

# Wat moeten we doen met zeewier?

Johan van Groenestijn, Jelle van Leeuwen, Paulien Harmsen



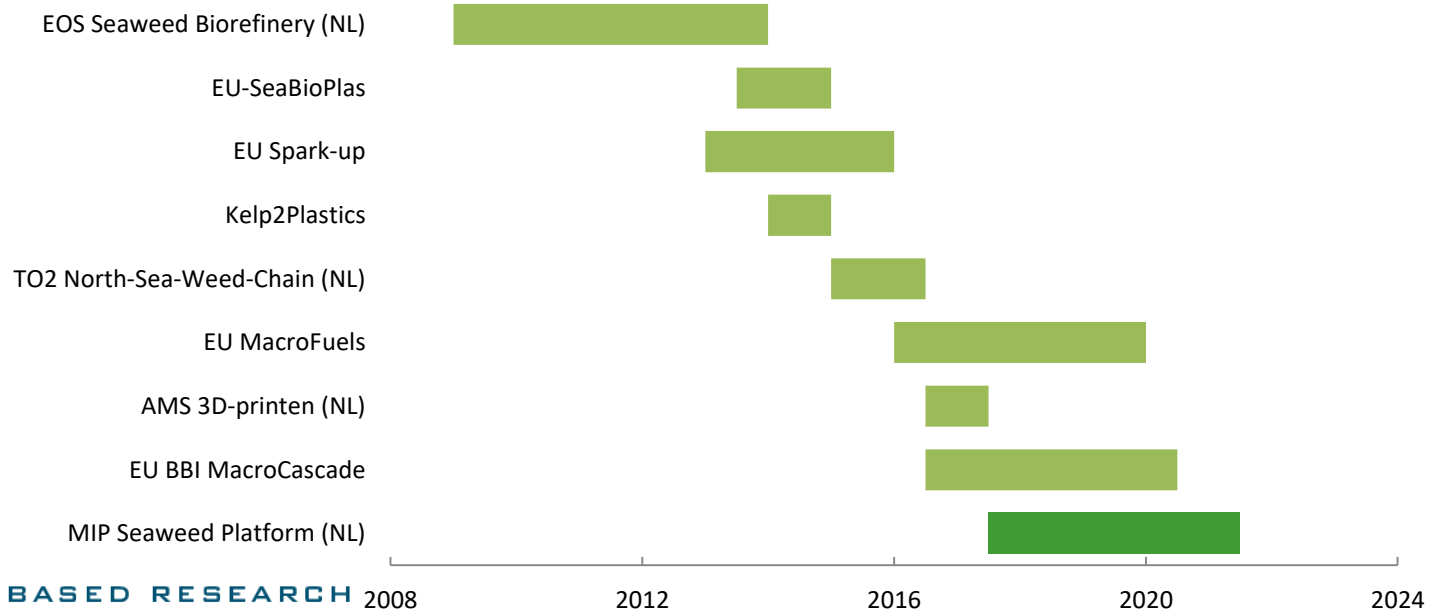
# Wageningen UR: Food & Biobased Research

- WFBR: 200 medewerkers
- Biobased Products: drie samenhangende programma's
  - Bioraffinage
  - Biobased chemicaliën & brandstoffen
  - Biobased materialen (bioplastics)
- Research faciliteiten
  - Lab schaal & pilot schaal



# Zeewierprojecten bij WFBR

- Nationale, Europese and bilaterale projecten
- Zeewierbioraffinaderij
  - Koolhydraten (voedingsmiddelenindustrie, bioplastics, chemicaliën, brandstoffen)
  - (Functionele) eiwitten voor voeding en veevoer
  - Biomaterialen



# Huidige teelt van zeewier

- Jaarlijks 20 miljoen ton zeewier verwerkt
- Vooral in Azië
- Kweek aan touwen
- Indien in Noordzee:  
€ 1 /kg DS





# Huidige toepassing van zeewier

- Voeding: nori (voor sushi), wakame (salade)
- Hydrocolloïden (gels): algiinaat, carrageen, agar
- 55 kton hydrocolloïden/jaar
- 30 kton algiinaat/jaar (€10-12/kg)
- 1 ton algiinaat uit 16 ton natte bruinwier
- Bijproducten: diervoer, meststof



# Andere toepassingen zijn in ontwikkeling

Winning van:

- Diverse soorten koolhydraten
- Eiwitten en peptide
- Mineralen
- Vitaminen (A en E)
- Lipiden (omega-3)
- Bioactieve stoffen
- Polyfenolen



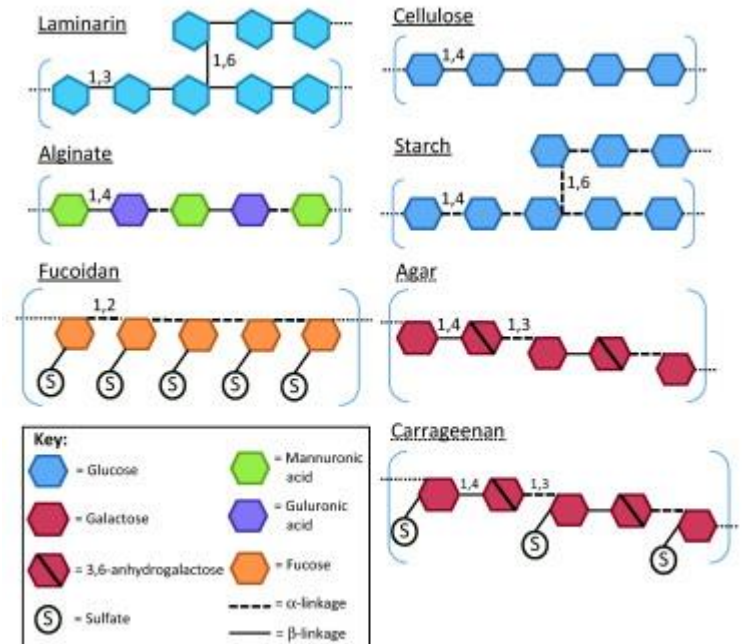
# Structurele verschillen

## ■ Drie groepen zeewier

- *Bruin (kelp)*: grote planten, bron van algiinaat
- *Rood*: grote planten, bron van xylaan, carrageen & agar
- *Groen*: kleinere planten, groeien aan het wateroppervlak

- Koolhydraten
  - Groen 25-50% van droge stof
  - Rood 30-60% van droge stof
  - Bruin 30-50% van droge stof
- Hoog watergehalte (70-90%)
- Hoog mineralengehalte (10-50% van droge stof); alkali-metalen
- Laag eiwitgehalte (7-15% van DS)
- Laag vetgehalte (1-5% van DS)

Jung (2013) *Bioresource Technology* **135**(0): 182-190



TRENDS in Biotechnology

Wei (2013) *Trends in Biotechnology* **31**(2): 70-77

# Onderzoeksgebieden zeewierbioraffinaderij

Nieuwe bioraffinagetechnologiën voor optimale uitnutting met een focus op unieke zeewier-bestanddelen die niet worden gevonden in landplanten (hydrocolloïden, eiwitten, chemische bouwstenen, functionele voedingsmiddelen)

- Ontwateren met een schroefpers en *expeller*
- Ontsluiting om suikers en eiwit te winnen
- Extractie van hydrocolloïden, chemicaliën, bioactieve stoffen
- Fermentatie naar alcoholen en zuren (brandstof/bioplastics)
- Chemische omzettingen
- Toepassing (voeding, veevoer, materialen, brandstoffen)





# Koolhydraatsamenstelling bruinwier

Seaweed	Storage		Cell wall	
	Carbohydrate	Building block	Carbohydrate	Building block
<b>Brown</b>	<b>Laminarin</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water soluble polysaccharide</li> <li>• Food reserve</li> </ul>	Glucose	<b>Alginate</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polysaccharide, difficult to hydrolyse</li> <li>• Structure and ion exchange</li> </ul>	Uronic acids (guluronic acid, mannuronic acid)
	<b>Mannitol</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water soluble sugar alcohol</li> <li>• Food reserve</li> </ul>	Mannitol	<b>Fucoidan</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulphated polysaccharide</li> <li>• Protection to dehydration; retains water</li> </ul>	Fucose (also galactose, mannose, xylose, glucuronic acid)

Onderscheid maken tussen gemakkelijk hydrolyseerbare/extraheerbare suikers (laminarine, mannitol) en de meer recalcitrante structuren (alginaat).



# Benadering (1)



## ■ *Saccharina Latissima* als een modelzeewier

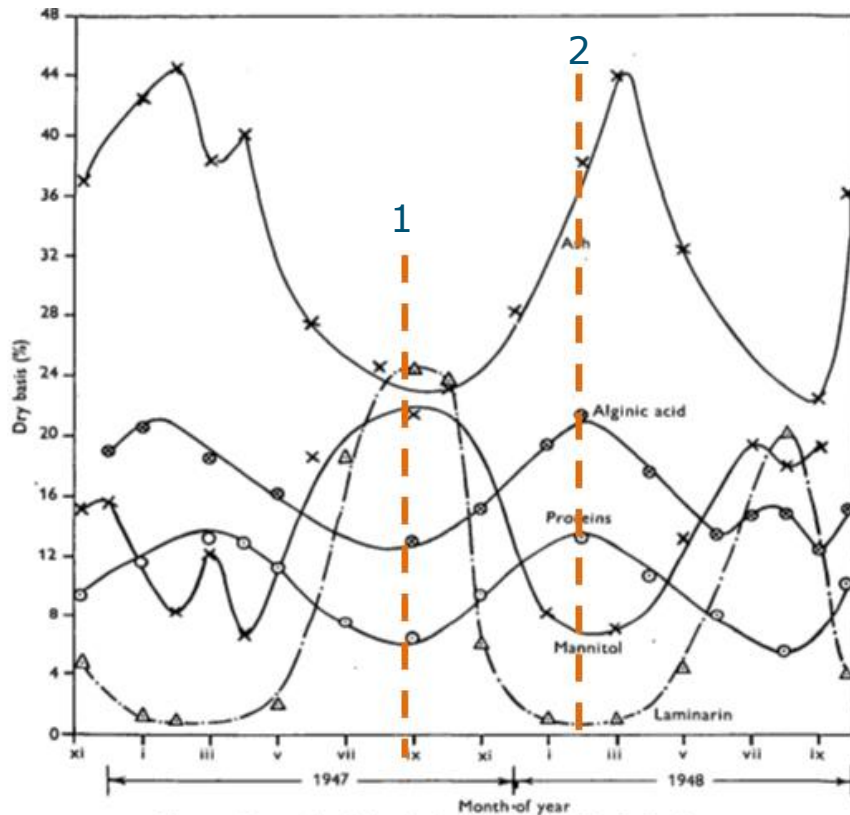


Fig. 19. Seasonal variation in *L. saccharina* (loose) whole plant.

## ■ Scenario 1

- Oogst in september
- Veel laminarine, mannitol
- Weinig alginaat, eiwit, as

## ■ Scenario 2

- Oogst february
- Veel alginaat, eiwit, as
- Weinig laminarine, mannitol



# Benadering (2)

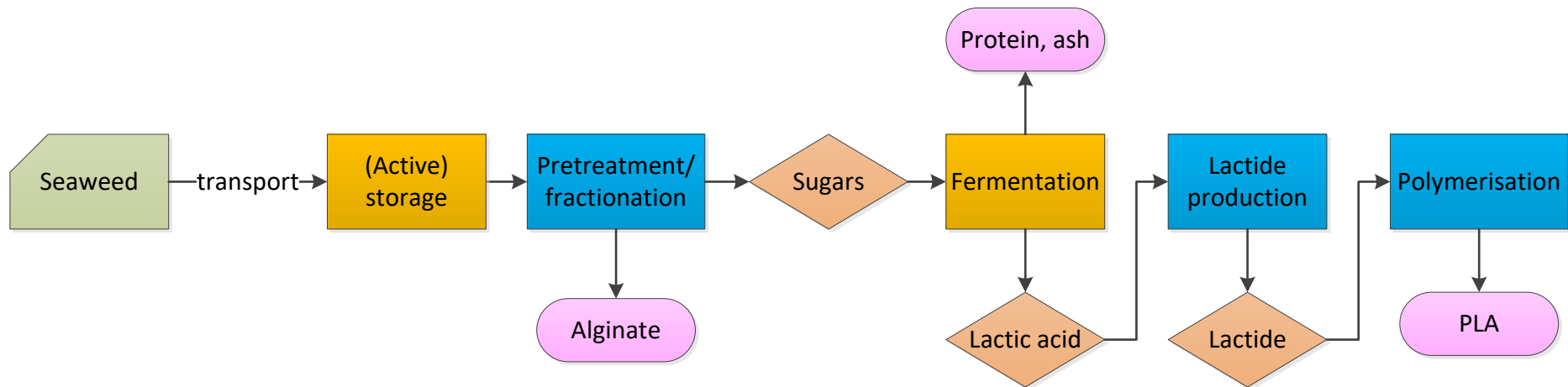
<i>Scenario</i>	Chemical composition (wt% dry)							
	Laminarin	Mannitol	Cellulose	Alginic acid	Fucoidan	Protein	Ash	Other
Scenario 1	24	22	8	12	5	6	23	0
Scenario 2	1	6	8	20	5	13	36	11

(Intermediate) product	Source	Price (€/kg)	Remarks
(Ferm) sugars	Laminarin, cellulose	0.3	Price comparable to sugars from food crops
Mannitol	Mannitol	1.0	Estimation
Fucoidan	Fucoidan	2.9	As high value product, no existing market (yet)
Alginate	Alginic acid	3.0	Technical grade. Price depending on quality. Can be as high as 10 €/kg or more.
Feed additive	Proteins	0.4	Estimation
Fertilizer	Ash	0.1	Estimation



# Waardeketen Ocean Forest

- Omzetting van bruinwier naar
  - Alginaat (technische kwaliteit) als hydrocolloïd
  - Fermenteerbare suikers voor de productie van melkzuur voor bioplastic PLA
  - Eiwit voor veevoer en as als meststof



# Biobased Product Innovation Plant



# Verschillen/overeenkomsten met reststromen van waterschappen

## Verschillen

- Speciaal gekweekt zeewier is kostbaar
- Bioraffinaderij moet minstens één hoogwaardige component opleveren

## Overeenkomsten

- Seizoensinvloeden: veranderende samenstelling
- Koolhydraten: fermentatiegrondstof; structuurmateriaal
- De Sargassum case





# Sargassum

- Spoelt in toenemende mate aan op kusten in Caribisch gebied. Stankoverlast.
- Door zeevervuiling en klimaatverandering.



# Sargassum oogsten



# Sargassum oogsten en benutten

Nu verwijderen en verzamelen op stortplaatsen.

Nieuwe methodes voor verwijdering voortdurend geïntroduceerd.

Aanwending (productie biogas, ethanol) bewezen in lab; nog niet toegepast op grote schaal.

Situatie en status vergelijkbaar met waterplanten in Nederland. Hou deze ontwikkelingen dus in de gaten.



# Gebruik zeewier door waterschappen

- Voor bioremediatie: zeewier neemt efficiënt verontreinigingen op uit water

