

# Nitrat og fosfat optag ved *steady state* vækst hos sukkertang – effekt af næringskoncentration og salinitet



AARHUS  
UNIVERSITET

Peter Schmedes, Teis Boderskov, Mette Møller Nielsen, Kytte Gerlich, Tanja Quottrup,  
Michael Bo Rasmussen & Annette Bruhn  
Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Silkeborg



## Formål

Formålet er at undersøge sukkertangs (*Saccharina latissima*) næringsoptagsrate (NOR) og effektivitet af næringsfjernelse (NRE %) ved steady state vækst.

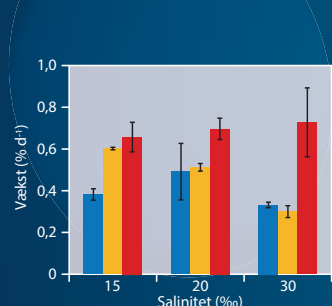
## Introduktion

Makroalger optager næringsstoffer gennem deres vækst og næringsstofferne fjernes fra økosystemet ved høst [4]. Derfor kan makroalgernes biomasse udnyttes i Danmark som virkemiddel mod kystnær næringsforurening og som en bæredygtig og genanvendelig biomasseressource. Både biomassen og selve næringsfjernelsen kan indgå i en økonomisk værdikæde [5]. I danske farvande er der store forskelle i salinitet og næringskoncentrationer, og begge disse faktorer påvirker væksten hos makroalger. Det er derfor vigtigt at identificere effekten af næringskoncentration og salinitet ved udvælgelse af dyrkningsområder.

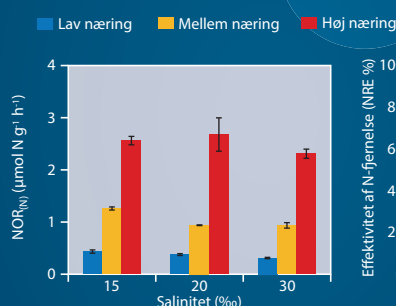
Her vurderes effekten af salinitet og næringskoncentration på vækst, N-indhold, næringsoptagsrate (NOR), effektiviteten af næringsfjernelse (NRE %) i et fire ugers interaktionsforsøg. Forsøget er en del af et større miljøprojekt, som skal belyse potentialet for produktion af biomasse og fjernelse af næring ved dyrkning af brunalger i danske farvande.

## Resultater

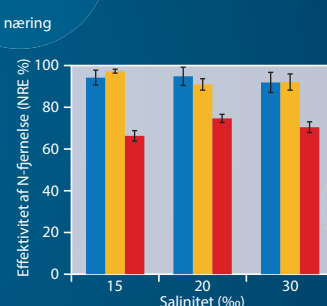
Dette studie estimerede vækstraten for sukkertang ved steady state til 0,3 til 0,73 (%·d<sup>-1</sup>), NOR<sub>(N)</sub> til 0,311 ± 0,012; 2,67 ± 0,318 (μmol N/gDW/time), NOR<sub>(P)</sub> til 0,0019 ± 0,0005; 0,057 ± 0,0057 (μmol P/gDW/time), NRE<sub>(N)</sub> til 66 ± 2 %; 97 ± 4 %, NRE<sub>(P)</sub> til 5 ± 1 %; 58 ± 1 %. Lysmængden varierede mellem behandlinger og indgik i statistikken. Næringskoncentrationen havde signifikant effekt på vækstraten (Figur 1) og optagsrate for N og P som enkeltfaktor (Figur 2 og 4), (p-værdi <0,05). Interaktionen mellem næring, salinitet og lys havde signifikant effekt på vækstraten (P-værdi <0,05), men kun næring havde signifikant effekt. Ligeledes havde kun næring signifikant effekt på NOR<sub>(N,P)</sub> (Figur 2 og 5). NRE % viste en tendens til at aftage med nitrat-koncentrationen, men at stige med fosfat-koncentrationen (Figur 4 og 6).



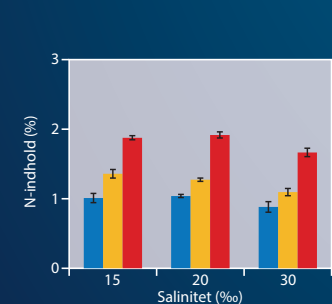
Figur 1. Vækstraten for sukkertang. Grafen viser middelværdien (n=3) ± S.E.



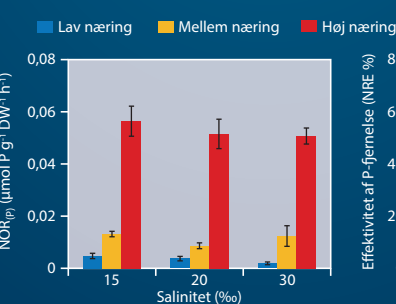
Figur 2. Optagsraten af kvælstof. Grafen viser middelværdien (n=3) ± S.E.



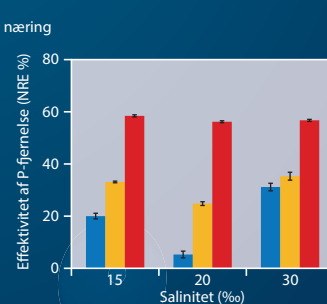
Figur 3. Effektiviteten for nitrat-fjernelsen. Grafen viser middelværdien (n=3) ± S.E.



Figur 4. N-indhold for behandlingerne. Grafen viser middelværdien (n=3) ± S.E.



Figur 5. Optagsrate for fosfat. Grafen viser middelværdien (n=3) ± S.E.



Figur 6. Effektiviteten for fosfat-fjernelse. Grafen viser middelværdien (n=3) ± S.E.

## Diskussion

Litteraturen viser stor variation indenfor NOR og NRE % hos store brunalger, hvilket især må tilskrives afgørende forskelle i brugte metoder samt artsforskelle. Vores vækstrater og NOR ligger i den lave ende af, hvad tidligere studier viser. Vores NRE er høje: (*L. japonica*) NOR<sub>(N)</sub> fra 0,54 ± 0,033 til 270 ± 17,35 μmol N/gDW/time; NOR<sub>Max(P)</sub> 0,83 μmol P/gDW/time; NRE<sub>(N)</sub> 44 % NRE<sub>(P)</sub> 40 % [6]. (*S. latissima*) NOR<sub>(N)</sub> på 10,4 μmol N/gDW/time og NRE<sub>(N)</sub> på 26-40 % [3]. (*S. latissima*) NOR<sub>Max(N)</sub> på 4,6-10,6 μmol N/gDW/time [1] (*Undaria pinnatifida*) NRE<sub>(NH₄, P)</sub> på 70-90 % og 32-82 % [2]. Forskelle mellem vores resultater og de nævnte studier kan skyldes, at vi undersøger en steady state situation og andre studier beskriver effekten af næringsberigelse på næringsbegrænsede alger og estimerer de fysiologiske responser indenfor 1-4 timer, hvilket har begrænset relevans for estimering af næringsfjernelse under stabile forhold.

## Perspektivering

Ved udvælgelse af dyrkningsområder bør prioriteres områder med relativt høje næringskoncentrationer, da det både øger vækstraten, N-indholdet og optagsraten for næring, hvilket har potentiel økonomisk værdi i forhold til biomasseanvendelse (protein), og udnyttelsen af algedyrkning til fjernelse af kvælstof. Saliniteten (15-30 ‰) havde ingen betydning for vækstraten eller næringsoptag, og behøver derfor ikke vægte tungt i valg af dyrkningssteder.

## Metoder & Materialer

**Forsøgsmateriale.** Sukkertang (*S. latissima*) af forskellige størrelser hentes fra 2-3 m dybde i Aarhus bugt og udstansninger (Ø=2 cm) tilvænes forsøgsbetingelserne: 3 saliniteter i 24 dage, lys: 140 ± 5 μE (16:8 (L:D)), 10°C. I 12 dage ni eksperimentelle behandlinger: tre saliniteter: (15, 20, 30 ‰), tre næringskoncentrationer PO<sub>4</sub>;NO<sub>3</sub> (μM); lav (0,43;5), mellem (0,56;15), høj (1,4; 50).

**Forsøget.** De tilvænnede skiver af sukkertang blev udsat for de forskellige behandlinger i ni dage (n=3). Biomasse-densitet ca. 2,5 g/L. En luftsten gav konstant omrøring. Dyrkningsmedie blev udskiftet hver dag og vandprøver til næringsstofanalyse blev taget før og efter vandskifte.

## Statistik

Simple Regression	P-værdi
Salinitet * vækstrate	0,24
Salinitet * NOR-NO <sub>3</sub>	0,84
Næring * vækstrate	0,0002 (*)
Næring * NO <sub>3</sub> optagsrate	0,000 (*)
Næring * PO <sub>4</sub> optagsrate	0,000 (*)
Lys * behandling	0,0108 (*)
Lys * vækstrate	0,10
Lys * NO <sub>3</sub> optagsrate	0,35
Lys * PO <sub>4</sub> optagsrate	0,42

Multiple Regression	R <sup>2</sup>
Vækstrate (*)	0,49
Salinitet	0,12
Næring	0,001 (*)
Vækstrate (*)	0,28
Salinitet	0,022 (*)
Lys	0,011 (*)
Vækstrate (*)	0,62
Salinitet	0,0089 (*)
Næring	0,0002 (*)
Lys	0,0114 (*)
NOR-NO <sub>3</sub> (*)	0,89
Salinitet	0,69
Næring	0,000 (*)
Lys	0,89
NOR-PO <sub>4</sub> (*)	0,94
Salinitet	0,301
Næring	0,000 (*)
Lys	0,655

**Analyse.** Nitratanalyse; VCI3-metoden. Fosfatanalyse; spektrofotometrisk. Næringsoptagsrate (NOR) (μmol·DW<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) = C<sub>0</sub> - C<sub>t</sub> \* vol/DW \* tid, NRE% = 100(100-(C<sub>0</sub>-C<sub>t</sub>), N-indhold: Elementanalyse på Thermal Conductivity Detector (TCD).

**Statistik.** I test for effekt af næring, salinitet og lys på vækstrate og NOR<sub>(N,P)</sub> anvendes Simple og Multiple Regression, (Statsgraphics Centurion).

**Tak** til Vandsektorens Teknologiuudviklingsfond.

## References

[1] Ahn, O., Petrell, R.J. & Harrison, P.J. (1998). Ammonium and nitrate uptake by *Laminaria saccharina* and *Nereocystis luetkeana* originating from a salmon sea cage farm. *J. Appl. Phycol.* 10:333-340. [2] Skriptsova, A.V. & Miroshnikova, N.V. (2011). Laboratory experiment to determine the potential of two macroalgae from the Russian Far-East as biofilters for IMTA. *Bioresour. Technol.* 102:3149-3154. [3] Subander, A., Petrell, R.J. & Harrison, P.J. (1993). *Laminaria* culture for reduction of dissolved inorganic nitrogen in salmon farm effluent. *J. appl. Phycol.* 5:455-463. [4] Troell, M., Chopin, T., Buschmann, A.H., Halling, C., Kautsky, N., Kraemer, G., Zertuche-González, J., Yarish, C. & Neefus, C. (2001). Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key towards sustainability. *J. Phycol.* 37:975-986. [5] Troell, M., Chopin, T., Buschmann, A.H., Halling, C., Kautsky, N., Kraemer, G., Zertuche-González, J., Yarish, C. & Neefus, C. (2003). Integrated mariculture: asking the right questions. *Aquaculture* 226:69-90. [6] Xu, D., Gao, Z., Zhang, X., Qi, Z., Meng, C., Zhuang, Z. & Ye, N. (2011). Evaluation of the potential role of the macroalgae *Laminaria japonica* for alleviating coastal eutrophication. *Bioresour. Technol.* 102:9912-9918.