48	34,19
18:1n-7	18,4	101,95	16,0	69,42	16,4	57,48	18,4	113,38	18,0	135,09	18,95	118,18
Ante Iso 19:1	1,52	8,4	1,3	5,62	1,15	4	1,25	7,66	1,25	9,37	1,13	7,03
19:01	4,95	27,41	4,37	18,95	4,65	16,21	4,52	27,81	5,11	38,19	5,63	35,12
20:1n-11	0,44	2,46	0,47	2,02	0,36	1,27	0,35	2,17	0,33	2,5	0,5	3,11
20:1n-9	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11	0,69
20:1n-7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,16	1,22	<LOQ	<LOQ
24:1n-9	0,77	4,25	1	4,31	0,59	2,04	0,61	3,78	0,8	6,01	0,5	3,14
Total	45,2	250,6	45,2	195,95	51,0	177,94	47,7	293,4	48,2	360,29	51,32	320,07
18:2n-6	0,61	3,36	0,79	3,44	0,68	2,36	0,47	2,86	0,55	4,13	0,49	3,05
18:3n-6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14	0,87
20:2n-6	0,22	1,22	0,36	1,55	0,42	1,48	0,39	2,4	0,3	2,21	0,38	2,35
Total n-6	0,83	4,58	1,15	4,99	1,1	3,84	0,86	5,26	0,85	6,34	1	6,26
22:6n-3	2,22	12,3	2,31	10,01	2,46	8,59	2,23	13,69	2,25	16,81	2,08	12,98
Total n-3	2,22	12,3	2,31	10,01	2,46	8,59	2,23	13,69	2,25	16,81	2,08	12,98
18:2 NMID	5,04	27,93	4,17	18,09	3,95	13,76	3,65	22,48	3,18	23,74	3,47	21,64
Unid. DMA1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	4,71	28,99	5,08	37,99	4,32	26,94
Unid. DMA2	1,13	6,25	1,49	6,44	0,87	3,02	1,29	7,91	1,32	9,84	0,38	2,38
Unid. DMA 3	6,81	37,74	8,15	35,33	7	24,42	3,7	22,75	3,14	23,48	2,97	18,55
	7,94	44	9,64	41,77	7,87	27,44	9,7	59,64	9,54	71,31	7,68	47,87
Total PUFA	3,05	16,88	3,46	15	3,56	12,43	3,08	18,96	3,1	23,15	3,08	19,24
Total	100	554,08	100	433,24	100	348,61	100	615,06	100	747,55	100	623,72

Tabell 2. Fettsyresammensetning i 6 svamper eksponert for lave konsentrasjoner (5 mg l⁻¹) med suspenderte partikler av oppdrettsfôr i 7 dager. LOQ (limit of quantification) = 0.06%

	Dag 7 Lav 1-1		Dag 7 Lav 1-2		Dag 7 Lav 1-3		Dag 7 Lav 2-1		Dag 7 Lav 2-2		Dag 7 Lav 2-3	
	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹
14:00	1,43	5,83	1,28	4,06	1,25	3,45	1,3	4,61	1,33	5,27	1,44	8,52
Iso 15:0	4,4	17,97	3,95	12,56	4,51	12,5	3,97	14,06	4,23	16,71	4,32	25,6
Ante Iso 15:0	3,51	14,34	3,53	11,22	4,15	11,5	3,04	10,77	3,45	13,64	3,46	20,4
15:00	0,61	2,47	0,63	2,01	0,72	2	0,55	1,96	0,6	2,38	0,64	3,77
Iso 16:0	1,18	4,82	1,17	3,73	1,34	3,72	1,06	3,75	1,1	4,34	1,07	6,31
Ante Iso 16:0	0,77	3,14	0,83	2,65	0,9	2,49	0,66	2,35	0,71	2,8	0,77	4,57
16:00	4,88	19,94	4,87	15,49	4,75	13,17	4,43	15,71	4,74	18,72	4,83	28,5
Iso 17:0	1,79	7,32	1,37	4,35	1,33	3,68	1,72	6,1	1,76	6,94	1,58	9,33
Ante iso 17:0	1,72	7,03	2,06	6,56	1,73	4,79	1,4	4,95	1,64	6,48	1,63	9,66
Unidentified	7,36	30,08	1,8	5,74	5,62	15,59	5,42	19,2	2,61	10,3	5,48	32,4
Iso 18:0	1,71	7	1,36	4,33	1,83	5,06	1,45	5,15	1,44	5,68	1,42	8,4
18:00	3,65	14,9	3,06	9,75	3,38	9,37	3,21	11,39	3,52	13,89	3,22	19,0
Iso 19:0	0,89	3,64	0,62	1,99	0,56	1,56	0,68	2,4	0,7	2,77	0,58	3,41
20:00	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
22:00	<LOQ	<LOQ	3,24	10,29	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,68	6,63	2,55	15,1
Iso 23:0	1,92	7,85	1,73	5,5	1,56	4,31	1,77	6,29	1,53	6,04	1,73	10,2
23:00	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	3,98	11,03	3,92	13,9	2,09	8,24	0,21	1,27
24:00:00	0,4	1,65	0,45	1,43	0,46	1,27	0,37	1,31	0,53	2,1	0,47	2,81
Total	36,2	148	31,9	101,65	38,0	105,49	34,9	123,92	33,6	132,91	35,4	209,
16:1n-9	1,35	5,53	1,42	4,51	1,27	3,52	1,31	4,65	1,2	4,74	1,18	6,98
16:1n-7	8,57	35,02	7,35	23,38	7,77	21,53	7,27	25,76	12,2	48,55	7,32	43,3
16:01	4,15	16,95	7,34	23,35	4,33	12,01	4,38	15,51	3,48	13,74	4,02	23,8
Iso 17:1	5,87	23,97	4,23	13,47	4,55	12,61	5,11	18,13	5,08	20,04	5,24	31,0
17:01	0,26	1,07	0,19	0,62	0,35	0,97	0,26	0,91	0,29	1,13	0,22	1,31
18:1n-9	3,06	12,51	2,44	7,77	2,07	5,75	2,79	9,88	2,79	11,03	3,21	18,9
18:1n-7	20,4	83,36	16,1	51,47	17,6	49	16,7	59,46	18,8	74,44	17,16	101,
Ante Iso 19:1	1,25	5,1	1,4	4,46	1,25	3,47	1,21	4,29	1,16	4,59	1,17	6,95
19:01	4,95	20,24	4,68	14,9	3,98	11,04	4,53	16,05	1,34	5,3	1,26	7,47
20:1n-11	0,27	1,11	0,19	0,62	<LOQ	<LOQ	0,36	1,27	0,22	0,85	0,71	4,19
20:1n-9	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,2	1,2
20:1n-7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
24:1n-9	0,4	1,63	0,62	1,97	0,96	2,66	0,38	1,36	0,61	2,42	0,45	2,68
Total	50,5	206,48	46,0	146,51	44,2	122,56	44,3	157,26	47,3	186,84	42,15	249,
18:2n-6	0,52	2,13	0,8	2,54	0,65	1,81	0,54	1,92	0,7	2,77	0,59	3,48
18:3n-6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20:2n-6	0,29	1,17	0,3	0,94	0,23	0,63	0,49	1,73	0,47	1,85	0,39	2,31
Total n-6	0,81	3,3	1,09	3,48	0,88	2,43	1,03	3,65	1,17	4,62	0,98	5,79
22:6n-3	2,15	8,79	2,18	6,92	1,58	4,37	1,62	5,74	2,64	10,43	2,16	12,7
Total n-3	2,15	8,79	2,18	6,92	1,58	4,37	1,62	5,74	2,64	10,43	2,16	12,7
18:2 NMID	3,84	15,68	5,61	17,85	4,76	13,2	3,4	12,05	3,57	14,08	3,78	22,4
Unid. DMA1	<LO	<LOQ	0,41	1,31	1,86	5,16	7,54	26,73	4,61	18,22	6,85	40,5
Unid. DMA2	0,93	3,82	8,28	26,34	4,83	13,39	0,93	3,28	1,63	6,45	6,52	38,6
Unid. DMA 3	5,53	22,59	14,3	45,49	11,4	31,75	6,15	21,79	5,4	21,33	2,16	12,7
	6,46	26,41	14,3	45,49	11,4	31,75	14,6	51,8	11,6	46	15,53	91,9
Total PUFA	2,96	12,09	3,27	10,4	2,45	6,8	2,65	9,39	3,81	15,05	3,14	18,5
Total	100	408,67	100	318,16	100	277,19	100	354,42	100	394,89	100	591,

Tabell 3. Fettsyresammensetning i 6 kontroll svamper etter 7 dager. LOQ (limit of quantification) = 0.06%

	Dag 7		Dag 7		Dag 7		Dag 7		Dag 7		Dag 7	
	Kontroll 1-1		Kontroll 1-2		Kontroll 1-3		Kontroll 2-1		Kontroll 2-2		Kontroll 2-3	
	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹
14:00	1,31	6,45	1,17	4,26	1,08	9,72	1,1	4,73	1,52	3,95	1,16	2,46
Iso 15:0	4,18	20,57	3,87	14,15	4,11	37,08	4,34	18,74	5,19	13,51	3,71	7,87
Ante Iso 15:0	3,57	17,56	3,6	13,16	3,08	27,76	3,61	15,61	5,04	13,14	3,14	6,67
15:00	0,62	3,04	0,55	1,99	0,49	4,43	0,49	2,1	0,75	1,94	0,57	1,2
Iso 16:0	1,15	5,64	1,17	4,27	1,07	9,66	1,11	4,8	1,59	4,15	1,18	2,5
Ante Iso 16:0	0,84	4,13	0,78	2,87	0,74	6,64	0,76	3,28	0,95	2,49	0,88	1,87
16:00	4,47	21,99	4,42	16,16	3,14	28,3	4,14	17,9	5,78	15,05	4,93	10,46
Iso 17:0	1,43	7,04	1,27	4,66	1,93	17,37	1,57	6,78	1,65	4,3	1,82	3,85
Ante iso 17:0	2,11	10,38	1,72	6,28	2,2	19,83	2	8,63	2,34	6,08	2,06	4,36
Unidentified	5,69	27,96	5,31	19,41	5,57	50,21	2,16	9,35	1,93	5,02	2,04	4,33
Iso 18:0	1,3	6,41	1,46	5,35	1,42	12,8	1,41	6,08	1,89	4,93	1,76	3,72
18:00	2,96	14,56	2,5	9,15	2,31	20,88	2,78	12,01	3,12	8,13	2,98	6,33
Iso 19:0	0,69	3,38	0,64	2,36	1,1	9,96	0,78	3,37	0,61	1,6	0,52	1,11
20:00	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
22:00	1,02	5,01	0,86	3,15	1,05	9,5	1,77	7,65	1,57	4,08	1,73	3,66
Iso 23:0	4,21	20,68	8,44	30,88	6,76	61	4,57	19,74	4,22	10,99	4,8	10,18
23:00	0,78	3,83	1,23	4,51	0,6	5,41	0,38	1,64	0,93	2,42	0,49	1,05
24:00:00	0,53	2,59	0,42	1,53	0,3	2,71	0,28	1,23	0,29	0,76	0,51	1,08
Total	36,8	181,21	39,4	144,16	36,9	333,24	33,2	143,65	39,3	102,52	34,2	72,72
16:1n-9	1,54	7,58	1,74	6,35	1,4	12,67	1,58	6,84	2,39	6,22	1,64	3,48
16:1n-7	7,68	37,75	7,33	26,82	7,98	71,97	8,29	35,8	9,5	24,76	6,31	13,39
16:01	4,06	19,95	4,25	15,55	4,39	39,61	8,21	35,48	10,6	27,72	7,66	16,26
Iso 17:1	4,83	23,73	4,38	16,01	5,5	49,57	5,19	22,43	5,88	15,32	3,91	8,29
17:01	0,23	1,15	0,25	0,9	0,29	2,59	0,29	1,27	0,3	0,78	0,22	0,47
18:1n-9	2,22	10,93	2,03	7,44	2,36	21,29	1,85	7,98	3,82	9,96	1,66	3,52
18:1n-7	15,6	77,1	14,7	54,08	16,9	152,84	17,1	74	4,33	11,28	14,0	29,83
Ante Iso 19:1	1,74	8,55	1,41	5,14	1,59	14,35	1,17	5,04	1,38	3,59	1,83	3,88
19:01	3,94	19,39	4,16	15,22	4,11	37,03	4,24	18,32	5,69	14,81	4,06	8,61
20:1n-11	0,3	1,47	0,21	0,78	0,34	3,1	0,18	0,77	0,27	0,69	0,34	0,73
20:1n-9	0,22	1,08	<LOQ	<LOQ	0,22	1,99	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20:1n-7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
24:1n-9	2,24	10,99	0,99	3,62	0,18	1,59	1,03	4,47	1,29	3,36	0,94	2
Total	44,6	219,66	41,5	151,91	45,2	408,6	49,1	212,4	45,4	118,49	42,6	90,45
18:2n-6	0,37	1,83	0,36	1,31	0,29	2,62	0,27	1,16	0,32	0,83	0,38	0,8
18:3n-6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20:2n-6	0,33	1,62	0,31	1,15	0,29	2,62	0,32	1,39	0,31	0,8	0,3	0,64
Total n-6	0,7	3,45	0,67	2,46	0,58	5,24	0,59	2,55	0,63	1,63	0,67	1,43
22:6n-3	2,5	12,31	2,5	9,15	2,59	23,32	2,99	12,92	2,66	6,93	3,04	6,45
Total n-3	2,5	12,31	2,5	9,15	2,59	23,32	2,99	12,92	2,66	6,93	3,04	6,45
18:2 NMID	5,3	26,03	4,29	15,71	5,12	46,16	3,7	15,98	4,33	11,28	6,12	12,99
Unid. DMA1	0,22	1,08	0,23	0,83	0,19	1,73	0,21	0,91	0,24	0,62	0,21	0,45
Unid. DMA2	1,02	5,01	3,61	13,21	2,52	22,71	3,12	13,47	4,63	12,06	4,74	10,07
Unid. DMA 3	8,71	42,84	7,76	28,37	6,77	61,1	6,98	30,17	2,66	6,93	8,29	17,59
	9,95	48,93	11,6	42,42	9,48	85,53	10,3	44,55	7,53	19,6	13,2	28,1
Total PUFA	3,21	15,76	3,17	11,6	3,17	28,56	3,58	15,47	3,29	8,56	3,72	7,88
Total	100	491,6	100	365,79	100	902,1	100	432,05	100	260,46	100	212,15

Tabell 4. Fettsyresammensetning i 6 svisker eksponert for høye konsentrasjoner (50 mg l⁻¹) med suspenderte partikler av oppdrettsfôr i 14 dager. LOQ (limit of quantification) = 0.06%

	Dag 14 Høy 1-1		Dag 14 Høy 1-2		Dag 14 Høy 1-3		Dag 14 Høy 2-1		Dag 14 Høy 2-2		Dag 14 Høy 2-3	
	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹
14:00	1,33	5,67	1,32	4,63	1,61	6,28	1,1	4,14	1,27	7,46	1,11	5,68
Iso 15:0	4,12	17,53	4,5	15,72	5,19	20,25	3,23	12,21	4	23,56	3,53	18,07
Ante Iso 15:0	3,76	16,04	4,06	14,2	3,99	15,56	2,52	9,52	3,32	19,57	3,22	16,48
15:00	0,65	2,77	0,6	2,08	0,64	2,51	0,48	1,79	0,53	3,1	0,45	2,28
Iso 16:0	0,34	1,44	1,13	3,94	1,17	4,57	0,87	3,29	1,01	5,92	0,88	4,49
Ante Iso 16:0	0,87	3,72	0,8	2,81	0,89	3,46	0,64	2,43	0,72	4,22	0,6	3,08
16:00	4,38	18,67	4,56	15,94	4,67	18,23	4,78	18,06	4,11	24,18	4,3	22
Iso 17:0	1,44	6,15	1,22	4,26	1,7	6,64	1,44	5,44	1,56	9,21	1,89	9,67
Ante iso 17:0	2	8,51	1,55	5,41	1,99	7,76	1,64	6,19	1,32	7,75	1,56	7,98
Unidentified	5,76	24,52	5,15	18,02	6,84	26,66	4,44	16,76	5,32	31,33	5,16	26,42
Iso 18:0	1,49	6,36	1,57	5,51	1,7	6,62	1,26	4,77	1,34	7,9	1,28	6,56
18:00	3	12,8	2,86	10,02	3,93	15,32	2,68	10,14	3,19	18,81	3,32	16,97
Iso 19:0	0,54	2,31	0,52	1,82	0,55	2,13	0,7	2,64	0,66	3,87	0,89	4,56
20:00	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,12	0,63
22:00	0,71	3,02	3,17	11,07	<LOQ	<LOQ	3,65	13,79	3,07	18,07	<LOQ	<LOQ
Iso 23:0	7,33	31,23	1,16	4,07	0,86	3,36	2,2	8,3	1,72	10,12	2	10,25
23:00	0,57	2,42	4,64	16,23	<LOQ	<LOQ	5,78	21,81	3,72	21,92	3,32	16,96
24:00:00	0,45	1,93	0,22	0,78	<LOQ	<LOQ	0,45	1,7	0,37	2,19	0,5	2,58
Total	38,7	165,1	39,0	136,5	35,7	139,35	37,8	142,99	37,2	219,17	34,14	174,66
16:1n-9	1,4	5,94	1,52	5,31	1,14	4,43	1,2	4,52	1,01	5,95	1,28	6,56
16:1n-7	7,14	30,41	7,41	25,9	8,61	33,56	6,98	26,37	6,7	39,49	7,11	36,36
16:01	4,62	19,66	3,88	13,56	4,97	19,38	3,84	14,5	4,09	24,08	4,2	21,48
Iso 17:1	4,7	20,01	5,65	19,76	7,28	28,4	3,88	14,64	5,08	29,91	4,76	24,34
17:01	0,25	1,08	0,28	0,97	<LOQ	<LOQ	0,21	0,81	0,2	1,19	0,18	0,94
18:1n-9	1,71	7,26	2,56	8,94	2,56	9,99	3,11	11,76	2,71	15,98	3,29	16,82
18:1n-7	16,4	70,23	15,7	55,19	22,3	87,08	14,5	54,99	17,7	104,48	17,64	90,23
Ante Iso 19:1	1,27	5,39	0,95	3,32	1,24	4,84	0,98	3,7	1,08	6,36	1,42	7,26
19:01	4,84	20,63	4,46	15,61	5,43	21,16	3,79	14,31	4,15	24,46	4,74	24,27
20:1n-11	0,14	0,6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,54	2,05	0,24	1,43	0,47	2,38
20:1n-9	0,18	0,75	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,19	0,71	<LOQ	<LOQ	0,29	1,51
20:1n-7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
24:1n-9	1,17	4,97	0,4	1,39	0,57	2,24	0,35	1,33	<LOQ	<LOQ	1,18	6,03
Total	43,8	186,93	42,8	149,95	54,1	211,09	39,6	149,69	43,0	253,31	46,55	238,16
18:2n-6	0,33	1,41	0,51	1,78	0,61	2,38	0,57	2,15	0,45	2,65	0,67	3,41
18:3n-6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,16	0,82
20:2n-6	0,28	1,19	0,27	0,93	<LOQ	<LOQ	0,4	1,52	0,26	1,5	0,44	2,26
Total n-6	0,61	2,61	0,77	2,7	0,61	2,38	0,97	3,67	0,71	4,16	1,27	6,5
22:6n-3	2,59	11,03	1,48	5,19	1,83	7,15	3,34	12,62	2	11,76	2,67	13,65
Total n-3	2,59	11,03	1,48	5,19	1,83	7,15	3,34	12,62	2	11,76	2,67	13,65
18:2 NMID	3,71	15,8	2,92	10,21	3,75	14,61	3,61	13,63	3,54	20,85	3,99	20,41
Unid. DMA1	0,21	0,91	7,13	24,94	<LOQ	<LOQ	4,16	15,72	5,11	30,07	6,27	32,07
Unid. DMA2	3,02	12,85	2,52	8,82	0,58	2,25	1,78	6,73	1,54	9,05	1,66	8,49
Unid. DMA 3	7,23	30,81	3,23	11,31	3,37	13,16	8,64	32,61	6,89	40,56	3,45	17,66
	10,4	44,56	12,8	45,07	3,95	15,41	14,5	55,06	13,5	79,68	11,38	58,21
Total PUFA	3,2	13,63	2,26	7,9	2,44	9,53	4,31	16,29	2,7	15,92	3,94	20,15
Total	100	426,03	100	349,63	100	389,99	100	377,66	100	588,93	100	511,6

Tabell 5. Fettsyresammensetning i 6 svamper eksponert for lave konsentrasjoner (5 mg l⁻¹) med suspenderte partikler av oppdrettsfôr i 14 dager. LOQ (limit of quantification) = 0.06%

	Dag 14 Lav 1-1		Dag 14 Lav 1-2		Dag 14 Lav 1-3		Dag 14 Lav 2-1		Dag 14 Lav 2-2		Dag 14 Lav 2-3	
	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹
14:00	1,21	5,36	1,42	5,45	1,08	4,18	1,21	4,14	1,23	4,7	1,29	8,24
Iso 15:0	3,6	15,93	4,98	19,11	3,53	13,67	3,05	10,41	3,73	14,23	4,24	27,1
Ante Iso 15:0	3,24	14,34	3,92	15,07	2,85	11,05	2,89	9,87	2,72	10,4	3,3	21,11
15:00	0,48	2,13	0,66	2,55	0,49	1,9	0,42	1,44	0,55	2,1	0,56	3,6
Iso 16:0	0,99	4,37	1,25	4,82	1,07	4,16	0,92	3,14	1,01	3,85	1,03	6,6
Ante Iso 16:0	0,67	2,94	0,82	3,16	0,67	2,6	0,66	2,24	0,74	2,83	0,68	4,35
16:00	4,31	19,03	4,75	18,24	3,77	14,62	4,54	15,52	3,97	15,17	4,18	26,72
Iso 17:0	1,64	7,23	1,68	6,44	1,32	5,14	1,41	4,8	1,31	4,98	1,81	11,55
Ante iso 17:0	1,5	6,63	1,72	6,61	1,71	6,64	2,11	7,21	1,56	5,94	1,73	11,09
Unidentified	5,58	24,67	6,52	25,03	8,02	31,11	4,79	16,39	4,93	18,82	5,93	37,93
Iso 18:0	1,44	6,37	1,41	5,41	1,23	4,76	1,2	4,12	1,31	4,99	1,51	9,68
18:00	3,28	14,5	4	15,35	2,8	10,85	2,74	9,38	2,85	10,87	3,28	20,94
Iso 19:0	0,78	3,45	0,78	2,98	0,57	2,22	0,81	2,78	0,75	2,85	0,93	5,91
20:00	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
22:00	2,96	13,08	2,6	10	3,6	13,98	0,77	2,63	3,89	14,85	2,87	18,35
Iso 23:0	1,94	8,58	1,13	4,36	1,93	7,5	9,12	31,19	2,25	8,61	1,78	11,4
23:00	2,63	11,6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	3,52	13,45	1,06	6,77
24:00:00	0,39	1,74	0,33	1,27	0,4	1,56	0,43	1,47	0,39	1,5	0,34	2,17
Total	36,6	161,95	37,9	145,84	35,0	135,93	37,0	126,73	36,7	140,14	36,5	233,51
16:1n-9	1,27	5,62	1,31	5,01	1,1	4,25	1,43	4,9	1,13	4,32	1,17	7,49
16:1n-7	7,71	34,06	8,58	32,93	6,21	24,09	6,62	22,62	6,63	25,32	8,29	53,01
16:01	3,64	16,07	4,73	18,18	6,71	26,01	4,04	13,82	3,77	14,41	3,91	24,99
Iso 17:1	4,41	19,5	6,05	23,25	4,11	15,94	3,51	11,99	4,53	17,27	5,68	36,34
17:01	0,26	1,15	0,22	0,85	0,17	0,68	0,25	0,84	0,19	0,74	0,25	1,58
18:1n-9	2,57	11,38	2,47	9,49	2,22	8,62	4,01	13,72	2,23	8,5	2,22	14,21
18:1n-7	17,7	78,29	20,6	79,29	14,6	56,84	15,2	52,02	15,0	57,5	17,5	112,31
Ante Iso 19:1	1,2	5,29	0,78	2,98	4,11	15,95	1,35	4,61	1,03	3,93	1,22	7,83
19:01	4,8	21,2	5,3	20,35	1,3	5,04	4,18	14,31	1,12	4,26	4,66	29,76
20:1n-11	0,23	1,03	0,18	0,69	0,19	0,74	0,37	1,26	0,18	0,7	0,23	1,44
20:1n-9	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,19	0,66	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20:1n-7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
24:1n-9	0,83	3,68	0,68	2,63	0,44	1,71	1,56	5,34	0,91	3,47	0,47	3,02
Total	44,6	197,26	50,9	195,65	41,2	159,85	42,7	146,08	36,7	140,43	45,6	291,99
18:2n-6	0,63	2,78	0,55	2,1	0,8	3,12	0,34	1,16	0,68	2,59	0,53	3,41
18:3n-6	<LOQ	<LOQ	0,16	0,63	0,16	0,63	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20:2n-6	0,31	1,37	0,19	0,71	0,28	1,09	0,31	1,08	0,27	1,04	0,3	1,92
Total n-6	0,94	4,16	0,9	3,44	1,25	4,83	0,65	2,24	0,95	3,64	0,84	5,34
22:6n-3	1,92	8,47	1,49	5,73	2,33	9,06	1,83	6,27	2,82	10,74	2,39	15,27
Total n-3	1,92	8,47	1,49	5,73	2,33	9,06	1,83	6,27	2,82	10,74	2,39	15,27
18:2 NMID	3,21	14,17	3,7	14,21	4,06	15,74	4,2	14,36	3,43	13,09	3,98	25,42
Unid. DMA1	7,01	30,98	<LOQ	<LOQ	6,89	26,73	1,46	4,99	9,01	34,39	6,83	43,68
Unid. DMA2	1,42	6,29	1,53	5,86	0,25	0,97	4,43	15,14	2,79	10,64	0,31	2
Unid. DMA 3	4,24	18,73	3,45	13,24	8,97	34,8	7,64	26,11	7,5	28,61	3,44	21,99
	12,6	56	4,97	19,09	16,1	62,51	13,5	46,25	19,2	73,64	10,5	67,66
Total PUFA	2,86	12,63	2,39	9,17	3,58	13,89	2,49	8,5	3,77	14,38	3,22	20,61
Total	100	442,01	100	383,96	100	387,92	100	341,93	100	381,69	100	639,19

Tabell 6. Fettsyresammensetning i 6 kontroll svamper etter 14 dager. LOQ (limit of quantification) = 0.06%

	Dag 14 Kontroll 1-1		Dag 14 Kontroll 1-2		Dag 14 Kontroll 1-3		Dag 14 Kontroll 2-1		Dag 14 Kontroll 2-2		Dag 14 Kontroll 2-3	
	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹	%	mg 100g ⁻¹
14:00	1,27	3,95	1,23	4,48	1,23	4,47	1,38	11,28	1,14	7,54	0,95	3,12
Iso 15:0	3,93	12,23	4,2	15,24	3,93	14,31	4,18	34,22	4,23	27,96	3,48	11,38
Ante Iso 15:0	3,41	10,62	3,46	12,58	3,82	13,89	3,17	25,92	3,44	22,72	4,32	14,12
15:00	0,52	1,61	0,58	2,12	0,56	2,05	0,66	5,41	0,57	3,74	0,58	1,91
Iso 16:0	1,22	3,78	1,1	4,01	1,22	4,43	0,93	7,6	1,23	8,16	1,23	4,04
Ante Iso 16:0	0,75	2,33	0,79	2,87	0,89	3,23	0,66	5,41	0,8	5,3	0,94	3,08
16:00	4,35	13,55	4,43	16,1	4,31	15,68	5,09	41,7	4,28	28,31	4,29	14,04
Iso 17:0	1,38	4,29	1,56	5,66	1,55	5,62	1,4	11,47	1,58	10,42	1,22	3,99
Ante iso 17:0	1,75	5,45	1,79	6,51	2,04	7,43	1,5	12,27	1,69	11,17	2,24	7,33
Unidentified	4,92	15,32	5,52	20,04	5,99	21,81	5,77	47,23	2,56	16,9	1,36	4,46
Iso 18:0	1,24	3,87	1,24	4,49	1,46	5,31	1,45	11,89	1,53	10,1	1,49	4,86
18:00	2,89	8,99	3,23	11,72	3,41	12,39	3,28	26,83	2,83	18,68	2,5	8,18
Iso 19:0	0,48	1,51	0,75	2,73	0,85	3,09	0,71	5,8	0,6	3,98	0,67	2,2
20:00	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
22:00	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,78	18,37	2,78	9,09
Iso 23:0	3,1	9,65	3,22	11,68	2,64	9,6	1,55	12,68	2	13,23	2,77	9,05
23:00	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,73	22,38	3,66	24,17	5,83	19,08
24:00:00	0,61	1,89	0,57	2,07	0,47	1,71	0,36	2,95	0,38	2,54	0,55	1,79
Total	31,8	99,03	33,6	122,3	34,3	125,02	34,8	285,05	35,2	233,3	37,2	121,73
16:1n-9	1,17	3,63	1,3	4,71	1,32	4,79	1,38	11,31	1,37	9,04	1,71	5,6
16:1n-7	6,37	19,81	7,43	26,99	7,4	26,95	8,53	69,79	7,85	51,93	6,13	20,04
16:01	3,64	11,33	4,35	15,81	4,79	17,43	3,58	29,28	8,2	54,21	8,48	27,75
Iso 17:1	4,68	14,57	5,27	19,14	4,48	16,3	5,36	43,9	4,98	32,9	3,62	11,82
17:01	0,19	0,59	0,21	0,77	0,27	0,97	0,32	2,58	0,29	1,95	0,22	0,73
18:1n-9	2,27	7,06	2,45	8,9	2,04	7,43	5,52	45,19	1,82	12,06	1,89	6,18
18:1n-7	14,9	46,57	16,9	61,63	18,5	67,43	17,4	142,41	16,1	106,68	13,0	42,62
Ante Iso 19:1	1,06	3,3	1,32	4,79	1,27	4,6	1,03	8,39	0,92	6,09	1,33	4,35
19:01	4,1	12,75	4,74	17,2	4,91	17,86	4,34	35,53	4,33	28,62	4,27	13,95
20:1n-11	0,21	0,66	0,32	1,15	<LOQ	<LOQ	0,92	7,56	0,15	1	0,24	0,8
20:1n-9	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,17	1,38	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20:1n-7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
24:1n-9	0,87	2,71	0,82	2,98	0,49	1,77	0,5	4,1	0,29	1,9	1,06	3,48
Total	39,5	122,98	45,1	164,05	45,4	165,54	49,0	401,43	46,3	306,37	41,9	137,31
18:2n-6	0,65	2,02	0,73	2,66	0,7	2,54	0,55	4,49	0,58	3,82	0,97	3,19
18:3n-6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,17	1,14	<LOQ	<LOQ
20:2n-6	0,31	0,96	0,27	0,98	0,3	1,09	0,29	2,39	0,41	2,72	0,4	1,31
Total n-6	0,96	2,99	1	3,63	1	3,63	0,84	6,87	1,16	7,69	1,38	4,5
22:6n-3	2,34	7,29	2,47	8,96	1,8	6,54	2,13	17,44	2,04	13,47	2,98	9,75
Total n-3	2,34	7,29	2,47	8,96	1,8	6,54	2,13	17,44	2,04	13,47	2,98	9,75
18:2 NMID	5,84	18,17	5,75	20,88	7,41	26,98	3,1	25,41	3,12	20,65	3,74	12,23
Unid. DMA1	5,97	18,58	0,91	3,3	0,88	3,22	5,05	41,3	6,38	42,15	<LOQ	<LOQ
Unid. DMA2	9,99	31,1	6,55	23,77	5,01	18,22	1,5	12,31	1,56	10,31	2,74	8,95
Unid. DMA 3	21,8	67,84	13,2	47,95	13,3	48,42	3,51	28,75	4,12	27,22	9,96	32,56
	21,8	67,84	13,2	47,95	13,3	48,42	10,0	82,36	12,0	79,68	12,6	41,51
Total PUFA	3,3	10,28	3,47	12,59	2,8	10,18	2,97	24,31	3,2	21,16	4,36	14,25
Total	100	311,18	100	363,13	100	363,98	100	818,55	100	661,16	100	327,03