

Niet-inheemse soorten van het Belgisch deel van de Noordzee en aanpalende estuaria

Oesterparasiet



© Susan Bower, Fisheries and Oceans Canada

De oesterparasiet *Bonamia ostreae* is van oorsprong afkomstig uit Californië en werd van daaruit via oestertransport geëxporteerd naar Europa (in 1979). Een precieze datum voor de eerste waarneming van de parasiet voor onze kust ontbreekt. De aanwezigheid van de soort is pas in 1998-1999 bevestigd voor de Spuikom in Oostende. In Frankrijk, Nederland en België verdween de inheemse platte oester *Ostrea edulis* nagenoeg volledig tengevolge van deze parasiet. Infectie met deze bloedcelparasiet veroorzaakt bij platte oesters ontstekingen, die na 2-3 jaar vaak de dood tot gevolg hebben. Zowel de Japanse oester *Crassostrea gigas* als de mossel *Mytilus edulis* blijken resistent.

Wetenschappelijke naam

Bonamia ostreae Pichot, Comps, Tigé, Grizel & Rabouin, 1980

Oorspronkelijke verspreiding

De oesterparasiet kwam oorspronkelijk enkel voor in Californië en werd van daaruit via oestertransporten geëxporteerd naar andere staten in de Verenigde Staten (Washington en Maine), naar Canada (Brits Columbia) en naar Europa [1].

Eerste waarneming in België

Deze parasiet moet zich na 1979 ook langs de Belgische kust en in de Spuikom van Oostende verspreid hebben [2]. Een precieze datum voor de eerste Belgische waarneming is echter niet duidelijk, maar de parasiet verspreidde zich - na de eerste observatie in Frankrijk in 1979 - wel razendsnel over gans Europa via het transport van oesters tussen oesterkwekerijen. Nadat een eerste poging (1934-1974) voor het opzetten van een integrale kweek met platte oesters in de Spuikom werd stopgezet door een te slechte waterkwaliteit [3,4], wilde men vanaf 1996 een nieuwe poging wagen. Als men niet zeker is of een nieuwe kweekplaats al dan niet *Bonamia*-geïnfecteerd is (zoals toendertijd het geval was voor de Spuikom), is het volgens een Europese richtlijn verboden besmette oesters binnen te brengen in dit gebied [5]. Omdat *Bonamia* al sinds 1979 wijdverspreid was in Europese oesterkweken [6] en geen enkel Europees land de garantie kon geven dat hun oesters *Bonamia*-vrij waren, moest men gecertificeerde *Bonamia*-vrije platte oesters uit Canada importeren [5]. Door een Europees importverbod voor Canadese oesters, was men echter al snel nadien verplicht om platte oesters uit Europa te gebruiken [7]. De hoop om introductie van de parasiet in de Spuikom te vermijden bleek dus ijdel: ook de Spuikom bleek in 1998-1999 aangetast door de parasiet [5].

Verspreiding in België

Een onderzoek naar de aanwezigheid van de oesterparasiet in de Spuikom in 2008 - uitgevoerd door het (toenmalige) nationale referentielaboratorium voor bacteriologische en virale besmettingen bij



tweekleppige weekdieren in opdracht van het FAVV – bleek positief [8]. Er zijn echter geen recentere gegevens beschikbaar over de huidige infectiegraad in de Spuikom en/of de Belgische kustzone [9].

Verspreiding in onze buurlanden

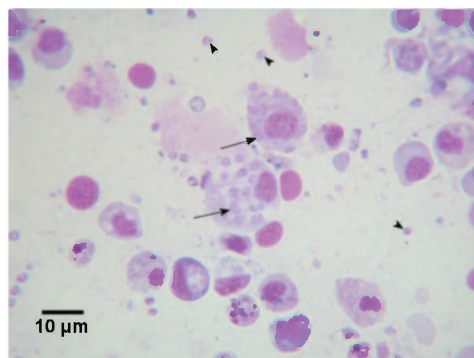
De oesterparasiet werd in juni 1979 voor het eerst in Europa gesignaleerd in platte oesters – met een bijzonder hoge mortaliteitsgraad – die in L'ÎleTudy in Zuid-Bretagne (Frankrijk) gekweekt werden [10]. Kort hierna werd de aanwezigheid van de parasiet in bijna alle oesterkwekerijen in Bretagne vastgesteld [11].

Ondanks de aanwezigheid van deze parasiet worden er nog steeds platte oesters in deze regio gekweekt, zij het met een sterk verminderd rendement (- 90 %) [12]. Het percentage platte oesters dat met de oesterparasiet geïnfecteerd was varieerde doorheen de jaren tussen 2 en 37 % met een gemiddelde rond 13 % [13].

Na de introductie in Frankrijk verspreidde de parasiet zich snel – via verplaatsingen van kweekoesters [14], - en werd hij in 1980 aangetroffen in Asturia (Spanje) [15], Denemarken [14] en Nederland. In Nederland gebeurde de introductie in Yerseke (Oosterschelde) met oesters afkomstig uit Frankrijk. Door strikte preventiemaatregelen kon de introductie van de oesterparasiet in het aangrenzende Grevelingenmeer tot 1988 uitgesteld worden [16]. In het Grevelingenmeer waren tijdens de lente in de periode 1989–2006 gemiddeld 15 % van de oesters geïnfecteerd [17].

In Groot-Brittannië wordt de oesterparasiet gemeld vanaf 1982 [18] en in Ierland vanaf 1987 [19]. De oesterparasiet is ondertussen wijdverspreid langs de Europese kusten, van aan Marokko tot Denemarken en eveneens in Groot-Brittannië en Ierland [20].

De Deense Limfjord regio blijft echter gevrijwaard van deze parasiet [21].



Oesterparasieten binnenin bloedcellen (pijltes) en buiten het weefsel (pijlpunten) in het hart van een zwaar besmette platte oester.

© Susan Bower, Fisheries and Oceans Canada

Wijze van introductie

De oesterparasiet is waarschijnlijk in Europa geïntroduceerd via de import van besmette platte oesters uit de Verenigde Staten (Californië) [22].

Redenen waarom deze soort zo succesrijk is in onze contreien

Er is nog weinig geweten over de levenscyclus van deze parasiet [12], waardoor het moeilijk is om de exacte reden voor zijn succes te achterhalen. Zo is het exacte mechanisme waarmee de oesters geïnfecteerd raken nog ongekend [12]. Wel is geweten dat platte oesters geïnfecteerd kunnen raken indien ze geplaatst worden in een regio waar de parasiet aanwezig is [23]. Hoewel de parasiet meestal wordt aangetroffen in bloedcellen (haematocyten), komt hij soms ook voor buiten cellen, vooral rond de kieuwen van de oester. Daarom wordt er vermoed dat de parasiet via de kieuwen van de oester in het water terecht kan komen om vervolgens nabijgelegen oesters (eveneens via de kieuwen) te infecteren [12].

Wat waarschijnlijk een rol heeft gespeeld in de snelle verspreiding van de parasiet in Europa is het feit dat de platte oesters in kwekerijen regelmatig onderhevig zijn aan stressfactoren – zoals verplantingen en stockage in bassins – waardoor ze extra gevoelig worden voor infecties met deze parasiet [16].

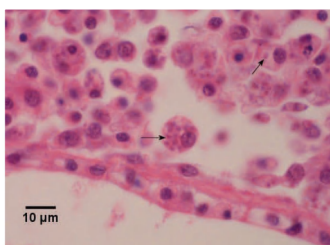
Factoren die de verspreiding beïnvloeden

Het transport van platte oesters heeft deze parasiet naar Europa gebracht, en secundaire transporten - bijvoorbeeld van Frankrijk naar Nederland - droegen bij tot een verdere verspreiding van deze exoot [20].

Omdat de larven van de platte oester hun eerste 8 tot 10 dagen binnenin de mantelholte van de oester doorbrengen, kunnen besmette moederdieren deze larven infecteren. Vervolgens dragen deze larven tijdens hun planktonische fase bij tot de verspreiding van de parasiet [12].

Verzwakte oesters lijken vatbaarder voor infectie. Zo zijn oesters vatbaarder voor infectie met de oesterparasiet na jaren blootgesteld te zijn geweest aan lagere voedselbeschikbaarheid en lagere zoutgehalten (onder 29,5 PSU) [17]. Ter vergelijking: het zeewater in de Noordzee heeft een zoutgehalte van ongeveer 35 PSU.

Effecten of potentiële effecten en maatregelen



Enkele oesterparasieten (pijljes) in het weefsel van een platte oester
© Susan Bower, Fisheries and Oceans Canada

Eenmaal een oester besmet is, veroorzaakt de parasiet ontstekingen in het kieuwweefsel en afbraak van bindweefsel [11]. Doordat de oesterparasiet ook de bloedcellen (haematocyten) binnendringt leidt infectie tot uitputting van de oester die uiteindelijk een hongerdood sterft [24]. De aanwezigheid van de parasiet kan na 2 jaar tot de dood van de gastheer leiden [11]. In sommige populaties kan de sterfte tot wel 90 % bedragen [14]!

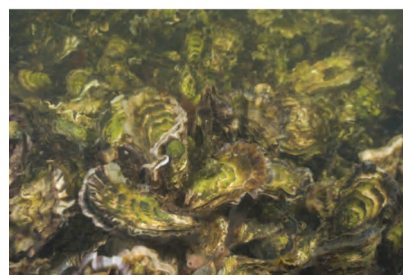
In Frankrijk, Nederland en België verdween de platte oester nagenoeg volledig na de introductie van deze parasiet [25]. In Frankrijk bijvoorbeeld daalde de productie van de platte oester van 20 000 ton per jaar in de jaren '70 tot 1800 ton in 1995 [26]. Ondanks de aanwezigheid van de parasiet blijft het mogelijk om in geïnfecteerde gebieden oesters te kweken omdat de infectie enkel oesters ouder dan 2 jaar doodt, en de platte oesters zich reeds na 1 jaar kunnen voortplanten [13].

Als maatregel werd op Europees niveau een principe geïntroduceerd dat de invoer van schelpdieren - en dus ook platte oesters - afkomstig van besmette en niet-besmette regio's controleert, teneinde import van besmette oesters tegen te gaan [14].

Er werd al heel wat onderzoek uitgevoerd om na te gaan hoe men de kans op infectie zou kunnen verkleinen. Een studie in Galicië (Spanje) bijvoorbeeld, toonde aan dat oesterculturen die 1 tot 2 meter diep aan vlotten in het water hingen minder geparasiteerd werden dan oesters die gekweekt werden op een diepte van 8 tot 9 meter. De verklaring hiervoor was dat de infectiesnelheid hoger was indien de oesters zich dicht bij de zeebodem bevonden [27].

Algemeen kan de kans op infectie verminderd worden door het contact tussen al dan niet besmette oesters te verminderen. Dit kan bijvoorbeeld door te streven naar een lagere densiteit of het vernietigen van besmette exemplaren. Hoewel dit in een cultuur van duizenden op elkaar gepakte dieren natuurlijk niet zo vanzelfsprekend is [28].

Tenslotte wordt er ook gezocht hoe men populaties van platte oesters kan bekomen die immuun zijn voor besmetting met de oesterparasiet. Studies tonen aan dat het succesvol kweken van resistente platte oester populaties mogelijk is [29,30]. Dit proces staat echter nog niet op punt aangezien men kampt met bijkomende problemen zoals inteelt, wat op zijn beurt leidt tot verzwakte populaties die minder goed tot ontwikkeling komen [31].



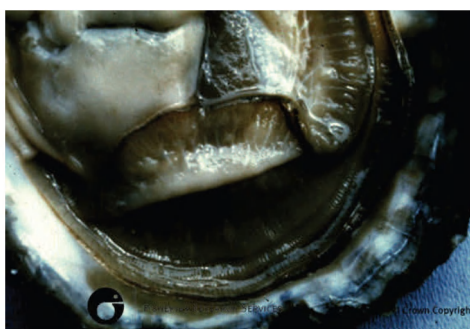
Oesterrif in het Veerse Meer (Nederland).
Oesters kunnen heel dicht op elkaar groeien, wat de kans op infectie sterk verhoogt.

© Peter H. van Bragt

Specifieke kenmerken

De oesterparasiet behoort tot de protisten. Dit zijn eencellige organismen met een celkern (eukaryoot) waarin het erfelijk materiaal zit opgeslagen. Dit in tegenstelling tot bacteriën die geen celkern hebben en prokaryoten genoemd worden [32].

De oesterparasiet is amper 2 tot 4 micrometer groot [6] en veroorzaakt bij schelpdieren (vooral oesters) ontstekingen in het kieuwweefsel en afbraak van het bindweefsel. De parasiet dringt binnen in de bloedcellen (haematocyten) van de gastheer. In één bloedcel kunnen meer dan 10 exemplaren van de parasiet voorkomen. Voortplanting van deze parasiet gebeurt door dwarsdeling [11]. Na verloop van tijd zal een geïnfecteerde bloedcel sterven en openscheuren waardoor de parasieten vrijkomen. Via het zeewater kunnen ze vervolgens door andere oesters gefilterd worden en in het kieuwweefsel terecht komen. De parasiet wordt meestal dodelijk voor de platte oester als deze een leeftijd van 2 tot 3 jaar bereikt heeft [14].



Bij besmetting gaan de oesters vaker beginnen gapen en een gele tot zwarte verkleuring en/of letsels vertonen aan de kieuwen, de mantel en de verteringsklieren (zie foto). Veel van de besmette oesters blijven er echter normaal uitzien, wat het niet evident maakt om besmette van niet-besmette oesters te onderscheiden met het blote oog. Daardoor is de parasiet soms al sterk verspreid op het moment van detectie. Ondertussen werden verschillende moleculaire laboratoriumtesten ontwikkeld om besmetting zonder twijfel te kunnen detecteren [14].

Platte oester besmet met de oesterparasiet: toenemende verkleuring van geel tot zwart in de kieuwen en de mantel
© Crown copyright 2009

Weetjes

Worden we ziek bij het eten van een besmette oester?

Men gaat besmette oesters op tweejarige leeftijd oogsten, dus vooraleer de besmetting dodelijk wordt voor de oester. De parasiet geeft immers geen risico voor de mens bij consumptie [8,33].

Gastheren

Niet enkel de platte oester *Ostrea edulis* wordt belaagd door deze parasiet. Hij werd ook al waargenomen bij vele andere soorten oesters, bijvoorbeeld *Ostrea angasi*, *Ostrea chilensis*, *Ostrea puelchana*, *Ostrea denselamellos*, *Crassostrea ariakensis* en *Crassostrea angulata* [34].

Taaie Japanners

De platte oester *Ostrea edulis* is over het algemeen veel kwetsbaarder dan de Japanse oester en minder bestand tegen schommelingen in temperatuur, zoutgehalte of andere omgevingsvariabelen. De oesterparasiet kan volledige populaties platte oesters uitroeien [5], terwijl de Japanse oester *Crassostrea gigas* er niet vatbaar voor is [35,36]. Ook de mossel *Mytilus edulis* is immuun voor de aanvallen van deze protist [20].

De Japanse oester *Crassostrea gigas* zorgt momenteel voor 97,7 % van de wereldwijde oesterproductie, daar waar de platte oester *Ostrea edulis* slechts voor 0,2 % instaat [14].

Tweede soort

Er bestaat nog een tweede soort oesterparasiet die Bonamiosis bij oesters veroorzaakt, namelijk



Niet-inheemse soorten van het Belgisch deel van de Noordzee en aanpalende estuaria

Bonamia exitiosa. Het verspreidingsgebied van deze soort bevindt zich ten zuiden van Australië, Tasmanië en Nieuw Zeeland. Hoewel de twee soorten niet van elkaar te onderscheiden zijn onder een lichtmicroscop, kunnen ze via moleculaire methodes wel uit elkaar gehouden worden. Zowel *Bonamia ostreae* als *Bonamia exitiosus* staan op de lijst van Wereldorganisatie voor diergezondheid (OIE) en de EU (EU Richtlijnen 91/67/EC en 95/70/EC) [37].

Hoe verwijzen naar deze fiche?

VLIZ Alien Species Consortium (2011). Oesterparasiet - *Bonamia ostreae*. Niet-inheemse soorten van het Belgisch deel van de Noordzee en aanpalende estuaria. *VLIZ Information Sheets*, 27. Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ): Oostende, Belgium. 7 pp.

VLIZ Alien species consortium: <http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=project&proid=2170>

Lector: Daan Delbare

Online beschikbaar op: http://www.vliz.be/wiki/Lijst_niet-inheemse_soorten_Belgisch_deel_Noordzee_en_aanpalende_estuaria

Geraadpleegde bronnen

- [1] Elston, R.A.; Farley, C.A.; Kent, M.L. (1986). Occurrence and significance of Bonamiasis in European flat oysters, *Ostrea edulis* in North America Dis. Aquat. Org. 2: 49-54. [details](#)
- [2] 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. [details](#)
- [3] Polet, H.; Slabbinck, B.; Verschoore, K.; Van Gompel, J. (2008). Visserij in de Noordzee: samen sterk voor een zee vol vis(sers). Kustwerkgroep van Natuurpunt: Oostende. 13 pp. [details](#)
- [4] Halewyck, R.; Hostyn, N. (1978). Oostends oesterboek: historiek van de Oostendse oesterteelt vanaf de 18e eeuw tot op heden. Oostendse Heem- en Geschiedkundige Kring "De Plate": Oostende. 68, 34 pl. pp. [details](#)
- [5] Curé, K.; Vanden Berghe, E.; Sorgeloos, P. (2002). Perspectieven van de schelpdierkweek in de Oostendse Spuikom, in: Mees, J. et al. (Ed.) (2002). De Oostendse Spuikom: historiek, onderzoek en perspectieven. Relas Spuikom Studiedag 8 december 2000 Duin en Zee (Oostende). VLIZ Special Publication, 8: pp. 23-29. [details](#)
- [6] (2000). Mapping of fish and shellfish diseases in ICES member countries, in: ICES (2000). Report of the ICES Advisory Committee on the Marine Environment, 2000 Copenhagen, 26 January – 2 February 2000, Copenhagen, 5 – 10 June 2000. ICES Cooperative Research Report, 241: pp. 221-237. [details](#)
- [7] Persoonlijke mededeling door [Jacky Puystiens](#) 2011.
- [8] Persoonlijke mededeling door [Johan De Smet](#) 2011.
- [9] Persoonlijke mededeling door [Nancy Nevejan](#) 2011.
- [10] Pichot, Y.; Comps, M.; Tige, G.; Grizel, H.; Rabouin, M.-A. (1980). Recherches sur *Bonamia ostreae* gen. n., sp. n., parasite nouveau de l'huître plate *Ostrea edulis* L. Rev. Trav. Inst. Pech. Marit. 43(1): 131-140. [details](#)
- [11] Renault, T. (1996). Appearance and spread of diseases among bivalve molluscs in the northern





- hemisphere in relation to international trade Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 15(2): 551-562. [details](#)
- [12] Arzul, I.; Langlade, A.; Chollet, B.; Robert, M.; Ferrand, S.; Omnes, E.; Lerond, S.; Couraleau, Y.; Joly, J.-P.; François, C.; Garcia, C. (2011). Can the protozoan parasite *Bonamia ostreae* infect larvae of flat oysters *Ostrea edulis*? Veterinary parasitology 179(1-3): 69-76. [details](#)
- [13] Arzul, I.; Miossec, L.; Blanchet, E.; Garcia, C.; François, C.; Joly, J.-P. (2006). *Bonamia ostreae* and *Ostrea edulis*: A stable host-parasite system in France?, in: (2006). Proceedings of the 11th Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, Cairns, Australia: Theme 1. Aquatic animal epidemiology: Crustacean and shellfish disease session. pp. 869 [1-5] + PPT. [details](#)
- [14] Culloty, S.C.; Mulcahy, M.F. (2007). *Bonamia ostreae* in the native oyster *Ostrea edulis*: a review. Marine Environment and Health Series, 29. Marine Institute. Foras na Mara: Galway. 36 pp. [details](#)
- [15] Cigarría, E.; Elston, R. (1997). Independent introduction of *Bonamia ostreae*, a parasite of *Ostrea edulis*, to Spain Dis. Aquat. Org. 29(2): 157-158. [details](#)
- [16] Van Banning, P. (1991). Observations on bonamiasis in the stock of the European flat oyster, *Ostrea edulis*, in the Netherlands, with special reference to the recent developments in Lake Grevelingen Aquaculture 93(3): 205-211. [details](#)
- [17] Engelsma, M.Y.; Kerkhoff, S.; Roozenburg, I.; Haenen, O.L.M.; van Gool, A.; Sistermans, W.; Wijnhoven, S.; Hummel, H. (2010). Epidemiology of *Bonamia ostreae* infecting European flat oysters *Ostrea edulis* from Lake Grevelingen, The Netherlands Mar. Ecol. Prog. Ser. 409: 131-142. [details](#)
- [18] Hudson, E.B.; Hill, B.J. (1991). Impact and spread of bonamiasis in the UK Aquaculture 93(3): 279-285. [details](#)
- [19] McArdle, J.F.; McKiernan, F.; Foley, H.; Jones, D.H. (1991). The current status of *Bonamia* disease in Ireland Aquaculture 93(3): 273-278. [details](#)
- [20] Bower, S.M. (2007). Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish: *Bonamia ostreae* of oysters. <http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/science/species-especies/shellfish-coquillages/diseases-maladies/pages/bonostov-eng.htm> (13-07-2009).
- [21] The Danish Veterinary and Food Administration (DVFA). The Limfjord as a *Bonamia* and *Marteilia* Free Area. [online beschikbaar](#), geraadpleegd op 23-10-2011.
- [22] ICES Advisory Committee on the Marine Environment (2006). Working Group on Introductions and Transfers of Marine Organisms (WGITMO) 16-17 March 2006 Oostende, Belgium. C.M. - International Council for the Exploration of the Sea, CM 2006(ACME:05). ICES: Copenhagen. 330 pp. [details](#)
- [23] Culloty, S.C.; Novoa, B.; Pernas, M.; Longshaw, M.; Mulcahy, M.F.; Feist, S.W.; Figueras, A. (1999). Susceptibility of a number of bivalve species to the protozoan parasite *Bonamia ostreae* and their ability to act as vectors for this parasite Dis. Aquat. Org. 37(1): 73-80. [details](#)
- [24] (2008). Diseases of molluscs parasitic diseases: Infection with *Bonamia ostreae*, in: AGDAFF (2008). Aquatic animal diseases significant to Australia: Identification field guide. pp. 1-3. [details](#)
- [25] Wolff, W.J. (2005). Non-indigenous marine and estuarine species in the Netherlands Zool. Meded. 79(1): 3-116. [details](#)





Niet-inheemse soorten van het Belgisch deel van de Noordzee en aanpalende estuaria

- [26] Boudry, P.; Chatain, B.; Naciri-Graven, Y.; Lemaire, C.; Gérard, A. (1996). Genetical improvement of marine fish and shellfish: a French perspective, in: (1996). Proceedings of FOID '96: International Marine Biotechnology Conference, June 7-12, St John's, Newfoundland and Labrador, Canada. pp. 141-150. [details](#)
- [27] Lama, A.; Montes, J. (1993). Influence of depth of culture in the infection of the European flat oyster (*Ostrea edulis* L.) by *Bonamia ostreae* Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 13(1): 17-20. [details](#)
- [28] Robert, R.; Borel, M.; Pichot, Y.; Trut, Gilles (1991). Growth and mortality of the European oyster *Ostrea edulis* in the Bay of Arcachon (France) Aquat. Living Resour. 4: 265-274. [details](#)
- [29] Martin, A.G.; Gérard, A.; Cochenne, N.; Langlade, A. (1993). Selecting flat oysters, *Ostrea edulis*, for survival against the parasite *Bonamia ostreae*: assessment of the resistance of a first selected generation, in: Barnabé, G. et al. (Ed.) (1993). Production, environment and quality: Proceedings of the International Conference Bordeaux Aquaculture '92, Bordeaux, France, March 25-27, 1992. EAS Special Publication, 18: pp. 545-554. [details](#)
- [30] Hervio, D.; Bachhre, E.; Boulo, U.; Cochenne, N.; Vuillemin, V.; Le Cognuic, G.; Cailletaux, G.; Mazurié, J.; Mialhe, E. (1995). Establishment of an experimental infection protocol for the flat oyster, *Ostrea edulis* with the intrahaemocytic protozoan parasite, *Bonamia ostreae* Aquaculture 132: 183-194. [details](#)
- [31] Launey, S.; Barre, M.; Gerard, A.; Naciri-Graven, Y. (2001). Population bottleneck effective size in *Bonamia ostreae*-resistant populations of *Ostrea edulis* as inferred by microsatellite markers Genet. Res., Camb. 78: 259-270. [details](#)
- [32] Ruppert, E.E.; Barnes, R.D. (1994). Invertebrate zoology. 6th edition. Saunders College Publishing: Orlando. ISBN 0-03-026668-8. 1056 pp. [details](#)
- [33] Fisheries and Oceans Canada. BONAMIA OSTREAE. [online beschikbaar](#), geraadpleegd op 24-10-2011.
- [34] Carnegie, R.B.; Cochenne-Laureau, N. (2004). Microcell parasites of oysters: recent insights and future trends Aquat. Living Resour. 17: 519-528. [details](#)
- [35] Renault, T.; Cochenne, N.; Grizel, H. (1995). *Bonamia ostreae*, parasite of the European flat oyster, *Ostrea edulis*, does not experimentally infect the Japanese oyster, *Crassostrea gigas* Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 15(3): 78-80. [details](#)
- [36] Fisher, W.S. (1988). In vitro binding of parasites (*Bonamia ostreae*) and latex particles by hemocytes of susceptible and insusceptible oysters Dev. Comp. Immunol. 12(1): 43-53. [details](#)
- [37] Persoonlijke mededeling door [Daan Delbare](#) 2011.

