


Décembre 2011

F

	منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة	联合国 粮食及 农业组织	Food and Agriculture Organization of the United Nations	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
---	--	--------------------	---	---	---	--

COMITÉ DES PÊCHES

SOUS-COMITÉ DE L'AQUACULTURE

Sixième session

Le Cap (Afrique du Sud), 26-30 mars 2012

L'APPLICATION DES TECHNOLOGIES GÉNÉTIQUES AU DÉVELOPPEMENT ET À LA GESTION DE L'AQUACULTURE

INTRODUCTION

1. La pêche de poissons, d'invertébrés (surtout des mollusques et des crustacés) et de plantes aquatiques (essentiellement des algues marines) fournit aux populations humaines du monde entier des ressources nutritionnelles importantes depuis des temps immémoriaux. Aujourd'hui, l'aquaculture et la pêche emploient directement plus de 180 millions de personnes, assurant ainsi la subsistance de 8 pour cent de la population mondiale, et fournissent chacune la moitié de l'offre mondiale de denrées d'origine aquatique¹. Il existe plus de 31 000 espèces de poissons proprement dits (espèces ichtyques), 85 000 espèces de mollusques, 47 000 espèces de crustacés et 13 000 espèces d'algues, dont 5 000 sont pêchées et 400 exploitées en aquaculture. La productivité et la durabilité de l'aquaculture et de la pêche mondiales, ainsi que les services essentiels rendus par les écosystèmes aquatiques – marins, d'eau saumâtre et d'eau douce –, reposent sur les ressources génétiques aquatiques.

2. L'application des principes génétiques aux espèces aquatiques exploitées en aquaculture est relativement récente et ce secteur n'exploite pas encore pleinement les technologies disponibles pour accroître la production, comme l'ont fait d'autres secteurs de production alimentaire. D'ailleurs, c'est seulement depuis une vingtaine d'années qu'il est couramment admis que l'amélioration génétique et l'application des biotechnologies ont un rôle important à jouer dans le développement de l'aquaculture et que des améliorations génétiques très importantes peuvent être obtenues grâce à l'application appropriée et à la bonne planification de programmes de sélection génétique d'espèces aquatiques.

3. Le présent document accompagne le document de travail COFI:AQ/VI/2012/9 – *Les ressources et les technologies génétiques au service du développement de l'aquaculture: perspectives et obstacles* – et récapitule les applications actuelles et futures des technologies génétiques aquacoles de long et court termes et aborde succinctement d'autres applications ayant trait à la caractérisation et à la gestion des ressources génétiques aquatiques, qui revêtent une importance croissante en matière de traçabilité du poisson et d'autres animaux aquatiques et produits dérivés.

¹ FAO 2010. *La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2010*. FAO, Rome. 224 p.

APPLICATION DES TECHNOLOGIES GÉNÉTIQUES À LA PRODUCTION AQUACOLE

4. Les technologies génétiques peuvent être utilisées en aquaculture à diverses fins, mais dans la pratique elles sont surtout utilisées pour améliorer la production. Des techniques génétiques appropriées peuvent permettre d'améliorer les qualités commerciales, la résistance aux maladies, l'apparence, la couleur, la domesticabilité et la conservation des ressources naturelles. On peut avoir recours à des programmes d'amélioration génétique pour obtenir des bénéfices à court ou long terme. Les bénéfices à court terme sont habituellement immédiats (intervalle n'excédant pas deux générations) et généralement non cumulatifs (à moins qu'ils soient associés à d'autres programmes, de longue durée); les programmes de longue durée, comme par exemple ceux qui font appel à la reproduction sélective, permettent au contraire d'obtenir des améliorations d'une génération sur la suivante².

Stratégies d'amélioration génétique à long terme

5. La domestication et le potentiel des ressources génétiques aquatiques ne peuvent être pleinement mis en valeur que grâce à des programmes d'amélioration génétique à long terme. Le secteur aquacole est très nettement en retard par rapport aux secteurs de l'agriculture et de l'élevage terrestre s'agissant d'obtenir des races domestiquées génétiquement améliorées.

Élevage sélectif

6. La caractéristique qu'on cherche à améliorer le plus souvent dans les programmes de reproduction sélective est le rythme de croissance; on a observé des gains allant jusqu'à 20 pour cent par génération. Il a été mis en évidence que d'autres caractéristiques présentent une variance génétique additive et sont donc perfectibles. Certaines caractéristiques, comme la résistance aux maladies et au stress, l'âge de maturité et la qualité de la chair, sont aujourd'hui visées, de plus en plus souvent, dans les programmes de reproduction sélective. Les programmes de sélection ont été développés et améliorés dans leur conception, et de nouveaux programmes ont été lancés. Le cabillaud (morue de l'Atlantique), le saumon de l'Atlantique, la carpe commune, la dorade royale, le bar rayé hybride, le tilapia du lac Malawi, le bar de Méditerranée, le tilapia du Nil, la dorade commune et la carpe *rohu* sont autant d'espèces utilisées dans des programmes récents d'amélioration génétique.

7. S'agissant de la résistance au stress, l'adoption de la variété de crevette à pattes blanches *Penaeus vannamei*, domestiquée et améliorée génétiquement, a permis d'obtenir un accroissement très sensible du rendement aquacole, mais elle fait aussi peser de graves risques d'infections persistantes puisque, entre autres problèmes, des pathogènes viraux peuvent être transmis des stocks de reproducteurs aux individus au stade post-larvaire. Le recours à des crevettes domestiquées exemptes d'un pathogène particulier doit passer avant tout par un examen strict des risques biotechnologiques³.

8. Les techniques de sélection génétique peuvent aussi servir à optimiser l'utilisation des aliments pour animaux: il s'agit de déterminer si des poissons carnivores ayant une faculté naturelle à utiliser les protéines comme source d'énergie principale peuvent être sélectionnés génétiquement⁴.

² Bartley D. M. 1998. Genetics and breeding in aquaculture: current status and trends, pp. 13-30. In D. M. Bartley et B. Basurco (sous la direction de), *Genetics and Breeding of Mediterranean Aquaculture Species* Cahiers Options méditerranéennes, Vol. 34. 297 p.

³ Hine, M. *et al.* 2011. Expert Panel Presentation III.3. Improving biosecurity: a necessity for aquaculture sustainability, pp. xx-xx. Recueil des résumés, Conférence mondiale sur l'aquaculture 2010, 22-25 septembre 2010. FAO/RCAAP/Département thaïlandais des pêches. Phuket (Thaïlande).

⁴ Rana, K. J. *et al.* 2009. Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. N° 541. Rome, FAO. 63 p.

9. Les programmes classiques de sélection resteront l'élément moteur essentiel du secteur piscicole mondial⁵.

Génie génétique

10. On commence à trouver aux savoirs techniques du génie génétique des applications dans la production d'aliments pour animaux d'aquaculture permettant de réduire la dépendance vis-à-vis des farines et des huiles de poisson et d'améliorer les ingrédients composant les aliments à base d'animaux et de végétaux terrestres. On peut citer par exemple^{6,7}: 1) les levures traitées génétiquement destinées à produire des ingrédients importants, comme des hormones de croissance pour les poissons et des pigments caroténoïdes; 2) les techniques de prétraitement de matières végétales permettant de réduire les effets des facteurs antinutritionnels; 3) la sélection d'espèces végétales présentant de meilleures propriétés compte tenu de leurs acides aminés et de leurs facteurs antinutritionnels et 4) la transformation de produits de qualité inférieure dérivés d'animaux terrestres en protéines de grande qualité.

11. On produit des poissons transgéniques depuis le milieu des années 1980, la recherche dans ce domaine étant surtout concentrée sur le transfert de gènes des hormones de croissance⁸. On a observé dans plusieurs cas une augmentation importante de la croissance. Actuellement, aucun poisson transgénique n'a reçu d'agrément pour une exploitation commerciale comme poisson de consommation.

Stratégies d'amélioration génétique à court terme

12. Les techniques d'amélioration génétique à court terme ne nécessitent pas forcément des procédures de tenue de registres ou de gestion aussi complexes que les projets de longue durée et l'application de technologies simples pendant des intervalles de temps courts peut apporter des bénéfices considérables.

Hybridation et croisement

13. On peut avoir recours à l'hybridation et au croisement pour combiner les qualités recherchées de deux groupes génétiquement différents et pour tirer parti de la vigueur hybride (hétérose). L'hybridation interspécifique a permis d'obtenir, chez les poissons, une meilleure maîtrise du sexage, une amélioration du taux de croissance, du taux d'animaux stériles, de la qualité de la chair, de la résistance aux maladies et de la tolérance aux conditions environnementales extrêmes, ainsi que la modification d'autres caractéristiques⁹.

⁵ Hulata, G. 2009. Genetic improvement of finfish, pp. 55-86. In Burnell, G., et G. Allan (sous la direction de). *New technologies in aquaculture*. CRC Press. 1191 p.

⁶ Ukibe, K. *et al.* 2009. Metabolic engineering of *Saccharomyces cerevisiae* for astaxanthin production and oxidative stress tolerance. In *Applied and Environmental Microbiology* 75, pp. 7205-7211.

⁷ Rana, K. J. *et al.* 2009. Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. N° 541. Rome, FAO. 63 p.

⁸ Kapuscinski, A., 2005. Current scientific understanding of the environmental biosafety of transgenic fish and shellfish. In *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 24(1), pp. 309-322.

⁹ Bartley, D. M. *et al.* 2001. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. In *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10, pp. 325-337.

Manipulation des séries de chromosomes

14. La manipulation des jeux de chromosomes (polyploïdisation) est pratiquée sur de nombreuses espèces aquatiques par chocs thermiques et chimiques sur des embryons en développement. Les organismes triploïdes sont utiles en ceci qu'ils sont stériles et, donc, peuvent consacrer davantage d'énergie au processus de croissance qu'à la maturation ou la reproduction. Si les manipulations des jeux de chromosomes d'espèces ichtyques n'ont pas abouti à un grand nombre d'applications commerciales, en revanche l'utilisation des triploïdes revêt une grande importance dans le secteur ostréicole et pourrait présenter également un intérêt pour d'autres espèces de coquillages. Par exemple, les huîtres triploïdes du Pacifique affichent un gain de croissance de 14 à 159 pour cent par rapport aux techniques appliquées sur les diploïdes¹⁰. Par ailleurs, la stérilité réduit le risque de croisement avec des espèces autochtones qui peuvent être importantes pour les programmes de reconstitution des stocks, comme la carpe chinoise, utile pour la régulation de la végétation, ou pour remédier à des effets induits sur l'environnement par les animaux échappés des périmètres d'exploitation aquacole.

Manipulation par sexage

15. Le sexage peut présenter des atouts chez les espèces présentant des traits importants de dimorphisme sexuel ou quand on souhaite limiter les possibilités de reproduction. Les stocks constitués exclusivement de mâles présentent un avantage commercial considérable pour un certain nombre d'espèces, notamment chez le tilapia en raison de problèmes de maturation précoce et de reproduction non souhaitée dans le système de production de cette espèce. Autres exemples: la truite et le saumon femelles ont une meilleure croissance et l'esturgeon femelle produit du caviar. Le sexe des poissons peut facilement être déterminé grâce aux traitements hormonaux, mais l'utilisation d'hormones dans l'élevage est controversée, c'est pourquoi on a de plus en plus recours à d'autres biotechnologies dans les pays en développement dont la production est destinée au marché d'exportation.

Nouvelles technologies

16. Un certain nombre de nouvelles technologies génétiques commencent à être appliquées sur des espèces aquacoles. Les technologies génomiques permettent, entre autres, le marquage d'ADN, le séquençage de nouveaux gènes, la découverte de gènes et la cartographie du génome (faisant apparaître la position relative des gènes sur un chromosome), et les techniques d'expression génomique examinent comment les gènes fonctionnent réellement dans les organismes. Ces technologies seront utiles pour trouver des gènes importants déterminant des caractères tels que la résistance aux maladies, le rythme de croissance et la détermination du sexe, ce qui permettra d'effectuer une sélection plus précise et ainsi d'améliorer les rendements aquacoles.

Autres applications

17. Les technologies génétiques ont différentes applications ayant trait à la caractérisation des ressources génétiques dans le domaine de l'aquaculture, qui vont de l'identification des ressources génétiques utiles pour les programmes d'amélioration génétique à la gestion des stocks de reproducteurs en bassin, en passant par la discrimination entre spécimens sauvages et domestiqués ou

¹⁰ Guo *et al.* 2009. Chromosome set manipulation in shellfish, pp. 165-194. In Burnell, G., et G. Allan (sous la direction de), *New technologies in aquaculture*. CRC Press. 1191 p.

encore par le suivi des effets provoqués au plan génétique par des individus échappés des périmètres aquacoles sur les populations sauvages¹¹.

18. Le large spectre d'applicabilité et la résolution élevée des marqueurs génétiques peuvent contribuer à augmenter la valeur au stade des opérations après élevage et de la commercialisation des animaux aquatiques et des produits qui en sont dérivés. La traçabilité est un élément fondamental des programmes de certification des produits de l'aquaculture¹². Les marqueurs génétiques constituent un moyen extrêmement sensible d'identifier des échantillons de poisson qui ne peuvent l'être autrement, notamment sur des produits congelés, des filets et à un stade biologique précoce, par exemple sur les œufs et les larves. Les diagnostics génétiques moléculaires pratiqués sur des poissons et d'autres produits d'organismes aquatiques ont déjà permis d'identifier des cas d'étiquetage erroné et de fraude à la consommation et de faire condamner des contrevenants¹³.

19. L'immunodiagnostic et les technologies moléculaires sont largement appliqués pour dépister et détecter des pathogènes, évaluer la pathogénicité et diagnostiquer des maladies et ils jouent un rôle important dans la gestion de la santé publique car ils sont très sensibles et spécifiques et permettent d'établir des diagnostics rapides¹⁴.

20. L'adoption de technologies génétiques dans le secteur de la pêche et de l'aquaculture permettra d'améliorer l'efficacité et les résultats de ces technologies. Il ne faut toutefois pas oublier que nombre de ces technologies nécessitent un matériel spécialisé et un personnel hautement qualifié.

¹¹ Lidder *et al.* 2011. Biotechnologies for the Management of Genetic Resources for Food and Agriculture. CGRFA Background Study Paper N° 52, FAO, 2011.

¹² FAO. 2011. *Directives techniques relatives à la certification en aquaculture*, version approuvée par le Comité des pêches (COFI) à sa vingt-neuvième session, à Rome (Italie). FAO, Rome.

¹³ Martinsohn, J. 2011. *Deterring Illegal Activities in the Fisheries Sector - Genetics, Genomics, Chemistry and Forensics to Fight IUU Fishing and in Support of Fish Product Traceability*. JRC European Commission Reference Report.

¹⁴ Hine, M., *et al.* 2011. Expert Panel Presentation III.3. Improving biosecurity: a necessity for aquaculture sustainability, pp. xx–xx. Recueil des résumés, Conférence mondiale sur l'aquaculture 2010, 22–25 septembre 2010. FAO/RCAAP/Département thaïlandais des pêches. Phuket (Thaïlande).