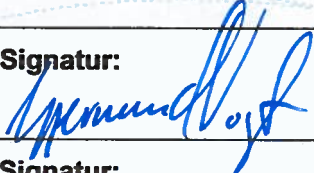



Oppdragsrapport

Nofima AS, Osloveien 1, NO-1430 Ås. Tel: 64 97 01 00, Faks: 64 97 03 33, e-post: mat@nofima.no

Org. Nr.: NO 989 278 835 MVA

Tilgjengelighet: Åpen	Dato: 15.07.2011
Tittel: Oppdragsrapport	Prosjektnummer: C3937
Formål med prosjektet: Karakterisere oljer fra havmus og svarthå samt litteraturundersøkelse av mulige helseeffekter	
Oppdragsgiver: Fiskeri og havbruksnæringens servicekontor (FHS) Industri og eksport - Tromsø	Oppdragsgivers ref: Frank Jakobsen
Prosjektleder og andre medarbeidere: Gjermund Vogt	Signatur: 
Forskningsjef: Kristine Naterstad	Signatur: 
<p>Publisering Oppdragsgiver kan offentliggjøre sluttrapporten fra prosjektet når resultatene gjengis på en måte som ikke er misvisende. Det skal alltid angis at rapporten er produsert av Nofima AS, og deltakende forskere skal navngis i samsvar med god skikk. Før offentliggjøring skal materialet forelegges oppdragstaker for godkjenning. Offentliggjøring på Internett er ikke tillatt uten særskilt samtykke fra oppdragstaker.</p>	
<h2>SAMMENDRAG</h2>	
<p>Konklusjoner Litteraturgjennomgang med hensyn til helseeffekter viser at både havmusolje og svarthåolje har potensial innen helsekostsegmentet. Ingen av oljene inneholder mengder av Omega-3 fettsyrer som kan konkurrere med andre kommersielle Omega-3 produkter. Imidlertid inneholder havmusolje store mengder alkylglyseroler (eterlipider) og svarthåolje inneholder squalen som hovedkomponent i leverolje. Havmus og svarthå har potensial som råstoff til produksjon av alkylglyseroler og squalen inn i mot et stadig økende marked. Eco Marine AS har etablert prosessanlegg for produksjon av havmus- og svarthåolje, samt systemer for fjerning av miljøgifter. Produkter fra denne prosessen er allerede i dag på markedet.</p>	

Bakgrunn

Langs hele Norges kyst har det vært tatt opp en del bifangst under ordinær fangst. Dette har vært arter som en normalt ikke har tatt vare på, eller arter som har gått direkte til fiskemelproduksjon. Mye bifangst går derfor til grunne uten å gi noen form for verdiøkning. Fokus mot miljø og ressurser har i de siste årene ført til økt fokus på utnyttelse av hele fisken og ivaretagelse av bifangsten. Mye av bifangsten har ikke kommersiell betydning har derfor blitt dumpet. Dette gjelder f.eks. fisk som ikke sees på som konsumfisk. To av artene som tas som bifangst i trål i Skagerrak er svarthå (*Etmopterus spinax*) og havmus (*Chimaera monstrosa*). Svarthå tilhører haifamilien mens havmus tilhører en egen gruppe helhodefisker. Begge arter er bruskfisker. Disse artene utgjør en vesentlig andel bifangst i trål og på line i Skagerrak. Normalt sett tas det ikke vare på disse fiskene. Det var derfor ønskelig å finne ut om havmus og svarthå har egenskaper som gjør at de er verdt å prosessere for produkter til konsumentmarkedet.

Marine lipider fra havmus og svarthå

Det er internasjonalt en trend å finne råvarer som kan ha gunstig helseeffekt, og Omega-3 fettsyrer fra beinfisk av marin opprinnelse er velkjent og veldokumentert i så henseende. Det er mulig å utvinne olje fra biprodukter av beinfisk for produksjon av Omega-3 oljer og det er marked for forskjellige kvaliteter av denne type olje. Eksempelvis ser vi oppsving i salg av olje fra oppdrettslaks i helsekostkjedene. Omega-3 oljer til humankonsum har størst potensial såfremt oljen er produsert av fersk fisk av god kvalitet, med kort vei fra fangst til produksjon. Det er mindre kjent hva bruskfisk inneholder av oljer, men en vet at disse oljene skiller seg klart ut fra standard fiskeoljer og inneholder i mindre grad Omega-3 fettsyrer.

Bruskfiskene har ikke svømmeblære for regulering av oppdrift, men bruker fett i leveren i stedet. Svarthå og annen hai inneholder squalen, mens havmus inneholder en blanding av vanlig triglyserider og alkylglyseroler for dette formålet. Squalen som finnes i bruskfisk er rapportert på enkelte hjemmesider på internett å ha antioksidantegenskaper som skal bidra til haileveroljens stabilitet. Det har vært diskusjoner om squalen har effekt på kolesterol og blodtrykk. I havmus utgjør alkylglyseroler den største gruppen av oljer ved siden av triglyserider. Andre produkter som inneholder alkylglyseroler er morsmelk og spesielt råmelk. Disse oljene er praktisk talt fraværende i vanlige fiskeoljer og tran, og er kjent for å ha biologisk aktivitet. Det er i enkelte studier påstått at eterlipider kan ha en positiv virkning på visse former for kreft, og på restitusjon etter strålebehandling. Den gunstige effekten til disse forbindelsene antas å skyldes stimulering av immunforsvaret.

Oljer fra hai (svarthå) og havmus er mangelvare internasjonalt og nærmeste kommersielle anlegg for produksjon av disse oljene befinner seg i Reykjavik(Lysi) på Island. De er for tiden (vinter/vår 2010-2011) utsolgt på disse oljene. På norsk side i Skagerrak er det i dag bare anlegget til Eco Marine AS som produserer råoljer av svarthå og havmus.

Prosess for fjerning av miljøgifter

Pelagisk fisk, så vel som dyphavsarter som havmus og svarthå i kystnære strøk, har et høyt innhold av miljøgifter som PCB og dioksiner akkumulert i fettriakt vev. Eco Marin AS i Arendal har utviklet en patentert metode som muliggjør rensing av oljer for miljøgifter i liten og stor skala. Metoden kan benyttes på alle typer fiskeoljer, er skånsom og foregår ved forholdsvis lav temperatur sammenliknet med konvensjonell raffinering.

Havmus

Havmus (*Chimaera monstrosa*) kalles også enkelte ganger for gullhå, hågylling, levermus, sølvhai, rabbitfish eller silver rabbitfish, og tilhører en egen bruskfiskart under ordenen havmus. Vanlig havmus er den vanligste norske art i Havmusfamilien (*Chimaeridae*). Systematisk står havmus som en mellomform mellom beinfisk og bruskfisk. Den har bruskskjelett, men gjellelokk og fastsittende overkjeve lik beinfiskene.

Rike: [Animalia](#), Dyreriket
Phylum: [Chordata](#), Ryggstrengdyr
Klasse: [Chondrichthyes](#), Bruskfisk
Underklasse: [Holocephalii](#), Helhoder
Orden: [Chimaeriformes](#), havmus
Familie: [Chimaeridae Bonaparte, 1831](#) – havmus
Slekt: [Chimaera Linnaeus, 1758](#) - havmus
Art: [Chimaera monstrosa Linnaeus, 1758](#) – havmus

Det finnes en brun art av havmus (*Hydrolagus affinis*) som fiskes vest av Nordsjøen, men det er vanlig havmus (*Chimaera monstrosa*) som dominerer i Skagerrak.

Havmus har et svært karakteristisk utseende, med et gnagerlignende hode, store vingeformede brystfinner, piskformet hale og en stor pigg foran første ryggfinne. Munnen er tverrstilt, ventralt plassert og med to store fortenner eller tannplater. På grunn av dette kalles den Rabbitfish på engelsk. Den har store øyne med gullskinnende iris og grønn pupill, og synet er tilpasset lyssvake omgivelser. Inkludert den lange halen blir havmusa inntil 1,5 m lang og veier opp til 3 kg. Hunnene er større enn hannene. Ryggen er brun, sidene marmorert i lysere brunt og buken hvit. Hannene har parringsorgan ved basis av bukfinnene og et køllefremmet klamreorgan på hodet. Havmus har forandret seg lite de siste millioner år. De vokser sakte, blir sent kjønnsmodne (opptil 11 år), har lav reproducerbarhet og lav naturlig dødelighet. Overfangst kan derfor føre til rask nedgang i populasjon. Det er fisket havmus som har vært opptil 30 år gamle vest for Irland, noe som tyder på lavt fiske. Utenfor kysten av Portugal fanges det derimot sjeldent fisk som er eldre enn 17 år. Havmus har en parringssesong som strekker seg over 6-7 måneder (vintersesongen) på nordlige breddegrader (Kuyne et al 2007). Eggkapslene ligner haier og skaters, og blir gytt parvis på grunnere vann om våren. Havmus legger egg i lange kitinkapsler, ca. 177 × 25 mm.. Det foregår i dag ikke kommersiell fangst av havmus, men havmus er en vanlig bifangst ved tråling av reker, noe som indikerer at den foretrekker bløtbunn på 200-500 meters dyp. Den kan imidlertid gå ned til over 1000 meters dyp. Om natten trekker den ofte inn på grunnere vann, ofte helt opp på 10-20 meters dyp. Føden består for det meste av diverse muslinger som den knuser med de skarpe tennene, men havmusa tar også fisk, dødfisk, krepsdyr og slangestjerner. Havmus går gjerne på line og kan derfor være et problem i enkelte områder.

Fangst av havmus

I 2005 ble det i Møre og Romsdal fisket ca 70 tonn havmus og det ble landet rundt 6,5 tonn lever. I 2003 ble det fisket 82 tonn vanlig havmus på verdensmarkedet. Det er dels store sesongvariasjoner i mengde havmus som bifangst i trål. Det har vært omsatt noe filet fra havmus. Fileten er uten bein, har fin hvit farge og fast men mør konsistens med en litt søtlig smak. Det er en utfordring å filetere havmus da ryggbeinet er mykt og gir derfor ikke støtte til kniven. Teknologisk er det av den grunn en utfordring å få filetert fisken. Forbrukerundersøkelser foretatt i Sverige har gitt positiv tilbakemelding på havmusfilet, og Sverige har hatt noe import av

havmusfilet fra New Zealand. Det skulle derfor ikke være problem å komme inn på svensk marked med norsk havmusfilet dersom det er økonomisk lønnsomt (Fjørtoft et al 2006).

Havmus og tradisjon

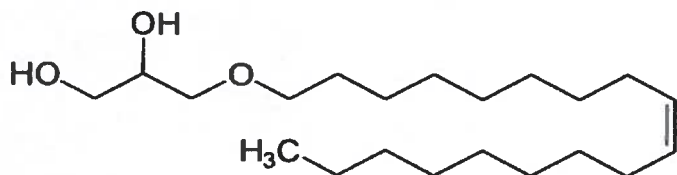
Havmus har tradisjonelt vært brukt i Norge. Biskop Ernst Gunnerus i Trondheim skrev i 1763 om havmuseen at "Denne Fiskens Skabning er saa forunderlig at den fortiener en udførlig Beskrivelse." Han forteller videre at Carl von Linné i 1758 ga havmusa det vitenskapelige navnet Chimaera monstrosa etter uhyret Chimaera som man finner i den greske mytologi. Chimaera var en ildsprutende geit med slangekropp og løvehode. Årsaken til at Linné ga havmusa dette lite tiltrekkende navn, var i følge Gunnerus at fisken var "en Miskmask eller en Blanding af adskillige Slags dyr" (<http://home.online.no/~fndbred/havm.htm>).

Et stikk av piggen foran ryggfinnen er svært vondt og kan forårsake stygg betennelse. Hvorvidt piggen inneholder gift er usikkert, da det finnes divergerende opplysninger om dette. Havmusolje har mange historier knyttet til seg. For eksempel er det sagt at den har sårhelende egenskaper og er generelt god for huden. Erik Pontoppidan (1698-1764) skrev at "En velforfaren Apotheker har sagt mig, han lader al sin anden Forraad staae og griber til dette Middel, naar han selv har havt en eller anden udvortes aaben Skade". Oljen skulle også være et godt middel mot stikk av finnepiggen på havmus, fjesingstikk, øyebetennelse, øreverk og verkefingrer. Havmusolje ble ellers brukt som smøremiddel i urverk og annen mekanikk. Trålskipperene på Hvaler smurte alltid trålwiren med havmusolje for at den ikke skulle ruste. Havmusolje har altså en lang tradisjon.

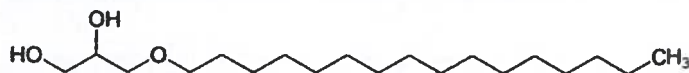
Havmusolje

Oljen har til en viss grad vært benyttet i kosmetikk- og helsekostbransjen. Siden kosmetikkbransjen har hatt behov for store kvanta av ingrediensene i oljen, brukes imidlertid andre råvarekilder og prosesser. Markedet som står frem er helsekostmarkedet. Oljen til havmus er ikke spesielt rik på Omega-3 fettsyrer, men inneholder glyseroletere, også kalt alkoksylglyseroler eller alkylglyserol. Glyseroleterene i havmus er oftest forestret til to fettsyrer og kalles da di-acylglyseroleter, forkortet DAGE eller alkoksylglyseroler. Glyseroleterene har oftest en C16 kjede eller en C18 kjede eterbundet i 1-posisjon på glyserolmolekylet. Utover dette inneholder oljen fettløslige vitaminer der A, D og E dominerer, samt noe kolesterol.

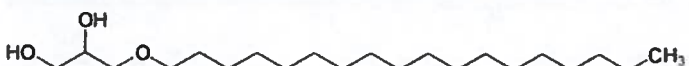
Havmusolje inneholder i urensset tilstand en høy andel miljøgifter i form av PCB og dioksiner. Oljen må derfor renses på lik linje med andre fiskeoljer før den kan gå til konsum som helsekostprodukt. De dominerende alkylglyserolene er chimylalkohol(C16:0), batylalkohol(C18:0) og selachylalkohol(C18:1).



Selachyl alcohol:
1-O-Octadec-9-enyl glycerol;
3-[(Z)-octadec-9-enoxy]propane-1,2-diol.



Chimyly alcohol:
1-O-Hexadecylglycerol;
Glycerol hexadecyl ether;
1-Hexadecylglycerol.



Batyl alcohol:
Batilol;
1-O-Octadecylglycerol;
Stearyl monoglyceride;
Batilolum.

Helseeffekter av Havmusolje

Positive helseeffekter av havmusolje, både innvortes og utvortes ser ikke ut til å ha noe med innholdet av konvensjonelle fettsyrer som Omega-3 fettsyrer å gjøre. Dette fordi innholdet av Omega-3 fettsyrer er veldig lavt og ikke kan konkurrere med andre leveroljer som for eksempel tran. Muligens tror man heller egenskapene er knyttet til alkylglyserolene.

Internasjonalt refereres det til at skandinavisk folkemedisin brukte haileverolje for behandling av kreft og andre sykdommer, på grunn av at haien aldri fikk kreft og heller aldri fikk infeksjoner. Videre fortelles det at haioljer inneholder alkylglyseroler og at det er det som er virkestoffet i behandlingsøyemed. Imidlertid er det havmusolje og ikke haiolje som har høyest innhold av alkylglyseroler. Brohult (1954), begynte allerede på 50-tallet å interessere seg for alkylglyseroler da han postulerte at disse stoffene stimulerte produksjonen av hvite blodlegemer. I pattedyr finner vi disse stoffene i benmarg og i morsmelk. Brohults ide var at alkylglyserolers tilstedeværelse i benmarg var stimuli for dannelsen av blodceller (hemopoese).

Havmusolje og kreftbehandling

Forsøk viste at kreftpasienter som fikk alkylglyseroler i forbindelse med strålingsterapi fikk en raskere restitusjonskurve, raskere produksjon av hvite blodlegemer og mindre arrdannelse og bivirkninger (Alexander, 1959). Brohult viste videre at alkylglyseroler signifikant reduserte skader fra stråling og førte til økt overlevelsesrate ved behandling for livmorhalskreft (Brohult, 1963). Det finnes imidlertid ingen nyere studier hvor problematikken ved arrdannelse og restitusjon etter stråling har blitt omtalt, men litteraturen viste at inntak av alkylglyseroler før strålebehandling kan forhindre bieffekter av stråling og kan være et komplement til konvensjonell behandling (Brohult, 1986, Joelsson, 1988).

Immunforsvar

Alkylglyseroler og alkyllysofosfolipider har egenskaper som kan aktivere cytotoxiske makrofager som igjen fører til økt fagocytose og økt immunrespons samt redusert hypersensitivitet (Berdel, 1980).

Alkylglyseroler gitt til diende rotter viste at rotter som fikk alkylglyseroler tilsatt i melken, i motsetning til kontrollgruppen, fikk økt produksjon av granulocytter men ingen forskjell i produksjon av lymfocytter. Plasmakonsentrasjonen av IgM og IgG økte signifikant i forhold til kontrollgruppen.

Tilsatte mengder med alkylglyseroler tilsvarende naturlige mengder alkylglyseroler i morsmelk ser derfor ut til å påvirke diende rotters immunrespons (Oh, 1994). Tilsvarende resultater ble også gitt for mus som fikk tilsatt små mengder med alkylglyserol i føret. Mus som fikk alkylglyserol viste en økt makrofagaktivitet. Alkylglyserolene chimyl og batylalkohol hadde begge denne egenskapen. Celleforsøk viste at alkylglyseroler genererer en signalfaktor for makrofagaktivitet. Artikkel-forfatteren påpeker mulighetene for å bruke alkylglyseroler for å stimulere immunsystemet mot kreftaktivitet og cytotoxiskitet av maligne celler (Yamamoto, 1988).

Mus induert med Lewis lungcarcinoma tumorer fikk 64 % metastasereduksjon ved tilskudd av alkylglyserol. Alkylglyserol reduserte samtidig plasmalogeninnholdet i tumorene. Det ble også utført tester med tumor på von Willenbrand faktor som viste antiangiogeneseeffekt av alkylglyseroler. Studiet viste at alkylglyseroler reduserer vekst, åredannelse og spredning av carcinoma tumorer i mus (Pedrono, 2004).

Aktivitet til humangranulocytter og makrofager fra mus har blitt studert med hensyn på aktivitet av NO og IL-12 ved tilsetning av alkylglyseroler. Ved tilsetning av alkylglyseroler får en stimulering av IL-12 og NO uavhengig om det er chimylalkohol eller batylalkohol. En fant også en økning i IgG aktivitet. Alkylglyseroler kan derfor induere et høyt nivå av IL-12 aktivitet, som er et cytokin for aktivitet av T-hjelpeceller type 1 (Th1), som igjen øker produksjon av interferon-gamma som igjen aktiverer makrofager (Acevedo, 2006).

Palmlad studerte om alkylglyseroler kunne initiere eller modifisere en respons på humane neutrofile celler etter induksjon med et kjemotaktisk peptid *in vitro*. Fosfolipidene ga best respons, mens rene alkylglyseroler gav noe mindre effekt. En miks av forskjellige alkylglyseroler ser ut til å gi en redusert dødelighet av livmorhalskreft og en redusert nedgang i av hvite blodlegemer etter strålebehandling ved at alkylglyseroler øker konsentrasjonen av blodlegemer og antistoffdannelse (Palmlad, 1990).

Utifra studiene som her er vist til ser det ut som at et tilskudd av alkylglyseroler kan ha en effekt på at de stimulerer immunforsvaret og økt aktivitet av granulocytter og makrofager.

Blod- hjernebarriere

Alkylglyseroler kan se ut til å øke transport over blod-hjernebarrieren. Forsøk på rotter og mus med methotrexat (cellegift) viser at ved tilsetning av alkylglyseroler, når mer methotrexat hjernen. Liknende forsøk er også gjort med fluorescein og syntetiske alkyleter-analoger. Økningen i permeabiliteten i blod-hjernebarrieren har i enkelte tilfeller økt med inntil 300 ganger for methotrexat. Det ble ikke funnet at alkylglyseroler er toksiske, verken ved langtidsstudier *in vivo* eller *in vitro* (Erdlenbruch, 2003).

Plasmalogener

Plasmalogener er en type molekyler, eter-fosfolipider, som en finner i hjerte og hjerne, men også i retina, lever og nyrer. Plasmalogener antas å ha en rolle i visse former for hjertesykdommer, som infarkt. Hypotesen er at plasmalogener stabiliserer cellemembraner så de vil tåle større fysiske påkjenninger. En reduksjon av plasmalogener i hjertet fører til økt risiko for hjertekarsykdommer og for muligheter for skadereduksjon i etterkant av infarkt. Alkylglyseroler som chimylalkohol, er antatt å være forgjengere for dannelse av plasmalogener i mikrosomer. Forsøk på rotter hvor hjertestans ble introdusert med påfølgende reperfusjon, viste at rotter som fikk chimylalkohol under reperfusjonen fikk signifikant bedre blodgjennomstrømning. Kreatinkinaseaktiviteten og dannelse av malondialdehyd som stressmarkører var også lavere enn for kontrollgruppen. I tillegg hadde gruppen som fikk chimylalkohol lavere peroksisomal katalaseaktivitet, noe som styrker en antagelse om at tilførsel av chimylalkohol gir en lavere grad av oksidativt stress (Maulik 1994). Zoelle utførte et forsøk (2002), hvor endotelceller fra human arterie ble dyrket med og uten alkylglyserolet chimylalkohol. Endotelceller fra human arterie (PAEC) dyrket med chimylalkohol viste en dobling i mengde cellulære plasmalogener. Referansen eksponert for hypoksi (oksygenmangel) viste en radikal økning i ROS (reaktiv oxygen species) over en periode på 5 dager, mens celleaktiviteten sank kontinuerlig. I kontrast til dette så overlevde cellene som fikk

chimylalkohol over 2 uker, uten noe økning i ROS. Hypoxien førte til et økt forbruk av plasmeneylethanolamin. Forsøket viste også at celler som hadde fått chimylalkohol var mer motstandsdyktig mot hydrogenperoksid og plumbagin som superoksidgenerator. Forsøket viste at det er mulig å øke mengden plasmalogeninnholdet i humane endotelceller fra human arterie ved hjelp av chimylalkohol. En tilføring av alkylglyseroler som chimylalkohol kan derfor ha potensiale innen terapeutisk bruk mot hypoxemi (Zoelle, 2002).

Antibakterielle virkninger.

Det har blitt rapportert om at enkelte lipider kunne ha antimikrobielle egenskaper, og monolaurin har gjennom tester vist seg å være effektiv. Korresponderende alkylglyserol, (laurineter) har vist enda bedre antimikrobielle egenskaper, muligens på grunn av at eterbindingen er mer stabil enn esterbindingen. Rapporter har vist at effekten muligens skyldes aktivering av autolysin, et stoff som har mulighet for å drepe bakterieceller, men også at alkylglyserolene kan inhibere syntesen av peptidoglukaner som inngår i bakteriecellevegger (Haynes 1994)

Haynes testet alkylglyseroler for bakterie- og soppdrepende effekt mot varianter av *Candida* og *Cryptococcus*. Dette er to mikroorganismer som ofte fører til problemer for AIDS pasienter. Alkylglyserolene hemmet vekst av disse variantene, og en fant også meget sterk synergistisk effekt med amphoterin B mot *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Candida parapsilosis*, *Cryptococcus neoformans*, *Cryptococcus albidus* og *Cryptococcus laurentii* (Haynes 1994).

Andre effekter

Varierende dose av batylalkohol, chimyalkohol ble sammenliknet med acetylsalisylsyre, fenylbutazon og hydrokortison i rotter med hensyn på antiinflammatoriske effekter. Begge alkylglyserolene hadde signifikant antiinflammatorisk effekt når den ble inntatt oralt men ikke via injeksjon. På dosebase var alkylglyserolene mer effektiv enn acetylsalisylsyre, mer potent enn fenylbutazon og lik hydrokortison (Burford 1968).

Oppsummering på helseeffekter av havmusolje

Helseeffektene en finner i havmusolje er først og fremst knyttet opp mot alkylglyserolene. Det er forskjellige effekter som er funnet, slik som inflammasjoner, hjerte-kar, blod-hjerne, strålingsskader og antibakteriell aktivitet. Imidlertid er artikler vedrørende helseeffekter av havmusolje stort sett basert på celle og dyreforsøk (musmodeller) og minimalt arbeid har vært rettet mot humane studier.

Svarthå

Svarthå (*Etmopterus spinax*), er den minste av haiartene i norsk farvann, den blir ca 60 cm lang og har en vekt opptil 1 kilo.

Rike: [Animalia](#), Dyreriket
Phylum: [Chordata](#), Ryggstrengdyr
Klasse: [Chondrichthyes](#), Bruskfisk
Underklasse: [Elasmobranchii](#), Haifisk
Orden: [Squaliformes](#), Håfamilien
Familie: [Etmopteridae](#), Lanternehai
Slekt: [Etmopterus](#),
Art: [E. spinax](#),

Svarthå er den minste haien i norske farvann og kjennetegnes ved den svarte/mørkt brune kroppen. Huden er myk og kjennes ut som fløyel, derav det engelske navnet "velvet belly lantern shark". Svarthåen tilhører familien lanternehaier og har en buk er besatt av lysorganer, som sender ut lys i blinkende serier. Man antar at evnen til å produsere lys henger sammen med forplantning, kamuflasje og kommunikasjon. Lik pigghåen så har også svarthåen en stor pigg foran hver ryggfinne. Bakerste ryggfinne er større enn den forreste. Finnepiggene er ikke i utgangspunktet giftige, men enkelte personer reagerer og kan få betente sår. Hunnene kan bli opp til 60 cm, hannene 50 cm. Fisken blir sjelden større enn ett kilo. Svarthå er kjønnsmoden når den er 28-30 cm lang mens hunnen er kjønnsmoden når den er 34-36 cm lang. Den blir normalt kjønnsmoden når den er 4-5 år selv om det har vært fisket hunnfisk som ikke har vært kjønnsmoden selv om den var 8 år gammel (Coelho, 2008). Antatt levealder for hanner er 18 år og for hunner 22 år.

Svarthå lever normalt på 200-500 meters dyp, men er funnet på dyp fra 70 til 2000 meter. Den foretrekker bløtbunn og spiser lysprikkfisker, kolmuler, blekkspruter, dødfisk og krepsdyr. Svarthåen føder hvert 3. år 6-20 unger om sommeren, og disse er da 12-14 cm lange. Svarthå har i dag ingen kommersiell betydning og sees mange steder på som en plage for linefiskere, da den er en stor agntyv. Det tas mye svarthå som bifangst i trål.

Fangst av svarthå

I dag foregår det ikke kommersielt fiske etter svarthå, men noe tas som bifangst på trål og line. Spesielt i Skagerrak tas en del svarthå som bifangst i forbindelse med fiske etter reker og sjøkreps. Imidlertid er det lite dokumentert, fisken er for liten til å ha nytte som matfisk og til annet kommersielt bruk. Det finnes lite eller ingen informasjon om fangster. I følge "The IUCN Red List of Threatened Species™" (<http://www.iucnredlist.org/>) er svarthå ikke truet, selv om en har sett en liten dokumentert nedgang i bestanden i Øst-Atlanteren: 20 % prosent fra 1970 til 2004.

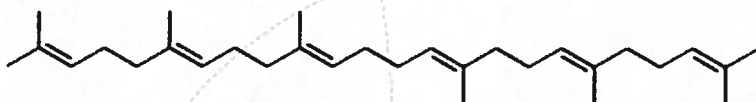
Leveren blir ikke brukt lenger, men kjøttet landes som bifangst til konsum eller som industrifisk. Kjøttet blir spist tørket eller saltet noen steder i Europa.

Svarthå og tradisjon

Biskop Gunnerus skrev i 1763 om leveren til svarthåen: "Den er klar som Aqua Vitae, og den beste medisin mot sår". Leveroljen har vært brukt som sårmedisin i lange tider. Imidlertid finnes det lite informasjon om hva svarthå har blitt brukt til i tidligere. Muligens har en brukt oljen til smøreolje og lampeolje slik som for andre haioljer,

Svarthåolje

Olje fra svarthå er lite omtalt i som produkt. En vil anta at dersom en har benyttet oljen så har det vært produsert sammen med annen hailever. Haileveroljer skiller seg fra olje fra andre arter ved at den inneholder squalen. Svarthåolje kan inneholde store mengder squalen. Squalen er et triterpen som haien bruker for å oppnå oppdrift, da squalen er lettere enn vann. Squalen har i flere hundre år vært brukt som smøremiddel, lampeolje etc. Det brukes i dag i kosmetikk og farmasøytisk industri ved siden av produkter fra polymerkjemisk virksomhet. På grunn av problemer med å skaffe squalen av god kvalitet fra hai, og fordi hai i enkelte områder er utryddingstruet, benyttes i dag ofte squalen fra olivenoljeproduksjon som råstoff innen farmasi og kosmetikk. Haioljer inneholder minimale mengder Omega-3 fettsyrer, og vil derfor ha andre egenskaper enn rene Omega-3 preparater.



Squalen

Ser en på squalenmolekylet, ser en at det er ganske spesielt oppbygd. Squalen syntetiseres fra isopren, som har 5 karbonatomer. To isoprener sammen er et terpen, og 3 terpenene koblet sammen blir et triterpen, slik som squalen. Slike terpenforbindelser finnes mange steder i naturen, men de mest kjente for oss er kanskje terpentiner, og karotenoider (gulrotfarge), lykopen (tomat) og astaxanthin (laks).

Svarthå står ikke på listen over utryddingstruede arter og kan derfor fanges nasjonalt med hensyn til produksjon. Imidlertid vil en anta at svarthå lett kan bli utsatt for overfiske dersom en starter stor kommersiell fangst.

Helseeffekter av svarthåolje

Når en ser i den medisinske litteraturen på helseeffekter av haiolje, er det ofte alkylglyserolene det er snakk om. Effekt av alkylglyseroler er diskutert under kapittelet til havmusolje og helse. Hovedkomponenten i haioljer, og det som gjør den unik, er innholdet av squalen. Squalen har vært omtalt å ha gode egenskaper som mykgjørere og fuktighetsbevarere av hud, som antioksidant, og å ha antitumoraktivitet. Squalen finnes normalt i hud og kan utgjøre opptil 10 % av lipidene (Deprez, 1990). Inntak av haileveroljer antas å ha gunstig effekt på flere typer lidelser. Normalt finner vi squalen som en forgjenger for kolesterol syntesen og steroid syntesen i kroppen. En mener også at squalen kan fungere som antioksidant i kroppen og kan derfor forebygge hjerte-karsykdommer og i tillegg senke kolesterolet (Bhitwade, 2010). Squalen tas enkelt opp i tarmen og blir distribuert ut i forskjellige organer via blodstrømmen (Miettinen, 1994). En vet lite om eventuelle negative helseeffekter av inntak av store mengder squalen (Sotiroudis, 2008).

Haiolje og kreftbehandling.

Haiolje har vært brukt til behandling av forskjellige typer sykdommer, deriblant kreft (Lewkowicz 2006). Særlig har østeuropeiske land forsket på haiolje og kreft, men publikasjonene er så langt ikke oversatt .

Squalen, en bestanddel av haiolje, er antatt å være en av årsakene til hypotesen om at middelhavsdietten har en forebyggende innvirkning på utvikling av kreft. Dette baseres på at dietten er mye basert på det høye forbruket av oliven og olivenolje som inneholder squalen (Owen 2004). Når det gjelder bruk av squalen i behandling av kreft, har den blitt brukt alene og i sammenheng med andre kjemoterapeutiske preparater. For eksempel vil squalen inhibere benzopyrenindusert hudkreft. Noe av effekten en ser av squalen kan være at squalen kan hemme HMG VoA reductase som gir en "feedback"-reaksjon i kolesterol syntesen og en påfølgende reduksjon i farnesyl pyrofosfatproduksjon (Smith, 2000). Ved en økning i inntak av squalen vil en senke nivået av farnesyl pyrofosfat og redusere tumorvekst. Dette kan være interessant i forbindelse med brystkreft, bukspyttkjertelkreft, tarmkreft og liknende tumorer (Kate, 1992).

Squalen brukt sammen med andre kreftmedisiner og naturprodukter har vært uttestet. Eksempelvis har squalen sammen med vitamin A og E samt Aloe Vera vært testet på mus som har fått induisert kreft med antracene. Reduksjonen av tumor var 33 prosent (Desai, 1996). På bakgrunn av dette ser det ut som om squalen har god forebyggende effekt i de nevnte forsøk.

Haiolje og immunforsvar

Det har vært diskutert om effekter av haioljer på immunforsvar har vært koblet til alkylglyserolfraksjonen, men studier viser at også squalen har en positiv effekt. Forsøk på drektige og ammende søyer viste at et inntak på 32g squalen/dag ga en økning i antistoffproduksjon etter vaksinerings for Aujeszkys disease, i forhold til de som ikke fikk squalen. Likeledes fikk man en positiv effekt på immunstatusen i melken ved at den var rikere på antistoffer (Mitre, 2005). I et forsøk hvor 13 frivillige personer fikk 3,6 gram squalen om dagen i 4 uker, ble det funnet en økning i total kolesterol fra 182 mg/100 ml til 225 mg/100 ml, samtidig som det var en senkning i HDL kolesterol. Det ble også funnet en økning av total antioksidantstatus, og en økning i av type 1 cytokin INF-gamma, TNF-alfa og IL-2. Hos alle forsøkspersonene normaliserte imidlertid blodlipidverdiene seg etter avsluttet forsøk. Studiet viste at squalen i høye doser kunne ha en positiv effekt på bakterielle, virale og soppinfeksjoner, men at pasienter med autoimmunsykdommer og arterosklerose burde unngå store doser (Lewkowicz, 2005). Enkle forsøk på mennesker har vist at inntak av haiolje viste en normalisering av "natural killer cell" (NK) aktivitet og ROS intermediater produsert av leukocytter i personer som hadde en aktiv form av reumatoid artritt (leddgikt) (Tchórzewski 2002).

Haiolje og kolesterol

Squalen er en byggesten i kolesterolsyntesen. En ville umiddelbart anta at et inntak av squalen ville gi høyere kolesterolverdier. I et forsøk for å sjekke eventuell hyperkolestrolaktivitet ble hamstere føret på 5 forskjellige dietter inneholdende ulike mengder ren squalen og squalenholdig haiolje. Hamstere som fikk fôr inneholdende 0,5 % w/w squalen fikk en signifikant høyere kroppsvekt, sammenliknet med de andre gruppene som fikk fôr inneholdende henholdsvis 0,1% og 0,05% squalen. Dyrene som fikk squalen fikk en signifikant høyere serum kolesterolkonsentrasjon. I forhold til kontrollgruppen økte gruppen med 0,05% squalen i fôret, 32% i total kolesterol. Gruppen som fikk 0,1% squalen fikk en økning på 23%, mens gruppen som fikk 0,5% squalen fikk en økning på 35% i total kolesterol. Gruppen som fikk 0,05% haiolje hadde til sammenlikning en økning i total kolesterol på 19%. Gruppene som fikk 0,1% og 0,5% squalen samt gruppen med 0,05% haiolje fikk en signifikant økning av HDL kolesterol. Studiet viser at inntak av squalen øker kolesterolkonsentrasjonen i hamster, og en anbefaler derfor forsiktighet hvis squalen eller haiolje tas som kosttilskudd (Zang 2002).

Flere studier av inntak av squalen viser lite konsistente resultater vedrørende effekt på kolesterol. I tillegg har det vært få studier på effekt av squalen på kolesterolsyntesen. Det ble derfor utført et forsøk på 16 menn i alder 22-79 år som fikk en engangsdose på 500 mg squalen. Personer som fikk squalen fastende, transporterte squalen med LDL og HDL. Personer som fikk squalen i forbindelse med et fettrikt måltid, transporterte squalen med triglyseridrike lipoproteiner. Måling av lathosterol, som indikator for kolesterolsyntese, viste en økning i syntesen ved gjeldende dosering, noe som skulle tyde på en økt kolesterolsyntese (Relas, 2000).

Andre studier viser imidlertid at squalen kan ha en positiv effekt på kolesterolinnholdet. Eksempelvis vil en miks av prevastatin og dagsdoser under 500 mg squalen se ut til å ha en bedre effekt enn prevastatin alene. Det ble ikke funnet noen negative effekter av doser under 500 mg i dette studiet som ble utført på 102 eldre hyperkolesterolpasienter (Chan 1996).

Pr i dag vet vi lite sikkert om helseeffekter av squalen utover det som brukes i kosmetikkindustrien og som adjuvans ved vaksinerings. Lovende resultater på en rekke studier antyder at squalen vil få et oppsving i bruk innen medisinske applikasjoner (Harivardhan, 2009)

Oppsummering på helseeffekter av svarthåolje

Artikler viser at oljer fra hai(Squalen) har effekt på kolesterolnivået i kroppen. Responsen ser ut til å være doseavhengig og på bakgrunn av dette kan resultatene variere fra artikkel til artikkel. Muligens kan også haiolje ha en effekt på immunforsvaret. Imidlertid er det for svarthåolje, slik som for havmusolje at forskning omkring helseeffekter er svært lite dokumentert. .

Innholdsstoffer i havmus og svarthåolje.

Havmus og svarthå tilhører gamle fiskeslekter. Deres tilpasning til miljøet de lever i har gått over millioner av år. Verken havmus eller svarthå har svømmeblære slik som de fleste beinfisk, og må derfor kompensere egenvekten og oppdriften med oljeholdig lever. Leveren i disse fiskene inneholder normalt mer lipider enn det vi kjenner fra f.eks. torskefisk samtidig som at oljen har en noe lavere egenvekt enn den mer Omega-3 rike oljen til beinfisk. Mens beinfisk har en olje som er bygget opp av triglyserider, så er oljen fra havmus dominert av alkylglyserol(glyseroletere) i tillegg til triglyserider, mens olje fra svarthå er dominert av squalen.

Miljøgifter i Havmus- og Svarthåolje.

Fete fisker og spesielt dyphavsfisk som svarthå og havmus, akkumulerer forskjellige typer miljøgifter. Spesielt utsatt er fisk fanget i kystnære strøk i nærheten av landområder med tung industri, slik som langs kystene i Europa, inkludert norskekysten fra Skagerrak og nordover. Fokus rundt marine oljer har vært på dioksiner og dioksinliknende PCB med hensyn til negative helseeffekter som forgiftninger og mulig kreftfremkallende effekter. Dioksiner og PCB er fettløselige komponenter og akkumuleres i næringskjeden. De vil således lagres i kroppen når vi spiser mat som inneholder disse stoffene og kan på sikt oppnå så store konsentrasjoner at det kan føre til helseskade. På grunn av mattrygghet ønsker man å ha kontroll på nivået av miljøgifter gjennom å sette krav til mengde miljøgifter i mat som omsettes. I Norge utfører NIFES, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, årlige overvåkninger av fisk/fiskeoljekvaliteter med hensyn til miljøgifter og utgir informasjon gjennom søkbare databaser som "Sjømatdata" (<http://www.nifes.no/sjomatdata/>) og rapporter innen miljøgifter i fisk og fiskevarer (<http://www.nifes.no/file.php?id=1262>).

Så og si all fiskeolje som går til humant konsum må renses for miljøgifter for å kunne tilfredsstille Mattilsynets krav til trygg og sikker mat. Det vil si at en fiskeolje har grenseverdier for innhold av dioksin og dioksinliknende PCB Når det gjelder toksiske ekvivalens faktorer (TEQ) er disse satt av WHO. Dioksin oppgis som WHO(1998)-PCDD/F-TEQ inkl LOQ , PCB som WHO(1998)-PCB-TEQ inkl LOQ og summen av dioksin og PCB som WHO(1998)-PCDD/F+PCB TEQ inkl LOQ. I tillegg ønsker EU å innføre regler for vanlig PCB.

Når det gjelder innhold av dioksiner skal konsentrasjonen i en olje ikke overstige 2pg/g. Når det gjelder sum dioksinliknende PCB og dioksin skal konsentrasjonen ikke overstige 5 pg/g (Norge) eller 10 pg/g (EU).

Dersom en olje fra fisk fanget i Europa skal tilfredsstille disse kravene til miljøgifter, må den stort sett renses. Det finnes forskjellige rensemetoder, men mest utviklet er raffinering der en eller annen form for filtrering/destillasjon/deodorisering inngår. Med disse teknikkene er det pr i dag ingen store problemer å komme under kravet til myndighetene.

Alternativ metode for fjerning av miljøgifter

Enkelte mener imidlertid at raffinering av oljen er uheldig, da denne fjerner sporstoffer, vitaminer, etc, som kan ha en gunstig helseeffekt og som kan være med på stabilisere oljen mot oksidasjon.

Det har derfor vært arbeidet med å utvikle nye metoder som kan fjerne miljøgifter skånsomt uten bruk av høy temperatur som destilleringssystemer ofte har. Eco Marine AS i Arendal har utviklet en slik patentert metode (WO/2010/039037), der en ved hjelp av absorpsjon, og adsorpsjon ved lav temperatur, er i stand til å fjerne miljøgifter fra oljer slik at de tilfredsstiller myndighetenes krav. Oljen er ellers intakt og minimalt med vitaminer blir borte under prosessen. En antar at slike rensemetoder vil ha et marked i fremtiden. Metoden for fjerning av miljøgifter har vært testet og fungerer tilfredsstillende.

Tabell 1 viser tidligere og nye tester i laboratorieskala på effekt av rensing av oljer.

Fiskeolje	pg PCDD/F-PCB-TEQ/g inkl LOQ1) Før rensing	pg PCDD/F-PCB-TEQ/g inkl LOQ 1) Etter rensing
Havmus	41	2,8
Havmus	32,9	1,38
Havmus*	56,4	3,2
Svarthå	67	2,7
Svarthå*	78	3,3
Svarthå*	58	3,0

1) Sum dioksiner, furaner og dioksinliknende PCB/gram olje

* Piloforsøk utført ved Nofima ved hjelp av Eco Marine AS sin prosesseteknologi i henhold til patent WO/2010/039037.

Prosessering av olje fra havmus og svarthå.

Det finnes pr i dag ikke mottak langs norskekysten, i Skagerrakregionen, som kan lande og prosessere havmus og svarthå med hensyn på oljeproduksjon. Eco Marine AS har gjennom prosjektperioden bygget opp et prosessanlegg i Lillesand som er i stand til å produsere leverolje fra bifangst, der havmus og svarthå inngår som ressurser. Anlegget vil etter hvert ha kapasitet til å ta seg av det meste innen utnyttelse av lever så vel som helfisk til hydrolysat- og oljeproduksjon. I dag baserer råvarene seg på bifangst fra tråling etter reker i Skagerrak, hvor fokus har vært på havmus og svartå som råvarer til oljeproduksjon.

Produksjonsteknisk er oljeproduksjon fra havmus og svarthå ganske lik produksjon av levertran, men det er allikevel visse forskjeller, og utstyret må tilpasses for best mulig utbytte. Både haiolje og havmusolje har for eksempel annen tetthet enn triglyserider. Anlegget har de nødvendige godkjenninger for fremstilling av næringsmidler og oljen fra anlegget kan etter fjerning av miljøgifter brukes direkte til humankonsum. Produkter fra Eco Marine AS finnes allerede på helsekostmarkedet. Anlegget har imidlertid potensial for å øke kapasiteten til også å produsere olje fra andre arter som tas som bifangst.

Undersøkelse av oljesammensetning i havmus og svarthå.

Leverstørrelse, oljeutbytte og fettsammensetning har blitt målt i havmus og svarthå som har blitt tatt som bifangst om bord på MS Havfruen (Eco Marine) utenfor Arendal sommeren 2010. Fiskene har vært frosset rund, frem til analysering.

Målt leverstørrelse på utvalgte fisk.

Havmus (to stykker) og svarthå (ti stykker) har blitt testet med hensyn på leverstørrelse i forhold til fiskevekt. Fiskene var i utgangspunktet frosset og lever ble tatt ut halvtint. På grunn av mulig oljeslipp under frysing, antas disse verdiene å være noe lavere enn hvis det hadde vært fersk fisk. Tabellen viser mengde lever i hver fisk.

	Levervekt, gram	Hel fisk vekt, gram	% lever
Havmus	163	822	19,8
Havmus	325	1642	19,8
Svarthå	45	206	21,8
Svarthå	60	243	24,7
Svarthå	47	207	22,7
Svarthå	21	118	17,8
Svarthå	115	477	24,1
Svarthå	32	172	18,6
Svarthå	31	171	18,1
Svarthå	38	179	21,2
Svarthå	30	143	21,0
Svarthå	67	323	20,7

Gjennomsnittlig % lever av hel fisk var 19,8 % for havmus og 21,1 % for svarthå.

Oljeinnhold i lever

Lever fra henholdsvis havmus og svarthå ble hver for seg blandet sammen og varmebehandlet ved 90 grader i 15 minutter før sentrifugering ved 5000 g i 10 minutter. Oljen ble samlet opp og graksen avrent ved at sentrifugeglassene stod opp ned i 15 minutter for å samle opp oljerestene. Følgende gjennomsnitt oljeinnhold ble funnet:

Oljeinnhold(snitt 10 fisk) i svarthålever 56 %

Oljeinnhold(snitt 2 fisk) i havmuslever 69 %

Egenvekt på svarthåolje ble målt til 0,86, og på havmusolje 0,88. Forskjellen i egenvekt skyldes at svarthåolje inneholder store mengder med squalen som har en lavere egenvekt enn glyserolene og glyseroleterene vi finner i havmus.

Analyse av fettsyre- squalen og glyseroletersammensetning av oljene

Rene oljer ble hydrolysert/derivatisert med metanolisk saltsyre til fettsyremetylestere. Oljene ble også derivatisert med Trimetylsilan etter hydrolyse for måling av squalen og alkyglyseroler. Fettsyrer, alkyglyseroler og squalen er kvantifisert ved hjelp av gasskromatografi-flammeionisasjonsdetektor(Agilent 6890GC) og verifisert ved hjelp av gasskromatografi-massespektroskopi(Agilent 6890GC-5975MS).

Tabellen under viser prosentvis fettsyresammensetning i henholdsvis 2 havmus og 5 svarthå

	Havmus 1	Havmus 2	Svarthå 1	Svarthå 2	Svarthå 3	Svarthå 4	Svarthå 5
C14:0	1,0	1,0	3,8	2,9	2,2	2,6	5,6
C14:1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,2	0,3
C15	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6
C16:0	16,2	15,9	17,4	18,7	18,3	19,2	19,5
C16:1	0,8	0,1	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5
C16:1	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2
C16:1	6,0	6,4	5,1	5,0	5,1	5,0	5,2
C17	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,2
16met C18:0	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4
17metC18	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	0,8	0,5
C18:0	6,4	6,2	3,4	4,3	5,0	4,2	2,9
C18:1n6	0,8	0,6	1,9	1,3	1,0	1,4	1,4
C18:1 n9	37,4	42,4	21,4	25,9	28,9	24,9	16,7
C18:1 n11	6,2	8,3	4,3	6,2	6,8	6,3	3,7
C18:2 n-6	0,7	0,8	1,3	1,1	1,2	1,1	1,5
C18:3 n-3	0,0	0,0	0,7	0,6	0,5	0,4	0,8
C20:0	0,2	0,3	0,3	0,3	0,0	0,3	0,3
C20:1	2,5	2,4	4,1	3,5	2,7	2,8	4,1
C20:1 n-9	1,8	2,4	11,1	9,8	8,1	10,3	14,8
C20:1 n-11	1,7	2,2	0,4	0,7	0,8	0,7	0,4
C20:2 n-3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4
C20:4 n-6	1,5	1,0	0,7	0,6	0,9	0,7	0,4
C22:0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C22:1	0,4	0,4	1,6	1,2	0,8	1,5	1,9
C22:5 n-3	8,3	4,5	6,4	4,5	4,2	4,5	3,6
C24:0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C24:1 n-9	0,0	0,0	2,0	1,3	1,0	1,4	2,7
C22:6 n-3	5,4	1,7	11,2	8,7	9,3	9,4	10,7
C26:0	0,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3

Det er forholdsvis mye oljesyre C18:1 n-9 i samtlige oljer. Innholdet av omega-3 fettsyrer varierer både mellom individer av samme slag, og mellom havmus og svarthå. I gjennomsnitt finner vi ca 10 % Omega-3 fettsyrer i havmusolje og 15,5% Omega-3 fettsyrer i svarthåolje. I forhold til beinfisk som torsk er dette lave verdier. Således er det ingen grunn til å utnytte disse artene som kilder til Omega-3 produksjon dersom en har torskefisk som alternativ råstoffkilde.

Innhold av Squalen og glyseroletere.

Det er først og fremst innholdet av squalen (hai) og alkylglyseroler (havmus og dels hai) som gjør leveroljene fra disse artene interessante. Det finnes i dag ikke standard analysemetoder for disse stoffene, noe som har ført til at det i litteraturen opereres med resultater som ikke nødvendigvis er sammenlignbare.

Havmusolje inneholder ikke squalen, men triglyserider og glyseroletere. Glyseroletere er målt som fri eteralkohol hvor fettsyrer i 1 og 2 posisjon er avestret. Batylalkohol(C18) og chimylalkohol(C16) er brukt som ekstern standard. Squalen er målt direkte med squalen(99%, larodan, SE) som ekstern standard.

Tabellen nedenfor viser analysert mengde alkylglyseroler og squalen i henholdsvis havmus og svarthå

	g/100g alkylglyseroler	g/100g squalen
Havmus	33 ± 3	
Svarthå		53 ± 5

Av alkylglyseroler dominerer isomerene C16 (ca 10%), C16:1 (ca 12%), C18 (ca 6%), C18:1 (ca 45%), C20:1 (ca 8%) og C22:1 (ca 8%).

Innhold av fosfolipider.

Innhold av fosfolipider ble bestemt vha tynnsjikt-kromatografi (HPTLC, Camag). Det ble kun funnet små mengder med fosfolipider i oljene, <2%. Dette skyldes at det ble analysert på leverolje. Hadde en sett på sammensetningen av fett fra muskel ville fosfolipidene utgjort en større del pga bidraget fra fosfolipidmembranene i cellene.

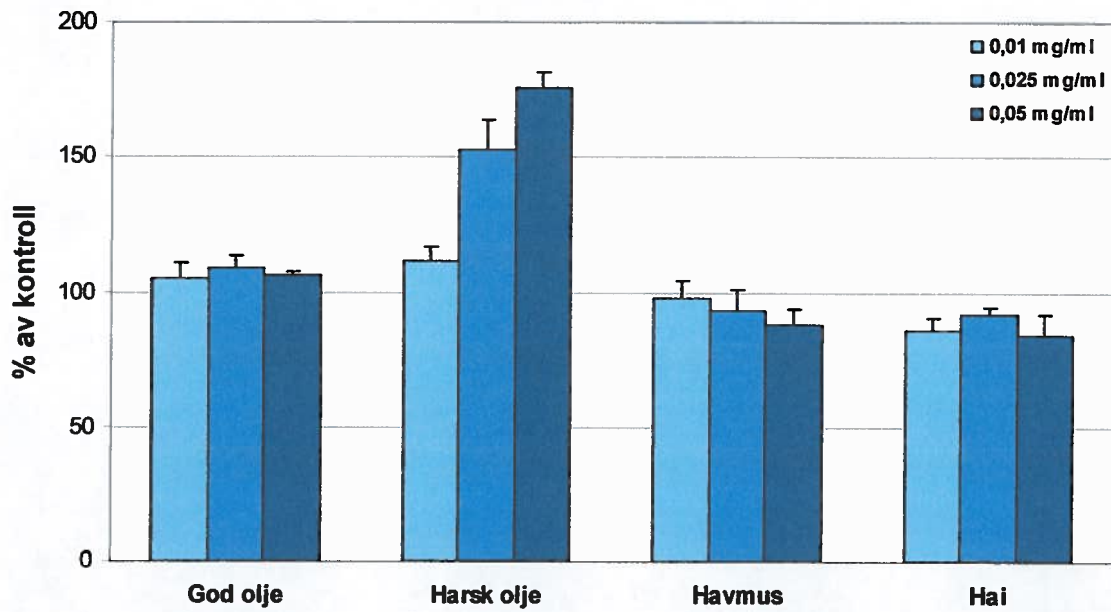
Økonomiske aspekter ved oljer fra havmus og svarthå

Det er i prosjektet ikke utført kalkyler som viser hva henholdsvis havmus og svarthåolje er priset på i markedet. Bulkpris på rå haiolje på det internasjonale markedet ligger i 2011 på ca. USD 6-20 pr liter avhengig av innholdet av squalen. På havmusolje finnes ingen store leverandører. Imidlertid vil en anta at prisen vil variere avhengig av renhet og kvalitet og hva den skal brukes til, f.eks helsekost eller teknisk bruk. Grove estimater vil anslå en pris fra USD 20 og oppover pr kg.

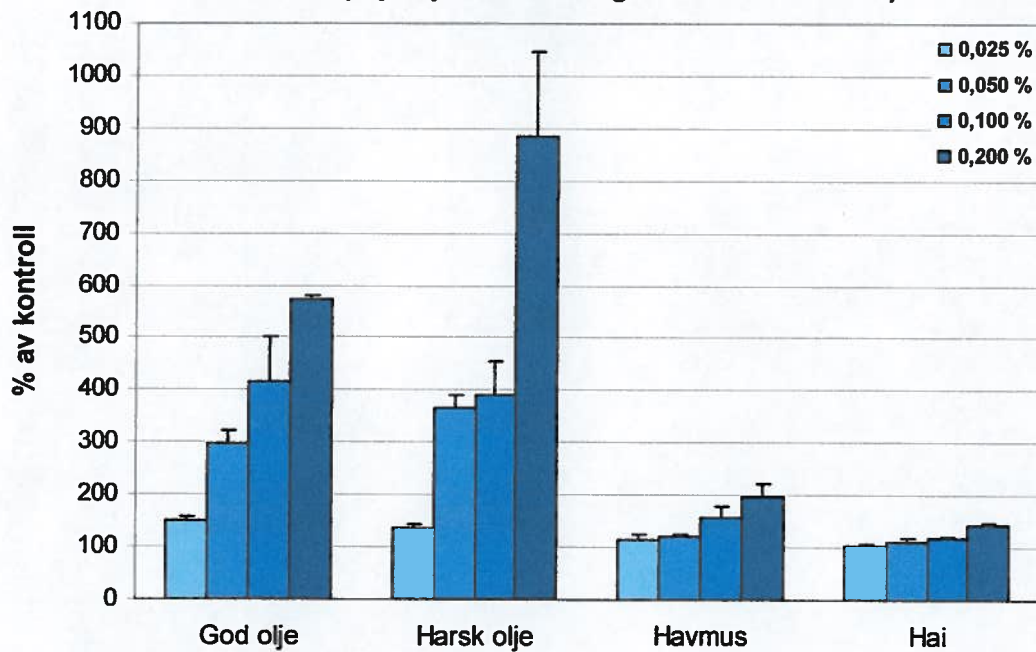
Cellulære effekter av oljer fra havmus og svarthå

Forsøk ved Nofima på humane tarmkreftceller (CACO2) viser at celler gitt havmusolje og svarthåolje har et noe lavere uttrykk av inflammasjonsmarkøren NF-kappaB enn en god "functional food" fiskeolje med peroksidtall under 0,5, som er brukt som referanse. Det er en trend at økende dose gir lavere NF-kappaB aktivitet. Dette stemmer overens med data funnet i litteraturen. Havmusolje og svarthåolje har minimal effekt på peroksidering i cellemembranen i forhold til referanseoljen, og en kan si at havmusolje og svarthåolje ikke har noen som prooksidativ effekt i celledsystemet. I forhold til fiskeoljereferansen, gir både havmusolje og svarthåolje mindre inflammasjon, og svarthåolje kommer best ut.

Basal NF-kappaB aktivitet



DPPP (Lipid peroksidering i cellemembranen)



Oppsummering

Havmus og svarthå sees på som spennende råvarer til produksjon av marine oljer med andre egenskaper enn Omega-3, som har vært mest i fokus med hensyn til gunstige effekter på helse. Tradisjonelt har oljer fra havmus og svarthå vært brukt i folkemedisinen og en kan se en renessanse for slike produkter. På grunn av fare for utrydding av enkelte arter som f.eks. hai, har små men bærekraftige bestander som havmus og svarthå, forblitt uutnyttet. Et kommersielt fiske etter disse artene vil antageligvis fort kunne ødelegge bestandene. Imidlertid er havmus og svarthå tatt som bifangst. Havmus og Svarthå er spennende arter som helt klart har et potensial, i første omgang inn mot helsekost, men med mulighet også mot f. eks farmasi. Kunnskap om oljer fra havmus og svarthå og deres helseeffekter er forholdsvis dårlig dokumentert, men studier indikerer at oljene kan inneholde stoffer en bør en se mer på for eksempel når det gjelder biologisk aktivitet. I dag er Eco Marine det eneste anlegget i Norge som kommersielt produserer oljer fra havmus og svarthå. Eco marine besitter også prosess for fjerning av miljøgifter. En vil anta at man i fremtiden vil se at spekteret av marine oljer vil øke. Likeledes at enkeltkomponenter i marine oljer som for eksempel alkyglyseroler og squalen og derivater av disse vil få nye anvendelsesområder innen bioaktivitet, helse og farmasi. Denne rapporten antas å kun bidra til en start for å lete etter bruksområder for leverolje fra svarthå og havmus.

Referanser

Acevedo, R.; Gil, D.; del Campo, J.; Bracho, G.; Valdes, Y.; Perez, O. 2006 The adjuvant potential of synthetic alkyglycerols. *Vaccine*, 24 (Suppl. 2), S32–S33.

Alexander, P.; Connell, D.I.; Brohult, A.; Brohult, 1959 S. Reduction of Radiation Induced Shortening of Life-Span by a Diet Augmented with Alkoxyglycerol Esters and Essential Fatty Acids. *Gerontologia*, 3, 147–152

Berdel, W.E.; Bausert, W.R.; Weltzien, H.U.; Modotell, M.L.; Widmann, K.H.; Munder, P.G. 1980 The influence of alkyl-lysophospholipids and lysophospholipid activated macrophages on the development of metastasis of 3-Lewis lung carcinoma. *Eur. J. Cancer*, 16, 1199–1204

Bhilwade HN, Tatewaki N, Nishida H, Konishi T. Squalene as novel food factor. *Curr Pharm Biotechnol*. 2010 Dec;11(8):875-80.

Brohult, A.; Holmberg, J. 1954, Alkyglycerols in the Treatment of Leucopenia Caused by Irradiation. *Nature*, 174, 1102–1103.

Brohult, A. Alkoxyglycerols and their use in radiation treatment. 1963 *Acta Radiol. Ther. Phys. Biol.*, 24 (Suppl. 223), 1–99

Brohult, A.; Brohult, J.; Brohult, S.; Joelsson, 1986 I. Reduced mortality in cancer patient after administration of alkoxyglycerols. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.*, 65, 779–785.

Burford, R.G.; Gowdey, C.W. 1968 Anti-inflammatory activity of alkoxyglycerols in rats. *Archives Internationales de Pharmacodynamie et de Thérapie*, 173, 56–70.

Chan P, Tomlinson B, Lee CB, Lee YS. 1996 Effectiveness and safety of low-dose pravastatin and squalene, alone and in combination, in elderly patients with hypercholesterolemia *J Clin Pharmacol* May 1, 36: 422–427

Coelho, R. and Erzini, K. 2008. "Life history of a wide-ranging deepwater lantern shark in the north-east Atlantic, *Etmopterus spinax* (Chondrichthyes: Etmopteridae), with implications for conservation". *Journal of Fish Biology* 73 (6): 1419–1443.

Coelho R., Erzini, K. 2008 Identification of deep water lantern sharks (Chondrichthyes: Etmopteridae) using morphometric data and multivariate analysis, *Journal of the Marine Biological Association of the UK* (2008), 88: 199-204

Deprez, P.P., Volkmann, J.K., Davenport, S.R., 1990, Squalene content and neutral lipid composition of livers from deep-sea sharks caught in Tasmanian waters. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 41, 375-387

Desai, K.N., Wei, H., Lamartiniere, C.A., 1996 The preventive and therapeutic potential of the squalene-containing compound, Roindex, on tumor promotion and regression, *Cancer Lett.* 101 93–96.

Erdlenbruch, B.; Alipour, M.; Fricker, G.; Miller, D.S.; Kugler, W.; Eibl, H.; Lakomek, M. 2003 Alkylglycerol opening of the blood–brain barrier to small and large fluorescence markers in normal and C6 glioma-bearing rats and isolated rat brain capillaries. *Br. J. Pharmacol.* 140, 1201–1210.

Fjørtoft, K.L., Hellevik, A. H., 2006. Marknadsutvikling for djuphavsartar, mora, havmus, hai, lornfisk og isgalt. Rapport nr Å 0603. Møreforskning, 0621 Ålesund

Haynes, M.P.; Buckley, H.R.; Higgins, M.L.; Pieringer, R.A. 1994 Synergism between the Antifungal Agents Amphotericin B and Alkyl Glycerol Ethers. *Antimicrob. Agents Chemother.* 38, 1523–1529

Harivardhan, L.R., Couvreur, P., 2009 Squalene: A natural triterpene for use in disease management and therapy. *Advanced drug delivery reviews* 61, 1412-1426

Joelsson, I. 1988 *Effect of Alkylglycerols on the Frequency of Fistulas Following Radiation Therapy*; Lipidforum: Lund, Sweden,; pp. 1–7.

Kate, K., Cox, A.D., Hisaka, M.M., Graham, S.M. Buss, J.E., Der, C.J. 1992 Isoprenoid addition to Ras protein is the critical modification for its membrane association and transforming activity, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 89 6403–6407.

Kyne, P.M., Simpfendorfer, C.A., 2007. A collation and summarization of available data on deepwater chondrichthyans: Biodiversity, life history and fisheries. Report, 2007, Marine Conservation biology institute, Australia.

Lewkowicz, N.; Lewkowicz, P.; Kurnatowska, A.; Tchórzewski, H. 2006 Biological action and clinical application of shark liver oil. *Pol. Merkur. Lekarski* 20, 598–601.

Lewkowicz, P.; Banasik, M.; Glowacka, E.; Lewkowicz, N.; Tchorzewski, H. 2005 Effect of high doses of shark liver oil supplementation on T cell polarization and peripheral blood polymorphonuclear cell function. *Pol. Merkur. Lekarski*, 18, 686–692.

Maulik, N.J.; Tosaki, A.; Engelman, R.M.; Cordis, G.A.; Das, D.K. 1994, Myocardial Salvage by Chimyl Alcohol: Possible Role of Peroxisomal Dysfunction in Reperfusion Injury. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 723, 380–384.

Miettinen, T.A. Vanhanen, H. 1994 Serum concentration and metabolism of cholesterol during rapeseed oil and squalene feeding, *Am. J. Clin. Nutr.* 59 356–363.

Mitre, R.; Etienne, M.; Martinais, S.; Salmon, H.; Allaume, P.; Legrand, P.; Legrand, A.B. 2005 Humoral defence improvement and haematopoiesis stimulation in sows and offspring by oral supply of shark-liver oil to mothers during gestation and lactation. *Br. J. Nutr.*, 94, 753–762.

Oh, S.Y.; Jadhav, L.S. 1994 Effects of dietary alkylglycerols in lactating rats on immune responses in pups. *Pediatr. Res.*, 36, 300–305.

Owen, R.W., Haubner, R., Wurtele, G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H. 2004 Olives and olive oil in cancer prevention, *Eur. J. Cancer Prev.* 13 (2004) 319–326.

Palmblad, J.; Samuelsson, J.; Brohult, J. 1990 Interactions between alkylglycerols and human neutrophil granulocytes. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 50, 363–370.

Pedrono, F.; Martin, B.; Leduc, C.; Le Lan, J.; Saïag, B.; Legrand, P.; Moulinoux, J.P.; Legrand, A.B. 2004 Natural alkylglycerols restrain growth and metastasis of grafted tumors in mice. *Nutr. Cancer*, 48, 64–69.

Relas H., Gylling H., Miettinen, T. 2000, Atherosclerosis 152, 377-383
Dietary squalene increases cholesterol synthesis measured with serum non-cholesterol sterols after a single oral dose in humans.

Smith, T.J. 2000 Squalene: potential chemopreventive agent, *Exp. Opin. Invest. drugs* 9 1841–1848.

Sotiroudis, T.G., Kyrtopoulos, S.A. 2008 Anticarcinogenic compounds of olive oil and related biomarkers, *Eur. J. Nutr.* 47 69–72.

Tchórzewski, H.; Banasik, M.; Głowacka, E.; Lewkowicz, P. 2002 Modification of innate immunity in humans by active components of shark liver oil. *Pol. Merkur. Lekarski*, 13, 329–332.

Yamamoto, N.; Claire, D.A., St.; Homma, S., Jr.; Ngwenya, B.Z. 1988 Activation of Mouse Macrophages by Alkylglycerols, Inflammation Products of Cancerous Tissue. *Cancer Res.* 48, 6044–6049.

Zhang, Z.; Yeung, W.K.; Huang, Y.; Chen, Z.Y. 2002 Effect of squalene and shark liver oil on serum cholesterol level in hamsters. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 53, 411–418.

Zoeller, R.A.; Grazia, T.J.; Lacamera, P.; Park, J.; Gaposchkin, D.P.; Farber, H.W. 2002 Increasing plasmalogen levels protects human endothelial cells during hypoxia. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.*, 283, H671–H679.