



Tørking, frysing og lagring

Tom Ståle Nordtvedt, Seniorforsker, SINTEF Ocean
Norwegian Seaweed Biorefinery Platform (SBP-N)

Foto: Seaweed Solution AS



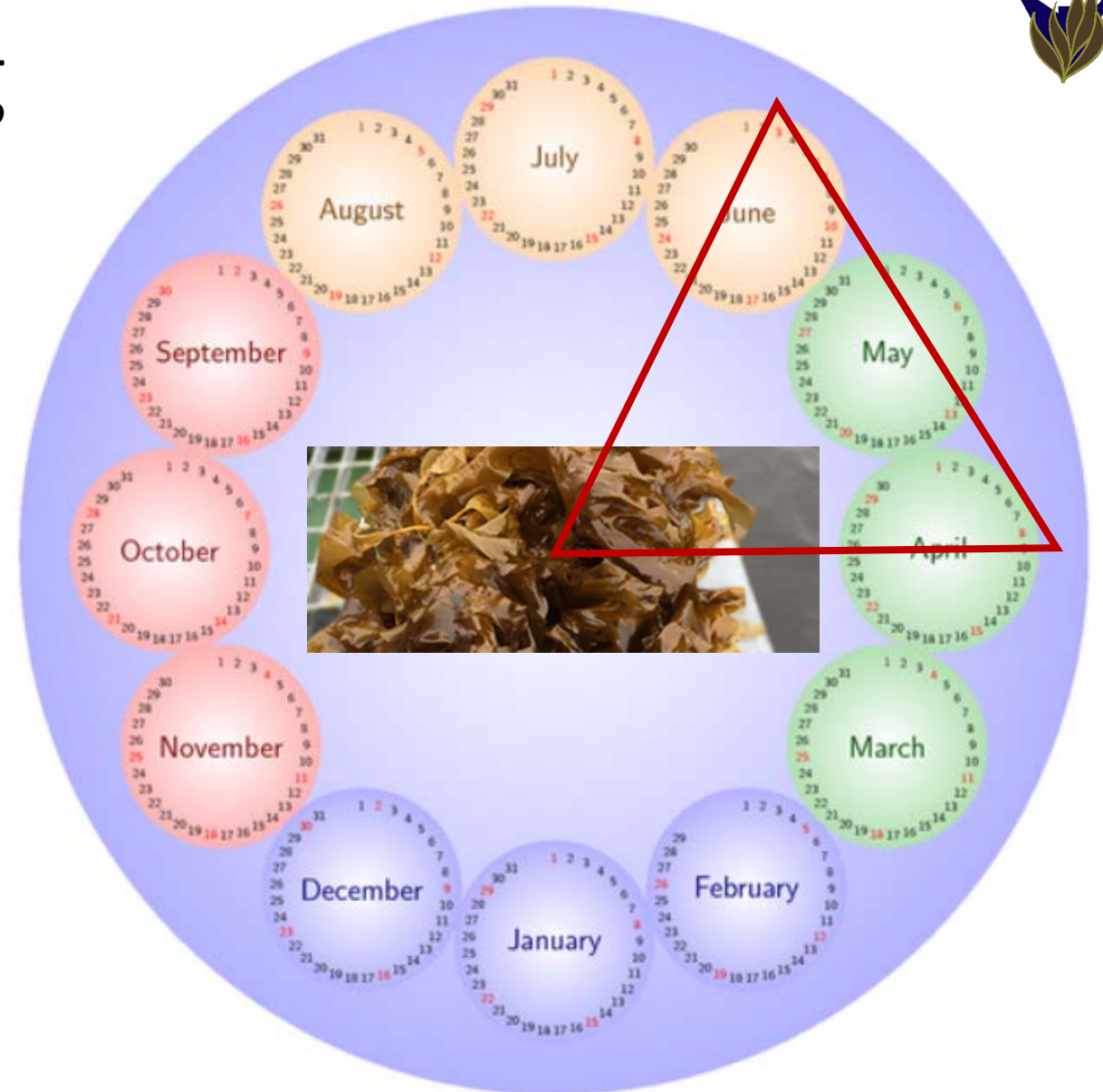
Tørking som konservering

Kort høste periode

- Produksjonsutstyret må utnyttes over en lengre periode
- Produksjon hele året: Enten må taren konserveres, eller prosesseres til andre produkter.

Rask degradering etter høsting

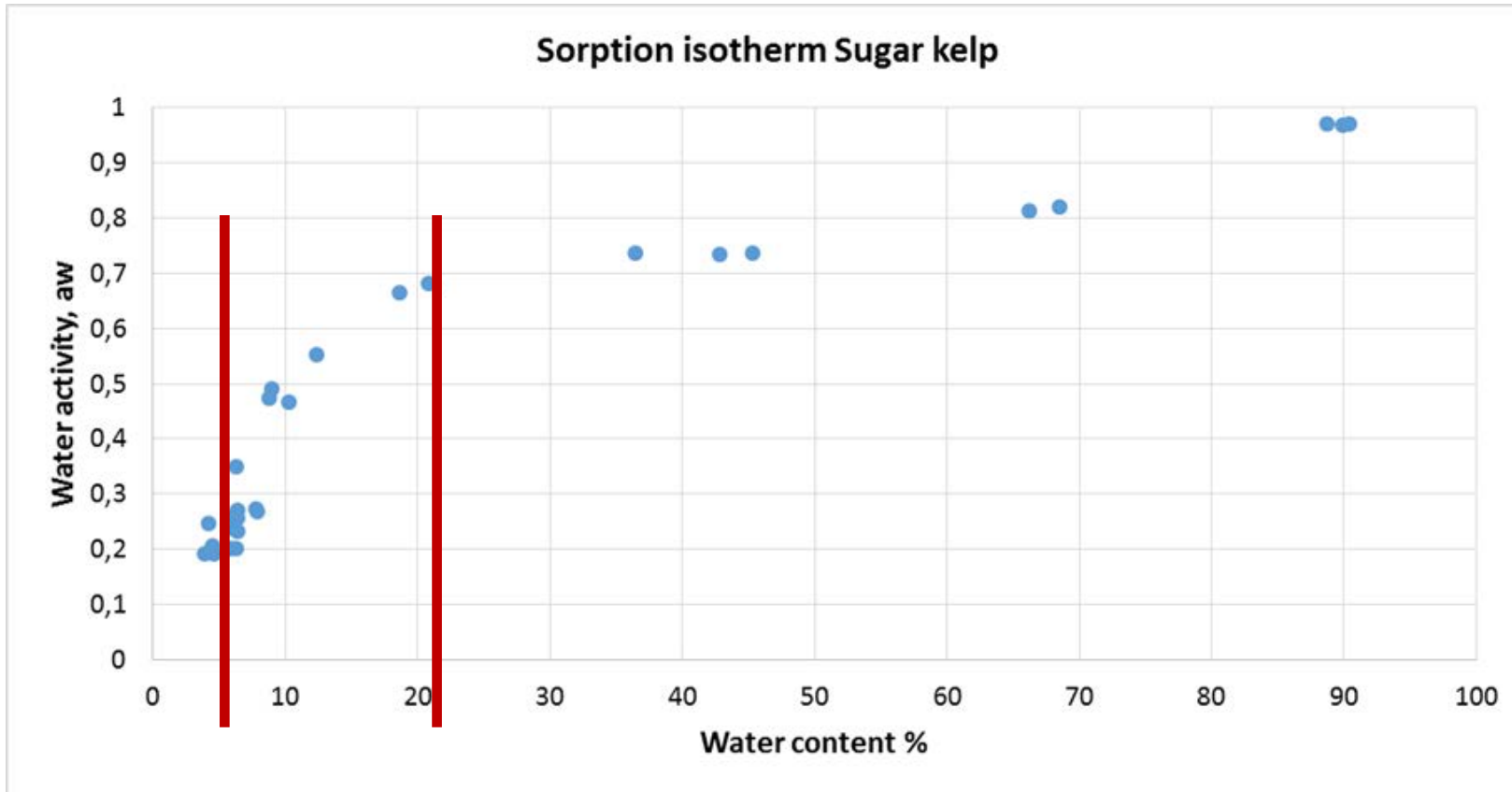
- Tørking som konservering av tare for senere prosessering.
- Tørking av tang til ferdig produkt.



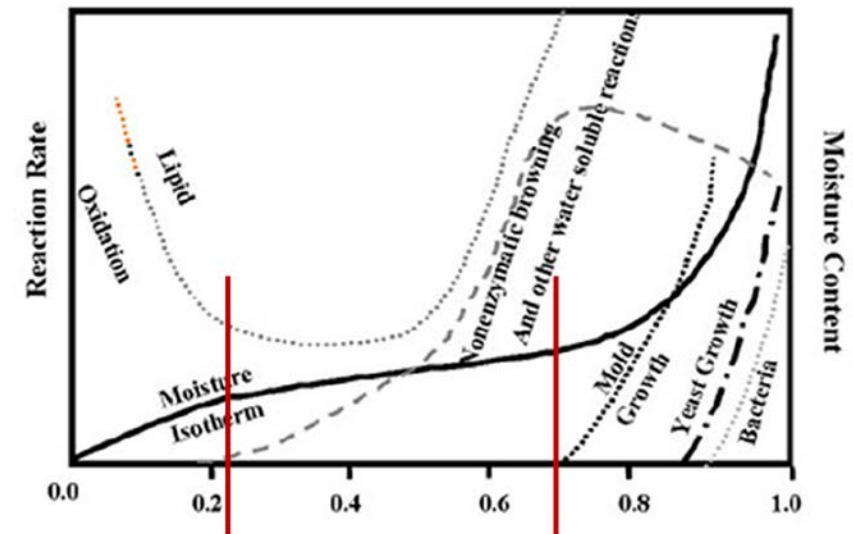
Produktstabilitet – vannaktivitet, a_w



Delvis tørking?



Reduksjon fra 90% til 20% vanninnhold i tare fjerner 98% av vannet.



Tørkemetoder



- Indirect dryer
- Direct dryer
- Rotary dryer
- Fluidized bed dryer
- Drum dryer
- Tunnel dryer
- Spray dryer
- Freeze drying
 - Vacuum
 - Atmospheric
- Microwave drying
- Ultrasonic drying
- Solar drying
- Spouted bed drying
- Impingement drying
- Conveyor drying
- Infrared drying
- Superheated steam drying
-



Tørking påvirker kvaliteten



Temperatur, tid og lufthastighet

- Tetthet
- Rehydreringsevne
- Farge, lukt, smak
- Nedbrytning av vitaminer, proteiner
- Pulver egenskaper
- Annet



- Indirect dryer
- Direct dryer
- Rotary dryer
- Fluidized bed dryer
- Drum dryer
- Tunnel dryer
- Spray dryer
- Freeze drying
 - Vacuum
 - Atmospheric
- Microwave drying
- Ultrasonic drying
- Solar drying
- Spouted bed drying
- Impingement drying
- Conveyor drying
- Infrared drying
- Superheated steam drying
-



Hylletørking – luft temperatur kontroll

Tørking av tang, monolayer – Produkttemperatur samme som tørkelufttemperatur

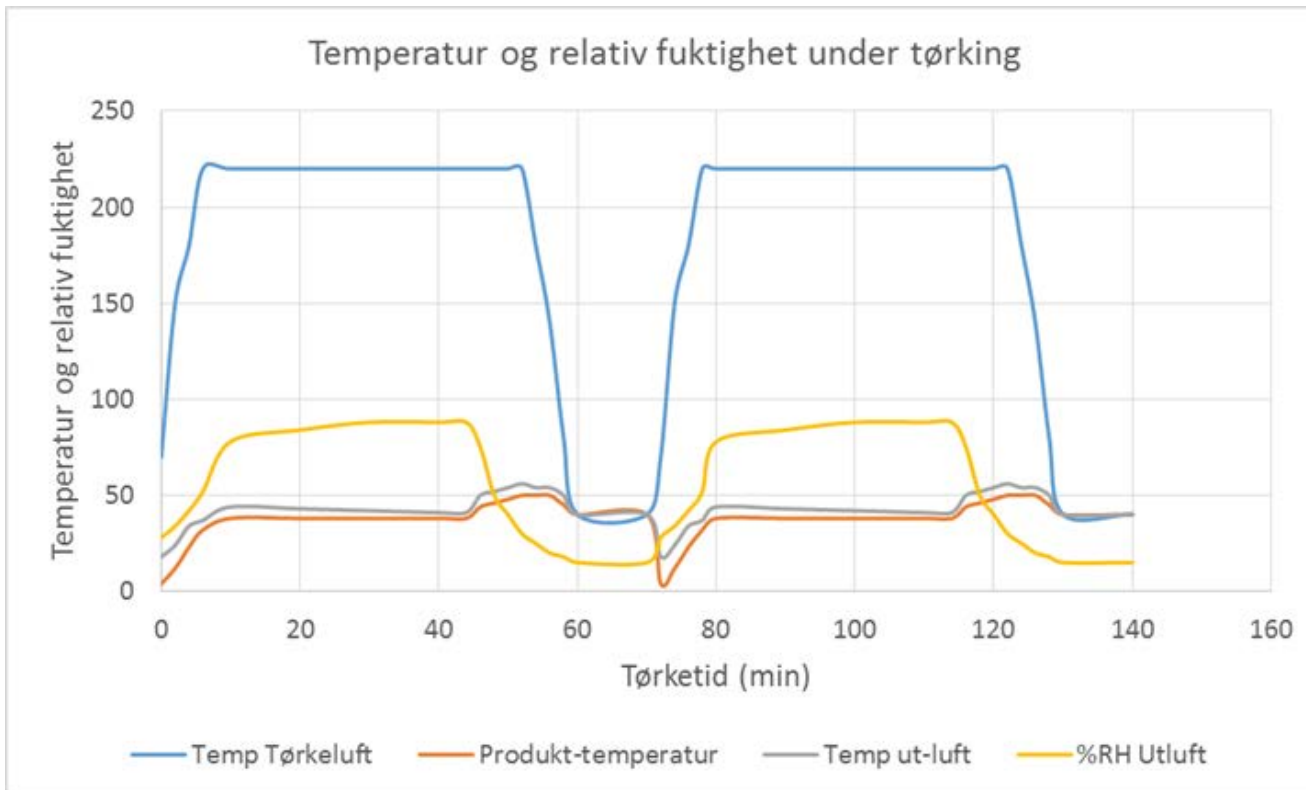




Kontroll under tørking som er avgjørende for kvalitet

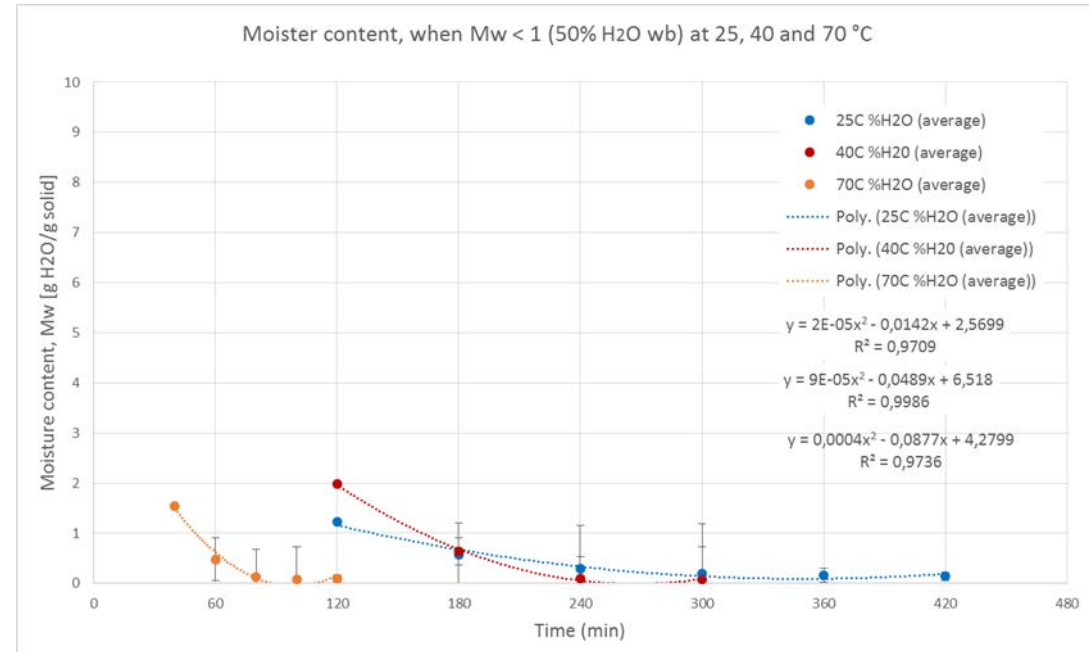
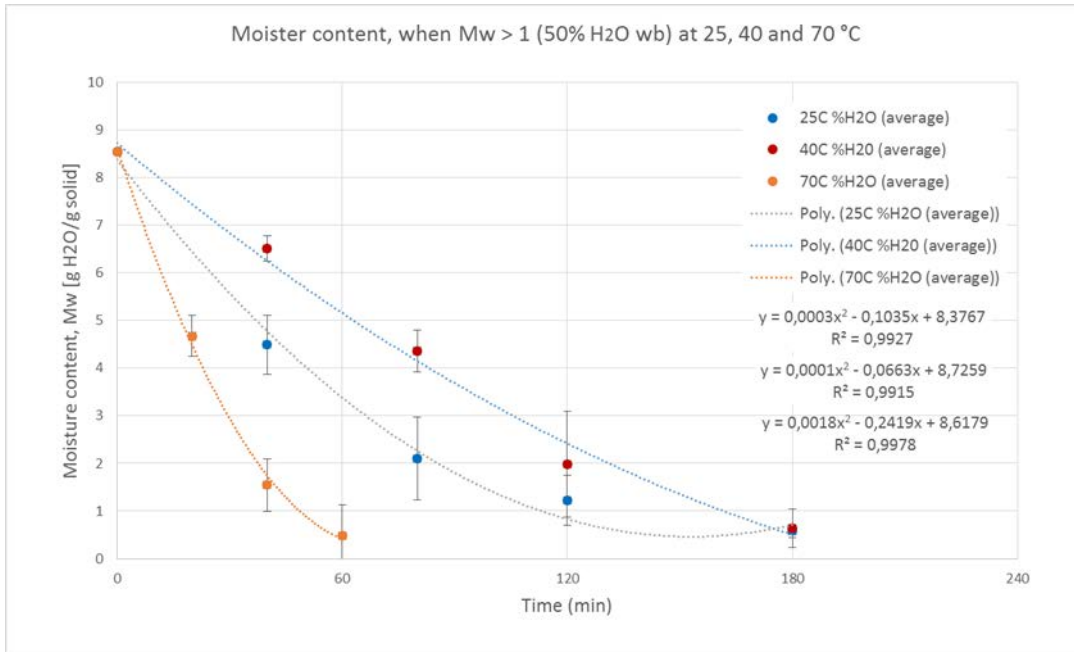
- Homogen tørking – god varme- og masseoverføring
- Fordampning holder produkttemperaturen lav uavhengig av innløpslufttemperatur

Baffel-tørking av tanghydrolysat





Tørkekinetikk viktig for optimalisering



Liten kvalitetsforskjell i tørket sukkertare lufttørket ved 25 °C sammenlignet med 70 °C,
Men 3 ganger høyere produksjonsvolum i samme produksjonsutstyr.

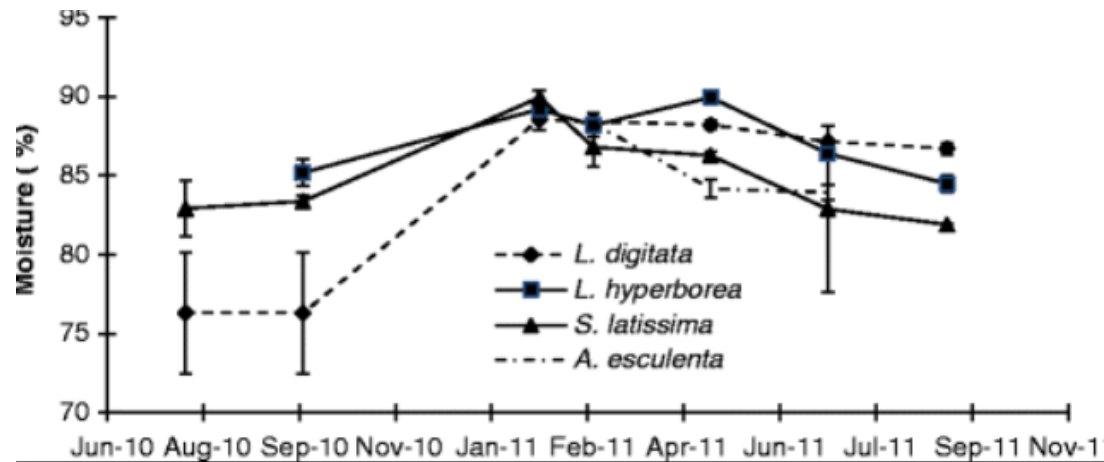
Variasjon i tørrstoff og proteininnhold



Variasjon mellom arter:

- *Saccharina* ~10%dm, ~10% protein,
- *Palmeria* ~20%dm, ~30% protein

Sesongvariasjon: Sakkarina 8-15%dm, 8-12% protein



Peter Schiener et.al

Konsekvenser for videre tørkeprosesser?





Overskuddsvarme i Norge

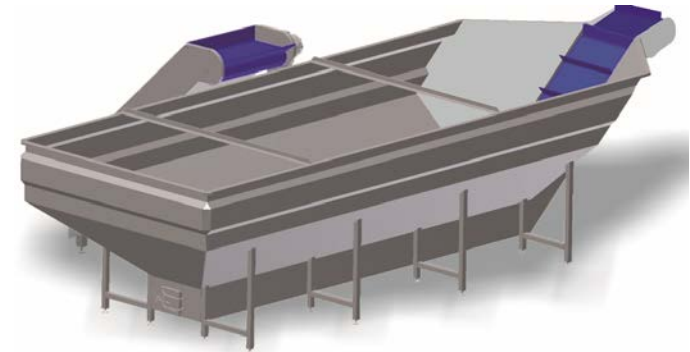
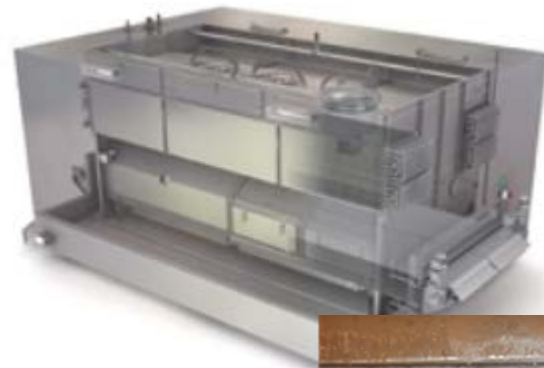
- En studie fra Enova i 2009 viste at overskuddsvarmen fra industrien utgjorde 36 % av energiforbruket på 53,7 TWh/år.





Konservering ved frysing

- Fryse on-eller off shore. Sørger for råvarer hele året.
- Energieffektive og miljøvennlige frysesystemer.
- Optimale fryse- og tinningsløsninger. Dry weight ~10 % → Cost x10 on dried product
 - Prevent quality- and drip-loss (incl. soluble proteins)





Potensial for frysing/opptining før tørking

Drypptap etter frysing og opptining av tang: > 40% av totalt vann

$$\text{Eff}_{\text{freezing}} = 37.8 \text{ kWh pr ton}$$

Energy cost for freezing: 15,1 NOK pr ton (0,40NOK/kWh)

Latent heat of evaporation = 630 kWh pr ton (real =1000-1600)

Loss of 400 kg liquid after thawing:

Reduce demand for $0.4 \times 630 = 252$ kWh drying energy

Reduction energy cost for drying: 100,1 NOK pr ton (0,40NOK/kWh)



Challenges:

loss of mass and eventually high priced products in drip-water



Oppsummering

- Hva er sluttproduktet ?
- Tilpasse tørking etter sluttproduktet
- Frysing gir et stabilt råstoff og "hjelper" tørkingen
- Bruk tilgjengelig overskuddsvarme.

Thank you for your attention!



SEAWEED INDUSTRY

**-A part of the solution for a
new bioeconomy in Norway**