



Fisheries
and Oceans

Science

Pêches
et Océans

Sciences

Revue de la littérature scientifique concernant les effets environnementaux potentiels de l'aquaculture sur les écosystèmes aquatiques

Volume II

Interactions pathogènes entre fruits de mer sauvages et d'élevage
(S.M. Bower and S.E. McGladdery)

L'étude a été publiée dans le document suivant:

Fisheries and Oceans Canada. 2003. A scientific review of the potential environmental effects of aquaculture in aquatic ecosystems. Volume 2. Disease interactions between wild and cultured shellfish (S.M. Bower and S.E. McGladdery). Can. Tech. Rep. Fish Aquat. Sci. 2450:viii + 33p.

AVANT-PROPOS

Contexte

Le gouvernement du Canada est déterminé à assurer le développement responsable et durable de l'industrie aquacole au Canada. Le Programme d'aquaculture durable (PAD) de 75 millions de dollars annoncé par le ministre des Pêches et des Océans en août 2000 traduit clairement cet engagement. Ce programme vise à soutenir le développement durable du secteur aquacole, surtout en améliorant la confiance du public envers l'industrie et la compétitivité globale de celle-ci. Veiller à ce que l'industrie fonctionne dans des conditions durables sur le plan environnemental constitue une responsabilité essentielle du gouvernement fédéral.

À titre d'organisme fédéral responsable de l'aquaculture, Pêches et Océans Canada (MPO) est déterminé à prendre des décisions éclairées qui reposent sur des données scientifiques éprouvées en ce qui concerne l'industrie aquacole. Le MPO mène un programme de recherches scientifiques pour améliorer ses connaissances sur les effets de l'aquaculture sur l'environnement. Le Ministère collabore également avec des intervenants, les provinces et l'industrie à la coordination des recherches et à l'établissement de partenariats. Le MPO contribue au Programme de l'aquaculture durable du gouvernement fédéral en passant en revue la littérature scientifique qui aborde les effets possibles de l'aquaculture sur les écosystèmes marins et d'eau douce.

Objectif et portée

Désignée projet sur l'état des connaissances, cette revue de la littérature définit l'état actuel des connaissances scientifiques sur les effets de l'élevage de poissons et de mollusques en mer et de la pisciculture en eau douce et fait des recommandations de recherches futures. La revue, qui se concentre surtout sur les connaissances scientifiques applicables au Canada, les aborde sous trois thèmes principaux : les impacts des déchets (éléments nutritifs et matière organique), les produits chimiques utilisés par l'industrie (pesticides, médicaments et agents antisalissures) et les interactions entre les espèces d'élevage et sauvages (transfert de maladies et interactions génétiques et écologiques).

Cette revue présente les effets environnementaux possibles de l'aquaculture documentés dans la littérature scientifique. Les effets environnementaux des activités aquacoles dépendent du site, des conditions environnementales et des caractéristiques de production de chaque établissement aquacole. L'examen résume les connaissances scientifiques disponibles mais ne constitue pas une évaluation des activités aquacoles spécifique au site. L'examen ne porte pas non plus sur les effets de l'environnement sur la production aquacole.

Les articles sont destinés à un auditoire de scientifiques et de personnes bien informées, notamment des personnes et des organisations participant à la gestion de la recherche sur les interactions environnementales de l'aquaculture. Les articles visent à soutenir la prise de décision sur les priorités de recherche, la mise en commun de l'information et les

interactions entre diverses organisations concernant les priorités de recherche et les partenariats de recherche possibles.

Rédigées par des scientifiques du MPO ou sous leur supervision, les articles ont été contrôlés par des pairs, ce qui assure qu'ils sont à jour au moment de leur publication. Après la publication de toute la série d'articles sur l'état des connaissances, des recommandations de recherches ciblées et rentables seront faites.

Série sur l'état des connaissances

Dans le cadre du projet de l'état des connaissances, le MPO prévoit publier douze articles de synthèse portant chacun sur un aspect des effets environnementaux de l'aquaculture. Le présent volume contient l'article suivant: Interactions pathogènes entre fruits de mer sauvages et d'élevage.

Renseignements supplémentaires

Pour de plus amples renseignements sur un article, veuillez communiquer avec son auteur principal. Pour de plus amples renseignements sur le projet de l'état des connaissances, veuillez communiquer avec:

Sciences de l'aquaculture
Sciences de l'océanographie et
de l'aquaculture
Secteur des Sciences
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Sciences de l'environnement
Sciences des pêches, de l'environnement et
et biodiversité
Secteur des Sciences
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

INTERACTIONS PATHOGÈNES ENTRE FRUITS DE MER SAUVAGES ET D'ÉLEVAGE

Susan M. Bower¹ et Sharon E. McGladdery²

¹Pêches et Océans Canada, Station biologique du Pacifique, Nanaimo (C.-B.) V9R 5K6

²Pêches et Océans Canada, Ottawa (Ont.) K1A 0E6

RÉSUMÉ

Dans ce document, nous passons en revue les connaissances sur la dynamique de la transmission d'agents infectieux entre fruits de mer sauvages et d'élevage. Comme c'est le cas pour les poissons, l'état de santé des fruits de mer est établi en fonction des connaissances acquises sur les stocks d'élevage en raison de la facilité d'accès de ces stocks. Cette façon de faire peut introduire un biais d'échantillonnage qui complique la détermination précise des sources de maladies.

Les maladies graves des fruits de mer causées par des organismes enzootiques découlent généralement de conditions de croissance sou-optimales, qui accroissent la susceptibilité des animaux aux agents infectieux indigènes opportunistes. L'exposition à des agents infectieux exotiques de populations ou espèces naïves et susceptibles peut également causer de graves maladies. Lorsqu'on détermine l'étiologie d'une nouvelle maladie, il est difficile de faire la distinction entre les infections opportunistes et les infections exotiques. L'apparition d'une maladie indigène n'implique pas l'introduction accidentelle ou délibérée d'animaux provenant de sources qui n'ont pas fait l'objet de dépistage, comme cela peut être le cas pour une maladie exotique. L'évaluation de nouvelles maladies repose sur les capacités à: i) déterminer la cause de la nouvelle maladie, en particulier parce que toutes les maladies ne sont causées par des agent pathogènes; ii) mettre au point et valider des techniques diagnostiques sensibles pour établir exactement la répartition de l'agent pathogène et déterminer s'il y a d'autres hôtes; iii) établir la source de la maladie (introductions, transferts, modification des pratiques d'élevage ou des conditions environnementales ou infections « de fond » non détectées auparavant); iv) déterminer l'importance relative de la physiologie de l'hôte et de facteurs génétiques ou écologiques dans l'expression de la maladie. Comme l'élevage de fruits de mer est rarement pratiqué isolément des populations sauvages, l'introduction d'un nouvel agent infectieux dans un établissement aquacole en eau libre peut toucher des ressources sauvages sympatriques. En outre, les fruits de mer sauvages transférés d'un lieu à un autre peuvent être des porteurs asymptomatiques d'agents infectieux pouvant attaquer des populations d'élevage.

Les infections opportunistes sont surtout mises en évidence dans des installations à système ouvert ou semi-fermé où l'échange d'eau est limité, les densités de charge sont fortes, et des régimes alimentaires artificiels sont nécessaires. Ces conditions sont propices à la prolifération de microbes aquatiques ubiquistes qui, parcontre, peuvent devenir bénins dans d'autres conditions (Elston 1984, 1989). Les bactéries gram-négatives de la famille des Vibrionacées constituent le groupe de microbes opportunistes le plus courant (Walne 1958; Tubiash et al. 1965, 1970; Elston et al. 1981, 1982, 1987;

Lodeiros et al. 1987; Dungan et Elston 1988; Dungan et al. 1989; Elston 1989, 1990; Nicolas et al. 1992). La sensibilité aux espèces de *Vibrio* varie selon les espèces de fruits de mer, et les larves sont généralement plus susceptibles que les adultes. Les seuils de tolérance varient et doivent être établis pour chaque installation d'élevage, selon l'espèce élevée et le cycle saisonnier de production (Sindermann 1988; Perkins 1993).

La plupart des établissements d'élevage de fruits de mer préfèrent éliminer leurs stocks infectés dans des sites d'enfouissement plutôt que de les rejeter dans le milieu aquatique. Les infections peuvent être traitées aux antibiotiques, mais on peut mettre en question l'efficacité et le coût de ces traitements lorsqu'ils visent des bactéries opportunistes ubiquistes, et ces traitements ont en outre des impacts environnementaux directs et cumulatifs (Plumb 1992). Les utilisations non contrôlées d'antibiotiques permettent de réduire temporairement les pertes, mais pas de les éradiquer, et elles ont entraîné rapidement le développement d'antibiorésistances chez les bactéries aquatiques gram-négatives pathogènes et non pathogènes (OIE 1992; Plumb 1992; Subasinghe et al. 1995; Boyd 1999; FAO 1999).

LACUNES DANS NOS CONNAISSANCES

On possède peu de connaissances précises sur le cycle vital et l'écologie de la plupart des agents pathogènes qui causent des maladies graves. Au Canada, certains travaux ont été effectués pour comprendre les maladies des fruits de mer exploités commercialement. L'expansion rapide de l'élevage de fruits de mer partout au monde et l'augmentation de la demande pour des fruits de mer vivants accroissent le besoin de prévenir la propagation des maladies qui touchent ces animaux. On connaît depuis longtemps les risques que posent l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques vivants (Anon. 1984; ICES 1988, 1995) en particulier de poissons (FAO 1995; Humphrey 1995; Chillaud 1996; Humphrey et al. 1997; AQIS 1998; FAO/NACA 2000; OIE 2003a). La fréquence des transferts de mollusques augmente depuis 20 ans en raison de l'expansion de la production de naissain en écloserie, de l'établissement d'installations d'élevage dans des régions reculées et de l'utilisation accrue d'espèces non indigènes (Kern 1994; Hine 1996; Minchin 1996, 1999; Bartley et Minchin 1996; Elston 1996).

Introductions et Transferts

- Le manque de données sanitaires de référence concernant les agents pathogènes locaux de nouvelles espèces d'élevage peut empêcher de bien analyser les risques de maladie, accroître la difficulté de distinguer entre les infections causées par des organismes exotiques et celles causées par des organismes endémiques et nuire à l'élaboration d'options en matière de gestion des maladies.
- Dans des conditions d'élevage en eau libre, l'introduction accidentelle d'un agent infectieux exotique peut avoir des répercussions tant sur les stocks d'élevage que sur les stocks sauvages.
- La mise au point éventuelle d'outils moléculaires sensibles offrira une capacité limitée de dépister les porteurs asymptomatiques et permettra d'accélérer le diagnostic, mais si le dépistage ne consiste qu'en l'utilisation d'outils diagnostiques spécifiques à un

seul agent pathogène, il sera impossible de détecter d'autres pathogènes qui pourraient nuire aux ressources sauvages ou d'élevage.

- *Le manque de connaissances sur la gamme des hôtes (c.-à-d. toutes les espèces susceptibles d'être infectées) de la plupart des agents pathogènes des fruits de mer restreint considérablement la fiabilité des résultats d'analyse des risques.*
- *La multiplication des installations de transformation et de mise en marché de produits vivants dans des endroits reculés, lesquelles ne disposent habituellement pas de systèmes de traitement des effluents ou d'élimination des déchets à terre, complique l'évaluation des risques de propagation non intentionnelle d'agents infectieux.*

Contraintes Technologiques

- *La mise au point d'outils moléculaires pour déterminer les sources d'infection ne concerne actuellement que quelques-uns des nombreux agents pathogènes préoccupants. Ces travaux comprennent la production de sondes (Walker et Subasinghe 2000) pour certains virus de la crevette (Lightner 1996b) et agents pathogènes de l'huître (Stokes et Burreson 1995; Reece et al. 1997; Berthe et al. 1999; Berthe 2000; Carnegie et al. 2000; Russell et al. 2000). Toutefois, bon nombre des procédures élaborées n'ont pas été complètement validées (Cunningham 2002), et l'interprétation des résultats peut poser problème (Bernoth 1999).*
- *L'accent mis sur des essais diagnostiques visant des agents pathogènes précis peut empêcher le dépistage d'autres agents pathogènes pas encore connus en raison de lacunes dans nos connaissances. Ce problème peut être atténué par la réalisation d'études histopathologiques, qui constituent une technique de dépistage non spécifique.*
- *On ne dispose pas de lignées cellulaires permettant d'isoler des agents pathogènes intracellulaires de mollusques et crustacés marins, comme cela se fait couramment pour les vertébrés (Mothersill et Austin 2000). Cette lacune constitue une importante contrainte pour le dépistage d'infections intracellulaires microbiennes, virales ou autres, et pour la compréhension de leur épidémiologie.*
- *La difficulté à isoler les agents pathogènes des mollusques et des crustacés pose problème pour la culture et l'utilisation de ces microbes dans des expériences d'infection contrôlée. Ces travaux sont nécessaires pour vérifier les postulats de Koch-Henle (critères de causalité d'une maladie) et pour évaluer avec exactitude les risques d'établissement et de propagation de la maladie (par les hôtes porteurs normaux).*

Questions Liées à la Sensibilité et à la Spécificité des Diagnostics

- *La mise au point de méthodes diagnostiques améliorées vise surtout les agents pathogènes qui ont d'importantes répercussions économiques. Les nouveaux agents pathogènes ou ceux qui n'ont qu'une importance régionale sont dépistés grâce à des tests diagnostics traditionnels moins sensibles.*

RECOMMANDATIONS

- *Il faut effectuer de la recherche pour permettre l'élaboration de bonnes procédures d'analyse des risques liés aux maladies des fruits de mer.*

- *Il faut mettre sur pied des programmes de surveillance pour évaluer la présence et la prévalence d'agents pathogènes chez les fruits de mer sauvages et d'élevage dans les eaux territoriales du Canada, afin de protéger nos ressources aquatiques contre les maladies infectieuses dont les répercussions (notamment les pertes subies par les aquaculteurs) peuvent être considérablement réduites par un dépistage et une intervention rapides.*
- *Il faut effectuer de la recherche pour améliorer les outils diagnostiques, en particulier ceux qui permettent de dépister d'importantes infections microbiennes asymptomatiques.*
- *Il faut effectuer de la recherche sur les cycles vitaux des agents pathogènes. Les connaissances ainsi acquises constitueront le fondement de la recherche sur les options de gestion sanitaire et accroîtront l'utilité des résultats des analyses des risques.*
- *Il faut effectuer de la recherche sur les maladies qui touchent les nouvelles espèces d'élevage, particulièrement celles qui sont méconnues sur le plan sanitaire.*
- *Il faut évaluer les facteurs de risque sanitaire indirect (p. ex., les hôtes réservoirs) liés aux introductions et aux transferts (en particulier les organismes accompagnateurs et ceux qui causent des salissures).*
- *Il faut étudier en détail les répercussions des maladies dans de nouveaux habitats ou de nouvelles conditions géographiques, car les facteurs environnementaux de suppression ou d'exacerbation des maladies sont très peu documentés dans la littérature sur la santé des fruits de mer.*

REFERENCES

- Anonymous. 1984. Guidelines for implementing the ICES code of practice concerning introductions and transfers of marine species. ICES Co-op. Res. Rep. No. 130, 20p.
- AQIS. 1998. The AQIS Import Risk Analysis Process Handbook. Australian Quarantine and Inspection Service, Canberra, Australia, 71 p.
- Bartley, D. & D. Minchin. 1996. Precautionary approach to the introduction and transfer of aquatic species, p. 159-189. In: Precautionary Approach to Fisheries. FAO Fish. Tech. Paper 350/2.
- Bernoth, E.-M. 1999. Application of DNA-based molecular diagnostic techniques in fish disease diagnosis - opportunities and constraints from a government officer's point of view. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 19:235-239.
- Berthe, F. 2000. Development and validation of DNA-based diagnostic techniques with particular reference to bivalve mollusc pathogens, p. 64-70. In: P. Walker & R.P. Subasinghe (eds.) DNA-Based Molecular Diagnostic Techniques: Research Needs for Standardisation and Validation of the Detection of Aquatic Animal Pathogens and Diseases. Report and proceedings of the Expert Workshop on DNA-based Molecular Diagnostic Techniques: Research Needs for Standardization and Validation of the Detection of Aquatic Animal Pathogens and Diseases. Bangkok, Thailand, 7-9 February 1999. FAO Fisheries Technical Paper. No. 395. 93 p.
- Berthe, F., E.M. Burreson and P.M. Hine. 1999. Use of molecular tools for mollusc disease diagnosis. Bull. Eur. Associ. Fish. Pathol. 19:277-278.
- Boyd, C.E. 1999. Aquaculture sustainability and environmental issues. World Aquaculture 30(2):10-13, 71-72.
- Carnegie, R.B., B.J. Barber, S.C. Culloty, A.J. Figueras and D.L. Distel. 2000. Development of a PCR assay for detection of the oyster pathogen *Bonamia ostreae* and support for its inclusion in the Haplosporidia. Dis. Aquat. Org. 42:199-206.
- Chillaud, T. 1996. The World Trade Organisation Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures. Rev. sci. tec. Off. Int. Epiz. 15(2): 733-741.
- Cunningham, C.O. 2002. Molecular diagnosis of fish and shellfish diseases: present status and potential use in disease control. Aquaculture 206:19-55.
- Dungan, C.F. and R.A. Elston. 1988. Histopathological and ultrastructural characteristics of bacterial destruction of the hinge ligaments of cultured juvenile Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. Aquaculture 72:1-14.
- Dungan, C.F., R.A. Elston and M.H. Schiewe. 1989. Evidence for colonisation and destruction in hinge ligaments of cultured juvenile Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) by *Cytophaga*-like bacteria. App. Environ. Microbiol. 55:1128-1135.
- Elston, R.A. 1984. Prevention and management of infectious diseases in intensive mollusc husbandry. J. World Maricult. Soc. 15:284-300.
- Elston, R.A. 1989. Bacteriological methods for diseased shellfish, p. 187-215. In: Austin, B. and D.A. Austin [eds.] Methods for the Microbiological Examination of Fish and Shellfish. Ellis Horwood Series in aquaculture and Fisheries Support, Wiley and Sons, Chichester, UK.
- Elston, R.A. 1990. Mollusc diseases: Guide for the Shellfish Farmer. Washington Sea Grant Program, University of Washington Press, Seattle, 73 p.

- Elston, R.A. 1996. International trade in live molluscs: perspective from the Americas. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 15:482-490.
- Elston, R.A., L. Leibovitz, D. Relyea and J. Zabila. 1981. Diagnosis of vibriosis in a commercial hatchery epizootic: diagnostic tools and management features. *Aquaculture* 24:53-62.
- Elston, R.A., E.L. Elliot and R.R. Colwell. 1982. Conchiolin infection and surface coating *Vibrio*: Shell fragility, growth depression and mortalities in cultured oysters and clams, *Crassostrea virginica*, *Ostrea edulis* and *Mercenaria mercenaria*. *J. Fish Dis.* 5:265-284.
- Elston, R.A., J.H. Beattie, C. Friedman, R. Hedrick and M.L. Kent. 1987. Pathology and significance of fatal inflammatory bacteraemia in the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. *J. Fish Dis.* 10:121-132.
- FAO. 1995. Code of Conduct for Responsible Fisheries. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 41 p.
- FAO. 1999. Papers presented at the Bangkok FAO Technical Consultation on Policies for Sustainable Shrimp Culture. Bangkok, Thailand, 8-11 December 1997. FAO Fish. Rep. No. 572. 266p.
- FAC/NACA. 2000. The Asia Regional Technical Guidelines on Health Management for the Responsible Movement of Live Aquatic Animals and the Beijing Consensus and Implementation Strategy. FAO Fish. Tech. Paper No. 402. 53p.
- Hine, P.M. 1996. Southern hemisphere mollusc diseases and an overview of associated risk assessment problems. *Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz.* 15:563-577.
- Humphrey, J.D. 1995. Australian Quarantine and Policies and Practices for Aquatic Animals and their Products: a Review for the Scientific Working Party on Aquatic Animal Quarantine. Part 2: Appendices Bureau of Resource Sciences, Canberra.
- Humphrey, J., J.R. Arthur, R.P. Subasinghe and M.J. Phillips. 1997. Aquatic Animal Quarantine and Health Certification in Asia. Proceedings of the Regional Workshop on Health and Quarantine Guidelines for the Responsible Movement (Introduction and Transfer) of Aquatic Organisms, Bangkok, Thailand, 28 January 1996. FAO Fisheries Technical Paper No. 373. 153 p.
- ICES. 1988. Codes of Practice and Manual of Procedures for Consideration of the Introductions and Transfers of Marine and Freshwater Organisms. Cooperative Research Report 159. G.E.Turner [ed.] (Prepared jointly with the EIFAC Working Party on Introductions (EIFAC publication as EIFAC Occasional Paper No. 23, 44p. 1988)).
- ICES. 1995. ICES Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms - 1994. ICES Co-operative Research Report No. 204.
- Kern, F.G. 1994. Research strategies and protocols established for international molluscan shellfish introductions, p. 85-92. Proceedings of the Conference & Workshop, Nonindigenous Estuarine & Marine Organisms (NEMO). Seattle, Washington, April 1993. NOAA, U.S. Department of Commerce.
- Lightner, D.V. 1996b. A Handbook of Shrimp Pathology and Diagnostic Procedures for Diseases of Cultured Penaeid Shrimp. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, US. (loose-leaf, non-paginated).
- Lodeiros, C., J. Bolinches, C.P. Dopazo and A.E. Toranzo. 1987. Bacillary necrosis in hatcheries of *Ostrea edulis* in Spain. *Aquaculture* 65:15-29.

- Minchin, D. 1996. Management of the introduction and transfer of marine molluscs. In: Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. European Community Studies Association (ECSA) Meeting Special Issue: 6(4): 229-244. John Wiley and Sons, UK.
- Minchin, D. 1999. Exotic species: Implications for coastal shellfish resources. *J. Shellfish Res.* 18:722-723.
- Nicolas, J.L., D. Ansquer and J.S. Cochard. 1992. Isolation and characterization of a pathogenic bacterium specific to Manila clam *Tapes philippinarum* larvae. *Dis. Aquat. Org.* 14:153-159.
- OIE. 1992. Chemotherapy in Aquaculture: from Theory to Reality. Symposium, 12-15 March 1991, Paris, France.
- OIE. 2003a. Aquatic Animal Health Code. 6th ed. Office International des Epizooties, Paris, 165 p.
- Perkins, F.O. 1993. Infectious diseases of molluscs. In: J.A. Couch & J.W. Fournie [eds.] Pathobiology of Marine and Estuarine Organisms, CRC Press, Boca Raton, Florida, 255-287 p.
- Plumb, J.A. 1992. Disease Control in Aquaculture, p. 3-17. In: M. Shariff, R.P. Subasinghe and J.R. Arthur [eds.] Diseases in Asian Aquaculture Vol. I., Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.
- Reece, K.S., M.E. Siddall, E.M. Burrenson and J.E. Graves. 1997. Phylogenetic analysis of *Perkinsus* based on actin gene sequences. *J. Parasitol.* 83:417-423.
- Russell, S., S. Penna and R. French. 2000. Comparative evaluation of the multiplex PCR with conventional detection methods for *Haplosporidium nelsoni* (MSX), *Haplosporidium costale* (SSO), and *Perkinsus marinus* (Dermo) in the eastern oyster, *Crassostrea virginica*. *J. Shellfish Res.* 19:580-581.
- Sindermann, C.J. 1988. Vibriosis of larval oysters, p 271-273. In: Sindermann, C.J. & Lightner, D.V.[eds.] Disease Diagnosis and Control in North American Aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science 17, Elsevier, Amsterdam.
- Stokes, N.A. and E.M. Burrenson. 1995. A sensitive and specific DNA probe for the oyster pathogen *Haplosporidium nelsoni*. *J. Euk. Microbiol.* 42:350-357.
- Subasinghe, R.P., J.R. Arthur and M. Shariff. 1995. Proceedings of the Regional Expert Consultation on Aquaculture Health Management in Asia and the Pacific. Serdang, Malaysia, 22-24 May 1995. Health Management in Asian Aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper 360. Fish Health Section of the Asian Fisheries Society, 142 p.
- Tubiash, H.S., P.E. Chanley and E. Leifson. 1965. Bacillary necrosis, a disease of larval and juvenile mollusks. *J. Bacteriol.* 90:1036-1044.
- Tubiash, H.S., R.R. Coldwell and R. Sakazaki. 1970. Marine vibrios associated with bacillary necrosis, a disease of larval and juvenile mollusks. *J. Bacteriol.* 103:271-272.
- Walker, P. and R.P. Subasinghe [eds.] 2000. DNA-Based Molecular Diagnostic Techniques: Research Needs for Standardisation and Validation of the Detection of Aquatic Animal Pathogens and Diseases. Report and proceedings of the Expert Workshop on DNA-based Molecular Diagnostic Techniques: Research Needs for Standardization and Validation of the Detection of Aquatic Animal Pathogens and

Diseases. Bangkok, Thailand, 7-9 February 1999. FAO Fisheries Technical Paper. No. 395. 93 p.

Walne, P.R. 1958. The importance of bacteria in laboratory experiments on rearing the larvae of *Ostrea edulis* (L). J. Mar. Biol. Assoc. UK 37:415-425.