

FOODS OF NORWAY



Biomasse fra hav og skog blir til fôr

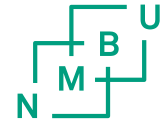
sfi = Senter for
forskingsdrevet
innovasjon

Norges forskningsråd

Margareth Øverland, NMBU



Bioøkonomien

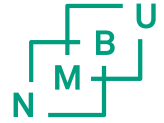


Økonomisk verdiskaping basert på fornybare biologiske ressurser



FOODS OF NORWAY

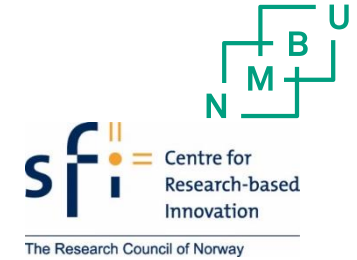
— 2015-2023 (~NOK 219 Mill).



sf **i** = Senter for
forskingsdrevet
innovasjon
Norges forskningsråd

Foods of Norway aims to feed fish and farm animals using amazing new ingredients

FOODS OF NORWAY



NORGES BONDELAG



Internasjonalt samarbeid

Aktivt samarbeid med Universiteter og forskningsinstitutt

FOODS OF NORWAY

USDA-ARS
U. Minnesota
U. Saskatchewan

U. of Chile

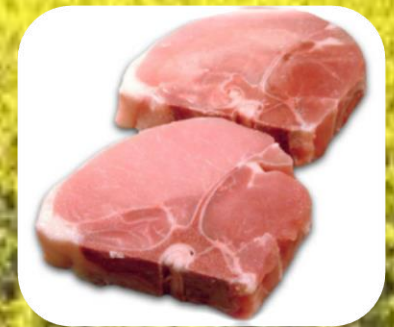
U. Wageningen
U. Copenhagen
U. Århus
Swedish Agricultural U.
Scottish Assoc. Marine Sci.

U. Western Australia

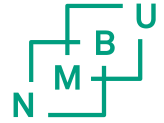
Matsikkerhet

- *Nasjonal matsikkerhet er sårbar*
- *Vi har lav selvforsyningsgrad*

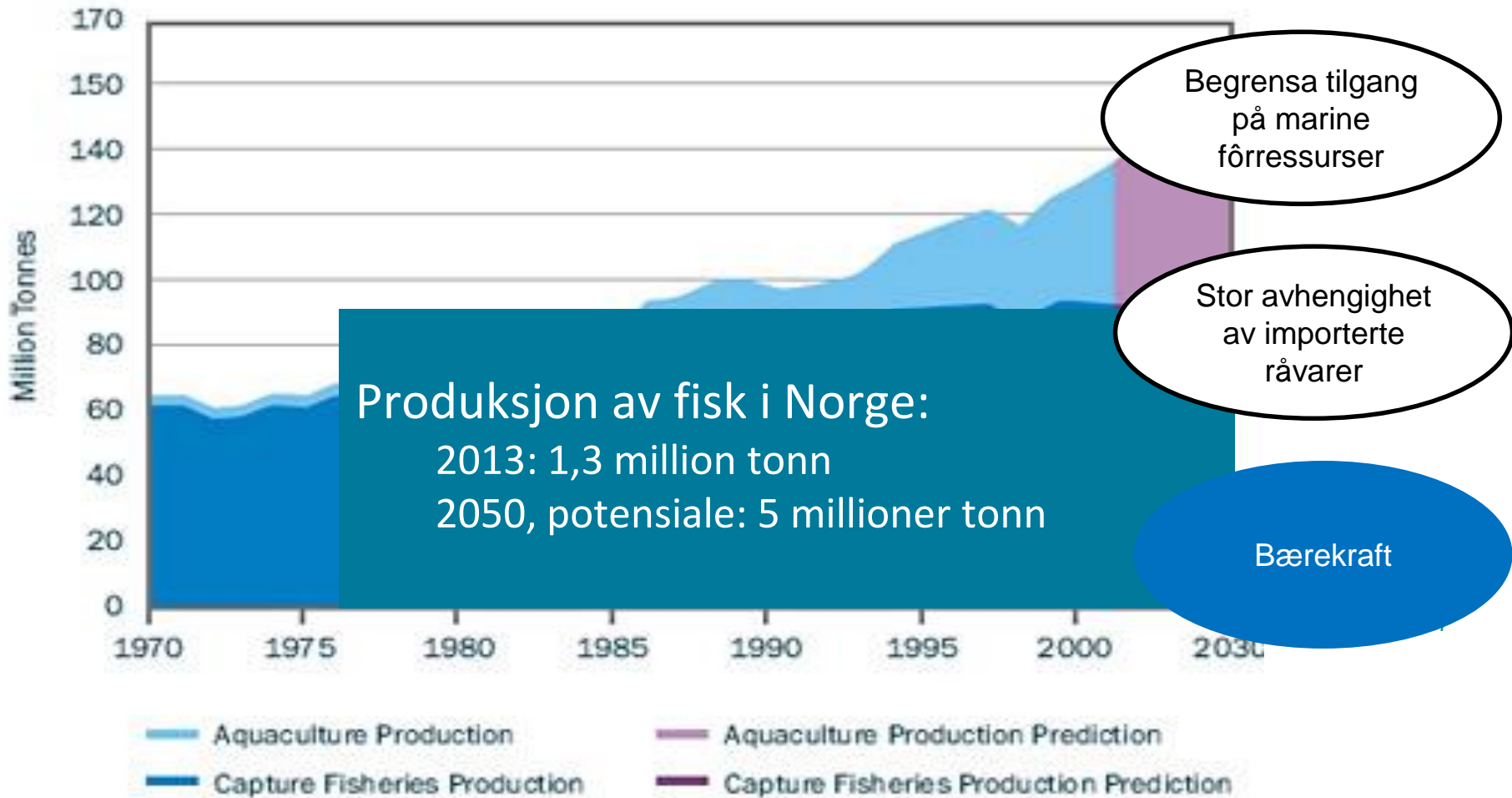
Norske husdyr bidrar med ~ 70% av norskproduserte kalorier i norsk kosthold



Akvakulturnæringa er i sterk vekst



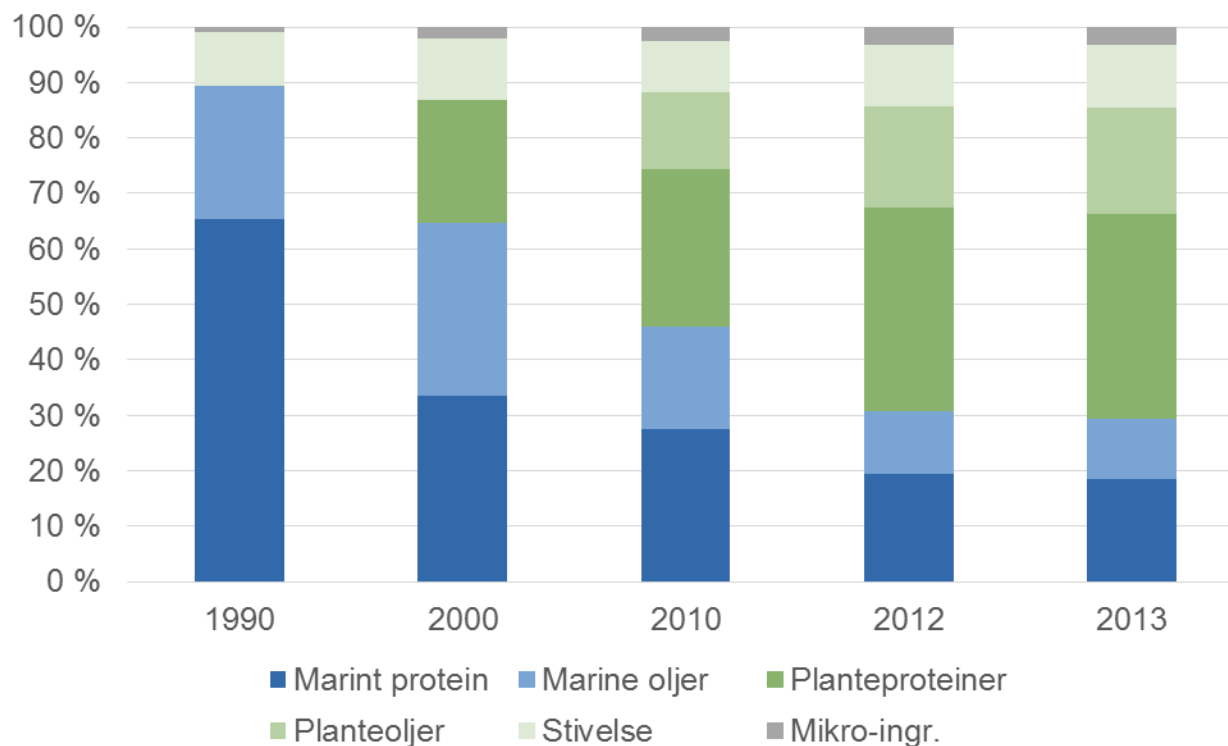
Utfordringer



Utvikling i råvaresammensetning



Sammensetningen av fiskefôr, 1993 - 2013



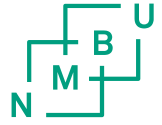
Behov for norske fôrråvarer

3% av Norges landareal er dyrkbart

Vi har tilgang på store mengder biomasse fra hav og innland

- Tang og tare
- Skog og gras

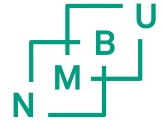
Kriterier for utvikling av nye fôrressurser



- Nok biomasse
- Gode metoder
- Kunnskap
- Lønnsomhet
- Grundig evaluering



Mikrobielle fôrråvarer – potensiale

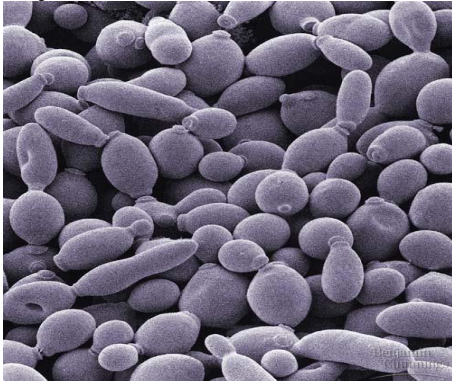


Soyabønner



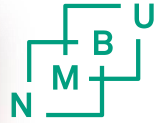
- 500 kg soyabønner produserer ca. 5-10 kg protein pr dag.

Gjær

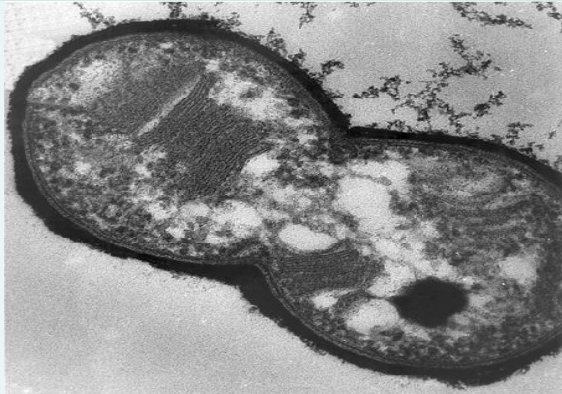


- 500 kg gjærceller produserer ca. 50 tonn med protein pr dag.
-

Hva er bakteriemel?



Methylococcus capsulatus

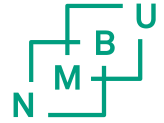


- Bakteriemel
- Høgt protein innhold

Protein	70%
Fett	10%
Karbohydrater	12%
Aske	7%

Bakteriemel – nøkkelresultater

Fra mer enn 20 års forskning ved NMBU

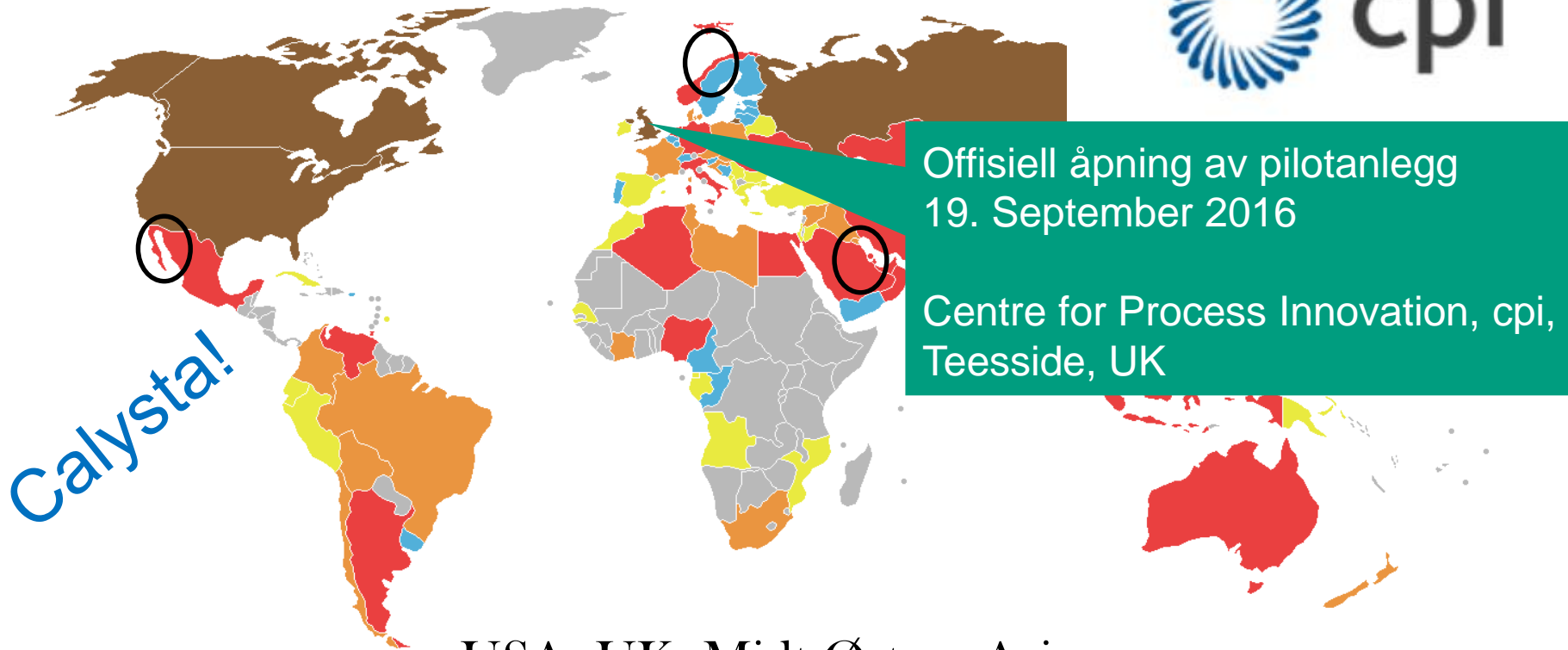
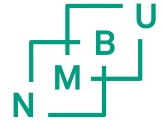


Velegnet proteinkilde
Ingen helserisiko

- **Gris**
 - God vekst og fôrutnyttelse
 - Positiv effekt på produktkvalitet
- **Slaktekylling**
 - God vekst og fôrutnyttelse
 - Positive effekt på produktkvalitet
- **Oppdrettsfisk**
 - God vekst og fôrutnyttelse hos laks og ørret
 - Positiv effekt på tarmhelse



Bakteriemel kan produseres der det finnes naturgass



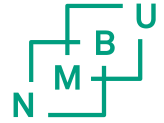
- USA; UK, Midt-Østen, Asia
 - Prisene på naturgass i dag er mye lavere
 - Bakteriemel er nå konkurransedyktig
-

Norsk skog er vår største bioressurs:

- ✓ ~ 43% av norsk landareal
- ✓ Skogen binder CO₂, lagrer grønne karboner, og erstatter svarte karboner

Store muligheter til verdiskapning

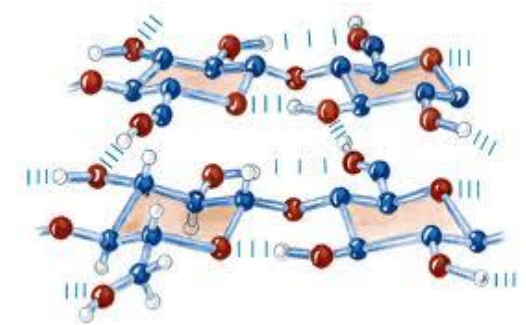
Trær som råstoff



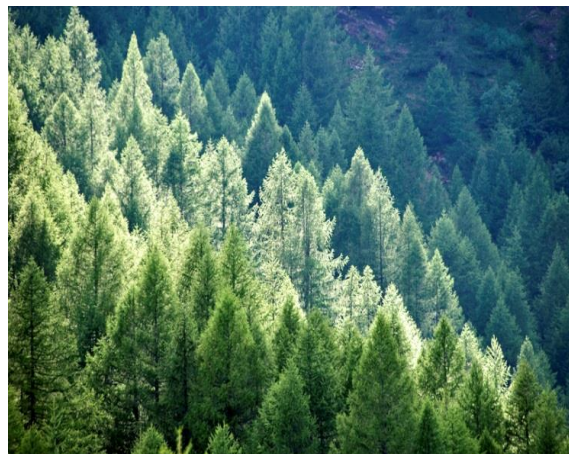
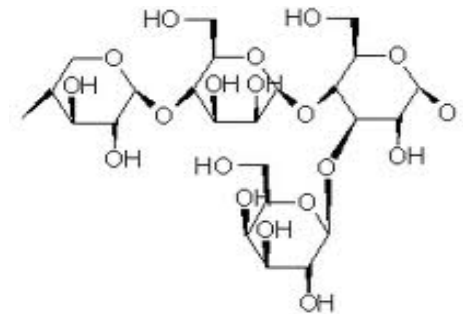
Trebiomasse består av (%)

	Cellulose	Hemicellulose	Lignin
Norsk gran	42	27	27
Furu	41	27	27
Bjørk	44	29	20

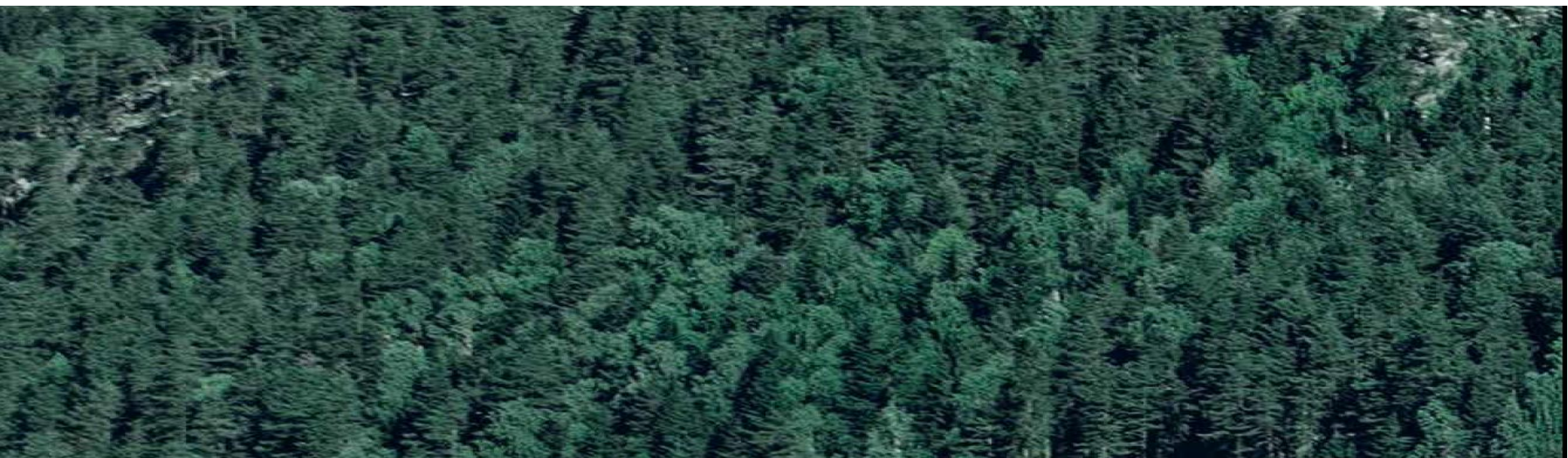
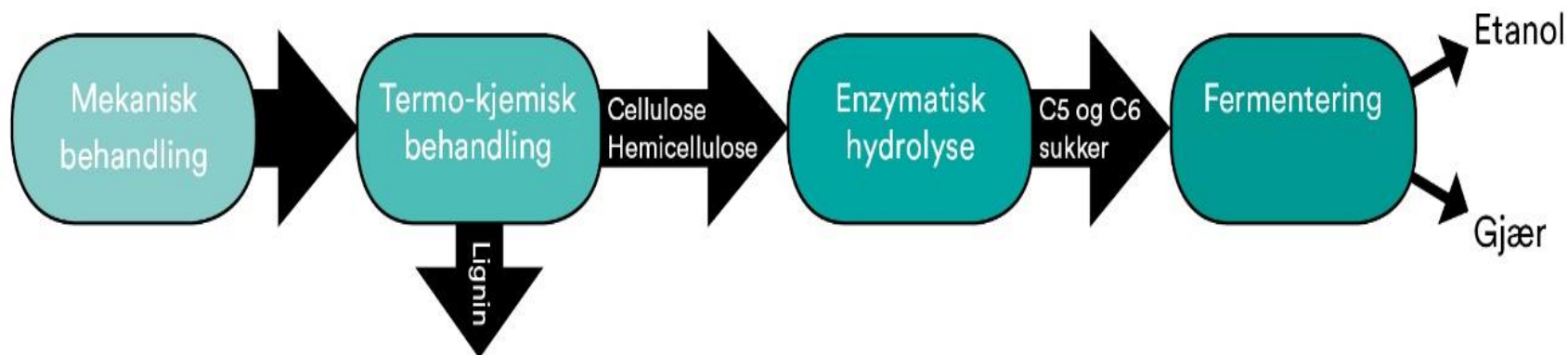
Cellulose



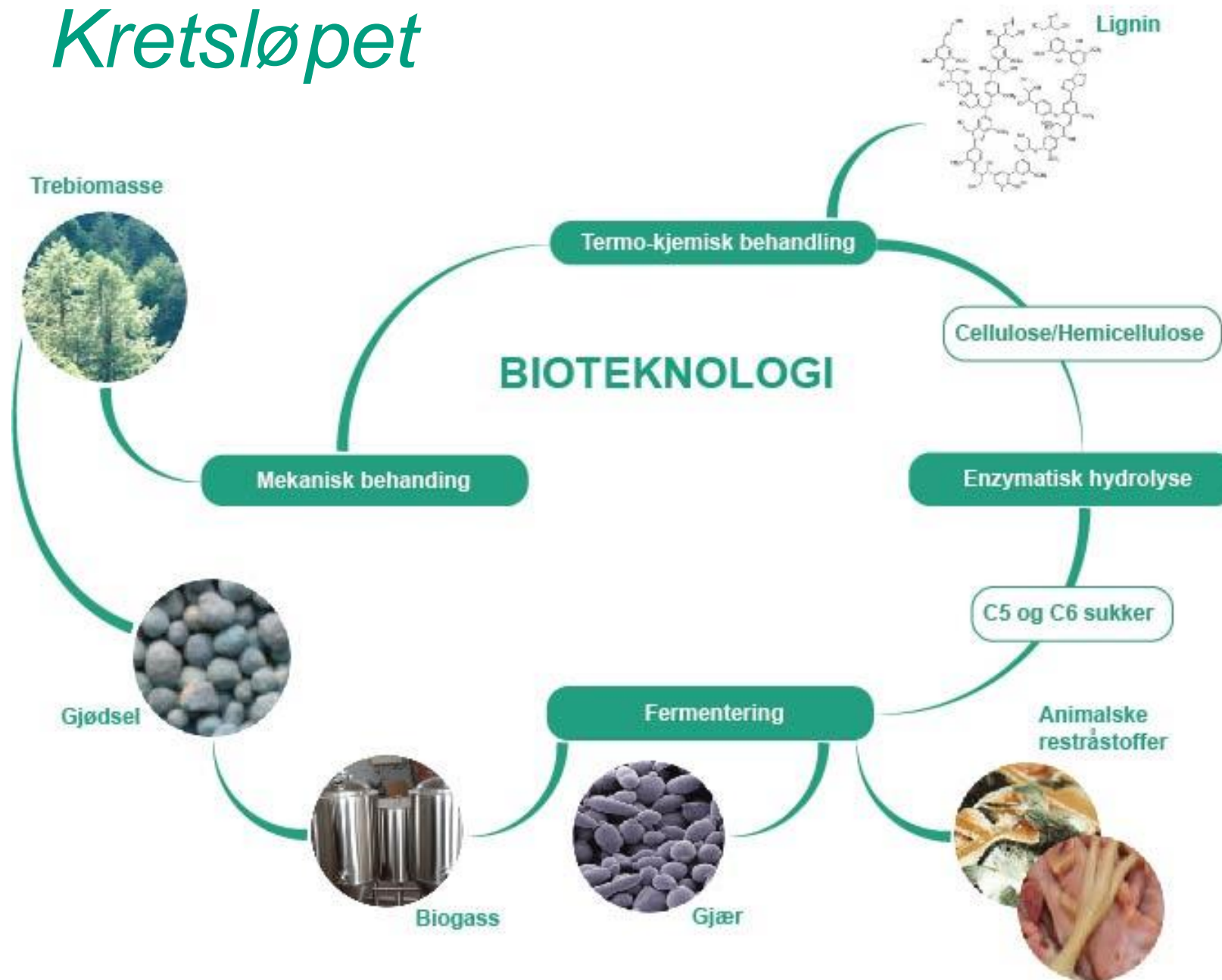
Hemicellulose



Verdikjede fra tre til filét

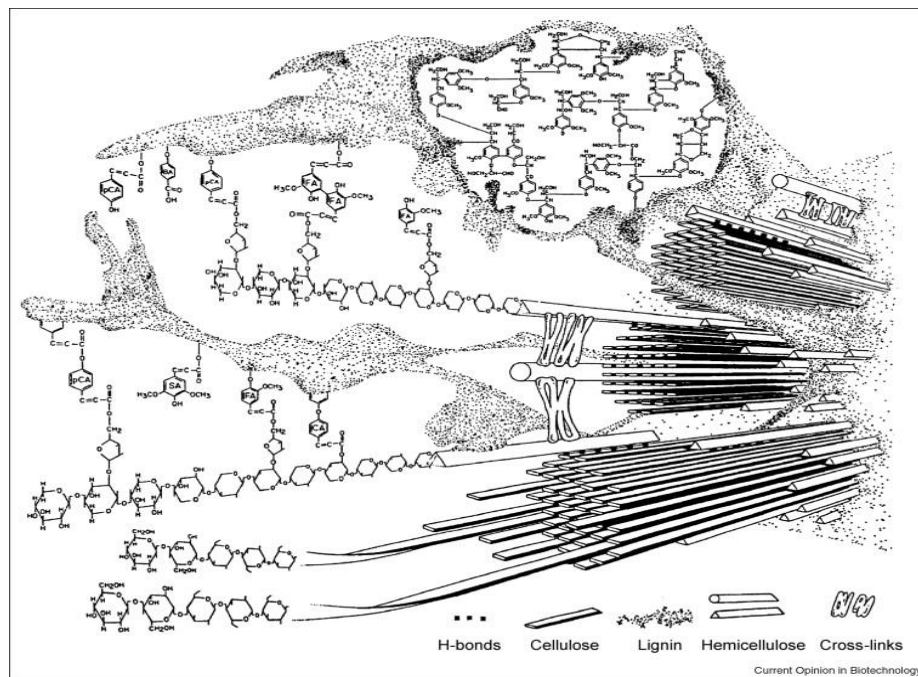


Kretsløpet



Nye enzymer gjør de grønne bioressursene tilgjengelige

Tre er et vanskelig tilgjengelig materiale





Oversiktsartikkel på trykk

Review



Received: 21 June 2016

Revised: 19 August 2016

Accepted article published: 25 August 2016

Published online in Wiley Online Library:

(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jsfa.8007

Yeast derived from lignocellulosic biomass as a sustainable feed resource for use in aquaculture

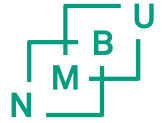
Margareth Øverland* and Anders Skrede

J Sci Food Agric (2016)

www.soci.org

© 2016 Society of Chemical Industry

Gjær fra trær som fôrressurs

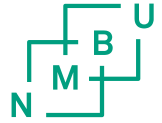


Proteinnkilde



- Inneholder ~ 55% protein
- Gunstig aminosyreprofil
- Lavt fettinnhold, 2-8%, men mye metta fett
- God B-vitamin kilde
- Inneholder 6-12% nukleinsyrer
- God smakelighet

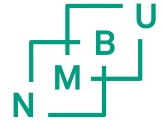
Gjær har gunstig effekt på helse



Helseeffekt

- Inneholder bioaktive stoffer som β -glukaner, mannoproteiner, kitin og nukleinsyrer
- Virker positivt på immunsystemet
- Gir gunstig mikroflora i tarmen
- Øker fordøyelighet
- Bedre tarmhelse og økt opptak av næringsstoffer

Gjennomføring av lakseforsøket

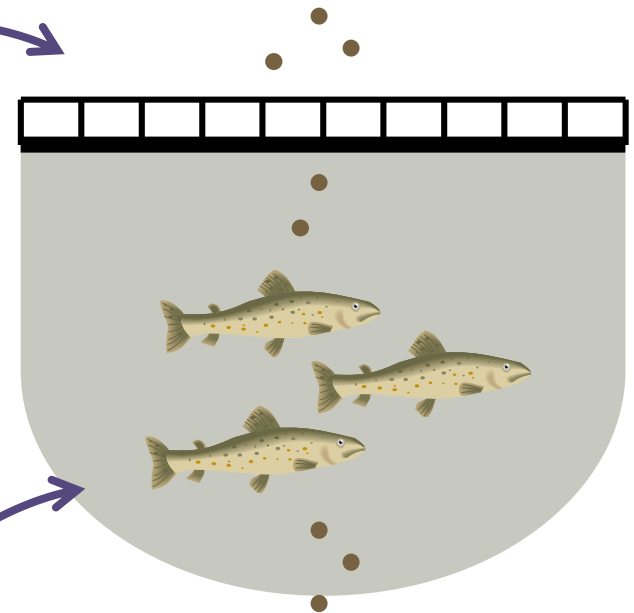


- Laksene får 30% gjær i form av tørt mel i fôret:

Fiskefôr



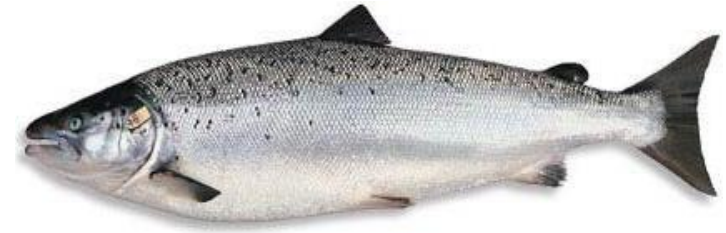
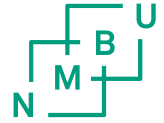
Fiskelaboratoriet på Ås



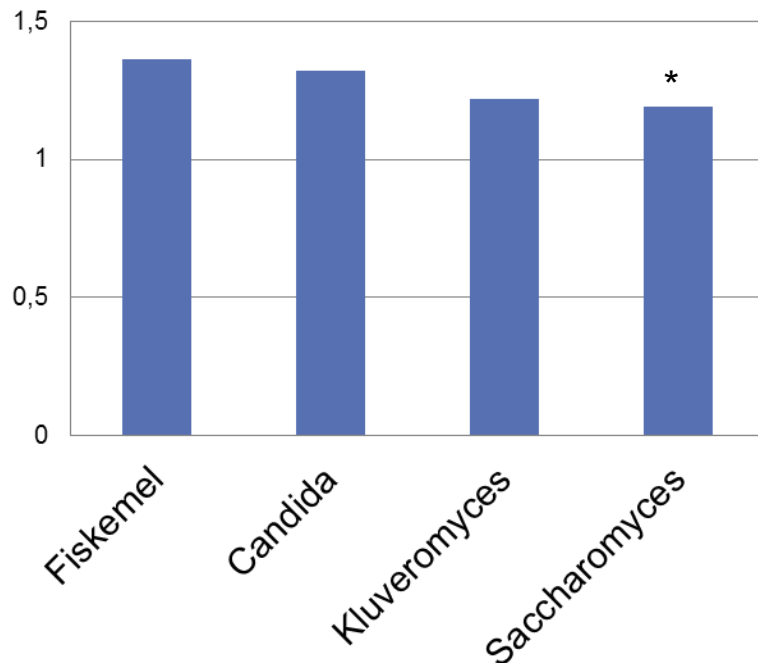
Fôrrester
blir samlet
opp

Vekst og fôropptak blir målt

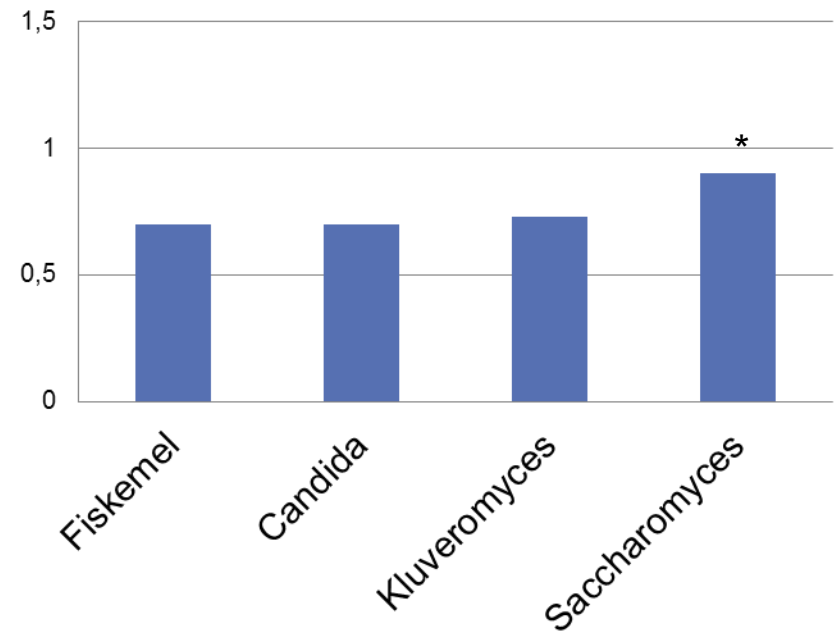
Vekst og fôrfaktor hos laks fôret med 30% gjærsopp



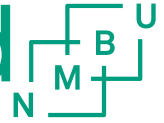
Vekst, %/dag



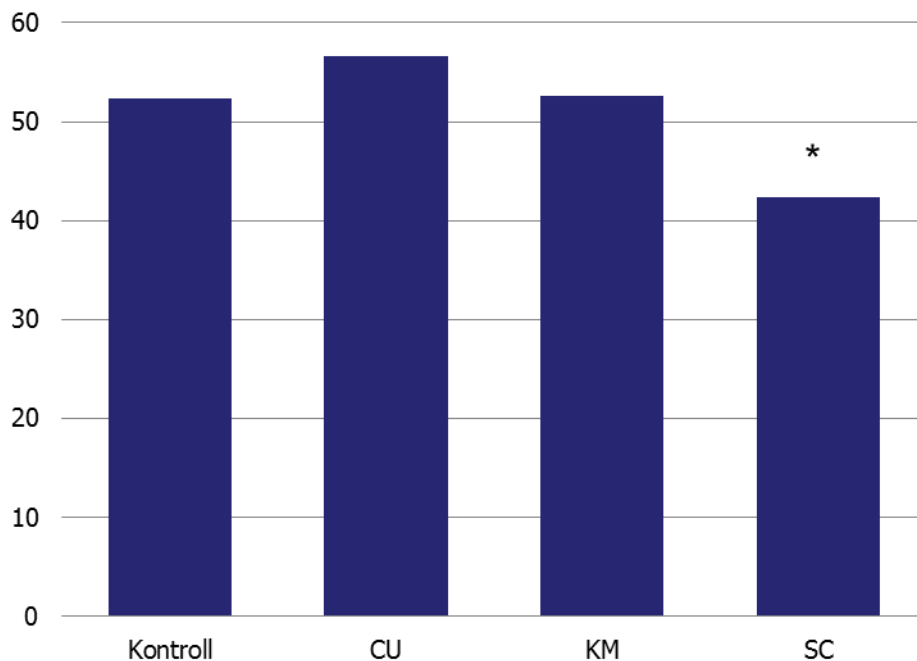
Fôrfaktor, kg fôr/kg fisk



Proteinavleiring hos laks fôret med gjærsopp

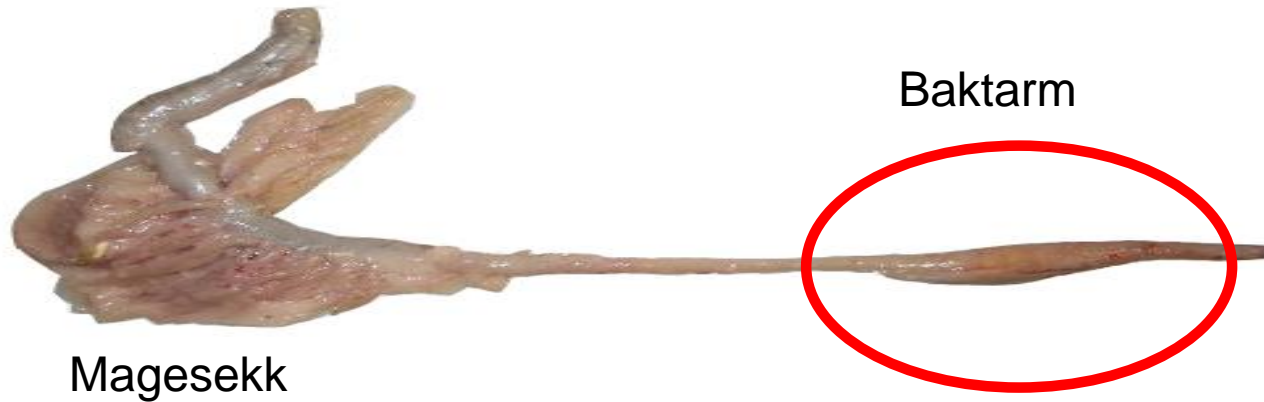
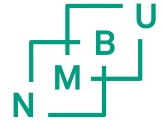


Andel protein fra fôret som ender opp i fisken (%)

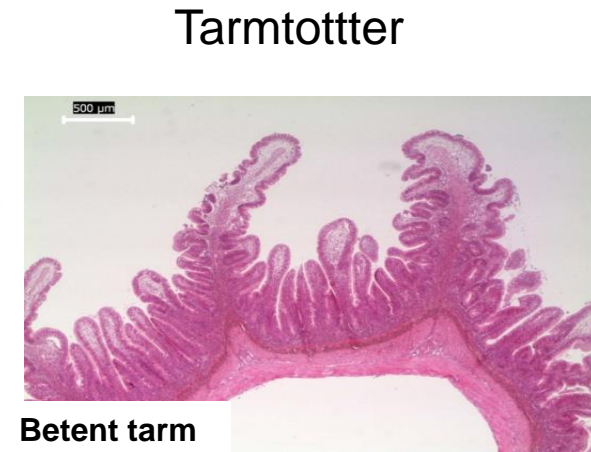


De to beste gjærsoppene ga samme proteinutnyttelse som fiskemel

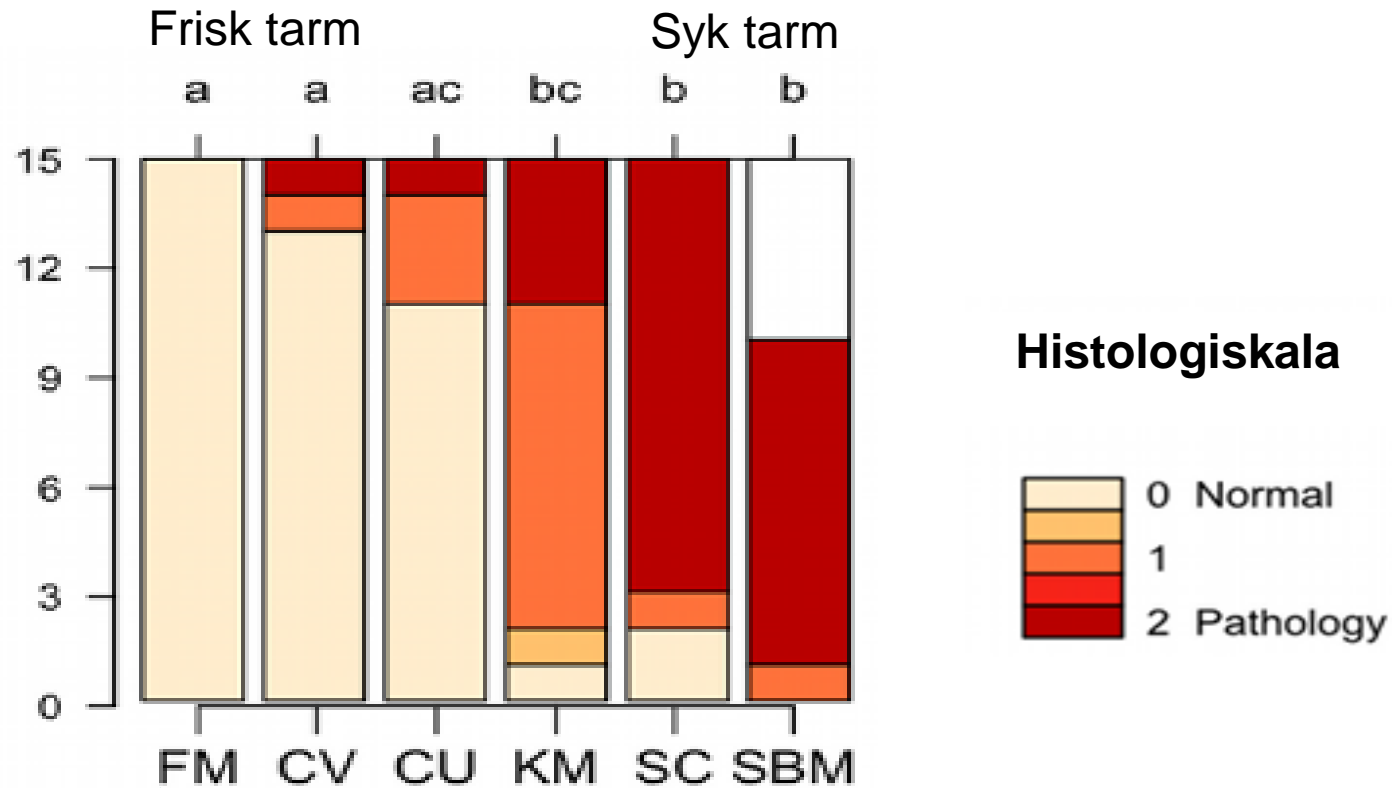
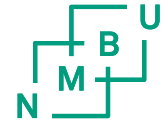
Planter kan øke risikoen for tarmbetennelse hos laks



Betennelse i baktarm hos laks som har fått for mye planter i fôret



Gjær gir god tarmhelse histologi i baktarm

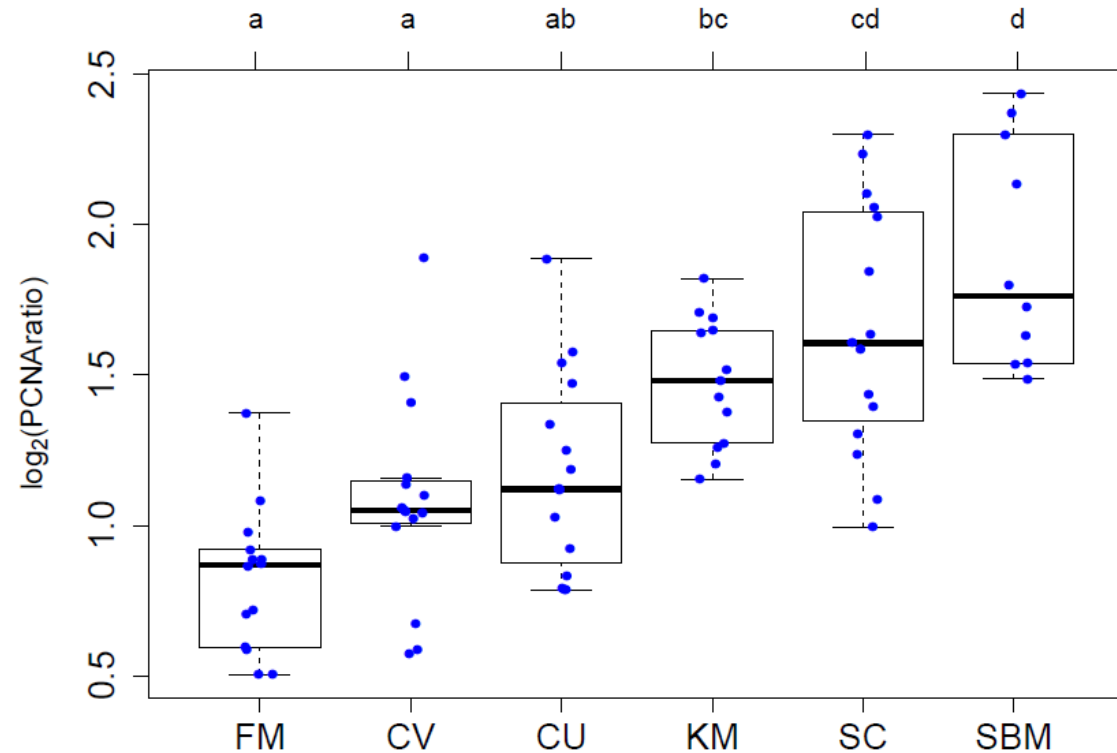
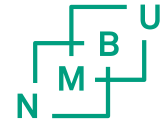


Fiskemel

Soya og gjær

Soyamel

Immunohistokjemi – effekt på celledeling (PCNA) i baktarm

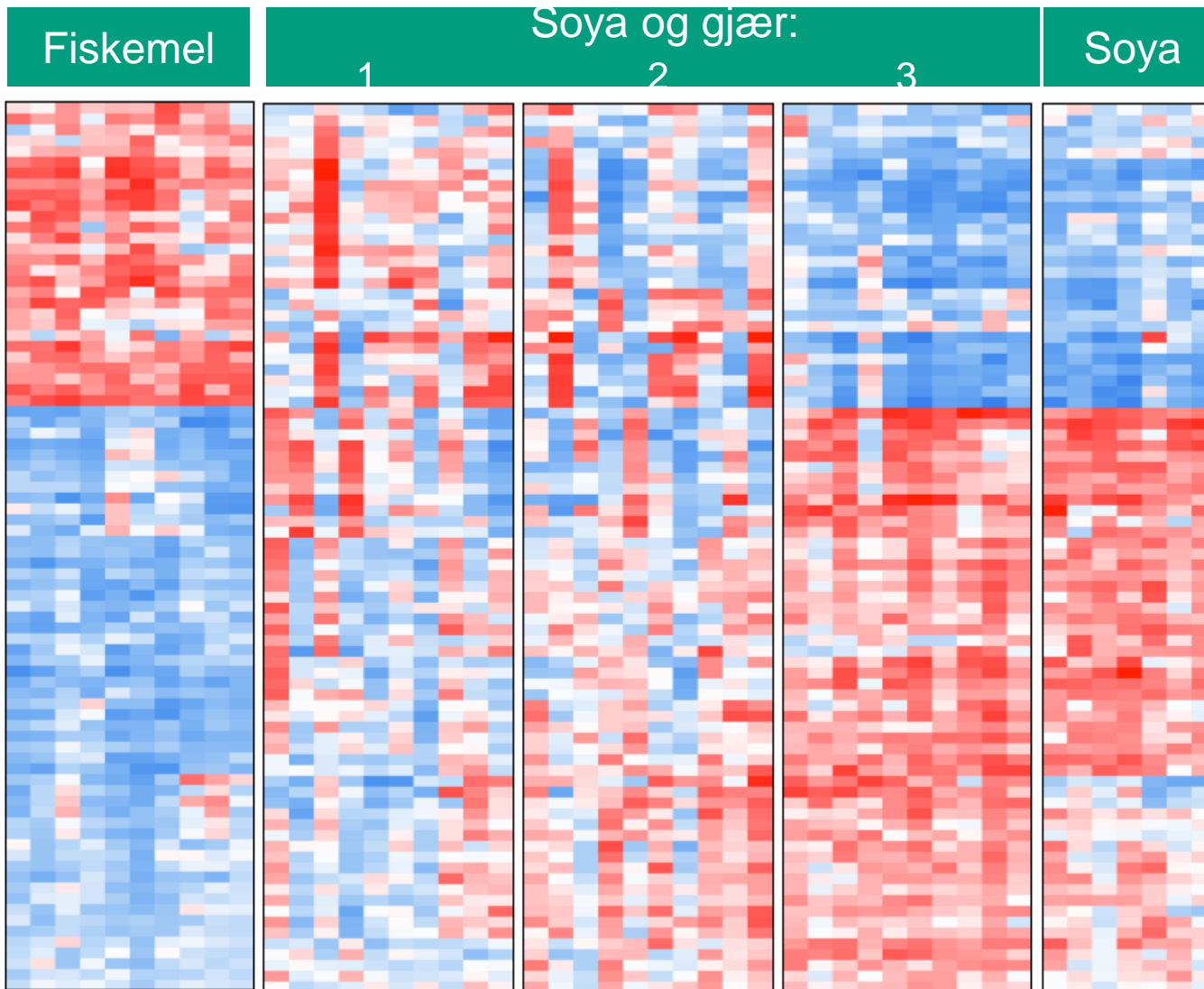
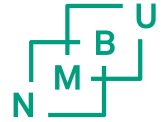


Fiskemel

Soya og gjær

Soyamel

Mikrober – gir god laksehelse



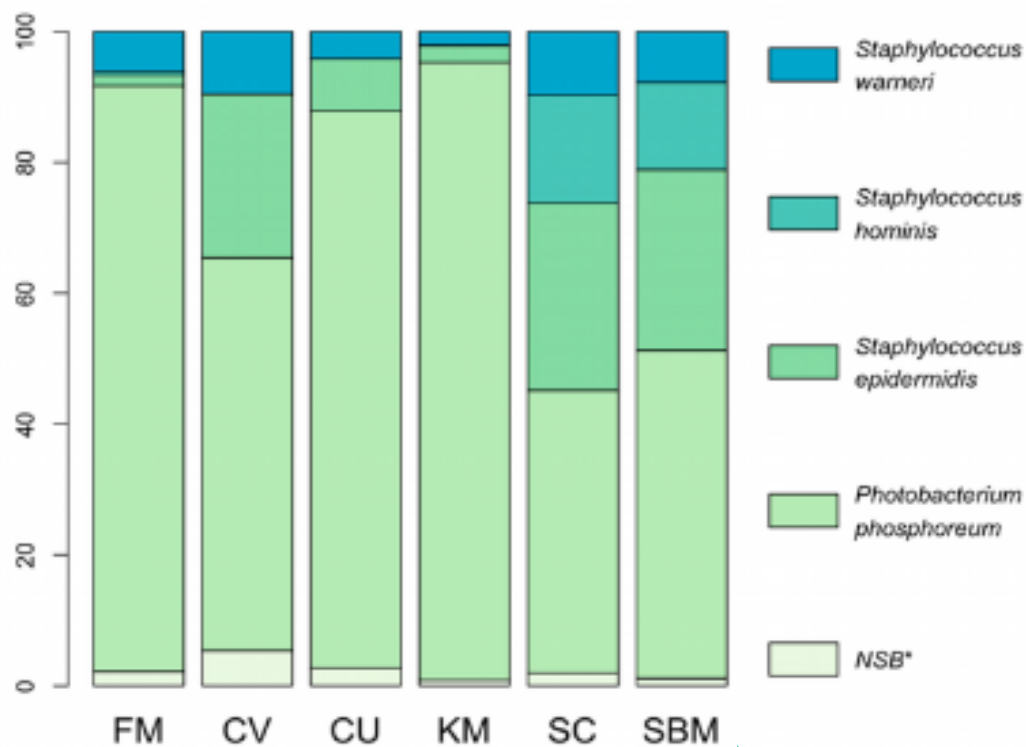
Heatmap.

Genuttrykk
fra laksetarm

Sammensetning av bakterier i baktarm



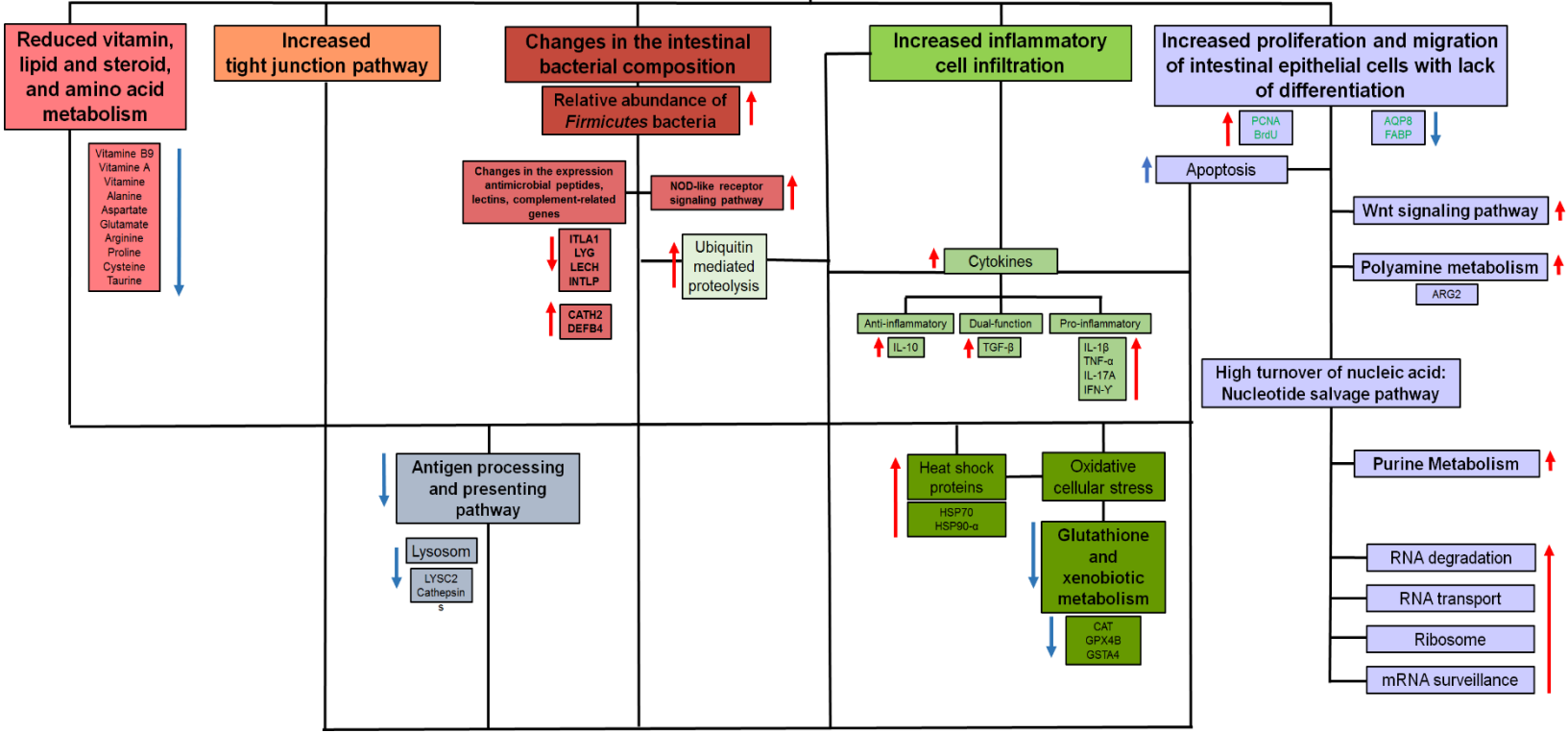
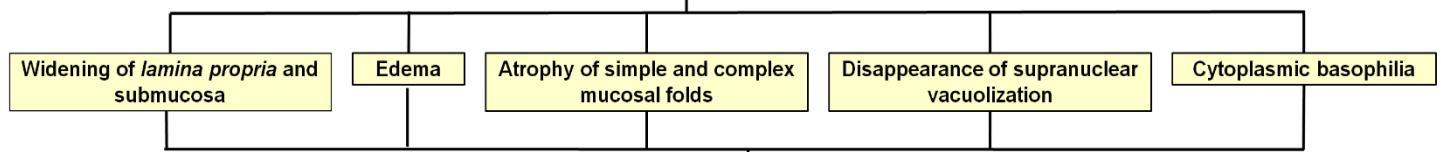
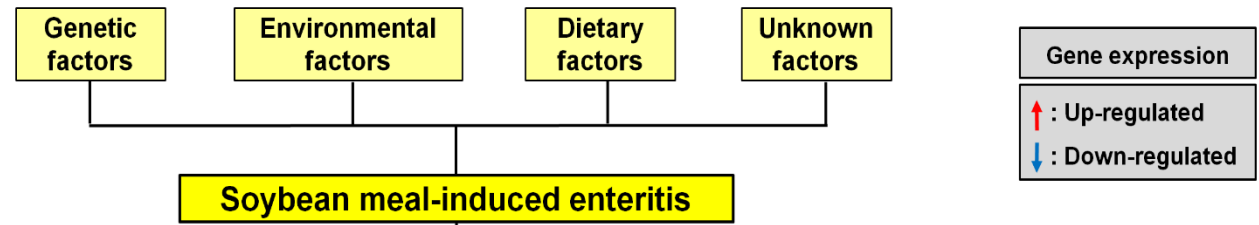
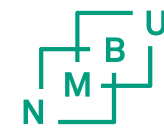
Bakteriegrupper i baktarm



Fiskemel

Soya og gjær

Soyamel



Gjær i fôr til laks

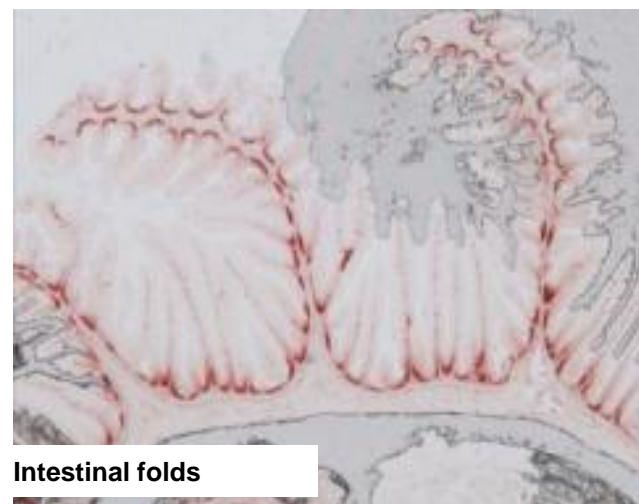
Gode produksjonsresultater

- Høg tilvekst, høgt fôropptak, og god fôreffektivitet



God tarmhelse

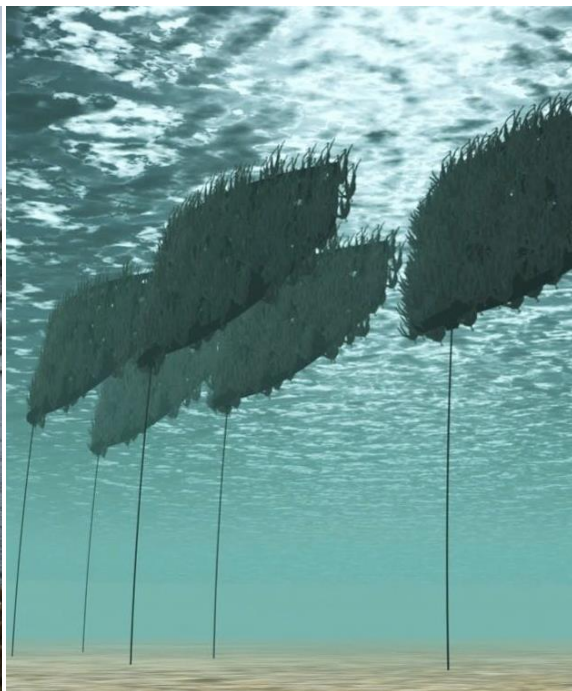
- Motvirker tarmbetennelse hos laks
- Reparerer skadet tarm
- Gir gunstig tarmflora



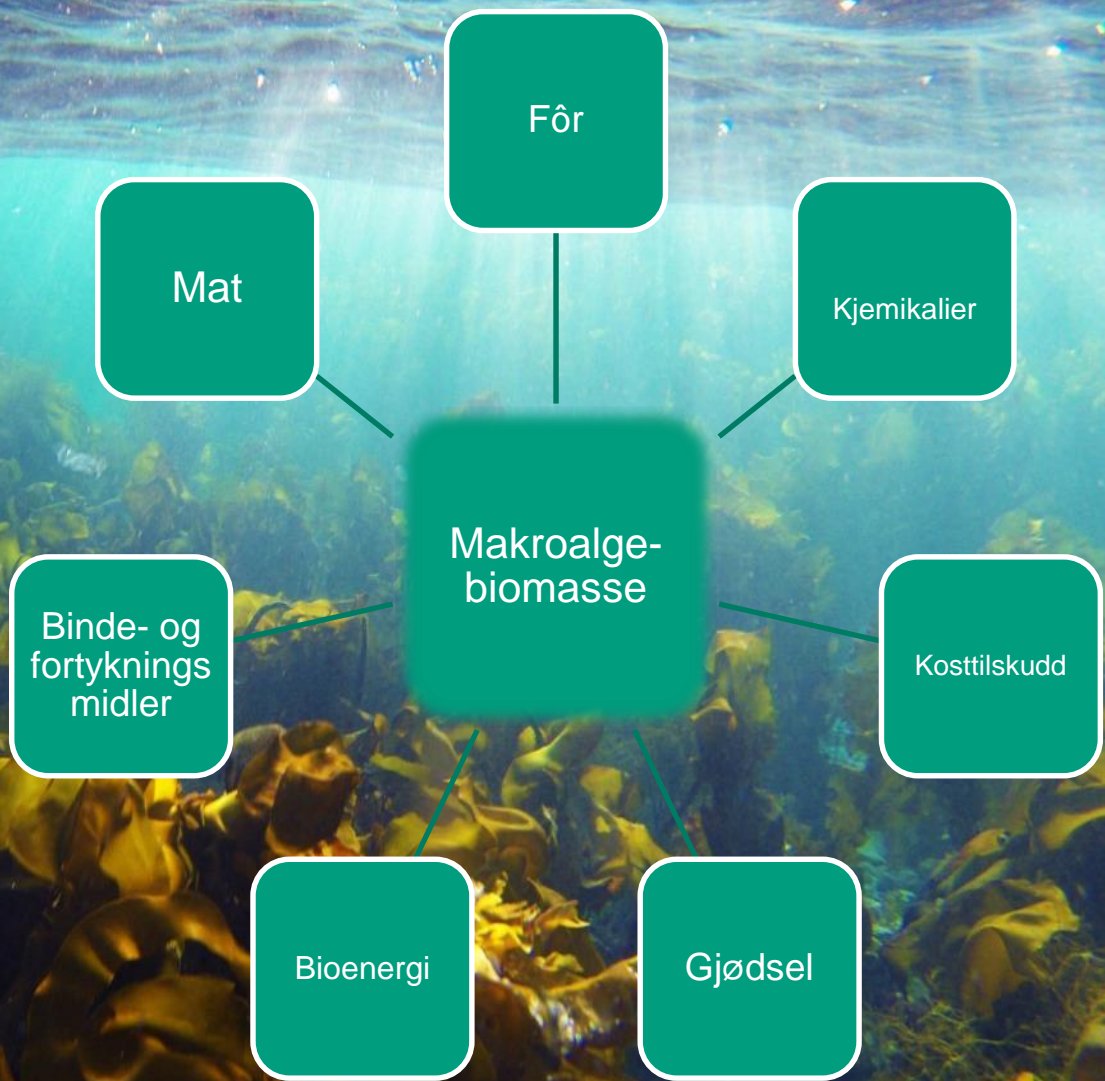
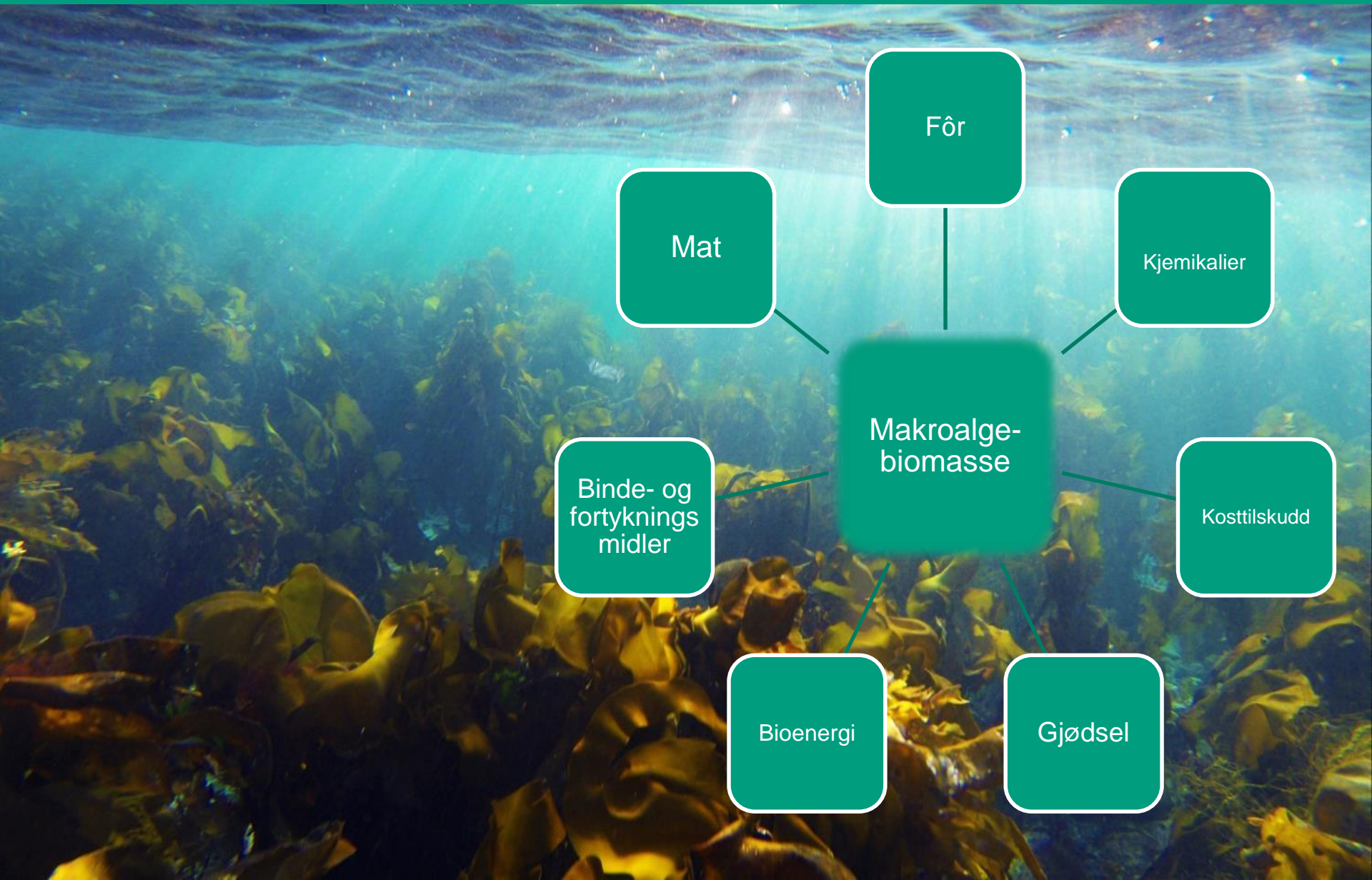
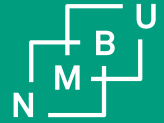
Tang og tare



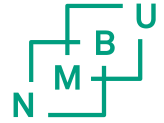
Kultivering - ny teknologi må til



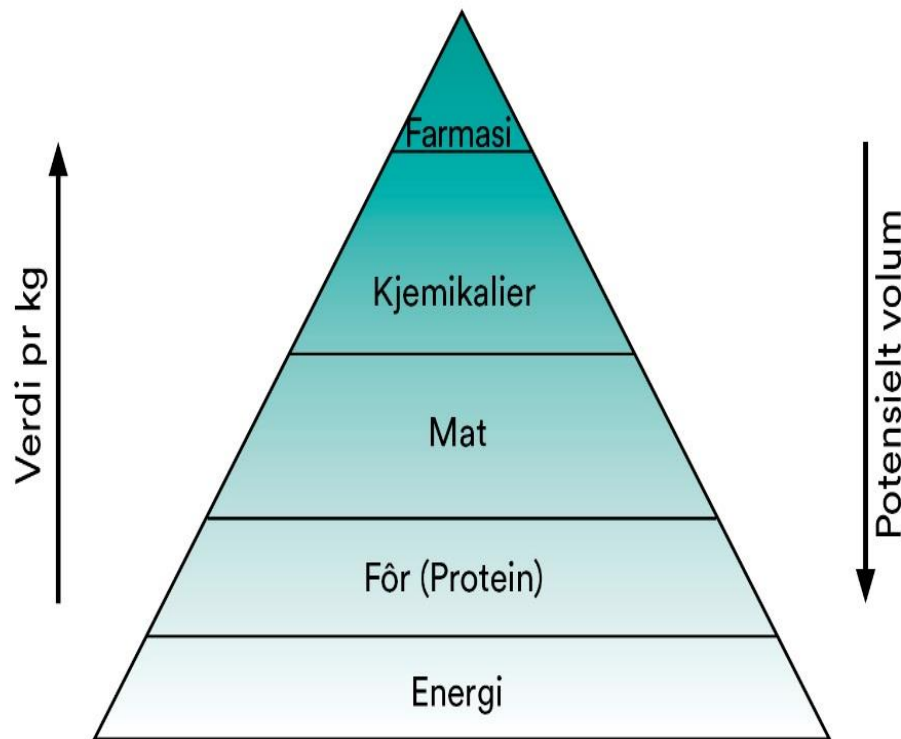
Makroalger - bruksområder



Verdi- og volumpotensial ved ulik anvendelse av makroalger



Måltrettet bruk i fôr kan gi muligheter for lønnsom biomasse-utnyttelse



Makroalger – også mulig råvare som mat



Brunalgen sukkertare (*Saccharina latissima*)

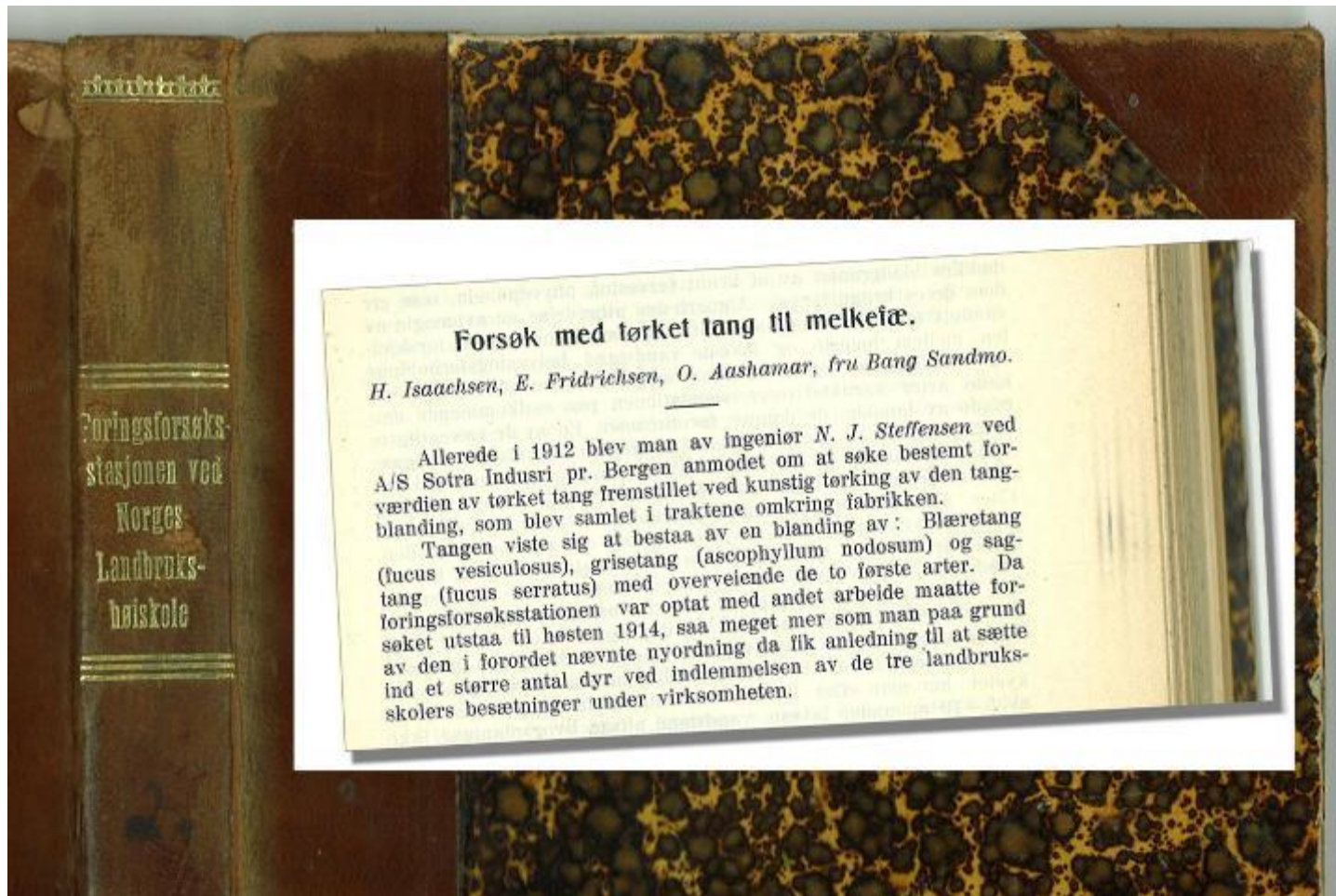
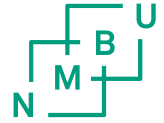


Rødalgen søl (*Palmaria Palmata*) SINTEF



Grønnalgen havsalat (*Ulva lactuca*) SINTEF

Historisk perspektiv



Tang og tare som fôr



Aktuelle arter

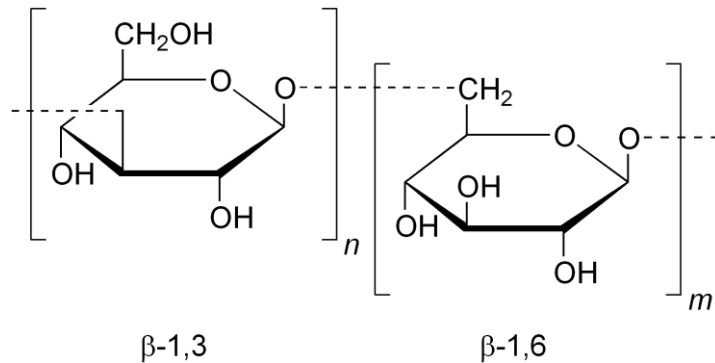
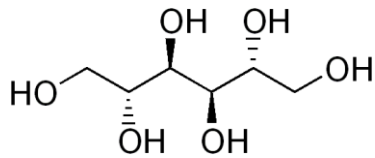
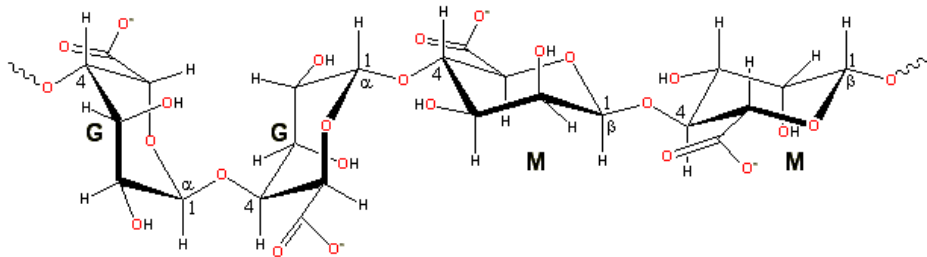
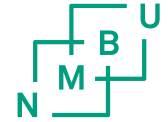
Brunalger:

Sukkertare, Butare, Fingertare

Dyrking kan gi:

- *Jevn tilgang på biomasse*
- *Økt biomasseproduksjon*
- *Økt næringsverdi gjennom prosessering*

Makroalger – karbohydrater



– Mannitol

- Sukkeralkohol

– Laminaran

- Polymerisk glukon

– Alginat

- Mannuronsyre og guluronsyre

– Fucoidan

- Sulfert polysakkarid i brunalger

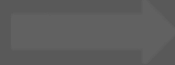
Bioraffinering av tare



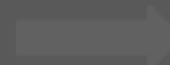
*Bioraffinering gir best mulig utnyttelse av biomassen.
Da utnyttes både sukker, nitrogen og andre næringsstoffer.*



Brunalger



Bioreaktor



Fiskefôr



Prosess: fra makroalger til gjærmel



Enzymatisk hydrolyse



1

2

Mobilitets-prosjekt 2016-2017:
Foods of Norway og University of Santiago,
Chile.



Tema: Optimalisere enzym-hydrolyse av
norske og chilianske makroalger

4. Enzymtilsetning

5. Sukker og næringsstoffer frigjøres

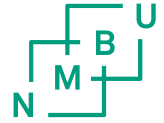
6. Fermentering med gjær

↓
Resultat: gjærmel



Fermentering

Evaluere gjærstammer for optimal utnyttelse av biomasse fra trær og tare



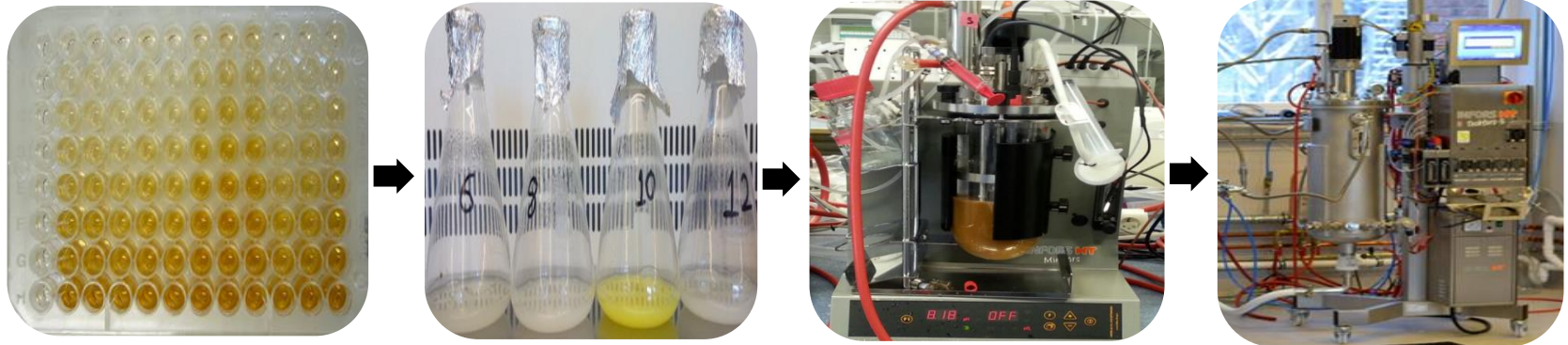
Karbonkilder:

- Sukker fra gran og bjørk
- Sukker fra tare

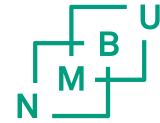
Gjær: #1, #2, #3, #4

Nitrogen- og næringskilder:

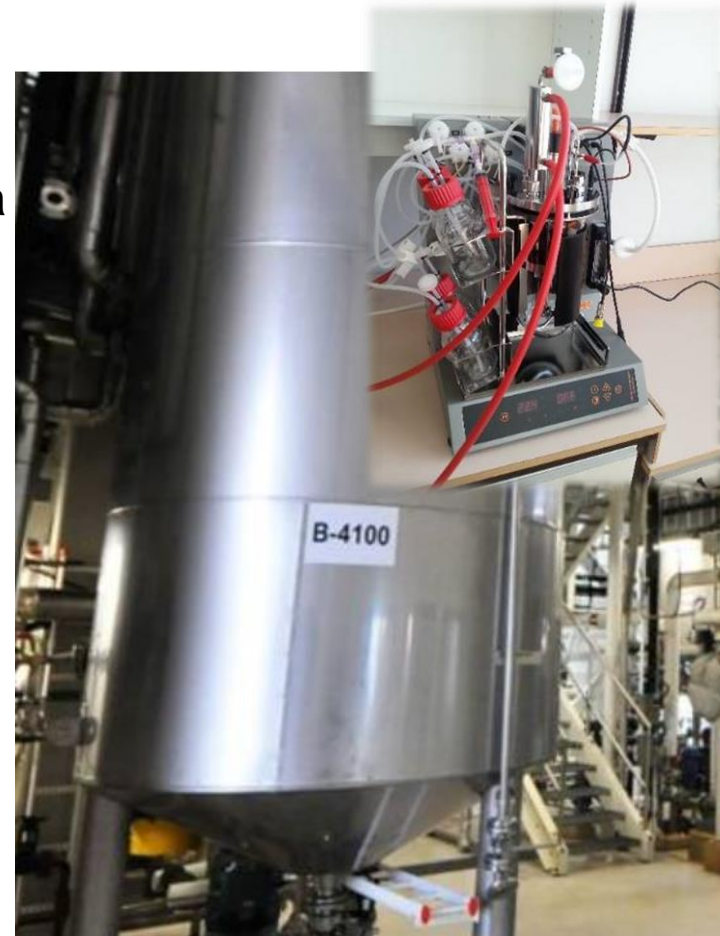
- Salter (Ammonium sulfat)
- Hydrolysater fra tare
- Hydrolysater fra kylling, gris og fisk



Pågående aktiviteter og planer framover



- Fermentere med gjær fra tre-sukkerstrømmer i småskala fermentorer på Ås
- Fermentere med gjær i mellomskala og storskala anlegg
- Optimalisere nedstrømsprosesser
 - Sentrifugering
 - Tørking
 - Fraksjonering
 - Etc



Bioraffenerifabrikk, Borregaard, Sarpsborg



Vi planlegger nå forsøk med gjær i fôr til smågris



Gjær

0%

4%

8%

12%

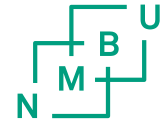


Startvekt $\approx 8 \pm 1,5$ Kg

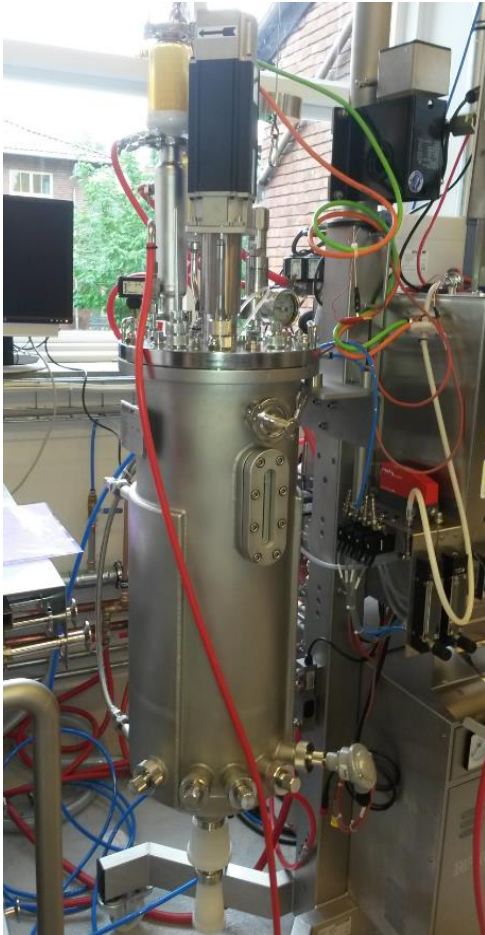
48 Smågriser

- ✓ Fôropptak, tilvekst, fôrutnyttelse
- ✓ Gjødsekonsistens
- ✓ Fordøyelighet av næringsstoffer
- ✓ Tarmhelse

Nytt bioraffineri-laboratorium ved NMBU



30-l fermentor



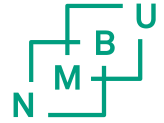
Hydrolysatorer



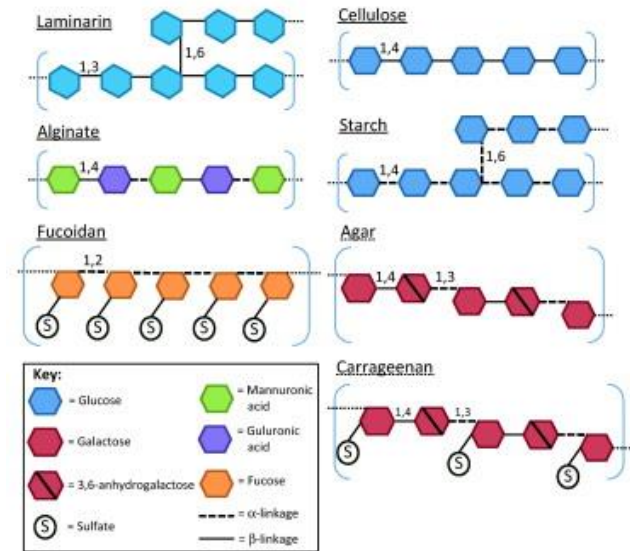
Nano-filtrering



Å hente ut biomolekyler fra tare



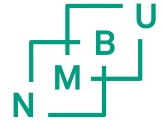
- Bioaktive komponenter fra tare
- Stortare (laminarin, fucoidan)



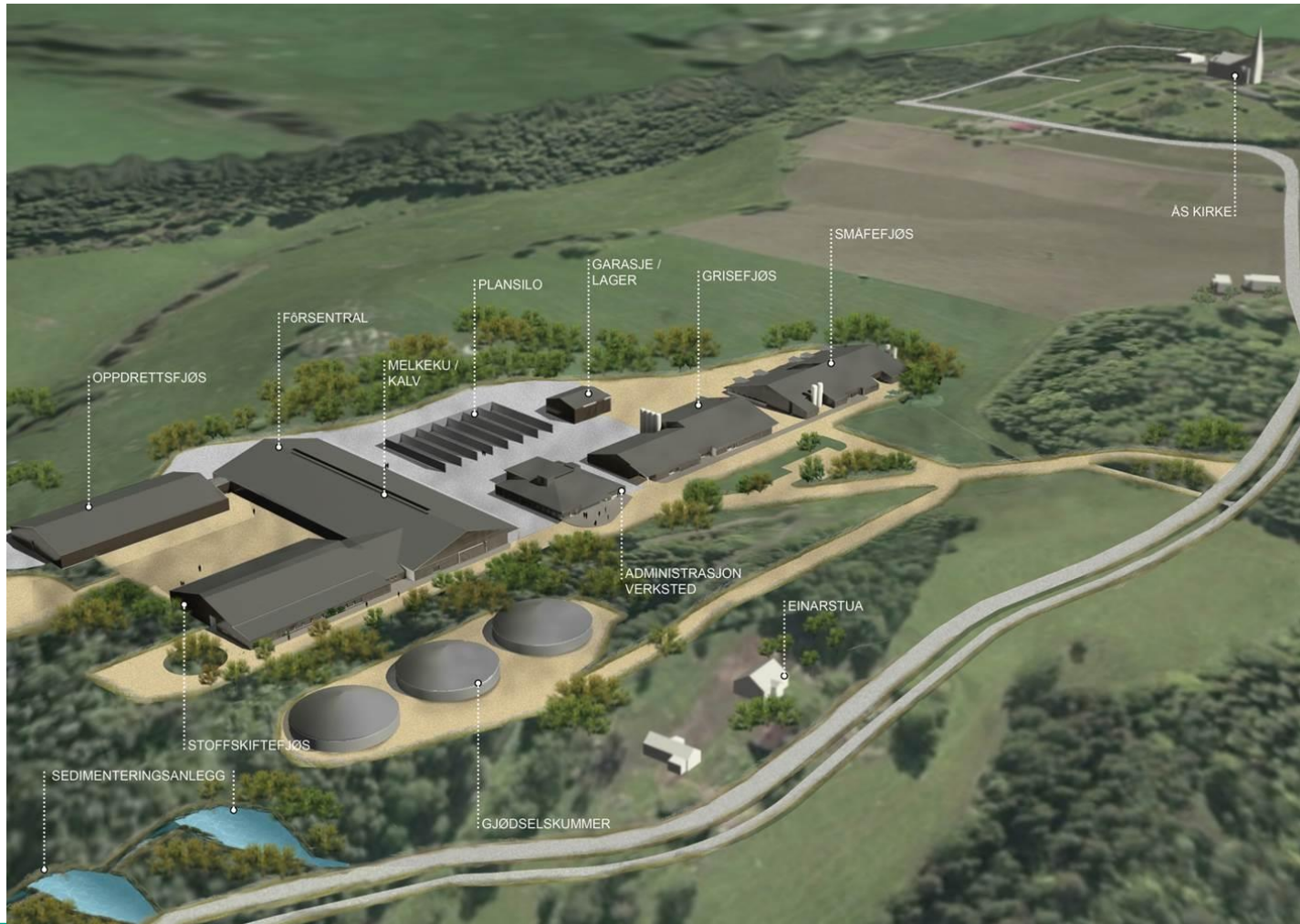
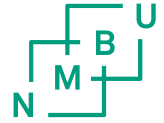
TRENDS in Biotechnology



Nytt fiskelaboratorium ved NMBU



Ås gård - ny forsøksgård ved NMBU



Oppsummering



- Vi produserer nye fôringredienser fra biomasse fra både hav og innland.
- Vi har lovende resultater i fôr til laks
- Vi kan dermed allerede omdanne «ikke-mat» til verdifull mat av høy kvalitet.



FOODS OF NORWAY



Mer informasjon finner dere på våre websider:

www.foodsofnorway.net

sfi = Senter for
forskningsdrevet
innovasjon

Norges forskningsråd

