

**Oppdrettet pangasius (*Pangasius hypophthalmus*) fra Asia.
- næringsinnhold sammenlignet med tradisjonell norsk sjømat**

Av
Ole Håkon Johannessen



Mastergradsoppgave i fiskerifag
Studieretning marine næringsmidler
(60 stp)

Institutt for marin bioteknologi
Norges fiskerihøgskole
Universitetet i Tromsø
Mai 2009

Forord

Denne oppgave markerer slutten på min studietid ved Norges fiskerihøyskole. Det har vært fem flotte år hvor jeg har lært mye og fått mange nye venner. Det er mange som fortjener en stor takk. Jeg vil begynne med å takke veilederen min Edel Elvevoll, for god veiledning og ikke minst tålmodighet. En stor takk fortjener også Hanne Mæhre for god hjelp på laben. Hanne og Ida Johanne Jensen takkes også for gode innspill og korrekturlesning i slutfasen av arbeidet. Jeg vil også takke alle på IMAB som har tatt seg tid til å svare på spørsmål og hjelp på laben.

Vil også takke alle mine venner og medstudenter som har gjort min tid her i Tromsø uforglemmelig. En stor takk fortjener også min mor og far som har støttet mine valg og hjulpet meg med beslutninger.

Ole Håkon Johannessen
Tromsø 19.05.2009

Sammendrag

Gjennom en økning av en relativ beskjeden produksjon på noen få tusen tonn i 1980 til en eksport på 828.000 tonn i 2007, har oppdrettsnæringen i Norge har blitt til en stor og viktig næring i løpet av noen få ti år. Etter som produksjonen av oppdrettsfisk har blitt større både her hjemme og i utlandet, har det ikke lengre vært mulig å bruke fiskemel- og fiskeolje i samme omfang ved fôrproduksjon. Det er derfor blitt nødvendig og bruke råvarer fra landbrukssektoren. Innblandingen av vegetabiliske råvarer i fiskefôr har ført til endringer i næringsinnholdet i oppdrettsfisk, spesielt i carnivor fisk. Vi ønsket å undersøke om dette har betydning for den jevne norske forbruker og valgte derfor å kjøpe inn et utvalg av fileter fra ulike arter og ulike leverandører ifra frysediskene i nærmarkedet. Analysene i dette arbeidet ble gjennomført på frosne fileter fra oppdrettet laks og pangasius, samt villfaget sei og torsk. Ferske kokte reker ble også undersøkt. Det ble undersøkt for mengde fett, protein, vann og aske. Det ble også gjort undersøkelser på fettsyre- og aminosyresammensetningen. Mellom fiskeartene var det forskjell i innholdet av fett, vann og protein. Eksempelvis hadde pangasius en fettprosent på ca 2, mens laks hadde en fettprosent på ca 15. Det ble også funnet forskjeller innen ulike produsenter av samme art, den største forskjellen var hos pangasius, hvor mengde protein varierte fra 11 til 19 g/100g. Av totale aminosyrer var det liten forskjell mellom de ulike leverandørene av samme fisk, men mellom fiskeartene var det forskjeller på opptil 50 %. Av frie aminosyrer var det forskjeller mellom fiskeslagene og mellom leverandørene av samme fiskeart. I sei var det fra 1.4 til 1.6 mg/g taurin, mens i laks var det fra 0.4 til 1.0 mg/g taurin. I de oppdrettete artene var variasjonene fra leverandør til leverandør i mengden av forskjellige fettsyrer større enn det som ble registrert hos de villfangede fiskeartene. De villfangede artene hadde også et mer heldig mengde forhold mellom n-6 og n-3 fettsyrer. Pangasius er en fetere fisk enn torsk, men likevel vil en gjennom et fiskemåltid på 150g få ca 10 ganger mer EPA og DHA fra torsk enn fra oppdrettet pangasius.

Nøkkelord: Sjømat, næringsinnhold, fettsyrer, aminosyrer, pangasius

Summary

Through an increase from a relatively modest production of a few thousand tonnes in 1980 to an export of 828,000 tonnes in 2007, the aquaculture industry in Norway has become a large and important industry in the course of a few decades. The production of farmed fish has increased both at home and abroad and it is not possible to use fishmeal and fish oil in the same scale in the production of fish feed. It has thus been necessary to include materials from the agricultural sector. Vegetable ingredients in fish feed has led to changes in the nutrient content of farmed fish, especially in carnivore fish. We wanted to examine whether this has significance for the regular Norwegian consumer and therefore purchased a selection of fillets from different species and different suppliers from the freezers from food shops nearby. The analyses in this work were performed on frozen fillets from farmed salmon and pangasius and wild subjects of saithe and cod. Fresh boiled shrimp were also investigated. Analyses were conducted on the amount of fat, protein, water and ash. The fatty acid and amino acid composition were also examined. Between fish species there were differences in the content of fat, water and protein. For example, pangasius had a fat percentage of about 2, while the salmon had a fat percentage of about 15. It was also found variations between the various producers of the same species, the largest difference was found in pangasius, where the amount of protein ranged from 11 to 19 g/100g. In the amino acids, there was little difference between the various providers of the same fish, but between fish species, there were differences of up to 50%. Free amino acid analysis showed differences between fish species and between the suppliers of the same fish. In saithe, there was 1.4 to 1.6 mg / g taurine, while in salmon there was 1.0 to 0.4 mg / g taurine. In farmed fish species the variations from supplier to supplier in the amount of various fatty acids were greater than that of wild caught fish. The wild fish species had more favourable ratio between n-6 and n-3 fatty acids. Pangasius was richer in fat than cod, but consumption of a fish meal of 150g will provide about 10 times more EPA and DHA from cod than from farmed pangasius

Innholdsfortegnelse

Forord.....	I
Sammendrag.....	II
Summary	III
1 Bakgrunn	1
1.1 Hvorfor fisk er sunt	2
1.1.1 Fettsyrer.....	2
1.1.2 Protein	4
1.1.3 Aminosyrer.....	5
<i>1.1.3.1 Taurin</i>	6
1.1.4 Andre helsebringende komponenter i fisk	6
1.2 Fôr og næringsinnhold	7
1.3 Prosessering.....	8
1.4 Sjømat og helse	9
2 Material og metode:	11
2.1 Forsøksdesign.....	11
2.2 Råmaterialer	11
2.3 Klargjøring av prøvematerialet	12
2.4 Analyser	13
2.4.1 Vann, fett og askeinnhold.....	13
2.4.2 Proteininnhold	13
2.4.3 Analyse av frie og totale aminosyrer.....	14
<i>2.4.3.1 Frie aminosyrer</i>	14
<i>2.4.3.2 Totale aminosyrer</i>	14
2.4.4 Fettsyresammensetning	14
2.5 Statistikk.....	15
3 Resultat og diskusjon	16
3.1 Vann, fett, protein og askeinnhold	16
3.2 Frie og totale aminosyrer.....	19
3.3 Fettsyresammensetning	22
4 Konklusjon	25
Referanser:	26

1 Bakgrunn

Endringer i matvanene til folk har ført til at inntaket av mettet fett og omega-6- fettsyrer har økt. Dette har ført til en økning i livsstilssykdommer som for eksempel hjerte- og karsykdommer, diabetes og allergier. Derfor er det i dag økt fokus på å spise sunn mat. Større inntak av sjømat er sett på som en måte å øke inntaket av sunne fettsyrer, som de langkjedete omega-3-fettsyrene eicosapentaensyre (EPA; 20:5n-3) og docosaheksaensyre (DHA; 22:6n-3). Sjømat er også en utmerket kilde for proteiner av høy kvalitet. Fiskeproteiner dekker alle de essensielle aminosyrene og er lett fordøyelig. Flere og flere ville fiskebestander er satt under sterkt press på grunn av overfiske. Dette har ført til at oppdrettsnæringen har blitt en stor og viktig industri, både i Norge og internasjonalt. I 2007 var det i Norge sysselsatt 4337 personer innen oppdrettsnæringen og det ble eksportert 828.000 tonn oppdrettsfisk, hvorav laks utgjorde 736.000, til en førstehåndsverdi av 17,4 milliarder kroner (SSB, 2009). En utfordring i oppdrett av laks har vært å få tak i nok råstoff til fôrproduksjon, ettersom råstoffet tradisjonelt har vært fiskemel basert på hel pelagisk fisk eller biprodukter fra den tradisjonelle fiskeindustrien. Næringa bruker derfor i dag også råstoff fra landbrukssektoren, i form av plantemel og vegetabiliske oljer. I 2006 gikk 88.5 % av fiskemelproduksjonen og 68.2 % av total fiskeoljeproduksjon til fiskefôr (Tacon & Metian, 2008). I Europa har pangasius (*Pangasius hypophthalmus*) blitt en veldig populær oppdrettsfisk de seneste årene. Pangasius er en altetende ferskvannsfisk som det oppdrettes mye av i Asia. Vietnam er den største produsenten, hvor produksjonen i 1997 var på 22.000 tonn, mens den i løpet av de ti første månedene i 2008 var kommet opp i 550.000 tonn (FAO, 2006, 2009). Pangasius vokser fra yngel til voksen størrelse (1,5 til 2 kg) på et halvt år og blir oppdrettet i merd i elver eller dammer. Den er en enkel og robust art som tåler høye temperaturer og blir som regel føret med pellets av ris og soya. Kvaliteten på fisk blir av FAO (1995) definert som ” det estetiske utseende, ferskhet og nivå av forringelse av produktet”. Denne definisjonen sier lite om hva som forventes av næringsinnholdet i fisk. Viktige spørsmål knyttet til dette arbeidet har vært i hvilken grad næringsinnholdet i oppdrettsfisk tilgjengelig i norske frysedisker har endret seg med bakgrunn i omlegging til større andel vegetabiliske råstoffer i fiskefôr. Dette sammenlignes også med næringsinnholdet i villfanget fisk.

Formål med oppgaven

Å studere innholdet av næringsstoffer i vanlige fiskeprodukter i norske frysedisker, og se på mulig variasjon av næringsstoffer mellom de ulike fiskeartene og deres leverandører.

1.1 Hvorfor fisk er sunt

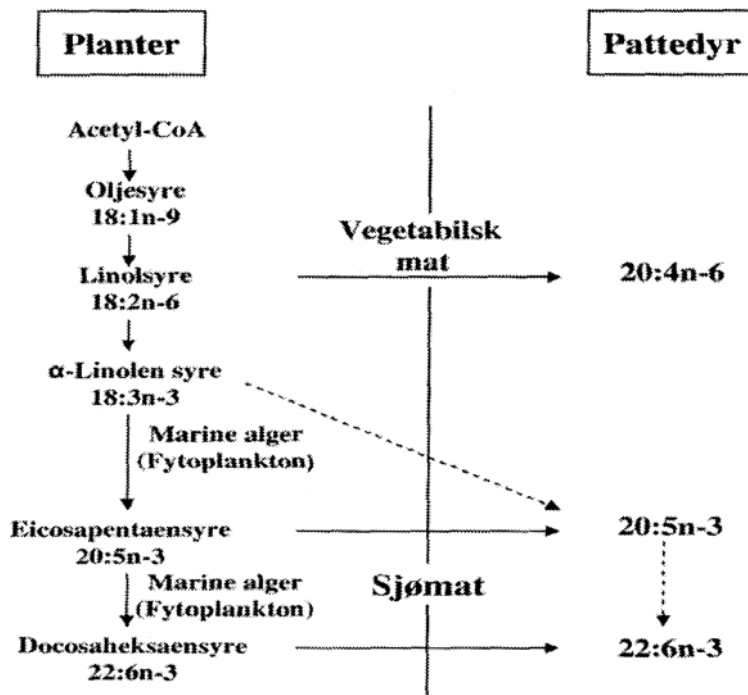
I fisk finnes det en rekke forbindelser som har positive effekter. Som kjent er fisk rik på flerumettede fettsyrer, har lettfordøyelige proteiner og inneholder alle de essensielle aminosyrene. I tillegg regnes sjømat som en god kilde til vitaminer, mineraler og sporstoffer.

1.1.1 Fettsyrer

Informasjonen til denne delen er i hovedsak hentet i Olsens kompendium "Lipidkjemi – med vekt på fisk" (2007).

Fettsyrer er alifatiske karboksylsyrer, $R - COOH$, der R er hydrokarbonkjeden og $- COOH$ er karboksylgruppa. De fleste fettsyrene har mellom 12 og 22 karbonatomer. Fettsyrer med 16 og 18 C-atomer er vanligst i planter og dyrefett. Marine dyr, inkludert fisk, inneholder i tillegg en større andel av fettsyrer med 20 og 22 C-atomer. Fettsyrer kan være mettede, uten dobbelbindinger eller umettede, med en til seks dobbeltbindinger. Fettsyrer med mer enn en dobbeltbinding kalles flerumettede fettsyrer. Flerumettede fettsyrer deles ofte inn i to hovedgrupper; flerumettede fettsyrer (polyunsaturated fatty acids; PUFA), som har 2 eller 3 dobbeltbindinger, og høyt flerumettede fettsyrer (highly unsaturated fatty acids; HUFA), som har 4 til 6 dobbeltbindinger. I tillegg til antall dobbeltbindinger, er også posisjonen til dobbeltbindingen nærmest metylenden av fettsyren av betydning. Dersom den første dobbeltbindingen i en flerumettet fettsyre kommer på C-atom 3 eller C-atom 6 fra metylenden, kalles den henholdsvis omega-3 (n-3) og omega-6 (n-6) fettsyre. Essensielle fettsyrer er livsnødvendig fordi organismen ikke selv kan syntetisere dem. De må derfor tilføres gjennom kostholdet. Ingen dyr, inkludert mennesker og fisk, har enzymer som kan plassere dobbeltbindinger nærmere metylenden i fettsyrer enn karbonatom nummer 9. For dyr, inkludert mennesker og fisk, er linolsyre (LA; 18:2n-6) og α -linolensyre (ALA; 18:3n-3) de to essensielle fettsyrene. Det er imidlertid ikke LA og ALA i seg selv som er de mest viktige, men de som syntetiseres ut fra disse 18- C fettsyrene, nemlig arakidonsyre (ARA; 20:4n-6), EPA og DHA. ALA kan syntetiseres videre i mennesker til EPA og DHA, men denne syntesen er svært ineffektiv (*Schmidt et al., 2005*). Det er også vist at enzymer som er med på å omdanne ALA til EPA blir hemmet av LA (*Uauy & Valenzuela, 2000*). LA finnes det

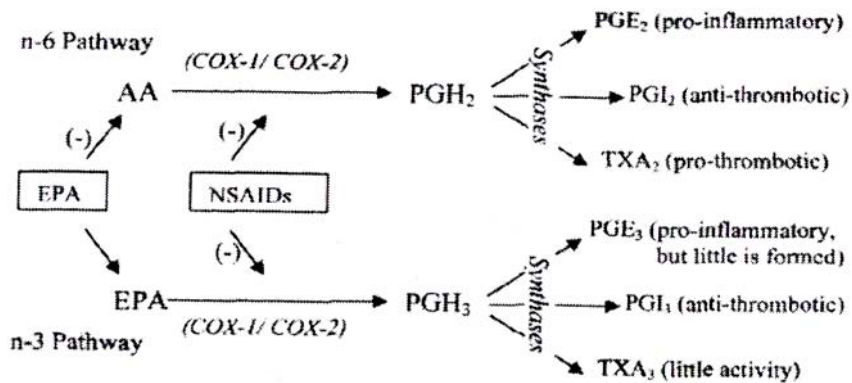
store mengder av i det vestlige kostholdet. LA er utgangspunktet for syntesen av ARA. Omdanningen fra ALA til EPA er beregnet til å være kun 5 % og videre til DHA ned mot 0,5 % (Plourde & Cunnane, 2007). Alt i alt tilsier dette at den eneste reelle måte å få i seg større mengder av EPA og DHA er direkte gjennom kosten (figur 1).



Figur 1. Linolsyre fra plantekost omdannes i dyr og mennesker til arakidonsyre. Omdannelsen av α -linolensyre til EPA og videre til DHA er lite effektiv hos dyr og mennesker (stiplet pil). Marin fisk og skalldyr har marine encellede alger i basis av sin næringskjede (Olsen, 2007).

Fisk er rik på EPA og DHA. Dette kommer seg av at basis i næringskjeden, marine encellede alger (fytoplankton), syntetiserer EPA og DHA effektivt. Fisk har videre stor evne til å lagre disse fettsyrene i depotfettet. Hos mennesker finnes DHA rikelig i netthinnen og hjernen, hvor den har en viktig rolle med å vedlikeholde strukturen og funksjonen til de lettbevegelige membranene i disse vevene (Bell et al., 1995). DHA er også viktig for utviklingen av nervevev hos mennesker (Lauritzen et al., 2001). Både ARA og EPA er forstadier til eicosanoider, en gruppe fettsyrehormoner som spiller en viktig rolle i mange av kroppens fysiologiske funksjoner. Eicosanoidene har forskjellige fysiologiske effekter avhengig av om de syntetiseres av ARA eller EPA. Fra ARA dannes blant annet prostagladin E2 (PGE₂) som

er betennelsesfremmende (pro-inflammatoriske) og tromboxan A₂ (TXA₂) som fremmer blodproppdannelse. Fra EPA dannes PGE₃ og TXA₃ som har liten eller ingen aktivitet (figur 2).



Figur 2. Dannelsen av prostaglandiner fra arakidonsyre (AA) og EPA (Cleland *et al.*, 2006).

Cytokiner er en gruppe lavmolekylære proteiner som fungerer som signalmolekyler og regulerer en rekke fysiologiske prosesser i kroppen, f. eks immunforsvaret. Noen cytokiner har betennelsesfremmende virkninger, som interleukin-1 β (IL-1 β) og tumor nekrose faktor- α (TNF- α). Det er kjent at EPA, og kanskje også noen andre n-3 fettsyrer, hemmer syntesen av disse cytokinene. En mulig virkningsmekanisme er at EPA reduserer genuttrykket av cytokinene ved å binde seg til en transkripsjonsfaktor (NF κ b) som derved ikke blir translokert fra cytoplasma til kjernen (Babcock *et al.*, 2000).

EPA og DHA endrer strukturen/fleksibiliteten i cellemembranen. Dette er vist å ha betydning for fosfolipaseaktiviteten i membranene. En høy andel av disse n-3 fettsyrene er derfor vist å ha betydning for frigjøring av alle disse fettsyrene, også de som er utgangspunktet for syntesen av pro-inflammatoriske prostaglandiner. Dette kan også være en mekanisme for den reduserte inflammasjon en finner ved et forhøyet inntak av sjømatprodukter.

1.1.2 Protein

Proteiner er bygget opp av omkring 20 ulike aminosyrer og inngår i alt organisk materiale fra planter til dyreceller. Proteinene vi får i oss gjennom kosten, brytes ned til peptider og aminosyrer i fordøyelsessystemet. Aminosyrer kan brukes som energi, eller som byggesteiner til egne proteiner. I vår del av verden utgjør proteinandelen 12-15% av kostens totale energiinnhold, og minimumsbehovet for protein dekkes vanligvis med god margin. I

andre deler av verden er kostens innhold av protein ofte utilstrekkelig til å dekke kroppens behov (*Drevon et al., 2007*). Fisk inneholder 12 til 24 % protein avhengig av fiskeslaget, og fiskeprotein inneholder alle de essensielle aminosyrene. Dette gjør det mulig å bruke fisk som eneste proteinkilde. Aminosyresammensetningen hos fisk er relativt lik annen kjøttmat slik som kylling og svinekjøtt, men blir sett på som bedre proteinkilde da den også inneholder lite av det mettede fettene (*Undeland et al., 2009*). Forsøk har vist at proteiner fra fet og mager fisk i slankedietter, fører til større vekt tap enn dietter uten proteiner fra sjømat (*Thorsdottir et al., 2007*). Det er også vist at inntaket av fisk, og da spesielt mager fisk, førte til en reduksjon i oksidativt stress (*Parra et al., 2007*). Renset fiskeprotein har gjennom dyreforsøk også vist seg å påvirke elementer tilknyttet hjerte- karsystemet, slik som høyt blodtrykk (*Ait-Yahia et al., 2003*). Proteiner fra forskjellige fiskearter har også vist seg å gi opphav til, enten gjennom vanlig fordøyelse eller industriell hydrolyse, bioaktive peptider. Disse er vist seg og ha et bredt spekter av effekter som antikoagulerende (*Rajapakse et al., 2005*), antioksidative (*Je et al., 2007*) og blodtrykksregulerende (*Fujita & Yoshikawa, 1999*).

1.1.3 Aminosyrer

Aminosyrer kan deles inn i essensielle og ikke-essensielle. De ikke-essensielle kan vi produsere selv. Essensielle aminosyrer kan vi ikke produsere selv og må derfor få dem tilført gjennom kosten. Aminosyrene kan enten være bundet i proteiner eller foreligge i fri form i vevene. Generelt antas det at befolkningen får i seg tilstrekkelig av de essensielle aminosyrene treonin, valin, metionin, isoleucin, leucin, fenylalanin, lysin, histidin og tryptofan gjennom kosten. Aminosyrene taurin, arginin, glutamin, glycin og cystein, er sett på som betinget essensielle (*Dragnes, 2008*) og finnes i stor grad i fri form i sjømat. Uttrykket ”betinget essensiell” refererer til komponenter som det vanligvis produseres tilstrekkelig av i kroppen, men som det kan trenge ekstra av under spesielle forhold som sykdom eller mangelfull/ensformig diett. Glysin er en essensiell byggestein i sentrale biologiske molekyler (*Gundersen et al., 2004*). Gjennom dyreforsøk har glysin vist seg å redusere åreforkalking og være viktig for et redusert nivå av kolesterol i blod (*Katan et al., 1982; Sugiyama et al., 1993*). Glysin og alanin er også med på å gi sjømat sin karakteristiske smak (*Larsen et al., 2007*). Arginin kan syntetiseres fra citrullin og ornithin via ureasyklusen i leveren og nyrene. Under vekst, sykdom eller stress er syntesen av arginin utilstrekkelig, og må dermed tilføres gjennom kosten (*Neilly et al., 1994*). Forsøk har vist at arginin kan ha en positiv effekt på

blodtrykket. Hos personer med høyt blodtrykk, har intravenøs infusjon av arginin redusert både systolisk (det høyeste blodtrykket under hjertets sammentrekningsfase) og diastolisk blodtrykk (det laveste blodtrykket under sammentrekning) (*Niittynen et al., 1999*).

1.1.3.1 Taurin

Taurin, 2-aminoetanesulfonsyre ($C_2H_7NSO_3$) er en aminosyre som ikke er inkorporert i proteiner, og ble først oppdaget i gallen til okser (*Tiedemann F. & Gmelin, 1827*), derav navnet (okse på latin *Bos taurus*). Taurin er annerledes sammenliknet med andre aminosyrer, da den inneholder en sulfonsyregruppe på den plassen hvor en normalt finner karboksylgruppen. Studier har vist at taurin har en positiv effekt på hjerte- og karsystemet (*Niittynen et al., 1999; Bouckennooghe et al., 2006*). Studier har vist at utskillelse av taurin i urin faktisk var den mest signifikante inverse faktoren for iskemisk hjertedødelighet (*Yamori et al., 2006*). Taurin har også vist seg å ha antioksidative egenskaper, som kan redusere produksjonen av betennelsesprodukter (*Oudit et al., 2004*). Taurin blir syntetisert fra cystein og metionin. Selve biosyntesen av taurin er artsavhengig; høy i gnagere og lav i mennesker. Spedbarn mangler helt egenskapen til å syntetisere taurin (*Gaull, 1986*). Opptak gjennom maten er derfor sett på som den viktigste måten å få i seg taurin (*Bouckennooghe et al., 2006*). Bortsett fra noen alger, inneholder ingen planter taurin. Derimot inneholder marine alger og spesielt marine virvelløse dyr, store konsentrasjoner av taurin (*Roe & Weston, 1965*).

1.1.4 Andre helsebringende komponenter i fisk

Fisk er ikke bare godt for helsa med bakgrunn i innhold av flerumettede fettsyrer, proteiner og essensielle aminosyrer. Fisk inneholder også mineraler og vitaminer som er nødvendig i kosten vår. Sjømat, og da spesielt fet fisk, er rik på flere vitaminer, som A, D, B₁₂ og andre B-vitaminer. Vitamin A syntetiseres av planter og noen mikroorganismer og er som kjent essensiell for mennesker. Vitaminet inngår i en rekke viktige funksjoner som immunsystemet, vekst, utvikling og reproduksjon. Mangel på vitamin A kan føre til nedsatt immunrespons og vitamin A- mangel er den viktigste årsaken til blindhet i utviklingsland. Vitamin D syntetiseres vanligvis i huden hos mennesker ved hjelp av sollys. Siden vi i Norge ikke blir jevnt utsatt for sollys, anbefales en dose på 7,5 µg/dag for både barn og voksne (2 til 60 år) (*Helsedirektoratet, 2007*). Vitamin D er nødvendig blant annet for et normalt opptak av kalsium og normal beinmetabolisme. Mangel på vitamin D kan gi rakitt hos barn og

osteomalaci (myke bein) hos voksne. B- vitaminer er viktige i energiomsetningen. B₁₂ er en samlebetegnelse på en rekke bioaktive forbindelser som inneholder kobolt (korrinoider) og er involvert i en rekke metyleringsreaksjoner (VKM, 2006). Fisk er også en kilde til mineraler og sporstoffer, og da særlig jod og selen. Jod er spesielt viktig for skjoldbruskkjertelen (thyroidea), og dens produksjon av hormonene tyroksin (T₄) og trijodtyronin (T₃). Mangel på jod i kosten kan føre til forstørrelse av skjoldbruskkjertelen, som videre kan føre til redusert vekst og mental retardasjon hos barn. Hos voksne kan det føre til lavt stoffskifte, nedsatt blodtrykk og muskelsvakhet (VKM, 2006). Globalt er jodmangel et problem og i Europa har nesten halvparten av befolkningen et for lavt jodinntak (Vitti *et al.*, 2003). Selen er et viktig mineral for oss mennesker og inngår blant annet som kofaktor for glutationperoksidase (som fungerer som en antioksidant). Selen er også viktig i avgiftningsreaksjoner av ulike tungmetaller som vi får i oss gjennom kosten. Mangel på selen kan i verste fall føre til svekkelse av hjertemuskulaturen (kardiomyopati) (Kling & Soares, 1978).

1.2 Fôr og næringsinnhold

”Du blir hva du spiser” er et ordtak som brukes innen helsekost. Dette gjelder også for fisk og dyr. En rekke undersøkelser har vist at man kan erstatte betydelige andeler fiskeolje i fôret med vegetabiliske oljer, slik som soya, raps- og palmeolje, uten at veksthastigheten eller forutnyttelsen reduseres (Rosenlund *et al.*, 2001; Bell *et al.*, 2003a). Sensoriske egenskaper som smak og farge, kan imidlertid påvirkes (Rora *et al.*, 2005). Innholdet av sunne fettsyrer i oppdrettsfisk påvirkes negativt av vegetabiliske oljer i fôret. Fiskefôr basert på marint råstoff er rikt på EPA og DHA og har et forhold mellom n-3 og n-6 på ca 4:1 (Kalogeropoulos *et al.*, 1992; Bell *et al.*, 1998; Bell *et al.*, 2004). Til sammenlikning har fisk med en innblanding av 50 % vegetabilisk olje i fôret hatt signifikant lavere innhold av EPA og DHA (Parpoura & Alexis, 2001; Caballero *et al.*, 2002; Bell *et al.*, 2003b; Montero *et al.*, 2003). Fra et helsemessig perspektiv er denne minkingen av n-3 i oppdrettsfisk lite ønskelig. ALA vil være den mest ønskelige vegetabiliske oljen i fiksefôr, dette fordi laks kan omdanne C:18 fettsyre til n-3 PUFA slik som EPA og DHA (Seierstad *et al.*, 2005). Dietær berikning vil si å tilføre dyr spesielt ønskede komponenter via fôret. En kan dermed for eksempel gjøre en usunn matvare sunn ved å erstatte enkle komponenter i fôret med sunnere komponenter. For eksempel ved å erstatte noe av fettene i fôr til svin med n-3 PUFA. I oppdrett ville det å supplere fôret med komponenter fisken ville konsumert i vill tilstand, vært det beste. Dette er derimot vanskelig å gjennomføre. Produksjonen av fiskemel og- olje er på verdensbasis statisk eller i nedgang.

Det er ikke realistisk at produksjonen kan økes, og samtidig opprettholde et bærekraftig fiskeri (Pike, 2005). I forsøket til *Torstensen et al., (2004)* undersøkte de effekten av å føre oppdrettslaks med høy innblanding av vegetabiliske oljer i kosten, for så å gå over til 100 % fiskeolje i fôret de siste 25 ukene før slakting for å få en sunnere fettsyreprofil. Resultatene viste at etter 1300 døgngader var EPA og DHA innenfor normale grenser. For 18:2n-6, 18:1n-9 og 18:3n-3 tok det lengre tid, minimum 1788 døgngader. En mulighet ville vært å skreddersy et fôr for å skape en matvare som kan fungere som forebyggende ”medisin”. Det mest naturlige her ville nok vært å rette seg mot sykdommer med stor allmennutbredelse, som for eksempel livsstilssykdommer. AquaMax er et EU- finansiert prosjekt som startet i 2006 og skal pågå i en periode på 4 år, hvor en blant annet skal undersøke utviklingen av livsstilrelaterte sykdommer hos mor og barn, ved å la gravide konsumere skreddersydd laks (*NIFES, 2008b*). Det er gjort flere forsøk med tilsetning av taurin i fisk gjennom fôret. Effekten av taurin, tilsatt som syntetisk taurin (*Kim et al., 2005*) eller inkludering av organiske materialer med mye taurin (*Matsunari et al., 2005*), er noen av strategiene som er valgt. Når nivåene av taurin i dietten til vill fisk sammenliknes med dietten til oppdrettsfisk, er det klart at en oppnår en økt konsentrasjon av taurin i fisken ved tilsetning av dette i fôret. I et forsøk ble Afrikansk malle gitt et taurinberiket fôr over en periode av seks uker (*Luten et al., 2008*). Mengden taurin i fôret varierte fra ca 1 til 18 mg per gram våtfôr. Taurininnholdet i de spiselige delene av fisken økte på en ikke-lineær måte ved økende taurinkonsentrasjon i fôret. Over 8 mg per gram våtfôr ble økningen redusert. En tilsetning av 18- 20 mg taurin per kg fôr, ga en fordobling av taurin i fisken.

1.3 Prosessering

En villfanget fisk har en viss sammensetning og konsentrasjon av næringsstoffer. Bearbeidingen som skjer post mortem kan føre til endringer både i sammensetningen og konsentrasjonen av næringsstoffer. I levende individer er muskelen så godt som steril, men ved islagring vil det være mikrobiell vekst på fiskemuskel, noe som selvsagt reduserer holdbarheten på produktet. Bakteriene nyttegjør seg av aminosyrer, noe som kan føre til en rekke nedbrytningsprodukter med uønsket smak og lukt. Oksidasjon av lipider er et eksempel på en autolytisk prosess, som også er avgjørende for næringsverdien av produktet. Fisk er mer mottakelig for oksidasjon pga det høye innholdet av flerumettede fettsyrer. Prosessering av fisk, som eksempelvis innfrysing, tining, salting og tørking, kan føre til endringer i næringsinnhold. Produktet som leveres ut til kundene er derfor kanskje ikke like rikt på

næringsstoffer som da fisken ble fanget (*Larsen, 2007*). Vannløslige molekyler med lav molekylvekt er utsatt for å gå tapt via drypptap, som før eller siden dannes under lagring. Drypptap inneholder relative store mengder lavmolekylære komponenter fra cytoplasma og sarkoplasmaproteiner og mindre mengder myofibrillproteiner (*Larsen, 2007*). Mesteparten av fisk som fanges globalt blir fryst for å bevare kvaliteten. Frysing fører til strukturelle endringer i fiskemuskel, hvor vann går fra det intracellulære til det ekstracellulære rom (*Mackie, 1993*). Mobiliteten til ekstracellulært vann er høy, og det tapes dermed lettere ved tining. Måten fisk blir behandlet i husholdningen, vil også påvirke komponenter i muskelen. Varmebehandling vil føre til strukturelle endringer i muskelen (*Ofstad et al., 1996*). Varme vil denaturere myofibrillproteinstrukturen. Dette vil føre til at ekstracellulær væske lettere går tapt under koking.

1.4 Sjømat og helse

At sjømat er sunt er allment akseptert. Det er gjort mange forsøk på effekten av fisk og omega-3- inntak i forhold til hjerte- og karsykdommer. Resultatene har vært at et beskjedent inntak av fisk eller fiskeoljer, merkbart reduserer risikoen for hjerte- og karsykdommer (*Mozaffarian, 2008*). Sjømats positive omdømme skyldes mye dens innhold av langkjedede flerumettede omega-3- fettsyrer og dens beskyttende virkning mot hjerte- og karsykdommer. Omega-3- fettsyrer reduserer blant annet innholdet av fett (triglyserider) i blodet og forebygger dermed hjerte- og karsykdommer (*Schmidt et al., 2005; Mozaffarian & Rimm, 2006*). Kliniske studier har vist at et inntak på 250 mg/dag av EPA og DHA i forhold til et nullinntak fører til en 36 % lavere risiko for å dø av hjerte- og karsykdommer (*Mozaffarian, 2008*). Dermed har fet fisk, slik som oppdrettslaks, blitt sett på som sunn sjømat. Innhold av miljøgifter i oppdrettsfisk i form av metylkvikksølv og polyklorerte bifenyler (*Cohen et al., 2005*) har vært noen av de negative aspektene det har blitt fokusert på innen oppdrett. I den senere tid har også selve næringsinnholdet i oppdrettsfisk blitt vist større oppmerksomhet. I et amerikansk studie fra 2008 (*Weaver et al.*) ble fettsyreprofilen til 30 fiskearter studert, blant annet atlantisk laks, ørret, tilapia og catfish som er de mest vanlige oppdrettede fiskeartene i det amerikanske markedet. Catfish og tilapia viste seg å ha lavt innhold av omega- 3 fettsyrer, noe som ikke var så overraskende, siden det er magre fisker, men forholdet mellom omega- 6 og omega- 3 var høyere enn hos laks og ørret. Forholdet mellom n-3 og n-6 burde i følge *WHO (2003)* ikke være mer enn 1:4. Konklusjonen til forfatteren var at dreiningen i markedet mot andre og billigere fiskearter, kanskje ikke gav den ønskede effekten, men heller det

motsatte. Det er foreløpig ikke gitt konkrete anbefalinger fra norske myndigheter om hvor stort inntak enn bør ha av EPA og DHA i løpet av en dag, men helsedirektoratet har kommet med en anbefaling på inntak av omega-3 fettsyrer basert på energiinntaket. En oppfordres også i andre statlige rapporter til å spise mer fisk, både mager og fet, blant annet for å få tilført nok EPA og DHA. Vitenskapskomiteen for mattrygghet (*VKM, 2006*) angir at det generelle rådet om et variert kosthold gjelder også for fisk; man bør spise ulike typer fisk. I tillegg er gode holdepunkter for at konsum av fisk og annen sjømat, spesielt fet fisk, har en helsebringende (gunstig) effekt på å bremse utvikling av, samt forebygge hjerte- og karsykdommer. Konsum av fisk og annen sjømat, spesielt fet fisk, kan også være gunstig for graviditet samt fosterutvikling, inkludert utvikling av hjernefunksjoner. Ut fra en vurdering av inntak av næringsstoffer er det ingen betenkeligheter knyttet til å spise fisk og annen sjømat tilsvarende 4 måltider eller mer i uken. Den internasjonale organisasjonen International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL) anbefaler et daglig inntak av EPA + DHA på minimum 0,5 gram for å oppnå en beskyttelse mot hjerte- og karsykdommer (*ISSFAL, 2004*). Det betyr at 15 gram laks er nok for å dekke det daglige behovet (*NIFES, 2008a*). Til sammenlikning må en spise nesten en kilo kylling for å få dekke det daglige behovet (*VKM, 2006*).

2 Material og metode:

2.1 Forsøksdesign

Det ble valgt tre leverandører for hver art, og analysene ble utført med fem prøver (n=5) av hver art. Dette ble gjort med bakgrunn i at en vet at individvariasjon kan være stor (pga størrelse, kjønnsmodning etc). Forsøkene ble utført på villfanget fisk og oppdrettsfisk (ferskvann og marin)

2.2 Råmaterialer

Frosne skinn- og beinfrie fileter av laks (*Salmo salar*), torsk (*Gadus morhua*), pangasius (*Pangasius hypophthalmus*) og sei (*Pollachius virens*) ble kjøpt fra tre forskjellige leverandører, fem pakker fra hver leverandør (n=5). Kokte reker (*Pandalus borealis*) ble kjøpt inn i tre omganger fra samme leverandør med en ukes mellomrom i perioden 5 til 19. februar 2009. De ulike leverandørene er gjengitt i tabell 1.

Det var i utgangspunktet meningen å undersøke næringsinnholdet i flere av de nye oppdrettsartene, som tilapia (*Oreochromis niloticus*) og oppdrettsreker (*Pennaeus vannamei*), men de viste seg å være lite tilgjengelig i Tromsø. Oppdrettet pangasius som ble undersøkt kom fra Asia, men det var kun leverandør P.2 (tabell 1) som oppga hvor fisken var oppdrettet, som var Mekong elven i Vietnam.

Tabell 1. Type produkt med leverandør, pakkedato og best før dato. Det var ikke alle leverandørene som hadde oppgitt pakkedato. Hvert produkt ble tildelt nummerkode som ble brukt videre for å identifisere produktet.

Produkt	Nr	Leverandør	Pakkedato	Best før dato
Laks	L.1	Coop		19.03. 2009
Laks	L.2	Tromsdalen		24.02. 2009
Laks	L.3	Findus	19.06. 2008	11.02. 2009
Torsk	T.1	Findus		12. 2009
Torsk	T.2	Tromsdalen		08.03. 2009
Torsk	T.3	Max mat		16.09. 2009
Pangasius	P.1	Ntaco Corp	12.06. 2008	12.06. 2010
Pangasius	P.2	Mekong Basa		09. 2009
Pangasius	P.3	Sotra Fiskeindustri	18.08. 2007	18,11, 2008
Sei	S.1	Findus		05. 2010
Sei	S.2	Max mat		17.03. 2010
Sei	S.3	Tromsdalen		04.10. 2009
Reke	R.1	Dragøy	05-19.02.2009	

2.3 Klargjøring av prøvematerialet

De frosne filetene ble satt til tining i kjøleskap i ca 12 timer, i originalpakningen eller i lukkede lynlåsposer. De tinte filetene ble oppbevart i poser på is før de ble homogenisert i en vanlig husholdningsmiksmaster (Kenwood) i ca 30 sek, og pakket i lynlåsposer og frosset ned ved -53 °C. Rekene ble pillet samme dag som de ble kjøpt inn, deretter homogenisert og frosset ned ved -53 °C.

2.4 Analyser

2.4.1 Vann, fett og askeinnhold

Vanninnholdet i fiskeprøvene ble bestemt ved hjelp av en modifisert metode av AOAC 925.04 (AOAC, 1995). Ca 10 gram prøve ble veid før og etter tørking i varmeskap til konstant vekt (ca 24 timer) ved 105 °C.

Mengde fett ble bestemt ved hjelp av AOCS metode Ba 3-38 (Gunstone, 1989). Tørrstoffet som var igjen etter tørking ble malt opp og tilsatt i forhåndsveide hylser, veid på nytt og deretter satt til eterekstraksjon i 2 timer ved 84 °C. Etter ekstraksjonen ble hylsene satt til avdamping i tørkeskap ved 105 °C i ca 24 timer, før de ble veid og fettinnhold ble beregnet.

Askeinnholdet ble funnet ved å bruke en modifisert metode av AOAC 938.08 (AOAC, 1995). Hylsene med prøve etter eterekstraksjonen ble satt i forbrenningsovn ved 500 °C i 12 timer, for deretter å bli veid.

2.4.2 Proteininnhold

Proteininnholdet ble bestemt ved hjelp av *Kjeldahls metode*, en modifisert metode av AOAC 981,10, hvor ca 1 gram prøve, 1 Kjeldahl katalysator-/indikatorblett og 10 ml svovelsyre ble satt til hydrolyse i 2 timer ved 420 °C. For hver analyse på 20 prøver ble det analysert to blindprøver (kjeldahl katalysator-/indikatorblett + 10 ml svovelsyre). Etter hydrolysen ble prøvene tilsatt 75 ml destillert H₂O og 50 ml 30 % natriumhydroksid. Prøvene ble så destillert over i 0,1 M saltsyre til et totalt volum på 150 ml. Prøvene ble videre tilsatt indikator og titrert mot 0,25 M NaOH til fargeomslag fra rødt til grønt. Ut i fra mengde titrert ble det regnet ut mengde råprotein i prosent, som angitt under.

$$\text{Råprotein (\%)} = \frac{(X1-X2) \times X3 \times 14,01 \times 100}{\text{gram prøve} \times 1000 \times 16}$$

X1 = Mengden (ml) NaOH brukt til titrering av blindprøve.

X2 = Mengde (ml) NaOH titrert i prøven.

X3 = Konsentrasjonen til titratet (0,25 M).

14,01 = Molekylvekten til nitrogen.

16 = Prosent nitrogen i protein.

2.4.3 Analyse av frie og totale aminosyrer

Analyser av aminosyrer er kostbare og aminosyreanalysene ble derfor gjennomført som ”pooled samples”, dvs. at like mengder av hver av filetene fra hver leverandør ble blandet og prøven ble analysert av denne blandingen. I analysen av totale aminosyrer ble det analysert en parallell fra ”pooled samples”, mens til frie aminosyrer ble tre paralleller analysert

2.4.3.1 Frie aminosyrer

De frie aminosyrene (FAA) ble ekstrahert slik som forklart av *Mierke-Klemeyer et al (2008)*. 1 gram homogenisert fiskeprøve ble tilsatt 9 ml destillert H₂O og 1 ml 20 mM norleucine for så å bli homogenisert med en Ultra Turrax T25 basic i 15 sek. Deretter ble det tilsatt 1 ml 35 % sulfosalisylysyre (SSA) etterfulgt av homogenisering i nye 15 sek. Norleucine fungerte som intern standard. Etter sentrifugering ved 14000 rpm i 10 min ved 4 °C, ble 200 µl av supernatanten tatt ut og blandet med 800 µl litium citrat buffer (pH 2,2), og deretter satt til analyse.

2.4.3.2 Totale aminosyrer

Totale aminosyrer ble opparbeid som beskrevet av *Van der Meeren et al (2008)* med noen endringer. Ca 0,2 gram prøve ble tilsatt 0,8 ml destillert vann, 0,2 ml 20 mM norleucine og 1,2 ml konsentrert HCl. Lokk ble raskt ført på etter at oksygenet over prøvene ble fjernet med nitrogengass, for å redusere oksidasjon under hydrolysen. Deretter satt til hydrolyse i ca 20 til 24 timer. Etter hydrolysen ble det tatt ut 100 µl prøve som ble dampet inn i nitrogengass. Prøvene ble så tilsatt 1 ml litium citrate buffer (pH 2,2) og deretter satt til analyse.

Mengden frie og totale aminosyrer ble bestemt ved å bruke en Biochrom 30 aminosyreanalysator (Biochrom Co, Cambridge, UK). Signalet ble analysert ved hjelp av programvaren Chromeleon (Dionex, Sunnyvale, CA, USA) og sammenliknet med A9906 fysiologisk aminosyrestandard (Sigma Chemical Co, St. Louis, Mo, USA).

2.4.4 Fettsyresammensetning

Fettet i fiskeprøvene ble ekstrahert med kloroform og metanol etter en metode beskrevet av Folch et al., (1957). Fettet ble ekstrahert fra 1 gram fiskeprøve tilsatt 200 µl intern standard

(10mg/ml 17:0 Heptadecanoic acid, >98%) og 20 ml kloroform/metanol (2:1, v/v). Prøvene ble videre ristet i 20 minutter, deretter filtrert, og så tilsatt 4 ml 0,9 % NaCl (w/v). Etter sentrifugering ved 2000 rpm og 4 °C i 10 minutter ble den øverste vann/metanolfasen fjernet før den gjenværende kloroform/lipidfasen ble inndampet i en rotavapor (Heidolph Labrota 4000, Heidolph Instruments GmbH & Co. KG, Schwabach, Tyskland og Büchi vacuum controler B-721, Büchi Labortechnik AG, Flawil, sveits). Gjenværende fett ble løst i 5 ml heptan, ført over til forhåndsveide Kimax rør og inndampet under nitrogengass. Kimaxrørene ble veid på nytt og det ble tilsatt kloroform/ metanol (2:1, v/v) slik at prøvene fikk en konsentrasjon på 10 mg fett per ml løsning. Metylering ble utført ved bruk av en metode beskrevet av *Stoffel et al., (1959)* med mindre modifiseringer. 100 µl prøve ble tatt ut i Kimaxrør tilsatt 900 µl kloroform og 2 ml 2 % H₂SO₄ (v/v) i metanol, for så å bli trykkokt (kokt i vannbad med tett kork) i en time. Etter kokingen ble 3,5 ml heptan og 3,5 ml 5% NaCl (w/v) tilsatt, og to faser oppsto. Den øverste fasen ble tatt ut i spissglass og inndampet under nitrogengass. Fettet som var igjen med ble løst i 100 µl heptan og analysert i gaskromatograf (Agilent 6890N med 7683 autoinjektor og flammeionisasjonsdetektor, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) med 1 µl injeksjonsvolum og helium som bæregass. Kolonnen som ble brukt var en Varian CP7419 kapillær kolonne (50m x 250mm x 0,25mm nominell) (Varian Inc., Lake Forest, CA, USA) med en injektortemperatur på 240 °C og detektortemperatur på 250 °C. Analysen ble kjørt med et forhåndsbestemt temperaturprogram med 50 °C i 2 minutter, deretter en økning med 10 °C i minuttet til 150 °C, etterfulgt av økning på 2 °C i minuttet til 205 °C, før en tilslutt hadde en økning på 15 °C i minuttet til 255 °C som så ble holdt stabilt i 10 minutter. Fettsyrene ble identifisert ved å sammenlikne de med fettsyrestandard 1895,1893, 1891 og PUFA no1 fra Sigma (Sigma Chemicals CO, St Louis, MO USA).

2.5 Statistikk

Alle verdier er oppgitt som gjennomsnitt ± standardavvik (SD). Statistiske beregninger ble gjennomført med programvaren SPSS 15.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA). Signifikante forskjeller ble bestemt ved enveis variansanalyse (ANOVA) etterfulgt av en post hoc sammenligning med Tukey's test. Signifikansnivå ble satt til $P < 0,05$.

3 Resultat og diskusjon

3.1 Vann, fett, protein og askeinnhold

Innholdet av fett, protein, vann og aske i prøvene er vist i tabell 2. Ulike analysemetoder på fett vil gi ulike resultater. Ekstrahering av fett fra fisk og reke med henholdsvis Soxhlets og Folchs metode, ga forskjellige verdier i fettinnhold som en ser av tabell 2. I reke var for eksempel innholdet av fett med Soxhlets og Folchs metode på henholdsvis 0.3 og 1.4 g/100g. I følge Nasjonalt Institutt for Ernærings- og Sjømatforskning (NIFES) skal innholdet av protein og fett hos reke være på omkring 23 og 1.0 g/100g. Reker inneholder mye fosfolipider (*Hopkins et al., 1993*). Eter som brukes ved Soxhlets metode er et godt løsemiddel for upolare stoffer, som nøytrale lipider eller triacylglycerider (TAG). Kloroform/metanol (2:1, v/v) som brukes ved Folchs metode er et godt løsemiddel å bruke for å ekstrahere polare lipider, som fosfolipider. Det er derfor sannsynlig at Folchs metode er den beste metode å bruke for å ekstrahere fett fra rekemuskel. Videre i denne første delen av diskusjon vil jeg ta utgangspunkt i mengde fett funnet ved bruk av Soxhlets metode.

Tabell 2. Fett-, protein-, vann- og askeinnhold i g/100g (gjennomsnitt ± standardavvik) av forskjellige fiskefileter (n=5) og deres leverandører, henholdsvis laks (L.1-L.3), torsk (T.1-T.2), pangasius (P.1-P.2), sei (S.1-S.2) samt reke (R, n=3)

Prøve	Vann	Protein	Aske	Fett, Soxhlet	Fett, Folch
L.1	65,5 ± 2,2	20,0 ± 0,8	1,0 ± 0,1	14,5 ± 3,0	8,9 ± 1,6
L.2	64,0 ± 3,3	20,5 ± 0,7	1,1 ± 0,0	15,4 ± 3,9	10,0 ± 3,0
L.3	63,9 ± 1,5	19,3 ± 1,2	1,5 ± 1,1	16,7 ± 2,7	12,5 ± 1,9
T.1	82,2 ± 0,8 b	17,2 ± 0,7 b	1,0 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,6 ± 0,1
T.2	84,4 ± 0,7 a	14,7 ± 0,1 a	1,0 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,5 ± 0,1
T.3	82,8 ± 0,7 b	16,0 ± 0,8	1,1 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,6 ± 0,2
P.1	85,5 ± 1,4 b	11,7 ± 0,2 b	1,0 ± 0,3 b	2,1 ± 1,5	1,3 ± 0,6
P.2	86,0 ± 0,9 b	11,8 ± 0,9 b	1,4 ± 0,2 a	1,0 ± 0,2	0,3 ± 0,1
P.3	79,4 ± 0,9 a	19,0 ± 0,6 a	1,0 ± 0,0 b	1,9 ± 0,5	1,4 ± 0,7
S.1	80,3 ± 0,3 b	18,5 ± 0,4 a	1,2 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,6 ± 0,0
S.2	78,9 ± 0,4 a	19,8 ± 0,9 b	1,3 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,5 ± 0,3
S.3	80,0 ± 0,7 b	18,9 ± 0,8	1,2 ± 0,2	0,3 ± 0,2	0,9 ± 0,2
R	75,2 ± 0,6	21,9 ± 0,2	3,0 ± 0,5	0,3 ± 0,1	1,4 ± 0,0

a,b Verdier med ulike bokstaver innenfor samme kolonne og art er det signifikant forskjell på (P<0,05)

Faktorer som er viktig for vannbindingsevnen og vanninnholdet i fiskemuskel er temperatur, pH, ionestyrke, foredling (kjøling, frysing, lagring tining, salting, tørking), størrelse på fisken, art, sesong og område den er fanget på, og enzymatisk aktivitet (*Fennema, 1990*). I atlantisk torsk er vannbalansen veldig sensitiv. Et vanninnhold på 81 % og lavere bli sett på som normalt, mens et vanninnhold høyere enn 81 % kan indikere utmattelse og redusert proteininnhold (*Love, 1988*). Det er eksperimentelt vist at i atlantisk torsk vil proteininnholdet gå ned og vanninnholdet stige i fiskemuskelen etter ca 8 uker med sulteføring (*Love, 1988*).

Gjennomsnittlig innhold av fett og protein mellom leverandørene av torsk var på ca 0,2 og 16 g/100g. Dette er i relativ god overensstemmelse med det som er oppgitt av NIFES hvor fett- og proteininnholdet er oppgitt til å være ca 0,3 og 18 g/100g. Det ble funnet signifikant forskjell mellom leverandør T.2 og de andre to på vann, og mellom T.2 og T.1 i proteininnholdet fra 14,7 til 17,2 g/100g. Dette kan komme av at torsken er fanget ved ulike tidspunkt, altså kan typiske sesongvariasjoner ha gitt opphav til disse forskjellene. Hvis leverandørene har tilnærmet like betingelser for best før-datoen på produktene, etter prosessering, er det opptil 9 måneders forskjell på fangst dato mellom T.1 og T.2 (tabell 1). Forskjeller i prosessering, råvarelagring, innfrysning og fryselagringstid kan som nevnt også være av betydning for vann og proteininnholdet i sjømat.

I sei ble det funnet signifikant forskjell i innhold av vann mellom S.2 og de to andre. Det ble også funnet signifikant forskjell i proteininnholdet mellom S.1 og S.2. Årsaken til disse forskjellene kan være de samme som er diskutert for torsk.

I pangasius var det signifikant forskjell mellom leverandør P.3. og de to andre på innholdet av vann og protein. Det var også signifikant forskjell mellom P.2 og de andre i mengde aske. Vanntap kan begrenses ved å forbedre vannbindingsevnen ved å tilsette stoffer som salt eller fosfater. Siden salt er et mineral, vil en økt saltmengde i fiskemuskelen føre til økt mengde aske ved analyse. *Orban, et al., (2008)* oppgir protein- og fettinnholdet i pangasius fra Vietnam til å være på 12,3 til 15,6 g/100g og 1,1 til 3,0 g/100g. Dette stemmer godt overens med våre resultater fra leverandørene P.1 og P.2, hvor mengde fett var på 1,9 og 0,9 g/100g og mengde protein var på 11,7 og 11,8 g/100g. Fra leverandør P.3 var derimot innholdet av protein på 19,0 g/100g. Slike variasjoner i fiskemuskelen hos pangasius kan tyde på at det er store forskjeller fra produsent til produsent i fôringsstrategi og næringsinnhold i fôret. Som nevnt vil vanninnholdet stige og proteininnholdet minke ved sulteføring (*Love, 1988*), og som

en ser har P.1 og P.2 høy konsentrasjon av vann og lav konsentrasjon av protein. Men bearbeiding av produktet vil som sagt også påvirke mengde vann og protein i fiskemuskelen. I laks ble det ikke funnet noen signifikante forskjeller mellom leverandørene. I følge NIFES skal proteininnholdet være på 18 g/100g og fettinnholdet på 14 til 23 g/100g, fordi dette varierer avhengig av fiskestørrelse, grad av kjønnsmodning og fôrets fettinnhold. Hos villfanget laks er variasjonen større. I et forsøk til *Martinez, et al., (2009)* var fettinnholdet i villaks fra 2,21 til 21,52 % av fiskemuskelen. Generelt viser forsøk at villfanget laks er magrere enn oppdrettslaks slik som i forsøket til *Johnston, et al., (2006)*, der villfanget laks hadde en gjennomsnittlig fettprosent i fiskemuskelen på 6,8 %. Villfanget laks blir oftest fangstet når den vender tilbake for å gyte i den elven den vokste opp i, og vil derfor ha mindre fett i seg enn normalt på grunn av gytevandring og mobilisering av næringsstoffer til gonader. Oppdrettslaks blir gitt et fettriakt fôr og slaktes før den blir gyteklar, slik at energi ikke går tapt til kjønnsmodning (gonader), så det er helt naturlig at oppdrettslaks er mye fetere enn villfanget laks. Resultatene i denne oppgaven, hvor det gjennomsnittlige innholdet av fett og protein mellom leverandørene av laks var på ca 15 og 20 g/100g, er i overensstemmelse med data gitt av NIFES. I oppdrettslaks var det et stabilt forhold mellom leverandørene på fett, protein, vann og askeinnholdet. Dette tyder på et mer likt fôringsregime mellom produsentene.

3.2 Frie og totale aminosyrer

Generelt antas det at befolkningen i Norge/Europa får i seg tilstrekkelig av de essensielle aminosyrene, treonin (thr), valin (val), metionin (met), isoleucin (ile), leucin (leu), fenylalanin (phe), lysin (lys), histidin (his) og tryptofan (trp) gjennom kosten. Aminosyrene taurin (tau), arginin (arg), cystein (cys), glutamin (gly) og glycin (gly) kan regnes som essensielle aminosyrer ved sykdom eller mangelfull/ensformig diett. Da reker er rik på arginin ble det valgt å inkludere denne i tabell 2, sammen med de essensielle aminosyrene, selv om den normalt ikke regnes blant de essensielle aminosyrene. Tabell 3 viser at reker som antatt inneholder mye arginin (18.9 mg/g) sammenliknet med de analyserte fiskeslagene. Dette er normalt siden marine skalldyr inneholder mye arginin. I følge NIFES skal inneholdte av arginin være på 18 mg/g i reker, som passer godt overens med resultatene oppnådd her.

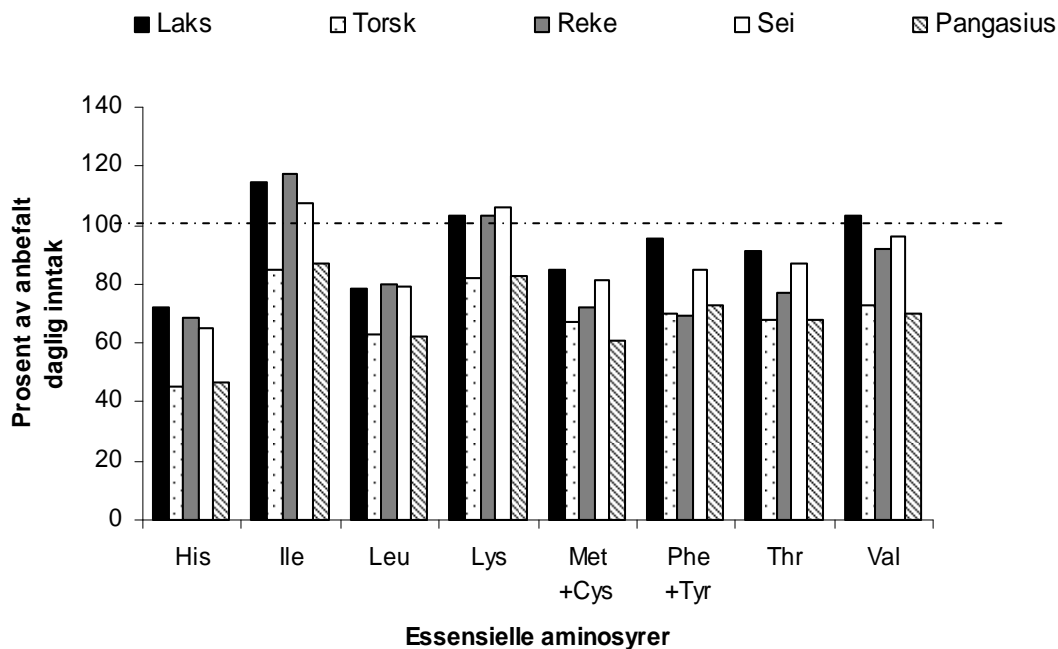
Tabell 3. Mengde essensielle aminosyrer og arginin funnet i fiskefileter (n=5) av henholdsvis laks (L.1-L.3), torsk (T.1-T.3), pangasius (P.1-P.3), sei (S.1-S.3) samt reke (R, n=3). Konsentrasjonen er oppgitt i mg/g.

Prøve	Essensielle aminosyrer								
	Thr	Val	Met	Ile	Leu	Phe	Lys	His	Arg
L.1	9,0	12,2	6,2	10,8	16,2	8,6	19,5	5,1	12,3
L.2	8,6	11,7	5,7	10,1	15,3	8,3	18,1	4,7	11,3
L.3	8,0	10,9	5,5	9,4	14,5	7,7	17,3	4,3	10,8
T.1	6,0	7,8	4,5	7,2	11,7	6,1	14,0	2,9	8,9
T.2	6,0	7,7	4,6	7,4	12,0	5,9	14,2	2,7	9,2
T.3	7,1	8,8	5,1	8,0	13,3	7,0	15,3	3,1	8,5
P.1	5,3	6,5	3,6	6,4	10,2	5,0	12,1	2,5	7,7
P.2	5,9	7,3	3,9	7,1	11,3	5,7	13,3	2,8	8,8
P.3	7,9	9,8	5,2	9,5	15,1	7,8	18,5	3,9	11,5
S.1	7,2	10,2	5,5	8,6	14,1	7,9	17,4	4,0	13,7
S.2	9,9	12,4	7,1	11,3	18,3	9,5	22,0	4,7	12,0
S.3	7,3	9,8	5,6	8,7	14,2	7,8	14,0	3,9	14,4
R.1	7,1	10,3	5,4	10,3	15,7	8,5	18,3	4,4	18,9

Tabell 3 viser at det ikke er store forskjeller i konsentrasjonen av essensielle aminosyrer mellom de ulike leverandørene av samme fisk, mens mellom de ulike fiskeslagene er det forskjeller på opptil 50 %. Mengde essensielle aminosyrer funnet i prøvene til torsk, sei, reke og oppdrettslaks passer godt overens med det som opplyses fra NIFES. Fisk skal ifølge teorien inneholde alle de essensielle aminosyrene, men den essensielle aminosyren tryptofan ble ikke funnet i noen av prøvene. Ifølge NIFES skal det være ca 2 mg/g i torsk, sei, laks og reke. Årsaken til at det ikke ble funnet tryptofan er fordi den ødelegges i opparbeidingen av

materialet, under syrehydrolysen (*Sanni et al., 2002*). Mengden essensielle aminosyrer funnet i fiskemuskel til pangasius var høyere enn det som ble funnet av Men et al., (2005). Prøvene i denne studien hadde ca 2 til 4,5 g/100g mer essensielle aminosyrer. Årsaken til dette er vanskelig å bedømme, da de ikke angir målemetode eksakt. De opplyser at de hadde brukt en standard metode AOAC 2000. En ser videre at pangasius og torsk har tildels like mengder av de forskjellige aminosyrene.

Mennesker kan ikke leve på luft og vann. Det finnes derfor anbefalinger for inntak av forskjellige næringsstoffer, deriblant aminosyrer. Figur 3 viser inntak av essensielle aminosyrer gjennom et måltid på 150 gram med bakgrunn i resultatene fra denne studie.



Figur 3. Estimert inntak av aminosyrene histidin, isoleucin, leucin, lysin, metionin, cystein, fenylalanin, tyrosin, treonin og valin ved et fiskemåltid på 150 gram av henholdsvis laks, torsk, reke, sei og pangasius. Estimaten er gjort for en person på 70 kg på bakgrunn av IOM (*Zello, 2006*) sine anbefalinger. Den vannrette stiplede linjen markerer anbefalt daglig inntak for en person på 70 kg av de forskjellige aminosyrene som er for his = 980, ile = 1330, leu = 2940, lys = 2660, met + cys = 1330, phe + tyr = 2310, thr = 1400 og val 1680 mg per dag. Noen aminosyrer ble sammenslått, met + cys og phe + tyr, siden artikkelen som vi brukte for å beregne anbefalt daglig inntak opererte med disse dataene sammenslått.

Anbefalt inntak av de ulike aminosyrene varierer. Det klassiske studiet av Rose (*1976*) er lagt til grunn for FAO/WHO (*1985*) og De Poll et al., (*2006*) sine anbefalinger. I disse arbeidene anbefales et inntak av 13 mg svovelholdige aminosyrer (SAA) eller cystein og metionin per kg per døgn. Vi har lagt Institute of medicine (IOM) (*Zello, 2006*) sine anbefalinger til grunn

ved våre beregninger. Vi har også valgt en gjennomsnittvekt på 70 kg per person. FAO/WHO anbefaler etter dette ett inntak av SAA på 910 mg per dag mens IOM anbefaler et noe høyere inntak, 1330 mg per dag. Legger en FAO/WHOs anbefalinger, som utgjør 68 % av IOM sin anbefaling, til grunn er det bare pangasius som ikke oppfyller denne anbefalingen ved et inntak av en porsjon på 150g fisk.

Figur 3 viser at konsum av 150 g av de ulike fiskeartene ikke dekker dagsbehovet av alle de essensielle aminosyrene. Laks, sei og reke dekker mer enn det daglige behovet av isoleucin og lysin ved en porsjon på 150 g. Vi ser også at pangasius og torsk er de som gir det laveste innholdet av essensielle aminosyrer ved et inntak av en porsjon.

Tabell 4 viser frie aminosyrer i prøvene. Vi valgt å presentere henholdsvis taurin, glysin, alanin og anserine. Taurin er etter hvert tillagt biologiske aktiviteter ved for eksempel hjerte- og karsykdommer (*Yamori et al., 2006; Elvevoll et al., 2008*). Glycin er en viktig byggestein i sentrale biologiske molekyler (*Gundersen et al., 2004*) og alanin og glysin er viktig for den karakteristiske fiskesmaken. Anserin er et dipeptid som er vist å ha antioksidative egenskaper (*Kohen et al., 1988*), men mengden anserin i fisk kan også være en kvalitetsindikator. I et forsøk av *Ruiz- Capillas & Moral (2002)* kom de frem til at reduksjon i mengde anserin i fiskemuskel til hake (*Merluccius capensis*) i løpet av islagring, kunne sees i sammenheng med økt mengde totalt flyktig nitrogen (TVN), som er en kjent markør for å identifisere harskning av fisk. Resultatene viser at det er forskjeller i innholdet av taurin mellom fiskeslagene og leverandører av samme fisk (tabell 4)

Tabell 4. Mengde taurin, glysin, alanin og anserin (dipeptid) funnet i fiskefileter (n=5) av henholdsvis laks (L.1-L.3), torsk (T.1-T.3), pangasius (P.1-P.3), sei (S.1-S.3) samt reke (R, n=3). Konsentrasjonene er oppgitt i mg/g fiskemuskel (gjennomsnitt ± standardavvik).

Prøve	Frie aminosyrer			
	Taurin	Glysin	Alanin	Anserin
L.1	0,4 ± 0,0	0,9 ± 0,2	0,3 ± 0,0	15,8 ± 0,3
L.2	0,5 ± 0,0	1,5 ± 0,2	0,5 ± 0,0	14,7 ± 0,1
L.3	1,0 ± 0,0	0,2 ± 0,5	0,4 ± 0,0	15,8 ± 0,3
T.1	1,0 ± 0,0	0,2 ± 0,2	0,3 ± 0,0	3,2 ± 0,1
T.2	0,7 ± 0,0	1,4 ± 0,2	0,5 ± 0,0	2,5 ± 0,1
T.3	1,1 ± 0,0	0,2 ± 0,3	0,3 ± 0,0	2,1 ± 0,1
P.1	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,6	0,1 ± 0,0	n.d
P.2	0,9 ± 0,0	0,6 ± 0,5	0,1 ± 0,0	n.d
P.3	1,3 ± 0,0	0,5 ± 0,4	0,1 ± 0,0	n.d
S.1	1,6 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	4,1 ± 0,7
S.2	1,4 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	4,5 ± 0,2
S.3	1,5 ± 0,2	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	3,7 ± 0,8
R.1	1,4 ± 0,0	8,4 ± 0,1	0,5 ± 0,0	n.d

n.d. = ikke påvist.

Den største forskjellen mellom leverandører finner vi i oppdrettet laks og pangasius. Inneholdet av taurin er lavest i laks, etterfulgt av pangasius. De oppdrettede artene har altså den største variasjonen og den laveste konsentrasjon av taurin. De varierende verdiene hos oppdrettet laks og pangasius viser at fôr påvirker konsentrasjonen av taurin i fiskemuskel, som også er vist i tidligere forsøk (*Luten et al., 2008*)

Sei og reke har de høyeste konsentrasjonene av taurin. Sei har det mest stabile innholdet uavhengig av leverandørene i innholdet av alle FAA. Rekemuskelprøvene var i motsetning til fiskeprøvene fersk kokt. I forsøket til *Mierke- Klemeyer et al. (2008)* kom de frem til at koking reduserte innholdet av taurin med ca 40 % i afrikansk malle. Det er dermed sannsynlig å anta at innholdet av taurin og andre FAA i reke ble redusert som følge av koking. Det er også kjent at mengden taurin i sjømatprodukter tapes jo mere produktet blir prosessert (*Dragnes, 2008*). I reke var det også åtte ganger mer glysin enn i noen av fiskeprøvene til tross den nevnte temperaturbehandlingen. Fra leverandørene av torsk hadde leverandørene T.1 og T.3 veldig like verdier av taurin, glysin og alanin i forhold til leverandøren T.2. Fra leverandør T.2 var det sju ganger mer glysin og nesten dobbelt så mye alanin som hos de andre leverandørene. Dette kan ha en sammenheng med at torsk fra leverandør T.2 hadde mest vann og den laveste mengde protein, som indikerer dårlig næringstilgang/opptak. I et forsøk med sultefôring av regnbueørret falt konsentrasjonene av frie aminosyrer kraftig de tre første ukene. Etter 9 uker hadde derimot verdiene av frie aminosyrer steget betydelig, som indikerte økt nedbrytning av vevet i fisken (*Love, 1988*).

Det ble ikke funnet anserin i pangasius eller i reke. Det var ikke store forskjeller mellom de ulike leverandørene av torsk og sei i konsentrasjonen av anserin. Den største forskjellen var mellom T.1 og T.3 med henholdsvis 3.2 og 2.1 mg/g fiskemuskel.

Anserinmengden i laks skilte seg ut med å ligge på ca 15 mg/g. I forsøket til *Cowey & Daisley (1962)* fant de et anserininhold i villfanget laks på 6mg/g. Dette er mindre enn det vi fant i oppdrettslaksen, men sammenliknet med villfanget torsk og sei er det mye.

3.3 Fettsyresammensetning

Tabell 5 viser fettsyresammensetningen i prøvene. Innholdet av FA varierer lite mellom de ulike leverandørene av laks. Den største forskjellen finner vi i fettsyren 18:1n-9, som også er den fettsyren det er mest av. Det er også en høy konsentrasjon av fettsyren 18:2n-6. Konsentrasjonen av EPA og DHA er tilnærmet lik hverandre i alle lakseprøvene og uavhengig av leverandør.

Tabell 5. Mengden av utvalgte fettsyrer funnet i fiskefileter (n=5) av henholdsvis laks (L.1-L.3), torsk (T.1-T.3), pangasius (P.1-P.3), sei (S.1-S.3) samt reke (R, n=3). Konsentrasjonen er oppgitt i mg/g med gjennomsnitt ± standardavviket.

Prøve	Fettsyrer										
	16:0	16:1	18:0	18:1n-7	18:1n-9	18:2n-6	18:3n-3	20:4n-6	20:5n-3	22:5	22:6n-3
L.1	12,2 ± 0,8	3,7 ± 0,9	3,1 ± 0,1	2,0 ± 0,2	12,6 ± 0,2	10,3 ± 0,5	1,3 ± 0,1	0,4 ± 0,0	5,7 ± 0,7	2,5 ± 0,3	5,5 ± 0,4
L.2	11,4 ± 3,2	4,4 ± 1,3	3,0 ± 0,9	2,9 ± 0,9	21,2 ± 7,1	8,04 ± 1,7	2,6 ± 0,9	0,4 ± 0,0	6,3 ± 1,9	3,1 ± 1,0	6,4 ± 1,5
L.3	11,3 ± 4,6	4,1 ± 0,8	3,2 ± 0,4	3,4 ± 0,6	35,2 ± 4,0	10,7 ± 1,3	4,3 ± 0,5	0,4 ± 0,1	5,0 ± 1,0	2,1 ± 0,9	6,6 ± 1,3
T1	1,0 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	n.d	n.d	0,1 ± 0,0	0,7 ± 0,1	n.d	1,4 ± 0,2
T.2	0,8 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1	n.d	n.d	0,1 ± 0,0	0,7 ± 0,1	n.d	1,2 ± 0,1
T.3	0,9 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1	n.d	n.d	0,2 ± 0,0	0,8 ± 0,1	n.d	1,4 ± 0,2
P.1	2,6 ± 0,6	0,1 ± 0,0	1,0 ± 0,1	n.d	4,0 ± 0,5	1,0 ± 0,2	n.d	0,2 ± 0,1	n.d	n.d	0,2 ± 0,1
P.2	0,9 ± 0,3	0,0 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,0	1,2 ± 0,2	0,4 ± 0,4	n.d	0,1 ± 0,0	n.d	n.d	0,2 ± 0,1
P.3	2,0 ± 0,4	0,1 ± 0,0	0,9 ± 0,0	0,1 ± 0,1	2,2 ± 0,5	0,7 ± 0,4	n.d	0,2 ± 0,1	n.d	n.d	0,2 ± 0,1
S.1	1,0 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,2	0,1 ± 0,0	n.d	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,2	n.d	1,3 ± 0,7
S.2	0,9 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,0	n.d	0,1 ± 0,0	0,6 ± 0,1	n.d	1,6 ± 0,2
S.3	1,2 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,6 ± 0,3	0,1 ± 0,0	n.d	0,1 ± 0,1	0,9 ± 0,2	n.d	2,2 ± 0,8
R.1	1,8 ± 0,1	0,5 ± 0,01	0,3 ± 0,0	0,6 ± 0,0	1,3 ± 0,1	n.d	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	1,6 ± 0,1	n.d	1,3 ± 0,1

n.d. = ikke påvist.

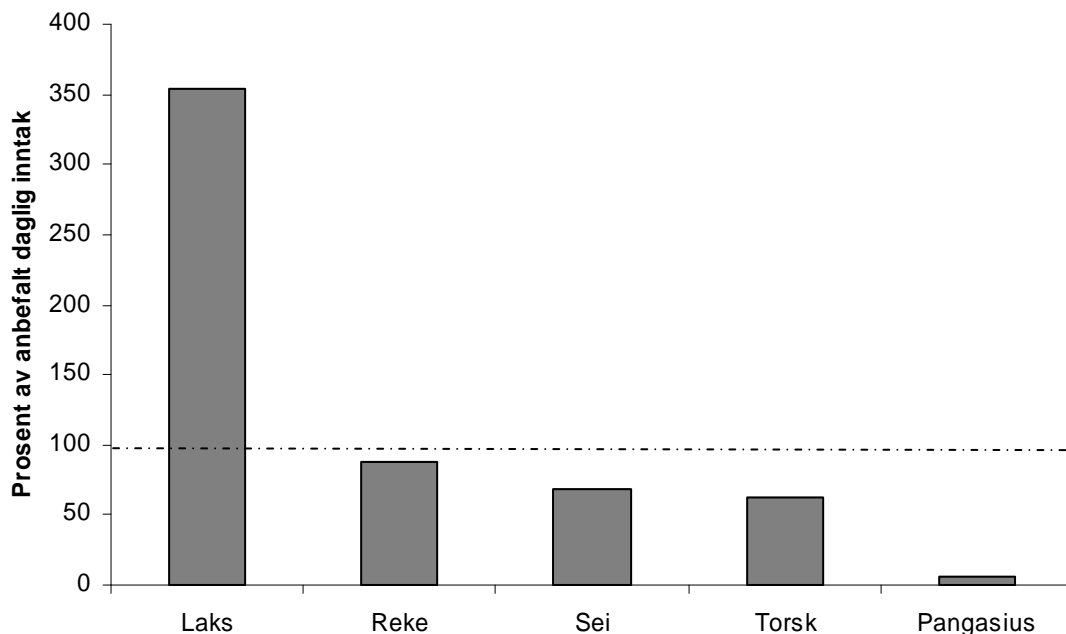
I et forsøk av *Aursand et al., (2000)* undersøkte de blant annet fettsyresammensetningen hos villfanget laks, hvor fettsyresammensetningen ble funnet ved å anvende arealprosent av mengde fett ekstrahert fra fiskemuskelen. De fant ut at vill laks inneholdt fra 10,8 til 17,0 % 18:1n-9 og fra 1,1 til 1,8 % 18:2n-6. De fant videre at mengden EPA lå mellom 5,4 og 11,9 % og DHA mellom 8,8 og 21,7 %. Ved bruk av arealprosent i lakseprøvene i denne studien, ble det funnet at innholdet av 18:1n-9 var på henholdsvis 18,0, 22,1 og 32,7 %. Innholdet av 18:2n-6 var på henholdsvis 14,5, 6,8 og 9,9 %. Innholdet av EPA var på 8,5, 6,0 og 4,5 % mens innholdet av DHA var på 8,2, 6,4 og 6,0 % for henholdsvis L.1, L.2 og L.3. Hjerter- og karsykdommer har vært knyttet til et økt nivå av pro-inflammatoriske cytokiner produsert med utgangspunkt i n-6 fettsyrer (*Simopoulos, 2002*). Laksefôr har tradisjonelt hatt marint råstoff som hovedingrediens, men som følge av økt etterspørsel er det begrenset tilgang på mel og olje fra fisk. Oppdrettsnæringen forsøker derfor å finne fram til alternative, vegetabiliske fettkilder i fôret, og særlig er rapsolje mye brukt.

Kardiologer ved hjertemedisinsk avdeling på Ullevål universitetssykehus har gjennomført et forsøk blant 60 hjertepasienter, som alle hadde fått påvist forkalkning i hjerte (åreforkalkning) (*Seierstad et al., 2005*). Pasientene ble delt inn i tre grupper som skulle spise tre ulike laksemenyer bestående av fire-fem laksemåltider i uka. Forsøket gikk over en periode på seks uker. En gruppe spiste laksefilet fra laks fôret med fiskeolje, den andre gruppen fikk laks fôret med rapsolje, mens en tredje gruppe spiste laksefilet som var fôret med en kombinasjon av marint og vegetabilisk fett. Det ble vist at sammensetningen i fiskefileten påvirket fettsyreprofilen i blodet hos pasientene og at de gunstige omega-3-fettsyrene steg betraktelig hos de som spiste fisk gitt ren fiskeolje i fôret. Hos disse pasientene ble det også vist at risikofaktorer for hjerte- og karsykdom, og markører for slik sykdom, (inkludert betennelsesmarkører) ble endret i gunstig retning - sammenlignet med de som spiste fisk gitt ren rapsolje.

Sammenliknet med villfanget laks har oppdrettslaks høyere innhold og større variasjon av 18:1n-9 og 18:2n-6 fettsyrer, men betydelig mindre variasjon i innhold av EPA og DHA. Oppdrettsfisk har som kjent også mindre variasjon i størrelse og grad av kjønnsmodning. Dette påvirker i stor grad det totale innholdet av fett. Mengden av 18:1n-9 og 18:2n-6 er som nevnt avhengig av innhold av planteolje i fôr til oppdrettsfisk. Oppdrettslaks har en mer uheldig fettsyreprofil enn villfanget laks, når en ser på flerumettede og enumettede fettsyrer.

Det er kun mengden EPA i oppdrettslaks som er tilnærmet lik når en sammenligner med villfanget laks. Men oppdrettslaks er fremdeles en god kilde til EPA og DHA.

Dersom en tar en utgangspunkt i *ISSFAL (2004)* sine anbefalinger i daglig inntak av EPA og DHA vil oppdrettslaks dekke hele dagsbehovet og mer til (figur 4).



Figur 4. Prosentvis mengde EPA og DHA en får i seg ved et måltid (150g) av de forskjellige artene vi har undersøkt. Har tatt utgangspunkt i *ISSFAL (2004)* sin anbefaling på 0,5 gram EPA og DHA per dag.

Pangasius er en relativt mager fisk, men også her er det en relativ høy konsentrasjon av 18:1n-9 i fiskemuskelen (tabell 5) sammenlignet med villfanget fisk. Mellom de ulike leverandørene varierte konsentrasjonene av 18:1n-9 fra 4,0 til 1,2 mg/g. Innholdet av 18:2n-6 varierte fra 1,0 til 0,4 mg/g. Dette er også relativt mye sammenliknet med de andre magre fiskene, sei og torsk, hvor det høyeste innholdet som ble målt var i sei med 0,1 mg/g. Konsentrasjonen av DHA i pangasius var lav (0,2 mg/g) og det ble ikke funnet EPA. Resultatene stemmer overens med arbeidet beskrevet av *Orban et al., (2008)*. De fant at av enumettet fett var det mest 18:1n-9 og at det var lave mengder PUFA (12,5 til 18,8 % av total mengde fett). Pangasius blir fôret med vegetabiliske råvarer og det gjenspeiler seg i fettsyreprofilen. Pangasius er en fetere fisk (tabell 2) enn både torsk og sei, men likevel er både torsk og sei rikere på de sunne fettsyrene EPA og DHA (figur 4). Sei, torsk og reke som

kommer fra ville bestander har en bedre fettsyreprofil når det gjelder forholdet mellom n-3 og n-6 fettsyrer, enn laks og pangasius som er oppdrettet. Oppdrettslaks er likevel en god kilde for flerumettede fettsyrer fordi den inneholder mye fett. Resultatene viser at reke er en bedre kilde til EPA enn sei og torsk (figur 4). Fettsyresammensetningen funnet i reker stemmer overens med det som ble presentert av *Heu et al., (2003)* hvor det ble funnet størst konsentrasjon av 16:0 fettsyrer etterfulgt av 22:6n-3, 20:5n-3 og 18:1n-9.

4 Konklusjon

Det er vist i dette arbeidet at ”du blir hva du spiser” også gjelder for fisk. Pangasius og laks som er oppdrettet, har en dårligere balanse mellom n-6 og n-3 fettsyrer, enn de villfangede artene. Pangasius kommer også dårlig ut i mengde protein, vann og essensielle aminosyrer. Sammenligning av aminosyre- og fettsyreinhold med det anbefalte inntak av disse næringskomponentene viste at ingen av artene dekket dagsbehovet for alle de essensielle aminosyrene ved et konsum av 150 g muskel. Det var bare oppdrettslaks som dekket et dagsbehov av n-3 fettsyrer på 0,5 g per dag. Muskel fra villfisk hadde gjennomgående et bedre forhold mellom n-3 og n-6 fettsyrer. Muskel fra planteeteren pangasius hadde det laveste innholdet av essensielle aminosyrer og var en heller dårlig kilde til n-3 fettsyrer.

Videre arbeid:

Det var lite informasjon å finne om næringsinnhold i pangasius. For eksempel fant vi bare et arbeid, Men et al., (2005), som omhandlet aminosyresammensetningen hos pangasius. Det ville derfor vært interessant å gjøre videre og større studier av pangasius og dens næringsverdi. Det ville også vært interessant å undersøke andre oppdrettsarter som er på tur inn i markedet, som for eksempel tilapia og oppdrettsreker.

Referanser:

- Ait-Yahia, D., Madani, S., Savelli, J. L., Prost, J., Bouchenak, M. & Belleville, J. (2003) Dietary fish protein lowers blood pressure and alters tissue polyunsaturated fatty acid composition in spontaneously hypertensive rats. *Nutrition*, **19**, 342-346.
- AOAC (1995) Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. In: Cunniff, P. (ed.), methods, 925.04, 938.08,. *Gaithersburg, USA, Association of Official Analytical Chemists*.
- Aursand, M., Mabon, F. & Martin, G. J. (2000) Characterization of farmed and wild salmon (*Salmo salar*) by a combined use of compositional and isotopic analyses. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **77**, , 659.
- Babcock, T., Helton, W. S. & Espat, N. J. (2000) Eicosapentaenoic acid (EPA): an antiinflammatory omega-3 fat with potential clinical applications. *Nutrition*, **16**, 1116-1118.
- Bell, J. G., Henderson, R. J., Tocher, D. R. & Sargent, J. R. (2004) Replacement of dietary fish oil with increasing levels of linseed oil: Modification of flesh fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) using a fish oil finishing diet. *Lipids*, **39**, 223-232.
- Bell, J. G., McEvoy, J., Webster, J. L., McGhee, F., Millar, R. M. & Sargent, J. R. (1998) Flesh lipid and carotenoid composition of Scottish farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **46**, 119-127.
- Bell, J. G., McGhee, F., Campbell, P. J. & Sargent, J. R. (2003a) Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil "wash out". *Aquaculture*, **218**, 515-528.
- Bell, J. G., Tocher, D. R., Henderson, R. J., Dick, J. R. & Crampton, V. O. (2003b) Altered fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing linseed and rapeseed oils can be partially restored by a subsequent fish oil finishing diet. *Journal of Nutrition*, **133**, 2793-2801.
- Bell, M. V., Batty, R. S., Dick, J. R., Fretwell, K., Navarro, J. C. & Sargent, J. R. (1995) Dietary deficiency of docosahexaenoic acid Impairs vision at low-light Intensities in juvenile herring (*Clupea-Harengus* L). *Lipids*, **30**, 443-449.
- Bouckenooghe, T., Remacle, C. & Reusens, B. (2006) Is taurine a functional nutrient? *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, **9**, 728-733.
- Caballero, M. J., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M. & Izquierdo, M. S. (2002) Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, **214**, 253-271.
- Cleland, L. G., James, M. J. & Proudman, S. M. (2006) Fish oil: what the prescriber needs to know *Arthritis Research & Therapy*, **8**, 202, -.
- Cohen, J. T., Bellinger, D. C., Connor, W. E., Kris-Etherton, P. M., Lawrence, R. S., Savitz, D. A., Shaywitz, B. A., Teutsch, S. M. & Gray, G. M. (2005) A quantitative risk-benefit analysis of changes in population fish consumption. *American Journal of Preventive Medicine*, **29**, 325-334.
- Cowey, C., B. and Daisley, K.,W. (1962) Study of amino acids, free or as components of protein, and of some B vitamins in the tissues of the atlantic salmon, salmon salar, during spawning migration. *National institute for research in Dairying, University of Reading* **7**, 29-38.

- De Poll, M. C. G. V., Dejong, C. H. C. & Soeters, P. B. (2006) Adequate range for sulfur-containing amino acids and biomarkers for their excess: Lessons from enteral and parenteral nutrition. *Journal of Nutrition*, **136**, 1694s-1700s.
- Dragnes, B. T. (2008) Documentation and novel effects of marine by-products. PhD-thesis University of Tromsø.
- Drevon, A. C., Blomhoff, R. & Bjørneboe, A. G. (2007) Mat og medisin. Høyskoleforlaget AS, Kristiansand
- Elvevoll, E. O., Eilertsen, K. E., Brox, J., Dragnes, B. T., Falkenberg, P., Olsen, J. O., Kirkhus, B., Lamglait, A. & Osterud, B. (2008) Seafood diets: Hypolipidemic and antiatherogenic effects of taurine and n-3 fatty acids. *Atherosclerosis*, **200**, 396-402.
- FAO (1995) Quality and quality changes in fresh fish. *FAO Fisheries Technical Paper - 348*.
- FAO (2006) Pangasius Market Report - November 2006.
- FAO (2009) Pangasius Market Report - February 2009.
- FAO/WHO/UNU (1985) Energy and protein requirements. *WHO Geneva*.
- Fennema, O. R. (1990) Comparative water holding properties of various muscle foods A critical review relating to definitions, methods of measurement, governing factors, comparative data and mechanistic matters. *Journal of Muscle Foods*, **1**, 363-381.
- Folch, J. J., Lees, M.M. & Sloane Stanley, G.G.H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. . *The Journal of Biological Chemistry*, **226**, 497-509.
- Fujita, H. & Yoshikawa, M. (1999) LKPNM: a prodrug-type ACE-inhibitory peptide derived from fish protein. *Immunopharmacology*, **44**, 123-127.
- Gaull, G. E. (1986) Taurine as a conditionally essential nutrient in man. *Journal of the American College of Nutrition* **5**, 121-125.
- Gundersen, Y., Vaagenes P., Dreiem, A. & Fonnum, F. (2004) Glysin. *Tidsskrift for den norske legeförening*. **6**.
- Gunstone, F. (1989) Official methods and recommended practices of the American oil chemist's society, 3rd ed. *American Oil Chemists' Society, Champaign, IL*. .
- Helsedirektoratet (2007) Vitamin D anbefalt inntak. Helsedirektoratet, Oslo. <http://www.helsedirektoratet.no>. (aksessert 14.05.2009).
- Heu, M. S., Kim, J. S. & Shahidi, F. (2003) Components and nutritional quality of shrimp processing by-products. *Food Chemistry*, **82**, 235-242.
- Hopkins, C. C. E., Sargent, J. R. & Nilssen, E. M. (1993) Total lipid-content, and lipid and fatty-acid composition of the deep-water prawn *pandalus-borealis* from Balsfjord, Northern Norway - growth and feeding relationships. *Marine Ecology-Progress Series*, **96**, 217-228.
- ISSFAL (2004) Recommendations for intake of polyunsaturated fatty acids in healthy adults. <http://www.issfal.org.uk/>. (aksessert 14.05.2009).
- Je, J. Y., Qian, Z. J., Byun, H. G. & Kim, S. K. (2007) Purification and characterization of an antioxidant peptide obtained from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis. *Process Biochemistry*, **42**, 840-846.
- Johnston, I. A., Li, X. J., Vieira, V. L. A., Nickell, D., Dingwall, A., Alderson, R., Campbell, P. & Bickerdike, R. (2006) Muscle and flesh quality traits in wild and farmed Atlantic salmon. *Aquaculture*, **256**, 323-336.
- Kalogeropoulos, N., Alexis, M. N. & Henderson, R. J. (1992) Effects of dietary soybean and cod-liver oil levels on growth and body-composition of gilthead bream (*Sparus-Aurata*). *Aquaculture*, **104**, 293-308.
- Katan, M. B., Vroomen, L. H. & Hermus, R. J. (1982) Reduction of casein-induced hypercholesterolaemia and atherosclerosis in rabbits and rats by dietary glycine, arginine and alanine. *Atherosclerosis*, **43**, 381-91.

- Kim, S. K., Takeuchi, K. H., Akimoto, A., Furuita, A., Yamamoto, T., Yokoyama, M. & Murata, Y. (2005) Effect of taurine supplemented practical diet on growth performance and taurine contents in whole body and tissues of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fisheries Science*, **71**, 627-632.
- Kling, L. J. & Soares, J. H., Jr. (1978) Mercury metabolism in Japanese quail. II. The effects of dietary mercury and selenium on blood and liver glutathione peroxidase activity and selenium concentration. *Poultry Science*, **57**, 1286-92.
- Kohen, R., Yamamoto, Y., Cundy, K. C. & Ames, B. N. (1988) Antioxidant activity of carnosine, homocarnosine, and anserine present in muscle and brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **85**, 3175-3179.
- Larsen, R. (2007) Influence of weak brines on technological, biochemical and nutritional properties of cod (*Gadus morhua* L.) muscle. PhD-thesis University of Tromsø.
- Larsen, R., Stormo, S. K., Dragnes, B. T. & Elvevoll, E. O. (2007) Losses of taurine, creatine, glycine and alanine from cod (*Gadus morhua* L.) fillet during processing. *Journal of Food Composition and Analysis*, **20**, 396-402.
- Lauritzen, L., Hansen, H. S., Jorgensen, M. H. & Michaelsen, K. F. (2001) The essentiality of long chain n-3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina. *Progress in Lipid Research*, **40**, 1-94.
- Love, R. M. (1988) The food fishes their intrinsic variation and practical implications. *Farrand Press London*, 51-59.
- Luten, J., Schram, E. & Elvevoll, E. O. (2008) Tailor made functional seafood for consumers: dietary modulation of selenium and taurine in farmed fish. Improving farmed fish for the consumer. *Woodhead Publishing Limited, Cambridge. ISBN 1 84569 299 3*.
- Mackie, I. M. (1993) The effects of freezing on flesh proteins. *Food Reviews International*, **9**, 575-610.
- Martinez, I., Standal, I. B., Axelson, D. E., Finstad, B. & Aursand, M. (2009) Identification of the farm origin of salmon by fatty acid and HR 13C NMR profiling. *Food Chemistry*, **(In Press)**.
- Matsunari, H., Takeuchi, T., Takahashi, M. & Mushiake, K. (2005) Effect of dietary taurine supplementation on growth performance of yellowtail juveniles *Seriola quinqueradiata*. *Fisheries Science*, **71**, 1131-1135.
- Men, L. T., Thanh, V. C., Hirata, Y. & Yamasaki, S. (2005) Evaluation of the genetic diversities and the nutritional values of the Tra (*Pangasius hypophthalmus*) and the Basa (*Pangasius bocourti*) catfish cultivated in the Mekong River Delta of Vietnam. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, **18**, 671-676.
- Mierke-Klemeyer, S., Larsen, R., Oehlenschlager, J., Maehre, H., Elvevoll, E. O., Bandarra, N. M., Parreira, R., Andrade, A. M., Nunes, M. L., Schram, E. & Luten, J. (2008) Retention of health-related beneficial components during household preparation of selenium-enriched African catfish (*Clarias gariepinus*) fillets. *European Food Research and Technology*, **227**, 827-833.
- Montero, D., Kalinowski, T., Obach, A., Robaina, L., Tort, L., Caballero, M. J. & Izquierdo, M. S. (2003) Vegetable lipid sources for gilthead seabream (*Sparus aurata*): effects on fish health. *Aquaculture*, **225**, 353-370.
- Mozaffarian, D. (2008) Fish and n-3 fatty acids for the prevention of fatal coronary heart disease and sudden cardiac death. *American Journal of Clinical Nutrition* **87**, 1991S-1996S.
- Mozaffarian, D. & Rimm, E. B. (2006) Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *Journal of the American Medical Association*, **296**, 1885-99.

- Neilly, P. J. D., Kirk, S. J., Gardiner, K. R. & Rowlands, B. J. (1994) The L-arginine nitric-oxide pathway - biological properties and therapeutic applications. *Ulster Medical Journal*, **63**, 193-200.
- NIFES nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning <http://www.nifes.no> (aksessert 05.05.2009).
- NIFES (2008a) Oppdrettslaks er fortsatt en svært god kilde til omega-3, <http://www.nifes.no> (aksessert 12.05.2009).
- NIFES (2008b) Skal studere skreddersydd laks og allergiske reaksjoner. <http://www.nifes.no>. (aksessert 03.4.2009).
- Niittynen, L., Nurminen, M. L., Korpela, R. & Vapaatalo, H. (1999) Role of arginine, taurine and homocysteine in cardiovascular diseases. *Annals of medicine*, **31**, 318-26.
- Ofstad, R., Kidman, S. & Hermansson, A. M. (1996) Ultramicroscopical structures and liquid loss in heated cod (*Gadus morhua* L) and salmon (*Salmo salar*) muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **72**, 337-347.
- Olsen, R. L. (2007) Lipidkjemi - med vekt på fisk. Kompendium 3. utgave
- Orban, E., Navigato, T., Di Lena, G., Masci, M., Casini, I., Garbelli, L. & Caproni, R. (2008) New trends in the seafood market. Sutchi catfish (*Pangasius hypophthalmus*) fillets from Vietnam: Nutritional quality and safety aspects. *Food Chemistry*, **110**, 383-389.
- Oudit, G. Y., Trivieri, M. G., Khaper, N., Husain, T., Wilson, G. J., Liu, P., Sole, M. J. & Backx, P. H. (2004) Taurine supplementation reduces oxidative stress and improves cardiovascular function in an iron-overload murine model. *Circulation*, **109**, 1877-1885.
- Parpoura, A. C. R. & Alexis, M. N. (2001) Effects of different dietary oils in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) nutrition. *Aquaculture International*, **9**, 463-476.
- Parra, D., Bandarra, N. M., Kiely, M., Thorsdottir, I. & Martinez, J. A. (2007) Impact of fish intake on oxidative stress when included into a moderate energy-restricted program to treat obesity. *European Journal of Nutrition*, **46**, 460-467.
- Pike, I. H. (2005) Eco-efficiency in aquaculture: global catch of wild fish used in aquaculture. *Aquafeed*, **8**, 38-40.
- Plourde, M. & Cunnane, S. C. (2007) Extremely limited synthesis of long chain polyunsaturates in adults: implications for their dietary essentiality and use as supplements. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism-Physiologie Appliquee Nutrition Et Metabolisme*, **32**, 619-634.
- Rajapakse, N., Jung, W. K., Mendis, E., Moon, S. H. & Kim, S. K. (2005) A novel anticoagulant purified from fish protein hydrolysate inhibits factor XIIa and platelet aggregation. *Life Sciences*, **76**, 2607-2619.
- Roe, D. A. & Weston, M. O. (1965) Potential significance of free taurine in the diet. *Nature*, **205**, 287-8.
- Rora, A. M. B., Ruyter, B., Skorve, J., Berge, R. K. & Slinning, K. E. (2005) Influence of high content of dietary soybean oil on quality of large fresh, smoked and frozen Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture International*, **13**, 217-231.
- Rose, W. C. (1976) Amino-acid requirements of man. *Nutrition Reviews*, **34**, 307-309.
- Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M. G., Standal, H. & Tveit, K. (2001) Effect of alternative lipid sources on long-term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture Research*, **32**, 323-328.
- Ruiz-Capillas, C. & Moral, A. (2002) Relation between the free amino acids, anserine and the total volatile basic nitrogen produced in muscle of hake (*Merluccius merluccius*, L.) during iced storage. *Journal of Food Biochemistry*, **26**, 37-48.

- Sanni, A. I., Asiedu, M. & Ayernor, G. S. (2002) Microflora and chemical composition of Momoni, a Ghanaian fermented fish condiment. *Journal of Food Composition and Analysis*, **15**, 577-583.
- Schmidt, E. B., Arnesen, H., de Caterina, R., Rasmussen, L. H. & Kristensen, S. D. (2005) Marine n-3 polyunsaturated fatty acids and coronary heart disease - Part I. Background, epidemiology, animal data, effects on risk factors and safety. *Thrombosis Research*, **115**, 163-170.
- Seierstad, S. L., Seljeflot, I., Johansen, O., Hansen, R., Haugen, M., Rosenlund, G., Froyland, L. & Arnesen, H. (2005) Dietary intake of differently fed salmon; the influence on markers of human atherosclerosis. *Eur J Clin Invest*, **35**, 52-9.
- Simopoulos, A. P. (2002) Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *Journal of the American College of Nutrition*, **21**, 495-505.
- SSB (2009) (Statistisk sentralbyrå). *Fiskeri og havbruk Nøkkeltall 2007*. <http://www.ssb.no> (aksessert 14.05.2009)
- Stoffel, W., Chu, F. & Ahrens, E. H. (1959) Analysis of long-chain fatty acids by gas-liquid chromatography - micromethod for preparation of methyl esters. *Analytical Chemistry*, **31**, 307-308.
- Sugiyama, K., Kanamori, H. & Tanaka, S. (1993) Correlation of the plasma cholesterol-lowering effect of dietary glycine with the alteration of hepatic phospholipid-composition in rats. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, **57**, 1461-1465.
- Tacon, A. G. J. & Metian, M. (2008) Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, **285**, 146-158.
- Thorsdottir, I., Tomasson, H., Gunnarsdottir, I., Gisladdottir, E., Kiely, M., Parra, M. D., Bandarra, N. M., Schaafsma, G. & Martinez, J. A. (2007) Randomized trial of weight-loss-diets for young adults varying in fish and fish oil content. *International Journal of Obesity*, **31**, 1560-1566.
- Tiedemann F. & Gmelin, L. (1827) Einige neue bestandteile der galle des ochsen. *Annalen der Physik.*, **9**, 326-337.
- Torstensen, B. E., Froyland, L., Ornsrud, R. & Lie, O. (2004) Tailoring of a cardioprotective muscle fatty acid composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed vegetable oils. *Food Chemistry*, **87**, 567-580.
- Uauy, R. & Valenzuela, A. (2000) Marine oils: The health benefits of n-3 fatty acids. *Nutrition*, **16**, 680-684.
- Undeland, I., Lindqvist, H., Chen-Yun, Y., Falch, E., Ramel, A., Cooper, M., Gildberg, A., Luten, J., Stenberg, E., Nielsen, H. H. & Elvevoll, E. (2009) Seafood and health: what is the full story? *Marine functional food*. Ed. J.B. Luten, Wageningen Acad. Publi. Pp: 17-88 (176 pp). ISBN-13: 978-90-8686-078-4.
- Van Der Meeren, T., Olsen, R. E., Hamre, K. & Fyhn, H. J. (2008) Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish. *Aquaculture*, **274**, 375-397.
- Vitti, P., Delange, F., Pinchera, A., Zimmermann, M. & Dunn, J. T. (2003) Europe is iodine deficient. *Lancet*, **361**.
- VKM (2006) Vitenskapskomiteen for mattrygghet. Et helhetssyn på fisk og annen sjømat i norsk kosthold Oslo, Norge, s.46-51.
- Weaver, K. L., Ivester, P., Chilton, J. A., Wilson, M. D., Pandey, P. & Chilton, F. H. (2008) The content of favorable and unfavorable polyunsaturated fatty acids found in commonly eaten fish. *Journal of the American Dietetic Association*, **108**, 1178-1185.
- WHO (2003) (World Health Organization) Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases *Report of the joint WHO/FAO expert consultation*, s.89.

- Yamori, Y., Liu, L., Mizushima, S., Ikeda, K. & Nara, Y. (2006) Male cardiovascular mortality and dietary markers in 25 population samples of 16 countries. *J Hypertens*, **24**, 1499-505.
- Zello, G. A. (2006) Dietary reference intakes for the macronutrients and energy: considerations for physical activity. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism-Physiologie Appliquee Nutrition Et Metabolisme*, **31**, 74-79.