

Fiche Technique du Programme Coopératif de Recherche et Développement en Aquaculture (PCRDA)

Numéro 16
Mars, 2013

La bucarde de Nuttall (*Clinocardium nuttallii*): Espèce candidate pour l'aquaculture commerciale en Colombie-Britannique

Résumé

Le Programme coopératif de recherche et développement en aquaculture (PCRDA) a financé trois projets de recherche, en collaboration avec Evening Cove Oysters Ltd., dans le cadre du développement de l'aquaculture de la bucarde de Nuttall (*Clinocardium nuttallii*) en Colombie-Britannique (C-B). Ces projets se sont concentrés sur différents aspects liés à l'écloserie, à la nurserie et au grossissement de cette espèce. Il y a une grande volonté de commercialiser cette espèce à la fois pour la diversification de l'industrie de l'aquaculture au Canada et pour la création d'emplois indispensables dans les collectivités côtières et les Premières Nations. La bucarde de Nuttall est une espèce indigène à la C-B, significative sur le plan culturel pour les populations autochtones de la côte de la C-B, et certaines collectivités des Premières Nations ont manifesté leur intérêt pour la commercialisation de l'espèce sur leurs territoires. L'avancement des recherches en écloserie et en ensemencement a fait progresser la culture de cette espèce vers la commercialisation. Le présent document expose un résumé général des résultats des recherches menées à ce jour. Ces projets ont été documentés dans diverses publications et il convient de les consulter pour obtenir un compte rendu exhaustif.

Le Programme coopératif de recherche et développement en aquaculture est une initiative de Pêches et Océans Canada (MPO) visant à stimuler la recherche et le développement concertés par l'industrie de l'aquaculture et le MPO.

Introduction

La bucarde de Nuttall (*Clinocardium nuttallii*) est une espèce indigène des zones intertidales des côtes de la Colombie-Britannique (C-B) (Liu *et coll.*, 2008a). Bien que ce bivalve constitue un aliment traditionnel pour plusieurs des Premières Nations de la C-B, sa population n'est pas très abondante et ne fait pas l'objet d'une pêche commerciale dans la province. Toutefois, une pêche de capture commerciale limitée est autorisée pour cette espèce aux États-Unis, et en 2010, 179 tonnes ont été pêchées (FAO, 2010).

L'intérêt pour la diversification de l'industrie de la conchyliculture de la C-B, outre l'intérêt des Premières Nations côtières, a engendré les recherches en collaboration et les projets de développement sur la bucarde de Nuttall financés entre 2005 et 2011. Trois projets visant les problèmes

d'écloserie, de nurserie et de grossissement, ainsi qu'un projet en cours (non abordé ici) sur la diversité génétique et la condition de santé de différentes populations de bucardes de Nuttall ont été financés par le Programme coopératif de recherche et développement en aquaculture (PCRDA).

Cinq phases de recherches ont été entreprises, chacune d'entre elles étant fondée sur les pratiques de production précédentes afin de maximiser la croissance et d'augmenter la survie des larves et des juvéniles de bucarde de Nuttall ainsi que d'augmenter le potentiel de reproduction des bucardes de Nuttall adultes. Ces phases étaient les suivantes: 1) Géniteurs et embryons, 2) Élevage en écloserie : des larves aux pédivélignes, 3) Élevage en écloserie : après la colonisation, 4) Élevage en nurserie, 5) Ensemencement.

Ces cinq phases de recherche ont contribué à la compréhension des exigences associées à la production de bucarde de Nuttall et à la détermination de la faisabilité de cet élevage.

Sommaire des recherches

Les phases 1 à 4 ont été entreprises au Centre for Shellfish Research (CSR) à l'Université de l'Île de Vancouver (VIU), à Nanaimo (C-B). La phase 5 a été menée à la station expérimentale marine du CSR de Deep Bay, à Baynes Sound, en C-B. Des sommaires des méthodes et des résultats de chacune de ces phases sont fournis ci-dessous.



Figure 1.
Bucardes de Nuttall (*Clinocardium nuttallii*).

1. Géniteurs et embryons

Des méthodes détaillées se rapportant aux recherches liées aux géniteurs et aux embryons des bucardes de Nuttall sont décrites dans Liu *et coll.* (2008 a,b).

Motilité des spermatozoïdes et température.

Trois expériences ont été menées; la première était destinée à examiner l'effet de la température du stockage sur la motilité des spermatozoïdes. À cette fin, des échantillons de sperme regroupés provenant d'animaux gardés à 16° C ont été dilués et conservés à deux températures (4 et 19° C) pendant deux heures, et leur motilité a été mesurée à six intervalles.

Les résultats ont montré que les échantillons de sperme conservés à 19° C perdaient progressivement leur mobilité, et que seuls 24 % étaient faiblement mobiles après deux heures. Par contre, un niveau élevé de motilité du sperme a été maintenu pendant deux heures dans les échantillons conservés à 4° C, ce qui indique que le sperme pourrait être conservé à des températures de réfrigération standard jusqu'à ce qu'un nombre suffisant d'œufs soit libéré pour la fécondation.

Taux de fécondation et rapport entre les spermatozoïdes et les œufs.

La deuxième expérience examinait l'effet des différents rapports entre les spermatozoïdes et les œufs sur le taux de fécondation. Des échantillons d'œufs combinés ont été fécondés avec des échantillons de sperme combinés à différents rapports allant de 10:1 à 10,000:1 (spermatozoïde:œuf). On a eu recours à des groupes contrôles où des œufs étaient utilisés sans ajout de sperme afin de déterminer si une autofécondation se produisait.

La réussite de la fécondation a été déterminée à l'issue d'une incubation de deux heures à 19° C (la température qui a engendré le taux de fécondation et de développement le plus rapide). On a observé la fécondation la plus réussie à un rapport entre les spermatozoïdes et les œufs de 10,000:1. On a observé une autofécondation, ce qui n'est pas inhabituel chez les espèces hermaphrodites telles que la bucarde de Nuttall.

Effets du conditionnement, de la température et de l'alimentation du stock de géniteurs.

La troisième expérience examinait l'effet des différents régimes alimentaires à base de microalgues sur le conditionnement du stock de géniteurs. Les animaux ont été nourris avec quatre espèces de microalgues [*Isochrysis galbana* (Tahitian strain) (TISO), *Thalassiosira pseudonana* (3H), *Tetraselmis suecica* (TS) et *Chaetoceros gracilis* (CG)] selon quatre combinaisons [TISO/3H, TISO/CG, TS/3H et TS/CG]. L'expérience incluait également un groupe contrôle non gavé. Les aliments ont été fournis sur des périodes de 20 heures pendant treize semaines à 16° C. Une autre expérience a été réalisée en même temps; au cours de laquelle les bucardes ont été gardées à 2,5° C et nourries avec les mêmes concentrations que l'expérience à température plus élevée. On a déterminé les indices de condition des bucardes au terme des deux expériences.

Ces essais de conditionnement ont révélé qu'il était difficile de mettre immédiatement en condition des animaux après le frai (recueillis en juin) lorsqu'on les gardait à température élevée (16° C) (c.-à-d., aucun développement des œufs/oocytes n'a été remarqué à cette température). Toutefois, ceux dont le poids des tissus mous avait augmenté avaient reçu une alimentation contenant des algues TISO. Par contre, toute les bucardes

examinées qui étaient exposées à de faibles températures (2,5° C) ont montré des signes de développement des oocytes (ou des œufs) entre dix et treize semaines après le début de l'expérience. Cette observation suggère qu'une période hivernale simulée peut être nécessaire pour amorcer la capacité de reproduction à la suite d'un événement de frai.

2. Élevage en écloserie : des larves aux pédivélignes

Deux publications de la littérature primaire ont découlé de ces travaux (Liu *et coll.*, 2009, 2010); elles peuvent être consultées pour obtenir des renseignements précis sur les méthodologies et les résultats.

Effet du régime alimentaire à base de microalgues sur la croissance et la survie des larves.

Le premier ensemble d'expériences visait à déterminer la croissance et la survie des bucardes de Nuttall au stade larvaire et postlarvaire précoce nourries selon différents régimes alimentaires à base de microalgues. Pendant 14 jours, on a fourni des régimes alimentaires à base de TISO, de *Chaetoceros muelleri* (CM), de *Pavlova lutheri* et de *Thalassiosira pseudonana* (3H) avec une seule espèce ou une combinaison de plusieurs d'entre elles. La longueur et la métamorphose des coquilles ainsi que la survie des larves ont été mesurées au fil du temps.

Les régimes basés sur une seule espèce et sur une combinaison d'espèces contenant des algues TISO ont engendré les plus forts taux de croissance et de métamorphisme des coquilles chez les larves. Les stades postlarvaires soutenaient une plus forte croissance lors de l'utilisation de régimes basés sur une seule espèce et sur une combinaison d'espèces contenant des algues CM.

Effet de la densité de mise en charge sur la croissance et la survie des larves.

Le but du deuxième ensemble d'expériences était de déterminer l'effet de la densité de mise en charge sur la croissance et la survie des larves. L'effet combiné de la densité de mise en charge des larves et la densité des algues ont été examinés en utilisant neuf combinaisons de traitement de trois densités de mise en charge (2, 4 et 8 larves/mL) et trois densités d'algues (10, 25 et 50 x 10³ cellules/mL). Les effets de la densité d'algues TISO, avec une densité de mise en charge fixe de deux larves par millilitre (mL), ont également fait

l'objet d'une étude. La croissance et la survie des algues ont été contrôlées pendant neuf jours.

En fournissant un régime basé sur la combinaison des deux algues CM et TISO, les conditions optimales pour la croissance et la survie étaient les suivantes : densité de mise en charge initiale de 2 larves/mL, avec une densité d'algues de 25 ou 50 x 10³ cellules/mL, ou une densité de mise en charge initiale de 4 larves/m, avec une densité d'algues de 50 x 10³ cellules/mL.

Effet de la température sur la croissance et la survie des larves.

Une troisième expérience a examiné l'effet de six températures (de 5,9 à 26,3 °C) sur la longueur des coquilles et la survie des larves du stade véligère jusqu'au stade pédivéligne (mobile). Toutes les larves ont reçu une alimentation à base d'algues TISO, dont la concentration augmentait au fur et à mesure de l'expérience. Tous les deux jours, la longueur des coquilles était mesurée et le taux de survie était déterminé. La durée de l'expérience variait entre six et quatorze jours, selon le traitement de la température, lorsque le paramètre atteignait le stade pédivéligne.

Dans le cadre des paramètres expérimentaux, le taux de croissance larvaire augmentait avec la température, mais la capacité de survie des larves jusqu'au stade de la colonisation n'était pas affectée significativement par la température à l'intérieur du spectre de température examiné.

3. Élevage en écloserie : après la colonisation

La densité de mise en charge, les quantités de nourriture et la température ont été manipulées afin de définir les conditions optimales d'écloserie et d'élevage pour les bucardes de Nuttall après la colonisation. L'étude de Liu *et coll.* (2011) contient une description détaillée des méthodologies et résultats.

Effet de la densité de mise en charge sur la croissance et la survie des naissains précoces.

Des expériences sur la densité de mise en charge ont été réalisées à la fois sur des pédivélignes et sur des naissains d'un millimètre. On a gardé les animaux dans des systèmes de courant descendant et on a mesuré le taux métamorphique et la croissance après la colonisation. On a stocké les pédivélignes à 20, 40, 80, 160 et 320 individus/cm² et on a prélevé des échantillons après deux et trois semaines, ce qui

a résulté en dix combinaisons de traitement. On a également stocké les naissains d'un millimètre à 10, 20, 40, 60 et 80 individus/cm² et on a prélevé des échantillons après deux et quatre semaines, ce qui a résulté en dix combinaisons de traitement. À la fin de chaque période expérimentale, on a mesuré la longueur et la hauteur de la coquille des bivalves. Le taux de survie et le taux métamorphique ont également été mesurés par la suite.

Il s'est avéré que l'effet de la densité de mise en charge sur la croissance des naissains dépendait de la taille, puisque les individus plus petits permettaient le stockage d'un plus grand nombre de naissains sur le fond de l'unité sans effets négatifs. On a observé une croissance optimale des naissains (indépendamment de la taille) lorsque le fond de l'unité d'élevage était couvert de naissains à moins de 100 %.

Effet du régime alimentaire sur la croissance et la survie des naissains précoces.

L'effet, sur la croissance des naissains, d'un régime basé sur deux algues (CM + TISO) administré en diverses quantités (de 0 à 51,2 x 10⁶ équivalent en cellules de TISO/individu/jour) a été examiné par l'utilisation de cinq expériences utilisant différentes catégories de tailles de naissains (coquilles de 0,74±0,01, 1,59±0,02, 2,10±0,05, 2,60±0,05 et 3,00±0,04 mm de longueur). Les conditions allaient d'une sous-alimentation à une suralimentation, en vue de déterminer les rations optimales avec une taille de naissain variable. Les rations optimales ont été déterminées comme étant la quantité de nourriture minimale offerte au-delà de laquelle on n'observait aucune augmentation significative de la longueur des coquilles. À chaque période d'échantillonnage, on a mesuré la longueur et la hauteur des coquilles, le poids sec, ainsi que le contenu organique. La durée de chaque expérience était variable, selon la taille de mise en charge initiale, mais était généralement comprise entre une et deux semaines.

Les rations optimales d'un régime basé sur deux algues (CM + TISO) ont été déterminées pour plusieurs catégories de tailles. En général, les rations augmentaient avec l'augmentation de la longueur des coquilles, mais on a observé la tendance contraire pour les rations déterminées spécifiquement selon le poids. L'augmentation des rations de nourriture selon le poids de la bucarde n'a pas eu d'effet positif sur la croissance et a entraîné une croissance plus lente des naissains, ce qui a produit plus de matière fécale.

Effet de la température sur la croissance et la survie des naissains précoces.

L'effet de la température sur la longueur des coquilles a fait l'objet d'essais à six températures (de 5,9 à 26,4° C). Tous les traitements ont été nourris avec les mêmes algues (CM + TISO), selon des rations quotidiennes augmentant avec le temps. On a réalisé des mesures hebdomadaires de la longueur et du poids des coquilles pendant toute la durée de l'expérience de trois semaines.

Compte tenu de facteurs tels que les coûts pour faire chauffer l'eau, il a été déterminé que la température de croissance optimale était d'environ 18° C.

4. Élevage en nurserie

Quatre expériences en laboratoire ont été entreprises afin de peaufiner les pratiques de nurserie et d'ensemencement des bucardes de Nuttall; les méthodologies et résultats ont été décrits en détail dans Epelbaum *et coll.* (2011).

Effet de la densité de mise en charge et du substrat sur la survie, la croissance et la condition des naissains, ainsi que sur leur taux d'enfouissement.

La présence ou l'absence de substrat (sable fin et absence de sable) et les densités de mise en charge des naissains (fond couvert d'une monocouche à 50 et 150 %) ont été considérées afin de déterminer l'effet de ces facteurs sur la survie, la croissance et la condition des naissains, ainsi que le taux d'enfouissement à l'ensemencement. Le taux de mortalité, le poids humide ainsi que la longueur et la largeur des coquilles ont été mesurés sur une base hebdomadaire pendant quatre semaines.

Il n'y avait aucun effet significatif du substrat (présent/absent) sur la survie ou la croissance des naissains, mais on a observé des taux significativement plus élevés d'anomalies des coquilles ainsi que des taux d'enfouissement inférieurs chez les naissains élevés sans substrat. La densité de mise en charge la plus petite avec un fond recouvert de substrat à 50 % a engendré une augmentation de la longueur des coquilles de 3 à 7 mm sur quatre semaines. La densité de mise en charge la plus élevée (couverture à 150 %) a eu des répercussions néfastes sur la croissance, mais il s'est avéré qu'elle n'avait pas d'incidence significative sur la survie des naissains.

5. Ensemencement

On a réalisé une étude sur le terrain de l'effet de deux systèmes de culture, intertidal (dans les sédiments) et en suspension, de même que de la densité de mise en charge des bucardes, au cours de l'année 1 et de l'année 2. L'étude de Dunham *et coll.* contient une description détaillée des méthodologies et des résultats (sous presse a,b).

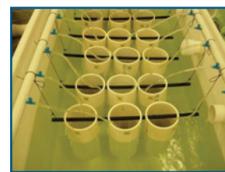


Figure 2. Installation de l'élevage en nurserie des bucardes de Nuttall au Centre for Shellfish Research (CSR) à l'Université de l'Île de Vancouver (VIU), à Nanaimo (C-B).

Effet du mode de culture, de la profondeur et de la densité de mise en charge initiale sur la survie, la croissance et la condition au cours de la première et de la deuxième année de croissance.

Année 1 : Au cours de l'année 1, on a évalué l'effet du mode de culture et de la densité de mise en charge initiale sur la survie, la croissance et la condition des naissains de bucarde (y compris les qualités influençant leur qualité marchande). Le système de grossissement intertidal était constitué d'une série de contenants en plastique munis de fonds grillagés et de couvercles amovibles, enterrés partiellement dans les sédiments de la zone intertidale basse. Le système en suspension était constitué de paniers d'élevage japonais traditionnels disposés en piles verticales de trois et suspendus à des filières d'élevage. Les naissains ont été stockés à des densités initiales de 1 500, 3 000, 10 500 et 21 000 individus/m², ce qui représente un fond recouvert à 5, 10, 35 et 70 %, dans les deux systèmes de culture. Les paramètres physiques tels que la température et la chlorophylle ont été mesurés afin de déterminer le potentiel de productivité des deux systèmes de culture. On a mesuré, chaque mois, la longueur des coquilles et le poids humide d'un échantillon aléatoire de 20 bucardes de Nuttall dans chaque filet d'échantillonnage et sac d'échantillonnage. Après cinq mois, l'expérience était terminée et des mesures finales ont été réalisées sur tous les animaux.

Les bucardes de Nuttall élevées dans le système de culture en suspension avaient des taux de survie très élevés à toutes les densités de mise en charge; par contre, celles ayant été élevées dans le système intertidal avaient un faible taux de croissance et de survie. À des densités de 1 500 et

3 000 individus/m², on atteignait les taux de croissance et les paramètres de condition les plus élevés dans le système en suspension; le rendement en chair équivalait à plus de 40 % du poids humide total de toutes les densités de mise en charge. On a observé une déformation minime des coquilles (0 à 2,9 %) dans la culture en suspension.

Année 2 : Comme pour l'année 1, on a évalué l'effet du mode de culture et de la densité de mise en charge initiale sur la survie, la croissance et la condition des naissains de bucarde, en plus d'examiner les effets sur les différentes catégories de tailles de naissains. On a utilisé les mêmes densités de mise en charge que pour l'année 1 pour stocker des animaux de trois catégories de tailles (longueur des coquilles de 16, 22, et 32 mm; ces catégories de tailles représentaient le spectre qu'un conchyliculteur puisse espérer obtenir après la première année d'élevage de *C. nuttallii* dans une culture en suspension à des densités de mise en charge inférieures ou égales à 3 000 individus/m²) autant dans le système de culture intertidal et que dans le système en suspension. De plus, l'effet de la profondeur de la culture en suspension a également fait l'objet d'un examen. Les mêmes variables ont été mesurées au cours des années 1 et 2 sur une période d'environ quatre mois.

Dans le système de culture en suspension, pour toutes les catégories de classe de taille, la biomasse des tissus mous, les taux de croissance et les indices de condition des bucardes étaient plus élevés que dans le système intertidal. Le système de culture en suspension comportait cependant quelques inconvénients puisque des degrés d'anomalies des coquilles sous-optimaux (8 à 40 %) ont été observés, probablement en raison de la diminution de l'espace et de l'augmentation des biosalissures. Dans les deux systèmes de culture, la densité de mise en charge avait un effet significatif sur les indices de croissance et de culture. La densité de mise en charge initiale recommandée est une couverture de 10 % pour toutes les catégories de tailles mises à l'essai. La profondeur de la culture n'avait pas un effet significatif sur les indices de croissance ou de condition. Selon le scénario de grossissement, la densité de mise en charge et la taille d'exploitation choisie, le pourcentage exploitable cumulé après la deuxième année de grossissement variait entre 15,5 à 63,1 % des naissains ensemencés.

Conclusions

Au cours des six dernières années, les efforts de recherche ont montré que la bucarde de Nuttall (*C. nuttallii*) est un candidat prometteur pour l'aquaculture en C-B. Les expériences destinées à déterminer des pratiques optimales en matière d'éclosion, de nurserie et d'ensemencement ont fourni une base solide au développement de cette industrie. Des techniques de reproduction ont été mises au point et peaufinées, ce qui a permis la détermination : de régimes alimentaires et de températures optimaux pour le conditionnement du stock de géniteurs, de températures pour le stockage du sperme, ainsi que de rapports entre les spermatozoïdes et les œufs. On a déterminé des valeurs optimales pour les régimes alimentaires à base d'algues, les rations et les températures pour les stades essentiels du développement des larves et des naissains précoces.



Figure 3. Système de filière (culture en suspension) utilisé pour les expériences d'ensemencement de la bucarde de Nuttall.

On a examiné l'effet de la densité de mise en charge et la présence de substrat sur la survie et le taux d'enfouissement des juvéniles plus gros pendant le stade de nurserie, car elles ont des répercussions sur la taille des bucardes, la densité de mise en charge et la méthode de grossissement qui affectent la survie et la croissance des naissains ensemencés.

Références

Dunham A., Gurney-Smith H., Plamondon N., Yuan S., Pearce C.M. (a). Aquaculture Research: in press.
Dunham A., Gurney-Smith H., Plamondon N., Yuan S., Pearce C.M. (b). Aquaculture Research: in press.
Epelbaum A., Pearce C.M., Yuan S., Plamondon N., Gurney-Smith H. 2011. Aquaculture Research 42: 975-986.

FAO, 2010. Fishery and Aquaculture Statistics CAPTURE PRODUCTION. FAO Yearbook. <http://schools.tdsb.on.ca/joyce/>

main/path03_debelle/download/referencing_websites.pdf. Accessed: Dec. 18, 2012.

Liu W., Alabi A.O., Pearce C.M. 2008 (a). Journal of Shellfish Research 27: 393-397.

Liu W., Alabi A.O., Pearce C.M. 2008 (b). Journal of Shellfish Research 27: 399-404.

Liu W., Pearce C.M., Alabi A.O., Gurney-Smith H. 2009. Aquaculture 293: 248-254.

Liu W., Gurney-Smith H., Beerens A., Pearce C.M. 2010. Aquaculture 299: 99-105.

Liu W., Pearce C.M., Alabi A.O., Beerens A., Gurney-Smith H. 2011. Aquaculture 320: 129-136.

Ces projets du PCRDA (P-05-09-021, P-07-01-006, P-08-03-004) étaient des efforts de collaboration entre Pêches et Océans Canada (MPO), le Centre for Shellfish Research (Université de l'Île de Vancouver) et Evening Cove Oysters Ltd. Le scientifique en chef de ce projet au MPO, Chris Pearce, peut être rejoint à l'adresse Chris.Pearce@dfo-mpo.gc.ca, et la co-chercheuse principale, Helen Gurney-Smith, peut être rejointe à l'adresse Helen.Gurney-Smith@viu.ca. Références photographiques : Toutes les photos ont été fournies par le Centre for Shellfish Research, Université de l'Île de Vancouver.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le présent projet et d'autres projets du PCRDA, veuillez visiter le http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/aquaculture/acrdp-pcrda/main_f.htm;

Les numéros 103 et 104 du document Aquaculture Update (dernières nouvelles sur l'aquaculture) contiennent des renseignements sur les recherches liées à la bucarde. On peut les consulter à l'adresse <http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/science/aquaculture/update-misesajour-fra.htm>

Publié par :
Direction générale des sciences de l'aquaculture
Pêches et Océans Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

©Sa Majesté la Reine du Chef du Canada 2013

MPO/2012-1852
Cat No. Fs48-2/16-2013F
ISSN 1919-6849 (version imprimée)
ISSN 1919-6857 (version en ligne)
ISBN 978-0-662-72484-1

La version anglaise et d'autres formats sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/enviro/aquaculture/acrdp-pcrda/index-eng.htm>