

Rapport nr. 4503/108

Kontinuerlig enzymprosessering av ferske marine biprodukter

RAPPORT-TITTEL**Kontinuerlig enzymprosessering av ferske marine biprodukter**

RAPPORTNUMMER 108	PROSJEKTNUMMER 4503
UTGIVER RUBIN	DATO juli 2003

UTFØRENDE INSTITUSJONER**Marine Bioproducts AS**Kontorsenteret DOF
5392 Storebø

Kontaktperson: Kjartan Sandnes (kjartan.sandnes@marinebio.no)

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Gjennom produksjonsselskapet Biomega AS, har Marine Bioproducts AS etablert verdens første kommersielle kontinuerlige anlegg for prosessering av ferske laksebiprodukter med bruk av industrielle enzymer. Biomega er lokalisert på Sotra utenfor Bergen, og ligger vegg i vegg med lakselakteriet Sekkingstad Services AS. Foruten Sekkingstad henter Biomega inn ferske laksebiprodukter fra Bømlo i sør til Sognefjorden i nord. Bedriften produserer olje, proteinhydrolysat og et proteinsediment.

Prosessering av ferske biprodukter er grunnlaget for produksjon av produkter til markeder som stiller høyere krav til kvalitet enn det tradisjonelle fôrmarkedet. Bruk av industrielle enzymer i hydrolysen gir muligheter for å styre prosessen og dermed kvaliteten av sluttproduktet.

For å kunne utnytte erfaringer fra denne satsingen, både mht. videreutvikling av prosessen, bruk av andre råstoffer (pelagisk, hvitfisk) og etablering av flere anlegg langs kysten, er det gjennomført et prosjekt for dokumentasjon og optimalisering konseptet. Prosjektet er også ment å være et bidrag i en planlagt utviklingsprosess knyttet til kompaktteknologi. Prosjektet er delfinansiert av RUBIN og SND.

Prosjektet har omfattet forsøk for å finne frem til optimale logistikk-løsninger og beregning av massebalanser. Videre er det gjort analyser av råvarer og ferdigvarer, samt en vurdering av økonomi og marked. Bedriftsinterne prosess-tekniske parametre (bruk av enzymer, temperaturer, oppholdstider, etc.), samt markedsinterne opplysninger og økonomiske kalkyler, er imidlertid holdt utenom. Hovedtrinn i prosessen er kverning, vanntilsats, enzymtilsats, inaktivering og separering, og det kommer ut 4 fraksjoner: vannløslig hydrolysat, sediment, olje og bein. Foreløpig blir bein blandet med sediment og ensilert.

Massebalanseforsøkene har vist svært varierende utbytte, med maks. andel gjenvunnet olje på vel 80%, og nesten 65% for hydrolysat (protein) for lakseavskjær. Produktanalyser viser lave verdier for fettinnhold i hydrolysat (0,5-0,7%) ut fra et tørrstoffinnhold på ca. 50% , mens ffa. i oljen ligger på 0,5-2% fra avskjær. Proteinfordøyelighet av hydrolysatene ligger på 96-98%, noe som er svært høyt.

Totale investeringer ved Biomega er 24 mill. NOK (kap. på 3,5 tonn råstoff pr. time) uten tørke. Ytterligere 7-10 mill. inklusive tørke. En kan regne med 50 mill. NOK for 10 tonn/time, inkl. tørke.

En vurderer produktmulighetene til bl.a. å rette seg mot agromarkedet (definert plantetilskudd), fermentering, fôrtilsetninger (bioaktive ingredienser) og næringsmidler (ekstrakter , marinade).

**SLUTTRAPPORT
RUBIN/SND**

**PROSESSERING AV FISKERÅSTOFF VED HJELP AV
INDUSTRIELLE ENZYMER**

**Marine Bioproducts AS
Kontorsenteret DOF
5392 Storebø**

av

Kjartan Sandnes, Karstein Pedersen og Harald Hagen



INNHOLD

	side
1. FORORD	3
2. MÅL OG OMFANG	4
3. ANLEGG OG PROSESS	5
4. RÅVARER – KVALITET, SAMMENSETNING OG LOGISTIKK	11
5. UTBYTTE OG EFFEKTIVITET	18
6. PRODUKT - SAMMENSETNING OG KVALITET	20
7. ØKONOMI OG MARKED	25
8. REFERANSER	29

FORORD

Gjennom produksjonsselskapet Biomega AS har Marine Bioproducts AS etablert verdens første kommersielle kontinuerlige anlegg for prosessering av laksebiprodukter ved hjelp av industrielle enzymer. Biomega er lokalisert i Skaganeset på østsiden av Sotra utenfor Bergen. Fabrikken ligger vegg i vegg med lakselakteriet Sekkingstad Services AS. Foruten fra Sekkingstad henter Biomega inn ferske laksebiprodukter fra Bømlo i sør til Sognefjorden i nord.

I tillegg til den rent kommersielle produksjon av ferdigvarer har anlegget et potensiale som pilotanlegg for utviklingen av enzybasert prosesseteknologi rettet mot andre marine biprodukter (hvitfisk, pelagisk, skjell), videreutvikling av laksebiproduktsektoren samt utvikling av skreddersydde prosessanlegg, for eksempel båtanlegg/kompaktanlegg.

Foreliggende rapport er et resultat av et prosjekt finansiert av RUBIN og SND. Mål og omfang av prosjektet framgår av påfølgende kapittel.

Storebø, mai 2003

Kjartan Sandnes

Karstein Pedersen

Harald Hagen

2. MÅL OG OMFANG

Å framskaffe nødvendig generell kunnskap som grunnlag for å dokumentere og optimalisere enzymteknologi rettet mot marin sektor, herunder videreutvikling av lakseanlegg samt anlegg for prosessering av biprodukter av hvitfisk og pelagiske arter.

Omfang og avgrensning:

Prosjektet omfatter forsøk med enzymprosessering av marine biprodukter for å finne fram til optimale logistikk-løsninger og beregne massebalanser. Forsøkene gjennomføres ved Biomega AS på Sotra utenfor Bergen. Resultatene settes sammen med kjemiske analyse-resultater som grunnlag for en vurdering av kvalitetsparametre for råvarer og ferdigvarer samt en vurdering av økonomiske og markedsmessige forhold knyttet til produktene fra prosess-anlegget.

Dette kan videre skape grunnlag for videreutvikling av slike anlegg - herunder kompakt-anlegg, for eksempel på fiskefartøyer. Prosjektet skal bidra til etablering av flere anlegg for enzymprosessering langs kysten.

Prosjektet omfatter ikke direkte prosesstekniske parametre som anses som bedriftsinterne, for eksempel bruk av enzymer, temperaturer, oppholdstider etc. (dette må eventuelt kjøpes/-lisensieres av rettighetshaver). Likeledes omfattes ikke markedsinterne opplysninger og økonomiske kalkyler for Biomega som selskap.

3. ANLEGG OG PROSESS

Biomega anvender kun biprodukter fra laks som råstoff til kommersiell produksjon, men anvendt som pilotanlegg kan det brukes til å gjennomføre forsøk med andre råvarer. Anlegget er det første som vi kjenner til som har en helkontinuerlig hydrolyselinje (i motsetning til batchproduksjon).

Ut fra naturlig prosesslogistikk, men også i forhold til gjeldende myndighetsforskrifter, er det naturlig å betrakte et enzymprosesseringsanlegg som tredelt:



Figur 1. Hovedelementene i et enzymprosesseringsanlegg.

Mottak av råvarer

Mottak av råvarer skjer fysisk atskilt fra prosesstrinnet, og må minimum skilles ved hjelp av et slusesystem. For prosessering av lakseråstoff er det naturlig å skille hode, ryggbein og avskjær fra innmat (slo) – både på grunn av disse produktenes ulike fysiske egenskaper, men også ut fra prosess og produktkvalitet (se Kap. 6).

Hos Biomega anvendes isolerte kar med lokk godkjent av veterinærmyndighetene til inntransport av hode, rygg og avskjær, mens slo transporteres og oppbevares på tank før prosessering. Rund utkastfisk (kjønnsmodne fisk, fisk med skader, feilkutt etc.) transporteres også i kar, men prosesseres sammen med slofraksjonen.

I mottaksdelen hvor karene kommer inn åpnes lokkene, innholdet inspiseres og klassifiseres i to fraksjoner – råstoff med og uten slo.

Karene tømmes ved hjelp av truck med svingskive over i et mottakskar. Videre kuttes råstoffet opp ved hjelp av en grovkvern før det transporteres over i prosessleddet ved hjelp av en pumpe.

Slo pumpes direkte fra tank over i prosessleddet.

Det vi kaller hode/rygg/avskjær-fraksjonen oppbevares og prosesseres altså separat fra slofraksjonen hos Biomega. Det kan imidlertid tenkes at disse råvarene kan kjøres sammen, men det vil være avhengig av de aktuelle markedenes krav til produktkvalitet. Dette vil bli omtalt senere i rapporten (Kap. 6).

Prosess

Prosessanlegget til Biomega er basert på en teknologi der fiskeråstoffet brytes ned ved hjelp av enzymer.

Enzymer er proteiner med helt spesielle egenskaper – de katalyserer (øker reaksjonshastigheten til) biokjemiske reaksjoner. Enzymer er en forutsetning for alt liv. I menneskekroppen finner vi tusenvis av definerte enzymer med spesifikke virkningsmekanismer. Vi kjenner en rekke sykdommer der mangel på et enzym gir alvorlige konsekvenser. Et eksempel som fører til mental funksjonshemming hos mennesker er når enzymet fenylalaninhydroksylase ikke blir dannet på grunn av en genetisk feil. Dette enzymet er nødvendig for omdanningen av fenylalanin til tyroksin i kroppen.

Enzymer inndeles og beskrives i en rekke ulike grupperinger, men i denne sammenheng er det ikke relevant å gå dypt inn i dette. Vi er interessert i enzymer som spalter proteiner, og disse kalles i en samlebetegnelse for **proteaser** (proteinspaltende enzymer). På samme vis kan vi betegne fettspaltende enzymer som *lipaser* (fett-, eller lipidspaltende enzymer).

I prosessammenheng er det viktig at mange typer av proteiner spaltes – ikke bare ett eller noen få. Dette betyr at det kreves enzymer med et vidt spekter av angrepsmekanismer – vi sier at enzymaktiviteten må være bredspektret. Slike kan kjøpes som industrielt framstilte enzymer produsert ved hjelp av mikroorganismer. En annen måte å gjøre dette på er å ta i bruk fiskens egne enzymer. I avskjær og slo finnes det en rekke proteaser som vil være aktive, og som kan benyttes til å spalte fiskens egne proteiner når de frigjøres (autolyse).

Ved Biomega benytter vi industrielt framstilte enzymer fra den danske produsenten Novozymes. Fordelen med å bruke slike er at prosessen går fortere, og at en har bedre kontroll med forløpet og dermed produktene.

I hydrolysetrinnet (se Figur 2) tilsettes vann til fiskemassen og temperaturen justeres til optimal prosessstemperatur for de enzymer som skal anvendes. Enzym(er) tilsettes og etter en på forhånd optimalisert prosessbetingelse knyttet til oppholdstid, temperatur og omrøring inaktiveres blandingen. Dette skjer gjennom en temperaturøkning som er tilstrekkelig til at enzymene denatureres og dermed blir inaktive. Dette er viktig for at reaksjonen ikke skal gå videre i ferdigvarene.

En annen side ved oppvarmingen er at dette kreves for optimal separasjon. Til separasjon av en slik hydrolysevæske anvendes tradisjonelle separasjonsteknikker kjent fra industrien.

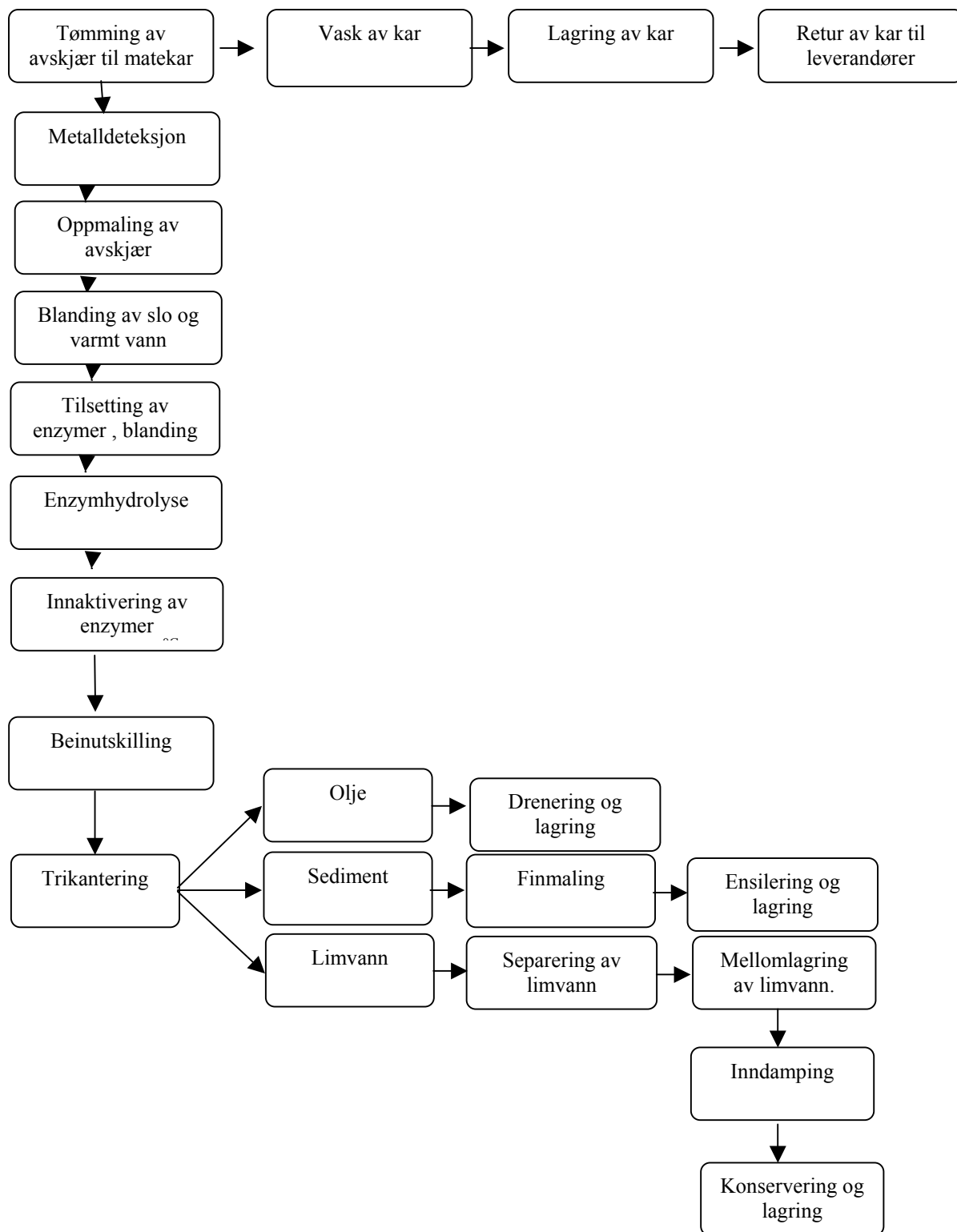
Prosessene gir i utgangspunktet fire fraksjoner – vannløselig hydrolysat, sediment, olje og bein. Disse kan omsettes ”as is”, blandes på ulike måter og i ulike forhold, eller prosesseres videre gjennom tradisjonelle (for eksempel tørking) og biotekniske prosesser (for eksempel videre hydrolyse).

Etter inaktivering fjernes beinfraksjonen som da skal være tilnærmet fri for fiskekjøtt. Vi er kjent med at beinfjerning har skapt store problemer for testanlegg med batchproduksjon. Våre innledende forsøk med en kontinuerlig prosess viste at dette også er et problem her. Kombinasjoner av ineffektive transportskruer, tilstoppede pumper, tilstoppede filtre og vanskelig avsiling krevde store ressurser ved Biomega i form av tid og penger for å finne fram

til funksjonelle løsninger. Problemet ble løst gjennom justering av uttaksnivåer, tilpasning av riktig avsiling og riktige pumpevalg.

Etter fjerning av bein går væskefasen gjennom et separasjonsledd, som ved Biomega består av en trikanter og en separator. Den fraseparerte oljen pumpes over på egen tank via en oljekjøler, mens sedimentfasen (tradisjonelt kalt grakse i fiskemelindustrien) kommer ut som en egen fraksjon.

Den resterende fraksjonen som inneholder det vannløselige proteinet inndampes for å oppnå et høyere tørrstoffinnhold. Videre kan det være aktuelt å tørke enkelte fraksjoner.



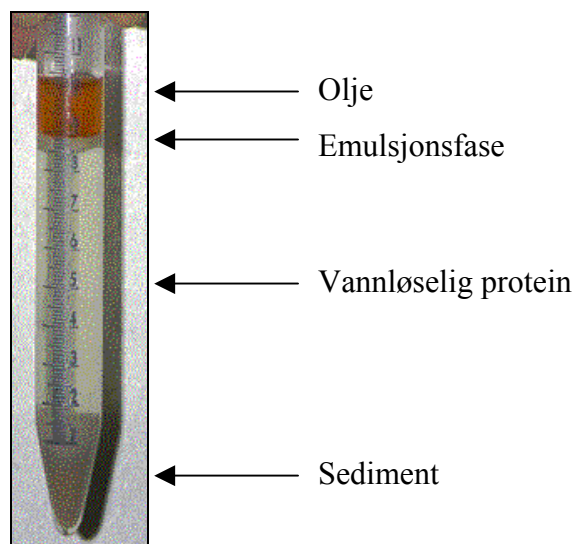
Figur 2. Flytskjema som viser prosessen ved Biomega

Som nevnt håndteres innmat i bulk (tankbil, lagring) og transporteres ved hjelp av pumper i lukkede systemer. Selve hydrolysetrinnene foregår i prinsippet på samme måte som med hoder/rygger, men istedenfor bein må en del tarmbiter skilles fra før dekantering. Dette fordi tarmene fra naturens side må kunne motstå sine egne fordøyelsesenzymmer, og derfor ”overlever” deler av tarmene også mange av de industrielle enzymene.

Ulike trinn for videreprosessering kan være aktuelle, for eksempel videre rensing (polering, avsyring, deodorisering) av oljen, og tørking av sedimentet og hydrolysatfraksjonen(e). Bein inneholder en rekke interessante stoffer for videreforedling som kollagen som råvare til produksjon av gelatin, kalsium (Ca) og en rekke andre mineraler.

Det foregår omfattende FoU knyttet til utnyttelse av beinfraksjonen fra fisk, og forhåpentligvis vil denne fraksjonen finne en vei inn i mer biotekniske anvendelser om ikke altfor lenge.

Figur 3 oppsummerer visuelt produktene fra enzymhydrolysen i form av en sentrifugert prøve av væsken tatt ved slutten av prosessen. Merk at bein (fra hydrolyse av hoder/rygger) og tarmbiter (fra hydrolyse av innmat) er tatt ut fra vannfasen før trikantering (ikke med i glasset på figuren). Innbyrdes mengdefordeling av fasene kan variere noe i forhold til råstofftype, og ikke minst fettinnhold i råstoffet. Båndet angitt som emulsjonsfase er ønskelig å ha minst mulig, da denne fraksjonen innvirker på renheten (les: fettinnholdet) av hydrolysatet. Optimalisering av separasjonsutstyret vil bidra til å redusere denne fasen.



Figur 3. Sentrifugeglass (3000 rpm, 3 min) som viser de ulike fasene etter enzymbehandling av laksebiprodukter.

Lager og utskipping

Et enzymprosesseringsanlegg må ha tilstrekkelig tankkapasitet for lagring av olje. Oljen hentes med bil, eller båt der det er mulig. For levering til båt bør en ha minimum lagringskapasitet på 300 m³.

Hydrolysat kan rimelig greit inndampes til over 60 % tørrstoff, men vil fremdeles ikke være stabilt nok for langtidslagring. Alternativene da er konservering med for eksempel syre eller salt (aktuelt for produkter mot humant konsum), eller tørking. Det siste krever betydelige ekstra investeringer og kunnskap, men kan være et aktuelt alternativ selv for små anlegg dersom en kan oppnå riktig pris på produktene.

Inndampet og konservert hydrolysat er pumpbart, og lagres enkelt på tank. Utskipingsalternativene er de samme som for olje.

Ved Biomega males foreløpig frasilte bein og tarmsegmenter sammen med sedimentet og tilsettes syre til ensilasje. Dette gir et produkt som enkelt kan pumpes og lagres på tank, men som ikke betales særlig godt i markedet grunnet lavt proteininnhold. Fordelen er at et slikt ensilasjeprodukt er rimelig greit å omsette gjennom den etablerte ensilasjeindustrien. Denne fraksjonen kan også tørkes til et mel som langt på vei tilsvarer det som tidligere ble angitt som presskakemel i fiskemelindustrien. Det finnes markeder for slikt mel, særlig i Østen. Ved Biomega utredes tørkealternativet for å oppnå økt verdiskaping av råstoffet, men ennå er ingen beslutninger tatt om å gå for en slik løsning (mai 2003).

Det forskes imidlertid for å finne mer høyverdig anvendelse av den rene beinfraksjonen.

4. RÅVARER – SAMMENSETNING, KVALITET OG LOGISTIKK

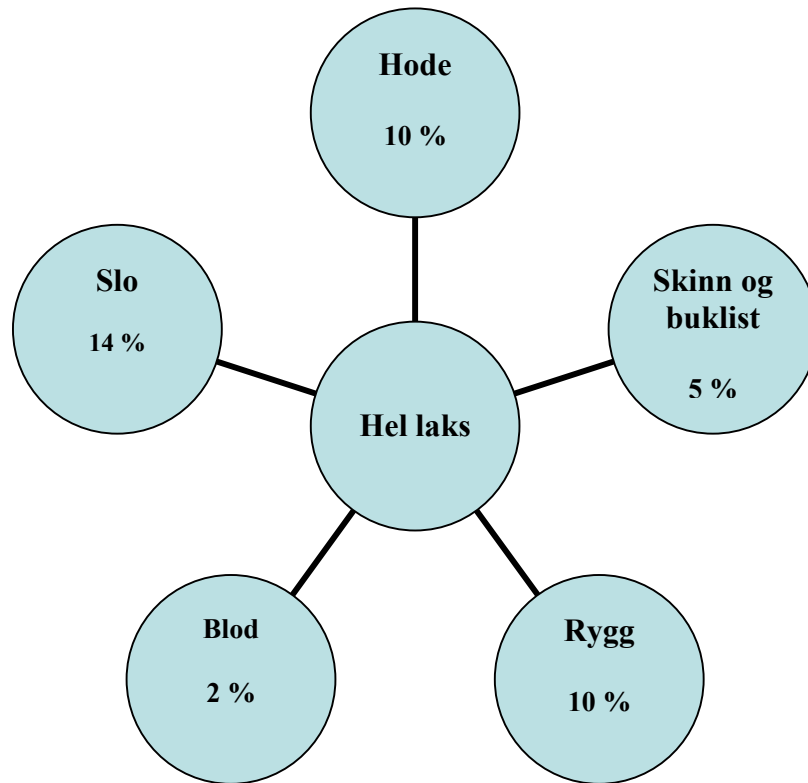
Sammensetning

Innen lakseindustrien ser vi en trend mot færre og større slakterier, og det utvikles kontinuerlig nyere og bedre prosessutstyr som sløye- og filetmaskiner. Dette medfører endringer i biproduktenes relative volum og sammensetning. Hvordan foredlingsgraden utvikles i Norge er også et handelspolitisk spørsmål det er vanskelig å spå utfallet av, men det synes som at mange foretak har som mål å øke foredlingsgraden. Dette fører til et økt volum av biprodukter der slomengden relativt sett vil gå ned i forhold til de øvrige biproduktene.

Med utgangspunkt i dagens situasjon kan en grov skille biproduktene i følgende fraksjoner: slo (eller innmat), hoder, rygger, buklister og skinn samt blod. Av disse utgjør de tre førstnevnte det klart største volum. (Figur 4).

En rekke faktorer påvirker den kjemiske sammensetningen av biprodukter fra laks. Prosessutstyr er allerede nevnt, og førsammensetning, fødingsstrategier, årstid og fiskestørrelse er også viktige i dette bildet. Tabell 1 viser sammensetningen av de mest relevante råvarene framkommet gjennom dette prosjektet.

Det er viktig å være oppmerksom på at tørrstoffinnholdet i slo kan være opp til 10 % høyere i intakt slo sammenlignet med knust slo, som hittil er det mest vanlige med dagens sløye-maskiner. Årsaken til dette må være større innblanding av vann ved bruk av maskiner som knuser innmaten. For ørret kan en dessuten finne svært høyt nivå av fett – særlig i innmat, der fettinnhold over 70% har vært påvist i intakt slo.



Figur 4. Relative mengder biprodukter i forhold til hel laks.

Tabell 1. Kjemisk sammensetning av de vanligste biproduktene fra laks. Tallene indikerer intervallområder, og refererer seg til egne analyser og verdier fra litteraturen.

Råvare	Tørrestoff	Protein	Fett	Aske
Slo(knust)	35 – 45	5 – 7	20 - 30	0,5 – 1,0
Hoder	40 – 45	11 - 13	20 - 25	3 - 4
Rygger	40 – 45	10 - 15	18 - 22	5 - 7
Skinn	35 – 45	12 - 15	20 - 30	1 - 3
Buklister	50 – 55	8 – 12	35 - 40	1 - 2

Kvalitet

I motsetning til i ensilasjeindustrien kan kun ferske råvarer av ypperste kvalitet anvendes i en enzymbasert hydrolyselinje dersom målet er å kunne levere i næringsmiddelmarkedet. For Biomega gjelder i prinsippet de samme krav til råstoffkvalitet som lakseslakteriene stiller, dvs. absolutt ferskhet. Foruten det generelle ”image” et slikt krav gir, er det en rekke forhold som ligger til grunn:

1. Oljekvaliteten påvirkes av råstoffkvaliteten. Dårlig råstoff gir økt innhold av frie fettsyrer (FFA) i oljen, noe som ikke er forenlig med god oljekvalitet. Verdier for frie fettsyrer (FFA) i olje produsert ved hjelp av enzymprosessen ved Biomega varierer i området 0,5 – 6, 0 % - avhengig av råstofftype og -kvalitet. De høyeste verdiene er funnet på døgngammelt og eldre knust slo, sannsynligvis som resultat av økt lipaseaktivitet.
2. Produkter fra mikrobiell nedbrytning av proteiner gir dårlig lukt, og vil påvirke ferdigproduktene (peptider, aminosyrer) selv om vi i dag ikke har undersøkt dette i dybden ut fra enzymprosessen. Den tradisjonelle bestemmelsen av totalt flyktig nitrogen (TVBN) er erfaringsmessig ikke så godt egnet til å bestemme ferdigvarekvalitet i våre produkter, da prosessen i seg selv går ut på å bryte ned proteiner, og dermed gir interferens. Således fant vi med utgangspunkt i ferskt råstoff som inneholder 3 mg N/100 g, verdier fra 50 til 90 mg N/100g i hydrolysatet (40 % TS) – gjennomsnittet var 66 mg N/100 g (n=6). Hydrolysatet med disse høye verdiene hadde svært god mikrobiologisk kvalitet. For humant konsum er grenseverdien for hvitfisk satt til 30 mg N/100 g ferdigvare. For hydrolysat av fisk er denne grenseverdien således lite relevant. Konklusjonen er at det må etableres andre kvalitetskriterier enn TVBN for slike produkter.
3. Ferskhetskravet er en svært viktig side som ikke er helt åpenbar for de som ikke har erfaring fra slike anlegg i praksis. Prosessering av dårlig råstoff gir dårlig lukt, og luktproblemer er svært vanskelige å håndtere. Et moment her er at enzymprosesseringsanlegg vil komme til å ligge ved siden av slakterier, og dårlig lukt i nærheten gir slakteriene et dårlig ”image” overfor sine kunder igjen. Dette poenget kan ikke nok understrekes overfor nyetableringer i denne bransjen.

Ved anvendelser mot fôrmarkedet, og ved bruk av tradisjonell industrifisk som råstoff, ville det kanskje være naturlig å stille minimumskrav til råstoffet (NB! – ikke ferdigvarer) på linje med LT anvendelse i fiskemelindustrien – med den ettertrykkelige forutsetning at luktplagen ikke gir problemer på lokaliteten . Gjeldende ferskhetskrav når det gjelder total mengde flyktig nitrogen er her 50 mg/100 g. Vi tror imidlertid at produktene vil finne veien til bedre betalte markeder etter hvert, og at kravet til ferskhet bør gjelde uansett. Da bør det settes en grenseverdi for TVBN i råstoff som er strengere, men videre arbeid må gjøres for å kunne definere denne grenseverdien.

Mikrobiologisk kvalitet av biprodukter fra lakseslakterier er studert av Nortvedt et al. (2002). Tabell 2 viser hvordan temperatur og lagringstid påvirker vekst av aerobe mikroorganismer i råstoffet, og indikerer hvor lenge disse råvarene kan anvendes etter lagring under gitte betingelser i forhold til offentlige forskrifter. Den samme studien (Nortvedt et al., 2002) viste at intakt slo hadde lavere mikrobiell aktivitet enn knust slo under samme betingelser.

Slik logistikken er innrettet ved Biomega opprettholdes den mikrobiologiske kvaliteten med god margin både for slo, hoder og rygger. Med referanse til det som er dokumentert og diskutert innledningsvis om krav til ferskhet, er det imidlertid grunn til å påstå at lagringstidene som er angitt for akseptabel mikrobiologisk kvalitet av råstoffet ikke tilfredstiller øvrige krav til ferskhet (jfr. FFA i olje, luktproblemer). Vi kan derfor konkludere med at mikrobiologiske standarder forankret i eksisterende forskrifter heller ikke nødvendigvis beskriver de riktige eller ønskelige kriterier for råstoffkvalitet til denne type produksjon (jfr. TVBN).

Sløyemaskiner for laks som ikke knuser sloet er nå utviklet, og biproduktene verdiutvikling fremover vil temmelig sikkert føre til at slike sløyemaskiner blir foretrukket. Hel slo vil gi betydelig bedre muligheter for å løfte prisen på denne fraksjonen, da et slikt råstoff gir bedre muligheter til bedre betalte ferdigprodukter – også ut fra enzymprosessering.

Tabell 2. Mengde aerobe mikroorganismer (TVC/g) i biprodukter fra laks lagret ved ulike temperaturer og tidsrom (se tegnforklaring nedenfor).

Lagringstid (timer)	Hoder			Rygger			Knust slo		
	3,5°C	5,5°C	7,8C	3,5°C	5,5°C	7,8C	3,5°C	5,5°C	7,8C
0	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn
48	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn
72	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn
96	Grønn	Gul	Rød	Grønn	Rød	Rød	Grønn	Grønn	Grønn

Grønn: mindre enn 5×10^5 mikroorganismer/gram (godkjent)
 Gul: mindre enn 5×10^6 mikroorganismer/gram (i faresonen)
 Rød: mer enn 5×10^6 mikroorganismer/gram (ikke anvendbar)
 Hvit: ikke analysert

Logistikk

Som tidligere nevnt innhentes hode/rygg/avskjær i kar og slo i tankbil til Biomega.

Når det gjelder hoder, rygger og utkastfisk fyller slakteriene dette direkte i kar (se bilde) som de får tilsendt kontinuerlig etter behov. Karene er isolerte med lokk som enkelt festes ved hjelp av gummihemper. Karene er vasket i en spesiell karvaskemaskin før de sendes ut. Hvert kar har individuell merking for å kunne oppfylle krav til vektkontroll og sporbarhet, og er godkjent av veterinærmyndighetene.



Figur 5. Kartypen som benyttes ved Biomega (her vist uten lokk).

Etter kildesortering og fylling ved slakteriene (om lag 500 kg i hvert) settes lokket på og de plasseres på kjølerom inntil avhenting ved hjelp av lukkede kjølevogntog som kan ta omlag 50 kar. Kar med hel laks som ikke er sløyd defineres og prosesseres som slo, og skal ikke inngå i fraksjonen hode/rygg/avskjær og hel sløyd laks, som enzymbehandles separat. Årsaken er at vi finner en sammenheng mellom størrelsen på emulsjonsfasen - som resulterer i hydrolysat med høyere fettinnhold – og tilstedeværelse av innmat i råstoffet. Videre gir slik innblanding risiko for høyere FFA verdier i oljen.

Ved ankomst Biomega foretas en visuell og luktmessig vurdering av innholdet av hvert enkelt kar. Innhold som ikke vurderes som absolutt ferskt (frisk farge og lukt) tas ut og ensileres. Godkjente kar spores (karnummer noteres), veies og tømmes i matekaret til linjen.

Når det gjelder råvarene som transporteres i kar tilstrebes en ubrutt kjølelinje fra slakteri via oppbevaring fram til avhenting, under transport (kjølebil) og ved fabrikk fram mot prosessering. Isolerte, tette og lukkede kar bidrar til effektiv løsning av dette. Det samme gjelder for hygiene og forebygging av spredning av sykdomsfremkallende agens for laksefisk. En viktig del av det forebyggende arbeidet knyttet til dette ligger i en effektiv karvaskemaskin (Figur 9). En mest mulig optimal logistikk som her skissert danner grunnlaget for å kunne få fram best mulig råstoff til prosessering, oppnå best mulige kvalitet av ferdigproduktene, og endelig – tilfredstille myndighetens krav til transport av ferske biprodukter i forhold til smitterisiko.

Innsamling av ferskt råstoff på denne måten blir av slakteriene karakterisert som effektivt og arbeidsbesparende. Spesielt blir det påpekt lettelsen det er å slippe alt arbeidet med ensilering, som ofte må skje på ettermiddag/kveld og som ofte medfører behov for overtid. Den eneste ensileringsjobben som slakteriene har ved dette opplegget er behandling av dødfisk fra ventemerder og oppsamling av rester etter vask av slakteriet ved skiftets slutt.



Figur 6. Mottakshallen ved Biomega.

Biomega har plassert ut egne tanker for oppsamling av slo ved de slakteriene som selskapet har leveringsavtale med. Fra slaktelinjen pumpes råstoffet direkte til tank, som tømmes hver ettermiddag/kveld. I forbindelse med tømning rengjøres tanken og klargjøres til neste dag av vogntogsjåføren. Slakteriet har således minimalt arbeid og utgifter med logistikken rundt levering av slofraksjonen.

En kritisk evaluering av de beskrevne innsamlingsmetodene kan sammenfattes til at slologistikken synes nær optimal for knust slo, og vil kun kreve mindre justeringer. Slotankene har i dag ikke kjøling, men det kan bli aktuelt ved økte krav til produktene fra denne fraksjonen. Når det gjelder hel innmat har vi på grunn av begrenset tilgjengelighet ikke fått arbeidet mye med logistikk-løsninger. Alternativene her vil være å samle inn og transportere råstoffet i kar som for hode/rygg, eller bulklagring og pumpetransport slik som for knust slo i dag. Kvalitetmessig vil det første alternativet være det beste, mens det andre vil være mest effektivt med hensyn på ressursbruk. Kun utviklingen av produkter og markeder i tiden framover vil avdekke hvilken metode som vil være mest kostnadseffektiv.

Når det gjelder innsamling av de faste råvarene (hoder, rygger og sløyd hel utkastfisk) er overgang til større enheter enn dagens kar (ca 500 kg) under evaluering. Det kan tenkes at utvikling av større containere (for eksempel 5 - 10 m³) i samarbeid med slakteriene kan være en vei å gå for mer effektiv lastning, lossing og innmating i prosesslinjen i fabrikk. Momenter som taler mot dette er en noe redusert detaljeringsgrad i sporbarhet (pga. større enheter) og mulig vanskeligere rengjøring, noe som kan være problematisk for aksept av ferdigprodukter i enkelte markeder. For øvrig vil en slik omlegging i mange tilfeller kreve ombygginger ved slakteriene og medføre økte krav til løfteutstyr som trucker etc.



Figur 7. Tankanlegg for mottak av innmat ved Biomega.



Figur 8. Automatisk vaskemaskin for transportkar ved Biomega.

5. UTBYTTE OG EFFEKTIVITET

Som også tidligere nevnt produseres følgende produkter ved enzymprosessen:

- Olje
- Hydrolysat
- Sediment
- Bein

Prosessen kan optimaliseres i henhold til hvilke produkter som foretrekkes ut fra økonomiske hensyn, og dermed er det naturlig å vektlegge optimale kvalitetskriterier for disse. Ved Biomega har fokus først og fremst vært rettet mot det vannløselige hydrolysatet – det gjelder utbytte så vel som kvalitet, f. eks. i form av lavt fettinnhold.

I fullskala blir optimaliseringsarbeidet meget omfattende i forhold til i laboratoriet. Det er gjennomført massebalanseforsøk med råstoffmengder over 20 tonn, med oppsamling av de enkelte fraksjoner i kar med påfølgende veiing. Slike forsøk går ofte over 12 – 15 timer totalt, og krever betydelige ressurser. En kan modellere eller kjøre kortvarige forsøk, men kun forsøk over tid gir god oversikt over hvordan prosessen går i et fullskala anlegg..

I våre massebalanseforsøk har vi prosessert lakseavskjær og sildeavskjær, med nøye kontroll av innmating, temperatur(er) samt enzymmengder og –blandinger. Tabell 3 viser nøkkeltall fra massebalanseforsøkene.

Tabell 3. Resultater fra massebalanseforsøk..

Råstoff	Mengde inn kg	Gjenvunnet olje % (vekt) ¹⁾	Gjenvunnet hydrolysat % (av TS) ²⁾
Lakseavskjær	8.124	49	52
Lakseavskjær	21.043	82	41
Lakseavskjær	3.124	69	63
Sildeavskjær	21.746	82	23

- 1) Den resterende oljemengde gjenfinnes i sediment og bein samt en liten del i hydrolysatet.
- 2) Merk at gjenvunnet hydrolysat i forhold til tørrstoff (TS) baserer seg på fettfritt og askefritt tørrstoff.

Det er viktig å ha klart for seg hva disse tallene viser. Gjenvunnet olje er salgsklar olje fra prosessen i forhold til beregnet oljemengde i råstoffet basert på analyser av råstoffprøver. Gjenvunnet hydrolysat er gitt som gjenvunnet tørrstoff i form av hydrolysat (48 - 50 % tørrstoff i hydrolysatet) i forhold til beregnet tørrstoff inn minus olje og minus aske. Verdien indikerer tilnærmet gjenvunnet protein. Merk av den øvrige proteinmengden som ikke følger hydrolysatet går ut i form av bein og sediment.

Det er stor spredning på verdiene angitt i Tabell 3. Tabellen indikerer at maksimal gjenvinning av olje fra enzymprosessen så langt ligger på vel 80 %, og at proteingjenvinningen gjennom hydrolysatet kan overstige 60 % ved prosessering av lakseavskjær. Erfaringer fra produksjonen tilsier at dette er oppnåelige tall under rutinemessig drift. Arbeidet med å optimalisere dette videre må imidlertid fortsette – fortrinnsvis i et samarbeid mellom enzymleverandører og maskinleverandører samt fagpersoner innen prosess og produkt.

For sildeavskjær ligger oljegjenvinningen på linje med lakseavskjær, men proteingjenvinningen er betydelig lavere. Vi har færre data fra sild enn fra laks, men resultatene kan tyde på at enzymatisk nedbrytning av proteinet i avskjær fra sild ikke er like effektiv som med lakseavskjær som substrat. Vi utelukker heller ikke at det skjedde et tap av hydrolysat fra inndamperen under det rapporterte forsøket – noen uforklarlige verdier på prosessparametre undervis ga oss en mistanke her. Sildeavskjær vil være en interessant ressurs for slike anlegg, og videre forsøk må gjennomføres for klarlegge om forsøket rapportert her er representativt for dette råstoffet.

Fullskala tilsvarende massebalanseforsøk fra litteraturen er ikke kjent, men hydrolysatutbytte tilsvarende våre beregninger på 70 – 75 % i laboratorieskala blir betegnet som svært godt (Liaset et al., 2002; Shahidi et al., 1995).

Olje og protein som ikke følger olje- og hydrolysatfraksjonen ender opp i sediment og bein. Slik markedet er i dag utgjør disse produktene de minst verdifulle fraksjonene, men det kan snu seg. Eksempelvis inneholder sediment verdifulle fosfolipider, og i bein finnes utgangsmateriale for blant annet gelatin og verdifulle mineraler og sporstoffer. Merk at ved prosessering av slo utgjør beinfraksjonen 0 % dersom ikke usløyd helfisk går inn.

6. PRODUKT - SAMMENSETNING OG KVALITET

Hydrolysat

Sammensetningen (%) av typiske ”crude” hydrolysater fra laksebiprodukter med moderat inndamping er angitt i Tabell 4. Tilsvarende verdier fra sildeavskjær og kolmule ligger i området mellom disse to typene hydrolysater fra laks, dvs. noe lavere proteininnhold og noe høyere fettinnhold enn hydrolysat fra hode/rygg fra laks (og motsatt i forhold til lakseslo).

Tabell 4. Typisk sammensetning av hode/rygg-hydrolysater og hydrolysater fra slo basert på biprodukter fra laks.

Råvare	Tørrstoff	Protein	Fett	Aske
Hode/rygg	48 – 50	42 - 44	0,5 – 0,7	5 - 6
Slo	46 – 48	36 - 40	1 – 2	4 - 6



Figur 9. Nylig produsert olje (til venstre) og proteinhydrolysat ved Biomega

Omregnet til tørrstoff inneholder et hydrolysat fra hode/rygg/avskjær således om lag 90 % protein og 1 % fett, dvs. betydelig høyere proteininnhold og lavere fettinnhold enn for eksempel fiskemel. Typisk sammensetning for fiskemel er rundt 70 % protein og 10 % fett.

Aminosyrefordelingen i hydrolysat prosessert på hode/rygg/avskjær og slo fra laks er vist i Tabell 5. Hittil er fiskehydrolysater mest anvendt til dyrefôr, og i denne sammenheng er den kjemiske sammensetningen viktig.

Tabell 5. Eksempler på aminosyresammensetning (% av proteinet) i hydrolysater fra hode/rygg/avskjær, slo og sediment samt blandingen sediment/bein fra laks. Som sammenligningsgrunnlag er typisk aminosyresammensetning i ensilasje av biprodukter fra laks samt fiskemel (LT) tatt med.

Aminosyre	Hode/ rygg	Slo	Sediment	Sediment/ bein	Ensilasje	Fiskemel
Asparaginsyre	7,1	5,3	10,1	6,6	7,9	8,1
Glutaminsyre	12,7	10,0	12,7	12,6	11,2	12,1
Hydroksyprolin	3,8	0,8	0,6	2,9		1,0
Serin	4,4	3,9	4,4	4,9	4,6	4,2
Glycin	13,9	6,1	6,0	12,1	7,8	6,4
Histidin	2,1	1,7	2,8	2,8	2,0	2,1
Arginin	7,7	8,2	7,6	7,7	6,2	7,2
Treonin	4,0	3,0	8,6	5,1	4,1	4,3
Alanin	7,4	4,7	3,5	7,5	7,0	6,4
Prolin	6,8	3,9	4,3	6,7	4,9	4,3
Tyrosin	1,6	2,2	4,3	3,7	2,8	2,9
Valin	3,3	4,1	6,0	5,3	4,4	4,9
Methionin	1,6	2,0	3,6	3,7	2,5	2,8
Isoleucin	2,7	3,1	5,5	4,7	3,6	4,0
Leucin	4,9	5,2	8,6	7,6	6,2	7,4
Fenylalanin	2,7	2,8	4,9	4,4	3,7	3,3
Lysin	5,1	5,3	8,5	7,4	6,8	7,0
Cystein/Cystin	0,6	1,1	1,3	0,9	0,8	1,0
Tryptofan	0,5	0,9	1,6	1,1	0,3	1,0

Aminosyresammensetningen er til en viss grad råstoffavhengig, da innmat og avskjær gir litt dårligere proteinkvalitet enn produkter med høyere innblanding av muskelproteiner, som for eksempel fiskemel. Dette skyldes at proteinene i disse fraksjonene har noe lavere innhold av lysin, svovelholdige aminosyrer (methionin, cystein/cystin) og tryptofan sammenlignet med fiskemuskel (Skrede, 1979). Når det gjelder produktene fra enzymhydrolysen ser vi at kombinasjoner mellom hydrolysater og sediment kan optimaliseres i forhold til proteinkvalitet rettet mot anvendelse som føringrediens. Med denne dokumentasjonen sammenholdt med aminosyresammensetningen i ensilasje og fiskemel kan en lett vurdere aktuelle applikasjoner for produkter fra enzymhydrolysen der krav til aminosyresammensetning er definert.

Fordøyelighetsforsøk (minktest) viste at proteinfordøyeligheten av hydrolysater ligger i området 96 – 98 %. Sedimentfraksjonen gir verdier i området 92 – 94 %, og i området 85 – 87 % der beinfraksjonen fra enzymprosesseringen er blandet inn. Dette må betraktes som svært godt sammenlignet med andre marine proteinførmidler. Fiskemel graderes i ulike kvaliteter, og biologisk fordøyelighet varierer i området fra rundt 80 % til opp mot 93 % for LT-mel (prosessert ved lav temperatur). Tilsvarende fordøyelighetstall for ensilajekonsentrat laget på biprodukter ligger på rundt 90 % (RUBIN-rapport 301/50).

Vannfasen etter hydrolysetrinnet har en lav tørrstoffprosent, og må dampes inn (se Figur 3). Våre forsøk viser at en forholdsvis lett kan oppnå 60 % tørrstoff med gode viskositets-egenskaper. Vi har latt eksperter på området teoretisk vurdere hvor langt et definert hydrolysat med en gitt viskositet kan inndampes. Svarene vi har fått er at med optimal prosess og tilpasset inndampingsutstyr bør det enkelt oppnås over 70 % tørrstoff i hydrolysatet – kanskje over 80 %. Dersom forsøk kan bekrefte dette vil det være kort vei igjen til 90 % tørrstoff, dvs. grensen for å definere produktet som tørt.

Produksjon av hydrolysat ved hjelp av enzymer bidrar til å endre funksjonelle, sensoriske og fysiokjemiske egenskaper til utgangsproteinene uten at ernæringsverdien blir endret i betydelig grad. I motsetning til hydrolyse ved hjelp av syre – *ensilering* – er enzymprosessen skånsom og gir mye bedre muligheter for kontroll med sluttproduktet. Generelt blir ernæringsverdien av sluttproduktet høyere enn ved ensilering.

Anvendt mot matvaremarkedet har slike hydrolysater en rekke egenskaper som er etterspurte i ulike anvendelser. Stikkord her er løselighet, vannbindingsevne, emulsjonsegenskaper, skumdannende egenskaper, fettabsorpsjonsegenskaper og sensoriske egenskaper. Det meste av dette er ennå upløyd mark når det gjelder produkter fra fisk, mens en rekke produkter er tatt i bruk med utgangspunkt i planteriket og fra landdyr.

Arbeid framover med fiskehydrolysater må ha som mål å framskaffe dokumentasjon på disse områdene. Videre er det viktig å få avdekket stabilitet og holdbarhet av ”våte” hydrolysater i forhold til vannaktivitet; samt finne fram til funksjonell tørketeknologi og kartlegge fysiske og sensoriske egenskaper til et ”hydrolysatmel”.

Olje

Gjennom foreliggende prosjekt har vi analysert en rekke oljeprøver for FFA i forhold til råstofftype og –alder. FFA i oljer fra hoder/rygger som kommer direkte fra slakteriet (prosessert max 2 timer etter slakting) viser FFA tall i området 0.2 - 0.5 %, mens daggammelt råstoff gir oljer med FFA i området 1-2 %. Oljer fra fersk innmat gir FFA i området 2 – 4 %, mens verdiene etter et døgn lagring av råstoffet typisk ligger i området 4 – 6 %. På grunn av tilgjengeligheten har vi kun vært i stand til å teste knust slo fra sløyemaskiner.

RUBIN-rapport nr. 4501/95 angir FFA tall i området 0.5 - 1.7 % for hel maskinsløyd innmat og 1.8 – 3.0 % i knust innmat, mens vi fant verdier rundt 4 - 6 % i knust innmat (0.5 – 2 % i olje fra hode/rygg). Tallene er imidlertid ikke direkte sammenlignbare da de baserer seg på ulike prosesser for å få fram oljen.

Likedan viste Nortvedt et al (2000) betydelig høyere oksidasjon (harskning) i fett fra knust slo sammenlignet med hel slo, noe som også samsvarer med den tidligere nevnte RUBIN-rapporten (Rapport nr. 4501/95).

Et spesielt trekk ved lakseoljer utvunnet gjennom enzymprosessering er den lyse rosarøde fargen, i motsetning til de langt mørkere fargenyansene vi ser i ensilasjeoljer fra tilsvarende råstoff. Dette alene tilsier en høyere verdi på oljer utvunnet ved enzymteknologi, og må inngå som et eget moment i markedsarbeidet for disse produktene.

Olje fra laksebiprodukter er et vanskelig område fordi fettsyresammensetningen varierer mye i forhold til fôrets sammensetning. Med økende innblanding av vegetabiliske fôrmidler reduseres innholdet av de typiske langkjedete polyumettede fiskefettsyrene EPA (20:5n-3) og DHA (22:6n-3), og innholdet av fettsyrer vi finner i planteriket (n-6) går opp. Ved innhenting av biprodukter fra flere slakterier - som hver tar imot fisk fra flere ulike oppdrettere, og som igjen bruker ulike fôrtyper - blir det vanskelig, men ikke umulig, å kildesortere i forhold til utgangspunktet. Incitamentet for slik sortering vil være økonomisk uttelling i forhold til oljekvalitet. I dag er dette ikke tilfelle, dels på grunn av markedsmulighetene for ulike lakseoljekvaliteter, og dels på grunn av at det er liten forskjell på dagens fôrtyper.

Tabell 6 viser fettsyresammensetningen i oljer prosessert fra innmat og hode/rygg ved hjelp av enzymprosess ved Biomega.

Tabell 6. Fettsyrer i oljer produsert fra innmat og hode/rygg fra laks.

Fettsyre	Olje fra innmat	Olje fra hode/rygg
14:0	4,3	4.3
16:0	12.0	12.1
18:0	2.6	2.6
20:0	0.2	0.2
16:1 n-7	6.1	5.9
18:1 n-9	17.2	17.3
18:2 n-6	6.7	6.7
18:3 n-3	1.9	1.9
20:4 n-6	0.5	0.5
20:5 n-3	7.4	7.3
22:5 n-3	0.5	0.5
22:6 n-3	12.1	11.6

Det var ikke vesentlig forskjell i fettsyresammensetning av olje fra innmat og fra hode/rygg. Mengde frie fettsyrer i disse prøvene viste imidlertid 4.53 % i oljen fra innmat, og 1.42 % i oljen fra hode/rygg.

Summen av innholdet av EPA (20:5 n-3) og DHA (22:6 n-3) i disse oljene var 19.4 % og 18.9 % for hhv innmat og hode/rygg. For å være lakseoljer er dette rimelig høyt slik dagens fiskefôr er sammensatt. Verdier for EPA + DHA over 18 % regnes i dag som positivt med hensyn på markedsverdien av oljen.

Jodtall på 165 i olje fra innmat og 162 i olje fra hode/rygg ble målt. Jodtall er et uttrykk for graden av umettethet, og er et vanlig brukt kvalitetskriterium innen herdingsindustrien. Således er typiske jodtall for oksetalg 50 (mye mettet fett), soyaolje 130 og sardinolje 185 (mye umettet fett).

Sediment og bein

Tabell 7 viser noen eksempler på sammensetning av hovednæringsstoffene i sediment- og beinfraksjoner fra prosessering av biprodukter fra laks og sild. Eksempler på aminosyre-sammensetning fra tilsvarende prøver (laks) er vist i Tabell 5.

Fordøyelighetforsøk (mink) indikerer verdier i området 92 – 94 % for sedimentfraksjonen, og i området 85 -87 % der beinfraksjonen fra enzymprosesseringen er blandet inn.

Tabell 7. Råanalyser av sediment- og bein fra biprodukter fra laks og sild etter enzymprosessering.

Råvare	Tørrstoff	Protein	Fett	Aske
Sediment/bein, laks	37 - 39	20 -22	7 – 9	9 – 11
Sediment, laks	28 - 32	22 - 24	5 – 7	1 – 2
Sediment, sildeavskjær	30 - 32	23 - 25	5 – 7	-
Bein, sildeavskjær	27 - 30	12 - 14	9 – 11	-

Når det gjelder sammensetning av produkter fra enzymprosessering av laks vises også til en artikkel av Liaset et al. (2003), som gir en oversikt over området basert på tester i mindre skala enn det foreliggende rapport er basert på.

7. ØKONOMI OG MARKED

Det foreligger få opplysninger i litteraturen om fullskala prosessering av marine råvarer ved hjelp av enzymteknologi, og anvendelse og prissetting av hydrolysater fra denne. I en oversiktsartikkel forfattet av Kristinsson og Rasco (2000) er en del anvendelser og muligheter diskutert, men uten referanse til prispotensialer i markedet. I det følgende tas derfor utgangspunkt i egne erfaringer etter et halvt års produksjon ved Biomega. Det er mange ulike måter å inndele aktuelle produktgrupper på – her er disse grovinn delt i fôringredienser, agro/fermentering, fôrtilsetninger, ingredienser/matvarer og farmasøytiske produkter. Men først noen informasjon om investeringsbehov for anlegg ut fra erfaringer med byggingen av Biomega.

Investeringsbehov

Ved Biomega kan om lag 3,5 tonn råstoff prosesseres per time. Den totale investeringen i fabrikk kom på 24 mill NOK uten tørker. Da var mye av utstyret kjøpt brukt, blant annet i form av demontering av et nedlagt meieri som ga tilgang på tanker, ventiler og rør, samt en anvendelig inndamper.

Dersom det skal installeres tørker for sediment og hydrolysat må det påregnes ytterligere investeringer på 7-10 mill NOK.

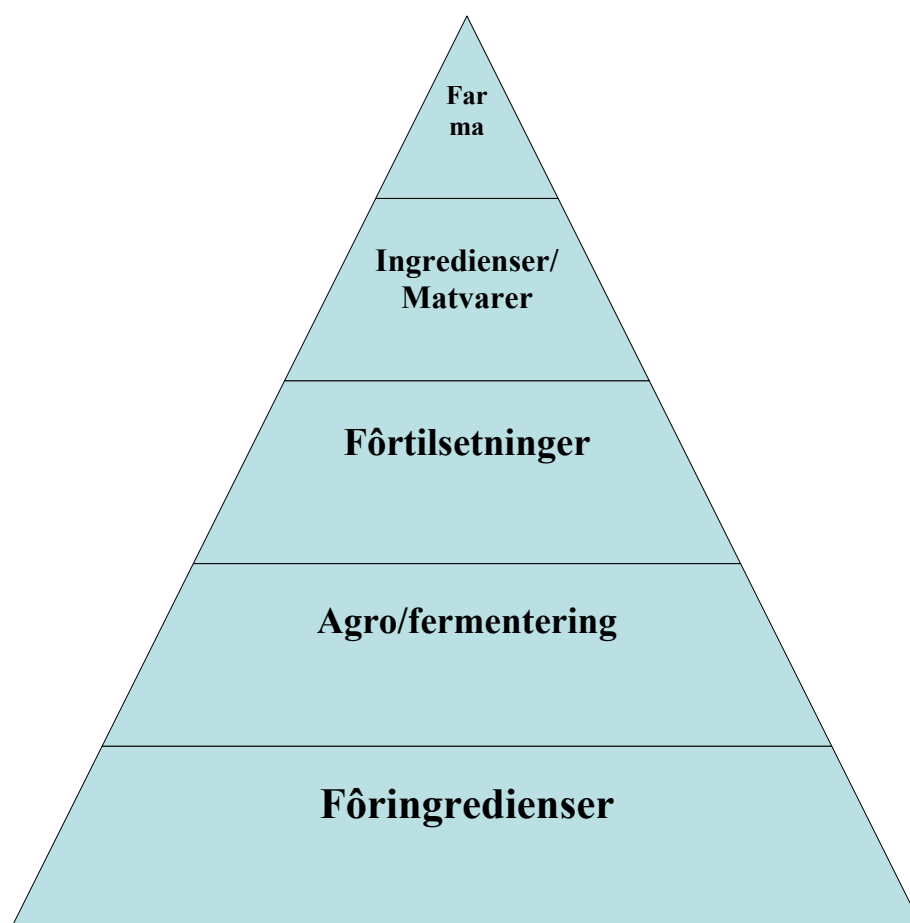
Et oppskalert anlegg med kapasitet på om lag 10 tonn per time med kontinuerlig prosess og tørkeinstallasjoner vurderes å kreve om lag 50 mill NOK i investeringer.

Fôringredienser

Syrehydrolysat – *fiskeensilasje* – er vel kjent i markedet for landbruksfôr. Produktet er imidlertid et lavprisprodukt, og inneholder mer fett enn ønskelig til husdyrfôr. Hydrolysater framstilt ved hjelp av enzymteknologi har svært lavt fettinnhold, og oppfyller strenge markeds krav i denne forbindelse. Så langt viser erfaringen imidlertid at slike hydrolysater klassifiseres i samme gruppe som ensilasje, og er vanskelig å løfte prismessig i forhold til denne. Markedet for landbruksfôr er svært stort.

Lovverket i Norge forhindrer bruk av hydrolysat fra oppdrettsfisk i fôr til oppdrettsfisk. Forsøk med hydrolysater basert på hvitfisk eller pelagisk fisk i fiskefôr er i gang, men potensialet er ennå ikke avklart. Det antas at slike hydrolysater vil kunne ha god påvirkning på pelletstabilitet. Hvitfiskensilasje anvendes i dag en del i fiskefôr, men kan ikke anvendes som hovedproteinkilde av ernæringssmessige årsaker. Potensialet for enzymbaserte hydrolysater i fiskefôr er volummessig stort, og antas minst å prises på nivå med LT fiskemel (på proteinbasis).

Generelt kan en si om segmentet fôringredienser at det er et commoditymarked der en konkurrerer med proteinråvarer som fiskemel, ensilasje og en rekke vegetabilsk proteinråvarer. Utbudet er stort, og priskonkurransen hard, med relativt lave prisnivå.



Figur 10. Skjematisk framstilling over aktuelle markeder for enzymprosesserte fiskehydrolysater, og som samtidig indikerer relative volum og dokumentasjon-/kompetansekrav.

Agro/fermentering

Et mulig marked for produkter fra enzymprosessering av marint råstoff er som tilsetninger (nitrogen- og mineralkilde) i definerte plantenæringsstilsudd – både flytende og faste – for landbruket. Et annet område som kan bli interessant er fiskehydrolysater som ”mat” for mikroorganismer i fermenteringsindustrien. Disse områdene har noe høyere prispotensialer enn fôringrediensmarkedet, og er interessante volummessig.

Fôrtilsetninger

Med dette menes tilsetninger i fôr som har dokumenterte funksjonelle effekter – ikke bare som proteinkilde for vekst. Utvikling av bioaktive stoffer fra fisk, som for eksempel peptider med spesielle egenskaper anvendt i veterinær medisin, er et spennende og framtidrettet område. Eksempler på slike anvendelser er beskrevet av Gildberg et al. (1996) og Cancre et al. (1999). Det ligger utenfor omfanget av denne rapporten å gjennomgå potensialer og muligheter her, men området er uhyre kompetansekrevende og stiller store krav til tålmodig kapital. Vi snakker her om lave innblandingsnivåer, men gode prismuligheter for effektive forbindelser.

En aktuell anvendelse som kanskje kan defineres innenfor området fôrtilsetninger, og som sannsynligvis ikke vil kreve så omfattende dokumentasjon som definerte forbindelser med definerte funksjonelle egenskaper, er utvikling av hydrolysater i tilvenningsfôr til husdyr. Overgangen fra morsmelk til fast føde medfører ofte reduksjon i veksten som et resultat av at dyrets egne enzymsystemer i mage-/tarmkanalen ikke er fullt utviklet. Et delvis pre-fordøyd protein av god biologisk verdi kan bidra til at dyret vokser bedre i denne overgangen. Egne forsøk med fiskehydrolysater prosessert ved enzymteknologi har vist svært gode resultater mht. tilvekst. Imidlertid kreves ytterligere studier for fullverdig dokumentasjon.

Ingredienser/matvarer

Våre erfaringer så langt er at det viktigste kriteriet for å lykkes innen matvaremarkedet er å få fram riktig smak. Dette varierer fra kunde til kunde, og krever en betydelig innsikt i biokjemiske problemstillinger knyttet til aminosyrer og smak, og mulighetene for å justere smak ved hjelp av enzymteknologi.

Et problem de tidlige forsøkene med enzymtekniske metoder anvendt på marine råvarer møtte, var bitter smak på hydrolysaten. Nå er disse problemene langt på vei overvunnet med bedre kunnskap omkring sammenhengen mellom aminosyrer, peptider og smak. Likedan er det utviklet industrielle enzymer og enzytblendinger som gjør det mulig å påvirke smaksegenskapene til marine hydrolysater. Eksempelvis kan en nå ved hjelp av spesielle prosesser og enzymer langt på vei styre smaken i bestemte retninger (for eksempel oppnå kyllingsmak av hvitfiskavskjær). Slike anvendelser er imidlertid arbeidskrevende og krever spesiell kompetanse, men kan gi produkter med godt prispotensiale.

Et godt innarbeidet hydrolysatprodukt er asiatisk fiskesaus. Denne er ikke framstilt ved hjelp av industrielle enzymer, men er laget med salt og fiskens egne enzymer (autolyse) som utgangspunkt under strikt definert temperatur.

Lignende produkter med utvidet nedslagsområde kan kanskje utvikles med utgangspunkt i industriell enzymprosessteknologi. Potensialet er betydelig, men utvikling av nye produkter og markeder krever kompetanse, kapital og tålmodighet.

Marine Bioproducts AS har patentert en prosess der høykvalitetshydrolysat fra fisk anvendes som marinade (med ulike tilsetninger) i fiskeindustrien. Omfattende forskning gjennomført ved Fiskeriforskning i Tromsø med støtte fra MABIT-programmet ligger bak denne oppfinnelsen (Lauritsen et al. (2002).

Med utgangspunkt i eksempelvis et spesielt prosessert laksehydrolysat tilsettes salt, og blandingen injiseres i fileten som skal røykes. På denne måten tilbakeføres protein fra avskjæret til den mest verdifulle spiselige delen av fisken. Denne måten å anvende hydrolysatet på bidrar også til bedre fargestabilitet, mikrobiologisk kvalitet og forhindrer harskning, dvs. hydrolysat/saltblandingen har antioksidativ virkning. Arbeid er i gang med å introdusere denne metoden kommersielt, men det vil ennå ta noe tid før resultater kan vises. Potensialet for de spesielle hydrolysatene vi her snakker om er betydelig, både når det gjelder volum så vel som pris, der prisen i utgangspunktet kan sammenlignes med fiskefilet.

Farmasøytiske produkter

Her defineres stoffer med dokumenterte funksjonelle egenskaper rettet mot human ernæring og –medisin. Som i før kan det eksempelvis være bioaktive peptider eller andre stoffer som kan utvinnes og renses med marine proteiner som utgangspunkt.

Utvikling av produkter i dette segmentet krever høy kompetanse og kapitaltilgang, og medfører tidkrevende og kostbare godkjennelsesprosedyrer før produktene kan introduseres i markedet.

8. REFERANSER

- Cancre, I., Ravallec, R., Van Wormhoudt, A. V., Stenberg, E., Gildberg, A. and Le Gal, Y., 1999. Secretagogues and Growth Factors in Fish and Crustacean Protein Hydrolysates. *Mar. Biotechnol.*, 1, 489-494.
- Gildberg, A., Bøgwald, J., Johansen, A. and Stenberg, E., 1996. Isolation of Acid Peptide Fractions from a Fish Protein Hydrolysate with Strong Stimulatory Effect on Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Head Kidney Leucocytes. *Comp. Biochem. Physiol.*, Vol. 114B, 1. 97-101.
- Kristinsson, H. G. and Rasco, B. A., 2000. Fish Protein Hydrolysates: Production, Biochemical, and Functional Properties. *Crit. Rev. in Food Sci. and Nutr.*, 40(1):43-81.
- Lauritsen, K., Ramsøy, D-E., Bjørkevoll, I., Carlehøg, M., Eilertsen, G. and Karstensen, I., 2002. Enzymatic hydrolysis of salmon backbone cut-off for application in fresh and smoked salmon. Lab-scale and pilot plant studies. *Fiskeriforskning*, 43 pp. Confidential internal report, Marine Bioproducts AS.
- Liaset, B., Julshamn, K. and Espe, M., 2003. Chemical composition and theoretical nutritional evaluation of the produced fractions from enzymic hydrolysis of salmon frames with ProtamexTM. *Process Biochem.* 13 pp. In press
- Liaset, B., Nortvedt, R., Lied, E. and Espe, M., 2002. Studies on the nitrogen recovery in enzymic hydrolysis of Atlantic salmon (*Salmo salar*, L) frames by ProtamexTM protease. *Process Biochem.*, 1263-1269.
- Nortvedt, R., Nesse Økland, S., Espe, M. and Lunestad, B.T., 2001. Seasonal variation in crude chemical composition and the effects of storage time and temperature on the oxidation and break down of fat and proteins in by-products from Atlantic salmon (*Salmo salar*) and Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Poster presentation, NIFES.
- RUBIN-rapport nr 4501/95. Utvikling og utprøving av modifisert sløyemaskin for lakseindustrien. Stiftelsen RUBIN, 2001.
- RUBIN-rapport nr 301/50. Fiskeensilasje i kraftfôr til husdyr. Utført av A. Skrede og N.P. Kjos, Norges Landbrukshøgskole. Stiftelsen RUBIN, 1996.
- Shahidi, F., Han, X-Q. and Synowiecki, J., 1995. Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). *Food Chem.*, 53, 285.
- Skrede, A. 1979. Utilization of fish and animal byproducts in mink nutrition. V. Content and digestibility of amino acids in cod (*Gadus morrhua*) byproducts. *Acta Agric. Scand.* 29: 353-362.