

# Bulletin

of the Aquaculture Association of Canada



**Farm Management Software  
Trout & Arctic Charr Culture**

**Edition 97-4  
December, 1997**



## MARINE INSTITUTE

# AQUACULTURE

The Fisheries and Marine Institute of Memorial University offers a Master of Science, Advanced Diploma and Technical Certificate in Aquaculture. Faculty and staff provide industrial assistance, technology transfer, research and extension services to the Canadian and international aquaculture industry.

### Master of Science (Aquaculture)

The only thesis-based M.Sc. in aquaculture in Canada. Aquaculture research on:

- biology
- production
- ecology
- engineering
- biochemistry
- business

### Advanced Diploma

This post graduate one-year program is practical-oriented and designed to provide students from a wide range of academic disciplines with the education, training and management level skills required to participate in aquaculture development. The main goals are to provide:

- training for employment in a variety of aquaculture vocations
- management level training for aquaculture industries.

Training programs and industrial assistance services offered by the Marine Institute have access to state-of-the-art teaching and research facilities available throughout Memorial University and St. John's. Both teaching and research activities in aquaculture are strengthened by strong working links with industry and the Ocean Sciences Centre.

### Technical Certificate

Program developed in response to requests for salmonid, shellfish, and marine finfish aquaculture training from existing and prospective farmers and government agencies. Designed to provide skills:

- to establish a farm site
- to obtain employment at farm sites
- to communicate in business
- to develop a business plan

### Industrial Assistance and Research

Highly skilled faculty and staff provide assistance to industry in: fish nutrition, fish health, shellfish production, equipment development, site selection and monitoring, and data analysis. Researchers are also actively involved in the development of new species for aquaculture including: charr, wolffish, sea urchin, giant scallop and cod.

For more information on Industrial Assistance, Research and programs contact:  
School of Fisheries, Marine Institute  
P.O. Box 4920  
St. John's, NF Canada A1C 5R3  
Tel: 1-800-563-5799 Fax: (709) 778-0535  
[www.ifmt.nf.ca](http://www.ifmt.nf.ca)

For more information on the Master of Science program contact:  
School of Graduate Studies  
Memorial University of Newfoundland  
St. John's, NF Canada A1B 3X5  
Tel: (709) 737-8200  
Fax: (709) 737-3421



**Memorial**  
University of Newfoundland

# Bulletin of the Aquaculture Association of Canada

The *Bulletin* is available through subscription (\$40. per year) or as a benefit of membership in the Aquaculture Association of Canada, a nonprofit charitable organization. For membership information contact: Aquaculture Association of Canada, P.O. Box 1987, St. Andrews, N.B., Canada E0G 2X0 [telephone 506 529-4766; fax 506 529-4609; e-mail [aac@mar.dfo-mpo.gc.ca](mailto:aac@mar.dfo-mpo.gc.ca); web site <http://www.ifmt.nf.ca/mi/aac>]. Annual dues are \$40 for students and seniors, \$50 for individuals, and \$85 for companies; 25 percent of dues is designated for *Bulletin* subscription.

The Bulletin is abstracted and indexed in Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA). Mailed under Canada Post Publications Mail Product Sales Agreement No. 525375. Change of address notices and undelivered copies should be mailed to AAC. Return postage guaranteed.

## Officers

Yves Bastien, President  
Andrew Boghen, President-Elect  
Jay Parsons, Past-President  
Linda Townsend, Vice-President  
Mark Kielly, Secretary  
Shawn Robinson, Treasurer

## Directors

Ted White  
John Bonardelli  
John Holder  
Julian Hynes

## Bulletin Staff

Susan Waddy, Editor  
Jay Parsons, Contributing Editor  
Theresia Fawkes, Editorial Assistant

ISSN 0840-5417

Printed by McCurdy Printing Ltd., Sackville, N.B.

*Cover: Herring weir located off The Wolves in the Bay of Fundy, New Brunswick. Such weirs were evaluated for their potential in rearing Atlantic halibut. (Dave Aiken photo)*

# Contents

**Bulletin of the Aquaculture Association of Canada 97-4**  
**M. Frechette, guest editor**

## Rainbow Trout Culture

- 3 L'aquaculture continentale en France  
*Christiane Michaud*
- 10 Trout production in Canada  
*Julian Hynes*
- 15 La truiticulture au Québec  
*Jean-Pierre Réville*
- 18 Trout farming in Italy  
*Pier Antonio Salvador*

## Arctic Charr Culture

- 20 Comparaison des performances d'élevage des souches Fraser et Yukon Gold d'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*)  
*Luc Picard*
- 23 Programme d'amélioration génétique de l'omble chevalier *Salvelinus alpinus* à l'Aquarium et centre marin de Shippagan  
*Pierre Rioux et Christian Noris*

## Larval Feeding in Freshwater Fish

- 26 Development and evaluation of water-stable microdiets for white sturgeon larvae  
*A. Gawlicka, D. Gagnon, K. Dubeau, J. de la Noüe, S.S.O. Hung, R. Burrows*

## Using Computer Technology to Improve Performance

- 33 Farm management software for shellfish growers  
*T. Jeffrey Davidson and Roderick H. Mcfarlane*
- 35 The BC Salmon Farmers CASH program  
*Grace Karreman*

# L'aquaculture continentale en France

*Christiane Michaud*

## Le contexte général

Le développement de la population pose d'une façon générale le problème du développement de la demande protéique, devant être satisfaite au coût le plus abordable.

Par ailleurs, on constate une diminution générale des ressources marines (poissons, coquillages, crustacés), dont les causes sont multiples: augmentation de la pression de la pêche industrielle due à une surexploitation, amenant à pêcher de plus en plus profondément, ce que l'on constate par l'apparition de nouvelles espèces jusqu'alors inconnues aux étals des poissonniers, mais également dégradation du milieu marin due à la pollution d'une façon générale. Face à cela la salmoniculture apparaît comme étant une alternative intéressante, compte tenu de deux facteurs essentiels, les potentiels de production d'une part, et l'image des produits aquacoles d'autre part.

Les potentiels de production constitués par les surfaces aquatiques importantes que sont les lacs et certains étangs, mais encore les réseaux hydrographiques formés par les fleuves, les rivières et leurs sources permettant l'implantation et l'exploitation d'élevages en bassins en terre ou artificiels (110.000 hectares de plans d'eau et 275.000 km de cours d'eau en France). L'image des produits issus de l'aquaculture enfin, bénéficiant d'un a priori favorable dans le monde des consommateurs, car provenant du milieu aquatique, fondamental dans l'inconscient humain et dans son imaginaire. De plus, ces produits offrent une garantie de naturel facilement « objectivable », en ce sens qu'ils ne peuvent se développer que dans une eau de qualité.

Le développement de l'aquaculture semble procéder de multiples causes: investissements

moins lourds que ceux induits par la pêche, régulation de l'offre et de la demande plus aisée, résorption du déficit de la balance commerciale, possibilités de reconversion pour les pêcheurs et création d'emplois, et enfin elle est une activité peu polluante permettant notamment l'utilisation locale de déchets et la récupération d'énergie perdue.

Ces atouts amènent donc à considérer que le secteur de l'aquaculture constitue une chance économique et est promis à un fort développement, dont il convient de préciser l'état à ce jour.

## Le secteur aquacole Français

La pisciculture française est essentiellement constituée par la salmoniculture, l'élevage des poissons marins, et la pisciculture d'étang, et doit être considérée comme une activité agricole à part entière, et par conséquent comme un des maillons les plus dynamiques de l'économie nationale.

A ce jour, la production salmonicole nationale s'établit à environ 55.000 tonnes de salmonidés d'eau douce (essentiellement de la truite arc-en-ciel, espèce d'origine nord américaine introduite au siècle dernier, mais aussi de la truite fario, de l'omble chevalier et du saumon de fontaine) générant un chiffre d'affaire global de l'ordre de 1,2 milliards de francs.

En matière de salmoniculture, deux régions, la Bretagne et l'Aquitaine, fournissent approximativement 50% du marché. Cette production, aujourd'hui bien maîtrisée, permet à l'offre, grâce à la désaisonnalisation, d'être présente toute l'année sur le marché. Elle est le fruit de l'exploitation d'environ 700 entreprises, dont 560 salmonicultures professionnelles et 140 piscicultures domaniales, fédérales ou associatives, représentant globalement 925 sites

de production. Dans ce contexte, l'entreprise s'entend comme une unité de gestion économique, et le site comme le lieu où se trouve l'unité de production proprement dite.

La production issue des élevages de poissons marins (bar, turbot, daurade) représente globalement en volume d'environ 4.400 t provenant de 25 sites d'exploitation, pour un chiffre d'affaire annuel de l'ordre de 260 MF. Ce secteur induit 500 emplois directs.

Le secteur de l'aquaculture d'étang, plus extensif, génère quant à lui un volume de production de 8.000 t pour un chiffre d'affaire global de 120 MF/an, résultant de l'exploitation de 40.000 ha de plans d'eau, ayant à ce jour permis la création d'environ 200 emplois directs. Ce dernier secteur est organisé sous l'égide de l'Union Nationale des Syndicats des Aquaculteurs d'Etang et de Bassins (UNSAEB), indépendante de la Fédération Française d'Aquaculture.

### ***L'organisation de la production et les entreprises***

La profession est organisée sous l'égide de la Fédération Française d'Aquaculture (FFA), relevant du statut juridique des unions de syndicat professionnels (loi du 21 mars 1884).

Crée en 1924 sous forme de syndicat national, la FFA a acquis son statut actuel en 1989. A ce jour, la Fédération regroupe 12 syndicats régionaux de pisciculteurs-salmoniculteurs auxquels s'est récemment associé le Syndicat Français des Aquaculteurs Marins (SFAM), regroupant en tant qu'adhérents 95% des entreprises de production. Ses missions sont, outre la défense des intérêts moraux et matériels de la profession, la réalisation d'études économiques, sociales et juridiques, la promotion globale de la production, mais aussi la coordination de l'action de ses adhérents et leur représentation auprès des pouvoirs publics, et encore de coordonner les actions syndicales aquacoles entre la France et les autres pays, de représenter les syndicats adhérents auprès des instances internationales, communautaires et gouvernementales.

Dans ce dernier cadre, la FFA participe activement aux travaux du COPA-COGECA à Bruxelles, où la France assure depuis 4 ans la présidence du Groupe Aquacole. La Fédération est par ailleurs membre de la Fédération Européenne des Aquaculteurs et Pisciculteurs

(FEAP), regroupement des organisations professionnelles européennes communautaires et hors CEE. Enfin, la FFA est membre du Conseil d'Administration du Conseil Supérieur de la Pêche (CSP) et travaille en étroite relation avec l'Union Nationale des Pêcheurs. Les principales caractéristiques de ce secteur de production sont le dynamisme des entreprises, et la bonne adéquation des sites aux spécificités régionales. Les champs d'activité de ces entreprises sont constitués par la fourniture d'oeufs et d'alevins pour 6% d'entre elles, et le grossissement seulement pour 24%; le reste, soit 70% des entreprises, pratique les deux activités et intègre de plus le volet transformation, et donc maîtrise l'ensemble de la chaîne de production.

### ***Impact social***

Il faut enfin noter l'impact social non négligeable du secteur, générant 4.000 emplois directs et 10.000 emplois indirects. Les emplois permanents sont assurés à 62% par des salariés (contre 8% seulement dans le reste de l'agriculture), le tiers de la main-d'œuvre étant employée par 46 grandes entreprises. Les emplois indirects sont quant à eux générés par l'amont de la filière (hydraulique, génie civil, équipements, etc.) ainsi que par le secteur de l'alimentation. En aval de la filière l'industrie de la transformation concerne plusieurs centaines d'emplois, de même que le secteur du transport et de la distribution, sans oublier le secteur du tourisme et de la pêche de loisir. De façon générale, l'encadrement est assuré par des dirigeants d'entreprise jeunes. En effet, l'âge moyen des salmoniculteurs est de 46 ans (64% des cas) alors qu'en agriculture, il est de 51 ans, l'âge moyen de prise de responsabilité se situant autour de 39 ans. On constate également l'arrivée d'une nouvelle génération de cadres, et 60% des salmoniculteurs dirigent leurs structures depuis moins de 15 ans.

La professionnalisation du secteur est aussi très importante, et 87% des salmoniculteurs exercent cette activité à titre principal, le reste exerçant des activités annexes liées au secteur (hôtelier restaurateur) ou non (cadres d'entreprise dans les autres domaines de l'économie). La part des femmes est également importante, avec 13% de dirigeantes d'entreprise (contre 11% dans le reste du monde agricole).

## ***La formation***

La formation de base est dispensée par un réseau aquacole d'enseignement préparant à l'obtention de diplômes allant du BEPA piscicole au Diplôme d'Agronomie Approfondie Halieutique (DAA), en passant par les BTA et les BTSA. Il est à noter que depuis 1992 le BTA est le premier diplôme permettant de justifier la capacité professionnelle pour l'installation. Parallèlement à cet enseignement de base, il existe un réseau de formation professionnelle continue destiné aux professionnels désireux d'approfondir leurs connaissances.

## ***Les produits et les marchés***

Le marché des salmonidés se divise en trois grandes catégories: la consommation, le repeuplement et le loisir pêche. La première absorbe 80% de la production, essentiellement celle de la truite arc-en-ciel, ce qui représente environ 10% de poissons issus de la pêche française (hors le thon tropical). De 1980 à 1992, la production de truites arc-en-ciel a progressé de 95%, et la France est leader sur le marché Communautaire avec 55.000 tonnes produites globalement, devant les autres Etats membres dont les productions nationales se situent en moyenne à 10.000 tonnes. L'Europe produit ainsi 65% de la consommation mondiale de truites, touchant 380 millions de consommateurs.

La salmoniculture se développe dans un contexte international où la demande en produits aquatiques est passée de 75 millions de tonnes à 100 millions de tonnes en dix ans. Cette situation amène notamment la France à importer 600.000 tonnes de poisson par an, nous plaçant ainsi au 3ème rang des pays globalement déficitaires derrière de Japon et les USA, déficit atteignant quelque 15 milliards de francs, dont 3,7 milliards de francs pour le saumon. Face à cela, la salmoniculture française s'est développée sous la seule initiative et la responsabilité des producteurs.

Les produits doivent aujourd'hui répondre à des exigences de qualité de plus en plus présentes, concernant tout à la fois la façon d'élever les poissons, la composition des aliments, mais aussi l'aspect sanitaire (primordial dans ce secteur de production), et encore l'environnement, notamment en ce qui concerne le traitement des rejets issus des piscicultures. Mais, si l'on sait produire, et bien

produire selon des normes qualitatives précises, encore faut-il vendre les produits, et c'est bien là l'objectif final, car il ne s'agit pas de se faire plaisir pour la beauté de l'acte, mais bien de tirer un revenu de son activité, car n'oublions pas que nous nous plaçons dans une démarche économique.

## ***Les débouchés***

La commercialisation des produits frais et transformés s'effectue selon quatre circuits classiques qui sont:

- la vente par les GMS (51% du marché),
- les poissonneries traditionnelles (25%),
- les marchés (17%), et
- les ventes directes (7%).

Il est à noter que l'apparition récente de très importantes structures de production ont eu tendance à déstabiliser ce marché au détriment des petites et moyennes entreprises.

Autre débouché important de la salmoniculture, le marché du repeuplement des rivières. Les sites de production génèrent environ 600 millions d'alevins dont 200 millions ont atteint une taille commerciale, et environ 150 millions ont fait l'objet de retrait de production ou de pertes. Ce sont donc 250 millions d'alevins et de juvéniles qui sont sortis des élevages à un poids inférieur à 120 grammes. De cette production, 60% est destinée au marché du repeuplement. L'espèce principale intéressante ce marché est l'espèce autochtone, la truite fario, représentant du repeuplement, soit 175 millions d'individus, destinés à reconquérir les rivières, mais également à repeupler les lacs. Il est à noter que la truite fario est aussi à la base d'élevages en mer.

Afin de répondre ici aussi à une exigence de qualité, les producteurs concernés par ce marché ont été à l'origine de la mise en place d'une Charte des salmonidés de repeuplement. D'autres espèces sont également concernées par le marché du repeuplement, il s'agit:

- de l'omble chevalier, destiné essentiellement au repeuplement des lacs alpins, à partir d'une trentaine de sites,
- du saumon de fontaine, originaire du continent nord américain,
- de la truite arc-en-ciel, elle aussi d'origine Nord Américaine; 8% de sa production seulement sont destinés au repeuplement des milieux naturels,

- du saumon Atlantique, dont la conservation et l'introduction ou la réintroduction dans les rivières d'origine sont assez difficiles.
- d'autres espèces de salmonidés enfin, tels les Corégones et l'omble commun.

## **La politique sanitaire en aquaculture**

### **Les dispositifs législatifs**

Le secteur de l'aquaculture continentale en général, et le secteur de l'élevage des salmonidés d'eau douce en particulier, sont soumis aux dispositions légales Communautaires et Nationales.

Les dispositions Communautaires sont exprimées par la Directive 91/67 CE du Conseil du 28 janvier 1991, relative aux conditions de police sanitaire régissant la mise sur le marché d'animaux et de produits d'aquaculture, modifiée par la Directive 93/54 CE du Conseil en date du 24 juin 1993.

Ces dispositions ont été transcrites en droit français par un arrêté du Ministère de l'Agriculture du 27 mai 1994.

Parallèlement à ces textes, la France a, par Décret n° 85-935 du 3 septembre 1985 inscrit la SHV et la NHI sur la liste des maladies légalement contagieuses, et a par l'Arrêté financier

conjoint des Ministères de l'Agriculture et du Budget du 9 novembre 1987, mis en place des mesures relatives à l'indemnisation des propriétaires de salmonidés éliminés dans le cadre de plans d'assainissement des exploitations atteintes des maladies réputées contagieuses des salmonidés.

### **Agrément de régions indemnes par la CEE**

Dans le cadre des dispositions réglementaires Européennes, les autorités Communautaires ont pu, grâce notamment aux importants efforts fournis par les pisciculteurs et les organismes administratifs et techniques de terrain, donner un agrément à la Bretagne et à la région Poitou-Charentes élargie.

L'intérêt économique de ces agréments apparaît avec évidence, quand l'on sait que des produits issus de ces zones peuvent faire l'objet de transactions vers les zones non agréées, mais que le contraire est interdit.

C'est pourquoi, en collaboration avec le Ministère de l'Agriculture (DGAL), et les organismes de terrain, la FFA participe à la mise en oeuvre à titre expérimental sur le bassin Adour-Garonne à un recensement exhaustif des piscicultures, tant privées que publiques, destiné à établir la présence ou l'absence de

### **A titre indicatif nous vous indiquons les détails du compte type d'une exploitation salmonicole de truite arc-en-ciel portion en 1996**

Main d'oeuvre = 100 tonnes de production de truites par personne

Le prix de revient par kilo de truite portion varie entre 11 et 12 F/kg

<b>Répartition en % du prix de revient</b>	
• Achats: (oeufs ou alevins + granulés)	50%
• Charges externes (EDF, oxygène, loyer, entretiens, impôts, etc.)	13%
• Personnel (salaires + charges)	30%
• Charges financières (intérêts bancaires)	2%
Dotations aux amortissements (matériel, équipements, etc.)	5%
	100%

maladies virales, de façon à ce que le bassin Aquitaine puisse prochainement obtenir également un agrément. Les résultats seront disponibles fin novembre. A la suite de cette opération réalisée dans le Sud Ouest, un recensement national sera mis en oeuvre dont l'objectif sera à terme de voir l'ensemble du territoire agréé.

### ***Mesures en cours d'examen concernant les médicaments***

Les procédures d'enregistrement des médicaments vétérinaires utilisés notamment en aquaculture, sont en général les mêmes que celles utilisées pour tout autre médicament vétérinaire.

Deux objectifs sont poursuivis par les autorités communautaires en l'espèce comme en la matière:

- la libre circulation des marchandises, des personnes et des capitaux, dans le cadre d'un marché unique, ce qui sous États-membres entend une harmonisation des réglementations des États-membres,
- la mise sur le marché de médicaments vétérinaires destinés à être utilisés en aquaculture, devant satisfaire à toutes les exigences relevant de la sécurité des consommateurs, des utilisateurs et de l'environnement.

Ce second point soulève le problème de la présence ou non de résidus de ces produits ou de leurs métabolites dans les denrées alimentaires destinées à la consommation humaine. C'est ainsi que le Conseil a adopté un règlement établissant une procédure pour fixer les limites maximum de résidus (LMR) autorisées dans ces denrées (Règlement CEE 2377/90 du 26 juin 1990, publié au JOCE L 224 du 18 août 1990). Ce règlement prévoit notamment qu'au 31 décembre 1996, tous les médicaments vétérinaires devront avoir fait objet d'un examen destiné à définir des LMR communautaires. Dans ce cadre, certains produits continueront à bénéficier d'une autorisation, d'autres non.

Si cette démarche procède d'une incontestable volonté de protection de la santé humaine, il n'en reste pas moins que de telles dispositions auront pour conséquence de faire supporter de lourds handicaps pour les pisciculteurs, d'autant que le Groupe de Travail du Comité sur la Sécurité des Résidus a établi une différenciation

entre espèces animales majeures et mineures, le saumon étant inclus dans la première liste et les autres poissons, dont la truite, dans la seconde liste. Le danger est que le règlement précité dispose que les LMR pour les espèces mineures seront basées par extrapolation sur les LMR des espèces majeures, ce qui par construction évacue les spécificités liées à certaines espèces mineures.

On a établi une liste de 23 antibiotiques et 43 autres substances paraissant indispensables. La FFA a fait parvenir cette liste à l'Agence du Médicament, en demandant l'entier et total accès aux produits y figurant, en faisant valoir que la suppression d'une de ces substances induirait de graves problèmes quant à la gestion de nos élevages.

La FFA a cependant proposé que si l'un de ces produits venait à disparaître, il devrait être remplacé par un produit de substitution. Il faut néanmoins être conscient du poids relativement faible du secteur aquacole eu égard aux volumes issus des autres grands secteurs de l'élevage. En effet, la filière n'atteint pas les seuils quantitatifs permettant aux laboratoires d'investir dans la recherche de nouvelles molécules.

Des solutions alternatives pourraient être envisagées:

- Développement de partenariats autour de protocoles de mise à disposition de médicaments visant à préserver les anciennes molécules ayant fait leurs preuves,
- Développement de nouvelles molécules dont le financement pourrait être assuré par le Fond Structurel et pris en charge par une collectivité multipartenaire,
- Recherche de molécules par catégories d'espèces etc.

Le dossier est toujours ouvert, et il semble que les autorités nationales de chacun des Etats-membres de la CEE soient assez sensibilisées par ce sujet pour pouvoir envisager l'avenir avec un certain optimisme.

### ***Mise en place d'une union nationale de prévention sanitaire aquacole***

Considérant que la maîtrise sanitaire dans les élevages piscicoles constitue un impératif, eu égard notamment aux conséquences économiques, et compte tenu d'une très forte demande émanant des régions dans lesquelles aucune structure n'existe, la Commission Sanitaire de la FFA a souhaité que soit mise en

place une structure nationale regroupant les GDS Aquacoles et Piscicoles existants, auxquels pourront s'ajouter les GDS qui se créeront dans l'avenir. Cette structure adoptera le nom d'Union Nationale de Prévention Sanitaire Aquacole, et ses statuts seront déposés courant 1997.

Bien que constituée des GDS ainsi que définis plus haut, cette Union comprendra à titre d'invités permanents ayant voix consultative, les organismes nationaux représentatifs du secteur de l'aquaculture continentale au sens large (FFA, SFAM, UNSAEB, Union des Pêcheurs, CSP) mais également l'administration (DGAL). L'objectif de cette structure sera de mener des actions appropriées à la lutte contre les maladies légalement contagieuses (SHY, NI), mais aussi de résoudre tous les problèmes liés aux risques de contamination, notamment ceux relevant des relations avec les négociants.

D'une façon générale, la FFA oeuvre auprès de ses adhérents afin de leur faire prendre clairement conscience que le sanitaire relève d'un état d'esprit, et qu'il convient d'adopter une démarche commune prenant également en compte l'environnement et la qualité de l'eau, fondement des entreprises piscicoles. Les instances départementales et régionales (Conseils Généraux et Conseils Régionaux) sont également sensibilisées à l'importance des démarches relevant d'une politique sanitaire nationale.

## L'aquaculture et la recherche

Afin de pouvoir disposer d'un minimum d'effectifs de géniteurs naturels pour assurer la reproduction en élevage, il convient de développer la sauvegarde de certaines espèces des atteintes portées au milieu aquatique. C'est ce qui a amené les professionnels à solliciter le secteur de la recherche quant à la conservation du patrimoine génétique, qui est pour une large part le fruit des travaux menés par l'IRA et le SISAL. Ces travaux portent essentiellement sur le saumon Atlantique, car l'effectif de géniteurs sauvages est très rare, et à ce jour, 5.000 saumons en état de procréer sont présents dans les élevages français.

L'omble chevalier fait également l'objet d'une action conservatrice, et on dénombre 3.000 reproducteurs en pisciculture. Les transactions sur ces deux espèces sont encore à

ce jour quasiment nulles, compte tenu de la faiblesse des stocks.

Deux autres espèces enfin entrent dans le champ d'action de la recherche en vue de leur préservation: la truite fario et le saumon de fontaine, représentant respectivement 25% et 2% de l'effectif de géniteurs présents dans les exploitations.

La conservation du patrimoine génétique doit également être accompagnée par une démarche visant à améliorer la sélection des produits destinés à la consommation. Dans ce contexte, les travaux les plus importants ont porté sur la truite fario, mais les initiatives destinées à développer les qualités organoleptiques, diététiques et de croissance de la truite arc-en-ciel sont actuellement encouragées.

La FFA est très attachée à ce que la recherche aquacole soit active, tournée vers la production et la transformation des produits d'aquaculture. Elle est également attachée à la qualité des produits, celle des eaux ainsi qu'au bien-être du poisson.

Les organismes sollicités sont:

- CNEVA (Centre National d'Etudes Vétérinaires et Alimentaires),
- INRA (Institut National de Recherche Agronomique),
- IFREMER (Institut Français pour l'Exploitation de la Mer),
- CEMAGREF (Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts),
- ORSTOM (Institut Français de Recherche Scientifique, Développement et Coopération),
- CIRAD (Coopération Internationale en Recherche Agronomique),
- SYSSAF (Syndical des Sélectionneurs Avicoles et Aquacoles Français).

## L'aquaculture et l'environnement

L'action sur l'environnement est surtout le fait des piscicultures domaniales, liée au repeuplement pour pallier à l'insuffisance de la reproduction naturelle ainsi qu'au soutien aux espèces menacées.

Mais les exploitations salmonicoles privées jouent aussi un rôle important quant à la préservation et l'amélioration de la qualité de l'eau, car l'eau est évidemment l'outil de travail de base de l'aquaculteur, et il convient de traiter notamment les rejets piscicoles. C'est un sujet

qui nous préoccupe depuis longtemps, les solutions apportées conditionnent en partie nos capacités de développement. Ce problème est complexe et demande plusieurs réponses, notamment en amont, en ce qui concerne les aliments, dont la technologie actuelle permet l'abaissement de l'indice de consommation, ce qui contribue à abaisser le niveau des rejets, mais aussi de modifier la composition de ces rejets. Ceci est un point très important, quand l'on sait que le coût de l'aliment représente 40 à 50% du prix de revient du produit, et qu'il convient d'abaisser sensiblement les coûts de production pour maintenir des marges économiquement intéressantes.

En aval, une autre question primordiale concerne le traitement des rejets en sortie de pisciculture. C'est grâce aux pouvoirs publics et à la FFA que cet aspect a pu trouver une solution, notamment par l'installation de filtres à tambour ou à tamis courbe, destinés à dissocier les éléments polluants présents dans l'eau et permettre ainsi aux exploitations de rejeter dans le milieu naturel des eaux de très bonne qualité.

Il faut enfin noter que les entreprises contribuent pour une part non négligeable au maintien du tissu social en milieu rural, ainsi qu'à la préservation des milieux naturels. De nombreuses familles peuvent ainsi se maintenir sur leurs exploitations, en assurant notamment l'occupation de l'espace rural. Il s'agit donc bien d'un secteur où le patrimoine travail est avant tout un patrimoine humain, et il est très encourageant de constater que d'une part la relève des exploitations est à priori assurée, car pour la moitié des chefs d'entreprises, la succession est connue, et que d'autre part les créations d'entreprises viennent largement compenser les cessations d'activité.

---

*Madame Christiane Michaud est Présidente du Fédération Française d'Aquaculture, 16 rue de la Grange Batelière, 75009 Paris France (tel 33 1 42 46 13 66; télécopies 33 1 42 46 01 60).*

## **Upcoming AAC Bulletins**

**Marine fish culture**

**Proceedings of the contributed papers, Aquaculture Canada '98, St. John's, Newfoundland**

**Marine fish broodstock techniques and research**

**Coldwater seaweed culture**

**Mussel carrying capacity**

**Live feeds for marine fish culture**

# Rainbow trout production in Canada<sup>a</sup>

*Julian Hynes*

An overview of the status and future of rainbow trout production in Canada is presented based on a survey of all the provinces. Prevailing production methods are compared in the different regions and innovative approaches being applied on fish farms are highlighted. Environmental aspects of trout culture in Canada are outlined and appropriate approaches to handling wastes are described. The various products and markets are discussed and, on the basis of figures obtained from producers regarding costs of production and margins, some conclusions on the economics of trout culture are presented. Current trends in trout culture in Canada are explored for a glimpse into the potential and future of the oldest aquaculture industry in the country.

## Production Volumes and Systems

In contrast with the major trout producing countries, Canada's production of rainbow trout is modest, totalling 6 600 tonnes in 1995-96. Although Canada is blessed with an abundance of water resources for aquaculture, its history is largely that of fish harvest and export, coupled with a relatively low per capita consumption of fish. Trout production began initially for stocking purposes, later formed the basis of aquaculture in Canada, and now comprises much of its history. An overview of the current status of the species must therefore include trout production for stocking as well as for human consumption.

In Table 1, production of rainbow trout by province is arranged in order of volume of product destined for human consumption; as far as possible, production and revenues from stocking and fee fishing are not included.

Ontario produced 3 300 tonnes (over 7 million pounds) of trout in 1995, approximately half of the total rainbow trout produced for food in Canada. Seven companies, five of which are cage farms, accounted for over 2 000 t, and cage farms alone contributed over 50% of the total

production. In 1996, five newly established marine cage operations produced 1 000 t of steelhead trout in Newfoundland (steelhead is the name used for large, silvery rainbow trout from the sea or from the Great Lakes). In Québec, production of rainbow trout for food reached 900 t in 1996. A single Saskatchewan company operating cages in Lake Diefenbaker, a long impoundment behind a dam, raised 500 t of trout in 1996. Marine cage production is beginning in both New Brunswick and Nova Scotia, with production in both provinces at around 400 t in 1996. The remaining four provinces account for less than 5% of the national total.

A review of different production systems illustrates the origins of rainbow trout production for stocking and fee fishing (Table 2). However, the manner in which the statistics are compiled in the various provinces results in some double counting of some of the production systems shown; for example, the hatchery operations are often the same as those using raceways and tanks, as reporting is done through the licensing systems which do not always differentiate between them. It is evident that in some provinces there continues to be substantial economic activity in fee fishing or catch-your-own trout

<sup>a</sup> Trout culture in Québec is covered in the companion paper by Jean-Pierre Réville, p. 15-17.

**Table 1. Rainbow trout production by province (1995 and 1996).**

Province	Production (metric tonnes)	Farm Gate Value (millions \$)
Ontario <sup>1</sup>	3 300	14
Newfoundland <sup>2</sup>	1 000	3.9
Québec <sup>3</sup>	900	4.1
Saskatchewan <sup>4</sup>	500	2.0
New Brunswick <sup>5</sup>	400	4.0
Nova Scotia <sup>6</sup>	400	1.6
Alberta <sup>7</sup>	136	0.8
British Columbia <sup>8</sup>	105	0.5
Prince Edward Island <sup>9</sup>	50	n/a
Manitoba <sup>10</sup>	10	n/a
<b>Total</b>	<b>6 800</b>	<b>31</b>

**Sources**

1. Aquastats'95, Aquaculture Extension Centre, University of Guelph;
2. Newfoundland Aquaculture Industry Association 1996;
3. Québec Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation 1996;
4. Saskatchewan Department of Environment & Resource Management 1996;
5. New Brunswick Trout Farmers Association 1996;
6. Aquaculture Association of Nova Scotia 1996;
7. Alberta Agriculture, Food & Rural Development 1995;
8. British Columbia Ministry of Agriculture, Fisheries & Food 1996;
9. Prince Edward Island Department of Fisheries and Environment, Dover Fish Hatchery 1996;
10. Manitoba Department of Natural Resources 1996.

**Table 2. Rainbow trout production systems in Canada.**

Region	Type of Production Systems				
	Catch-Your-Own-Trout	Pond Stocking	Hatcheries	Raceways, Tanks and Ponds	Cages
<b>East</b>					
Newfoundland	3	0	1	0	5 sea cages
Nova Scotia	15	0	7	4	12 sea cages
New Brunswick	85	380	24	10	—
PEI	4	0	3	4	in-pond cages
<b>Central</b>					
Ontario	200	'000s	30	120	cages in the Great Lakes
<b>West</b>					
Manitoba	n/a	350	2	2	—
Saskatchewan	4	500	6	2	cages in Lake Diefenbaker
Alberta	n/a	>2000	n/a	80	—
British Columbia	35	25	21	92	experimental cages

operations as well as supplying fish for stocking hundreds and even thousands of ponds for recreation purposes and personal consumption.

The relative value of the different aspects of trout farming is reflected in figures from New Brunswick where an estimated \$4 million in farm gate revenues were earned from the production of food fish compared with \$2 million received from fish sold for stocking purposes and as catch-your-own trout. Ontario production of trout for human consumption is valued at \$15 million, compared with stocking and fee fishing operations that are valued at between \$3 and \$6 million. In Alberta, trout produced for food are estimated to be worth \$0.8 million annually, whereas fish sold as fingerlings and for catchable stocking are worth \$1.1 million.

## Science and Technology

Trout production, the oldest form of aquaculture in Canada, began in the 1950s and 1960s with the production of fish for stocking. The culture of trout for human consumption started in the 1970s. Traditionally, trout were raised in ponds, raceways and tanks. Depending on the prevailing water supply and temperature regimes, fish were reared to a weight of about 0.5 kg (1 pound) in 15 to 18 months. The more recent use of floating cage systems in large lakes and in the sea has enabled more rapid growth during the summer and early autumn and the harvesting of a larger product.

In the Great Lakes, large fingerlings can be stocked in cages in the spring and harvested after one growing season, whereas smaller fingerlings require two seasons of grow-out. Product sizes normally range from less than 1 kg to over 2 kg. In Newfoundland, 20 months is required to achieve the preferred size at harvest of 2 kg. Trout are grown in freshwater the first summer and in sea cages the second summer. In British Columbia it is expected that large fingerlings (100 g) raised in marine systems will achieve 3 kg in one summer.

Ontario producers began growing rainbow trout in cage systems in the Great Lakes in the early 1980s. The first commercial operation was established in 1982 and by 1996 there were six companies operating nine sites in Lake Huron, as well as one in Lake Erie, and one in an abandoned iron mining pit. A single operation was established in Saskatchewan about 1992. Submersible cage systems are now being in-

stalled in both Ontario and Saskatchewan. It was not until the mid-1990s that the production of steelhead trout in marine cages was seriously attempted in Newfoundland, New Brunswick, Nova Scotia and British Columbia.

A second opportunity for expanding rainbow trout production in Ontario is pump-ashore technology using water from the Great Lakes. A first operation using heated water from a power station outflow was established on Lake Ontario in 1985 using converted tanks, a second began on Lake Erie in 1995 using cages, and a third began on Lake Ontario in 1997. Instead of using cages, the latter company has adopted another technological innovation, the newly developed bag system. There is considerable latent potential for applying pump-ashore technology.

Rainbow trout producers in Canada have been quick to apply new scientific developments to improve their rearing systems. Significant improvements in feed quality have resulted in feed conversion ratios of around 1.2 for cage operations in the Great Lakes using high energy diets with floating or slow-sinking pellets. In response to consumer preferences, most Ontario farms use pigmented feeds to produce red flesh according to established colour standards. Fingerling producers have developed triploid and all-female stocks to overcome the problems of early maturity in the larger-sized fish now demanded by the market.

Rainbow trout are not highly susceptible to common salmonid diseases such as furunculosis, so although vaccines are now available, there is little need for them. In addition, the Great Lakes region is relatively free of some of the more troublesome fish diseases. Bacterial gill disease and some emerging yellow-pigmented bacteria do cause losses but with effective management they can be controlled with minimal treatment.

## Environmental Considerations

As with all livestock production, trout farming has the potential to cause some damage to the environment. Fish farming operations continue to be subject to industrial permitting requirements, rather than to agricultural codes of practice, as they generally have single or multiple points of discharge to the environment. In Canada, most regulations establish a maximum permissible concentration above background of

phosphorus and suspended solids, unfortunately encouraging dilution as a solution, and usually require water quality monitoring.

All potential wastes come from the feed; to minimize environmental impacts some key principles based on feed quality and usage should be followed. The first is to reduce waste from the source, i.e., by using well balanced, highly digestible, high energy feeds. The digestibility of dry matter must be greater than 80% and total phosphorus less than 1%. The second is to improve feed management with the aid of production modelling in order to reduce feed wastage. The environmental impact of wasted feed is four or five times more than that from digested feed, quite apart from economic considerations. The third is to remove solid wastes from the rearing system as quickly as possible; this removes over 50% of waste phosphorus.

Practical approaches to handling fish farming wastes differ with the rearing system. With raceways and tanks, effective solids management requires settling areas, the removal of solids off-line for subsequent pump-out and use as fertilizer on adjacent lands. Feeding must be managed to limit feed wastage, to optimize rather than maximize feeding using highly digestible feeds. In freshwater cage farms there must be an assessment of the assimilative capacity of the water body, particularly with respect to phosphorus. This may include evaluation of flows, turn-over, extent and proximity of other discharges. Highly digestible, high energy feeds should be used and feeding models may be used to limit feed usage and control feed wastage. There should be established minimum distances between farms and provisions for moving after five years to allow sites to lie fallow before being used again. Early studies in the Great Lakes indicate that the impact from cage farms is both limited and localized.

## Products and Markets

Canadian rainbow trout are sold live as eggs, fingerlings and catchables. Fingerlings generally sell at 10¢/inch up to a size of 5 inches (13 cm), 15 to 20¢/inch for larger sizes. The preferred size for catchables is 8 to 12 inches (20 to 30 cm) selling at \$1.20 to \$2.40 per fish.

Rainbow trout was traditionally sold head-on and gutted, with the preferred size being 225 to 350 g (8 to 12 oz). In Ontario, cage farms are raising trout to a larger size, ranging from 0.7 to

1.6 kg (1.5 to 3.5 lb) aiming for a minimum size of 1 kg live weight from which to produce pin-bone-out fillets of 250 to 300 g (9 to 11 oz). Most product is sold fresh as it is difficult to compete with frozen product from Idaho and Chile. The demand for pan-size fish is declining and that for fillets is increasing.

An estimated 60% of Ontario's production is exported to the province to Québec and the northeastern United States. Rainbow trout production from the Maritime Provinces is also marketed in central Canada and the northeastern United States, while that from central Canada is sold in the mid-western United States. In order to supply the large fish markets in urban centres serving over 100 million people, increased production is essential to ensure adequate and consistent supplies on a year-round basis. It is anticipated that for some time to come, increases in production will drive the market until a threshold of sufficient volume is achieved.

## Economic Aspects

Given the large range of conditions under which rainbow trout are raised across Canada, it is not surprising that cost of production varies widely. In Ontario, cage farms estimate their costs to be \$1.50 to 1.60/lb (\$3.30 to \$3.50/kg), while "traditional" raceway production costs are in the order of \$1.80/lb (\$3.96/kg).

Producers can expect to receive between \$1.60 and \$3.00/lb (\$3.50 to \$6.60/kg) for dressed fresh trout which retail for \$4.00 to \$5.20/lb (\$8.80 to \$11.40/kg), and between \$4.00 and \$4.35/lb (\$8.80 to \$9.60/kg) for fresh fillets which retail at \$6 to 7.00/lb (\$13.20 to \$15.40/kg). Idaho frozen trout sell wholesale for \$1.65 to \$1.80/lb (\$3.60 to \$4.00/kg). These selling prices indicate the narrow margins prevailing today. Early in their development, sea cage farms in eastern Canada are reporting production costs as high as \$1.90 to \$2.25/lb (\$4.18 to \$4.95/kg).

It is anticipated that production costs must be driven down to \$1.25/lb (\$2.75/kg) using improved technologies and economies of scale in order to survive and compete successfully in the long-term. Large production farms must expand to a minimum production of 2 to 3 million pounds (1000 tonnes) to benefit from economies of scale using larger units and reducing overhead and per unit cost. There must be continued improvements in feed efficiency given

that feed costs account for over 60% of the direct cost of production. Labour costs must be reduced through automation and fewer staff per site. The time required to rear the fish to market size must be reduced with improvements in growth and survival through advances in selective breeding (e.g., application of quantitative genetics and new genetic marking techniques) and fish health management (e.g., application of vaccines).

With regard to marketing, it is important to increase value-added lines such as smoked, ready-to-eat, packaged products, and diversified products like patés and mousses. The markets are substantially serviced through brokers at present. It would be beneficial for large producers or groups of producers to gain greater control of sales at both the wholesale and retail levels.

### Conclusions and Trends

It is anticipated that rainbow trout farming in Canada will expand rapidly in the next few years through increased grow-out in cages both in freshwater and marine environments. The new conical bag technology is now being tested and applied in both fresh and salt water. It is likely that it will gradually replace open cages in appropriate locations, not only because of environmental considerations but also because of the greater control of rearing conditions, and increased carrying capacity per unit of volume using constant flows and supplemental oxygen. Stable and reliable power supplies and/or multiple back-ups are required which will, however, increase capital costs.

There will be a continuing trend to larger scale production and increased automation to reduce production costs. In Ontario, established trout farms based on limited, but high quality, ground water sources are converting to specialized production of fingerlings to supply large grow-out cage operations and pump-ashore facilities based in and on the Great Lakes. A new pump-ashore operation on Lake Ontario using bag technology is expected to double the province's current production in the next few years.

The trend to producing larger sized fish (1 to 4 kg) will continue, replacing pan-size fish and enabling the preparation of fillets. The products

will increasingly be more processed, packaged, pre-prepared and ready-to-cook.

The concerns of environmentalists and animal welfare interests must be addressed. Environmental mitigation is necessary for trout farming to continue to thrive, both because of the need to maintain the highest quality water and to ensure it is sustainable in the long term. Codes of practice must be implemented to prevent escapement and to minimize stress (and associated manageable diseases) and are increasingly essential for public recognition and ultimately for profitable business.

The industry has much room to grow in Canada both in fresh water and in the sea. There is scope to improve production efficiencies through application of science and technology. There are many opportunities for market development given the present limited consumption of rainbow trout in Canada and the United States.

*I am most grateful to M. Eric Gilbert, Québec Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation and l'Association des Aquiculiteurs du Québec for inviting me to present the paper and supporting my participation in this special session on rainbow trout production. I also thank the following individuals for their contributions and insight into each province's trout industry: M. Kielle, Newfoundland Aquaculture Industry Association; M. MacNeil, Aquaculture Association of Nova Scotia; D. Wolverton, New Brunswick Trout Farmers Association; N. McNair, P.E.I. Fisheries and Environment; L. Moyaert, Dover Fish Hatchery, P.E.I.; R.D. Moccia and D. Bevan, Univ. of Guelph, Ontario; B. Scarfe, Manitoba Natural Resources; T. Maher, Saskatchewan Environment and Resource Management; L. Stegman and D. Lloyd, Alberta Agriculture, Food and Rural Development; W. Harrower and C. Mathews, B.C. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.*

---

*Julian Hynes is with Hynes & Associates International, 193 Concord Avenue, Toronto, Ontario M6H 2P2 (tel 416 535-0457, fax 416 535-0648, e-mail jhynes@netcom.ca).*

# La truiticulture au Québec

Jean-Pierre Réville

## Situation de la Pisciculture Québécoise

Même si environ 178 producteurs aquacoles sont enregistrés officiellement au MAPAQ et ont produit 1800 tonnes en 1996, la nature de l'aquaculture québécoise reste essentiellement artisanale et de type familial.

Ainsi, environ 39% des producteurs produisent moins d'une tonne et demie par an, environ 90% des producteurs produisent moins de 55 tonnes par an. Grâce au dynamisme de quelques promoteurs et aux efforts du Ministère de l'Agriculture, la situation semble évoluer rapidement vers une aquaculture de type plus industriel. Les développements récents sont très prometteurs.

## Espèces Produites et Techniques Utilisées

Le saumon de fontaine (brook trout) et la truite arc-en-ciel (rainbow trout) sont les deux principales espèces produites.

La plupart des piscicultures québécoises combinent divers types de structures d'élevage soit des race-way en ciment ("concrete basins"), des bassins circulaires de faible profondeur en différents matériaux et des étangs de terre. Plusieurs structures d'élevage sont installées à l'intérieur de bâtiments afin de diminuer les effets du froid hivernal. De nombreux producteurs possèdent leur propre salle d'incubation et d'alevinage.

L'eau utilisée pour l'élevage est souvent de l'eau souterraine pompée ou de l'eau de surface provenant de ruisseaux ou rivières de taille réduite. Les débits utilisés sont souvent faibles et peuvent fortement limiter la production. Les températures extrêmes sont une contrainte majeure pour la production, passant de valeurs élevées en été, à près de zéro degré Celsius en période hivernale.

En général, les techniques de production sont

simples et performantes. Cependant, la rigueur du climat et les faibles débits utilisés ont obligé les aquaculteurs québécois à développer des techniques de production adaptées à cette situation. De plus en plus de techniques de production de pointe sont adoptées par les aquaculteurs québécois.

## Les Marchés

### Ensemencement

Le marché de l'ensemencement des plans d'eau est presque totalement réservé au saumon de fontaine (brook trout). Ce marché historiquement très porteur, en particulier pour les producteurs modestes, semble extrêmement fragile et limité. Nous prévoyons des perturbations majeures dans les prix de vente et nous avons des inquiétudes sur les capacités du marché d'absorber des surplus.

### Consommation

Avec 700 tonnes de production annuelle, le Québec ne couvre qu'environ 22% de la demande intérieure en truite arc-en-ciel de consommation (Jacques-Henri Mathieu, MAPAQ 02-97). Le produit principal est un filet sans arête issu d'une truite d'environ un kilogramme. La chair doit impérativement être rosée. Ce marché est en nette progression.

## Les Organismes Oeuvrant en Aquaculture au Québec

Le Ministère de l'Agriculture est très actif en aquaculture au Québec. Une structure spéciale s'occupe de gérer le programme d'aide au développement de cette industrie et de fournir une assistance technique.

La table filière aquacole a été créée à l'initiative du Ministère de l'Agriculture et regroupe les représentants de tous les

intervenants dans le domaine : les producteurs, les acheteurs et les transformateurs, les universités et organismes gouvernementaux de l'aquaculture québécoise.

La Société de Recherche et de Développement de l'aquaculture en eau continentale a pour but de financer les recherches et le transfert de technologie dans le domaine. Bien que jeune, cette structure démontre que l'association des producteurs, des représentants des institutions d'enseignement et des représentants gouvernementaux permet d'obtenir des résultats de recherche ou de transfert de technologie très fructueux. La SORDAC tire son plan d'action des recommandations de la table filière.

L'Association des Aquaculteurs du Québec regroupe la plupart des pisciculteurs. Cette association est le répondant officiel des aquaculteurs québécois et a pour mandat de défendre leurs intérêts.

### **Le Financement**

Le Ministère de l'Agriculture du Québec a mis en place un programme spécifique d'aide pour le développement de l'aquaculture. Ce programme a obligé les pisciculteurs à agir en professionnels aussi bien sur le plan technique que sur le plan de la gestion financière. Nous évaluons que le programme du MAPAQ est un succès complet et qu'il contribue à structurer la pisciculture québécoise.

Cependant, un développement majeur de l'aquaculture québécoise requiert des investissements considérables et aucune structure financière adaptée aux besoins spécifiques de cette industrie n'est actuellement disponible. Bien qu'étant considérés légalement comme des agriculteurs et subissant toutes les contraintes liées à ce statut, depuis 1988 les pisciculteurs n'ont plus droit aux programmes de la société de financement agricole du Québec, pourtant accordés même aux éleveurs d'autruches ou de vers de terre. Nous estimons que cette situation est un frein majeur à un réel essor de l'aquaculture québécoise, mais nous sommes confiants que cette situation va être corrigée très prochainement.

### **Potentiel de Développement**

#### **L'augmentation de production dans les autres**

provinces canadiennes ou dans d'autres pays, et la baisse de coûts de ces productions par l'utilisation de techniques plus performantes, pourraient prochainement affecter gravement la rentabilité des pisciculteurs installés au Québec.

Il existe pourtant un fort potentiel de développement de la production de truite arc-en-ciel ou d'autres espèces dans notre province. Nos ressources en eau nous permettent d'envisager la production de tonnages importants sans dommages à la qualité des eaux. Par ailleurs, les techniques d'élevage en cage présentent une alternative attrayante pour la réduction des coûts de production.

Cependant, il ne faut pas se cacher qu'un handicap sérieux nous rend très inquiets. Le Ministère de l'Environnement au Québec semble être réticent à permettre un développement majeur de notre industrie au Québec. Ce ministère est responsable de l'émission des permis d'exploitation aquacole et contrôle totalement le potentiel de développement de l'industrie. Ayant pour mandat de veiller à l'intégrité de l'environnement québécois, les responsables de ce ministère s'inquiètent des impacts négatifs potentiels des rejets d'eaux des piscicultures dans le milieu. L'émergence de piscicultures industrielles et éventuellement de piscicultures produisant en cage ne provoque pas un enthousiasme débordant des fonctionnaires du ministère de l'environnement. Ne sachant actuellement pas les normes de rejet qu'ils devraient imposer aux producteurs, ces responsables ont tendance à ralentir les projets en cours. À titre d'exemple, l'élevage en cage est et semble devoir demeurer interdit au Québec, malgré le potentiel économique important que cette technologie représente.

Un comité réunissant des représentants de la profession piscicole, du MAPAQ et du MEF, travaille actuellement à établir ces normes. L'Association des Aquaculteurs du Québec, en collaboration avec ces deux ministères partenaires, a fait réaliser une étude de caractérisation des eaux de rejet des piscicultures québécoises. Les trois partenaires utilisent les résultats de cette étude afin de trouver les meilleures solutions économiques pour minimiser l'impact de ces rejets. Le MEF prône le respect de la capacité de réception du milieu et préconise une étude spécifique pour chaque pisciculture prenant en compte le bassin versant. Les pisciculteurs adhèrent totalement à

cette approche et acceptent de se conformer à des normes de rejet à condition que ces normes soient réalistes, économiquement viables et soient les mêmes pour tous les utilisateurs, aussi bien les industries, que les municipalités ou toute autre activité ayant un impact sur le milieu. Les pisciculteurs québécois sont prêts à faire la preuve qu'ils sont partie prenante dans la notion de développement durable, et la protection du milieu, en ne perdant pas de vue cependant la

rentabilisation de leurs activités.

Dans les prochaines années les pisciculteurs québécois veulent pouvoir tenir la place qui leur est due dans la production aquacole de leur province.

---

*M. Jean-Pierre Réville est avec Pisciculture du Lac William, 2421 Route 165, Bernierville, QC Canada G0N 1N0*

## The Great Atlantic Shellfish Exchange

April 15-17, 1999

Prince Edward Hotel, Charlottetown, PE

Atlantic Canada's Premier Shellfish Aquaculture Conference is being organized to coincide with the NSA meeting being held in Halifax, NS. The Conference is being co-hosted by the PEI Aquaculture Alliance and Atlantic Fish Farming. The conference and trade show usually attracts more than 200 industry representatives.

This year's preliminary program includes sessions on:

- The Future of Shellfish Culture in the Atlantic
- Opportunities for the Clam Culture
- Value Added Opportunities in Mussel
- Shellfish Health Issues – Pests, Predators, Etc
- Economics of American Oyster Production
- Shellfish and the Environment – Minimizing Conflict
- Promoting your Industry – Shellfish Festivals and other Ideas

Registration: \$65 per person plus GST.

For general information on the Exchange contact the PEI Aquaculture Alliance at ph: (902) 368-2757, fax: (902) 368-3958, e-mail: [peiaqua@pei.sympatico.ca](mailto:peiaqua@pei.sympatico.ca). For Trade show information or to pre-register contact Atlantic Fish Farming at ph: (902) 838-2515, fax: (902) 838-4392, e-mail: [pmacneill@pei.sympatico.ca](mailto:pmacneill@pei.sympatico.ca). For Hotel Reservations contact the Prince Edward Hotel at (902) 566-2222 (or 1-800-441-1414; be sure to mention the Exchange to get the special room rate of \$79.00).

# Trout farming in Italy

Pier Antonio Salvador

Trout farming first began in Italy in the early 1950s in the northern streams and (karst) springs. Initially, it began more as a hobby than a business and was primarily intended to meet the needs of the German tourists in areas such as Lake Garda.

Trout farming gradually increased in importance, primarily because of the considerable quantity and the unique quality of the water available in the region. In fact, the Friuli, which is the northeastern region of Italy, is one of the few areas in the world that has abundant fresh water and springs with constant year-round temperature, making it ideal for trout farming. This situation exists in only two other areas in Europe (Jutland in Denmark and Brittany in France) and one in the United States (Idaho).

In the early years, the national demand for trout increased continuously, resulting in good margins of profit. Soon the number of trout farms also increased. During that time, trout was considered a refined fish and was fed with fresh sardines (then abundant in the north Adriatic Sea) as no commercial feeds were available.

With time, the feed changed from fresh fish to pellets and later to extruded feed. Now 70% of the feed used is extruded and 30% is traditional pellets.

There are now several hundred trout farms in Italy. The industry is composed of a few large trout farms that produce 1500 to 2000 tonnes per year, a considerable number of farms that produce 800 to 1500 tonnes, and many small farms run as family businesses. The scale of activity reflects the fact that many medium- and small-

sized farms are situated on springs where large farms are not allowed.

The recent "Enquiry into the Situation of Aquaculture in Sweet Waters" carried out by Associazione Piscicoltori Italiana (API), with the financial assistance of the Ministry of Agriculture, surveyed 589 fish farms of which 166 were in the Veneto Region, 122 in Lombardy, 57 in Trentino Alto Adige, 87 in Friuli, and 57 in Piemonte. National production is approxi-

mately 50 000 tonnes and 75% of the production is from the north. Central Italy produces about 20% of the trout and the remaining 5% comes from the southern part of the country. The region that produces the most trout is the Friuli Venezia Giulia (28%) followed by Veneto (27%) and Lombardy (18%). The remainder is shared between Abruzzo, Piemonte and Trentino Alto Adige.

In the last few years there have been ever increasing periods of drought and heavy consumption of water for industrial and human use. This has

forced trout farmers to increasingly use power-run, oxygen-producing machinery of various types, and pure oxygen. The use of oxygen has made it possible to hold vast stocks of fish even during unfavourable periods. On some farms, computers control and manage the various chemical parameters of the water, activating, if necessary, an alarm or the oxygen system. It must be said with extreme frankness, however, that in fish culture it is never possible to rely completely on technology and the human presence is indispensable.

Even in the case of reproduction, Italy has had good success. With careful strain selection it has

---

**The Friuli, which is the  
northeastern region of  
Italy, is one of the few  
areas in the world that has  
abundant fresh water and  
springs with constant  
year-round temperature,  
making it ideal for trout  
farming.**

---

# **Comparaison des performances d'élevage des souches Fraser et Yukon Gold d'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*)**

*Luc Picard*

L'Omble chevalier est une espèce présentant des caractéristiques d'élevage intéressantes pour les régions froides du Canada. Afin de développer rapidement cet élevage, il est primordial de bien identifier les souches présentant les meilleures performances de croissance. Les croissances de la souche Yukon Gold et de la souche Fraser sont comparées dans des conditions d'élevage commercial. La souche Yukon Gold a démontré un potentiel de croissance supérieur, atteignant 1,6 kg en 24 mois comparativement à 466 g pour la souche Fraser.

There is considerable interest in Arctic charr as a culture species for the coldwater regions of Canada. If this species is to be developed, it is important to use the strain with the greatest growth potential. When the Fraser strain and the Yukon Gold strain were raised in commercial culture conditions, the Yukon Gold strain grew faster than the Fraser strain. After 24 months, the final mean weight of the Yukon Gold charr was 1.6 kg compared to 466 g for the Fraser strain.

## **Introduction**

L'Omble chevalier est une espèce présentant des caractéristiques d'élevage intéressantes pour les régions froides du Canada. Bien que de nombreuses entreprises s'y intéressent, la production demeure plutôt modeste. Dans le but de diversifier sa production Saukeb (une entreprise de la Baie des Chaleurs), a débuté en 1992 un programme d'essai d'élevage de l'Omble chevalier avec une souche de la rivière Fraser, distribuée par le gouvernement du Québec. En 1993, elle s'est procuré des oeufs provenant de la souche Yukon Gold (distribués par Icy Water), originaire du lac Nauyuk et du système de Tree River. Les essais se poursuivent depuis. Les données présentées ici sont des données de production commerciale provenant de cette entreprise.

## **Matériel et Méthodes**

### **Approvisionnement en eau**

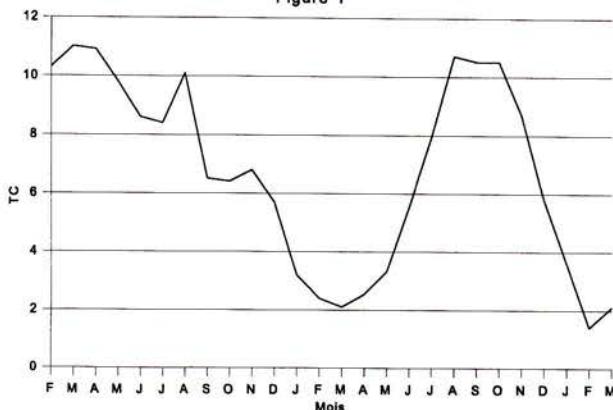
L'approvisionnement en eau de Saukeb provient de puits forés à différentes profondeurs. La température varie de 2°C en mars à 12°C en septembre (figure 1). L'eau est chauffée pendant les 6 premiers mois de croissance afin de la maintenir à une température supérieure à 8°C. La salinité en période d'étiage demeure faible, ne dépassant pas 3 pour mille.

### **Incubation des oeufs et résorption de la vésicule**

L'incubation des oeufs et la résorption de la vésicule vitelline sont réalisées dans des auges avec des paniers. Pour la résorption de la

## Température Saukeb 1994-95

Figure 1



vésicule, les poissons sont placés sur un substrat et l'eau y circule avec un courant ascendant.

### Photopériode

La photopériode utilisée durant l'élevage était de 24:0 jusqu'au mois de novembre de la première année. Ensuite, tous les ombles chevaliers ont été élevés en photopériode naturelle.

### Taux d'oxygène

Le taux d'oxygène a été maintenu à 70 % du taux de saturation et plus pendant toute la période d'élevage. Au besoin, de l'aération ou de l'oxygène pur a été utilisé afin de maintenir ce taux.

### Alimentation

Le début de l'alimentation s'effectue à des températures variant entre 10 et 12°C. Un aliment commercial avec un taux de protéine de 50% et un taux de lipide de 18% a été utilisé pour la mise en marche des élevages. Ultérieurement, la composition de la moulée était de 41 à 43% en protéines et de 20 à 23% en lipides. À partir du moment où les poissons atteignaient environ 150 g, la teneur en pigments était de 40 à 50 PPM.

La nourriture a été distribuée avec un nourrisseur à courroie pendant toute la période d'élevage. Pendant la période d'engraissement, une alimentation manuelle est venue compléter le

travail des nourrisseurs. La quantité de moulée à distribuer était déterminée à l'aide d'une table de nourrissage pour les salmonidés et réajustée afin de maintenir le taux de transformation entre 0,8 et 1,2. Ceci nous a amenés à distribuer jusqu'à 130 pour cent de la ration prévue selon la table de nourrissage.

### Prophylaxie et maladies

Comme la région de la Baie-des-Chaleurs présente un fort risque de furonculose, tous les poissons ont été vaccinés par immersion contre la furonculose au moment où ils avaient environ 2 grammes. Aucun problème majeur n'a été noté. Le taux de mortalité a été très faible tout au long de l'élevage pour les deux souches, se situant à environ 10%.

### Bassins d'élevage

Le démarrage de l'alimentation et les premières phases de croissance se sont effectués en bassin circulaire de 7 m<sup>3</sup> avec des niveaux d'eau variables, ce qui permettait de maintenir la densité au niveau voulu. Les poissons ont ensuite été engrangés dans des bassins de 10 et 77 m<sup>3</sup> selon les besoins. Le taux de renouvellement de l'eau dans les bassins se situait entre 1 heure et 1 heure trente. Le courant dans les bassins était suffisamment fort pour permettre l'auto-nettoyage, tout en étant assez faible pour éviter que les poissons ne soient emportés.

### Densité d'élevage

Pendant toute la durée d'élevage, la densité a varié d'une mise en charge de départ de 20 à 30 kg/m<sup>3</sup> jusqu'à une densité finale de 100 kg/m<sup>3</sup>.

#### Nombre de poissons utilisés

- Yukon Gold 93 : 12 500 poissons
- Yukon Gold 95 : 26 000 poissons
- Fraser 94 : 27 000 poissons
- Fraser 95 : 6 500 poissons

## Croissance des Poissons

Après 9 mois de croissance, le poids moyen de la souche Fraser se situe à près de 40 grammes, tandis que la souche Yukon Gold se situe entre 60 et 80 g (figure 2).

Après 1 an de croissance, la moyenne de poids des poissons Fraser varie de 100 à 147 g, tandis que le poids moyen de la souche Yukon Gold varie de 231 à 258 g. Vingt-quatre (24) mois après le début de l'alimentation, le poids moyen des Fraser est de 466 g, tandis que la souche Yukon Gold atteint 1,6 kg (figure 3). Si on compare la croissance des deux souches en fonction des degrés-jours, on note là encore la supériorité de la souche Yukon Gold. Après 3000 degrés-jours, les poissons Fraser avaient atteint un poids d'environ 100 grammes, tandis que la Yukon Gold avait atteint un poids d'environ 190 g (figure 4). Pour atteindre 1,6 kilo, il a fallu 5200 degrés-jours à la souche Yukon Gold tandis qu'après le même temps, la souche Fraser atteignait 385 g.

## Discussion

Il serait bon de mentionner ici que le comportement des deux souches est très différent. Pendant toute la période d'élevage, la souche Fraser s'est montrée très nerveuse tandis que la souche Yukon Gold s'est montrée très calme. La pigmentation des deux souches s'est avérée difficile avant d'atteindre 1 kilo. De grandes variations de couleur étaient notées entre les individus. Au niveau du comportement alimentaire, les deux souches se sont comportées de façon similaire, les deux attendant plutôt leur nourriture contrairement à la truite arc-en-ciel qui est beaucoup démonstrative à l'alimentation.

Dans les conditions d'élevage rencontrées dans cette entreprise, il est clair que la souche Yukon Gold démontre un potentiel de croissance supérieur et ce, dès les premiers mois de croissance. Il faut rappeler que les alevins de la souche Yukon Gold ont le double du poids au départ, ce qui leur donne un avantage certain. En effet, à la fin de la résorption de la vésicule vitelline, les alevins de la souche Yukon Gold ont un poids moyen d'environ 0,1 g, tandis que ceux de la souche Fraser sont d'un poids moyen d'environ 0,05 g.

À partir du vingtième mois (août), la croissance de la souche Yukon Gold s'accélère tandis que la croissance de la souche Fraser plafonne. Ce phénomène est probablement dû à la « maturité sexuelle qui est atteinte plus tôt pour la souche Fraser<sup>01</sup> ».

En conclusion, lorsque l'on veut développer une nouvelle espèce en élevage, il faut bien sûr maîtriser toutes les pratiques d'élevage comme l'alimentation, la mise en charge, mais il faut d'abord s'assurer que les souches choisies aient un potentiel de croissance et des caractéristiques d'élevage permettant une bonne rentabilité. Dans le cas de l'élevage de l'omble chevalier, la souche Yukon Gold présente actuellement des avantages indéniables.

## Référence

1. Delabbio J. 1995. In, *Cold-Water Aquaculture in Atlantic Canada* (AD Boghen, ed), p. 83-106. Institut Canadien de Recherche sur le Développement Régional, Moncton, N.B.

---

*Luc Picard, Commission Scolaire René-Lévesque, 15 rue Comeau, C.P. 350, Carleton, QC, Canada G0C 1J0.*

# **Programme d'amélioration génétique de l'omble chevalier *Salvelinus alpinus* à l'Aquarium et Centre marin de Shippagan**

*Pierre Rioux et Christian Noris*

La diversité génétique de l'omble chevalier a été identifiée comme un des principaux facteurs limitant le développement de ce salmonidé au Nouveau-Brunswick. En conséquence, un projet de sélection et de recherche de pedigree des ombles chevaliers est mis en place en partenariat avec l'industrie. Les objectifs et résultats actuels du programme sont présentés dans cet article.

## **Introduction**

La diversité génétique de l'omble chevalier a été identifiée comme un des principaux facteurs limitant le développement de ce salmonidé au Nouveau-Brunswick. Il est probable que les ombles chevaliers de souche Fraser ne seraient issus que de quelques familles seulement. Il en résulte un approvisionnement en oeufs incertain, un risque important de consanguinité ainsi qu'une variabilité génétique limitée. Afin de pallier ces inconvénients et de promouvoir le développement de la production d'ombles chevaliers, le ministère des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick, en coopération avec les producteurs du Nouveau-Brunswick, a mis en place un projet de sélection et de recherche de pedigree des ombles chevaliers.

Au cours de l'automne 1995, le ministère des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick a signé une entente avec la station du ministère des Pêches et des Océans de Rockwood au Manitoba pour importer des oeufs à l'Aquarium et Centre marin de Shippagan.

## **Structure du Programme**

Un comité formé de producteurs d'omble chevalier, d'un généticien et de biologistes du ministère des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick a pour mandat de déterminer le protocole et d'interpréter les résultats.

L'Aquarium et Centre marin étant le centre de sélection des reproducteurs d'omble chevalier, il a été admis que la majorité des poissons les plus performants devrait y être conservée.

## **Objectifs**

Lors de la première réunion du comité en mars 1996, les objectifs du programme ont été déterminés comme suit:

1. Développer un lot reproducteur d'omble chevaliers ayant un pedigree connu;
2. Sélectionner les sujets en fonction de critères choisis par le comité tout en contrôlant les risques de consanguinité;
3. Définir une entente de partenariat entre le ministère des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick et les producteurs d'omble chevaliers.

### **Développer un lot reproducteur d'omble chevaliers ayant un pedigree connu**

En début d'année 1996, dans le cadre de l'entente signé avec le ministère des Pêches et des Océans, 9500 oeufs embryonnés ainsi que des échantillons de tissus issus de 19 paires de géniteurs ont été reçus à l'Aquarium et Centre marin de Shippagan.

Les échantillons de tissus ont été utilisés pour

vérifier le lien de parenté par la méthode d'empreinte moléculaire de l'ADN du type microsatellite à simple locus. Les poissons sont actuellement élevés dans trois bassins en recirculation. Ils sont identifiés en fratrie, par une combinaison de marquage au fer chaud et de nageoires coupées.

### Sélection des omble chevaliers

La recherche du degré de parenté qui a été effectuée sur les géniteurs fondateurs des 19 familles a démontré que s'il n'y avait pas de risque immédiat de consanguinité, la variabilité génétique de cette population était limitée. Au vu de ces résultats, il a été convenu que la sélection intra-familiale serait la plus appropriée. L'appariement des reproducteurs en fonction de cette méthode va permettre de sélectionner les individus à croissance rapide à l'intérieur de chaque famille, tout en contrôlant la consanguinité. À terme, ce programme devrait procurer des gains de croissance de 8 à 15% par génération, tout en minimisant l'impact sur la variabilité génétique.

### Entente de partenariat entre le ministère des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick et les producteurs d'omble chevaliers

Les producteurs voulant participer au programme doivent détenir un permis d'aquaculture pour l'omble chevalier. Un protocole d'entente entre le ministère des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick et les producteurs stipulant les conditions de l'entente et déterminant les responsabilités et priviléges des partenaires a été établi.

Ainsi, afin de limiter les risques de perte du cheptel et d'impliquer financièrement les entreprises dans ce programme, un échantillon de chacune des 19 familles d'omble chevaliers sera distribué. Une aide technique sera offerte aux piscicultures partenaires.

### Résumé des Conditions d'Élevage à l'Aquarium et Centre Marin

Les oeufs ont été incubés dans 19 bassins individuels de type mini «combi-tank» de 0.7 m

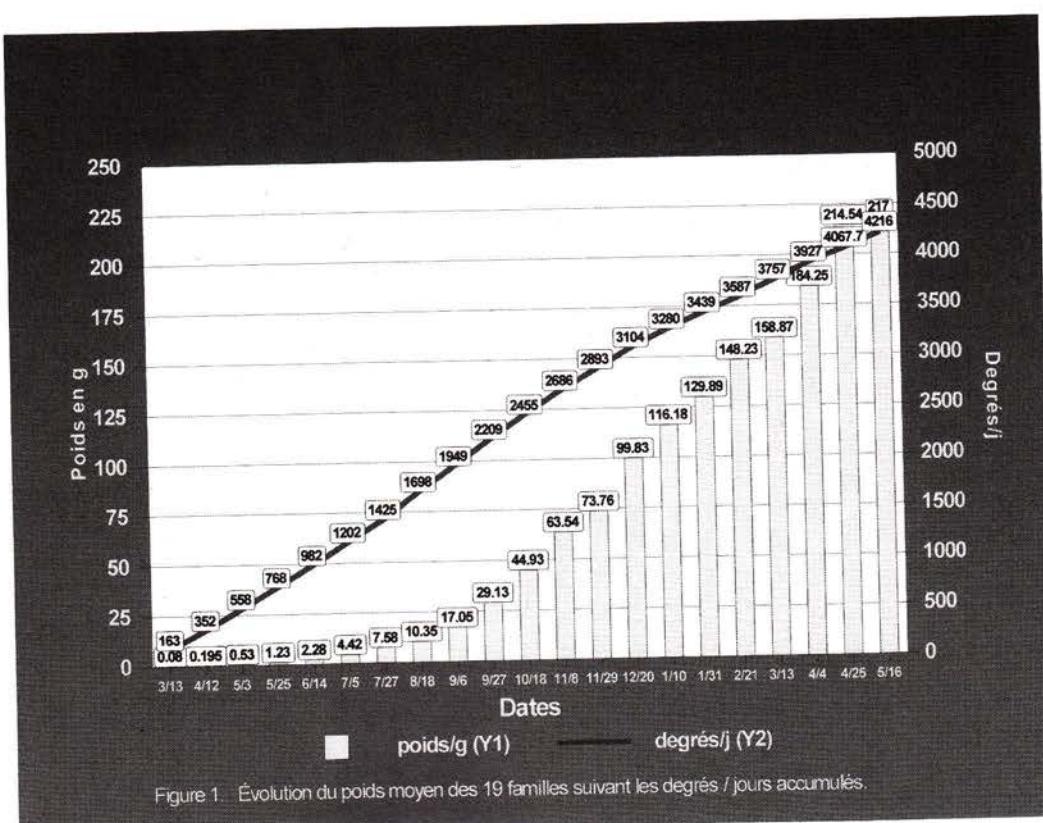


Figure 1. Évolution du poids moyen des 19 familles suivant les degrés / jours accumulés.

de diamètre. Les températures moyennes ont été de 6.5°C durant l'incubation et de 7.5°C lors de la première alimentation. La température à ensuite été maintenue à 10.5°C, jusqu'à ce que les poissons atteignent le poids de 12 g et soient transférés dans les unités de recirculation au mois d'août 1996.

Actuellement les ombles chevaliers sont élevés dans trois unités de recirculation autonomes de 5 m<sup>3</sup> disposant chacune d'un biofiltre, d'une lampe ultra-violet, d'un filtre à sable et d'une pompe de 1 hp. Un débit d'eau neuve de 7 L/min procure un échange aux 18 heures, un rapport biomasse/débit de 50 à 80 kg/L/min et maintient le taux de recirculation à 95%. La température moyenne en recirculation est de 9.5°C avec un maximum de 13°C en septembre et un minimum de 6°C en avril. Une photopériode naturelle est maintenue.

Le taux de mortalité depuis l'éclosion, toutes familles confondues, est de 13.3% ou 0.03 % par jour. Les taux cumulatifs de conversion alimentaire et de croissance spécifique, depuis la première alimentation, sont respectivement de 1/0.75 et de 1.95% par jour (430 jours).

La figure 1 montre l'évolution du poids moyen des 19 familles d'ombles chevalier suivant les degrés/jours accumulés depuis la première alimentation en mars 1996. Noter qu'aucun classement n'a été effectué. Il est à remarquer que dû à un manque d'espace, la croissance a été réduite intentionnellement d'octobre 1996 à mars 1997 en réduisant de moitié la ration alimentaire pour la porter à environ 0.45% du poids vif par jour.

## Conclusion

Après la première année du projet, les objectifs atteints sont les suivants:

1. Possession d'un lot d'ombles chevaliers ayant un pedigree connu avec les rapports de vraisemblance et de signification plein-frère/non-apparenté et demi-frère/non-apparenté.
2. Avoir établi la sélection intra-familiale

comme méthode de sélection et choisi la croissance et la maturation tardive comme critères de sélection.

3. Mise en place d'un partenariat entre le ministère des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick et l'industrie, avec quatre partenaires à ce jour.

Nous sommes confiants que ce programme d'amélioration génétique, avec sa structure de partenariat, permettra d'améliorer les performances zootechniques de l'omble chevalier et de promouvoir son élevage au Nouveau-Brunswick.

De nombreux défis sont à venir, certains ayant déjà été identifiés par le comité. En autres, on doit:

- Finaliser un protocole de distribution des œufs issus des géniteurs sélectionnés;
- Déterminer un modèle de coopération avec d'autres provinces;
- Évaluer la pertinence d'introduire du sang nouveau pour augmenter la variabilité.

L'expertise et l'implication des membres du comité, de même que les facilités d'élevage de l'Aquarium et Centre marin, sont nos meilleurs atouts pour la réalisation des objectifs visés.

*Nous désirons remercier les membres du comité et les employés de l'Aquarium et Centre marin, en particulier Michel Desjardins qui a pris en charge le projet à ses débuts ainsi que Yves Hébert, Laurent Robichaud et Maurice St-Pierre qui ont participé au maintien journalier des ombles chevalier.*

---

*Pierre Rioux agit à titre de président pour le comité du programme d'amélioration génétique de l'omble chevalier. Christian Noris est le biologiste en charge du projet. Aquarium et Centre marin, Ministère des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick, C.P. 1010, Shippagan, Nouveau-Brunswick, Canada EOB 2PO.*

# **Development and evaluation of water-stable microdiets for white sturgeon larvae**

*A. Gawlicka,<sup>(1)</sup> D. Gagnon,<sup>(2)</sup> K. Dubeau,<sup>(2)</sup> J. de la Noüe,<sup>(2)</sup>  
S. S. O. Hung<sup>(3)</sup> and R. Barrows<sup>(4)</sup>*

The lack of an optimal larval diet is one of the major limiting factors for the intensification of the culture of white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. Many attempts have been made to develop water-stable, palatable and digestible microdiets. Using microbinding technology, the following four types of microdiets were prepared: starch microbound multiple-emulsion microvesicles (S-MEM), starch microbound (SMB), ticaloid microbound (TMB), and starch - ticaloid microbound (S-TMB). Krill hydrolysates (KR) and fish meal (FM) were used as the main protein sources. Growth, survival, and body composition of larvae fed the microdiets, and their digestive system histology, were evaluated in four feeding experiments. Two additional experiments were performed on 6- and 60-g juvenile sturgeon to determine the apparent digestibility coefficient (ADC) of nutrients in SMB and S-TMB. Our results show that feeding with the S-MEM diet results in low growth, poor survival and starvation-like symptoms. The SMB diets had good water stability but feeding the SMB with FM results in lower survival and growth compared to sturgeon which were fed a commercial salmonid feed (control). Replacement of FM by KR improved survival and increased the lipid content of the larvae. The TMB and S-TMB diets based on KR and FM had an excellent water stability (especially S-TMB), good acceptability and high (>90%) ADC values when fed to 6- and 60-g juveniles, respectively. It appears from the present study that the water-stable TMB and S-TMB diets have high nutritional value and are recommended for further studies on nutrient requirements of sturgeon larvae and juveniles.

## **Introduction**

White sturgeon, *Acipenser transmontanus*, is a promising aquaculture species and is valued by consumers for delicious flesh and caviar. Although the demand for cultured sturgeon is growing, the intensification of sturgeon culture is limited by problems associated with larviculture such as mortality, lack of an optimal diet, unknown nutritional requirements, and only partial knowledge of the digestive physiology.

Information on nutritional requirements is needed to formulate appropriate sturgeon diets which can improve growth and survival of the larvae. Accurate determination of nutritional requirements of larval sturgeon, and larvae in general, is a difficult task. Since larvae are slow

in finding and ingesting food particles, the concentration of nutrients remaining may be significantly reduced by the time these particles are ingested. Leaching of nutrients from small size food particles prevents accurate determination of the nutritional requirements of larvae.

The development of water stable microdiets, which guarantee an efficient delivery of nutrients, is necessary for the successful study of fish larvae nutrition and determination of their nutrient requirements. Thus, the optimal water-stable microdiet should contain digestible and nutritionally well-balanced ingredients selected on the basis of the nutrient requirements and digestive capacities of larvae at different stages of ontogeny. Moreover, the size, texture and buoyancy characteristics as well as palatability

of diet particles should facilitate their ingestion. An ideal larval sturgeon diet should consist of soft, small (0.5 to 1.0 mm diameter) particles that sink rapidly to the bottom, where they can be located and recognized by the chemoreceptors of the larvae.

In order to satisfy these requirements and produce microdiets, which will promote good growth and survival of white sturgeon larvae, we have used a microbinding technique. Since our previous study showed limitations of the carrageenan matrix on diet assimilation,<sup>(5)</sup> this matrix was replaced by gelatinized starch and ticaloid gum. To evaluate the nutritional potential of the developed microdiets for larval sturgeon, we determined survival, growth performance and changes in biochemical composition. To provide more details on the fate of microdiets inside the fish and on how well ingredients are digested, we examined the digestive system histology and have developed a fecal-trap system for measurement of digestibility in juvenile sturgeon.

## Materials and Methods

### *Preparation of microdiets*

The following four types of microdiets were formulated and produced (Tables 1 and 2):

#### *1) Starch microbound multiple-emulsion microvesicles (S-MEM) diets*

S-MEM diets consisted of water-in-oil (W:O) emulsion vesicles coated with gelatinized corn starch.<sup>(6)</sup> The emulsion was prepared by incorporating water microdroplets (containing hydrolyzed whey protein and water soluble nutrients) into lipid microdroplets (containing liposoluble nutrients) and dispersing the oil solution in water in the presence of lecithin as an emulsifying agent. The water phase was prepared by adding water to the dry ingredients (hydrolyzed lacto-serum proteins, vitamins and salts mixtures) previously mixed together and sifted on a 100 mm stainless steel screen. The lipid phase was prepared by mixing the lipids (butter, cod liver oil, canola oil, pure lard and lecithin) in a water bath at 50°C. The encapsulating phase was prepared with a 5% w/v corn starch solution, gelatinized at 85°C. The water phase was added to the lipid phase, cooled to 35°C and the mix was

blended for five minutes in order to obtain a firm emulsion. The W:O emulsion was mixed with the gelatinized starch cooled to 35°C, freeze-dried and sieved to form particles of the appropriate size (Table 3).

#### *2) Starch microbound (SMB) diets*

SMB diets contained either fish meal (SMB-FM) or krill hydrolysates (SMB-KR) as a main protein source and were produced by binding dry ingredients with 5% w/v solution of corn starch previously gelatinized at 85°C and cooled to 35°C. The mixture was then freeze-dried and sifted to remove particles smaller than 0.5 mm.

#### *3) Ticaloid microbound (TMB) diets*

TMB diets consisted of dietary ingredients microbound with ticaloid gum (TIC Gums Inc., Belcamp, MD) and extruded. Dry ingredients were ground using a ball mill for 24 hours, mixed, and 25% of moisture was added to the krill diet (TMB-KR) while 42% moisture was added to the fish meal diet (TMB FM). The wet mash was extruded (LCI Inc., Charlotte, NC) to produce 0.8 mm noodles. The resulting noodles were broken into the length equivalent to the diameter and densified using a marumerizer (QJ-400, LCI Inc.). The diets were then dried to 10% moisture in a forced-air dryer and sifted to remove particles less than 0.5 mm or greater than 1 mm in diameter.

#### *4) Starch - ticaloid microbound (S-TMB) diets*

S-TMB diets containing fish meal (S-TMB FM) or krill hydrolysates (S-TMB KR) were prepared similar to the TMB diets, except that the starch was added before extrusion to increase water stability and nutritional value. Dry ingredients (fish meal or krill hydrolysates, vitamins and minerals) were mixed together and sieved on a 100 µm stainless steel screen. Lipids (cod liver oil, butter oil, canola oil, pure lard and lecithin) were warmed up and mixed in a water bath at 50°C. A 5% w/v corn starch solution was gelatinized at 85°C. Dry ingredients were gradually mixed with the lipid phase and gelatinized corn starch, both previously cooled to 3.5°C. The mixture was extruded through a 0.6 mm stainless steel screen to form spaghetti and freeze-dried. The spa-

**Table 1. Formulation of the water-stable microdiets developed for white sturgeon larvae.**

<b>Ingredients</b>	<b>S-MEM</b>	<b>SMB-FM</b>	<b>SMB-KR</b>	<b>TMB-FM</b>	<b>TMB-KR</b>	<b>S-TMB FM</b>	<b>S-TMB KR</b>
Norse LT-94		57.0		65.0		68.1	
Lactoserum protein	46.5						
Krill hydrolysates			77.5		73.0	87.7	
Sunflower:lard (1:1)	8.6			7.9			
Cod liver oil	4.3	6.3	2.0	4.5		8.0	0.9
Butter oil	12.7	6.3	2.0				
Lard	4.3	6.3	2.0				
Dextrin				9.0	4.5		
Corn starch	14.0	13.4	8.1			15.0	4.5
Lecithin	9.3	9.1	6.8	2.0	2.0	4.0	2.0
TIC-515				3.0	3.0	2.0	2.0
Vitamin premix-30	2.3	0.8	0.8	2.0	2.0		
Vitamin mix BML-2						2.0	2.0
Mineral premix				0.5	0.5	0.5	0.5
Chromium oxide				0.5	0.5	0.5	0.5
Water				10.0	10.0		

Norse-LT 94, a high quality, low-temperature dried fish meal (71% protein, 11.5% lipid; Norsildmel, Norway). Lactoserum protein (95% protein, Protose Separations Inc, Toronto) hydrolyzed with pepsin.<sup>(6)</sup> Krill, *Euphausia pacifica*, hydrolysates (63% protein, 16% lipid; Marine Nutrients, West Vancouver, BC) Sunflower (Hont-Wesson, Inc., Fullerton, CA) and lard (John Massell & Co., Cincinnati, OH). Cod liver oil (ICN Biomedicals, Aurora, OH). Lard (Canada Packers Inc., Toronto, ON). Butter oil (New Dundee Creamery, New Dundee). Dextrin (Amersham Corp., Arlington Heights, IL). Corn starch (US Biochemical Corp., Cleveland, OH). Lecithin (L- $\alpha$ -phosphatidylcholine from soybean; ICN Biomedicals Inc.). TIC 515 – pretested ticaloid (TIC GUMS Inc., Belchamp, MD). Vitamin premix 30 (Hoffman LaRoche Inc., Nutley, NJ). Vitamin mix BML-2 (Amersham Canada Limited, Oakville, ON). Mineral premix; salt mixture Bernhart–Tomarelli modified (Amersham Corp., Arlington Heights, IL). Chromium oxide, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (MAT, Charlesbourg, PQ).

ghettis were broken and the granules were sifted to keep particles between 0.4 and 0.6 mm.

#### ***Evaluation of the physical characteristics***

The physical parameters of the particles are summarized in Table 3. Particle size and shape

were determined under a dissecting microscope. Density was determined using a range of concentrations of cesium chloride.<sup>(7)</sup> To determine water stability of the diets, 0.1 to 0.2 g of each diet was placed in three 50-mL containers filled with water at 18°C and agitated at 50 rpm on a stirring plate for 15 min. Water samples were taken after 5, 10 and 15 min, filtered and ana-

lyzed for dissolved nitrogen using copper-bicinchoninic reation.

### **Acceptability, nutritional value and digestibility of the microdiets**

Three experiments were conducted on white sturgeon larvae and two on 6 and 60-g juveniles. The larvae were produced from a domesticated brood stock at the University of California (UC), Davis. In the first experiment, larvae were kept at  $19 \pm 0.4^\circ\text{C}$  in a flow-through water system of circular tanks (60 L, 400 larvae/tank) and fed S-MEM diet. In the other two experiments, the larvae were obtained from eggs transported from UC Davis to Malaspina University-College at Nanaimo, BC. At Malaspina, the larvae were kept at  $18.3 \pm 0.5^\circ\text{C}$  in a recirculating system consisting of oval fiberglass tanks (60 L, 400 larvae/tank) placed in the quarantine room

and fed TMB diets. Every day, 1/3 of the water was replaced with dechlorinated city water. Biodiet, a salmonid commercial starter feed (BioProduct Inc., Buhl, ID), was used as a control. Larvae were fed each diet in triplicate at the recommended rate of 25-30% body weight per day during the first 24 days of exogenous feeding (12-36 days post-hatch). Experiment 1 with S-MEM diet lasted for 12 days only. The acceptability of the diets was evaluated by observing fish behavior for 2 hours following feed distribution on days 1 to 3 of feeding. The nutritional potential of SMB-KR diet was evaluated with juveniles from 26 to 50 days of feeding (38-62 days post-hatch). Growth, survival, and body composition of larvae fed water-stable microdiets, and their digestive system histology were evaluated.<sup>(5)</sup>

In order to test digestibility and to determine the apparent digestibility coefficient (ADC) of

**Table 2. Composition (g/100 g diet) of Biodiet (control) and of seven microdiets used for feeding white sturgeon larvae and juveniles.**

Microdiets	Dry Matter	Protein	Starch	Lipid	Ash	Energy kJ/g
S-MEM	92.6	39.8	7.2	34.5	3.1	nd
SMB-FM	93.1	43.8	6.5	33.8	7.1	nd
SMB-KR	85.3	46.5	5.7	27.1	8.8	nd
TMB-FM	90.6	55.7	2.3	18.5	8.9	22.4
TMB-KR	91.0	55.0	2.1	13.8	10.2	21.8
S-TMB FM	93.4	46.3	7.0	18.4	8.6	nd
S-TMB KR	87.6	50.4	3.7	18.8	10.3	nd
Biodiet 95	78.4	43.8	2.9	17.9	10.4	22.6

nd-not determined

**Table 3. Physical characteristics of water-stable microdiets for sturgeon.**

Parameters	S-MEM	SMB	TMB	S-TMB
Size (mm)	0.3 - 0.5	0.5 - 1.0	0.5 - 1.0	3.0 - 5.0
Shape	round	$\pm$ round	round	pellets
Density (g/mL)	1.1	1.0 - 1.2	1.0 - 1.2	1.0 - 1.2
Water stability <sup>1</sup>	63 (5)	11 - 20 (5)	5 - 13 (15)	< 1 (15)
Buoyancy	$\pm$ negative	negative	negative	negative

<sup>1</sup> Water stability represents mg protein leached from 100 mg of dietary protein after stirring at 50 rpm for 5 to 15 min in distilled water at  $18^\circ\text{C}$ .

**Table 4. Final body mass (BM<sub>f</sub>), cumulative mortality (CM)<sup>1</sup> and body composition (g/100 g body mass) of white sturgeon larvae<sup>2</sup> after 24 days or juveniles after 60 days of feeding microdiets.<sup>3</sup>**

Microdiets	BM <sub>f</sub>	CM	Dry matter	Protein	Lipid	Glycogen	Ash
<b>Larvae</b> (mg)							
<i>exp. 1</i>							
S-MEM <sup>4</sup>	40.0 ± 1.1 <sup>a</sup>	98.4 ± 1.0 <sup>b</sup>	8.1 ± 0.6 <sup>a</sup>	5.6 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.0 ± 0.1 <sup>b</sup>	nd	1.1 ± 0.0 <sup>a</sup>
Starvation <sup>4</sup>	34.5 ± 1.3 <sup>a</sup>	97.4 ± 1.0 <sup>b</sup>	7.2 ± 0.1 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.6 ± 0.1 <sup>a</sup>	nd	1.3 ± 0.0 <sup>b</sup>
Biodiet <sup>4</sup>	143.5 ± 10.6 <sup>b</sup>	9.5 ± 1.8 <sup>a</sup>	10.9 ± 0.1 <sup>b</sup>	7.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	2.3 ± 0.1 <sup>c</sup>	nd	1.1 ± 0.1 <sup>a</sup>
<i>exp. 2</i>							
SMB-FM	212.9 ± 76.8	24.7 ± 2.6 <sup>a</sup>	12.1 ± 0.1	6.9 ± 0.3	2.3 ± 0.2 <sup>b</sup>	0.1 ± 0.0	1.4 ± 0.1 <sup>b</sup>
Biodiet	332.1 ± 79.3	9.3 ± 1.9 <sup>b</sup>	11.2 ± 0.2	7.2 ± 0.2	1.8 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.0	1.2 ± 0.0 <sup>a</sup>
<i>exp. 3</i>							
SMB-KR	957.2 ± 224.0	2.5 ± 0.8	14.6 ± 0.3	8.6 ± 0.4	3.9 ± 0.5 <sup>b</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	1.5 ± 0.0
Biodiet	1007.3 ± 339.0	3.0 ± 1.0	13.1 ± 0.3	9.0 ± 0.2	2.0 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.01 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.1
 <b>Juveniles</b> (g)							
<i>6 g</i>							
TMB FM	7.9 ± 0.2	0.0 ± 0.0	15.3 ± 0.2	10.3 ± 0.4	2.2 ± 0.3	0.2 ± 0.0	2.1 ± 0.0
TMB KR	8.4 ± 0.3	0.0 ± 0.0	15.8 ± 0.0	10.5 ± 0.1	2.9 ± 0.1	0.2 ± 0.0	2.2 ± 0.1
<i>60 g</i>							
S-TMB FM	71.4 ± 5.7 <sup>b</sup>	0.0 ± 0.0	22.8 ± 0.3	12.9 ± 0.3	7.2 ± 0.3	0.2 ± 0.0	2.4 ± 0.1
S-TMB KR	69.6 ± 4.0 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.0	22.0 ± 0.3	13.7 ± 0.1	6.3 ± 0.1	0.1 ± 0.0	2.4 ± 0.1

<sup>1</sup> CM represents the cumulative mortality up to the last day of the experiment. Values are means from three replicate tanks.

<sup>2</sup> Initial body mass: Experiments 1, 2 and 3: 38.5 ± 0.2 mg; Experiment with 6-g juveniles: TMB-FM 7.9 ± 0.2, TMB-KR 8.4 ± 0.4; Experiment with 60-mg juveniles; S-TMB-FM 52.4 ± 3.2, S-TMB-KR 59.5 ± 3.3.

<sup>3</sup> Values are means ± SE (n=3); each replicate represents a pooled sample of 10 larvae. For each experiment, means within columns with different letters are significantly (P<0.05) different.

<sup>4</sup> After 12 days.

nd – not determined.

nutrients in TMB and S-TMB diets, we conducted two experiments with juvenile sturgeon (average weight 6 and 60 g). Juvenile sturgeon from domestic brood stock were held at UC Davis in six tanks (933 L) with 130 of 60-g or 300 of 6-g fish per tank supplied with 19 ± 1°C aerated well water. The fish were fed SM-TMB (experiment with 60-g juveniles) or TMB (experiment with 6-g juveniles) diets containing

0.5% chromium oxide. Each diet was supplied by automatic feeders at the rate of 2% of total tank biomass per day for a period of 8 to 10 days. After three days of adaptation to a new diet, feces were collected every other day using fecal-traps or dissection (control). The fecal trap consisted of a solid particle trap (Eco-Trap 100, Aqua Optima, Norway), which was installed at the bottom of each tank, and of a modified feces

**Table 5.** Apparent digestibility coefficient (ADC) of nutrients calculated with Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> marker, in feces collected using fecal traps (FT) or dissected from the distal portion of the intestine (control) from 6-g juveniles fed TMB diets or 60-g juveniles fed S-TMB diets for 8 to 10 days.<sup>1</sup>

		ADC		
		Protein	Lipid	Starch
<b>6-g Juveniles</b>				
TMB FM				
FT	91.6 ± 0.8 <sup>b</sup>	95.3 ± 0.8	15.0 ± 2.6	
Control	76.4 ± 0.4 <sup>a</sup>	94.4 ± 0.3	18.5 ± 2.0	
TMB KR				
FT	93.9 ± 0.3 <sup>b</sup>	93.7 ± 0.8	74.3 ± 1.6 <sup>b</sup>	
Control	87.3 ± 0.6 <sup>a</sup>	92.3 ± 0.2	53.9 ± 1.6 <sup>a</sup>	
<b>60-g Juveniles</b>				
S-TMB FM				
FT	92.7 ± 0.2	96.9 ± 0.2	91.4 ± 2.8	
Control	86.5 ± 0.3	96.6 ± 0.4	82.1 ± 0.5	
S-TMB KR				
FT	95.6 ± 0.2	94.9 ± 0.1	94.4 ± 0.4	
Control	90.4 ± 0.4	95.5 ± 0.5	92.3 ± 0.8	

<sup>1</sup> Values are means ± SE of three replicate tanks per group. For each diet, means within columns with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ , Scheffe's).

collector located outside the tank. Feces in the control group were stripped from the dissected distal intestine, including spiral intestine and rectum, as recommended by Austreng.<sup>(8)</sup>

### Analyses

The composition of the larvae was determined at the beginning and the end of the experiments using the following methods: dry matter (12 h at 85°C), ash (24 h at 550°C), protein (microKjeldahl), lipid,<sup>(9)</sup> glycogen<sup>(10)</sup> and energy (adiabatic calorimeter Parr 1241, Monckin, IL). Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> was measured by atomic absorption spectroscopy.<sup>(11)</sup> Composition of diets and feces was determined using the methods described above. Tissue for histological evaluation was processed as described by Gawlicka et al.<sup>(12)</sup>

### Results and Discussion

The S-MEM diets had the lowest and the S-TMB had the highest water stability (Table 3).

Low stability of the S-MEM diets may be explained by the high solubility of the hydrolyzed lactoseraum protein as suggested earlier by Dabrowski et al.<sup>(13)</sup> The replacement of the whey hydrolysates by either fish meal or krill hydrolysates in TMB and S-TMB diets improved stability and availability of dietary protein. The best water stability of S-TMB was achieved by a combined action of gelatinized starch and ticaloid gums.

The acceptability of the S-MEM diets was poor, possibly due to their small size and slightly positive buoyancy, as well as their bitter taste attributed to the presence of small peptides in the whey hydrolysates. Low food intake and poor utilization of S-MEM resulted in high mortality (Table 4) and the experiment was terminated after 12 days. Decreased body protein and lipid content, and the signs of atrophy in the digestive system as revealed by the histological examination (results not shown), confirmed that larvae fed with the S-MEM diet were starving. In contrast, SMB-FM and SMB-KR diets were

well accepted and resulted in similar growth and histology of the digestive system to larvae fed with Biodiet. However, larvae fed SMB-FM had significantly ( $P < 0.05$ ) lower survival and body lipid content than larvae fed SMB-KR and Biodiet. Replacing the fish meal with krill hydrolysates in the SMB-KR diet resulted in increased survival from 75 to 97%.

The digestibility study with 6-g juveniles indicated that TMB-FM and TMB-KR were well digested with ADC values for protein and lipid over 90% (Table 5). However, the ADC values were for proteins in both diets and for starch in TMB-KR were higher in samples collected with fecal traps compared to the dissected feces. Although this difference was most noticeable with the TMB containing FM, the trend also existed in the TMB-KR. These discrepancies may be due to nutrient leaching from less stable TMB diets compared to S-TMB, fecal leaching in the collector or contaminating of feces by endogenous proteins during dissection. Further experiments need to be conducted to resolve this issue.

The digestibility experiment with 60-g juveniles indicated that the macronutrients of the S-TMB KR and FM were digested at 90% and more. The 60-g juveniles showed an improved digestibility of starch. Higher ADC values for starch in the second experiment can be attributed to an improved digestibility and absorption of the gelatinized starch. The ADC results for protein, lipid and carbohydrate indicated that values obtained with the fecal trap were not significantly different from those obtained by dissection from the spiral intestine and rectum.

In summary, the feeding and digestibility experiments conducted on sturgeon suggest that TMB and S-TMB microdiets present high nutritional value for larvae and juveniles, and thus could be recommended for nutrient requirement determination. Moreover, our results indicate that the fecal trap is a practical, reliable and non-stressful procedure which can be used for

effective feces collection from 6- to 60-g juvenile sturgeon.

## Notes and References

1. Institute for Marine Biosciences, Halifax, NS, Canada B3H 3Z1
2. GRERREBA, Animal Science Department, University Laval, Québec, PQ, Canada G1K 7P4
3. Animal Science Department, University of California, Davis, CA, USA 95616
4. Fish Technology Center, Fish and Wildlife Service, Bozeman, MT, USA 59715
5. Gawlicka A, McLaughlin L, Hung SSO, de la Noüe J. 1996. *Aquaculture* 141: 245-265.
6. Dubeau K. 1996. MSc Thesis, Université Laval, 50 p.
7. Elliott DC, Elliott WH, Jones KM. 1986. *Data for biochemical research*, 3<sup>rd</sup> edition. RMC Dawson, Oxford University Press, New York, 580 p.
8. Austreng E. 1978. *Aquaculture* 13:265-272.
9. Bligh EG, Dyer WJ. 1959. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37:911-917.
10. Holm J, Björk I, Drews A, Asp NG. 1986. *Starch* 38:224-226.
11. Arthur D. 1970. *Can. J. Spectros.* 15:134-140.
12. Gawlicka A, Teh SJ, Hung SSO, Hinton DE, de la Noüe J. 1995. *J. Fish Physiol. Biochem.* 14:357-371.
13. Dabrowski K, Kaushik SJ, Fauconneau B. 1987. *Aquaculture* 65:31-41.

We thank Dr. David Lane and Gordon Edmondson for their assistance and technical support during experiments conducted at the Malaspina University-College and the Norsildmel, (Fyllingsdalen, Norway) for donation of Norse-LT 94. The project was funded by an NSERC strategic grant to Dr. Joël de la Noüe.

---

*Dr. Anna Gawlicka is currently a visiting fellow at the National Research Council's Institute for Marine Biosciences working on the digestive physiology and nutrition of winter flounder larvae. Correspondence address: NRC-IMB, 1411 Oxford Street, Halifax NS B3H 3Z1; tel: (902) 426-4991, fax: (902) 426-9413, e-mail: anna.gawlicka@nrc.ca.*

# Farm management software for shellfish producers

T. Jeffrey Davidson  
and Roderick H. McFarlane

The Shellfish Management Programme is an on-farm computer-based software programme developed for shellfish aquaculture operations. In eastern Canada it is oriented towards suspended culture of the blue mussel (*Mytilus edulis*) and it was recently modified for use with hard shell clam (*Mercenaria mercenaria*) leases in New Jersey. The programme has three main components that represent the major areas of shellfish lease management: a) inventory control, b) production management, and c) water quality. The inventory control section supplies information needed for the effective utilization of the lease. Each unit of production (longline or plot) can be managed individually to maximize efficient use of that unit. The production management section provides information needed to maximize production in the lease and allows evaluation of seed stock, growth of the shellfish within or between leases, and seasonal and yearly production trends. The water quality section relates production and mortality to the water parameters being monitored. The Shellfish Management Programme provides shellfish aquaculture producers with a management tool to increase farm efficiency.

## Introduction

Blue mussel (*Mytilus edulis*) aquaculture on Canada's eastern seaboard has continued to expand for the past 17 years. It has been successful in maintaining consistent growth through experimentation and the implementation of new ideas. As a result, the industry has established a solid foundation in suspended longline culture. With effective methods of production established and the majority of prime water leases in production, the mussel industry must search for methods that will enable them to remain competitive in the marketplace. This search should be aimed at methods that have a technological base such as more efficient processing equipment and methods for improved collection and analysis of information. The implementation of such methods would help the industry reduce production costs.

The Shellfish Management Programme (SMP), an on-farm computer-based software

programme, has been developed as a management support tool to assist in the operation of mussel leases. The software has three main components that represent the major areas of shellfish lease management: a) inventory control b) production management and c) water and health management. Each of these categories contain many individual variables that either directly or indirectly influence managerial decisions. Actions taken within any one of these categories may also have an effect on one or both of the other two.

## Inventory Control

Inventory control allows the mussel producer to effectively utilize the grow-out site, assists in deployment of mussel units (i.e., socks and collectors) and aids in scheduled harvesting of the product. Data input is efficient, with limited time restraints imposed upon the mussel producer.

Each water lease held by a producer is

identified using a code; the code may be derived from the numbering system implemented by the agency that issued the lease permit. Longlines are the unit of concern and are assigned a unique identification within the lease. The status of the longline is coded by using one of three conditions: collectors, socks or empty. Mussel sock listings include both the mesh size and the sock length. Other variables included are the number of buoys per longline, type of buoy being used, and dates when longlines and anchors were deployed. These last variables assist in the maintenance of longlines and also maintain an inventory of capital equipment presently being utilized.

## Production Management

The production management section provides the mussel producer with the capability to track and evaluate the individual seed stock being used, assimilate physical parameters and evaluate their effect on productivity, compare grow-out sites for productivity, survey seasonal trends such as body condition, and record production statistics from each grow-out site.

The production variables contain several of the variables included in the inventory category: lease code, production field, longline identification and longline status. Associated with longline status are the date the units (collectors, socks) were deployed. The source of the seed is included as well as the average size of the seed and the average number of seed per foot of sock. Throughout the grow-out period, length measurements of the mussels can be taken and recorded. The frequency of data collection will depend upon the time of year and the associated activity of the farm. Scheduled measurements of a sample taken randomly from the length of the sock will provide the producer with sufficient data for growth estimates and condition index. The date the longline is harvested and longline production is assigned for each longline. The production data for each longline and field can be archived after harvest, allowing new data on the longline to be entered while preserving historical data.

## Water and Health Management

Shellfish growth rates and the total carrying capacity of a grow-out site are associated with water conditions such as temperature, salinity,

chlorophyll, suspended particulate matter, etc. These parameters can be entered into the programme and related to production data. The health status of a producer's product, including the evaluation of historical data on disease and mortality, reporting on the condition of the product (meat weight, growth rate), monitoring and displaying toxin levels associated with the individual grow-out sites, displaying adjacent areas affected by bacterial contamination, and defining those areas that are presently infected with disease or parasites, are important considerations in ensuring a quality product.

The health monitoring section includes data that incorporate both mortality rates and predation. Both of these variables can be evaluated by the producer through familiarity with the normal densities associated with the grow-out site. Mortality and predation are listed as an estimated percentage of the normal population density contained on one sock (1 to 100%). The predation component includes a predator variable to include the causative agent (starfish, crab, sea ducks, etc.).

## Conclusion

In an environment of ever-increasing demands on production efficiency in the cultivation of mussels, producers must have ready access to information in order to make effective management decisions. The Shellfish Management Programme can provide the producer with an effective management tool that can be utilized in the decision making process.

## Bibliography

1. Bernard TH, Judson WI. 1991. *Bull Aquacul. Assoc. Can.* 3:102-103.
2. Boghen AD, Allard L, Beninger P, Battaler E. 1990. *Bull. Aquacul. Assoc. Can.* 4:75-78.
3. Canzonier WJ. 1988. *J. Shellfish Res.* 7:261-266.
4. Carver CEA, Mallet AL. 1990. *Aquaculture* 88:39-53.
5. Mallet AL, Carver CEA, Coffin SS, Freeman KR. 1987. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44:1589-1594.

*Dr. T. Jeffrey Davidson and Mr. Rodney McFarlane are with the Atlantic Veterinary College, University of Prince Edward Island, 550 University Ave, Charlottetown, PEI Canada C1A 4P3 (tel 902-566-0666; fax 902-566-0823; e-mail davidson@upei.ca).*

# On-site management software: The benefits of computerized records

*Grace A. Karreman*

## Background

The Cooperative Assessment of Salmonid Health (C.A.S.H.) program is a voluntary, cooperative, confidential record of performance system that compares biological production information to aggregate benchmarks on a confidential basis. Because we have worked with most of the computer software systems being used for on-site production management on salmon farms on the British Columbia coast, we have had the opportunity to witness the development of aquaculture management software first hand.

## It is Good for Business

Numerous external factors affect the way business must be conducted. Paper trails are important for audit purposes, the ability to trace back is essential, and electronic records are an expedient way to maintain the necessary records. An unhappy customer can trigger a time-consuming internal search to determine whether there was a production problem and, if so, what was the cause.

For those companies exporting to the United States, the newest external demand for paper verification is the HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) regulation for food safety. For finfish aquaculture, HACCP focuses mostly on the documentation of antibiotic use and the risk of residues in edible product. Producers have to be able to document that fish from the pens being harvested are clear of all residues before they can enter the processing plant.

Other records are also essential. Successful insurance claims demand detailed data, and good records make cases proceed more smoothly in a court of law. Regulatory require-

ments, especially with as many agencies involved in aquaculture as there are in British Columbia, also demand good record keeping.

From a biological production perspective, if a farm experiences a serious and rapid increase in mortality, there must be sufficient records to determine which fish groups have been in direct contact with each other, which groups might have to be isolated to prevent the spread of the disease, and which groups are at high risk due to decreased resistance because of genetics, vaccination problems, or other causes.

There are also requirements for the conduct and planning of long-term production programs. Record of performance programs, which are based on similar work in the agricultural livestock industries, require good record keeping over several generations of fish. The farm's data must conform to specific standards and there must be a common interface so that the program runs smoothly. Any research and development programs, especially those that involve extensive field trials of feed, vaccines and/or drugs, require meticulous records.

## Assist Yourself in Making Good Business Decisions

The larger the company the more important it is to keep detailed records, as greater numbers of people are involved in the paperwork. Mistakes are unavoidable, but are a lot less common when good software is used. Ironically, a computer-based record keeping system is most needed when you can least afford it, i.e., when prices are weak and costs are high. These are the times when inventory needs to be tightly controlled and feed costs minimized. It is therefore better to have a system installed and tested before a "crunch" is experienced.

Properly designed software, although initially

costly and labour intensive, will pay off over time. It is far easier to determine trends in feed consumption, harvest weights, and selling prices with the proper software. For example: Are you controlling your feed by counting feed bags or by tallying the actual amounts fed?

The greatest intangible benefit to using computerized records is improved management. Well-summarized records provide a strong impetus to look at the data and to think about what they mean. As more information becomes available, farm staff begin to want even more data in order to make even more informed decisions.

The second intangible benefit is that mistakes are more easily noticed, particularly those that previously may not even have been recognized.

Pentium computers are inexpensive and most of the available software requires a Pentium to run efficiently. The power gained by the software (for example, access to Internet marketing, sales and technical information), far outstrips the cost.

One word of caution: as long as it is common practice to mix groups of fish during the production cycle, the "group-pen" tracking nightmare will haunt you in your hunt for software. Seventy percent of the programming time and costs will be spent on 7% of your actions — i.e., grading and mixing fish groups across pens.

## **Setting up a Central Performance Measurement System**

### **Background**

Why is it important to have a central performance measurement system across the industry? What's the objective? For non-regulatory systems, financial benefit is the bottom line. Embarking on a centralized system is an industry-based decision and requires commitment to across-the-board improved performance and decreased cost of production. Sometimes centralized systems are set up when the industry is at risk and external factors force a change in the way business is done. This was true in 1988 when world salmon prices "crashed" and a number of British Columbia salmon farmers started the C.A.S.H. program.

There may also be regulatory reasons for establishing this kind of system. This is usually tied to codes of practice or other regulations. Often this has been used for fish health, includ-

ing disease reporting, surveillance, monitoring and control.

### **What Makes a Program Successful?**

A successful performance measuring system will only work if the organizers understand and can manage human nature. In our experience the following were critical, though they are not necessarily listed in order of importance:

- Realistic program design,
- Confidentiality,
- Agreement on a common goal,
- Compliance—a common enemy or financial uncertainty is the best motivator,
- "Safety in numbers" approach,
- Lots of producer input: data collection, analysis and reporting must be truthful, continuous and relevant,
- Quick turn-around time with current information,
- The most results for the least perceived effort,
- "Seamless" data transfer—the technical software interfaces must be in place, and if it is not easy for the producer to use, it won't work,
- Mature/maturing industry with sufficient infrastructure to facilitate success,
- Confidence in the system,
- Good communication is essential—bad communication is life threatening to the program,
- Patience—these are long term investments and how you implement them changes with time.

### **Comments on implementation**

The most effective approach is "Keep It Simple, Stupid (KISS)". Pick your winners and set realistic benchmarks. You will never get enough information to answer all the questions but you might get enough to encourage "spin-off" R&D projects. As much as possible, program design must reflect common practices and piggy-back on data already being collected.

If the benefits are not "intraocular" (obvious!), statistical reports will be only incrementally helpful. Benchmarks to measure the success or failure of the program must be established ahead of time. It could be as simple as: Do participants pay their bills and submit their data on time? Better yet, do the participants

show significant gains in key indices over time?

### You win some, you lose some

We tried to introduce a hand-held computer on sea water sites and found there was only lukewarm acceptance. This was partly due to the lack of a sturdy waterproof case for the computer, and partly because the unit did not completely meet the needs of the marine sites at the time. It appears that the unit is much better suited to freshwater sites.

Audit trails apply mostly to regulatory programs where compliance could be an issue or where there might be reason to doubt the data. On the other hand, audit trails might have marketing advantages, as is the case with ISO 14000 and QA QC programs.

Benchmarking reports from the C.A.S.H. program have been demonstrated elsewhere.<sup>(1)</sup> Some of these need additional interpretation, which has been the core service of the program. The types of information reported by the C.A.S.H. program include:

- Fish health—mortality rates, differential causes of mortality;
- Overall production performance—feed conversion ratios, growth rates, harvest and productivity ratios;
- Gross margins/costs of production comparisons.

Lastly, and most importantly, is to keep a sense of humor. Computers are like children; they will try your patience, need a lot of attention, but are also extremely rewarding.

### Tips on evaluating software

- Shop around, ask tough questions, bargain hard.
- Be honest with yourself. A software system will only work if the required practices and protocols are already in place. Be sure the system integrates with your management style and priorities.

- Requirements for big, horizontally and vertically integrated companies can be quite different from those of small companies.
- Setting it up—what information do you really need to capture to make business decisions? Think it through; there are excellent products out there, but be sure you are getting what you want.
- Does the software do what you want it to?
- Can you pull “ad hoc” (custom made) reports from it?
- How much personnel training does it require? Can your infrastructure handle it? Is your staff able to adapt to new situations? What kind of hands-on/local support are you getting?
- What kind of hardware does it require? For example, for a small producer a small hand-held unit (PDA) with some clever programming may be all that is required while larger producers will need several machines with local and long-distance networking capability.
- Technical interfaces: Will it talk to the feeding machine? The weigh scales?
- Cost is usually proportional to quality and degree of post-purchase support.

### References

1. Karreman GA, Ohara AM. 1995. Cooperative Assessment of Salmonid Health (C.A.S.H.) Program: Management of Production Information in the British Columbia Salmon Farming Industry. In: *Aquaculture Health Management Strategies for Marine Fishes* (KL Main, C. Rosenfeld, eds.), The Oceanic Institute, Waimanalo, Hawaii.

---

*Dr. Grace Karreman is the owner of Pacific Veterinary Services which runs the Cooperative Assessment of Salmonid Health (C.A.S.H.) Program for the BC Salmon Farmers Association, #506-1200 West Pender Street, Vancouver, BC V5E 2S9 (phone: (604) 682 3077; fax: (604) 669 6974; email: karreman@direct.ca).*

# Calendar



• **Course — Hard Clam Culture for the Northeast US, 15 – 19 February 1999, US\$795** (incl. housing), Harbor Branch Oceanographic Institution, Ft. Pierce, Florida, is conducting a 5-day hard clam aquaculture course designed for individuals who are in the hard clam aquaculture business or who are interested in starting a farm. HBOI began clam training programs for displaced fishers in the late 1980s. Course includes an overnight trip to Cedar Key. Participants will observe commercial clam producing leases and interact with production staff, clam farmers, extension agents, and clam distributors. Course topics include: Land-based and field-based nursery operations, Grow out strategies, Sieving and sorting, Controlling predators, Clam economics, Marketing, Record keeping, HACCP and Quality Assurance Programs, Lease siting & application, General permitting. Information: Dr. M. Davis-Hodgkins, Program Manager (tel 561 465-2400, e-mail [acted@hboi.edu](mailto:acted@hboi.edu)).

• **Great Atlantic Shellfish Exchange, 15 – 17 April 1999, Prince Edward Hotel, Charlottetown, Prince Edward Island.** Being organized to coincide with the NSA meeting in Halifax. Co-hosted by the PEI Aquaculture Alliance and Atlantic Fish Farming. Conference sessions and other information provided on page 17 of this issue.

• **World Aquaculture '99, 26 April – 2 May 1999, Sydney Convention Centre, Australia.** Annual conference and exposition of the World Aquaculture Society. Conference theme: *Bridging the Gap* (emphasis on finding solutions to the gap between world seafood demand and wild capture). Aquafood '99 will be held immediately following the conference at the Sydney Fish Market. Contact: John Cooksey, Conference Manager, 21710 7<sup>th</sup> Place West, Bothell, Washington, USA (tel 425 485-6682, fax 425 483-6319, e-mail [worldaqua@aol.com](mailto:worldaqua@aol.com)). Conference home page: <http://ag.ansc.purdue.edu/aquanic/was/was.htm>.

**Annual Meeting of the National Shellfisheries Association**  
18 – 22 April 1999, Westin Hotel,  
Halifax, Nova Scotia

**Special sessions:**  
Modelling Shellfish Ecosystems,  
Science, Business, and the Future of the  
Shellfisheries Industry,  
Physiological Ecology of Shellfish:  
Applications and Future Directions.

**Information:**  
Dr. Jay Parsons  
Aquaculture Unit,  
Fisheries and Marine Institute,  
Memorial University, P.O. Box 4920,  
St. John's, Newfoundland, Canada A1C 5R3  
tel 709 778-0307; fax 709 778-0553  
e-mail [jparsons@gill.ifmt.nf.ca](mailto:jparsons@gill.ifmt.nf.ca)

• **12th International Pectinid Workshop, Bergen, Norway, 5 – 12 May 1999.** The scientific program includes thematic sessions preceded by invited keynote speakers, special topic working groups, and plenary discussions. The number of oral presentations will be restricted and contributors are encouraged to prepare poster presentations. Interested participants are requested to preregister by contacting Mr. Gunnar Eiken, 12th IPW, Hordaland Fykeskommune, N-5020 Bergen, Norway (fax 47 55 23 93 16, e-mail [gunnarek@online.no](mailto:gunnarek@online.no)).

• **Course — Diagnosis and Treatment of Warmwater Fish Diseases, 17 – 28 May 1999, University of Florida, Tropical Aquaculture Laboratory, Ruskin, Florida.** Course is designed to provide instruction in the methodology of diagnosis and treatment of parasitic, fungal, bacterial, viral, nutritional and environmental diseases of warmwater food fish and aquarium species. Cost US\$550. Participants

may earn up to 20 hours of continuing education units by attending this course. Information: Dr. Ruth Francis-Floyd, Dept. Fisheries and Aquatic Sciences, University of Florida, 7922 NW 71st Street, Gainesville, FL 32653 (tel 352 392-9617, fax 352 846-1088, e-mail rff@gnv.ifas.ufl.edu, website <http://www.ifas.ufl.edu>).

• **12th Annual Atlantic Aquaculture Exposition, Conference and Fair, 16 – 20 June 1999, St. Andrews, NB.** Theme: *Opportunities in the New Millennium*. Information: Shelia Washburn or Elain Haun, P.O. Box 1169, 205 Water Street, St. Andrews, NB E0G 2X (tel 506 529-4011, fax 506 529-4056, e-mail sheilaw@nbnet.nb.ca, website [www.caughey.on.ca/hdt](http://www.caughey.on.ca/hdt)).

• **Singapore Seafood Exhibition and Seafood Processing Asia, 22 – 24 June 1999, Singapore Convention and Exhibition Centre.** Produced by Diversified Business Communications, P.O. Box 7437, Portland, Maine, USA 04112 (tel 207 842-5504, fax 207 842-5505, website [www.divbusiness.com](http://www.divbusiness.com)).

• **Conference on Sea Lice Control and Biology, 28 – 30 June 1999, Dublin, Ireland.** Information: Dr. Mark Costello, 7 Glenalure Park, Rialto, Dublin 8, Ireland (e-mail [mcostello@ecoserve.ie](mailto:mcostello@ecoserve.ie), website <http://www.ecoserve.ie>).

• **Aquaculture Europe '99, 7 – 10 August 1999, Trondheim, Norway.** The conference is being held immediately prior to AquaNor. The theme *Towards Predictable Quality* has been chosen to reflect the increasing maturity of the aquaculture industry and the need to satisfy the demands of the industry in terms of quality and

## AQUATECH '99

University of New Brunswick,  
Fredericton  
27-30 July, 1999

The 1999 meeting of Aquatech will be integrated with the larger BioAtlantech 1999 and bring together an international audience focussing on the development of genomics and nutraceuticals for agriculture, aquaculture and forestry.

Invited speakers include:

Dr. Bob Devlin: Application of molecular genetics for aquaculture;  
Dr. Steve Griffiths: Diagnostics and DNA profiling in aquaculture;  
Dr. Joel Heppell: DNA vaccines in fish;  
Dr. Tom Kocher: Genomic approaches to selective improvement in tilapia;  
Dr. Jim Wright: Transgenic fish in the treatment of diabetes;  
Dr. Charlie Yarish: Seaweed cultivation and biotechnology — from food to phycocolloids to nutraceuticals and bioremediation.

There are openings for both oral and poster presentations; contact Dr. Tillmann Benfey, University of New Brunswick (e-mail [benfey@unb.ca](mailto:benfey@unb.ca)).

Registration information, telephone 506 444-2444, fax 506 544 5662, e-mail [jgarley@fundy.net](mailto:jgarley@fundy.net).

Website: [www.bioatlantech.nb.ca](http://www.bioatlantech.nb.ca)

## Aquaculture Canada '99

Annual meeting of the Aquaculture Association of Canada  
27 – 29 October 1999  
Victoria Convention Center and Empress Hotel, Victoria, BC

Information: Linda Townsend (fax 250 755-8749, e-mail [townsdl@mala.bc.ca](mailto:townsdl@mala.bc.ca))

quantity of produce. Topics: larviculture, with focus on quality of offspring and fry. There will also be sessions on fish health (including European disease problems, vaccine development, sea lice, egg and smolt quality), genetics and interactions of farms with the environment. Two sessions will cover marketing of aquaculture products and harvesting and market quality. Information: EAS Secretariat (tel +32 59 32 38 59, fax +32 59 32 10 05, e-mail eas@unical.be, <http://www.easonline.org>).

•**ICES Symposium on the Environmental Effects of Mariculture**, 13 – 16 September 1999, St. Andrews, NB. Aim is to provide a forum to share research results and enhance international cooperation and collaborative research on 1) the environmental effects of bivalve and fish farming in the coastal zone and 2) the influence of local environmental factors on mariculture productivity. Abstract deadline 1 April 1999. Information: Dr. David Wildish, DFO, Biological Station, St. Andrews, NB EOG 2X0 (tel 506 529-5894, fax 506 529-5862, e-mail wildishd@mar.dfo-mpo.gc.ca).

•**2nd South American Aquaculture Congress**, 17–20 November 1999, Puerto La Cruz, Venezuela. The Latin American Chapter of the World Aquaculture Society will hold its annual meeting in conjunction with the Venezuelan Aquaculture Association. Contact: J. Cooksey, Conference Manager, 21710 7<sup>th</sup> Place West, Bothell, Washington, USA (fax 425 483-6319, e-mail worldaqua@aol.com).

•**Aquaculture America 2000**, 1 – 4 February 2000, New Orleans, Louisiana. Meeting of the US Chapter of the World Aquaculture Society. Contact: John Cooksey, Conference Manager, 21710 7<sup>th</sup> Place West, Bothell, Washington, USA (telephone 425-485-6682, fax 425 483-6319, e-mail worldaqua@aol.com).

### **Aquaculture Canada 2000**

**27 May - 31 May 2000**  
**Moncton, NB**

Annual meeting of the Aquaculture Association of Canada. Information: Dr. Andrew Boghen (tel 506 858-4321, fax 506 855-0177, e-mail boghena@umanitoba.ca).

•**International Conference on Risk Analysis in Aquatic Animal Health**, 8 – 10 February 2000, Paris, France. Sessions: The need for risk analysis; Risk analysis methodology; Areas of application to aquatic animal health including problems, research needs and environmental concerns, case histories and field studies, and Recommendations and future prospects. A course on risk analysis will be held prior to the conference. Information: Dr. K. Sugiura, Office International des Epizooties, 12 Rue de Prony, 75107, Paris, France (tel 33 (0)1 44 15 18 88, fax 33 (0)1 42 76 09 87, e-mail k.sugiura.oie.int, web site <http://www.ole.int>).

•**AQUA 2000**, 2 – 6 May 2000, Nice, France. Annual meetings of the World Aquaculture Society and the European Aquaculture Society. Information: John Cooksey, Conference Manager, 21710 7<sup>th</sup> Place West, Bothell, Washington, USA (tel 425 485-6682, fax 425 483-6319, e-mail worldaqua@aol.com).

•**FISHERY – GUANGZHOU, International Exhibition on Fishery Industries**, 10 – 12 May 2000, Chinese Export Commodities Fair-ground, Guangzhou, P.R. China. Organizer: Top Repute Co. Ltd., Rm 2403, Fu Fei Commercial centre, No. 27 Hillier Street, Hong Kong (tel 852 2851 8803, fax 852 2851 8637, e-mail topreput@hkabc.net).

•**Third World Fisheries Congress**, 31 October - 3 November 2000, Beijing, China. Organized by the China Society of Fisheries. Topics: Effect of sustainable fisheries on optimizing food composition and improving human health, Scientific management, reasonable exploitation and protection of fisheries resources, Selected fisheries technologies, Effect of the fishery environment on sustainable fisheries development, Healthy aquaculture and ecosystems, Bio-technology and its application in fisheries, Aquatic products processing and comprehensive utilization, Fisheries bio-diversity and protection, Fishery machinery and instruments, Fishery economics, Fishery policies and sustainable fisheries development, Application of information technology in fisheries. Secretariat office: China Society of Fisheries, Bldg 22, Maizidian Street, Chadyang District 100026, Beijing, P.R. China (tel 86 10 64194233, fax 86 10 64194231, email csfish@agri.gov.cn).

**AAC Special Publication No. 3**

# **Aquaculture Career and Training Directory**

**A joint publication of the Canadian Aquaculture Industry Alliance and the Aquaculture Association of Canada produced with the support of Human Resources Canada**

- *Institutions:* list of 47 universities, colleges, and other institutions offering training and education programs;
- *Programs:* 74 degree, diploma, certificate and other training opportunities for study and upgrading;
- *Industry Organizations:* national and regional organizations in the industry;
- *Getting to Know the Industry:* answers to questions such as "Why choose a career in aquaculture?" and "Is aquaculture the right career for me?"

Available for \$9.95 (includes postage; Visa and Mastercard accepted) from:

Aquaculture Association of Canada  
P.O. Box 1987, St. Andrews, N.B., Canada E0G 2X0  
fax 506 529-4609, e-mail [aac@wolves.sta.dfo.ca](mailto:aac@wolves.sta.dfo.ca)



National Research  
Council Canada

Conseil national  
de recherches Canada

**NRC - CNRC**

# Institute for Marine Biosciences

**... a world class research organization focused  
on challenges and opportunities facing  
Canada's aquaculture industry, including:**

- new species development
- nutrition
- health and
- seafood safety

**NRC**    1411 Oxford Street  
Halifax - NS - B3H 3Z1  
<http://www.imb.nrc.ca>

contact: **Paul Smith**  
e-mail: [paul.smith@nrc.ca](mailto:paul.smith@nrc.ca)  
phone: **(902) 426-1186**   fax: **(902) 426-9413**