

Industriell produksjon av marin biomasse fra lavere trofisk nivå

Gunvor Øie

Forskningsjef Marin Ressursteknologi

SINTEF Fiskeri og havbruk

Maring Fagdag på Gardermoen 27 Nov.2014

SINTEF Fiskeri og havbruk

Marin ressursteknologi



Fiskeriteknologi



Havbruksteknologi



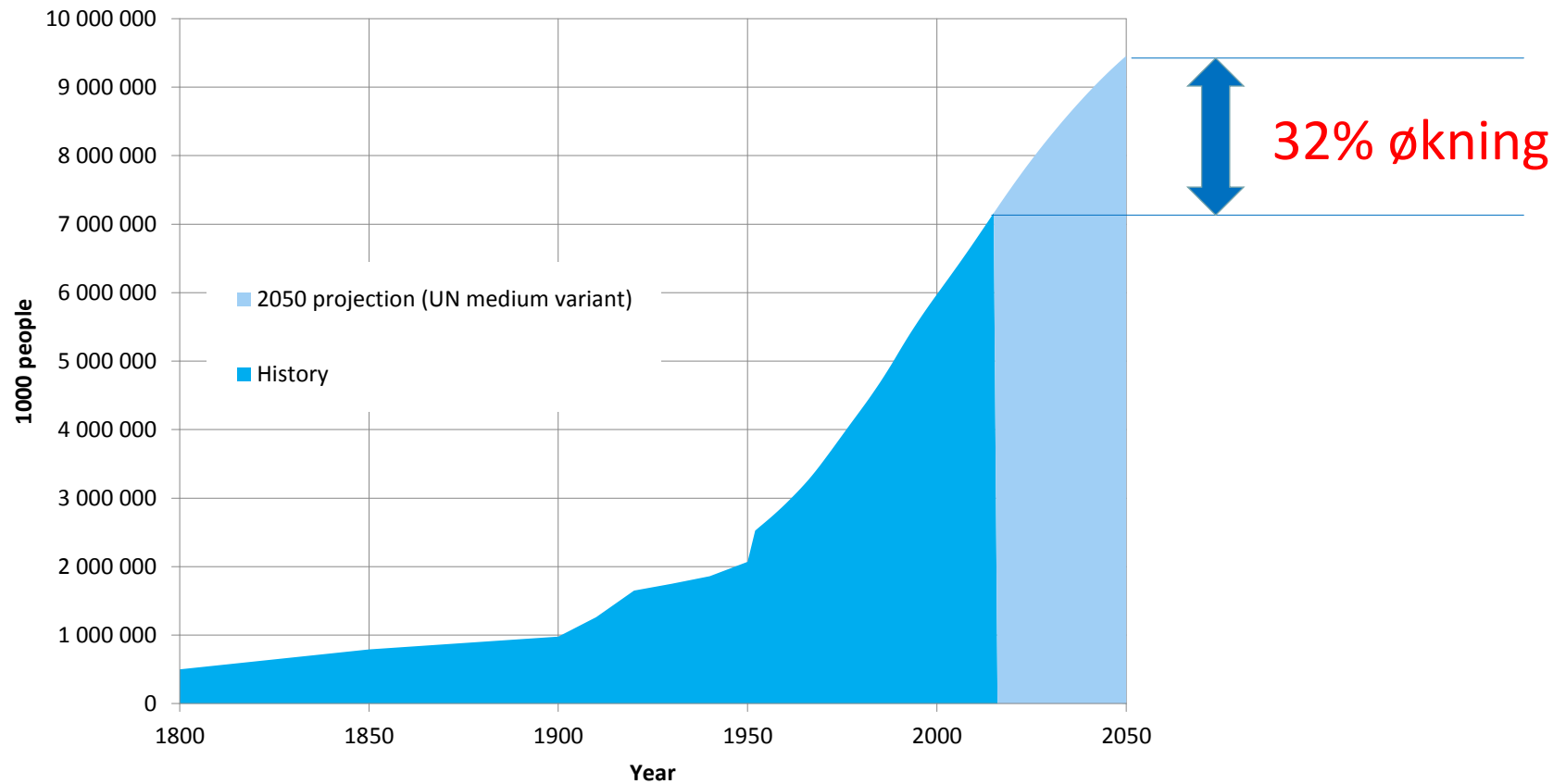
Prosessteknologi



Forskningsbasert
rådgivning



Verdens befolkning vil øke mot 2050



Source: UN population division, "World population prospects, The 2012 Revision"

Behovet for økt matproduksjon innen 2050

69%

Økning i matproduksjonen pga.

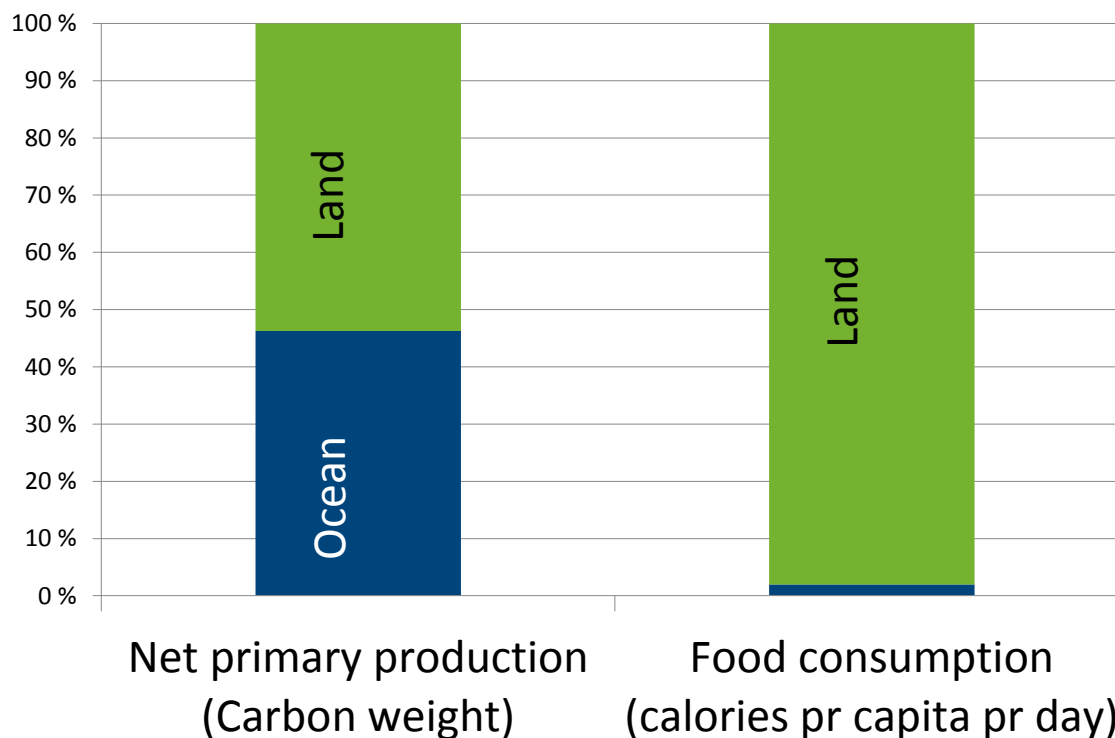
- Forandring i dietten
- Populasjonsvekst



Source: World Resources Institute (2014) "Creating a Sustainable Food Future"

Global matproduksjon og forbruk

- Primærproduksjonen fra landjorda og fra havet er nesten lik
- 98 % av maten kommer fra landjorda, 2 % fra havet



Source: Field et al. (1998), Science **281**, 237, Longhurst et al. (1995) : J.Plankt Res, vol 17, Ø. Lie: Marlife presentation and FAOSTAT

Snart spiser du disse til middag

Ekspertene spår at mer og mer middagsmat i framtiden lages av insekter.



EU har stort fokus på produksjon av insekter som nye proteinkilder

Soya fra Brasil- Kortreist mat?



- Soyamel til fiskefôrindustrien har økt kraftig de siste årene



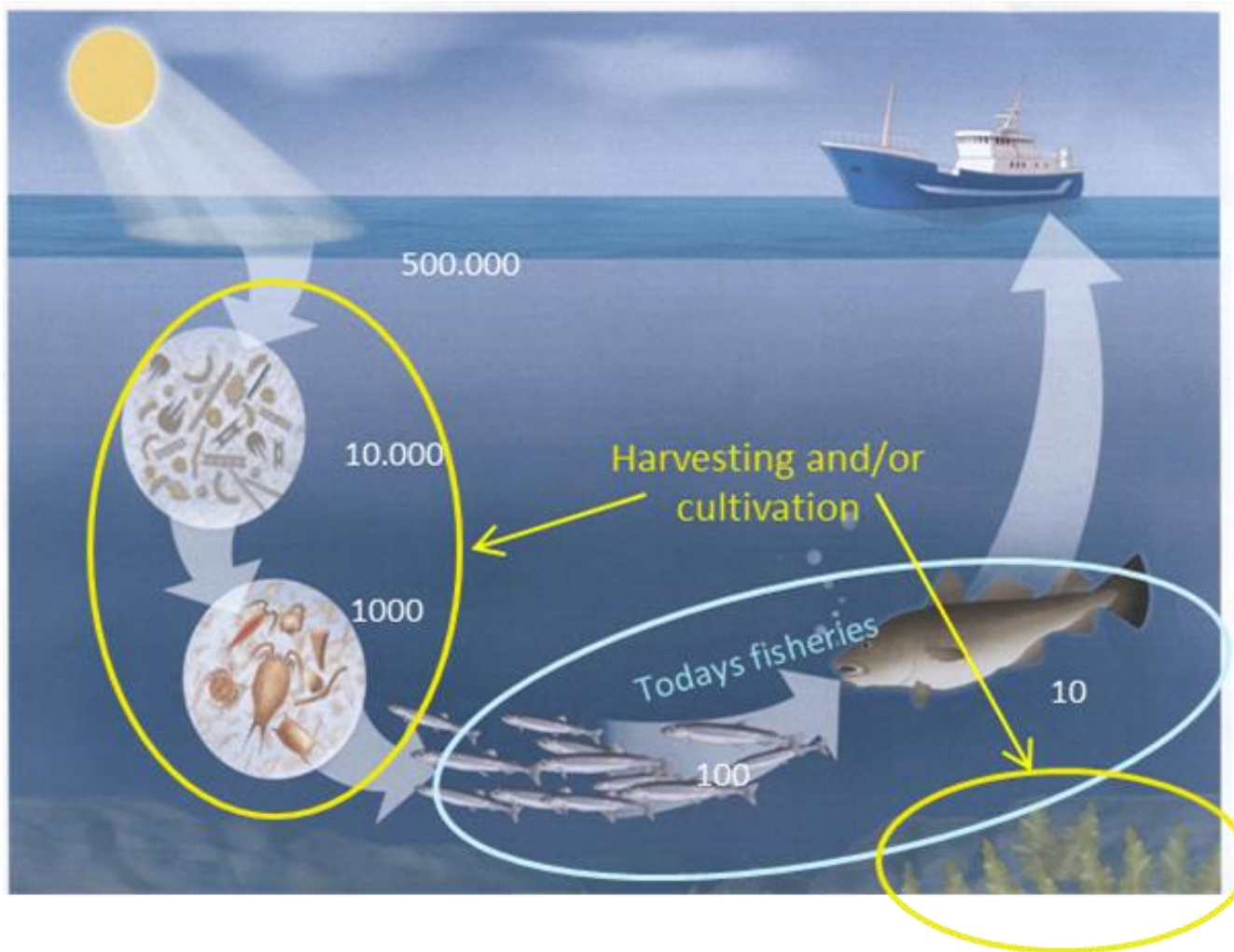
Table B6.1 | **Fish Oil Alternatives**

PRODUCT	COMPANY	OMEGA-3 TYPE	ORIGIN	GMO ^a	PRODUCTION ^b	SCALEABLE?	AVAILABLE ON MARKET?
Fish oil	Various	EPA, DHA	Marine Fish	No	Fishery	No	Yes
Fish byproducts	Various	EPA, DHA	Marine Fish	No	Fish Processing	Limited	Yes
DHAgold	DSM	DHA	Microalgae	No	Heterotrophic	Yes	Yes
Verlasso	DuPont	EPA	Yeast	Yes	Heterotrophic	Yes	Yes
A2 EPA Pure™	Aurora Algae	EPA	Microalgae	No	Photoautotrophic	Yes	Samples
ReNew	Cellana	EPA, DHA	Microalgae	No	Photoautotrophic	Yes	Samples
Soybean oil	Monsanto	SDA ^c	Soybean	Yes	Photoautotrophic	Yes	2014–16
Canola oil	BASF	EPA, DHA	Canola	Yes	Photoautotrophic	Yes	2020
Camelina oil	Publicly funded research (UK)	EPA, DHA	Camelina	Yes	Photoautotrophic	Yes	Samples

Sources: Aurora Algae (2013), Cargill (2013), Cellana (2013), DSM (2013), DuPont (2013), Monsanto (2013), Newton and Little (2013), Naylor et al. (2009), Ruiz-Lopez et al. (2014).

Notes: (a) GMO=genetically modified organism. (b) Heterotrophic production requires starch or sugar as energy source, photoautotrophic production requires light and carbon dioxide. (c) SDA (stearidonic acid) is another omega-3 fatty acid that the human body converts relatively efficiently to EPA (Monsanto 2013).

Forslag til hvordan vi kan å løse fremtidens fôrmangel



Nye marine ressurser til fôr og mat



Mikroalger

Dyrkingsteknologi og screening
Utvikling av ny teknologi



Makroalger

- Norsk senter for tang og tare
- Utvikling av nye arter for dyrking
- Utvikling av ny teknologi



Dyreplankton

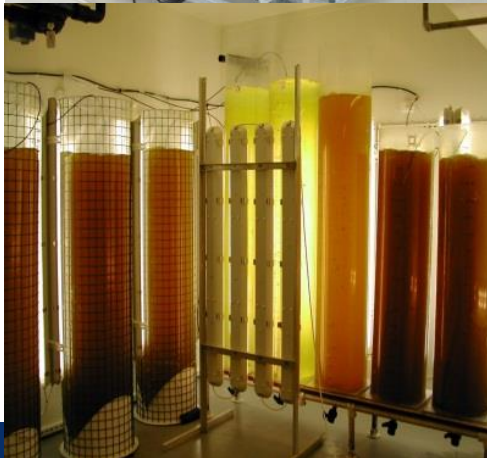
- Dyrking av ulike arter
- Utvikling av ny teknologi
- C-Feed (a spin-off company)

Produksjon av marine mikroalger

- Mikroalger har en balansert kjemisk sammensetning
 - 20-50 % protein
 - Høyt lipid innhold (20-40%)
 - Høyt innhold av omega-3 fettsyrer
 - Inneholder immunstimulerende forbindelser
 - Høyt innhold av pigmenter, vitaminer and mineraler
 - Det finnes mer enn 50 000 arter
- Høyt produksjons utbytte
 - Produksjonsutbytte på 75 - 365 tonn tørrvekt per hektar per år
 - Avhengig av dyrkingsbetingelser og teknologi
 - Høyest utbytte i foto-bioreaktorer
 - Må tilføres næringsstoffer: (N&P), CO₂ og lys energi
- Industriell anvendelse av mikroalger
 - Akvakultur
 - Helsekost, mat og dyrefôr
 - Kosmetikk
 - Bioenergi (biodiesel)



Mikroalgeproduksjon ved SINTEF Fiskeri og havbruk



- Laboratorier for "screening" og produksjon av biomasse
 - 1-2 L produksjonsenheter
 - 300 L sylindersystem og posesystem
 - 250 L fotobioreaktor
- Analyser
 - Biokjemiske analyser (lipid, fettsyrer, aminosyrer, karbohydrat)
 - Mikrobiologi
- Stamkulturer (*Isochrysis*, *Tetraselmis*, *Pavlova*, *Rhodomonas*)
- Utvikling av ny teknologi
 - Automatisk algetelling
 - LED lys
- Prosjekter:
 - Microbially produced raw materials for aquafeed (MIRA), NRC: 2014-2018
 - ProAlge. "Industry production of marine microalgae as resource for EPA and DHA for use in fish feed –", FHF Norway: 2012-2013
 - "Industrial marine biotechnology at SINTEF Fisheries and aquaculture", SINTEF: 2011-2014
 - AlgaFeed. "Potential of using microalgae to partially replace fish oil and fish meal in aquaculture fish feeds", NRC: 2006-2009
 - Microbial raw materials as source for protein and EPA and DHA for use in aquafeed – "MICRO-Feed", ERANET-COFASP: 2015-2017



Nye marine ressurser til fôr og mat



Mikroalger

Dyrkingsteknologi og screening
Utvikling av ny teknologi



Makroalger

- Norsk senter for tang og tare
- Utvikling av nye arter for dyrking
- Utvikling av ny teknologi



Dyreplankton

- Dyrking av ulike arter
- Utvikling av ny teknologi
- C-Feed (a spin-off company)

Produksjon av Makroalger



- Kjemisk sammensetning

- Tørrvekt(6-39%)
- Protein (17-44%)
- Bioaktive komponenter: fucoidan, fucoxanthin, laminaran (β -1,3 glucan), mannitol, alginic acids and high-M alginate, ulvan
- Pigmenter, antioxidanter, vitaminer og mineraler,
- Lipid nivå er lavt (opp til 4.5%)
- Karbohydrater (opp til 60%)
- 480 arter i Norge

- Produksjonsutbytte

- 1 ha (0.01 km²) : 170 tonn biomasse av sukkertare (våtvekt)
- 26 tonn tørrstoff (15 tonn karbohydrat og 3.8 tonn protein)

- Industriell anvendelse

- Attraktiv biomasse (sammensetning påvirkes av alder og sesong)
- Bærekraftig produksjon av biomasse, ingen negative effekter på bentisk økosystem. Ingen sprøytemidler, ferskvann eller bruk av gjødel.
- Store volum kan dyrkes. Vi har en lang kyst (103 000 km)
- Næringsstoffer fra lakseoppdrett kan benyttes til tarevekst (IMTA), eller tare i vindmølleparker
- Mange anvendelser: mat, fôr, biokjemikalier, gjødsel og bioetanol



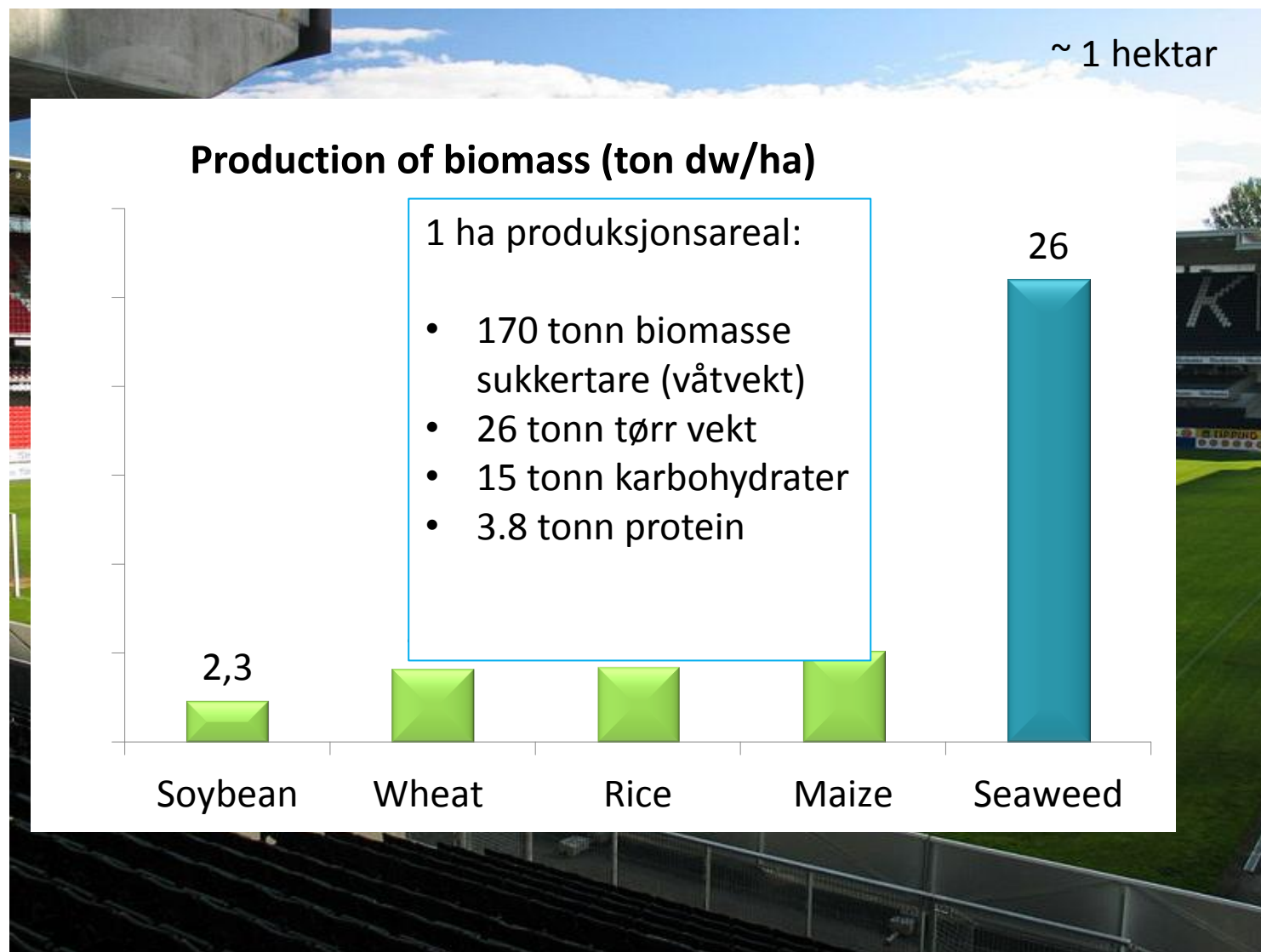
Makroalgeproduksjon ved SINTEF Fiskeri og havbruk



- Laboratorier
 - Gametofytt laboratorier
 - Tare klekkeri (I and II)
 - Lab. for stamkulturer
- Biokjemiske analyser
- Kurs for industrien
- Utvikling av ny teknologi
 - Spinnemaskin
- Prosjekter:
 - Integrate (FR; 2006-2011)
 - Tarefuel (Statoil; 2008-2011)
 - Ocean Biopower (FR; 2008-2010)
 - MacroBiomass (FR; 2010-2012)
 - SeaBreed (FR; 2011-2013)
 - SeaweedTech (FR; 2011-2013)
 - Exploit (FR; 2012-2014)
 - MacroPlatform (FR; 2014)



Tare i forhold til annen biomasseproduksjon



Status makroalgedyrking i Norge

Industri:

Steigen

Ocean Future

Seaweed Energy Solutions*

Algea*

Hortimare/Sulefisk*

Seaweed AS*

Austevoll Seaweed Farm

Ocean Forest*

Smartfarm (equipm.)

Forskning

AkvaplanNiva

Bioforsk and GIFAS

Val Videregående Skole

SINTEF Fiskeri og havbruk AS

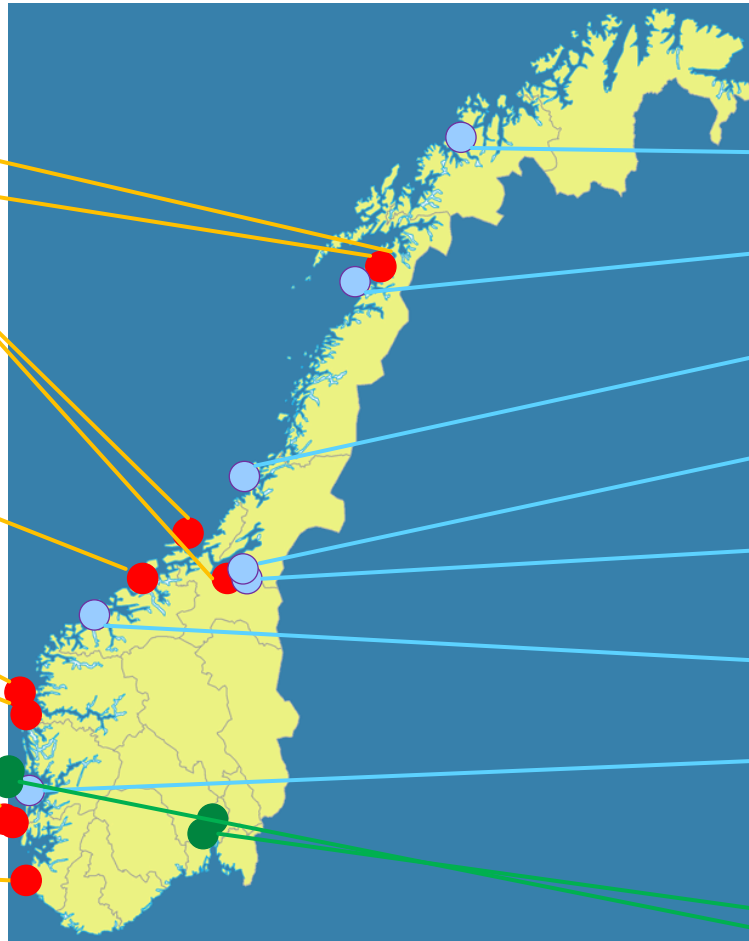
NTNU Inst. Biologi

Møreforskning

Norges Vel

Miljø og økologi:

UiO, UiB, Niva, HI



* Cultivate i 2014

Status makroalge prosessering/utnyttelse i Norge

Industri:

Ocean Future

Neset Sjømat AS

Bygda 2.0*

Seaweed Energy Solutions

Biotrål*

Algea*

Seaweed AS

Austevoll Seaweed Farm

FMC BioPolymer*

Alginor

AlgiPharma*

Forskning:

UiT

Bioforsk

SINTEF Materialer og kjemi

SINTEF Fiskeri og havbruk AS

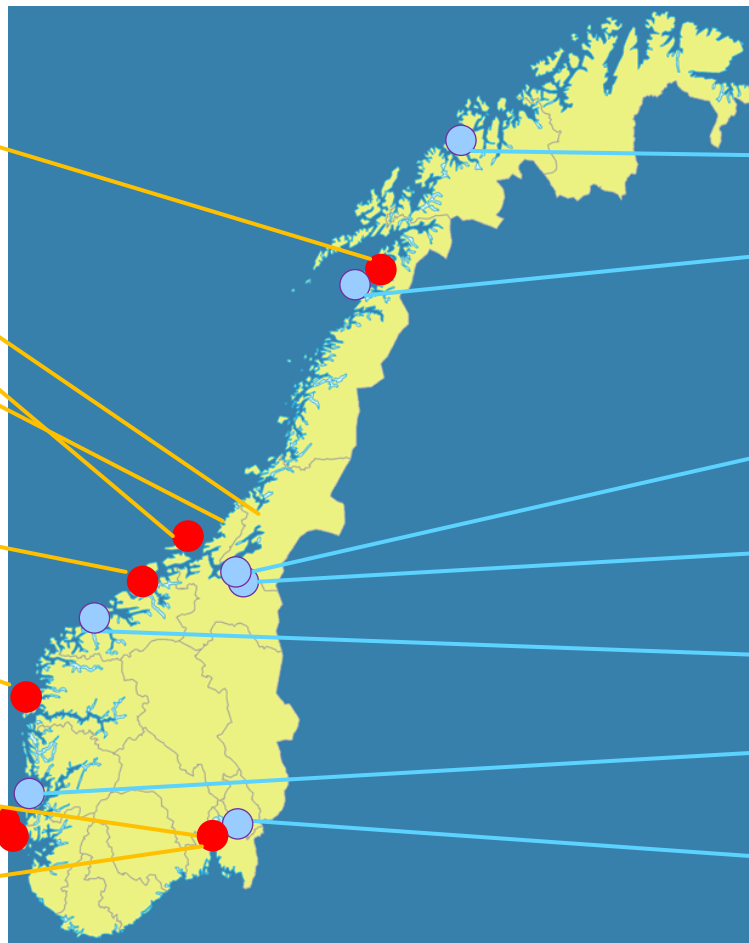
SINTEF Energi

NTNU Inst. Bioteknologi

Møreforskning

NIFES

NMBU



*Commercial in 2014

Nye marine ressurser til fôr og mat



Mikroalger

Dyrkingsteknologi og screening
Utvikling av ny teknologi

- Norsk senter for tang og tare
- Utvikling av nye arter for dyrking
- Utvikling av ny teknologi



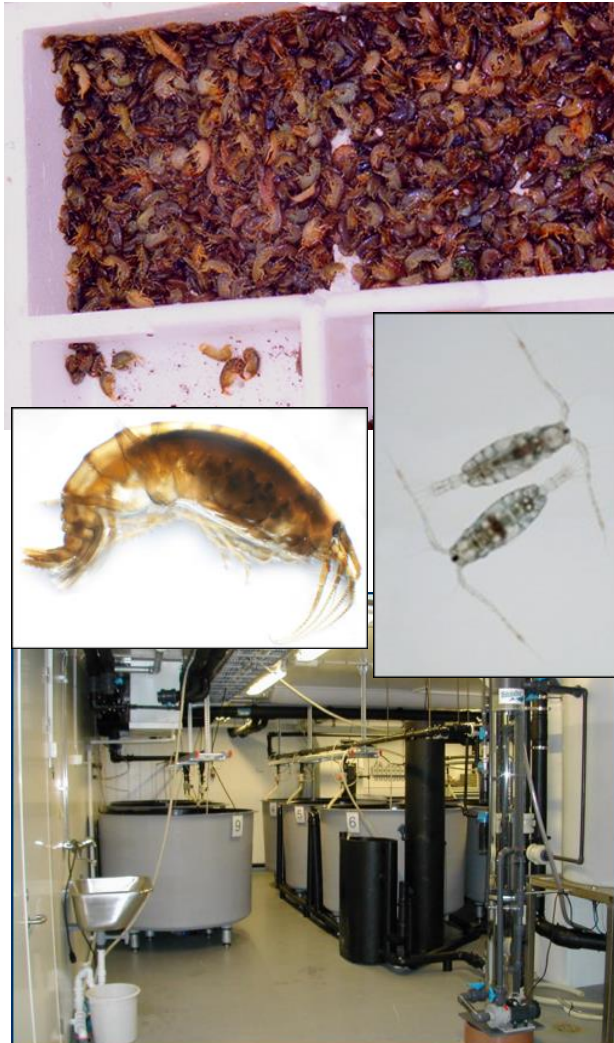
Makroalger



Dyreplankton

- Dyrking av ulike arter
- Utvikling av ny teknologi
- C-Feed (a spin-off company)

Produksjon av dyreplankton



Kjemisk sammensetning og produksjonsutbytte er avhengig av:

- Art som dyrkes og fôret som benyttes
- En del arter produserer DHA

- Anvendelse

- Levendefôr til fiskelarver
- Helsekost
- Fôringrediens
- DHA produksjon?

Produksjon av dyreplankton ved SINTEF Fiskeri og havbruk



- Laboratorier
 - Dyrkingstanker (5-2000 l)
 - Tettetsmåliner og overvåkingsutstyr
 - Fokus på mikrobiell vannkvalitet og fôrkvalitet
- Standard analyser
- Arter i kultur
 - Ulike rotatoriearter (*Brachionus*)
 - Copepoder (*Acartia tonsa*, *Calanus* (NTNU))
 - Gammarider
- Levendefôrkurs for industrien
- Utvikling av ny teknologi
- Uttesting til marine fiskelarver, hummer og akvariefisk

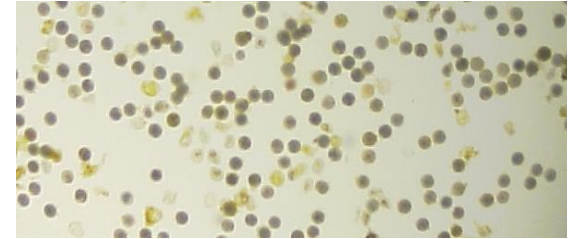
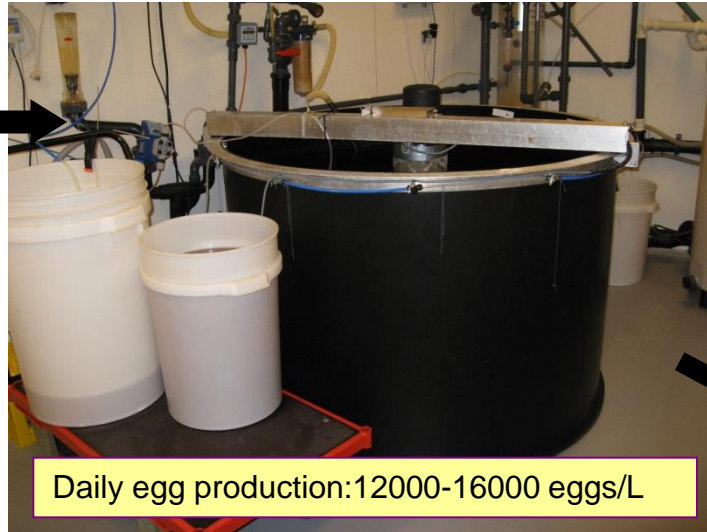
Dyrking av Makroplankton-Gammarider

- Gammeraidea: mer enn 7000 ulike arter
- Størrelse: 2-6 cm, (48 mg DW/ind)
- Ulike arter er blitt testet i forskningsprosjekter
- Kan bli en industri i fremtiden
- Enkel å dyrke i store volum
- 44-51% protein
- 5-14% Lipid (mye ARA, DHA og EPA)
- Høyt innhold av karotenoider



From: ForaTek AS

Produksjon av *Acartia tonsa* egg: Nytt selskap C-Feed



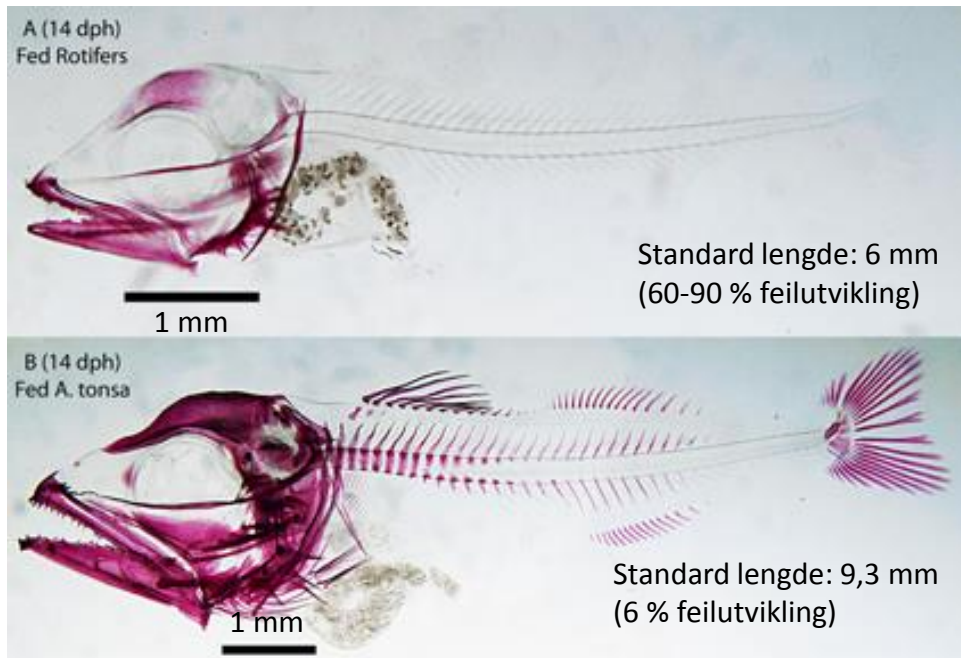
Copepod eggs are harvested daily. The eggs can be stored for several months at low temperature



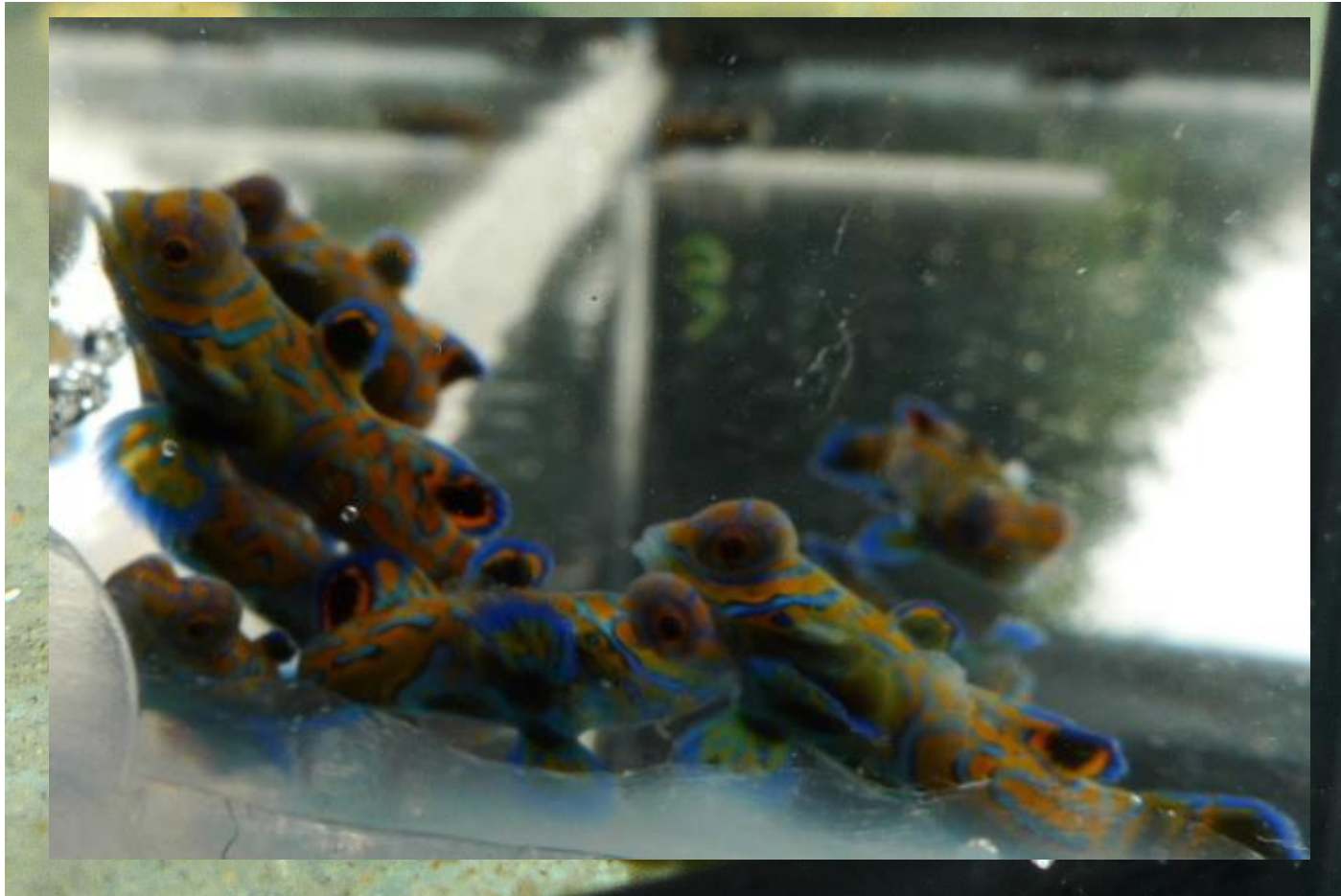
The eggs will be send to a hatchery. Hatching after 24 hours. Fed to fishlarvae in critical periods

(Financed by: Innovation Norway and cod hatcheries)

Beinfarging av 14 dager gamle tunfisklarver, fôret med rotatorier (A) eller copepoder (B)



Startfôring av mandarinfisk (*Ptererosynchiropus splendidus*) med copepoder



Plankton kan deles opp i ulike størrelsesgrupper

Megaplankton	> 20mm	metazoans ; e.g. Jellyfish; ctenophores ; salps and pyrosomes (pelagic Tunicata) ; Cephalopoda
Macroplankton	2-20 mm	metazoans ; e.g. Pteropods ; Chaetognaths ; Euphausiacea (krill); Medusae ; ctenophores ; salps , doliolids and pyrosomes (pelagic Tunicata); Cephalopoda
Mesoplankton	0.2-2 mm	metazoans ; e.g. copepods (<i>Calanus finmarchicus</i>) (<i>Acartia tonsa</i>); Medusae ; Cladocera ; Ostracoda ; Chaetognaths ; Pteropods ; Tunicata ; Heteropoda
Microplankton	20-200 µm	large eukaryotic protists ; most phytoplankton ; Protozoa (Foraminifera); ciliates ; Rotifera ; juvenile metazoans - Crustacea (copepod nauplii)
Nanoplankton	2-20 µm	Microalgae: Small Diatoms ; Small Flagellates ; Pyrrophyta ; Chrysophyta ; Chlorophyta ; Xanthophyta ; small eukaryotic protists ;
Picoplankton	0.2-20 µm	small eukaryotic protists ; bacteria ; Chrysophyta
Femtoplankton	< 0.2 µm	marine viruses

Fôrråvarer fra landjorda: Et lite tankeeksperiment



Prosjektsøknad: Produksjon av korn



Utvikling av ny industri tar tid og det koster penger.

Norge har en unik mulighet til å få til både dyrking og høsting av marin biomasse fra lavere trofisk nivå

- Lang kystlinje
- Teknologi fra akvakultur-, maritim- og olje-industri kan anvendes
- Utrolig mange arter som kan utnyttes, både dyrkes i fabrikker eller høstes fra havet

DETTE ER FREMTIDEN!





Teknologi for et bedre samfunn