



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

## لجنة مصايد الأسماك

اللجنة الفرعية المختصة بتربية الأحياء المائية

الدورة السادسة

كيب تاون، جنوب أفريقيا، 26-30 مارس/آذار 2012

تطبيق التكنولوجيات الوراثية في تنمية الأحياء المائية وإدارتها

### مقدمة

1- يزود جمع الأسماك واللافقاريات (لا سيما الرخويات والقشريات) والنباتات المائية (الأعشاب البحرية بالأساس) في وسطها الطبيعي، السكان في مختلف أنحاء العالم بمصادر هامة للتغذية منذ العصور القديمة. وتوفر تربية الأحياء المائية ومصايد الأسماك اليوم وبشكل مباشر فرص عمل لأكثر من 180 مليون شخص، وتدعم سبل عيش 8 في المائة من سكان العالم، ويتيح كل قطاع حوالي 50 في المائة من إمدادات الأغذية المائية في العالم<sup>1</sup>. وثمة أكثر من 31 000 نوع من الأسماك الزعنفية و85 000 نوع من الرخويات و47 000 نوع من القشريات و13 000 نوع من الأعشاب البحرية، إلى جانب أكثر من 5 000 نوع يتم الحصول عليها في المصايد الطبيعية وحوالي 400 نوع تستخدم في تربية الأحياء المائية. وتدعم الموارد الوراثية المائية إنتاجية واستدامة تربية الأحياء المائية والمصايد الطبيعية في العالم، والخدمات الأساسية التي تقدمها النظم البيئية المائية في المياه البحرية والمياه الضاربة إلى الملوحة والمياه العذبة.

2- ويعتبر تطبيق المبادئ الوراثية على الأنواع المائية المستخدمة في تربية الأحياء المائية ظاهرة حديثة نسبياً ولم يستفد القطاع بعد بشكل كامل من التكنولوجيات المتاحة لزيادة الإنتاج كما فعلت قطاعات أخرى منتجة للأغذية. وبالفعل فعلى مدى العقدين الماضيين فحسب، كان هناك قبول واسع النطاق بأن التحسين الوراثي وتطبيق التكنولوجيا

<sup>1</sup> منظمة الأغذية والزراعة 2010. حالة الموارد السمكية وتربية الأحياء المائية 2010. منظمة الأغذية والزراعة، روما. 227 صفحة.

البيولوجية يضطلعان بدور هام في تنمية تربية الأحياء المائية، وبأنه يمكن تحقيق مكاسب كبيرة جدا من خلال التطبيق المناسب لبرامج جيدة التخطيط للتربية الوراثية على الأنواع المائية.

3- وترافق هذه الوثيقة وثيقة عمل لجنة مصايد الأسماك COFI:AQ/VI/2012/9 - "الموارد الوراثية والتكنولوجيات المستخدمة لتطوير تربية الأحياء المائية: الفرص والتحديات"، وتلخص التطبيقات الحالية والمستقبلية للتكنولوجيات الوراثية على الأجلين الطويل والقصير في إنتاج تربية الأحياء المائية، وتتطرق بإيجاز إلى التطبيقات الأخرى لتوصيف وإدارة الموارد الوراثية المائية وأهميتها المتزايدة لتتبع الأسماك والمنتجات السمكية.

### تطبيق التكنولوجيات الوراثية في إنتاج تربية الأحياء المائية

4- يمكن استخدام التكنولوجيات الوراثية في تربية الأحياء المائية لمجموعة متنوعة من الأسباب رغم أن الاستخدام الرئيسي هو تحسين الإنتاج. ويمكن تسهيل التحسينات في مجالات التسويق ومقاومة الأمراض وشكل الجسم واللون وإمكانية الاستزراع، وصون الموارد الطبيعية عن طريق استخدام التكنولوجيا الوراثية المناسبة. كما يمكن استخدام برامج التحسين الوراثي لتوفير مكاسب قصيرة أو طويلة الأجل. وعادة ما تكون المكاسب القصيرة الأجل فورية، خلال جيلين، وغير تراكمية على العموم (ما لم يتم الجمع بينها وبين برامج أخرى طويلة الأجل)، في حين أن البرامج الطويلة الأجل، مثل التربية الانتقائية، تسفر عن مكاسب تتراكم كل جيل<sup>2</sup>.

### استراتيجيات التحسين الوراثي الطويلة الأجل

5- لن يتحقق التدجين والإمكانات الكاملة لاستخدام الموارد الوراثية المائية إلا من خلال اعتماد برامج طويلة الأجل في مجال التربية. وإن قطاع تربية الأحياء المائية متأخر كثيرا عن قطاعي المحاصيل والثروة الحيوانية فيما يتعلق بتطوير سلالات مدجنة ومحسنة وراثيا.

### التربية الانتقائية

6- يعتبر معدل النمو السمة المحسنة في أغلب الأحيان في برامج التربية الانتقائية وتمت الاستفادة عن زيادات تصل إلى 20 في المائة في الجيل الواحد. وتبين أن ثمة صفات أخرى لها تفاوت وراثي مضاف وبالتالي قابلة للتحسين. ويجري الآن وبشكل متزايد إدراج صفات، مثل مقاوة الأمراض والإجهاد وتوقيت النضج ونوعية اللحم، في برامج التربية الانتقائية. وتم توسيع نطاق برامج التربية وتحسين تصميمها وإطلاق برامج جديدة. وتشمل أمثلة الأنواع المستخدمة في برامج التربية الأخيرة سمك القند الأطلسي وسمون الأطلسي والشبوط الشائع والدنيس الحفار وسمك القاروس المقلم الهجين وبلطي بحيرة ملاوي وقاروس البحر المتوسط والبلطي النيلي وسمك دنيس البحر الأحمر وسمك شبوط الرهو.

Bartley D.M. 1998. Genetics and breeding in aquaculture: current status and trends, pp. 13-30. In D.M. Bartley and B. <sup>2</sup> Basurco (eds), Genetics and Breeding of Mediterranean Aquaculture Species Cahiers OPTIONS Vol. 34. 297p.

7- وفيما يتعلق بمقاومة الأمراض، أدى اعتماد الأربيان ذي الأرجل البيضاء *Penaeus vannamei* المدجن والمحسن وراثيا إلى زيادة كبيرة في إنتاج تربية الأربيان لكنه طرح أيضا مخاطر جدية تتعلق بالإصابات المستمرة، على سبيل المثال مسببات الأمراض الفيروسية التي يمكن أن تنتقل من أرصدة الفقس إلى ما بعد اليرقات. وينبغي دعم استخدام أربيان محدد ومدجن وخال من مسببات الأمراض بأمن بيولوجي بصفة ذلك اعتبارا أساسيا<sup>3</sup>.

8- ويوجد تطبيق آخر محتمل لتكنولوجيا الانتقاء الوراثي في مجال تعزيز استخدام الأعلاف، أي لتحديد ما إذا كان بالإمكان العمل بشكل وراثي على انتقاء سمك آكل للحوم يتمتع بقدرة طبيعية على توفير البروتين كمصدر رئيسي للطاقة<sup>4</sup>.

9- وستستمر برامج التربية الانتقائية الكلاسيكية في تشكيل المحرك الرئيسي لقطاع تربية الأحياء المائية من الأسماك الزعفرانية<sup>5</sup>.

### الهندسة الوراثية

10- بدأت تكنولوجيا الهندسة الوراثية الآن تجد تطبيقا في إنتاج أعلاف تربية الأحياء المائية للمساعدة على تقليل الاعتماد على دقيق السمك وزيت السمك ولتحسين مكونات الأعلاف القائمة على الحيوانات والنباتات البرية. وتشمل الأمثلة<sup>6</sup> ما يلي<sup>7</sup>: (1) الخميرة المعدلة وراثيا لإنتاج مكونات علفية هامة مثل هرمون نمو الأسماك وأصبغ كاروتينويد؛ (2) تكنولوجيات ما قبل تجهيز المواد النباتية للتقليل من آثار العوامل المضادة للتغذية؛ (3) تربية النباتات التي لها صفات أحماض أمينية أفضل وعدد أقل من العوامل المضادة للتغذية؛ و(4) تحويل المنتجات الفرعية الحيوانية البرية منخفضة القيمة إلى بروتينات عالية القيمة.

11- لقد أنتجت الأسماك المعدلة وراثيا منذ منتصف ثمانينات القرن الماضي وركزت معظم الأبحاث على نقل جينات هرمون النمو<sup>8</sup>. وفي عدة حالات، تمت الإشارة إلى حدوث زيادات كبيرة في النمو. وفي الوقت الحالي، لم تجر الموافقة على أي أسماك معدلة وراثيا لإطلاقها تجاريا كأغذية للبشر.

<sup>3</sup> Hine, M. et al. 2011. Expert Panel Presentation III.3. Improving biosecurity: a necessity for aquaculture sustainability, pp. xx-xx. Book of Abstracts, Global Conference on Aquaculture 2010, 22-25 September 2010. FAO/NACA/Thailand Department of Fisheries. Phuket, Thailand.

<sup>4</sup> Rana, K.J. et al. 2009. Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 541. Rome, FAO. 63p.

<sup>5</sup> Hulata, G. 2009. Genetic improvement of finfish, p.55-86. In Burnell, G. and G. Allan (eds.). *New technologies in aquaculture*. CRC Press. 1191p.

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

<sup>7</sup> Rana, K.J. et al. 2009. Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 541. Rome, FAO. 63p.

<sup>8</sup> reviewed by Kapuscinski, A., 2005. Current scientific understanding of the environmental biosafety of transgenic fish and shellfish. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 24(1), 309-322.

## استراتيجيات التحسين الوراثي القصيرة الأجل

12- قد لا تقتضي تكنولوجيا التحسين الوراثي القصيرة الأجل نفس مستوى حفظ السجلات والإدارة كالمشاريع الطويلة الأجل، كما يمكن لها أن تحقق مكاسب كبيرة بتكنولوجيات بسيطة في فترة زمنية قصيرة.

### التهجين بين الأنواع ومزج السلالات

13- يمكن استخدام التهجين ومزج السلالات للجمع بين صفات إيجابية لمجموعتين مختلفتين وراثياً، والاستفادة من قوة الهجين. وأدت عملية التهجين بين الأنواع إلى ظهور سمك يتمتع بمعدلات نمو محسنة، ونسب التلاعب بنوع الجنس، وحيوانات عقيمة، وتحسين جودة اللحم، وزيادة مقاومة الأمراض، وتحسين تحمل الأحوال البيئية المفردة وصفات متغيرة أخرى<sup>9</sup>.

### معالجة المجموعة الكروموسومية

14- أجريت معالجة المجموعات الكروموسومية (تعدد الصيغة الصبغية) بالنسبة للعديد من الأنواع المائية من خلال الصدمات الحرارية والكيميائية للأجنة النامية. والكائنات ثلاثية الصيغة الصبغية مفيدة لأنها عقيمة، وبالتالي قادرة على إعطاء المزيد من الطاقة إلى عملية النمو وليس إلى عمليتي النضج والتكاثر. وفي حين أن معالجة المجموعة الكروموسومية لم تسفر عن العديد من التطبيقات التجارية للأسماك الزعفرانية، فإن استخدام الصيغة الصبغية الثلاثية بات جزءاً هاماً من قطاع تربية المحار وقد تكون له إمكانات مماثلة فيما يتعلق بالأسماك الصدفية الأخرى. وعلى سبيل المثال، تحسن نمو محار المحيط الهادئ الثلاثي الصيغة الصبغية بنسبة تتراوح بين 14 و159 في المائة قياساً إلى ضوابط الصيغة الصبغية الثنائية<sup>10</sup>. وفي الوقت ذاته، يقلل العقم من أخطار التربية فيما يتعلق بالأنواع المحلية التي قد تكون ذات أهمية في برامج التخزين، مثل استخدام الشبوط النباتي للتحكم في الغطاء النباتي أو لمعالجة الآثار البيئية المترتبة عن هروب الأسماك من المزارع.

### التلاعب بنوع الجنس

15- يمكن أن يكون للتلاعب بنوع الجنس ميزة في الأنواع التي لها ازدواج الشكل الجنسي في صفات هامة أو عندما يكون تقليص فرص التكاثر أمراً مرغوباً. وتنطوي مخزونات الذكور أحاديي الجنس على فائدة تجارية كبيرة في عدد من الأنواع، لا سيما سمك البلطي، بسبب مشاكل تتعلق بالنضج المبكر والتكاثر غير المرغوب فيه ضمن نظام الإنتاج الذي

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

Guo et al. 2009. Chromosome set manipulation in shellfish, pp. 165-194. In Burnell, G. and G. Allan (eds.). New technologies in aquaculture. CRC Press. 1191p.

يظهره هذا النوع. كما أن إناث السلمون المرقط (التروت) والسلمون تنمو بشكل أفضل وتنتج إناث سمك الخفش (الاسترجون) الكافيار. ويمكن التلاعب بسهولة بجنس الأسماك باستخدام العلاجات الهرمونية، ولكن ساد قلق بشأن استخدام الهرمونات في الإنتاج الحيواني، مما أدى إلى زيادة استخدام التكنولوجيات البيولوجية الأخرى في البلدان النامية التي يذهب إنتاجها إلى أسواق التصدير.

### التكنولوجيات المستجدة

16- ثمة عدد من التكنولوجيات الوراثة الجديدة التي يبدأ تطبيقها الآن في الأنواع المائية التي تتم تربيتها. وتشمل التكنولوجيات الجينومية واسم الحمض النووي، والتسلسل المستحدث، واكتشاف الجينات، ورسم خرائط الجينوم (تعرض الأوضاع النسبية للجينات على طول الكروموسوم) وتكنولوجيات تحليل الجينوم التي تدرس كيفية عمل الجينات فعلا في الكائنات الحية. وستكون هذه التكنولوجيات مفيدة لإيجاد الجينات الهامة التي تؤثر في صفات، مثل مقاومة الأمراض ومعدل النمو وتحديد نوع الجنس، مما يسمح بعملية انتقاء مستهدفة أدق لتحسين أداء تربية الأحياء المائية.

### التطبيقات الأخرى

17- ينطوي تطبيق التكنولوجيات الوراثة لتوصيف الموارد الوراثة على تطبيقات مختلفة في مجال تربية الأحياء المائية تتراوح بين تحديد الموارد الوراثة القيمة لبرامج التحسين الوراثي، وإدارة مخزون البياض، والتمييز بين العينات البرية وتلك المرباة، ورصد ما تنطوي عليه الأنواع المستزرعة الهاربة من آثار وراثية على المجموعات الطبيعية<sup>11</sup>.

18- ويمكن لطائفة واسعة من التطبيقات والتحليل العالي جدا للواسمات الوراثة أن تساعد على زيادة القيمة في التطبيقات التجارية ولما بعد الصيد بالنسبة للأسماك والمنتجات السمكية. ويعتبر التتبع جانبا رئيسيا لخطط إصدار الشهادات لتربية الأحياء المائية<sup>12</sup>. وتشكل الواسمات الوراثة وسيلة حساسة للغاية لتحديد عينات الأسماك التي لا يمكن تحديدها بوسائل أخرى، بما في ذلك المواد المجمدة، والشرائح، ومراحل تاريخ الحياة المبكرة، وعلى سبيل المثال البيض واليرقات. وقد سبق لعمليات التشخيص الوراثي الجزئي للأسماك والمنتجات السمكية أن حددت حالات وضع بيانات خاطئة على المنتجات وغش المستهلك، وساعدت على إدانة الأطراف المخالفة<sup>13</sup>.

<sup>11</sup> Lidder, et al. 2011. Biotechnologies for the Management of Genetic Resources for Food and Agriculture. CGRFA Background Study Paper No. 52, FAO, 2011

<sup>12</sup> منظمة الأغذية والزراعة 2011. الخطوط التوجيهية الفنية لإصدار الشهادات لتربية الأحياء المائية - النسخة التي وافقت عليها لجنة مصادب الأسماك في دورتها التاسعة والعشرين. روما، إيطاليا. منظمة الأغذية والزراعة، روما.

<sup>13</sup> 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.

19- ويطبق على نطاق واسع تكنولوجيات التشخيص المناعي والتكنولوجيات الجزيئية في فحص مسببات الأمراض والكشف عنها، واستيضاح مسببات الأمراض وتشخيص الأمراض، وأدت دورا هاما في إدارة الصحة بسبب درجة حساسيتها العالية وخاصيتها وقدرتها على التشخيص السريع<sup>14</sup>.

20- وسيؤدي الربط بين استخدام التكنولوجيات الوراثية في الصيد وتربية الأحياء المائية إلى زيادة كفاءة التكنولوجيات وفعاليتها. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن العديد من هذه التكنولوجيات تتطلب معدات متخصصة وموظفين من ذوي المهارات العالية.

---

Hine, M., et al. 2011. Expert Panel Presentation III.3. Improving biosecurity: a necessity for aquaculture sustainability, pp. 14 xx-xx. Book of Abstracts, Global Conference on Aquaculture 2010, 22-25 September 2010. FAO/NACA/Thailand Department of Fisheries. Phuket, Thailand.