

Sargassum muticum

Japans bessenwier



© Graça Gaspar

Lectoren

Olivier De Clerck

Luna van der Loos

Wetenschappelijke naam

Sargassum muticum (Yendo) Fensholt, 1955 ^[1]

Het Japans bessenwier *Sargassum muticum* kwam oorspronkelijk enkel voor langs de **kusten van Japan, Rusland, Korea en China**. Dit bruinwier werd in Europa **ingevoerd samen met de Japanse oesters** (rechtstreeks uit Azië of met een Japans bessenwier geïnfecteerde kweek uit Canada). Hoewel Japans bessenwier al sinds de **jaren '70** regelmatig bij ons **aanspoelt** werden de eerste **vastzittende** exemplaren pas in **1999** aangetroffen, in de haven van Zeebrugge. In gebieden waar het Japans bessenwier een succesvolle invasie kent (niet in België), verdringt het de oorspronkelijke soorten door zijn snelle groei. Anderzijds ondersteunen drijvende wierpakketten op zee een rijke gemeenschap van mariene organismen die het zeewier gebruiken als voedselbron, beschutting, foerageergebied of vasthechtingsoppervlak.

Citatie: VLIZ Alien Species Consortium (2020). *Sargassum muticum* – Japans bessenwier. Niet-inheemse soorten van het Belgisch deel van de Noordzee en aanpalende estuaria anno 2020. Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ). 9 pp.

Oorspronkelijke verspreiding

Japans bessenwier kwam oorspronkelijk enkel voor in het noordwesten van de Stille Oceaan langs de kusten van Japan, Rusland, Korea en China ^[2].

Eerste waarneming in België

Losgeslagen en met de stroming meegevoerde pakketten Japans bessenwier spoelen sinds 1972-1973 aan op de Belgische kust ^[3]. De eerste vondst van een ter plaatse groeiend exemplaar dateert van 18 juni 1999, en werd gevonden in de haven van Zeebrugge (Verbindingsdok) op 3 meter diepte ^[4].

Verspreiding in België

Aanspoelsels van Japans bessenwier komen vaak voor langs onze kustlijn ^[3]. Van alle drijvende wierpakketten voor onze kust zijn immers de meeste toe te schrijven aan dit grote bruinwier ^[5]. De soort werd in België voor het eerst vastgehecht waargenomen in Zeebrugge ^[4], waar het zich in het hele havengebied stabiel verspreidde ^[6]. In het jaar 2000 werden er exemplaren in de Spuikom van Oostende gevonden. Bizar genoeg bleken er in de Spuikom tussen 2002 en 2004 geen vastgehechte exemplaren voor te komen. Vanaf 2005 kwam het wier er dan weer wel voor ^[6]. Vandaag worden groeiende exemplaren van het Japans bessenwier eveneens in De Panne, de Oostendse haven, De Haan en het Zwin waargenomen ^[7].

Verspreiding in onze buurlanden

De eerste waarneming van Japans bessenwier in Europa vond plaats op 17 februari 1973. Het ging meteen om een dertigtal vastgehechte exemplaren in de lagunes rond Bembridge, op het eiland Wright (ten zuiden van Engeland) ^[8-10]. Het is echter zeker dat het Japans bessenwier al enkele jaren eerder in die regio aanwezig was, aangezien er sinds 1971 exemplaren langs de Engelse kust aanspoelden ^[10]. In het Verenigd Koninkrijk wordt deze soort, samen met andere uitheemse soorten, nauw opgevolgd via het *Marine Aliens Project* ^[16]. In Ierland werd de soort pas in 2002 opgemerkt waar het blijft uitbreiden en als potentieel hoog invasief beschouwd wordt ^[17].

In Frankrijk werden er pas voor het eerst in 1976 groeiende exemplaren van het wier waargenomen ^[11]. Het Japans bessenwier verspreidde zich verder langs de Atlantische kusten – van Noorwegen tot Spanje – en in de Middellandse Zee. Deze verspreiding gebeurde voornamelijk op natuurlijke wijze – met behulp van de heersende zeestromingen – maar werd waarschijnlijk ook gefaciliteerd door oestertransport ^[8, 11].

De eerste aangespoelde wierfragmenten werden in Nederland op het eiland Texel in april-mei 1977 waargenomen ^[3, 12]. De eerste vastgehechte wieren werden in Nederland pas in 1980 aangetroffen. De soort was plots wijdverspreid en kwam zowel langs het eiland Texel, in het Grevelingenmeer, in het havenkanaal van Goes en in de Oosterschelde voor ^[13, 14]. Vandaag groeien er vooral in het Grevelingenmeer en in de Europoort in de Rotterdamse haven veel exemplaren ^[11].

In Zweden werd deze soort gesignaleerd bij de uitstroom van koelwater afkomstig van energiecentrales ^[15].

In de toekomst zou de klimaatsverandering de belangrijkste aanleiding voor areaaluitbreiding van deze soort richting het noorden kunnen vormen ^[16].

Wijze van introductie

De import van oesters bracht het wier van Japan naar West-Canada, waar het Japans bessenwier voor het eerst in 1944 opgemerkt werd. Men vermoedt nu dat het wier op dezelfde manier vanuit West-Canada in Frankrijk geïntroduceerd werd. Vanuit Frankrijk verspreidde het wier zich waarschijnlijk op natuurlijke wijze verder doorheen Europa ^[8, 11].

Natuurlijke verspreiding gebeurt voornamelijk via fertiele zijtakken. Deze kunnen zich losrukken en zich via de zeestroming verspreiden, en vervolgens in nieuwe gebieden voor nakomelingen zorgen. Zelfs het hele wier kan – samen met het substraat waaraan het is vastgehecht – beginnen drijven en zo in nieuwe gebieden terecht komen. Hoewel het wier – eens losgerukt – zich niet op een nieuwe plek kan vestigen, kan het zich wel nog voortplanten ^[8, 18].

Factoren waardoor deze soort zo succesrijk is in onze contreien

Het Japans bessenwier kent een hoge groeisnelheid ^[19] en kan in het wild tot 4 cm per dag groeien ^[8]. Dit niet-inheemse wier kan tot 10 meter ^[8] lang worden en produceert een groot aantal nakomelingen ^[20].

Tijdens de zomer en het najaar breken de zijtakken af en daarmee soms ook rijpe voortplantingsstructuren, ook wel receptacula genoemd. Deze drijven verder weg en kunnen tot drie maanden overleven ^[21]. De receptacula produceren zowel eicellen (tot 300) als zaadcellen en doen aan zelfbevruchting. Eén exemplaar van amper 15 gram kan meer dan een half miljoen nakomelingen produceren ^[20], vaak op aanzienlijke afstand van de ouderorganismen. Dit nomadisch bestaan draagt sterk bij tot het succes van de wiersoort.



Ondanks deze eigenschappen gedraagt het Japans bessenwier zich niet als een typische exoot. De typische exoot heeft namelijk een korte levenscyclus, waarin hij op een zo jong mogelijke leeftijd zo veel mogelijk nakomelingen produceert en vervolgens een vroege dood sterft. Het Japans bessenwier verschilt hiervan door zijn lange levensduur van gemiddeld zeven jaar. Daarenboven zou de aanwezigheid van andere exemplaren de jonge wieren helpen om zich te vestigen. Dit laatste suggereert dat deze soort zijn omgeving kan aanpassen aan zijn eigen noden ^[22].

Grazers die zich voeden met wieren hebben vaak een specifiek dieet en stappen niet snel over wanneer zich een nieuwe voedselbron aanbiedt. Hierbij kan het uitheemse wier *Sargassum muticum* een competitief voordeel hebben ten opzichte van inheemse wieren die wel begraasd worden ^[23, 24].

Sargassum muticum blijkt een grotere resistentie te hebben tegen fouling ^[25]. Doordat er minder wieren en algen groeien op deze soort wordt er minder licht ontnomen en dit werkt de invasiviteit van de *Sargassum* soorten verder in de hand.

Factoren die de verspreiding beïnvloeden

Japans bessenwier kan een brede waaier van omgevingsomstandigheden aan. Hoge temperaturen zijn echter gunstig en bespoedigen de verspreiding van deze soort. Het wier vindt ideale groeiomstandigheden bij 25 °C en bij een zoutgehalte van 34 psu. Het Japans bessenwier kan echter ook in ongunstigere omstandigheden – bij temperaturen die variëren tussen 10 en 30 °C en een zoutgehalte dat schommelt tussen 6,8 en 34 psu – groeien ^[26]. De soort kan zich voortplanten in zowel warme als koude wateren, op voorwaarde dat het zoutgehalte niet lager is dan 16 psu ^[2]. Ter vergelijking: het zeewater van de Noordzee heeft een zoutgehalte van ongeveer 35 psu.

Deze bruinwiersoort heeft een groot drijfvermogen, waardoor de verspreiding over grote afstanden via de zeestromingen mogelijk wordt. Zo kon het Japans bessenwier zijn leefgebied in Engeland jaarlijks met meer dan 100 kilometer uitbreiden in noordoostelijke richting door te liften op gunstige zeestromingen ^[11].

Het is nog geen uitgemaakte zaak of de klimaatopwarming al dan niet in het voordeel zal spelen van het wier. Door de toenemende CO₂-concentraties in de lucht (en dus ook de zee) zullen de oceanen verzuren. Het toenemende gebruik van pesticiden zorgt voor eutrofiëring, i.e. een overvloed van nutriënten. Een onderzoek van Xu *et al.* (2017) ^[27] wees uit dat een toename in het CO₂-gehalte en een verhoogde eutrofiëring elk apart een versterkte groei van het wier teweegbrachten, maar een combinatie van de twee effecten niet.

(Potentiële) effecten en maatregelen

Het Japans bessenwier verdringt inheemse soorten door zijn snelle groei. De grote wiertakken werpen een schaduw over de andere wiersoorten die dicht tegen de bodem groeien ^[28], waardoor deze onvoldoende zonlicht krijgen om te kunnen overleven. Op deze manier verdween o.a. het suikerwier *Saccharina latissima* ter hoogte van Grandcamp (Normandië, Frankrijk) begin de jaren '90 ^[29].


Ook in de Waddenzee zouden inheemse wiersoorten zoals *Vertebrata fucoïdes*, *Pterothamnion plumula* en *Elachista fucicola* verdrongen worden door het Japans bessenwier ^[30]. Deze inheemse soorten groeien daar op recent gevormde harde substraten – gecreëerd door de invasieve Japanse oester (*Crassostrea gigas*) – en zouden na de komst van het Japans bessenwier opnieuw weggeconcurrereerd worden ^[29].

Het Japans bessenwier treedt dus in competitie met inheemse wiersoorten. De meningen zijn echter sterk verdeeld over het feit of deze daarbij ook een effect heeft op de lokale gemeenschappen die met deze wieren in associatie leven. Uit de ene studie blijkt dat deze soort geen opvallende veranderingen in geassocieerde gemeenschappen zou veroorzaken ^[31]. Andere studies benadrukken dat deze soort wel degelijk veranderingen doorheen het ganse ecosysteem kan teweeg brengen ^[32]. Hoe groter de wiermassa hoe groter de impact, alhoewel de sterkte hiervan kan schommelen afhankelijk van het seizoen en specifieke interacties met andere soorten, dus ook afhankelijk van het gebied waar het onderzoek plaatsvindt en de daar voorkomende soortengemeenschappen ^[33].

Het exotisch machospookkreeftje (*Caprella mutica*) wordt vaak in relatie gebracht met Japans bessenwier, zoals aangetoond in de haven van Zeebrugge ^[34]. Het wier vormt drijvende thalli, waaraan *Caprella mutica* zich kan vasthechten en op deze manier verder kan verspreiden ^[35]. Dit is een bewijs dat *Sargassum muticum* de impact van andere invasieve soorten in de hand kan werken.

Japans bessenwier kan ook voor de mens overlast veroorzaken ^[28]. Hieronder worden enkele voorbeelden (niet exhaustief) opgelijst van problemen uit streken waar de soort in grote aantallen aanwezig is:

- Drijvende wiermatten raken verstrikt in visnetten en in schroeven van schepen;
- Bij massale stranding van wierpakketten kan na een poos een (kortstondige) reukhinder ontstaan door het rottingsproces ^[36];
- Japans bessenwier verstopt leidingen van zowel schepen als industriële installaties;
- Begroeiing op kweekbedden van oesters en mosselen (bv. in Frankrijk) vertraagt de groei van deze weekdieren en bemoeilijkt het oogsten;
- Dichte wierpakketten hinderen recreatievaartuigen met buitenboordmotor, zwemmers, hengelaars.



In Britse wateren probeerde men al meerdere malen Japans bessenwier uit te roeien, maar zonder succes. Courant gebruikte technieken zijn het manueel of machinaal verwijderen of het besproeien van het wier met herbiciden. De herbiciden bleken echter niet selectief genoeg en vereisten een te hoge dosis. Ook de mogelijkheid om de soort biologisch onder controle te houden werd onderzocht. Er werd helaas geen enkele soort gevonden die het Japans bessenwier boven andere wieren prefereerde ^[21, 28].

In het geval van Belgische mariene wateren wordt vermeld dat *Sargassum muticum* zich vooral in havengebieden zou bevinden en, tegen de verwachtingen in, geen economische schade lijkt aan te richten op deze plaatsen ^[37]. Maatregelen om deze soort te verwijderen werden bij ons dus nog niet toegepast.

Analyses tonen aan dat bioactieve stoffen aanwezig in *Sargassum muticum* een potentiële economische betekenis zouden kunnen hebben voor de soort in Europa en dat de collectie van deze soort dus interessant zou kunnen zijn in het kader van toekomstige beheerplannen ^[38]. Verder doet de plant aan biosorptie, wat betekent dat die verschillende stoffen uit het water kan opnemen, zoals fenol ^[39] en arseen ^[40]. Hierdoor kan de plant in de toekomst misschien aangewend worden om schadelijke stoffen uit vervuilde wateren te halen.

Specifieke kenmerken

In het oorspronkelijke verspreidingsgebied aan de Japanse kust is dit bessenwier veel kleiner dan in het Verenigd Koninkrijk ^[41]. Bij ons kan één enkel wier 5 tot 10 meter lang worden.

Het wier vormt lange, jaarlijks terug groeiende takken die uitgerust zijn met talloze kleine drijfblazen. Deze drijfblazen zorgen ervoor dat deze zijtakken in de waterkolom rechtop staan of drijven aan de oppervlakte ^[8]. In de zomer en najaar breken deze zijtakken met de rijpe voortplantingsstructuren af. Deze kunnen tot drie maanden al drijvend overleven ^[20] en zo grote afstanden afleggen en nieuwe plaatsen koloniseren. Eénzelfde zijtak produceert zowel eicellen als zaadcellen en is in staat zichzelf te bevruchten. De jonge wiertjes vestigen zich op harde ondergronden – soms op aanzienlijke afstand van de ouderplanten – en groeien gedurende koudere wintermaanden traag door. In het volgende voorjaar en zomer groeien ze uit tot volwassen afmetingen. Bij het afbreken van zijtakken in de late zomer en najaar is de cyclus rond. De basis van de ouderplanten blijven echter staan en schieten in het voorjaar opnieuw uit ^[4].

Dijkvoeten, grinddammen en pieren worden meestal tot ongeveer 2,5 meter diep massaal gekoloniseerd ^[4]. Het wier groeit gewoonlijk dicht tegen de oppervlakte, al kan het ook dieper – tot op 25 meter diepte – voorkomen ^[8].

Referenties

- [1] World Register of Marine Species (WoRMS) (2020). *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, 1955. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=494791> (2020-11-17).
- [2] Wallentinus, I. (1999). *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, Sargassaceae, Fucales, Phaeophyceae (Japweed, wire weed, strangle weed), in: Gollasch, S. et al. Exotics across the ocean. Case histories on introduced species: their general biology, distribution, range expansion and impact: prepared by Members of the European Union Concerted Action on testing monitoring systems for risk assessment of harmful introductions by ships to European waters (MAS-CT-97-0111). Department of Fishery Biology, Institute for Marine Science, University of Kiel: Germany: pp. 21-30. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=123813>]
- [3] Coppejans, E.; Rappé, G.; Podoor, N.; Asperges, M. (1980). *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt ook langs de Belgische kust aangespoeld. Dumortiera 16: 7-13. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=3616>]
- [4] De Blauwe, H. (2000). Japans bessenwier *Sargassum muticum* gevestigd te Zeebrugge. De Strandvlo 20(1): 33-35. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=19298>]
- [5] Vandendriessche, S. (2007). Drijvend zeewier als efemeer neustonisch habitat = Floating seaweed as ephemeral neustonic habitat. PhD Thesis. Universiteit Gent: Gent. 155 pp. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=106496>]
- [6] Kerckhof, F.; Haelters, J.; Gollasch, S. (2007). Alien species in the marine and brackish ecosystem: the situation in Belgian waters. Aquat. Invasions 2(3): 243-257. [<http://www.vliz.be/en/imis?module=ref&refid=114365>]
- [7] Waarnemingen afkomstig van Waarnemingen.be: een initiatief van Natuurpunt Studie vzw en de Stichting Natuurinformatie (2011). Japans bessenwier - *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. http://waarnemingen.be/soort/view/20187?from=1900-08-04&to=2011-08-18&species=soort+20187&prov=0&maand=0&os=0&prov_wg=0&page=1 (2018-09-27).
- [8] Gollasch, S.; Minchin, D.; Rosenthal, H.; Voigt, M. (Ed.) (1999). Exotics across the ocean. Case histories on introduced species: their general biology, distribution, range expansion and impact: prepared by Members of the European Union Concerted Action on testing monitoring systems for risk assessment of harmful introductions by ships to European waters (MAS-CT-97-0111). Department of Fishery Biology, Institute for Marine Science, University of Kiel: Germany. ISBN 3-89722-248-5. 73 pp. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=123809>]
- [9] Farnham, W.F.; Fletcher, R.L.; Irvine, L.M. (1973). Attached *Sargassum* found in Britain. Nature (Lond.) 243: 231-232. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=206402>]
- [10] Critchley, A.T.; Farnham, W.F.; Morrell, S.L. (1983). A chronology of new European sites of attachment for the invasive brown alga, *Sargassum muticum*, 1973-1981. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 63(4): 799-811. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=206266>]
- [11] Wolff, W.J. (2005). Non-indigenous marine and estuarine species in the Netherlands. Zool. Meded. 79(1): 3-116. [<http://www.vliz.be/en/imis?module=ref&refid=101200>]
- [12] Prud'homme van Reine, W.F. (1977). Japans bessenwier aan onze kust. Het Zeepaard 37(4): 58-63. [<http://www.vliz.be/en/imis?module=ref&refid=116961>]
- [13] Prud'homme van Reine, W.F.; Nienhuis, P.H. (1982). Occurrence of the brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt in The Netherlands. Bot. Mar. 25: 37-39. [<http://www.vliz.be/en/imis?module=ref&refid=120967>]
- [14] Prud'homme van Reine, W.F. (1980). De invasie van het Japans bessenwier in Nederland. Vita Marina Zeebiologische Dokumentatie: zeebiologie, zeeaquariologie, malacologie, in: [s.d.]. Vita Marina Zeebiol. Doc. Mariene Flora, 19. Stichting Biologia Maritima: Den Haag: pp. 35-40. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=76072>]

- [15] Fagerholm, B.; Andersson, J.; Florin, A.-B. (2013). Monitoring of alien species at nuclear power plants in Sweden, in: Robbins, J. et al. Non-indigenous species in the North-East Atlantic. Ostend, 20-22 November 2013: Book of abstracts. VLIZ Special Publication, 66. Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO)/Flanders Marine Institute (VLIZ): Oostende: pp. 22. [<http://www.vliz.be/nl/catalogus?module=ref&refid=230688>]
- [16] Reid, P.C.; Valdes, L. (Ed.) (2011). ICES status report on climate change in the North Atlantic. ICES Cooperative Research Report, 310. ICES: Copenhagen. ISBN 978-87-7482-096-3. 262 pp. [<http://www.vliz.be/nl/catalogus?module=ref&refid=207971>]
- [17] Rae, M.; Folch, H.; Moniz, M.B.J.; Wolff, C.W.; McCormack, G.P.; Rindi, F.; Johnson, M.P. (2013). Marine bioactivity in Irish waters. *Phytochemistry Reviews* 12(3): 555-565. [<http://www.vliz.be/en/imis?module=ref&refid=226492>]
- [18] Naylor, M. (2006). Alien species in Swedish seas: Japweed (*Sargassum muticum*). Second update. Alien species in Swedish seas and coastal areas. Informationscentralerna för Bottniska viken, Egentliga Östersjön och Västerhavet: Sweden. 4 pp. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=207072>]
- [19] Hales, J.M.; Fletcher, R.L. (1989). Studies on the recently introduced brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt: IV. The effect of temperature, irradiance and salinity on germling growth. *Bot. Mar.* 32(167-176). [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=120970>]
- [20] Norton, T.A.; Deysher, L.E. (1988). The reproductive ecology of *Sargassum muticum* at different latitudes, in: Ryland, J.S. et al. Reproduction, Genetics and Distributions of Marine Organisms: 23rd European Marine Biology Symposium, School of Biological Sciences, University of Wales, Swansea, 5-9 September 1988. International Symposium Series, 23. Olsen & Olsen: Swansea: pp. 147-152. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=27056>]
- [21] Farnham, W.; Murfin, C.; Critchley, A.T.; Morrell, S. (1980). Distribution and control of the brown alga *Sargassum muticum*, in: Levring, T. Xth International Seaweed Symposium. Proceedings Göteborg, Sweden, August 11-15, 1980. Walter De Gruyter: Göteborg: pp. 277-282. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=124106>]
- [22] Engelen, A.; Santos, R. (2009). Which demographic traits determine population growth in the invasive brown seaweed *Sargassum muticum*? *J. Ecol.* 97(4): 675-684. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=206670>]
- [23] Engelen, A.H.; Henriques, N.; Monteiro, C.A.; Santos, R. (2011). Mesograzers prefer mostly native seaweeds over the invasive brown seaweed *Sargassum muticum*. *Hydrobiologia* 669(1): 157-165. [<http://www.vliz.be/nl/catalogus?module=ref&refid=297663>]
- [24] Monteiro, C.A.; Engelen, A.H.; Santos, R.O.P. (2009). Macro- and mesoherbivores prefer native seaweeds over the invasive brown seaweed *Sargassum muticum*: a potential regulating role on invasions. *Mar. Biol. (Berl.)* 156(12): 2505-2515. [<http://www.vliz.be/en/imis?module=ref&refid=258590>]
- [25] Schwartz, N.; Dobretsov, S.; Rohde, S.; Schupp, P.J. (2017). Comparison of antifouling properties of native and invasive *Sargassum* (Fucales, Phaeophyceae) species. *Eur. J. Phycol.* 52(1): 116-131. [<http://www.vliz.be/nl/catalogus?module=ref&refid=301908>]
- [26] Eno, N.C.; Clark, R.A.; Sanderson, W.G. (Ed.) (1997). Non-native marine species in British waters: a review and directory. Joint Nature Conservation Committee: Peterborough. ISBN 1-86107-442-5. 152 pp. [<http://www.vliz.be/nl/imis?module=ref&refid=24400>]
- [27] Xu, Z.G.; Gao, G.; Xu, J.T.; Wu, H.Y. (2017). Physiological response of a golden tide alga (*Sargassum muticum*) to the interaction of ocean acidification and phosphorus enrichment. *Biogeosciences* 14(3): 671-681. [<http://www.vliz.be/nl/catalogus?module=ref&refid=301645>]
- [28] Critchley, A.T.; Farnham, W.F.; Morrell, S.L. (1986). An account of the attempted control of an introduced marine alga, *Sargassum muticum*, in Southern England. *Biol. Conserv.* 35: 313-332. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=120978>]

- [29] Givernaud, T.; Cosson, J.; Givernaud-Mouradi, A. (1991). Etude des populations de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt sur les côtes de Basse-Normandie (France), in: Elliott, M. et al. Estuaries and Coasts: Spatial and Temporal Intercomparisons. ECSA 19 Symposium, University of Caen, France. International Symposium Series, 3. Olsen & Olsen: Fredensborg: pp. 129-132. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=121303>]
- [30] Lang, A.C.; Buschbaum, C. (2010). Facilitative effects of introduced Pacific oysters on native macroalgae are limited by a secondary invader, the seaweed *Sargassum muticum*. J. Sea Res. 63(2): 119-128. [<http://www.vliz.be/nl/catalogus?module=ref&refid=297665>]
- [31] Engelen, A.H.; Primo, A.L.; Cruz, T.; Santos, R. (2013). Faunal differences between the invasive brown macroalga *Sargassum muticum* and competing native macroalgae. Biological Invasions 15(1): 171-183. [<http://www.vliz.be/nl/catalogus?module=ref&refid=297686>]
- [32] Salvaterra, T.; Green, D.S.; Crowe, T.P.; O’Gorman, E.J. (2013). Impacts of the invasive alga *Sargassum muticum* on ecosystem functioning and food web structure. Biological Invasions 15: 2563-2576. [<http://www.vliz.be/nl/catalogus?module=ref&refid=297687>]
- [33] Vaz-Pinto, F.; Olabarria, C.; Arenas, F. (2014). Ecosystem functioning impacts of the invasive seaweed *Sargassum muticum* (Fucales, Phaeophyceae). J. Phycol. 50(1): 108-116. [<http://www.vliz.be/nl/catalogus?module=ref&refid=297689>]
- [34] Boets, P.; Lock, K.; Goethals, P.L.M. (2012). Assessing the importance of alien macro-Crustacea (Malacostraca) within macroinvertebrate assemblages in Belgian coastal harbours. Helgol. Mar. Res. 66(2): 175-187. [<http://www.vliz.be/en/imis?module=ref&refid=206987>]
- [35] Hebbelinc, L. (2010). Monitoring van exotische macro-invertebraten in de Vlaamse havens. MSc Thesis. Universiteit Gent, Faculteit Bio-Ingenieurswetenschappen: Gent. 87 pp. [<http://www.vliz.be/en/imis?module=ref&refid=197447>]
- [36] Global Invasive Species Database (2005). *Sargassum muticum*. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=727&fr=1&sts=sss&lang=EN> (2008-03-04).
- [37] Belgische Staat (2012). Initiële beoordeling voor de Belgische mariene wateren: Kaderrichtlijn Mariene Strategie – Art 8, lid 1a & 1b. BMM/Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu: Brussel. 81 pp. [<http://www.vliz.be/en/imis?module=ref&refid=220230>]
- [38] Tanniou, A.; Vandanjon, L.; Incera, M.; Leon, E.S.; Husa, V.; Le Grand, J.; Stiger-Pouvreau, V. (2014). Assessment of the spatial variability of phenolic contents and associated bioactivities in the invasive alga *Sargassum muticum* sampled along its European range from Norway to Portugal. J. Appl. Phycol. 26: 1215-1230. [<http://www.vliz.be/nl/catalogus?module=ref&refid=297693>]
- [39] Rubin, E.; Rodriguez, P.; Herrero, R.; de Vicente, M.E.S. (2006). Biosorption of phenolic compounds by the brown alga *Sargassum muticum*. J. Chem. Technol. Biot. 81(7): 1093-1099. [<http://www.vliz.be/nl/catalogus?module=ref&refid=301905>]
- [40] Vieira, B.R.C.; Pintor, A.M.A.; Boaventura, R.A.R.; Botelho, C.M.S.; Santos, S.C.R. (2017). Arsenic removal from water using iron-coated seaweeds. J. Environ. Manage. 192: 224-233. [<http://www.vliz.be/nl/catalogus?module=ref&refid=301644>]
- [41] Rueness, J. (1989). *Sargassum muticum* and other introduced Japanese macroalgae: biological pollution of European coasts. Mar. Pollut. Bull. 20(4): 173-176. [<http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=117886>]