

# Mikrobielt protein - en fremtidig bærekraftig fôrressurs

MARGARETH ØVERLAND<sup>1,2</sup>, LIV TORUNN MYDLAND<sup>1,2</sup>, ODD HELGE ROMARHEIM<sup>1,2</sup> OG ANDERS SKREDE<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Aquaculture Protein Centre, <sup>2</sup>Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Universitet for miljø- og biovitenskap

## Innledning

Verdens fôrråvaresituasjon har det siste året endret seg dramatisk, med høge og til dels varierende priser. Dette skyldes økt etterspørsel, blant annet på grunn av befolkningsvekst, økt kjøpekraft - særlig i Asia, og at mer oljefrø og korn brukes til produksjon av førstegenerasjons bioenergi. En økende andel av verdensproduksjonen av kraftfôr, i dag ca. 25 millioner tonn per år, går til fisk og skalldyr. På verdensbasis betraktes oppdrett av fisk og skalldyr som den raskest voksende husdyrproduksjon. For 2025 tilsier prognosene fra FAO at fôr til oppdrettsnæringa vil ha vokst til 80 millioner tonn årlig.

Norge er i dag verdens største lakseprodusent. Fra 1990 til 2007 økte landets produksjon av oppdrettslaks fra ca. 150 000 tonn i året til ca. 736 000 tonn. Den sterke økningen i oppdrettsnæringen har ført til at behovet for fiskefôr også har økt vesentlig. Fiskemel av høg kvalitet har tradisjonelt vært en viktig del av fôrgrunnet i norsk lakseproduksjon, og i 2006 gikk 10% av verdens totale produksjon av fiskemel til laksefôr (Tacon og Metian 2008). Akvakultur totalt, inkludert bl.a. reker og karpefisker, forbruker nærmere 68% av fiskemelet, mens kylling og gris er andre store forbrukere.

### **Aquaculture Protein Centre (APC)**

Fôret til laks er i stadig utvikling i retning av redusert innhold av fiskemel, og økende behov for alternative proteinrike råvarer. Forskning for å finne gode alternativer til fiskemel er en hovedoppgave for Aquaculture Protein Centre (APC), et senter for fremragende forskning etablert av Norges forskningsråd i 2002. Senteret, som representerer en felles satsing for Universitetet for miljø- og biovitenskap (vertsinstitusjon), Norges veterinærhøgskole og Nofima Marin, arbeider med å framskaffe kunnskap om nye proteinråvarer som egner seg til bruk i fiskefôr. Mikroorganismer som proteinkilder for fisk er et sentralt forskningsfelt, og kunnskap om dette vil være relevant også for utvikling av nye fôrråvarer til andre husdyr, som for eksempel gris og kylling.

### **Bakterielt proteinmel fra naturgass**

Et strategisk forskningsprogram ved Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Nofima, og APC, finansiert fra Norges forskningsråd og utført i perioden 2001-

2008, har vist at mikrobielt protein framstilt fra bakterier dyrket på naturgass (BioProtein) er en potensiell råvare som kan brukes i fôr til oppdrettsfisk, kylling, gris og andre husdyr (for eksempel Skrede m. fl., 1998; Øverland m. fl., 2001; Aas m. fl., 2006; Schøyen m. fl., 2007). BioProtein framstilles ved kontinuerlig fermentering med naturgass som energi- og karbonkilde og ammoniakk som nitrogenkilde, samt mineralsalter som tilsettes i prosessen. Biomassen består i hovedsak (95%) av den aerobe metanotrofe bakterien *Methylococcus capsulatus* (Bath). BioProtein har et tørrstoffinnhold på ca. 95% og inneholder ca. 70% råprotein og 10% fett. Proteinet har en gunstig aminosyresammensetning med et høgt innhold av tryptofan, men noe lavt innhold av lysin sammenlignet med fiskemel. Forsøk har vist at BioProtein har god fordøyelighet av protein og aminosyrer hos både gris, kylling, mink og laks. Bruk av BioProtein som erstatning for protein fra fiskemel i fôr til fisk, eller som erstatning for fiskemel og soyamel i fôr til kylling og gris, har gitt gode resultater med hensyn til tilvekst, fôropptak og fôrutnyttelse.

BioProtein har siden 1995 vært godkjent av EU for bruk i fôr til laks med innblanding på opptil 19 % til fisk i ferskvann og 33 % i saltvann. BioProtein er også EU-godkjent med inntil 8 % i fôr til gris fra 25 til 60 kg, og med 8 % i fôr til kalv over 80 kg. I 2008 pågår en omlegging av regelverket for EU-godkjenning av proteinråvarer, og vi regner med at det nye regelverket vil åpne for utvidet godkjenning av BioProtein også til gris, kylling og etter hvert andre arter. I 2006 stanset Statoil produksjonen av BioProtein på Tjeldbergodden, vesentlig på grunn av svak lønnsomhet og en ressurskrevende prosess for utvidet EU-godkjenning. Den økte etterspørsel etter nye høykvalitets proteinfôrmidler og endringene i EU-regelverket kan åpne for nye muligheter for gassbasert produksjon av protein til bruk i fôr. Et paradoks i dagens situasjon ”mat til drivstoff” – bruk av korn til å produsere sprit for å drive bilmotorer – er ”drivstoff til mat” – bruk av naturgass til produksjon av BioProtein som kan bidra til verdens matforsyning.

### **Videre forskning**

BioProtein AS ble i 2007 etablert av UMB i samarbeid med Universitetet i Bergen og International Research Institute of Stavanger (IRIS). Selskapet samarbeider med StatoilHydro ASA for å finne alternative og lønnsomme muligheter for bruk av naturgass, og målet er at naturgass skal kunne anvendes som råstoff til framstilling av næringskilder for dyrefôr og andre produkter. BioProtein AS har nylig fått innvilget et stort brukerstyrt prosjekt fra Norges forskningsråd for å videreutvikle gassbasert teknologi med sikte på framstilling av høg-verdiprodukter for bruk i fôr til husdyr og fisk. Produktene framstilles fra bakteriell biomasse ved nedstrøms-prosessering, som inkluderer filtrering, ultrafiltrering og ekstraksjon av ulike bioaktive komponenter. Nye produkter fra fermentering basert på bakterier med spesielle egenskaper og endring av vekstmedium vil også bli undersøkt. I

tillegg jobbes det med å skreddersy bakteriene ved hjelp av molekylære teknikker for å kunne produsere spesialprodukter, som for eksempel orale vaksiner.

## Gjærsopp

Mikrobielt protein fra gjærsopp som blir brukt ved framstilling av annengenerasjons bioetanol er også en potensiell proteinråvare. Biomasse kan framstilles ved hydrolyse av ulike sukkerpolymerer (lignocellulose) fra trevlerike biprodukter til fermenterbare enheter av pentose- og heksosesukker. Disse blir omdannet til etanol ved fermentering med ulike typer gjærsopp. Gjærsopp som *Rhizopus oryzae* blir benyttet i denne prosessen da disse organismene utnytter både pentose- og heksose-sukkerarter, og kan derfor effektivt fermentere avfallsvann fra for eksempel papirindustrien. Resultatet blir bioetanol og en biomasse av gjærsopp med verdifulle proteiner, lipider og nukleinsyrer.

Forskning utført ved APC har vist at slike proteinkilder har et høgt innhold av protein med gunstig aminosyresammensetning, og med høg fordøyelighet hos regnbueørret. Fiskene som fikk fôr med opp til 20% *R. oryzae* vokste like raskt og utnyttet fôret like godt som de som fikk fôr basert på fiskemel (Mydland m. fl., 2007). Forskere ved APC har også vist at andre typer gjærsopp som kan vokse på sukkerarter fra tre (for eksempel ulike *Candida* og *Kluyveromyces* stammer) også har et stort potensial i fôr til fisk og andre enmagede dyr. APC har derfor inngått et nært samarbeid med norske industrielle partnere for å utvikle nye mikrobielle produkter framstilt ved fermentering av trevirke og biprodukter/avfallsstrømmer som ikke kan benyttes direkte som fôr eller mat.

## Mikroalger

Mikroalger representerer også en potensiell råvare i fiskefôr, både som kilde for essensielle omega-3 fettsyrer og protein og aminosyrer. Mikroalger er encellede, fotosyntetiske organismer som lever i vann. Mikroalgene trenger vann, lys, varme og CO<sub>2</sub> for å leve, og kan dyrkes effektivt i lukkede systemer, såkalte fotobioreaktorer. De sirkulerer da i en krets der de eksponeres for sollys som gir god fotosyntese og hurtig vekst. Under optimale dyrkningsforhold kan det produseres betydelig mengder biomasse.

Som en del av et samarbeidsprosjekt ledet av Sintef, har en ved APC gjennomført kjemisk karakterisering og fordøyelighetsundersøkelser av produkter fra algene *Nannochloropsis oculata*, *Isochrysis galbana* og *Phaeodactylum tricorutum*. Fordøyelsesforsøkene med mink viste svært forskjellig fordøyelighet av råprotein og aminosyrer for disse algetypene.

Utfordringen ved bruk av alger ligger i å finne arter med høgt innhold av essensielle fettsyrer og god proteinkvalitet, som kan utnyttes effektivt av fisk.

Høge produksjonskostnader hindrer i dag bruk av mikroalger som en konkurransedyktig kilde for essensielle fettsyrer og protein, og brukes i dag derfor bare som levendefôr til fiskelarver.

## Oppsummering

Det finnes i dag godt dokumenterte bakteriemel som kan brukes som proteinkilde i fôr til enmagede husdyr og fisk (BioProtein), og vi ser et stort potensiale for flere mikrobielle proteinkilder av høy kvalitet. Et svært lovende alternativ er bruk av gjærsopp fra framstilling av annen generasjons biodrivstoff, som det vil forskes mye på i nær fremtid. Mikroalger er svært spennende siden de forbruker CO<sub>2</sub>, men det er store tekniske og økonomiske utfordringer som må løses før dette kan bli en storskala proteinkilde i fôr til enmagede husdyr.

## Referanser

Aas, T., B. Grisdale-Helland, B. F. Terjesen og S. J. Helland. 2006. Improved growth and nutrient utilisation in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing a bacterial protein meal. *Aquaculture*, 259: 365-376.

Mydland, L.T., T. Landsverk, T. Zimonja, T. Storebakken, L. Edebo og A. Kiessling. 2007. Mycelium biomass from fungi (*Rhizopus oryzae*) grown on spent sulphite liquor from paper pulp as a protein source in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Europe 2007, Book of Abstracts*, pp 375-376. October 24-27, Istanbul, Turkey.

Schøyen, H. F., H. Hetland, K. Rouvinen-Watt og A. Skrede. 2007. Growth performance and ileal and total tract amino acid digestibility in broiler chickens fed diets containing bacterial protein produced on natural gas. *Poult. Sci.*, 86: 87-93.

Skrede, A., T. Storebakken, G. M. Berge, O. Herstad, K. G. Aarstad og F. Sundstøl. 1998. Digestibility of bacterial protein (BioProtein) grown on natural gas in mink, pigs, chicken and Atlantic salmon. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 76: 103-116.

Tacon, A. G. J., og M. Metian. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, 285: 146-158.

Øverland, M., A. Skrede., og T. Matre. 2001. Bacterial protein grown on natural gas as feed for growing-finishing pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica, Sect. A Anim. Sci.*, 51:97-106.