

Fremmede tangarter i Danmark: Hvilke, hvornår og hvor udbredte?

Mads Solgård Thomsen, Dorte Krause-Jensen, Thomas Wernberg,
Peter Stæhr og Nils Risgård-Petersen

(d.v.s. de er 'sekundære introduktioner' i Danmark).

Vi beskriver her fremmede tangarter i Danmark og analyserer deres udbredelse i de danske farvande.

Spredning af fremmede dyr og planter er et velkendt problem, der koster samfundet store summer i tabte landbrugsudbytter, spredning af sygdomme og til etablering af kontrolforanstaltninger. Derudover kan der være alvorlige økologiske omkostninger i forbindelse med at oprindelige arters fordelingsmønstre, økosystemers biodiversitet og biogeokemiske stofkredsløb påvirkes væsentligt. De fleste kender til problemer med indførte planter som f.eks. Kæmpe-Bjørneklo, der spreder sig aggressivt på bekostning af oprindelig vegetation.

Mindre kendt er det, at den marine flora ligeledes er påvirket af fremmede tangarter (makroalger). En enkelt tangart, *Caulerpa*

taxifolia, har dog skabt store overskrifter i Middelhavs-regionen, Californien og Australien ('dræber-algen', Meinesz 1999), og har opnået den lidet flatterende berømmelse at blive placeret som nr. 19 på en liste over verdens 100 værste fremmede arter (<http://www.issg.org>).

Tangarter spredes naturligt via havstrømme som vegetative fragmenter samt over korte afstande som vandbårne sporer. De arter, vi betragter som fremmede for den danske tangflora, er typisk indført til forskellige steder i Europa enten fastsiddende på skibssider eller på transplanterede østers, og er siden spredt naturligt til Danmark via flydende fragmenter fra deres primære introduktion

Fremmede arter i Danmark

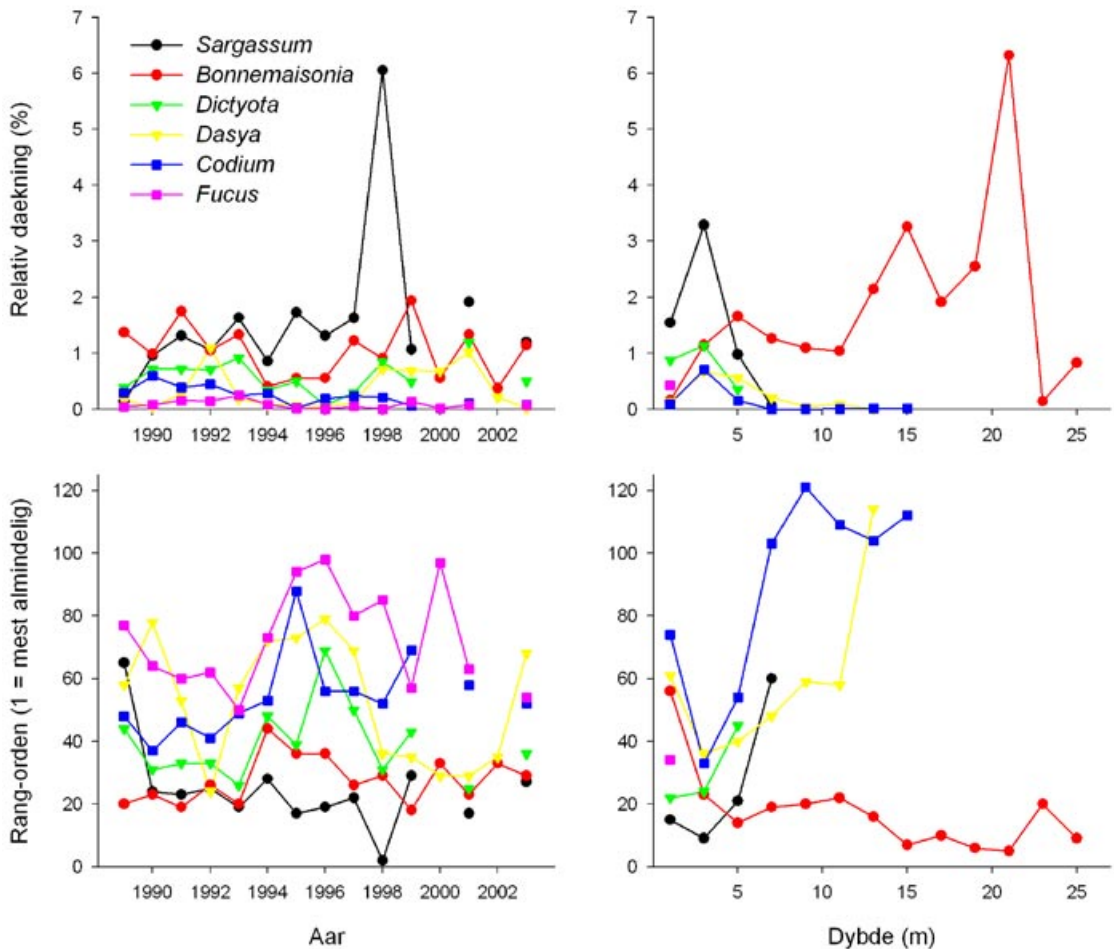
Ni tangarter, fordelt på fire rødalger, fire brunalger og en grøn-alge (tabel 1, boks 1) kan betegnes som mulige fremmede.

Opgørelsen inkluderer udelukkende arter, som er fundet fasthæftet i de danske farvande og ikke arter, der kun er fundet løstliggende i opskyl, som for eksempel *Cystoseira baccata*, *Saccorhiza polyschides*, *Himantalia elongata* og *Alaria esculenta* (Køie et al. 2000; Nielsen 2002). Opgørelsen omfatter heller ikke *Gracilaria gracilis* (Køie et al. 2000; Wallentinus 2002) som vi betragter som naturligt forekommende i Danmark, selv om Hopkins (2002) betragter den som introduceret i Norge.

Opgørelsen omfatter til gengæld de relativt nye fund af *Dicotyota dichotoma* og *Fucus evanescens*, omend det er muligt at disse repræsenterer naturlige geografiske

Figur 1. *Gracilaria vermiculophylla* i Vadehavet (foto M. Thomsen). Denne stillehavsart var ukendt i Danmark indtil for få år siden. En undersøgelse i september 2005 (Thomsen, ikke-publicerede data) viste at *Gracilaria* var den næstmest almindelige art på vaderne vest for Mandø. På billedet ses blandt andet hvordan *Gracilaria* er delvist dækket af sandormens aflejringer. Dette fænomen hjælper *Gracilaria* til delvist at modstå tidevandet, og skaber et enormt, hidtil ubenyttet, areal for yderligere ekspansion i vadehavet. Se i øvrigt Thomsen et al. (I trykken) for beskrivelse af lignende, børstetang-*Gracilaria*, interaktioner i Virginia.





Figur 1. Tidsudvikling (venstre-grafer, 1989-2003) og dybdefordeling (højre-grafer, 0-27 m) af de seks mest almindelige fremmede tangarter (de fire øvrige arter forekommer kun sporadisk i data-sættet). Et tomt datapunkt modsvare, at arten ikke er observeret i dette år/dybdeinterval.

ekspansioner fra naturligt forekommende bestande i det østlige Atlanterhav (Køie et al. 2000). Vi mener således ikke, at disse to arter skal sidestilles med de øvrige syv fremmede arter, der primært kommer fra stillehavsregionen, og som klart er indført til Europa gennem menneskelig aktivitet.

Tabel 1 inkluderer også to underarter af grønalg *Codium fragile* der er indført til Europa som separate introduktioner.

Antallet af fremmede arter udgør således ca. 1-3% af de hjemmehørende arter i Danmark, både per klasse og totalt set, eftersom vi har ca. 163 rød-, 129 brun- og 88 grønalg (Nielsen 2002).

Hvor almindelige er de fremmede arter?

Vores datasæt (box 1) omfatter 290 taxa, hvilket inkluderer 37 taxa der er registreret på højere niveau end art, een art som ikke tidligere er set i Danmark (Nielsen 2002) og to arter hvor tetrasporofyt- og gametofyt-livsstadierne er registreret separat. Af de 290 taxa udgør de 9 fremmede arter 3,76 % af den samlede dækning af tang i Danmark.

Sargassum muticum er den mest almindelige (1,38% relativ dækning, nr. 19 totalt set) og *Trailiella*-stadiet af *Bonnemaisonia hamifera* (i det følgende kaldt *Bonnemaisonia hamifera*) den næst-mest almindelige

(0,96%; nr. 26) af de fremmede tangarter.

Herefter følger *Dictyota dichotoma* (0,56%; nr. 40), *Dasya baillowiana* (0,35%; nr. 49), *Codium fragile* (0,24%; nr. 54), *Fucus evanescens* (0,10%; nr. 70), og endelig *Colpomenia peregrina*, *Gracilaria vermiculophylla* og *Polysiphonia harveyi* (<0,10%; hhv. nr. 112, 196 og 275).

Til sammenligning udgør de følgende syv oprindelige arter mere end 40% af vores samlede tangforekomster:

- *Ectocarpus siliculosus* (9,55%)
- *Ceramium rubrum* (8,67%)
- *Phycodrys rubens* (5,38%)
- *Polysiphonia fucoides* (5,13%)

Table 1. Liste over fremmede tangarter i Danmark.

	Art	Oprindelse	Transport	År Europa	År DK	Forekomst DK ₅
Rød	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> (tetrasporofyt) ₁	Stillehavet	Skib?	1890 (England) _{2,3}	1900? _{1,3,11}	Ns, Sk, Lf, Kn, Ke, Km, Ks, Sa, Sb
Rød	<i>Dasya baillouviana</i>	Middelhavet, W-Atlantehavet	Skib?/østers?	Naturlig _{3,8}	1961 ₃	Sa, Lb, Sb, Bw
Rød	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	Stillehavet	Østers?	Ca. 1990? (Frankrig?) ₆	2003 ₁₂	Horsens Fjord
Rød	<i>Polysiphonia</i> (= <i>Nesosiphonia</i>) <i>harveyi</i>	Stillehavet, NW-Atlantehavet	Epifyt?	1908 (England?) _{3,8}	1986 ₃	Lf, Kn
Brun	<i>Colpomenia peregrina</i>	Stillehavet	Østers?	1905 (Frankrig) ₈	1939 ₁₁	Lf, Kn
Brun	<i>Dictyota dichotoma</i>	Ø-Atlantehavet	Naturligspredning? Skib? ₅	Naturlig ₁₁	1939 ₁₁	Lf
Brun	<i>Fucus evanescens</i>	NØ-Atlantehavet (Stillehavet?) ₉	Naturligspredning? Skib?	1902 (Nordsøen?) ₈	1948 _{9,11}	Kn, Ke, Ks, Sa, Sf, Sb, Su
Brun	<i>Sargassum muticum</i>	Stillehavet	Østers?	1960s (Frankrig?) ₈	1984 _{10,11}	Sk, Lf, Kn
Grøn	<i>Codium fragile</i> ssp. <i>tomentosoides</i> + ssp. <i>scandinavicum</i>	Stillehavet	Skib/østers?	Ca. 1900 (Holland) ₈	1919 ₁₁	Lf, Kn, Ke, Km, Ks, Sa

1 = Gametofyt stadiet er ikke observeret i Danmark, 2 = Farnham (1980), 3 = Maggs og Stegenga (1999), 4 = P. fibillosa i Koch (1986) men = den introducerede *P. harveyi* ifølge Maggs og Stegenga (1999), 5 = Nielsen (2002), 6 = Ruess (2005), 7 = Wallentinus (2002), 8 = Reise et al. (1999), 9 = Lund (1949), 10 = Christensen (1984), 11 = Køie et al. (2000), 12 = J. Nicolaisen (pers. komm.).

'Forekomst'-kolonnen bygger primært på Nielsen (2002) og inkluderer kun factsiddende populationer. Denne reference findes online med et kort der viser inddelingen af danske farvande i henholdsvis Ns (Nordsøen), Sk (Skagerrak), Lf (Limfjorden), Kn (Kattegat nord), Ke (Kattegat øst), Ks (Kattegat syd), Km (Kattegat midt), Sa (Havet omkring Samsø), Lb (Lillebælt), Sf (Sydfyn), Sb (Storebælt), Sm (Smålandshavet mellem Sjælland og Lolland), Su (Øresund), Bw (Østersøen vest), Bm (Østersøen omkring Møn), og Bb (Østersøen omkring Bornholm).

- *Furcellaria lumbricalis* (4,56%)
- *Fucus vesiculosus* (3,92%)
- *Coccolytus truncata* (3,24%).

Er de fremmede arter blevet mere almindelige i nyere tid?

Gennem de sidste par hundrede år er de fremmede arter selvfølgelig blevet mere almindelige, da alle de fremmede arter jo er registreret første gang i dette århund-

rede (se tabel 1). *Sargassum muticum* blev eksempelvis registreret for første gang i Danmark i 1984 og blev i løbet af 1990'erne den mest almindelige art i Limfjorden (Stæhr et al. 2000). Når hyppigheden af de 10 arter beregnes som landsgennemsnit over perioden 1989-2003 (se boks 1), ser vi imidlertid ikke klare udviklingstendenser, men snarere 'tilfældige' fluktuationer (venstre-grafer, figur 2).

Sargassum muticum og *Bonnemaisonia hamifera* er gennem de fleste år de vigtigste fremmede arter og optræder ofte på Danmarks 'top 20-liste' over dominerende arter, ganske bemærkelsesværdigt, specielt for *Sargassum*, der har begrænset udbredelse i de vestlige danske farvande. Mest iøjefaldende er den høje forekomst af *Sargassum* i 1998, hvor den var den næstmest almindelige tangart i Danmark

Figur 2.

Top: *Codium fragile* fastsiddende på en østersskal (foto M. Thomsen).

Midt: Båd-skruen som en almindelig spredningsmetode. Her ses *Gracilaria vermiculophylla* omkring skruen på en båd i Vadehavet. Bemærk også løstliggende *Gracilaria* på vaden (foto M. Thomsen).

Bund: Første-forfatteren delvist begravet i en *Gracilaria vermiculophylla*-måtte på størrelse med en fodboldbane (i Virginia) (foto: C. Tyler).



(men ikke alle stationer blev undersøgt det år, se box 1).

På hvilke dybder vokser de fremmede arter?

Tangarter optræder på forskellige dybder, fordi de har forskellige fysiologiske optima i forhold til miljøfaktorer der varierer med dybden, for eksempel fysisk forstyrrelse, lys og sedimentering. Specielt lysets svækkelse i vandsøjlen afgør, hvor dybt en art kan vokse.

Overvågningsprogrammets (se box 1) dybeste observationer af de fremmede arter er følgende: *Bonnemaisonia hamifera* 24-26 m, *Codium fragile* 14-16 m, *Dasya bairdii* 12-14 m, *Sargassum muticum* 6 - 8 m, *Colpomenia peregrina*, *Dictyota dichotoma* og *Polysiphonia harveyi* 4-6 m, og endelig *Gracilaria vermiculophylla* og *Fucus evanescens* på 0-2 m. De fleste fremmede arter, bortset fra *Bonnemaisonia hamifera*, har størst relativ dækning på vanddybder lavere end 7 m (højre-grafer, figur 2), hvilket også er, hvor de fleste oprindelige arter har deres maximale udbredelse.

Dette mønster reflekteres også i algerne rangorden, bortset fra, at *Codium* og *Dasya* holder sig blandt de 120 mest almindelige arter i Danmark helt ned til ca. 15 m's dybde.

I sammenligning med de øvrige



Boks 1. Datagrundlag

Data anvendt i artiklen stammer fra vandmiljøplanernes overvågningsprogrammer. Data er indsamlet af amtterne og af Danmarks Miljø Undersøgelser og lagret i DMUs database MADS (<http://m-fdc.dmu.dk/>). Data omfatter >500 stationer fordelt langs de danske kyster på dybder ned til 30 m (fleste data <10 m) fra perioden 1989-2003. Antallet af undersøgte stationer varierer fra år til år, med færrest undersøgelser i 1998, 2000 og 2002.

Dykkere har registreret vegetationens sammensætning og visuelt vurderet deres dækningsgrad i forhold til forekomsten af hårdt substrat indenfor givne dybde-intervaller. De første år blev dækningsgraden vurderet efter en skala, som efterfølgende er omregnet til procent, mens dækningen de seneste år er vurderet direkte i procent.

Artiklens analyser er baseret på relative dækningsgrader, hvor vi for hver enkelt art har beregnet summen af dækningsgrader og divideret med summen af alle arternes dækningsgrader. Herved har vi kunnet rangordne tangarterne efter hyppighed, hvor den mest almindelige art får rangorden nr. 1.

Selvom datasættet er unikt som følge af dets store geografiske og tidsmæssige dækning, indeholder det begrænsninger. Mange tangarter er notorisk svære at arts-bestemme, og der kan derfor forekomme fejlregistreringer. Af de fremmede arter er specielt *Polysiphonia harveyi* (ligner andre *Polysiphonia*-arter, specielt *P. fibrillosa*), *Bonnemaisonia hamifera* (ligner f.eks. *Spermathamnion repens*) og *Fucus evanescens* (ligner andre *Fucus*-arter, specielt unge stadier) svære at bestemme, og deres forekomst er derfor behæftet med større usikkerheder. Desuden er data indsamlet om sommeren og vil derfor undervurdere betydningen af alger der dominerer på andre årstider. Endelig involverer programmet mange forskellige dykkere, og da den visuelle bestemmelse af algernes dækning er subjektiv, kan dette forårsage en del data variation.

Vi takker Amterne og DMU for deres store indsamlingarbejde og for at stille data til rådighed.

fremmede arter er *Bonnemaisonia* udpræget mørke-tolerant, og dens relative dominans stiger derfor med dybden. Arten er blandt de 25 mest almindelige arter på alle dybder dybere end 2 m. Data tyder derfor på, at indvandringen af *Bonnemaisonia hamifera* har ændret de dybe tangsamfund væsentligt.

Hvor findes de fremmede arter?

Ovenstående opgørelse er beregnet som landsgennemsnit. I Danmark er der imidlertid store geografiske forskelle i den relative betydning af havets miljøfaktorer. Specielt havets saltindhold, tilstedeværelsen af hårdt substrat og graden af bølgeeksponering varierer fra sted til sted.

Tang er oprindelig udviklet i havet, og de fleste arter er derfor følsomme overfor reduktioner i havets saltindhold. Derfor falder artsantallet fra den salte Nordsø (ca. 3,4‰ salt, >125 rødalger) til

det mere ferske vand ved Bornholm (0,7‰ salt, ca. 25 rødalger, Køie et al. 2000). Der er store forskelle på de fremmede arters udbredelse i Danmark (tabel 1, sidste kolonne). Kun *Dasya baillouiana* er registreret helt ind til den vestlige Østersø. *Fucus evanescens* findes til Øresund, *Bonnemaisonia hamifera* til Storebælt og *Codium fragile* til det sydlige Kattegat (men overvågningsprogrammets data viser dog, at *Codium* også findes ved Stevns Klint).

En del arter er primært fundet i Limfjorden og Kattegat (*Sargassum muticum*, *Polysiphonia harveyi*, *Dictyota dichotoma*, *Colpomenia peregrina*). Endelig er den helt nye *Graciliara vermiculophylla* kun fundet i Horsens Fjord (almindelig både fasthæftet og løstliggende), Vejle Fjord (sjældent) og Vadehavet (almindelig både løstliggende og inkorporeret i blåmuslingers fasthæftningstråde, specielt ved Mandø (M. Thomsen, september 2005).

Perspektiver

De to mest almindelige fremmede tangarter i Danmark er *Sargassum muticum* og *Bonnemaisonia hamifera*. *Sargassum* er mest dominerende i vestlige egne på vanddybder lavere end 6 m, mens *Bonnemaisonia* er almindelig over det meste af landet dybere end 6 m og dominerer ofte på vanddybder fra 10 til 25 m.

Vigtige spørgsmål er selvfølgelig, om introduktionerne har medført negative effekter, og om der er noget, man kan eller bør gøre for at undgå fremtidige introduktioner.

Desværre findes der kun få økologiske- og socioøkonomiske undersøgelser af effekterne. Økologiske feltundersøgelser begrænses af, at de må gennemføres retrospektivt i allerede påvirkede systemer. Derudover er det ikke ligetil at definere, hvad der er negativt og for hvem.

På nationalt niveau vurderer vi, at specielt de to mest alminde-

lige, *Sargassum* og *Bonnemaisonia*, har haft betydelige økologiske effekter, men hvor *Sargassum* har invaderet habitater med relativt stor artsdiversitet og dækning, har *Bonnemaisonia* etableret sig i habitater, der typisk er lys-stressede og naturligt har begrænsede tangforekomster.

Af speciel interesse er den helt nyligt introducerede *Gracilaria* art, der blev fundet første gang i Danmark i Horsens Fjord i 2003 af dykker J. Nicolaisen (i forbindelse med overvågningsprogrammet, box 1). Materialet er blevet DNA-analyseret af J. Rueness, Oslo Universitet, og dermed identificeret til *Gracilaria vermiculophylla* (mange *Gracilaria*-arter er næsten umulige at artsbestemme ved klassiske morfologiske metoder). *Gracilaria vermiculophylla* er også for nylig fundet i Sverige, Holland, Frankrig, Portugal, Tyskland, Mexico, Californien og Virginia (Rueness 2005; Thomsen et al. i trykken). I betragtning af artens hurtige spredning i Europa og egne (M.S. Thomsen) eksperimentielle erfaringer med materiale fra Virginia, forudser vi, at den bliver meget mere almindelig i de kommende år.

På grund af den enorme skibstrafik i danske farvande er det umuligt helt at forhindre introduktioner, men forholdsregler f.eks. i forbindelse med havbrug bør følges som standard. Det er f.eks. blevet foreslået, at østers der skal transplanteres, først skal 'renses' i blegemiddel i 3-5 minutter.

De mange sekundære introduktioner i Danmark viser med al tydelighed, at forholdsregler mod spredning af fremmede arter som restriktioner på tømning af skibes ballastvand, påbudt rensning af skibssider og forbud mod at transplantere dyr og planter kun har

værdi, hvis reglerne også gælder i omkringliggende lande.

Information søges.

I håb om at få mere information om fremmede tangarters udbredelse i de danske farvande vil vi gerne opfordre læsere, der har observeret en fremmed art i andre regioner end angivet i tabel 1, til at kontakte os. Vi vil gerne vide hvor og hvornår arten er observeret, om den er fundet som opskyl, fasthæftet eller drivende.

Vi er også meget interesserede i information om lokaliteter, hvor fremmede arter ser ud til at dominere. Specielt er vi interesserede i at høre om alle nye *Gracilaria* fund (se figur 1 og 3) samt fund af *Sargassum* fra Bælterne mod øst.

Endelig er vi igang med at undersøge udbredelsen af de to underarter af *Codium* (se figur 2), og efterlyser derfor materiale til mikroskopiske analyser: et par tørrede 'grene' fra så mange forskellige individer som muligt, indsendt med information om indsamlingsdato, lokalitet, dybde og vækstform (fasthæftet/drivende). Flere forskellige individer må meget gerne indsamles fra samme lokalitet da de kan være forskellige underarter. På forhånd mange tak for hjælpen!

Forfatterens adresser:

MST: Broens Kvarter 8, 2750 Ballerup, mads_thomsen@mailcity.com
 DKJ: dkj@dmu.dk
 TW: t.wernberg@ccu.edu.au
 PS: pastahr@zi.ku.dk
 NRP: nri@dmu.dk

Referencer

Christensen, T. (1984). Sargassotang, en ny algeslægt i Danmark. *Urt* 4: 99-104
 Farnham, W. (1980). Studies on aliens in the marine flora of southern England. In: Prince, J.H., Irvin, D.E.G. and Farnham, W.R. (Eds.) *The shore environment 2: Ecosystems*, Academic Press, London: 875-914.

Hopkins, C. (2002). Introduced marine organisms in Norwegian waters, including Svalbard. In: *Invasive Aquatic Species of Europe: Distribution, impacts and management*, Leppakoski, E. et al. (eds.). Kluwer Academic Press: 240-252.
 Koch, C. (1986). Attempted hybridization between *Polysiphonia fibrillosa* and *P. violacea* (Bangiophyceae) from Denmark; with culture studies primarily at *P. fibrillosa*. *Nord. J. Bot.* 6: 123-128.
 Koic, M., Kristiansen, Aa., Weitemyer, S. (2000) Havets dyr og planter. GADs Forlag: 351 pp
 Lund, S. (1949) Immigration of Algæ into Danish waters. *Nature* 164: 616
 Maggs, C., Stegenga, H. (1999). Red algal exotics on North Sea coasts. *Helgolander Meeresuntersuchungen*, p. 243-258.
 Meinesz, A. (1999). Killer algæ - the true tale of a biological invasion. The University of Chicago Press: 360 pp.
 Nielsen, R. (2002). Danish seaweeds, list of species and distributional index. Botanical Museum & Library, Gothersgade 130, DK-1123 Copenhagen K, Denmark, <http://www.botaniskmuseum.dk/bot/seaweeds.htm>
 Reise, K., Gollasch, S., Wolff, W.J. (1999) Introduced marine species of the North sea coast. *Helgolander Meeresuntersuchungen* 52: 219-234.
 Rueness, J. (2005). Life history and molecular sequences of *Gracilaria vermiculophylla* (Gracilariales, Rhodophyta), a new introduction to European waters. *Phycologia* 44:120-128.
 Stæhr, P., Pedersen, M.F., Thomsen, M.S., Wernberg, T., Krause-Jensen, D. (2000). Invasion of *Sargassum muticum* in Limfjorden (Denmark) and its possible impact on the indigenous macroalgal community. *Marine Ecology Progress Series* 207: 79-88.
 Thomsen, M.S., Gurgel, C.F.D., Fredericq, S., Mcglathery, K.J. I trykken. *Gracilaria vermiculophylla* (Rhodophyta, Gracilariales) in Hog Island Bay, Virginia: a cryptic alien and invasive macroalgæ and taxonomic corrections. *J. Phycol.*
 Wallentinus, I. (2002). Introduced marine algæ and vascular plants in European aquatic environments. In: *Invasive Aquatic Species of Europe: Distribution, impacts and management*, Leppakoski, E. et al. (eds.). Kluwer Academic Press: 27-52.