

PROJEKT -
RAPPORT:

FISK



INNEHÅLL

FRAMTIDENS HÅLLBARA FISKPRODUKTION	SID 3
MÅL OCH FÖRVÄNTADE EFFEKTER.....	SID 4
AKTIVITETER OCH EKONOMI	SID 5
PROJEKTLEDNING	SID 6
HORISONTELLA KRITERIER.....	SID 6
KUNSKAP BIDRAR TILL FÖRÄNDRING	SID 7

FÖRBEHANDLING.....	SID 9
PRODUKTION AV SINGLE CELL PROTEIN	SID 13
ÖDLING OG TESTING PÅ FISK.....	SID 18
TEKNOEKONOMISK ANALYS	SID 19
GIVANDE DISKUSSIONER UNDER PROJEKTAVSLUT I TRONDHEIM.....	SID 23

FRAMTIDENS HÅLLBARA FISKPRODUKTION

År 2050 räknar man med att jordens befolkning har växt till 9 miljarder människor. I tillegg at Norsk lakseoppdrett skal tre doble verdiskapningen til år 2030 og femdoble til år 2050.

Denne veksten, både nasjonalt og globalt, er ikke hållbar dersom fisken skal føres opp på soya, eller alternativt fiskeolje- og mjöl. Det er rett og slett ikke nok fisk i havet til å føre all oppdrettsfisken. Majs och soja används också som föda till människor och det kan debatteras ifall dessa råvaror bör användas som djurfoder. Sojaproduktionen bidrar också till skogsskövling av regnskogen i Sydamerika. Derfor trenger vi nye, hållbara proteinkällor som inngår i en sirkulær-økonomi, e.g single cell protein (SCP) producerad från vedartad socker. En viktig utmaning vil være å forstå egenskapene til förvarene og hvordan de påvirker fiskehelse. En hållbar vekst av oppdrettsnæringen forutsetter økt fokus på forebyggende fiskehelse, ny produksjonsteknologi for å løse miljøutfordringer slik at norskproduserte sjømatprodukter kan forbindes med kvalitet, bærekraft og høy etisk standard.

Prosjektet FISK har haft som mål att ta fram en økonomisk og hållbar erstatning av dagens produkter, og samtidig bidra til å utrede ulike teknologiruter langs

aksen fra skog til fôrproteiner og derved gi et nødvendig grunnlag for videre teknologivalg ved etablering av produsjon av fiskefôr. Videre har projektet viljat öka utnyttelsesgraden og verdiskapningen fra skog-biomassen som ikke utgjör konstruksjonsvirke, med å ta i bruk GROT (e.g. greiner og topper) og sideströmer fra skogindustrien (e.g. surlut). Prosjektet vil identifisere sentrale flaskehalsar som vil kreve ytterligere FoU for å sikre de fremtidige teknologivalg som må gjøres.

Resultatene från prosjektet vil bidra til kvalitetssikring av teknologi og økonomi i en värdekedja som er ny og mycket innovativ både i regional, nasjonal og internasjonal sammenheng. En vellykket prosjekt vil ha stor samfunnsnytte og gi betydelige økonomiske ringvirkninger både i den skogbaserte næringen, havbruksnæringen, samt avledede virksomheter i Nordens Gröne Belte.



MÅL OCH FÖRVÄNTADE EFFEKTER

RISE PFI og RISE Processum har i FISK prosjektet forsket på utvikling av encelleprotein (SCP) produksjon fra skogbasert biomasse, en bærekraftige føringrediens som ikke er i konkurranse med matproduksjon. Målet i prosjektet er å skape tillrøckligt underlag for ett investeringsbeslut i produksjon av SCP baserat på skogsråvara og forverkligande av en värdekedja från skog till fisk.

PROSJEKTET VIL KUNNE GI FØLGENDE EFFEKTMÅL:

- Verdiskaping gjennom lønnsom produksjon av protein til fiskefôr fra skogbasert biomasse, fortrinnsvis ved foredling av reststrømmer som GROT
- Økt forsyningsikkerhet til fiskeoppdrettsnæringen gjennom lokal produksjon av protein til fiskefôr
- Bedret bærekraft til fiskeoppdrettsnæringen ved å øke andelen av bærekraftige proteinkilder i fiskefôr

Under prokjektiden har berøkningsunderlag og forskningsresultat tagits fram og diskuterats fram og tillbaka mellan aktører i næringskedjan, og det ser ut som att på kort sikt skulle en integrerad process i en befintlig process vara mest kostnadseffektiv. Då skulle det innebära mindre logistik, anvandning av befintliga resurser så som personal, ånga og rening av processvatten.

Ser man på effektorna på lång sikt så finns det möjlighet att kunna bygga upp en process där flera produkter tas fram till exempel mjölksyra og SCP för att få en lönsam affär för svårare råvaror som GROT. Dagens berøknningar kommer inte att vara desamma på grund av de rådande klimatförändringarna, med sämre skördar, utfiskning av haven, oroligheter i världen, vilket kommer att leda till högre priser på råvaror og därmed kan detta alternativ bli attraktivt på marknaden.

INSATSONRÅDE:

Innovativa miljøer

SVENSK PROJEKTÅGARE:

RISE Processum AB

NORSK PROSJEKTEIER:

RISE PFI AS

EU-STØD:

341 029 euro

STATLIGE IR-MIDLER:

125 000 euro (1MNOK)

TOTAL BUDGET:

938 441 euro

PROJEKTTID:

1 jan 2020 – 30 sept 2022

HEMSIDA:

www.ri.se/sv/projekt/FISK

FISK - Sustainable replacement of fish feed - RISE PFI AS
(rise-pfi.no)

ÖVERGRIPANDE MÅL

Utveckla grunden för produksjon av foderprotein baserat på skogsbaserade råvaror.

PROJEKTMÅL

Prosjektet vil være sentralt for utvikling av bioøkonomien i Nordens Grøne Belte skog- og havbruksnæring ved å bidra til etablering av produksjon av fiskefôr i regionen, basert på regionalt skogsråstoff. Prosjektet ska därmed medverka till att skogsindustriella företag, mindre företag eller tjänsteföretag i nära anknøtning till industrin inom programområdet, får en ny avsätning av sina produkter og att fiskodlingsnæringen får tillgång till en ny, hållbar proteinkälla.

ARBETSPAKET 1

Gjennomføre innledende forskning fokusert mot å utrede aktuelle teknologiruter og flaskehalsar, i utbyte av socker från GROT (grenar og toppar).

ARBETSPAKET 2

Att i bioreaktorer nå en cellkoncentration på 20 g/L, samt nå en produktivitet på 2//L/h i kontinuerlig odling. Utöver det ska separation, tvättning og torkning av SCP optimeras.

ARBETSPAKET 3

Den framtagna SCPn kommer att utvärderas i fiskutfodringsförsök med fokus på att undersöka vilken effekt den har på fiskhälsa og köttkvalitet jämfört med sojaprotein.

ARBETSPAKET 4

Affärsutveckling
Utrede tekno/økonomiske modell til protein produksjon.

AKTIVITETER OCH EKONOMI

För att bidra till regionens omställning mot bioekonomi och stärka en för regionen central del av näringslivet har projektet fokuseret på flera olika aktiviteter.

Kommunikation har varit en av aktiviteterna med mål att sprida resultaten i en vidare krets. Aktiviteter som avser kommunikation har varit skapande av projektsidor på ri.se och rise-pfi.no, artiklar, pressmeddelanden, presentationer samt grafiskt material. Dessvärre har seminarium, workshops och andra typer av möten varit svåra att genomföra då den globala pandemin gjort det svårt att resa och träffas fysiskt.

Ett möte och workshop som kunde genomföras var det möte som skedde under september 2022 i Trondheim då projektgruppen träffades för att diskutera projektet samt framtida samarbetsmöjligheter.

Projektet ble delt i 4 hovedaktiviteter: Forbehandling (AP1), Protein produksjon (AP2), Odling og testing på fisk (AP3) og Forretningsutvikling (AP4). Hver hovedaktivitet har et mål og delmål, beskrevet i arbeidspakke beskrivelsen i rapporten.

FISK hade fått stöd från EU på 341 029 €, statlige IR-midler på 1MNOK samt 1,8 MSEK från Region Västernorrland, 500 kNOK fra Trøndelag Fylkeskommune og 500kNOK in-kind bidrag fra induststri i Norge. Totalbudget för projektet var på 938 441 € vilket upparbetades till nästan hela summan och höll sig inom ramen för projektbudgeten. Projektet fick göra två budgetändringar mycket beroende på osäkerheten kring Covid-pandemin. Personal blev sjuka, planerade resor blev inställda och långa leveranser på material.

INDIKATIONER			
	ENLIGT BESLUT	PROJEKTSLUT	
Antal företag som får stöd	4	3	Projektet samarbetade med Domsjö Fabriker AB, Synergifabriken AS och Sveaskog AB.
Antal företag som får stöd för att introducera för marknaden nya produkter	4	0	På lång sikt ser vi att flera av våra partners kan vara med att introducera SPC inom Nordens Gröna Bälte.
Antal företag som får stöd för att introducera för företaget nya produkter	4	3	Projektet har arbetat med nytt sortiment för Domsjö Fabriker AB, Sveaskog AB och en ny produkt för Synergifabriken AS.
Antal företag som deltar i gränsöverskridande, transnationella eller interregionala forskningsprojekt	3	3	Domsjö Fabriker AB, Sveaskog AB och Synergifabriken AS.
Antal forskningsinstitut som deltar i gränsöverskridande, transnationella eller interregionala forskningsprojekt	2	2	RISE PFI AS och RISE Processum AB
Antal deltagande organisationer i gränsöverskridande forskningsprojekt	4	4	RISE PFI AS, RISE Processum AB, ekonomiska föreningen Norra Skog och Wood Works! skogs- och tränäringskluster.
Demonstrations- och testprojekt	1	1	GROT testades i 3-liters skala på grund av lite råmaterial. Målet var att testa på 50 liters skala.
Långsiktiga formaliserade samarbetsavtal mellan olika forskningsinstitut	1	1	RISE PFI AS och RISE Processum AB

PROJEKTLEDNING

Projektet har styrts av två projektledare, huvudprojektledare Yvonne Söderström Nordin från RISE Processum i Sverige och delprojektledare Mihaela Tanase-Opedal från RISE PFI i Norge.



TEXT AV
YVONNE SÖDERSTRÖM NORDIN

Projektledarnas uppgift har varit att ansvara för och leda projektet i dess helhet och stödja arbetspaketsledarna. Deras uppgift har också varit att koordinera och följa upp projektets resurser samt att föra dialog med och rapportera till projektets finansierare. Projektledarna har haft stöd av controllers, projektadministratörer, en kommunikatör samt en inköpare. Trots den globala pandemin som slog till strax efter projektets start har samarbetet mellan projektledarna fungerat bra och arbetet med aktiviteterna på labb har kunnat genomföras trots restriktioner och svårigheter att få tag på material från leverantörer. Den digitala omställningen som ägde rum under pandemin bidrog till att projektledarna kunde ha kontinuerliga möten med projektpartnererna.



”Två projektledare är bättre än en”

Styrgrupp för FISK utgörs av gruppchefen för Innovationssystem på RISE Processum, RISE PFIs VD och representanter från Synergifabriken. Styrgruppen har haft digitala möten ungefär fyra gånger om året där man diskuterat hur projektet går och tagit fram förslag på åtgärder.

HORISONTELLA KRITERIER

FISK är ett miljöinriktat projekt som syftar till att hitta nya hållbara möjligheter att ta fram fiskfoder från restströmmar från skogsindustrin.

I arbetet för en hållbar utveckling är jämställdhet och mångfald viktiga pusselbitar för att nå dit. Skogsnäringen har sedan länge varit en mansdominerad bransch. Dock har skogsnäringen börjat jobba med att försöka ändra på attityder som ska främja att kvinnor vill söka sig till branschen, FISK har stöttat denna process.

Forskningsinstitutssfären ser i jämförelse annorlunda ut, framför allt de senaste decennierna, då kvinnor och män är mer jämnt fördelade. Projektet hade för avsikt att ta emot tjejer för att visa dem hur man kan arbeta med skogliga frågor ur ett forsknings- och hållbarhetsperspektiv. Dessvärre kunde

inte detta genomföras då Corona-pandemin försvårade för att ta emot besök på arbetsplatser. Parter i projektet har däremot tagit emot studenter som fått genomföra sina examensarbeten, en man och en kvinna.

Projektledarna har även deltagit på utbildningar med fokus på jämställdhet inom skogsbranschen. Att ha projektledare med uppdaterad information om hur man arbetar med just jämställdhet är viktigt för att projektet ska arbeta effektivt med dessa typer av frågor.

I projektet har det arbetat totalt 4 olika nationaliteter. Det är viktigt att få en mångfald både vad gäller nationalitet, kön, ålder och juniora/seniora forskare. Med denna typ av mångfald har projektet kontinuerligt fått in olika tankar och idéer som gynnat projektet.

KUNSKAP BIDRAR TILL FÖRÄNDRING

Kommunikation är en viktig åtgärd för att ha möjlighet att skapa en hållbar framtid. Att öka medvetenheten hos allmänheten har varit en viktig del av projektet FISK. Olika kommunikationsinsatser har skett löpande under hela projektperioden.



TEXT AV
AMELIE KARLSSON

DIGITAL KOMMUNIKATION

Det har varit viktigt för projektet att ha digitala plattformar där det är enkelt att sprida information och där man även kan nå en målgruppsanpassad publik. För att skapa sådana plattformar skapades det tidigt i projektet en projektsida på ri.se och en sida om projektet på rise-pfi.no. Ri.se är RISE officiella hemsida där även RISE Processum har en undersida (ri.se/processum). Eftersom RISE Processum är dotterbolag till RISE ligger projekt som RISE Processum är delaktiga på ri.se. Hemsidan rise-pfi.no ägs av RISE PFI hvor det finnes informasjon om FISK prosjektet og tilgjengelig infrastruktur. På ri.se finns det information inte bara om olika projekt utan även om utrustning och expertiser. Detta har gjort det möjligt att ytterligare öka synligheten för projektet då sidorna kopplats samman med både test- och demosidor samt personalsidor.

Projektet är inte bara synligt på ri.se utan finns även med på hemsidorna: bioeconomyregion.com/protein-fran-skogen-bli-fiskfoder-genom-norsk-svenskt-samarbete/ och www.nkfv.se/nyheter/snart-kan-protein-fran-skogen-anvaendas-som-fiskfoder. Att projektet finns synligt på internet är av stort värde. Det har skett en stor förskjutning kring hur samhället samlar på sig information, och internet är den ledande aktören.

Utöver projektsidan och övriga hemsidor har projektet även syns på sociala medier. Projektägarna har delat information om projektet på en av deras LinkedIn kanal som i dagsläget har 1223 följare. En följarskara som till stor del är intresserade av bioekonomi och bioraffinaderi. >>

Pandemin försvårade för projektet att ha fysiska möten och delta på fysiska event för att prata om projektet. Eftersom det digitala mötesverktyget Teams blev en ny mötesplats skapades en ny bakgrund som projektdeltagarna kunnat använda vid tillfällen där projektet presenterades eller representerades. Under ett digitalt avdelningsmöte för avdelningen Bioraffineri och Energi på RISE den 31 mars höll Yvonne Söderström Nordin, projektledare på RISE Processum och Philip André Reme, VD på RISE PFI en presentation om projektet för sina kollegor på avdelningen. Syftet var att informera sina kollegor om projektet och skapa eventuella nya kontakter.

Under samma dag presenterade projektledaren Mihaela Tanase-Opedal projektet FISK under hybridseminariet t “Tøffe råstoffer for økt bærekraft i fôrproduksjon”. (arktisk-landbruk.no/seminar-31-03-01-04-toffe-rastoffer-for-okt-baerekraft-i-forproduksjon/). Målet til seminaret ble å øke

og dele kompetanse på bruk av blå og grønne bioressurser til fôr ingredienser og samtidig øke samarbeid mellom næringsliv og FoU.

TV-FRAMTRÄDANDE

Sveriges Television har ett program som heter Vetenskapens värld som utbildar svenska folket i olika vetenskapliga ämnen. Den 21 september 2021 hade programmet ett avsnitt som avhandlade temat Framtidens mat. Programmet reste Sverige runt för att ta del av det senaste om hållbar mat. Från Örn-sköldsvik till Skåne försöker både forskare och bönder på olika

sätt att producera mer hållbara livsmedel med lägre utsläpp. Under detta avsnitt deltog Björn Alriksson, Gruppchef på RISE Processum, och berättade om projektet och hur det kan bidra till en hållbar omställning.

ARTIKLAR OCH PRESSMEDDELANDEN

Under projektperioden har det även publicerats en artikel och ett pressmeddelande. Artikeln som publiceras 8 februari 2022 beskrev projektet och beskrev även de framsteg som gjorts i projektet. Denna artikel publicerades på ri.se/processum och delades även via sociala medier.

Den 17 juni 2020 gick det ut ett pressmeddelande beskrev syfte och mål med projektet. Detta pressmeddelande fick bra spridning och togs upp av två externa nyhetssidor.

”Syns man inte, då finns man inte”



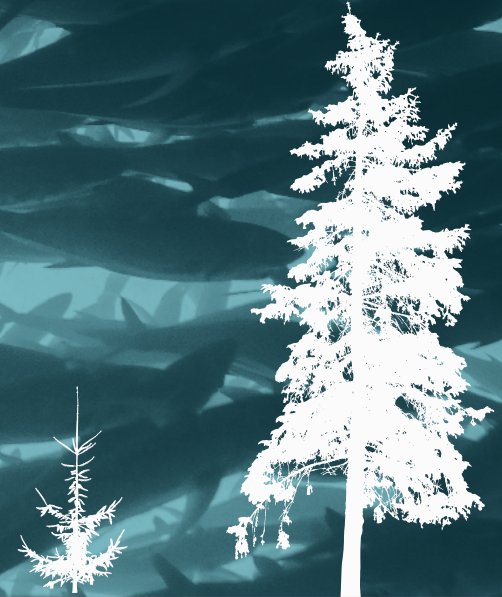
FÖRBEHANDLING

Produksjon av protein fra skogbasert biomasse krever komplekse prosesser, og det vil være vanskelig å konkurrere med soyabasert protein på pris. For å lykkes er det derfor vesentlig at markedet er villig til å betale en høyere pris for et fiskefôr med økt bærekraft, økt selvforsyning og høy kvalitet.

>>



TEXT AV
MIHAELA TANASE-OPEDAL





AP 1.1 RÅSTOFFKARAKTERISERING

I FISK prosjektet har vi jobbet med både en sidestrøm (surlut) fra en bioraffineringsprosess og GROT som råvarer for SCP-produksjon. Med surlut vil man ha den korteste veien til realisering, men GROT vil være en potensiell råvare i fremtiden. GROT er hogstavfall i form av greiner og topper som ofte blir etterlatt i skogen etter avvirkning. Per i dag brukes GROT til energiformål, og den flises opp før den omsettes som energivare. Potensialet varierer mellom regioner og treslag. På grunn råstoffstrukturen, høy fuktighet, innhøstings- og logistikksystemene er GROT mindre brukt i Norge og blir hovedsakelig eksportert til Sverige.

Råvarene GROT gran og GROT bjork som ble brukt i FISK-prosjektet ble grovkvistet, det betyr spesielt tilpasset for FISK-prosjektet. Råstoffkvalitetene ble samlet inn, mekanisk behandlet for å redusere partikkelstørrelse, tørket og til slutt karakterisert kjemisk. For at råvaren skulle kunne prosesseres videre måtte partikkelens tykkelse være under 2 mm og de måtte ha et tørrstoffnivå over 90 %. Resultatene fra den kjemiske karakteriseringen viste at GROT fra gran

bestod av 39 % cellulose, 22 % hemicellulose, 33 % lignin og 1,56% ekstraktiver. GROT fra bjork bestod av 37% cellulose, 25% hemicellulose, 27% lignin og 2,9% ekstraktiver. Den kjemiske sammensetning av GROT-fraksjonene stemte overens med litteraturen: gran har høyere ligninandel enn bjork. Sammensetning av hemicellulosefraksjonen er også forskjellige: gran består av i hovedsak av C6-sukkerkomponenter (mannose og galaktose), mens bjork består i hovedsak av C5-sukkerkomponenter (xylose og arabinose).

AP 1.2 FORBEHANDLING AV GROT

En oversikt over relevante teknologiruter ble tatt fram i begynnelse av prosjektet. Teknologien som ble valgt til å undersøkes nærmere med testing og optimalisering i FISK-prosjektet er basert på en sterksyrehydrolyseprosess. I en sterksyrebasert hydrolyseprosess behandles gjerne biomassen i to trinn: Første trinn kan være en behandling med høy syrekonsentrasjon (55 – 72 %), lav temperatur (50 – 55°C) og kontinuerlig blanding i 2,5 timer ved atmosfæriske betingelser. Andre trinn har lavere syrekonsentrasjon (ca. 4 %) ved 120°C i 2 timer (Hamelinck et al. 2005; Oriez >>



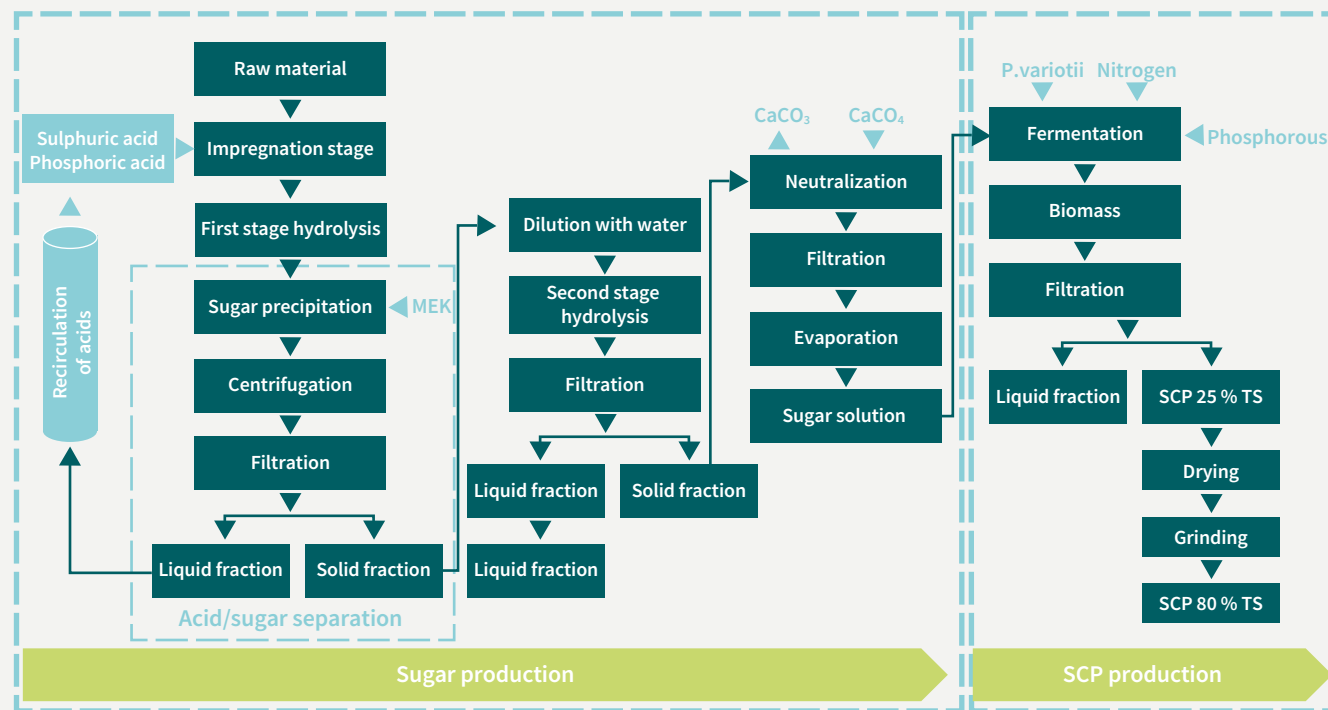
FIGUR 1. Innsamling av GROT, mekanisk behandling og fraksjonering.

et al. 2019). Frigjort sukker ender opp i en løsning, som etter pH-justering kan fermenteres. Ligninet vil foreligge som fast materiale etter hydrolysen, noe som forenkler en påfølgende separasjonsprosess. En av hovedutfordringene med en sterksyrebasert hydrolyseprosess er kjemikaliekostnader. Et effektivt kjemikaliegjenvinningsystem er helt sentralt for at en slik prosess skal kunne forsvares, både miljømessig og økonomisk. En sterksyrebasert hydrolyseprosess er en attraktiv forbehandlingsprosess for norsk skogbasert biomasse, da den kan gi høyt sukkerutbytte med minimal dannelse av kjemiske komponenter som inhiberer en påfølgende fermentering (f.eks. hydroxymetylfurfural, furfural og maursyre). Inhibitorer dannes ved prosessbetingelser ulike de som benyttes i en sterksyreprosess (f.eks. lang oppholdstid og høy temperatur). Et flytskjema for en integrert prosess for produksjon av SCP fra skogbasert biomasse er vist i figur 2.

AP 1.3 OPTIMALISERING AV FORBEHANDLINGSPROSESSEN

Optimalisering av forbehandlingsprosessen ble gjort steg for steg med hensyn på å oppnå 1) høyt karbohydratutbytte, 2) lav inhibitor dannelse, 3) en sukkerfraksjon som effektivt utnyttes av proteinrike mikroorganismer og gir et protein med ønsket sammensetning (aminosyreprofil) for bruk i fiskefôr.

Som beskrevet i AP1.2 består en sterksyrehydrolyseprosess av flere steg: 1) første hydrolysetrinn, 2) sukkerutfelling og syre-separasjon, 3) andre hydrolysetrinn og 4) nøytralisering. I det **første hydrolysetrinn** er veldig god blanding mellom syre og biomasse, partikkelstørrelse på biomassen, syrekonsentrasjon og syre:biomasse-forhold ekstremt viktig for å kunne oppnå høyt sukkerutbytte og lav dannelse av inhibitorer. Etter flere forsøk ble det funnet at optimal syrekonsentrasjon er 70 % ved bruk av svovelsyre:fosforsyre med blandingsforhold 2:1. **Sukkerutfelling og syre-separasjon** er et viktig steg for å oppnå lønnsomhet i hele prosessen. **Forskjellige** organiske løsemiddel ble testet i prosjektet og vi fant ut at metyletylketon (MEK) ga de beste resultatene i sukkerutfelling og syre-separa-



FIGUR 2. Flytskjema for SCP-produksjon

sjon. I tillegg kunne 98% av dette løsemiddelet evaporeres med rotavapor og gjenvinnes, samt at 95 % av syren kunne sendes tilbake i prosessen. I det **andre hydrolysetrinn** blir oligomer-sukker brutt ned til monomersukker, noe som er svært viktig for det påfølgende fermenterings-steget der man produserer SCP. I **nøytralisering-steget** ble modellsukkerløsninger av gran-GROT og bjørk-GROT fremstilt ved RISE PFI for å undersøke effekten av nøytraliseringskjemikalier i fermenteringsprosessen. RISE Processum undersøkte videre fermentering av disse nøytraliserte sukkerløsningene. Ved bruk av kalsiumkarbonat og kalsiumhydroksid utfelles gips som må filtreres av før videre fermentering av sukkerløsningene. Dette fører til at en liten del av sukkeret mistes med gipsen. Ved bruk av natriumhydroksid, kaliumhydroksid eller ammoniak blir de dannede saltene løst

i vannet som tas videre til fermentering. Vår hypotese var at hvis man har løselig salt (særlig amonia) ble behovet for ekstra nitrogen-tilsats under fermentering blir lavere. Ved tilsats av Na, K og amonia ble sukkerløsninga litt mer fortynnet med 20 – 30 g. Det lavere biomasseutbyttet for løsninger med Na, K og amonia kan forklares på grunn av mer fortynnet sukkerløsning og konduktivitet. Resultatene viser at ved høye ledningsevner så reduseres celleveksthastigheten.

Optimalisering av sterksyrehydrolyseprosessen brukt i FISK prosjektet ble gjort slik at man får en sukkerkonsentrasjon i filtratet på 20-25 g/L som gir en biomasse konsentrasjon på 15 g/l for GROT bjørk og 18 g/l for GROT gran. >>



Impregnering

Første hydrolysetrinn

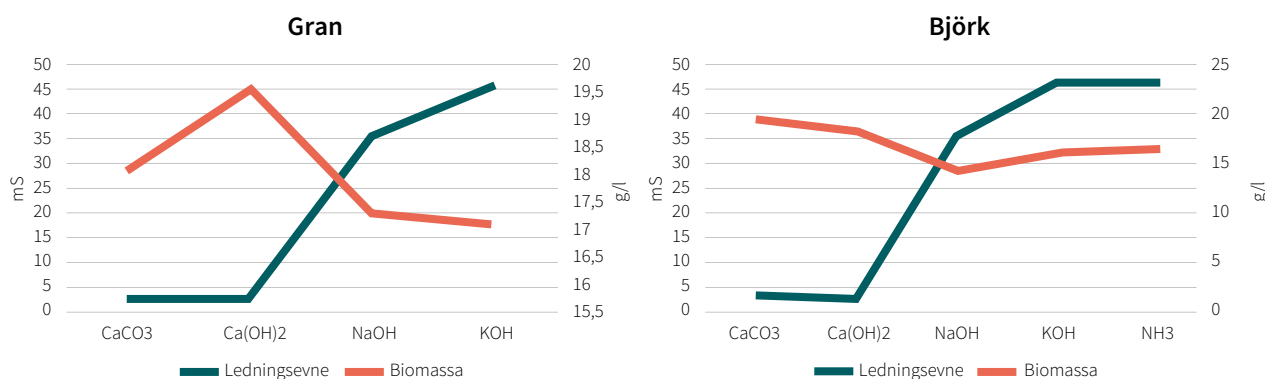
Rotavapor

Sukkerløsning gran

Sukkerløsning bjørk

OPPSUMMERING

Det er et stort potensial for GROT-uttak i Norge, og dermed et potensial for økt verdiskaping fra en biomasseresurs som har få anvendelser ut over energiproduksjon. For å kunne utvikle en kostnadseffektiv prosess for produksjon av SCP fra skogbasert biomasse må 1) ha et råstoff som kommer fra rimelige kilder til at en slik SCP kan konkurrere med soya/fiskemel på pris eller 2) at den SCP fra skogbasert biomasse inneholder andre aktive biokomponenter slik at markedet er villt å betale et høyere pris.



FIGUR 3. Nøytralisering og biomasse konsentrasjon

REFERENCE

Hamelinck N.C., van Hooijdonk G., Faaij PCA., 2005: Ethanol from lignocellulosic biomass: techno-economic performance in short, middle and long term, *Biomass Bioenergy* 28:384-410; doi.org/10.1016/j.biombioe.2004.09.002

Oriez V., Peydecastaing J. and Pontalier P-Y., 2019: Lignocellulosic biomass fractionation by mineral acids and resulting extract purification process: conditions, yields and purities, *Molecules* 24:4273 (2019); doi:10.3390/molecules24234273

PRODUKTION AV SINGLE CELL PROTEIN

Om man vill lyckas att producera single cell protein (SCP) till ett fördelaktigt pris är det mycket som måste vara perfekt, bland annat;

- 1 Billig och tillgänglig råvara
- 2 Effektiv och billig förbehandlingsprocess
- 3 God och snabb tillväxt av SCP-organismen
- 4 Energieffektiv skördning och torkning av produkten

>>



TEXT AV
ANDREAS HÖRNBERG



Inom ramen för projektet har vi försökt ta oss an flera av dessa parametrar, och vi har dessutom utfört en beräkningsstudie för att ta fram kostnadsförslag på 1 ton produkt från skoglig råvara. I arbetspaket (AP) 1 har vi studerat råvara (punkt 1 ovan) och förbehandling (punkt 2) och i arbetspaket 2 har vi tagit fram och försökt optimera en SCP-organism (punkt 3) och vi har även undersökt skörd- och torkningsprocessen (punkt 4).

Den utrustning som finns att tillgå, bland annat de som är införskaffade inom ramen för projektet, har fungerat väl för ändamålet. I projektet har experimenten utförts från liten labbskala i skakflaskor till bioreaktorer på 3, 50 och 600 liter. Uppskalningen har fungerat bra, men inte helt perfekt, eftersom det är extremt viktigt med omrörning och luftning för tillväxten av den filamentösa svampen och just detta blir svårare när man kommer upp i pilotskala. En mycket god tillväxt av SCP-organismen ger en lösning med hög viskositet och detta innebär svårigheter vid framför allt omrörning och skördning. Skörd av produkten sker med fördel genom filtrering, i denna skala (50–600 liter) fungerar det mycket bra med en filterpress. Det finns flera typer av utrustning för torkning i pilot/demoskala upp till en fullskalig anläggning bland annat; bandtork, spraytork och tornadotork. I den skalan vi arbetat och med de medel vi har haft att tillgå har vi använt torkskåp med kapacitet för ett par kilo torrt material per timme.

AP 2.1 OPTIMERING AV SCP-PRODUKTIVITET

För att undersöka och optimera produktiviteten hos en mikroorganism behöver man använda en bioreaktor som kan köras kontinuerligt, där man tillsätter nytt odlingsmedium med samma flöde som man skördar fermenterat medium. Det kan ta ett par dagar innan man når jämviktstillstånd och sedan kan man skörda kontinuerligt till det är slut på odlingsmediet. Utrustningen som inhandlades för att optimera produktiviteten (4 bioreaktorer på 3 liter vardera, Fig. 1) fungerade tyvärr inte för ändamålet. Vid kontinuerlig odling av SCP-svampen i dessa reaktorer skulle man behöva tillsätta ca 300 ml nytt

medium per timme (utspädningsratio = 0,1) samtidigt som man skördar samma volym fermenteringsmedium innehållande svamp. Problem uppstod vid skörd av SCP-organismen där svampen fastnade i bioreaktorn och/eller i slangarna vilket medförde att endast odlingsmedium med minimal mängd SCP pumpades ut. Under projektets gång lyckades inte leverantören av utrustningen komma på en fungerande lösning på detta problem och i stället utnyttjades en 50 liters reaktor för kontinuerliga odlingen. Eftersom det krävdes stora volymer substrat (ca 100 liter per dag) och eftersom det bara fanns en 50-L bioreaktor kunde endast ett fåtal kontinuerliga experiment utföras. Tanken med det nya mindre systemet var att man skulle kunna utföra 4 försök samtidigt med olika förhållanden för att på ett enklare sätt optimera produktiviteten.

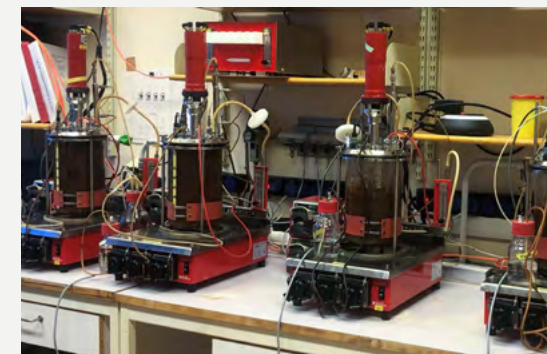
Under projektet utfördes två lyckade kontinuerliga odlingsförsök i större skala (50-L reaktor, Fig. 2). Vid dessa försök användes 30 respektive 40 liter odlingsmedium i bioreaktorn och det tillfördes och skördades 3 respektive 4 liter medium per timme kontinuerligt (samma utspädningsratio som användes i mindre skala). Dessa kontinuerliga odlingar pågick i 4 respektive 6 dygn. Materialet som skördades analyserades på biomassahalt, proteinhalt och socker- och syrakoncentration. Försöken gick, rent tekniskt, bra, men resultaten var inte enligt önskemål. Halten biomassa låg endast mellan 8 och 15 gram per liter och det skulle motsvara en produktivitet på 0,8–1,5 g/L/h, målet för projektet var att överstiga 2 g/L/h. Proteinkoncentrationen var lägre än önskat (ca 40% jämfört med önskat värdet över 60%). Den låga biomassan beror troligen på att mikroorganismen växte sämre än förmodat. En indikation på detta faktum är att det fanns ganska mycket fermenterbart socker kvar i lösningen vid skörd och den mest troliga orsaken till detta är begränsad tillväxt på grund av att cellerna inte fick tillräckligt med syre. Den begränsade faktorn berodde på dålig luftning och/eller inte tillräcklig omrörning. Trots detta kom försöken ändå ganska nära målet för produktiviteten som låg på 2 g/L/h. >>



FIGUR 1. Ett bioreaktorsystem i stål med fyra reaktorer på 3 liter som användes för att odla celler. Tanken med dessa var att vi skulle odla kontinuerligt, men leverantören lyckades inte få det att fungera med vår SCP-organism.



FIGUR 2. En 50-liters bioreaktor som fungerar mycket bra för odling av SCP.



FIGUR 3. Ett bioreaktorsystem i glas med fyra reaktorer på 3 liter som användes för att odla celler.



I alla dessa försök användes ett av Processum mycket känt modellsubstrat, surlut från Domsjö Fabriker AB, och inte material från projektet eftersom det krävdes så stora volymer.

AP 2.2 ÖKAD CELLKONCENTRATION VIA MODIFIERING AV SCP SVAMPENS MORFOLOGI

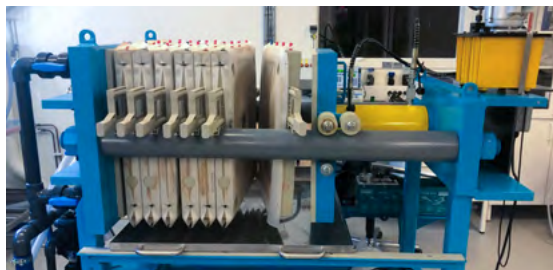
För att adressera optimering av snabb och effektiv tillväxt av SCP-organismen koncentrerade vi oss på att öka biomassan av cellerna (g SCP/liter odlingsmedium). Under hela projektperioden har svampen modifierats antingen genom adaptering eller genom slumpvis mutagenes med UV-ljus. Utseendet hos mikroorganismen som eftersträvs är tillväxt av små och kompakta kolonier på agarplattor. De kolonierna som sett bäst ut har man sedan gått vidare med till odling i skakflaskor. Teorin bakom selektionen är att långa filament hos svampen ger en högre viskositet som resulterar i sämre omrörning och därmed syreupptagningsförmåga hos cellerna. Eftersom det är mycket viktigt med bra syresättning i odlingmediet hindrar de långa filamenten hög celltäthet och ger i slutändan en låg biomassa. Om man då i stället får korta filament kan dessa ge en högre biomassahalt.

Vid adapteringsförsöken har svampen odlats i bioreaktorer (Fig. 3) under en längre tid (2–3 veckor) och bara tagit ut odlat material och tillsatt nytt odlingsmedium några gånger. Efter odlingsperioden ströks cellerna ut på agarplattor och storleken på kolonierna kontrollerades. De bästa kolonierna användes därefter till att starta ett nytt adapteringsförsök i bioreaktor. Detta förfarande upprepades ytterligare en gång innan den slutgiltiga stammen analyserades för biomassahalt. Biomassan hos den slutgiltiga stammen ökades från ca 7–8 g/L med ursprungssvampen (vildtyp) till ca 25 g/L. Mutationsförsöken med UV-ljus som utfördes under hela projektet resulterade även de i förhöjda halter av biomassa, men ingen av de producerade stammarna i dessa försök översteg 20 g/L SCP.

Inom denna del av projektet har det även undersökts andra parametrar som kan förbättra ekonomin vid en möjlig produktion av SCP i stor skala. De parametrarna som har undersökts och förbättrats är; odling vid lägre pH, odling vid hög koncentration av substratet (surlut) och optimering av näringslösningen vid odling.

Att odla vid lågt pH är intressant eftersom substratet som kommer från fabriken har ett lågt pH (under pH 3) och odling vid sura förhållanden minskar behovet av tillsats av en bas. Odling vid lågt pH skulle resultera i bättre ekonomi för SCP som produkt genom att minska kostnaden för kemikalier. Innan projektstart var pH-optima för svampen kring 6 och i slutet av projektet har den odlats i ett odlingsmedium med pH 4,5. Under projekttiden har det även undersökts om det går att odla vid ännu lägre pH, ända ned till pH 3, men under dessa förhållanden har svampen vuxit både långsammare och resulterat i sämre celltillväxt vilket innebär att odling vid pH 4,5 är bäst vid projektslut.

Det har även pågått försök att odla vid en hög substratkoncentration, vid projektets start användes en surlutskoncentration på 50% som succesivt har försökt ökas upp till ca 75–80%. Det har varit blandad framgång med detta, i vissa försök har det fungerat mycket bra med högre substratkoncentration medan i nästa har det fungerat sämre. Det behövs mer forskning på detta eftersom det är mycket viktigt att kunna odla på så koncentrerad lösning som möjligt för att det ska kunna bli ekonomiskt lönsamt. >>



FIGUR 4. Filterpress i pilotstorlek.



FIGUR 5. Rivare som användes till att finfördela SCP innan torkning.



FIGUR 6. EUgnar för torkning av SCP.

Inom projektet har det även utförts odlingsförsök att optimera tillsatsen av näringslösning. Framförallt är det koncentrationen av kväve och fosfor som är viktiga vid odling av mikroorganismer. Målet här är att använda minimala mängder av dessa kemikalier samtidigt som man får en bra tillväxt av celler med bibehållen hög proteinhalt. Det är mycket viktigt i en framtida fabrik att kunna minimera kemikalietillsatser, både för miljön och ekonomin. Det krävs fler experiment för att optimera dessa parametrar.

AP 2.3 SEPARATION, TVÄTTNING OCH TORKNING

För att undersöka hur man kan effektivisera skörning och torkning av SCP-produkten har det under projektiden införskaffats både en filterpress i pilotskala (Fig. 4), en rivare (Fig. 5) som finfördelar filterkakorna från pressen och ett flertal torkskåp (Fig. 6).

Det har utförts flertalet separations- och tvättförsök i pilotskala i den nya filterpressen för att försöka optimera skördning av SCP. Filterpressen har en inbyggd funktion för att pressa filterkakorna med hjälp av vatten- och lufttryck (filterkakorna skyddas av ett vattentätt membran för att bibehålla torrhalten). Med denna filterpress har det visats att man både erhåller torrare filterkakor och att det dessutom uppnås en något högre proteinhalt efter torkning jämfört med den filterpress som fanns tillgänglig. Den äldre filterpressen saknade möjligheten att ytterligare pressa filterkakorna med vatten- och lufttryck, så det visade sig vara ett bra inköp.

Efter skörd med filterpressen erhålls filterkakor som är ca 30 x 30 cm stora och upp till 4–5 cm tjocka. Torrhalten av SCP efter pressningen ligger mellan 25 och 40% och för att kunna torka materialet ytterligare på ett effektivt sätt har en rivare (shredder) använts. Rivaren finfördelar filterkakorna och gör att materialet kan fördelas ut på brickor som sedan kan torkas

i torkskåp. De torkskåp som inhandlats under projektiden har flera bra funktioner, som ett effektivt fläktsystem inne i torkskåpet, möjlighet till utsug av fukt, torktemperaturer upp till 150 °C och tidsinställning. Både rivaren och torkutrustningen som användes i projektet fungerar mycket bra.

Det har utvärderats olika tekniker för storskalig torkning i samarbete med leverantörer inom ramen för projektet. En av teknikerna som testades visades fungera mycket bra. Detta har resulterat i att det troligen kommer att investeras i en stor anläggning i den nya pilothallen som ett resultat av arbetet i FISK-projektet.

Processum har dessutom under perioden satt upp en metod för att mäta smältbarhet efter värmebehandling av torkad SCP i labbet (in vitro). Smältbarhet är en viktig parameter inom fiskindustrin eftersom detta är ett sätt att mäta hur lätt det är för fiskarna att ta upp materialet. Smältbarhetsstudien visade att av de tre temperaturer vid torkning (60 °C, 75 °C och 90 °C) var det den lägsta temperaturen som gav bäst resultat, d.v.s. högst smältbarhet.

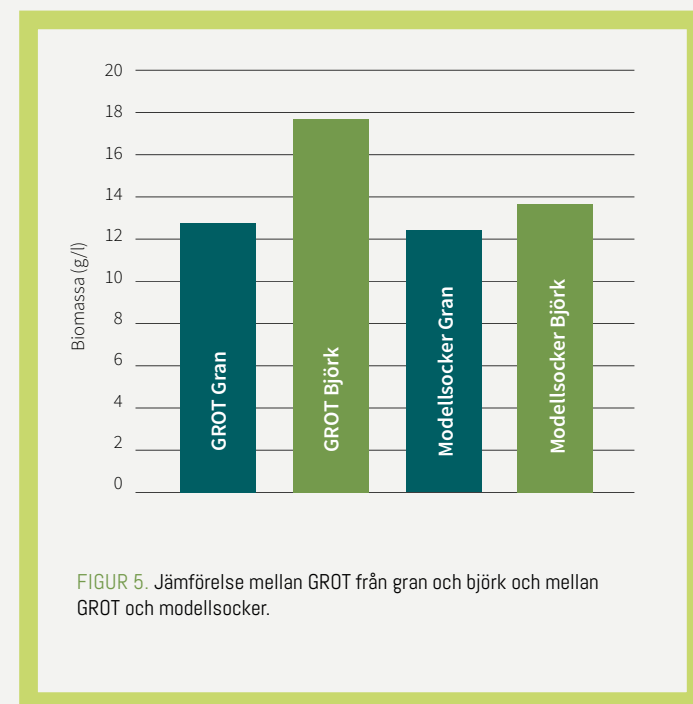
AP 2.4 DEMONSTRERA SCP I PILOTSKALA PÅ GROT

I projektet har vi undersökt å använda surlut för optimeringsstudier för cellkoncentration och produktivitet och utvärdera användning av GROT (greiner og topper) fra bjørk og gran som substrat för produktion av SCP. I den arbetspakke nummer 1 har PFI tatt ut representativ GROT bjørk og gran kvalitet og valgt den mest lovende förbehandlingsmetod för att ta fram fermenterbart socker från detta material med minimum dannelselse av inhibitorer. De har under projektets gång levererat förbehandlat material för att Processum ska kunna undersöka om mikroorganismen kan konsumera och växa på detta material. I de tidiga försöken i skakflaskor var sockerkoncentrationen låg och svampen kunde inte växa till någon hög biomassa. Materialet som levererades visade sig >>



dock inte vara giftigt för svampen. PFI kunde därmed fortsätta ta fram mer material med deras metod, men med ett koncentreringssteg (och/eller minskning av tillsatt vatten) för att öka koncentrationen av det fermenterbara sockret. Efter optimering utfördes ett odlingsförsök i skakflaskor som resulterade i godkänd biomassa både för GROT från björk (14,9 g/L) och gran (18,0 g/L). En biomassakoncentration över 10 g/L är godkänt. Efter Processum uppnått ett godkänt resultat i skakflaskor, utfördes ett uppskalningsförsök. I det försöket användes bioreaktorer på 3 liter med 2 liter odlingsmedium baserat på material från PFI. SCP-organismen odlades på förbehandlad GROT från både björk och gran och som referenser användes lösningar med modellsocker för björk respektive gran. Förbehandlad GROT (både björk och gran) gav minst lika mycket biomassa som när svampen tilläts växa på motsvarande modellsocker (Fig. 7).

De frågor som har adresserats inom bioteknikdelen (AP 2) i projektet är tillväxt och produktivitet av SCP-organismen, men även effektivisering av skörd och torkning av slutprodukten. Under projektiden har tillväxten hos svampen mer än tredubblats och produktiviteten har ökat något. Det som återstår att undersöka är hur bra svampen skulle kunna fungera under optimala förhållanden, som till exempel bra luftning och omrörning. För att få bra ekonomi i produktionen behöver mikroorganismen kunna växa vid en högre koncentration av substrat som i så fall skulle kunna ge mer biomassa. Även proteinkoncentrationen behöver ökas i cellerna för att produkten ska bli lönsam. Skörd och torkning har fungerat bra i den skala som har utretts i detta projekt. I en storskalig anläggning krävs det en helt annan typ av framför allt torkningsutrustning, till exempel en bandtork som har segment med olika temperaturer.



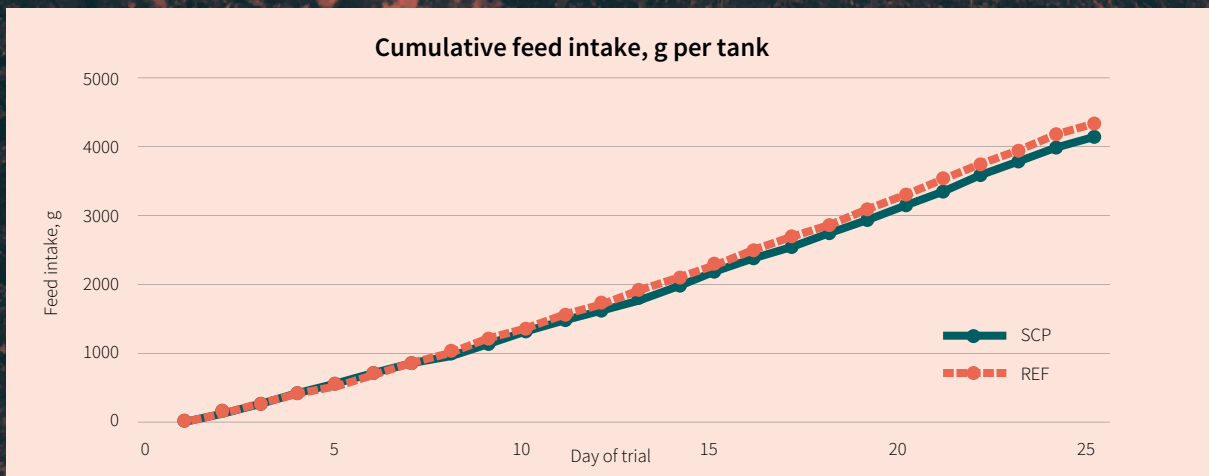
FIGUR 5. Jämförelse mellan GROT från gran och björk och mellan GROT och modellsocker.

ODLING OG TESTING PÅ FISK

SCP fordøyelighet, aminosyreprofil og vekst ble testet på Atlantisk laks. Forsøkene er utført av Synergifabrikken i samarbeid med Nofima.



TEXT AV
OYSTEIN SELEN



Forsøket var designet som et fordøyelighetsforsøk utført ved hjelp av substitusjon og kontrollforsøk med referansefôr. Et referansefôr (kontroll) ble laget fra en basis fôrblending. I testfôret ble 30 % av basis fôrblendingen erstattet med testingrediens (SCP). Dette er en standardisert metode for å måle proteinfordøyelighet i fôringredienser. Laksen spiser fôret og viser bra vekst, veksten var nesten like god som referanse-fôret, men bedre enn Skrettings veksttabell for standardfôr. Proteinandelen er foreløpig for lav, men appetitten var god. Vekst og appetitt indikerer god helse. Vi må videreutvikle produksjonsmetoden av substratet med forskning og uttesting for å oppnå høyere fordøyelighet og bedre fôr-faktor. Resultatene må sies å være lovende selv om proteinnivået var i den lavere enden av skalaen. Batchen som ble brukt i dette forsøket ga ikke redusert fôrintak selv ved høyt innblandingsnivå, noe som viser at ingrediensen har potensial for å kunne benyttes som en hovedingrediens i kommersielt laksefôr. Det vil forandre flere forsøk og et betydelig dokumentasjonsarbeid for å legge til rette for en vellykket kommersialiseringsprosess for SCP.



TEKNO- EKONOMISK ANALYS

Projektet har analyserat affärspotentialen i några affärsmodeller som inkluderar produktion av SCP. Studien påvisar att produktion i stor skala är nödvändig för att kunna möta antagna marknadspriser samt visar på vikten att fokusera på att maximera valoriseringen av värdeströmmar från ett bioraffinaderi.

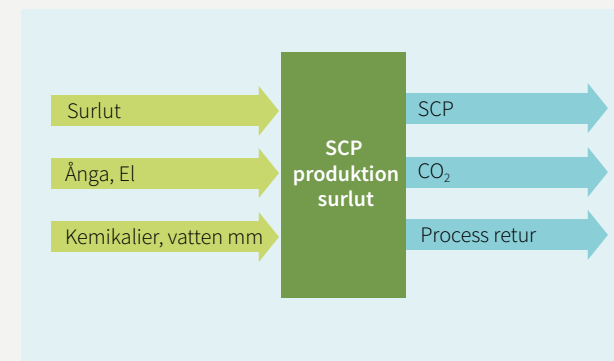


TEXT AV
JONAS MARKUSSÖN

1.2 FÖRSTUDIE, SCP DEMOANLÄGGNING FRÅN SURLUT.

1.2.1 Bakgrund

Anläggningen var beräknad att nyttja ett delflöde av surlut från ett massabruk för att i en mindre produktionsanläggning (DEMO) producera SCP. En övergripande bild av flöden in och ut från anläggningen illustreras nedan i figur 1.



I en teknisk förstudie skapades ett processkoncept och tillsammans med maskinleverantörer definierades kostnader för den sammansatta processen samt dess nödvändiga infrastruktur. Se tabell 1 för en bild av investeringsuppskattningen.

Tabell 1, Investeringsuppskattning

Investering	Total: 31,9 MEUR
Maskin	9,3 MEUR
Engineering	3,8 MEUR
Infrastruktur	11,7 MEUR
Mekanik	2,4 MEUR
Instrumentering	0,06 MEUR
DCS	0,4 MEUR
El	3 MEUR
Övrigt	1,3 MEUR



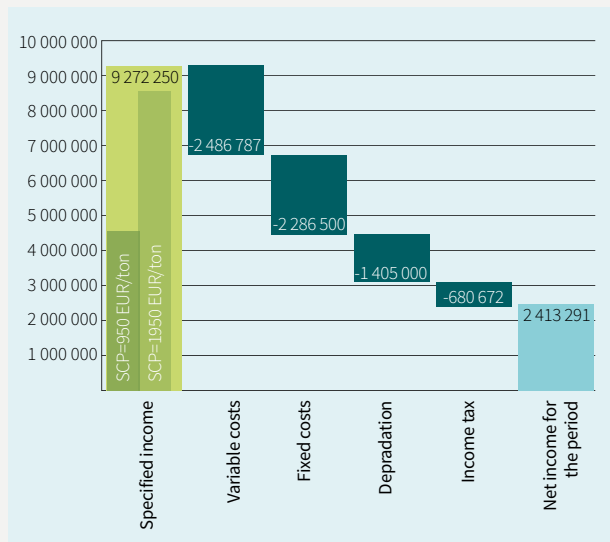
Den ekonomiska prestandan för investeringen analyserades genom att skapa en kassaflödesbaserad investeringsmodell. De antaganden som användes listas i tabell 2.

Tabell 2, antaganden för investeringsmodell

Antaganden	
Investering	31,9 MEUR
Investeringsstöd	0%
Diskonteringsränta	10%
Avskrivning	20 år
Råvara (svartlut)	2,65 EUR/ton
SCP	Beräknat pris för att nå break-even (EUR/ton)

1.2.2 Utfall

Utifrån tidigare angivna antaganden nåddes slutsatsen att ca. 1950 EUR/ton SCP krävs för att nå en break-even. Att jämföras med uppskattat marknadspris på ca. 950 EUR/ton.



FIGUR 2, Visualisering av kostnader och intäkter

Några scenarion skapades för att analysera olika effekter.

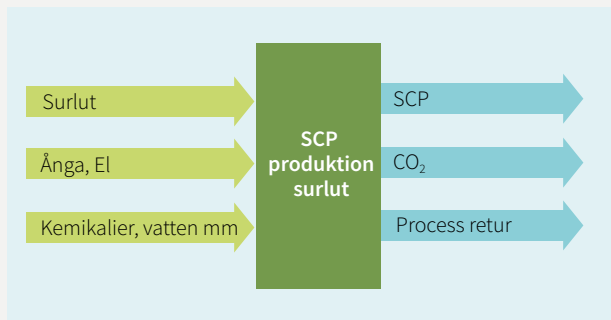
- Framtida utveckling för effektivisering av organism.
- Maximalt investeringsstöd
- Effektivisering av process.

Inget av dessa scenarion gav en effekt där en lönsamhet i demoanläggningen. Analysen påvisar att med 50% investeringsstöd så skulle anläggningen behöva ett tillskott av offentlig stödfinansiering som uppgår till minst 2,5 MEUR per år.

1.3 SCP PRODUKTION, STÖRRE SKALA FRÅN SURLUT.

1.3.1 Bakgrund

Anläggningen var beräknad att nyttja hela potentiellt tillgängliga flödet av surlut från ett massabruk för att producera SCP. En övergripande bild av flöden in och ut från anläggningen illustreras i figur 2.



FIGUR 3. In och ut flöden

Projektet genomförde ej en teknisk förstudie utan valde att omvandla underlagen från förstudien till ungefär 5,5 ggr större anläggning. Investeringen för denna större anläggning uppskattades till 73,3 MEUR.

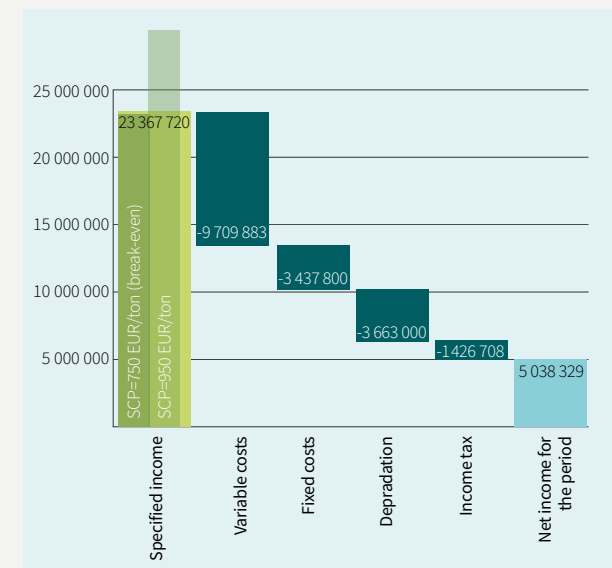
Den ekonomiska prestandan för investeringen analyserades genom att skapa en kassaflödesbaserad investeringsmodell. De antaganden som användes listas i tabell 3.

Tabell 3, antaganden för investeringsmodell

Antaganden	
Investering	73,3 MEUR
Investeringsstöd	0%
Diskonteringsränta	10%
Avskrivning	20 år
Råvara (svartlut)	2,65 EUR/ton
SCP	Beräknat pris för att nå break-even (EUR/ton)

1.3.2 Utfall

Denna analys har inte samma noggrannhet som tidigare beskrivna analys och bör ses som osäker. Utifrån tidigare angivna antaganden nåddes slutsatsen att ca. 740 EUR/ton SCP krävs för att nå en break-even. Att jämföras med uppskattat marknadspris på ca. 950 EUR/ton. Uppskattad lönsamhet då input med angivet marknadspris används är god, med en IRR nära 17%. >>



FIGUR 4, Visualisering av kostnader och intäkter

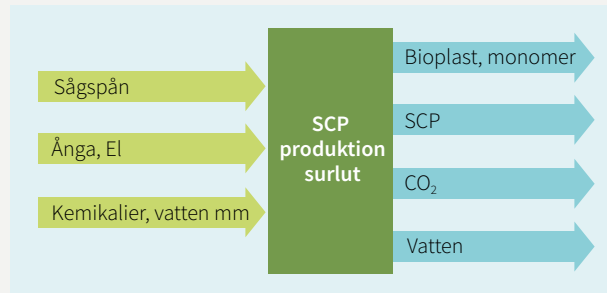
1.4 BIORAFFINADERI FÖR PRODUKTION AV BIO-BASERADE MONOMERER MED SCP SOM BIPRODUKT FRÅN MASSACHIP/SÅGSPÅN

1.4.1 Bakgrund

Vi skapade ett bioraffinaderikoncept som fraktionerar lignocellulosa till två olika sockerströmmar. Detta är en rent teoretisk exercis som ej validerats experimentellt.

1. Sockerström 1, ett renare socker nära industriell sockerkvalitet
2. Sockerström 2, ett orenare mer utspätt socker, ej nära industriell sockerkvalitet men tillräckligt bra för att kunna vara intressant för SCP produktion.

Bioraffinaderikonceptet använder bildad fastfas rest (primärt lignin) för produktion av el och ånga som används internt inom raffinaderiet.



FIGUR 5. In och ut flöden

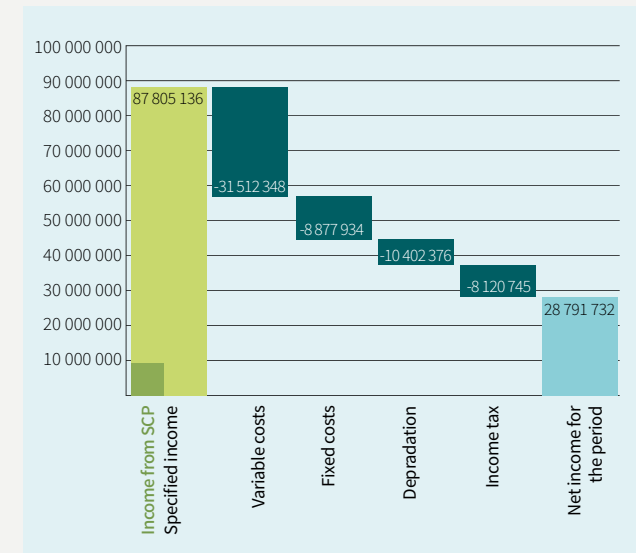
Tabell 4, Antaganden

Investering	277 MEUR
Investeringsstöd	0%
Diskonteringsränta	10%
Avskrivning	20 år
Råvara (sågspån)	100 EUR/ton
SCP	500 EUR/ton (marknadpris 950 EUR/ton)
Biomonomer	1200 EUR/ton (marknadpris 1350 EUR/ton)

1.4.2 Utfall

Detta är en rent teoretisk analys för att undersöka affärs-potential som inkluderar produktion av SCP.

Analysen visar på ett bioraffinaderi med potentiellt väldigt stark lönsamhet även med modesta prisantaganden för huvudprodukterna.



FIGUR 6, övergripande kostnads och intäktsstruktur

Detta påvisar att scale-of-economics för demoanläggningen var alltför negativ och att dessa anläggningar måste konstrueras i större skala för att vara potentiellt kommersiellt gångbara.

AP4.5 AFFÄRSUTVECKLING AV VÅRDEKEDJAN

FISK prosjektet har bidratt til å løfte interessen for alternative kilder til bærekraftig fôr og vært utløsende for at Synergifabrikken nå er i ferd med å få formalisert en komplett verdikjede for mulig produksjon av SCP for bruk i fiskefôr. En viktig utfordring/utmaning med SCP fra surlut eller annen trebio-masse er å øke proteininnholdet slik at SCP blir konkurransedyktig. Vi har derfor jobbet med å tilknytte oss flere selskaper som kan bidra med å effektivisere og forbedre både produkt og verdikjede. Produksjon av SCP kan også effektiviseres gjennom etablering av komplementære verdikjeder som kan bidra til å optimalisere ressursdeling ved en helhetlig analyse av innsatsfaktorer som råstofftilgang, arbeidskraft, energi, kompetanse og raffinering. Synergifabrikken har videre hatt en rekke møter og samtaler med både potensielle aktører i verdikjeden så vel som på myndighetssiden med henblikk på å vurdere muligheter for etablering i Norge herunder Wood-Works Surnadal samt sondert mulig logistikk/oppsamling på det sentrale østlandsområdet.

De økonomiske utfordringene/utmaningene og usikkerheten med å basere seg på SCP produksjon fra surlut som råstoff har medført at søknaden om forskningstillatelser har blitt forsinket grunnet usikkerhet mht. mulige leveranser av SCP og tidsaksen for dette. Synergifabrikken har derfor sammen med oppdrettere formalisert et samarbeid om å søke forskningstillatelser gjennom å stifte et eget selskap, Bærekraftig Laks, hvor også oppdretterne deltar på eiersiden. Dette vil måtte basere seg på en revidert råstoffstrategi (ref. konklusjon fra tekno. øk. analyse). Søknad til F. Dir. forventes sendt 3Q dette år.



TEXT AV
OYSTEIN SELEN



GIVANDE DISKUSSIONER UNDER PROJEKTAVSLUT I TRONDHEIM

Den 13 till 14 september träffades projektgruppen i Trondheim för att ha ett gemensamt projektavslut och diskutera framtida samarbetsmöjligheter. Det blev intensiva dagar som öppnade upp för spännande diskussioner och givande samtal.

Tidigt på morgonen den 12 september rullade bilarna med RISE Processums projektgrupp från Örnsköldsvik mot Trondheim, och mer specifik mot kollegorna på RISE PFI. Dagarna som väntade skulle innehålla studiebesök, projektavslut och flera nya lärdomar. Efter flera år av pandemi kändes det viktigt för alla i projektet att hinna ses fysiskt och diskutera hur projektet gått, vad som hänt och vilka lärdomar som dragits från de tre år som projektet pågått.

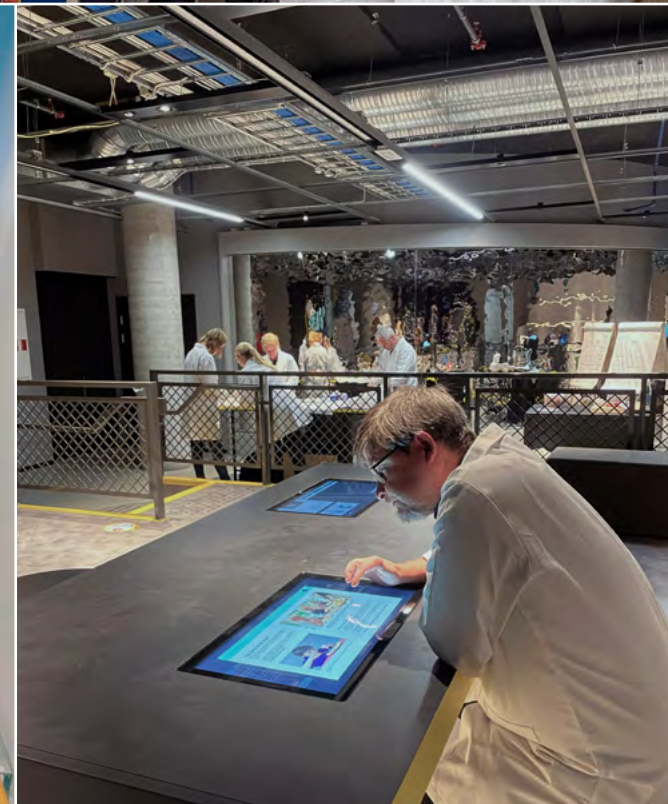
”Fysiska möten öppnar ofta upp för mer kreativa och öppna diskussioner, något som verkligen märktes av under projektavslutet.”

Med var RISE Processum, RISE PFI, Synergifabriken och WoodWorks. De olika arbetspaketen presenterades och resultaten från dem diskuterades. Det är viktigt att alla kan få en överblick över det arbete som skett i projektet och tillsammans kunna föra dialog kring resultaten.

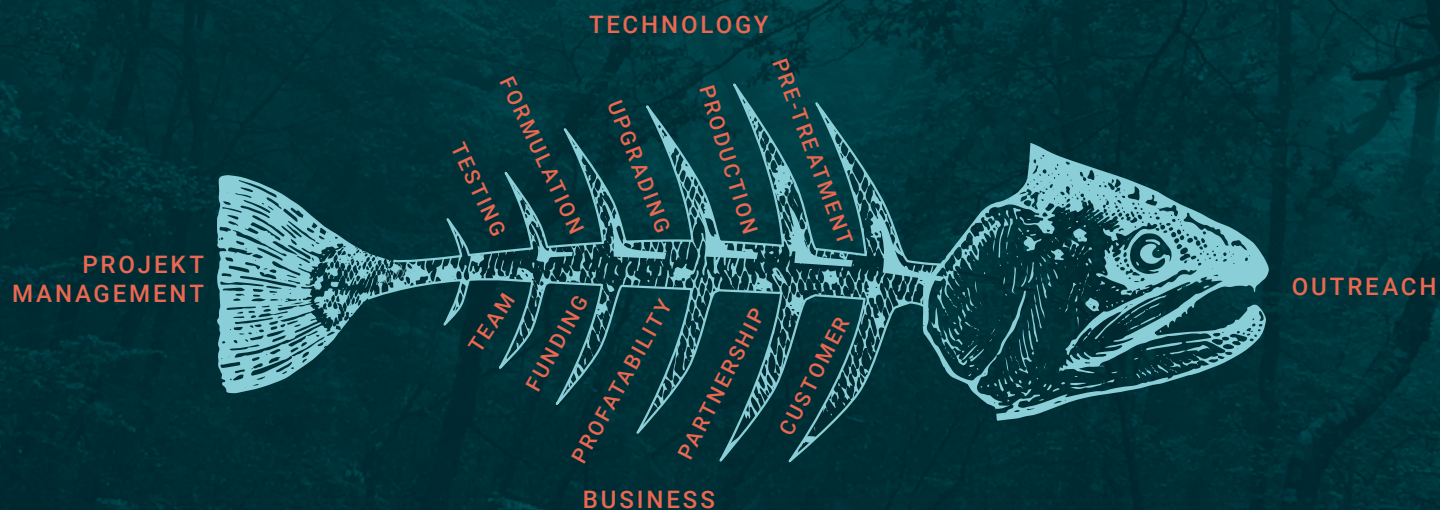
FISK har varit ett projekt som bestått både av framgång och motgång och det projektmedlemmarna kunde enas om är att det finns fler aspekter att undersöka och flera forskningsförsök att genomföra.

Besöket i Trondheim bestod av mer än möten. Projektgruppen gick på ett studiebesök på SeeSalmon och fick lära sig mer om hur laxar föds upp, hur fiskhälsan påverkas av uppfödningen och även spräcka hål på vissa myter som finns om laxar och laxuppfödning. Ett besök som gav fler perspektiv på laxuppfödning än bara vilket foder laxarna äter.

Erfarenheter, nätverk och kunskap spreds mellan chefer, forskare, företag och stödfunktioner, så som projektledare och kommunikation



FEED THE HUNGRY FISK



PFI

PART OF RISE

Adress: Høgskoleringen 6b, NO-7491 Trondheim

Tel: +47 73 60 50 65

E-post: firmapost@rise-pfi.no

Novel and sustainable products - RISE PFI AS (rise-pfi.no)

FISK - Sustainable replacement of fish feed - RISE PFI AS (rise-pfi.no)

processum

Adress: Box 70, 891 22 Örnsköldsvik

Tel: +46 10-516 67 50

E-post: info@processum.se

www.ri.se/sv/projekt/FISK

Interreg
Sverige-Norge

Europeiska regionala utvecklingsfonden



EUROPEISKA UNIONEN



Region
Västernorrland



Trøndelag
fylkeskommune



ADITYA BIRLA
Domsjö

norra
skog



SYNERGIFABRIKKEN

WOODWORKS!



SVEASKOG