CGRFA/WG-FGR-1/11/3

February 2011

A

البند 4 من جدول الأعمال المؤقت

هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة

جماعة العمل الفنية الحكومية الدولية المعنية بالموارد الوراثية الحرجية

الدورة الأولى

روما، 4–6 أبريل/نيسان 2011

حالة واتجاهات التكنولوجيا البيولوجية المطبقة على صون واستخدام الموارد الوراثية للأغذية والزراعة والمسائل ذات الصلة بتطويرها في المستقبل

بيان المحتويات

	الفقرات
الموجز	
أولاً– مقدمة	1–5
ثانياً– معلومات أساسية	6–13
ثالثاً– الحالة الراهنة للتكنولوجيا البيولوجية المطبقة على صون واستخدام الموارد الوراثية للأغذية والزراعة	14–52
رابعاً– المسائل ذات الصلة لتطوير التكنولوجيا البيولوجية في المستقبل	53–73
خامساً– التوجيهات المطلوبة	74

لدواعي الاقتصاد، طُبع عدد محدود من هذه الوثيقة من أجل الحدّ من تأثيرات عمليات المنظمة على البيئة والمساهمة في عدم التأثير على المناخ.
ويرجى من السادة المندوبين والمراقبين التكرّم بإحضار نسخهم معهم إلى الاجتماعات وعدم طلب نسخ إضافية منها.
ومعظم وثائق اجتماعات المنظمة متاحة على الإنترنت على العنوان التالي:
http://www-data.fao.org/ag/againfo/programmes/en/genetics/angrvent2010.html.

الموجز

تهدف هذه الوثيقة إلى تقديم عرض عام للحالة الراهنة لتطبيقات التكنولوجيا البيولوجية كما تطبق على توصيف الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وصونها واستخدامها، وكذلك الميزات النسبية التي يمكن أن توفرها التكنولوجيا البيولوجية عن التكنولوجيا التقليدية. كما تضم الوثيقة تحديثاً للتطورات في المجالات التي حددتها الهيئة في دورته العادية العاشرة باعتبارها أنسب المجالات للعمل في المستقبل. وسوف تطرح هذه الوثيقة – التي تمت مراجعتها عقب التعليقات التي وردت من جماعات العمل الفنية الحكومية الدولية – على الهيئة في دورتها العادية الثالثة عشرة، التي ستبحث فيها الهيئة طرق ووسائل النظر في تطبيق التكنولوجيا البيولوجية وإدماجها ضمن صون واستخدام الموارد الوراثية.

الحالة الراهنة للتكنولوجيا البيولوجية المطبقة على صون واستخدام الموارد الوراثية للأغذية والزراعة والمسائل ذات الصلة بتطويرها في المستقبل

أولاً– مقدمة

1– كانت هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة (الهيئة) قد نظرت في دورتها العادية الثانية عشرة في الوثيقة المعنونة *"سياسات المنظمة ومساعدتها الفنية المقدمة في مجال التكنولوجيا البيولوجية للأغذية والزراعة والمسائل ذات الصلة بمدونات السلوك، أو الخطوط التوجيهية، أو نهج أخرى"*[1].

2– وأشارت الهيئة إلى الاتجاه الراهن نحو اللجوء أكثر فأكثر في السنوات الخمس عشرة الأخيرة إلى استخدام أدوات التكنولوجيا البيولوجية لصون الموارد الوراثية للأغذية والزراعة واستخدامها المستدام وشددت على دور منظمة الأغذية والزراعة في إسداء المشورة وتقديم المساعدة الفنية وبناء القدرات وتوفير المعلومات للبلدان النامية للبحث في إمكانية تطبيق التكنولوجيا البيولوجية ذات الصلة وتكاملها، فضلاً عن توفيرها منتدى محايداً للأعضاء فيها[2].

3– وطلبت الهيئة إلى المنظمة إعداد ورقة استشرافية تتناول طائفة التكنولوجيات البيولوجية المستخدمة لصون الموارد الوراثية للأغذية والزراعة واستخدامها، والوضع الراهن لاستخدام هذه التكنولوجيات والمسائل المتصلة بتطويرها في المستقبل، بما في ذلك تطورات السياسات ذات الصلة في المحافل الدولية الأخرى، لبحثها في دورتها العادية القادمة. وأشارت إلى ضرورة استعراض هذه الورقة الاستشرافية من قِبل كل من جماعة العمل المعنية بالموارد الوراثية الحيوانية وجماعة العمل المعنية بالموارد الوراثية النباتية[3].

4– تتضمن هذه الوثيقة عرضاً عاماً للتكنولوجيا البيولوجية ذات الصلة بصون واستخدام الموارد الوراثية للأغذية والزراعة، وتحديثاً للتطورات في المجالات التي حددتها الهيئة في دورتها العادية العاشرة كأنسب مجالات للعمل مستقبلاً من جانب جماعات العمل الفنية الحكومية الدولية التابعة للهيئة. وتسعى الوثيقة إلى الحصول على توجيهات جماعات العمل فيما يتعلق بالأنشطة التي تود أن توصي بها اللجنة في المستقبل بشأن التكنولوجيا البيولوجية والموارد الوراثية للأغذية والزراعة.

[1] الفقرة 70 من الوثيقة CGRFA-12/09/Report; CGRFA-12/09/17.

[2] الفقرة 71.من الوثيقة CGRFA-12/09/Report.

[3] الفقرة 72. من الوثيقة CGRFA-12/09/Report.

5- وسوف تطرح هذه الوثيقة – التي روجعت في ضوء التعليقات التي وردت من جماعات العمل – على الهيئة للنظر فيها في دورتها الثالثة عشرة. وسوف تقوم الهيئة في تلك الدورة – توثيقاً لبرنامج عملها المتعدد السنوات – باستعراض طرق ووسائل النظر في تطبيق التكنولوجيا البيولوجية وإدماجها في صون واستخدام الموارد الوراثية.

ثانياً- معلومات أساسية

سياسات المنظمة وأنشطتها الفنية ذات الصلة بالتكنولوجيا البيولوجية

6- للمنظمة دور تكميلي في مساعدة دولها الأعضاء على استغلال إمكانيات العلم والتكنولوجيا نحو تحسين الزراعة[4] وفرص حصول الناس على الأغذية، في الوقت الذي تتكفل فيه بالمعالجة المناسبة لتأثيرات ومخاطر ذلك. وتقوم المنظمة بهذا الدور كمحفز متعدد الأطراف من خلال سياساتها ومساعداتها الفنية بشأن التكنولوجيا البيولوجية للأغذية والزراعة، وذلك بتقديمها:

- المشورة إلى الدول الأعضاء بشأن بعض المجالات مثل وضع استراتيجيات وطنية للتكنولوجيا البيولوجية، وأطر للسلامة البيولوجية
- المساعدات الفنية على تنمية قدرات الدول الأعضاء؛
- معلومات مرتفعة الجودة وحديثة ومتوازنة وقائمة على العلم؛
- منتدى للدول من أجل تيسير وضع مواصفات واتفاقيات دولية[5]، بالإضافة إلى استضافة المؤتمرات الرئيسية والاجتماعات الفنية ومشاورات الخبراء[6]

7- عقدت المنظمة في عام 2010 *المؤتمر الفني الدولي المعني بالتكنولوجيا البيولوجية الزراعية في البلدان النامية في مدينة غوادالخارا بالمكسيك، في الفترة من 1-4 مارس/آذار 2010*. وتَمثل أحد الأهداف الرئيسية للمؤتمر في تقييم تطبيق التكنولوجيا البيولوجية في مختلف القطاعات الغذائية والزراعية في البلدان النامية في أجل استخلاص العبر من الماضي وتحديد الخيارات للمستقبل لمواجهة تحديات انعدام الأمن الغذائي وتغير المناخ وتدهور الموارد الطبيعية. وترد إشارة إلى التقرير والوثائق الشاملة للمؤتمر[7].

[4] في هذه الوثيقة، يدخل ضمن الزراعة: المحاصيل، والثروة الحيوانية، والغابات، ومصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية.

[5] ينبغي أن نشير هنا بشكلٍ خاص إلى هيئة الدستور الغذائي، والاتفاقية الدولية لوقاية النباتات، والمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، ومدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد.

[6] الوثيقة CGRFA-12/09/17

[7] يمكن الحصول عليها من الموقع http://www.fao.org/biotech/abdc.

التكنولوجيا البيولوجية والهيئة

8- بالإضافة إلى الموضوعات القطاعية المحددة، تناولت الهيئة مسائل مشتركة بين القطاعات مثل التكنولوجيا البيولوجية من حيث علاقتها بالموارد الوراثية للأغذية والزراعة. ففي عام 1989، طلبت الهيئة في دورتها العادية الثالثة من المنظمة أن تضع مسودة لمدونة سلوك بشأن التكنولوجيا البيولوجية، من حيث تأثيرها على صون واستخدام الموارد الوراثية النباتية[8]، وصدق مجلس المنظمة على هذا الطلب في عام 1991. ونظرت الهيئة في دورتها العادية الرابعة في وثيقة بعنوان *الموارد الوراثية البيولوجية والنباتية وعناصر مدونة سلوك للتكنولوجيا البيولوجية*[9] . ووافقت على أهداف المدونة[10].

9- ونظرت الهيئة في دورتها العادية الخامسة في المسودة المبدئية لمدونة السلوك[11] التي أعدت بالتشاور مع مجموعة عريضة من أصحاب الشأن المعنيين. واقترحت الهيئة أن تعيد المنظمة صياغة المواد من خمسة إلى عشرة من المدونة (التي تتناول تعظيم التأثيرات الإيجابية وتقليل الآثار السلبية للتكنولوجيا الحيوية) وأوصت – تلافياً للازدواجية وعدم الاتساق – بأن تشكل "شواغل السلامة البيولوجية وغيرها من الشواغل البيئية" في المدونة مدخلاً ضمن بروتوكول السلامة البيولوجية الذي تقوم بصياغته اتفاقية التنوع البيولوجي[12].

10- تلقت الهيئة في دورتها العادية السادسة تقريراً بشأن *التطورات الدولية الأخيرة ذات الصلة بمسودة مدونة السلوك بشأن التكنولوجيا البيولوجية النباتية*[13] *واتفقت على تأجيل أي تطورات جديدة في مسودة المدونة إلى ما بعد الانتهاء من المفاوضات الجارية لمراجعة المعاهدة الدولية*[14].

11- استعرضت الهيئة في دورتها العادية التاسعة – بعد توسيع نطاق ولايتها في عام 1995 – وثيقة *حالة مسودة مدونة السلوك بشأن التكنولوجيا البيولوجية من حيث علاقتها بالموارد الوراثية للأغذية والزراعة: تقرير عن المسوحات التي قام بها أعضاء المنظمة وأصحاب الشأن*[15]. وفي الوقت الذي وافقت فيه الهيئة على ضرورة أن يكون التركيز على التكنولوجيا البيولوجية المرتبطة بالموارد الوراثية للأغذية والزراعة، كانت هناك وجهات نظر مخالفة حول ما إذا كانت أفضل طريقة لمواجهة التحديات والفرص عن طريق مراجعة مسودة المدونة وتحديثها، أم عن طريق نهج مرحلي مع أخذ الخيارات الأخرى في الاعتبار[16]. وبناء على ذلك، طلب البعض إعداد دراسة حتى يمكن معرفة ما حدث في

[8] الفقرة 54 من الوثيقة CPGR/89/REP.

[9] الوثيقة CPGR/91/12

[10] الفقرتان 93 و96 من الوثيقة CPGR/91/REP.

[11] الوثيقة CPGR/93/9

[12] الفقرتان 67 و68 من الوثيقة CPGR/93/REP.

[13] الوثيقة CPGR-6/95/15.

[14] الفقرة 35 من الوثيقة CPGR-6/95/REP.

[15] الوثيقة CGRFA-9/02/18

[16] الفقرة 64 من الوثيقة CGRFA-9/02/REP.

المنتديات الأخرى، وما تبقى لعمله فيما يتعلق بالمسائل التي أثارتها الوثيقة، وما هي المسائل ذات الصلة بالمنظمة وبالهيئة على وجه الخصوص[17].

12- ونظرت الهيئة في دورتها العادية العاشرة في وثيقة بعنوان *مسودة مدونة السلوك بشأن التكنولوجيا البيولوجية، من حيث علاقتها بالموارد الوراثية للأغذية والزراعة: مسائل السياسات، والثغرات، والازدواجية*[18]، ووقع اختيارها على المجالات التالية، من بين تلك المدرجة في الوثيقة، باعتبارها أنسب المجالات للعمل في المستقبل:

- صون الموارد الوراثية للأغذية والزراعة في مراكز نشأتها ضمن المجموعات الموجودة خارج مواقعها الطبيعية؛
- التكنولوجيا البيولوجية المناسبة التي تطبق على الموارد الوراثية للأغذية والزراعة؛
- مسائل الحصول على الفوائد وتقاسمها فيما يتعلق بالتكنولوجيا البيولوجية التي تطبق على الموارد الوراثية للأغذية والزراعة؛
- بناء القدرات الوطنية والتعاون الدولي؛
- السلامة الحيوية والشواغل البيئية؛
- تكنولوجيات تقييد استخدام الموارد الوراثية؛
- التدفق الجيني للكائنات المحورة وراثياً ومسألة المسؤولية؛
- حوافز للترويج للتكنولوجيات الحيوية الملائمة[19].

13- وأحالت الهيئة هذه الوثيقة إلى دورتها العادية الحادية عشرة، وقررت أخذ المجالات المحددة في الاعتبار عند وضع برنامج العمل المتعدد السنوات[20]. وبناء على ذلك سوف تستعرض اللجنة في دورتها العادية الثالثة عشرة طرق وسبل النظر في تطبيق التكنولوجيات البيولوجية وإدماجها في صون واستخدام الموارد الوراثية.

ثالثاً- الحالة الراهنة للتكنولوجيا الحيوية المطبقة في صون واستخدام الموارد الوراثية للأغذية والزراعة

14- بإمكان التكنولوجيا البيولوجية أن تعطي ميزات نسبية تفوق ميزات التكنولوجيا التقليدية، أو أن تزيد من فعالية هذه الأخيرة في توصيف الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وصونها واستخدامها. والواقع أن كلا من *خطة العمل العالمية لصون الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة واستخدامها بصورةٍ مستدامة، وخطة العمل العالمية للموارد الوراثية الحيوانية* تحدد بصورةٍ مباشرة أو غير مباشرة دور التكنولوجيات البيولوجية الزراعية في بعضٍ من مجالات الأولوية في الخطتين.

[17] الفقرة 65 من الوثيقة CGRFA-9/02/REP.

[18] الوثيقة CGRFA-10/04/13.

[19] الفقرة 80 من الوثيقة CGRFA-10/04/REP.

[20] الفقرة 82 من الوثيقة CGRFA-10/04/REP.

15- يطرح هذا الجزء عرضاً موجزاً للحالة الراهنة لتطبيقات التكنولوجيا البيولوجية فيما يتعلق بتوصيف الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وصونها واستخدامها. وسوف نستخدم التعريف التالي للتكنولوجيا الحيوية في هذه الوثيقة: *"أية تطبيقات تكنولوجية تستخدم النظم البيولوجية أو الكائنات الحية أو مشتقاتها لصنع أو تعديل المنتجات أو العمليات من أجل استخدامات معينة"*[21].

16- هناك مسائل مثل المخاطر الصحية أو البيئية لأي منتج للتكنولوجيا الحيوية لا تدخل في مجال هذه الوثيقة. كما أن التربية الانتقائية التقليدية لن تناقش هنا بالتفصيل. ومع ذلك، ينبغي أن نلاحظ أن التربية الانتقائية التقليدية قد أعطت فوائد مهمة لبعض القطاعات في الماضي، وسوف تستمر في ذلك في المستقبل. ومن الناحية الأخرى، فبالنسبة لكثير من الأنواع البحرية فإن الإنتاج المحكوم والتدجين لم يتحققا حتى الآن. وبشكلٍ عام لم يحدث فيهما تحسن جيني بنفس الدرجة التي حدثت للأنواع المحصولية والحيوانية، التي يمكن أن تستفيد بذلك كثيراً من الإمكانيات التي تتيحها التربية الانتقائية.

توصيف الموارد الوراثية للأغذية والزراعة

17- التوصيف شرط أساسي لتحديد الموارد الوراثية التي ينبغي صونها وتحديد أولوياتها، كما أنه أمر أساسي للوصول إلى أفضل تخصيص مناسب عندما تشح الموارد. كما أنه يربط الصون بالاستخدام حيث إنه يسمح بتحديد الصفات الفريدة ذات القيمة للموارد الوراثية المحفوظة سواء في مواقعها الطبيعية أو خارج هذه المواقع بهدف إدراجها في برامج التربية.

18- من الممكن توصيف الموارد الوراثية من زاوية الأنماط الظاهرية، وصفاتها المورفولوجية، وتنوعها الوراثي، وحجم العشيرة وتركيبتها، والتوزيع الجغرافي لها، ودرجة تعرضها للخطر، وما إلى ذلك. وتطبيق التكنولوجيا البيولوجية للتوصيف يشمل الواسمات الجزيئية وما يسمى بتكنولوجيا "omic"[22].

الواسمات الجزيئية

19- الواسمات الجزيئية هي تسلسلات قابلة للتوريث والتعريف لحمض دنا توجد في مواقع محددة داخل الجينوم ويمكن استخدامها في الكشف عن تعدد أشكال حمض دنا. وكانت الأيزوزيمات[23] هي أول واسمات تستخدم على نطاق

[21] http://www.cbd.int/convention/articles.shtml?a=cbd-02.

[22] Omics مصطلح عام لمجموعة عريضة من التخصصات العلمية والهندسية لتحليل تفاعلات مسائل المعلومات البيولوجية في المسميات التي تنتهي بلواحق omes، مثل genome، الجينوم وproteome البروتيوم وغيرها.

[23] Isozyme هو اسم جنس آخر للأنزيم. فالأيزوزيم لأي أنزيم يماثله في الوظيفة وإن كان قد يختلف في درجة نشاطه نتيجة اختلافات بسيطة في تسلسل الحمض النووي لكل منهما.

واسع، ومازالت تستخدم حتى الآن (في توصيف أشجار الغابات مثلاً). ولكن الأيزوزيمات تتميز بقلة أشكالها المتعددة، وانخفاض وفرتها نسبياً، كما حل محلها في كثيرٍ من الأحيان أساليب أخرى أكثر حساسية.

20– هناك أنواع مختلفة من نظم الواسمات الجزيئية مثل محدد تعدد أشكال الشظايا، وأحماض الدنا المتعددة الأشكال العشوائية المكبرة، والأشكال المتعددة للشظايا المكبرة، والأشكال المتعددة للبروتين النووى الواحد، والمتكررات الدقيقة. وهذه الأنواع لا تتأثر بالظروف البيئية ولا تحتاج إلا لكميات صغيرة من المواد البيولوجية التي يسهل نقلها وتخزينها. كما يمكن استخدامها في أي مرحلة من مراحل النمو، الأمر الذي يفيد بشكلٍ خاص في حالة الأنواع طويلة العمر مثل أشجار الغابات.

21– يمكن استخدام الواسمات الجزيئية في توصيف الموارد الوراثية للأغذية والزراعة بمجموعات من الطرق المختلفة، وللقيام بما يلي تحديداً:

- تقدير التنوع الوراثي فيما بين الأنواع (كما هو الحال في مصايد الأسماك الطبيعية لمعرفة الوحدات التي يحدث فيها تدفق جيني محدود، وبالتالي قد تحتاج إلى إدارتها كمخزونات مختلفة)؛
- تقدير الأبعاد الوراثية لمعرفة العشائر البرية الأوثق ارتباطا بالأنواع المستأنسة، وكذلك لدراسة مراكز المنشأ المزعومة (مثل الذرة المكسيكية (teosinite) كسلف للذرة)؛
- الكشف عن التنوع في ما بين الأنواع عندما يصعب تحديد هذه الأنواع مورفولوجياً (وهو أمر له أهميته بشكل خاص بالنسبة لقطاعي الغابات ومصايد الأسماك)؛
- تقدير الحجم الفعلي للعشيرة، وهو مؤشر رئيسي لتحديد درجة تعرض العشيرة للخطر لاسيما عندما يصعب الحصول على بعض البيانات مثل بيانات السلالة وإحصاءاتها وما إلى ذلك (عن العشائر البرية مثلاً)؛
- الكشف عن التدفق الجيني بين العشائر المستأنسة وأقاربها البرية؛
- مواقع الصفات الكمية.[24]

22– وبالإضافة إلى ذلك فإن الواسمات الجزيئية لها أهميتها البالغة في وضع استراتيجيات أخذ العينات لبنوك الجينات (لمعرفة ما إذا كان أكبر تنوع موجود في العشيرة أو فيما بين العشائر يمكن أن يؤثر في اختيار العينات الفردية لعمليات الجمع). كما تساعد الواسمات في إدارة عمليات بنوك الجينات بكفاءة، عن طريق:

- تحديد الثغرات (العشائر الغائبة/الممثلة تمثيلاً غير كامل) والإجراءات التي لا داعي لها (العينات المكررة مقابل التكرار الآمن) في عمليات الجمع للاسترشاد بها في عمليات الجمع في المستقبل وزيادة فعالية التكاليف. فالتقديرات تشير إلى أنه في الوقت الحاضر هناك أقل من 30 في المائة من عينات الجينات النباتية البالغ عددها 7.4 ملايين عينة الموجودة في بنوك الجينات هي عينات متميزة. وتدل الحسابات على أن التكاليف

[24] خريطة الربط هي رسم بياني خطي أو دائري يبين المواقع النسبية للجينات على الكروموسوم كما يحددها جزء من إعادة التركيب.

الإضافية لمعرفة العينة المكررة باستخدام التوصيف الجزيئي (بعد مراجعة البيانات الأساسية) يقل بنحو 12 مرة عن تكاليف صون وتوزيع أي مادة كعينة مختلفة.

- تقدير التكامل الجيني في أعقاب إعادة التوالد والتكاثر الدوري. فمن الممكن استخدام الواسمات لمعرفة هوية العينة، والكشف عن خلط البذور سهواً، ومتابعة التغييرات التي تحدث في الصبغيات مضادة الصفات/تواترها.

- تنمية المجموعات الأساسية، أي المجموعات الفرعية التي تتكون من نسبة مئوية صغيرة من المجموعة الكلية، ولكنها تمثل مساحة عريضة من التنوع الوراثي.

23- تختلف نظم الواسمات الجزيئية بالنسبة للشروط الفنية، والوقت والمال والعمل اللازمين، ومستوى الأشكال المتغيرة التي تم الكشف عنها، وعدد الواسمات الجزيئية التي يمكن الكشف عنها في الجينوم. وبغض النظر عن نوع الواسم الجزيئي المستخدم، والبنية الأساسية الفنية والخبرة، وكذلك المواد المستهلكة المكلفة نسبياً، فإن استخدام الواسمات المستندة إلى النشر المتزامن لتفاعل أنزيم البلمرة المتسلسل يمكن رغم ذلك أن يحسن كثيراً من السرعة والكفاءة في معرفة الأنماط الوراثية، مما يؤدي إلى انخفاض التكاليف والعمل اللازمين. وبالنسبة لمعرفة مواقع الصفات الكمية، فإن التحدي الجديد يتمثل في التعقيد الفني المرتبط برسم خرائط للعشائر، وتسجيل الأنواع النباتية وتجميع الخرائط الوراثية. ومع ذلك، فحيث أن تكاليف تطوير الواسمات أعلى من التكاليف الجارية (أي تحديد الأنواع باستخدام الواسمات المعروفة) فإن البحث والتطوير، بما في ذلك في البلدان النامية، يمكن أن يستفيد من أعداد كبيرة من الواسمات المتوافرة بالفعل لكثيرٍ من الأنواع.

24- ينبغي استخدام معلومات الواسمات الجزيئية جنباً إلى جنب مع المعلومات الآتية من مصادر أخرى (مثل السمات شبه الظاهرية وبيانات العشيرة) للمساعدة في صنع القرارات المتعلقة بالصون، خاصةً وأن الواسمات الجزيئية غير مفيدة عادة في الكشف عن الفروق في القدرة على الموائمة.

تكنولوجيات "OMIC"

25- الجينوميات تشير إلى دراسة جينوم أي كائن على مستوى الدنا وقد تم حتى الآن تتبع الجينوم في أكثر من 1000 كائن، بما في ذلك النباتات والحيوانات والأسماك[25] وأشجار الغابات والكائنات الحية الدقيقة واللافقريات. ومن الممكن زيادة المخرجات من تسلسل الجينومات بتوضيح أنماط التعبير الجيني ووظائف الجينات عن طريق تكنولوجيات لوظائف الجينوم مثل تحليل ترانسكربتوم (transcriptomics) والبروتوميات (proteomics) وعلوم الأيض (metabolomics)، وبذلك يتوافر لدينا حصر لجميع الجينات. ومن الممكن استغلال هذه المعلومات، بعد تحليلها إلى جانب المعلومات البيولوجية، في توصيف واستخدام الموارد الوراثية للأغذية والزراعة بطرق جديدة، حيث إنه يمكن

[25] يشمل هذا اللفظ أيضاً اللافقاريات المائية، مثل الرخويات، وشوكيات الجلد، والقشريات.

تحليل جميع شبكات الجينات (مقابل الجينات الأحادية) مكانياً و/أو زمنياً وبطريقة أسرع مقارنة بالتكنولوجيات التقليدية.

26- أسرعت المعلومات عن الجينوم كثيراً في خلق الواسمات الجزيئية في الجينوم وساعدت في وضع خرائط شديدة الكثافة للروابط[26] بالإضافة إلى تحديد الواسمات الموجودة في الجين التي تحكم السمات ذات الأهمية، الأمر الذي يفضي إلى استراتيجيات أكثر فعالية في عملية الانتقاء. وقد ألقى التقدم الذي حدث في الجينومات الميكروبية الضوء على التفاعلات التي تحدث بين النبات والميكروب، وتكافل الجذر الفطري في أشجار الغابات، وكذلك في العمليات الميكروبية في كروش المجترات.

27- وتقوم المجالات المتخصصة في علم الجينومات بتجميع البيانات من مصادر عديدة للاستفادة من الكم الهائل من البيانات المتاحة عن الجينومات. وكمثال، فإن الجينومات المقارن سهل التنبؤ بالجينات المرشحة في الأقارب القريبة بعد توافر تسلسل الأنواع النموذجية/الأساسية (وخاصةً تلك التي لها أهميتها في استخدام التنوع الوراثي للأصناف النادرة أو الأصناف اليتيمة والأنواع الأقل انتشاراً من الحيوانات).

28- يحتاج الأمر إلى مستويات مرتفعة من الاستثمارات المالية والخبرة لإقامة وصيانة مختبرات/مراكز تستطيع تقديم تسهيلات في مجال الـ"omics". كما يحتاج الأمر إلى علماء متدربين، ومعرفة جيدة بالانترنت والحواسيب للاستفادة من معلومات التسلسل المتوافرة علانية ومن أدوات المعلومات البيولوجية. وبناء على ذلك، فإن هذه التكنولوجيات لا تستخدم إلا في بعض الحالات في القطاعات الزراعية المختلفة في البلدان النامية. ومع ذلك، فإن تسلسل الجينومات مازال مستمراً في انخفاض تكاليفه.

صون الموارد الوراثية للأغذية والزراعة

29- هناك استراتيجيتان رئيسيتان للصون[27]. الصون داخل المواقع الطبيعية الذي يسمح بالتطور والمواءمة المستمرين للأنواع استجابة للبيئة. ومع أنه أكثر دينامية، فإنه معرض لتدمير الموئل بفعل الكوارث الطبيعية و/أو تدخل الإنسان. ومن الممكن استخدام الصون خارج المواقع الطبيعية ضماناً لسهولة الحصول على مواد التكاثر. والطرق التي سبق شرحها في القسم السابق مفيدة في رصد الأنواع و/أو العشائر التي يجري صونها، سواء في مواقعها الطبيعية أو خارج مواقعها الطبيعية.

[26] خريطة العلاقة هي رسم بياني خطي أو دائري يبين المواقع النسبية للجينات على الكروموزون كما يحددها كسر إعادة التركيب.

[27] طبقاً لما جاء في اتفاقية التنوع البيولوجي والمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية للأغذية والزراعة، فإن الصون في المواقع الطبيعية يعني صون النظم الإيكولوجية والموائل الطبيعية والمحافظة على عشائر الأنواع التي تتوافر لها مقومات الحياة واستعادتها إلى محيطاتها الطبيعية، وفي حالة الأنواع المستأنسة أو المستزرعة، في المحيطات التي اكتسبت فيها صفاتها المميزة. أما الصون خارج المواقع الطبيعية فيعني صون مكونات التنوع البيولوجي خارج موائلها الطبيعية.

30- والارتباط الفعال بين الاستراتيجيتين أمر له أهميته. وكمثال، فإن المجموعات الموجودة خارج المواقع الطبيعية يمكن أن تستخدم في زيادة العشائر الموجودة داخل مواقعها الطبيعية، بل وحتى لإعادة الأنواع النادرة/المنقرضة إلى الحياة البرية. فاستراتيجيات الصون الفعالة تنطوي في أغلب الأحيان على عناصر من الاستراتيجيتين، لكي تخرج بأفضل استراتيجية مع مراعاة بيولوجيا الأنواع التي سيجري صونها، والجوانب الفنية والمالية، بالإضافة إلى البنية الأساسية والموارد البشرية المتوافرة.

الحفظ بالتجميد

31- يشتمل الحفظ بالتجميد على تخزين المادة الوراثية في درجات حرارة منخفضة للغاية (في نيتروجين سائل عادة عند درجة حرارة – 196 درجة مئوية) حيث تتوقف جميع الأنشطة البيولوجية. وهو خيار يحقق فعالية التكاليف ويسمح بالتخزين لفترات طويلة، ويقلل من مخاطر الفقدان، ويتطلب مساحة محدودة وحد أدنى من الصيانة، ويوفر المواد الوراثية المندثرة/المختارة لتربية محسنة في المستقبل.

32- والحفظ بالتجميد هو طريقة مفيدة لتخزين المواد الوراثية الحيوانية لفتراتٍ طويلة، وكذلك المحاصيل المتكاثرة خضرياً والأنواع الشجرية، بالإضافة إلى الأنواع التي تنتج بذور قليلة الإنبات وتخزن بمعالجة خاصة (recalcitrant)[28]. ومع ذلك فإن الاستخدام المعتاد للحفظ بالتجميد مازال محدوداً في البلدان النامية نظراً للعقبات الرئيسية المتمثلة في عدم وجود تيار كهربائي يمكن الاعتماد عليه، بالإضافة إلى عدم توافر النيتروجين السائل بأسعارٍ اقتصادية.

33- قد يكون للحفظ بالتجميد فوائد عملية حتى بالنسبة للأنواع النباتية التي تتوافر لها خيارات أخرى. فقد أثبتت دراسة أجريت مؤخراً عن التكاليف المقارنة لحفظ مجموعة كبيرة من نبات البن بتكاليف حفظ حبوب البن في عينة بالتجميد في مركز التدريب والبحث في مجال الزراعة الاستوائية، أن تكاليف الحفظ بالتجميد أقل من تكاليف حفظ عينة من النبات في بنوك الجينات، مع استمرار انخفاض التكاليف إذا زاد عدد العينات المحفوظة بالتجميد.

34- أجريت عمليات حفظ بالتجميد للموارد الوراثية الحيوانية في عددٍ من البلدان النامية، وإن كانت هذه التكنولوجيا ليست متقدمة إلا بالنسبة لأنواع محدودة. وفي مجال الأسماك، مازال الحفظ بالتجميد للبيض والأجنة يمثل تحدياً (ويرجع السبب الأساسي في ذلك إلى التركيبة الكيميائية الحيوية لجاميطات الإناث) في الوقت الذي نجح فيه حفظ الحيوانات المنوية بالتجميد للعديد من الأسماك الزعنفية والصدفية المستزرعة، رغم أن تطبيق ذلك مازال محدوداً في البلدان النامية. فاختيار المادة الوراثية للحفظ بالتجميد يعتمد على فترة توالد ومعدل تكاثر الأنواع مع ضرورة أخذ التكاليف في الحسبان. وكمثال فإن جمع أجنة الحيوانات وتجميدها أكثر تكلفة من حفظ السائل المنوي ولكن التكاثر باستخدام الأجنة أسرع وأرخص منه بالنسبة للسائل المنوي.

تخزين العينات البطيئة النمو في المختبرات

[28] هي البذور التي لا تستطيع تحمل الجفاف وبالتالي التخزين في درجات حرارة منخفضة.

35- بالنسبة للموارد الوراثية المحصولية والحرجية، فإن الغالبية العظمى من العينات يحتفظ بها كبذور في بنوك الجينات. وهناك عدد لا بأس به من الأنواع المحصولية والحرجية التي لا تنتج بذور تتحمل الجفاف (بذور تقليدية)[29] أو تلك التي تتكاثر خضريا، يمكن حفظها في بنوك الجينات الميدانية أو في المختبرات.

36- تتكلف بنوك الجينات الحقلية كثيراً للإبقاء عليها، وتحتاج مساحة واسعة، وليست آمنة تماماً. ومن هنا فإن صون المحاصيل التي تتكاثر خضرياً والأشجار الحرجية لفتراتٍ تتراوح بين القصيرة والمتوسطة يكون أفضل في عمليات تخزين العينات البطيئة النمو داخل المختبرات، أي الأنسجة المعقمة/النباتات الصغيرة فوق مادة جيلاتينية مغذية. ويكون النمو محدوداً عادة بتقليل درجة الحرارة و/أو كثافة الضوء، لتعديل المواد المغذية في وسيط الزراعة وتقليل مستويات الأكسوجين.

37- ومن بين فوائد هذه الطريقة تقليل مساحة التخزين حتى يمكن حفظ أعداد كبيرة من النباتات بزراعتها خارجيا في بيئة معقمة، وتقليل الحاجة إلى كثرة عمليات الاستنبات التالية، وإمكانية ارتفاع معدلات الإكثار بالنسيج الخضري، وتقليل الحاجة إلى الحجر الزراعي أثناء حركة المادة الوراثية وتبادلها. ورغم ذلك، فإن الحفظ في المختبرات يحتاج إلى وقت طويل وعمالة كثيفة، ويتطلب معدات متخصصة بالإضافة إلى زيادة مخاطر تباين الكلونات الجسمية[30] بالإضافة إلى الخسائر بسبب التلوث أو الخطأ في وضع البطاقات. وقد أفادت عدة دول نامية أن لديها مرافق لتخزين العينات البطيئة النمو في المختبرات.

التكنولوجيات البيولوجية للتكاثر

38- يملك التكاثر بالتكنولوجيا البيولوجية إمكانيات كبيرة لصون الموارد الوراثية للحيوانات والأسماك بتيسير تخزينها ثم إكثارها ونشرها في نهاية الأمر، وتقليل مخاطر انتقال الأمراض إليها. فبالنسبة للثروة الحيوانية، يمكن تطبيق التلقيح الصناعي ونقل الأجنة لاستخدامهما في المستقبل في حفظ الموارد الوراثية للأغذية والزراعة بالتجميد. أما الآن فلم يعد هذا هو الغرض من الاستخدام الرئيسي لهذه التكنولوجيات، وإنما هي وسائل لزيادة الإنتاج الحيواني، من الأصناف التجارية الأكثر إنتاجاً بشكلٍ عام. ويمكن لهذا التركيز أن يفضي إلى فقدان سلالات محلية.

39- والتلقيح الصناعي هو أكثر تكنولوجيات التكاثر المستخدمة على نطاقٍ واسع في البلدان النامية، حيث تقدم أغلب خدمات هذا النوع من التلقيح بمعرفة القطاع العام، وإن كان مازال غير متوافر في كثيرٍ من بلدان إفريقيا وجنوب غرب المحيط الهادئ. والتلقيح الصناعي لا يكلف كثيراً عادة ويمكن القيام به بمعرفة مزارعين مدربين. أما نقل الأجنة

[29] هي البذور التي يمكن تجفيفها في درجة رطوبة منخفضة وتخزينها عند درجات حرارة منخفضة دون أن تفقد القدرة على الحياة بمرور فترات زمنية طويلة.

[30] يشير اللفظ إلى تغييرات جينية أو تبدل بالتخلق المتوالي بما في ذلك أثناء مرحلة الكنب في خلايا النباتات المستزرعة في المختبرات.

فهو مكلف ويتطلب أشخاصاً على مستوى عالٍ من المهارة. وكمثال، فقد تبين من دراسة أجريت مؤخراً على نقل الأجنة في المكسيك أن هذه التكنولوجيا لا تكون مربحة للمزارعين إلا عندما يحصلون على دعمٍ ملموس.

40– وهناك تكنولوجيا أخرى للتكاثر يمكن استخدامها لأغراض الصون، ولا سيما عندما تكون السلالة على وشك الانقراض، وهي الاستنساخ. ورغم أنه تم استنساخ بعض الحيوانات في عدد قليل من البلدان النامية، فإن هذه التكنولوجيا مازالت في مرحلة تجريبية بسبب ارتفاع تكاليفها والمهارات الفائقة التي تحتاجها. ومع ذلك فإن التطورات التي حدثت في استنساخ الحيوانات قد جعلت صون الموارد الوراثية أمراً واقعياً عن طريق حفظ خلايا الجسم بالتجميد بدلاً من الخلايا الجينية. وهذه الاستراتيجية قد ترفع التكاليف بصورةٍ ملموسة وكذلك مستوى الخبرة الفنية المطلوبة لجمع المواد الوراثية وحفظها في البنوك، ولكنها تعتمد بالنسبة لأغلب الأنواع على الافتراض القائل بأن استخدام المادة لاستيلاد حيوانات جديدة لن يكون ضرورياً إلى أن تزيد التطورات التكنولوجية في المستقبل من الكفاءة وأن تقلل من آثار الاستنساخ على التكاليف ورعاية الحيوانات.

استخدام الموارد الوراثية للأغذية والزراعة

41– الموارد الوراثية هي المادة الخام للتنمية الزراعية وإبقاء العشائر الطبيعية على قيد الحياة باستمرار. ولذا فإن استخدام هذه الموارد بصورةٍ مستدامة أمر له أهميته البالغة للأمن الغذائي العالمي واقتصاديات الرفاه. وتطبق التكنولوجيات الحيوية الآن بصورة جيدة من أجل النهوض بالموارد الوراثية للأغذية والزراعة وأصبح لها تأثيرها الهائل على استخدام هذه الموارد بصورةٍ فعالة كما يتضح من القائمة أدناه.

التكنولوجيات الحيوية للتكاثر

42– بالإضافة إلى تكنولوجيات التكاثر التي سبق ذكرها، فإن تحديد جنس الحيوان المنوي والجنين يسمح بتفضيل إنتاج أحد الجنسين في الثروة الحيوانية (تفضل الإناث كحيوانات تدر اللبن). ولكن النجاح في تطبيق معرفة جنس الحيوان المنوي كان محدوداً بسبب ارتفاع تكاليف الحيوان المنوي المجنس بالإضافة إلى انخفاض حيويته وانخفاض معدلات خصوبته. وفي تربية الأحياء المائية تستخدم المعالجة بالهورمونات بالتحكم في وقت التكاثر (مثل التزامن بين تكوين البيض عندما تكون الظروف البيئية مجهدة لفترة وضع البيض في الإناث) ولتكوين عشائر أحادية الجنس (ذكور البلطي مثلاً تفضل عن إناثه لأنها أسرع نمواً). والهورمونات المنتجة بالتوليف الكيميائي رخيصة نسبياً وعملية في استخدامها.

التكنولوجيات الحيوية لتشخيص الأمراض والوقاية منها

43- تمثل الأمراض إحدى العقبات الرئيسية أمام استخدام الموارد الوراثية للأغذية والزراعة بصورةٍ مستدامة. فالتكنولوجيات الحيوية القائمة على اختبار المناعة الإنزيمية (ELISA)[31] أو على تفاعل أنزيم البلمرة المتسلسل(PCR) لفحص الكائنات المرضة وتشخيص الأمراض لها أهميتها في جميع قطاعات الزراعة، وبإمكانها المساهمة في تحسين النباتات ومكافحة الأمراض النباتية وتحقيق سلامة الأغذية. كما استخدمت التكنولوجيات البيولوجية على نطاق واسع في تطوير لقاحات للوقاية من الأمراض في الحيوانات والأسماك.

معالجة المجموعة الكروموسومية

44- تستخدم معالجة المجموعة الكروموسومية لمجموعة مختلفة من الأغراض في الزراعة. ففي الأسماك، استخدم هذا الأسلوب لخلق كائنات عقيمة ثلاثية الكروموسومات (مفيدة في الإنتاج حيث أنها لا تخصص طاقة لإنتاج الجاميط، وفي برامج الصون لمنع غزو الأفراد الهاربة من المجموعات التجارية إلى العشائر الطبيعية). ومن الممكن أن تكون معالجة المجموعة الكروموسومية مفيدة في الكشف عن أماكن الخصائص الكمية.

45- وفي النباتات، نجد أن إحدى الطرق السريعة التي تحقق فعالية التكاليف لإحداث العقم (مثل إنتاج فاكهة خالية من البذور) هو خلق كائنات ثلاثية الكروموسومات. فالنباتات أحادية التكافؤ المزدوج التي تنتج باستخدام زراعة حبوب اللقاح داخل المختبرات ومضاعفة الكروموسومات، لها قيمتها في برامج التربية حيث أنها نقية وراثياً بنسبة 100 في المائة (تظهر الجينات المتنحية على الفور) كما أنها تقصر كثيراً من الزمن اللازم لاختيار الأصناف المرغوبة، ولكن المهارة في العمل مطلوبة لاختبار عشائر كبيرة الأمر الذي يؤدي إلى زيادة التكاليف.

الأساليب القائمة على زراعة الأنسجة

46- يستخدم التهجين داخل الأصناف للحصول على أصناف هجينة تظهر درجة جيدة من ظاهرة قوة الهجين[32]، ولكن لابد هنا من استثمار وقت طويل وخبرة علمية ملموسة. ولنهج التكنولوجيا البيولوجية أهميته في التغلب على عدم التوافق الجنسي والإسراع بالعملية. وكمثال، فإن حفظ الأجنة في المختبر وزراعة حبوب اللقاح كانت أمراً حيويا في استنباط أصناف الأرز الإفريقي الجديدة التي استخدمت في 30 بلداً إفريقياً ولعبت دوراً رئيسياً في زيادة محاصيل الأرز.

47- التكاثر في المختبرات طريقة سريعة ومنخفضة التكاليف للتغلب على تراكم العوامل المعدية في النباتات التي تتكاثر خضرياً، كما أنها استخدمت في التكاثر الخضري على نطاق واسع بمواد من نوعها الأصيل وخالية من الأمراض

[31] اختبار المناعة هو أسلوب قائم على الأجسام المضادة لتشخيص وجود جزيئات معينة في أي عينة خليط، وكمية هذه الجزيئات.

[32] ظاهرة قوة الهجين هي الدرجة التي يستطيع بها فرد مهجن أن يتجاوز أبويه بالنسبة إلى صفة واحدة أو أكثر، مثل زيادة الحجم، والغلة، والخصوبة، ومعدل النمو، وما إلى ذلك.

في أكثر من 30 بلداً نامياً من البلدان التي تمر بمرحلة تحول. وقد بيَّنت الدراسات التي أجريت عن الآثار الاجتماعية – الاقتصادية التي أجريت في عدد قليل من البلدان النامية، أن استخدام مواد التكاثر المحلي أسفرت عن زيادة الإنتاجية وتحسين معيشة سكان الريف.

الانتخاب بمساعدة الواسمات الجزيئية

48– أحد بدائل انتخاب الأنماط الظاهرية بصورة تقليدية هو الانتخاب بمساعدة الواسمات الجزيئية، التي بوسعها أن تسرع كثيراً من تحسين الصفات الوراثية بزيادة دقة الاختيار وتقليل الوقت اللازم (لاسيما عندما يكون فرز التركيب الظاهري صعباً). وقد أثبتت هذه الطريقة فائدتها بشكلٍ خاص في تربية النباتات لاستنباط أصناف جديدة، ولكن رغم إمكانياتها الكبيرة، فإنها مازالت تطبق في برامج تربيةٍ قليلة نسبياً في البلدان النامية. ويرجع ذلك إلى أن أي استراتيجية فعالة للانتخاب بمساعدة الواسمات الجزيئية تحتاج إلى قدرات مختبريه كافية وإلى إدارة البيانات، بالإضافة إلى موظفين مدربين وموارد للتشغيل. ورغم التكاليف المرتفعة نسبياً لتطبيق الانتخاب بمساعدة الواسمات الجزيئية عن الطرق التقليدية، فإن هذه الأولى تشهد انخفاضاً مستمراً في تكاليفها. فقد خلص تحليل أخير للتأثير المفترض من الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية إلى أن الانتخاب بمساعدة الواسمات الجزيئية في الأرز والكاسافا قد أسفر عن فوائد ملموسة تفوق مثيلتها في التربية التقليدية.

تولد الطفرات

49– يمكن استخدام المواد الكيماوية أو الإشعاع أو تولد الطفرات في الصفات الجسمية للإسراع بعملية الطفرات التلقائية لخلق تركيبات ظاهرية جديدة. وإحداث الطفرات هو إحدى التكنولوجيات الحيوية القليلة التي تستخدم أكثر في البلدان النامية عنها في أي مكان آخر، مع قيام الشراكة بين منظمة الأغذية والزراعة والوكالة الدولية للطاقة الذرية بدور محوري في نقل تكنولوجيا المعالجة بالإشعاع. وقد تم التوصل إلى ما يقرب من 000 3 صنف من الأصناف المحصولية المحسنة لنحو 170 نوعاً أصبحت تستخدم الآن في نحو 100 بلد وتعطي فوائد اقتصادية للمزارعين. وفي قطاع الثروة الحيوانية، لا يستخدم هذا الأسلوب عادة. ومع ذلك فإن أسلوب الحشرة العقيمة للحد من/القضاء على العديد من الآفات التي تصيب الثروة الحيوانية قد استخدم في 30 بلداً. كما استخدم إحداث الطفرات بصورةٍ واسعة لتحسين صفات معينة في الكائنات الحية الدقيقة وفي غلة التمثيل الغذائي في تطبيقات تجهيز الأغذية.

الهندسة الوراثية

50– كانت أحدى عناصر التكنولوجيا البيولوجية، وهي الهندسة الوراثية، محور مداولات كثيرة في مختلف أرجاء العالم في السنوات الأخيرة. فالمحاصيل المحورة وراثياً كانت تزرع في عام 2009 بحسب بعض التقديرات في 134 مليون هكتار في 16 بلداً نامياً و9 بلدان صناعية كما تشير التقديرات إلى أن الأشجار الحرجية المحورة وراثياً تزرع الآن في نحو 400 هكتار في الصين. وتم التوصل إلى حيوانات وأسماك محورة وراثياً ولكنها لم تدخل حيز التجارة حتى

الآن. ورغم شيوع الهندسة الوراثية في البلدان المتقدمة لتحسين السلالات الميكروبية، فإن تطبيقها لهذا الغرض في البلدان النامية لم يبدأ إلا الآن.

التوقعات

51- التطورات التي حدثت في التكنولوجيا البيولوجية في العشرين عاماً الماضية كانت ضخمة بالفعل، وقد ساهمت التكنولوجيات البيولوجية — كما سنستعرض هنا — مساهمات ملموسة في إدارة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وفتحت أمامها مجالاً هائلاً. فالواسمات الجزيئية يمكن أن تستخدم بعدة طرق لتوصيف الموارد الوراثية، وتتيح تكنولوجيات الصون في المختبرات أساليب مكملة لطرق الحفظ التقليدية، كما أن بعض التكنولوجيات مثل زراعة الأنسجة هي وسائل للتغلب على حواجز التكاثر. وبينما طبقت بعض التكنولوجيات الحيوية مثل التلقيح الصناعي والتكاثر المحلي على نطاقٍ واسع في البلدان النامية، فإن الأخذ بتكنولوجيات حيوية أخرى كان أكثر بطأً. والعادة أن يتوقف النجاح في تطبيق تكنولوجيا حيوية بعينها على وجود عناصر تكميلية (مثل خدمات التدريب والإرشاد) بأكثر مما يتوقف على فعالية التكنولوجيا البيولوجية بحد ذاتها.

52- تحظى البلدان النامية في أغلب الأحيان بثروة من الموارد الوراثية. والزراعة في الغالب عنصر لا غنى عنه للاقتصاد كما أن جني العشائر البرية كما يحدث في المصايد الطبيعية والغابات ولحوم الطرائد له أهيمته الاقتصادية والثقافية. ولكن البلدان النامية مازالت حتى الآن غير قادرة على استغلال هذا التنوع في الموارد الوراثية استغلالاً كاملاً لعدة أسباب، من بينها عدم وجود سياسات مناسبة، ومحدودية القدرات البشرية والمؤسسية، وانخفاض طاقات البحوث والتطوير والاستثمار فيها، وعدم كفاية البنية الأساسية، وانخفاض مستوى الاستثمارات المالية. ولذا فإن التحدي يظل هو إدارة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة بصورةٍ فعالة بهدف صون التنوع الوراثي وزيادته، مع استخدام هذا التنوع في نفس الوقت بصورةٍ مستدامة من أجل زيادة الإنتاجية الزراعية وضمان الأمن الغذائي في المستقبل أيضاً.

رابعاً- المسائل ذات الصلة بتطوير التكنولوجيا البيولوجية في المستقبل

53- كما سبق أن ذكرنا[33]، فإن الهيئة كانت قد حددت في دورتها العادية العاشرة عدداً من الموضوعات في مجال التكنولوجيا البيولوجية تناسب العمل في المستقبل. ويستعرض هذا الجزء التطورات التي حدثت في المجالات الثمانية حتى تتمكن الهيئة من استعراض تطبيق التكنولوجيات البيولوجية وإدماجها في صون واستخدام الموارد الوراثية للأغذية والزراعة في دورتها العادية الثالثة عشرة[34].

[33] انظر الفقرة 12.

[34] المرفق زاي من الوثيقة CGRFA-12/09/Report.

صون الموارد الوراثية للأغذية والزراعة في مراكز المنشأ
وفي مجموعات خارج مواقعها الطبيعية

54– تتضمن صكوك ومنتديات السياسات العالمية لصون الموارد الوراثية للأغذية والزراعة: اتفاقية التنوع البيولوجي، والمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، والهيئة. وفي عام 2002، أقر مؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي الاستراتيجية العالمية لصون النباتات وحدد لها 16 هدفاً تنفذ بحلول عام 2010. وهي الأهداف التي تم تحديثها الآن للفترة 2011–2020. ويشتمل الهدف الثالث من الاستراتيجية العالمية لصون النباتات على الأولويات لاستنباط وتقاسم طرق للصون خارج المواقع الطبيعية، بينما يشتمل الهدف الثامن على صون الأنواع النباتية المهددة في مجموعات يمكن الحصول عليها من خارج مواقعها الطبيعية، والأفضل أن يكون ذلك في بلد المنشأ.

55– وبالنسبة لصون الموارد الوراثية للأغذية والزراعة في مراكز المنشأ، دعت الهيئة إلى إنشاء شبكة لأماكن الصون في المواقع الطبيعية سواء بالنسبة للنباتات (بما في ذلك الأقارب البرية للمحاصيل) والموارد الوراثية الحيوانية في عام 1989[35]، وتم إعداد وثيقة دراسة للمعلومات الأساسية[36] للعرض على الدورة العادية الحادية عشرة.

56– ومجلس الأوصياء العالمي للتنوع المحصولي، الذي دشنته المنظمة ومؤسسة Bioversity International (نيابة عن الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية) في عام 2004، أصبح عنصراً أساسياً في استراتيجية تمويل المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة ودعم صون المحاصيل خارج مواقعها الطبيعية بمجموعتين من الاستراتيجيات (الإقليمية والمحاصيلية) تكملان بعضهما وتعزز كل منهما الأخرى.

57– وأكبر مجموعة من النباتات الموجودة خارج مواقعها الطبيعية، توجد لدى مراكز الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية وهي ملكية عامة بحسب إطار عمل المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، فضمان التكامل الوراثي لهذه العينات له أهميته القصوى. وفي هذا الصدد اعتمدت الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية *المبادئ الإرشادية لوضع سياسات لمراكز الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية لمواجهة احتمال وجود جينات عابرة سهوا في المجموعات الموجودة خارج المواقع الطبيعية*[37] *في عام 2005، ومنذ ذلك الحين وضعت خطوط توجيهية لمحاصيل الذرة والبطاطس والأرز.*

---

[35] الفقرات 32–37 من الوثيقة CPGR/89/REP.

[36] إنشاء شبكة لصون الأقارب البرية للمحاصيل في مواقعها الطبيعية: الوضع والاحتياجات، .Maxted, N وKell,S (2009)، وثيقة دراسة معلومات أساسية رقم 39.

[37] الوثيقة CGRFA-11/07/14 Rev.1.

58- وضعت الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية[38] معايير لدى بنوك الجينات لصون البذور التي تتحمل الجفاف (orthodox) وخطوط توجيهية لتكاثر عدد محدود من المحاصيل. وبالإضافة إلى ذلك فقد وضعت مؤسسة Bioversity International خطوطاً توجيهية فنية لإدارة عينات المادة الوراثية للمحاصيل الموجودة في الحقول وفي المختبرات. كما وضعت المنظمة مسودة خطوط توجيهية فنية لصون الموارد الوراثية الحيوانية بالتجميد، وهي الخطوط التوجيهية المطروحة تحت بند منفصل في جدول الأعمال لكي تستعرضه جماعة العمل الفنية الحكومية الدولية المعنية بالموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في دورتها السادسة[39].

59- في الوقت الذي قد تمثل فيه إقامة بنوك الجينات وصيانتها عنصراً هاماً في صيانة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة، فإنها ينبغي أن تكون مصحوبة بالقدرة على تحديد الجينات المفيدة واستخدام التنوع الوراثي بكفاءة كبيرة. وتيسيراً لاستخلاص وتبادل بيانات الواسمات الجزيئية المعايرة للمواد الوراثية النباتية الموجودة في بنوك الجينات، تم وضع قائمة بالواصفات بمعرفة مؤسسة Bioversity International رغم أن درجة بيانات التوصيف منخفضة للغاية بشكلٍ عام. ويزداد الوضع تفاقماً في البلدان النامية حيث تقل النسبة المئوية للعينات التي تم توصيفها بالواسمات الجزيئية عن 12 في المائة، باستثناء إقليم الشرق الأدنى حيث ترتفع هذه النسبة إلى 64 في المائة. ويعتبر عدم وجود توصيف كافٍ عقبة خطيرة أمام الاستخدام المستدام للموارد الوراثية للأغذية والزراعة (حتى لو كان عدد العينات المحفوظة يزداد باستمرار)، ومن هنا كانت ضرورة إعطاء الأولوية لتوصيف المجموعات الهائلة الموجودة في بنوك الجينات.

التكنولوجيا البيولوجية المناسبة
التي تطبق على الموارد الوراثية للأغذية والزراعة

60- ليست هناك معايير متفق عليها دولياً لتقييم وتحديد التكنولوجيات البيولوجية المناسبة على وجه التحديد. فالتكنولوجيا البيولوجية لغير الكائنات المحورة وراثياً تحجبها في أغلب الأحيان المداولات بشأن الكائنات المحورة وراثياً، كما أن هناك ندرة في المعلومات/التقديرات الدقيقة المتعلقة بتطبيقات التكنولوجيا البيولوجية لغير الكائنات المحورة وراثياً وتأثيراتها الاجتماعية – الاقتصادية المحتملة.

61- ليس هناك حل واحد يناسب جميع الحالات، فهناك اختلافات جوهرية بين القطاعات، والأنواع والأقاليم، والبلدان. وبالإضافة إلى ذلك، ففي داخل البلدان النامية توجد اختلافات ملموسة فيما يتعلق بقدرات التمويل والبحوث الزراعية. ولذا ينبغي أن تؤخذ القرارات بعناية فيما يتعلق بالتكنولوجيات الحيوية المناسبة ثم تطويرها والأخذ بها، على أساس تحليل افتراضي موثوق به (مثل الاحتياجات القطاعية وصلتها باحتياجات صغار الحائزين) وعلى تحليل

[38] كانت الهيئة قد طلبت في دورتها العادية الثانية عشرة من جماعة العمل الفنية الحكومية الدولية التابعة لها المعنية بالموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة أن تنظر في استعراض معايير بنوك الجينات والقواعد واللوائح المرتبطة بها (CGRFA-12/09/Report، المرفق زاي، صفحة 11).

[39] الوثيقة CGRFA/WG-AnGR-6/10/Inf.8.

واقعي (مثل معدل الأخذ بالتكنولوجيات البيولوجية وتقدير الآثار الجينية)، وكذلك مدى ملاءمة التكنولوجيات الحيوية داخل الاستراتيجيات الإنمائية الموجودة بالفعل.

مسائل الحصول على التكنولوجيا البيولوجية
التي تطبق على الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وتقاسم فوائدها

62- يوجد حتى الآن صكان دوليان ملزمان قانوناً لتنظيم الحصول على الموارد الوراثية وتقاسم فوائدها، هما: اتفاقية التنوع البيولوجي، والمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة. وتهدف اتفاقية التنوع البيولوجي إلى صون التنوع البيولوجي واستخدامه بصورة مستدامة وتقاسم الفوائد الناجمة عن هذا الاستخدام، كما أن الأهداف الرئيسية للمعاهدة الدولية تكمل تلك الخاصة بالاتفاقية. وقد وضعت مجموعة العمل المخصصة المفتوحة العضوية بشأن الحصول على الموارد الوراثية وتقاسم فوائدها التابعة لمؤتمر الدول الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي *خطوط بون للحصول على الموارد الوراثية وتقاسم الفوائد الناجمة عن استخدامها بالعدل والإنصاف* (اعتمدت عام 2002) وتقوم المجموعة الآن بالتفاوض حول نظام دولي للحصول على الموارد الوراثية وتقاسم فوائدها.

63- وفي دورتها العادية الثانية عشرة، نظرت الهيئة في مناخ السياسات في الوقت الحاضر بالنسبة للحصول على الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وتقاسم فوائدها، وطلبت من الأمانة أن تتعاون عن كثب مع المفاوضين حول النظام الدولي وأن ترفع تقريراً عن نتائج ذلك[40]. وسوف ينظر في هذه المسألة تحت بند منفصل من جدول الأعمال في الدورة العادية الثالثة عشرة للهيئة.

بناء القدرات الوطنية و التعاون الدولي

64- هناك عدد من الاتفاقيات الدولية بشأن التكنولوجيات البيولوجية وإدارة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة. وحيث أن الكثير من البلدان النامية قد وقع على هذه الاتفاقيات، فلابد لها أن تعطي اهتماماً ملموساً بالقواعد المعمول بها، وحقوق الملكية الفكرية، والحصول على الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وتقاسم فوائدها عندما تضع سياسات وطنية للتكنولوجيا الحيوية/أطر استراتيجيات وطنية، بما يتسق والبنيان التشريعي العالمي. وكان للمنظمة دور محوري في إسداء المشورة وتقاسم الخبرات مع الدول الأعضاء لتعزيز القدرات الوطنية على تحديد الأولويات وصياغة السياسات المتعلقة بالتكنولوجيات الحيوية للأغذية والزراعة، ولو أنه مازال هناك عجز ملموس في القدرات. والواقع أن أحد أهم الاستنتاجات التي خرجت من المؤتمر التقني الدولي المعني بالتكنولوجيا البيولوجية الزراعية في البلدان النامية هو أنه *"يتعين على منظمة الأغذية والزراعة وعلى المنظمات الدولية المعنية الأخرى وعلى المانحين، مضاعفة جهودهم بصورة ملحوظة في سبيل دعم تعزيز القدرات الوطنية في مجال استنباط أنواع من التكنولوجيا البيولوجية الزراعية لمصلحة*

[40] الفقرات 11 و12 و13 من الوثيقة CGRFA-12/09/Report.

المزارعين واستخدامها على نحو مناسب، فضلاً عن توجيهها لتلبية احتياجات أصحاب الحيازات الصغيرة والمستهلكين والمنتجين والمؤسسات الصغيرة المعتمدة على التكنولوجيا البيولوجية في البلدان النامية"[41].

65- ساهمت الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية والمركز الدولي للهندسة الوراثية والتكنولوجيا البيولوجية مساهمة كبيرة نحو النهوض بالقدرات البشرية في مجال التكنولوجيا البيولوجية، عن طريق أنشطة التدريب والشراكة مع الشبكات الوطنية للبحوث الزراعية والإرشاد. كما قام العديد من وكالات الأمم المتحدة بأنشطة في مجال تنمية القدرات، مثل مرفق البيئة العالمية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومؤتمر الأمم المتحدة المعني بالتجارة والتنمية، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو).

السلامة البيولوجية والشواغل البيئية

66- بذلت جهود عديدة وما زالت مستمرة لتنسيق أطر العمل الدولية لتنظيم التكنولوجيا البيولوجية. فهناك العديد من الصكوك الملزمة قانوناً التي تعالج مسائل السلامة الحيوية، مثل: بروتوكول كرتاخينا الملحق باتفاقية التنوع البيولوجي، واتفاقية آرهوس، واتفاقية منظمة التجارة العالمية بشأن تطبيق تدابير الصحة والصحة النباتية، واتفاقية منظمة التجارة العالمية بشأن الحواجز الفنية أمام التجارة، والاتفاقية الدولية لوقاية النباتات. وبالنسبة لاتفاقية تطبيق التدابير الصحية والصحة النباتية، فإن المنظمات المعنية التي تضع المعايير هي هيئة الدستور الغذائي المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية بالنسبة للأغذية، والاتفاقية الدولية لوقاية النباتات بالنسبة للصحة النباتية، والمنظمة العالمية لصحة الحيوان بالنسبة للصحة الحيوانية. ومن بين المدونات الأخرى ذات الصلة غير الملزمة، هناك خطوط توجيهية ووثائق من بينها مدونة المنظمة للسلوك بشأن الصيد الرشيد، ووثائق منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية التي اتخذت بتوافق الآراء. وهناك أيضاً مبادرات لتنمية القدرات المتعلقة بالسلامة الحيوية في البلدان النامية تقوم بها منظمات الأمم المتحدة المختلفة، بما فيها منظمة الأغذية والزراعة.

67- وهناك صكوك دولية تعالج مسائل الأنواع الغريبة الغازية، مثل اتفاقية التنوع البيولوجي، والاتفاقية الدولية لوقاية النباتات، والمنظمة العالمية للصحة الحيوانية، وغيرها. وكان قرار مؤتمر الأطراف التاسع، رقم تاسعا/ 4 قد دعا لجنة مصايد الأسماك في المنظمة إلى الإحاطة بنص المعايير الدولية التي تغطي الأنواع الغريبة الغازية وأن تنظر في طرق ووسائل جديدة لمعالجة هذه الثغرة من حيث انطباقها على دخول الأصناف الغريبة إلى مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية.

[41] الفقرة 38 من الوثيقة ABDC-10/REPORT.

تكنولوجيات تقييد الاستخدام الوراثي

68- تناول مؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي مسألة تكنولوجيات تقييد الاستخدام الوراثي في سياق التنوع البيولوجي الزراعي، وساهمت الهيئة مساهمة كبيرة في مناقشات مؤتمر الأطراف بشأن مسائل السياسات المتعلقة بهذه التكنولوجيا[42]. ولا توجد أية أمثلة تجارية على تكنولوجيات تقييد الاستخدام الوراثي، ويرجع أحد أسباب ذلك إلى قرار مؤتمر الأطراف الخامس رقم خامساً/ 5، الذي سن ما يمكن تفسيره على نطاقٍ واسع على أنه حظر فعلي على استخدام تكنولوجيات الحد من الاستخدام الوراثي. وقام مؤتمر الأطراف السادس بتشكيل مجموعة خبراء فنية مخصصة بشأن تكنولوجيات تقييد الاستخدام الوراثي لتقوم بمواصلة تحليل تأثيراتها المحتملة على المزارعين أصحاب الحيازات الصغيرة، والمجتمعات المحلية ومجتمعات السكان الأصليين، وعلى حقوق المزارعين أيضاً. ثم تأكد القرار خامساً/5 في ما بعد في مؤتمر الأطراف الثامن.

تدفق جينات الكائنات المحورة وراثياً ومسألة المسؤولية

69- يتناول بروتوكول كرتاخينا تدفق جينات الكائنات المحورة وراثياً ومسائل المسؤولية/المواجهة. فقد انشأ الاجتماع الأول مؤتمر الأطراف الذي كان بمثابة اجتماع للأطراف في بروتوكول كرتاخينا مجموعة عمل مخصصة مفتوحة العضوية من الخبراء القانونيين والفنيين في مجال المسؤولية والتعويض للتفاوض بشأن قواعد وإجراءات دولية لهذه المسألة. وبعد ذلك، انشأ مؤتمر الأطراف الرابع في بروتوكول كرتاخينا مجموعة أصدقاء الرئيس لمواصلة هذه العملية. وسوف تتواصل المفاوضات في مؤتمر الأطراف الخامس في بروتوكول كرتاخينا الذي سينعقد في أكتوبر/تشرين الأول 2010.

70- يمكن العثور على عرض عام لتأثيرات تدفق الجينات العابرة في صون الموارد الوراثية للأغذية والزراعة واستخدامها المستدام في وثيقة دراسة المعلومات الأساسية[43] التي أعدت للهيئة في عام 2007.

حوافز تشجيع التكنولوجيا البيولوجية المناسبة

71- لابد من توافر بيئة مناسبة مع سياسات سليمة لتيسير تطبيق التكنولوجيات البيولوجية المناسبة. ومن بين الحوافز اللازمة تشجيع التكنولوجيات البيولوجية المناسبة، الإدارة السليمة لحقوق الملكية الفكرية، وتيسير الشراكة بين القطاعين العام والخاص، وتحسين فرص الدخول إلى الأسواق، وتقاسم التكنولوجيات عن طريق برامج ومبادرات للتعاون.

[42] الوثيقة CGRFA-9/02/17; CGRFA-9/02/17 Annex.

[43] دراسة وتفسير آثار تدفق الجينات (العابرة) على صون الموارد الوراثية واستخدامها المستدام، Heinemann, J.A. (2007) وثيقة دراسة معلومات أساسية رقم 35، Rev.1.

72- وفيما يتعلق بالتكنولوجيا البيولوجية والموارد الوراثية للأغذية والزراعة، فإن الأطر القانونية المتفاوض بشأنها عالمياً والتي تحكم حقوق الملكية الفكرية تشمل الاتحاد الدولي لحماية الأصناف النباتية الجديدة واتفاقية منظمة التجارة العالمية بشأن حقوق الملكية الفكرية المتصلة بالتجارة. وبالإضافة إلى ذلك فإن اللجنة الحكومية الدولية المعنية بالملكية الفكرية والموارد الوراثية والمعرفة التقليدية والفولكلور في المنظمة العالمية للملكية الفكرية تجري مفاوضات بشأن حماية المعرفة التقليدية، والتعبيرات الثقافية التقليدية/الفولكلور، والموارد الوراثية.

73- وكانت الهيئة، قد طلبت في دورتها العادية الحادية عشرة، من الأمانة أن تزودها بصورةٍ منتظمة بمعلومات تتعلق بتطورات السياسات في مجالي حقوق الملكية الفكرية والموارد الوراثية[44]. وأعدت بالفعل وثيقة دراسة معلومات أساسية[45] حول هذا الموضوع لطرحها على الدورة العادية الثانية عشرة. ويجري الآن إعداد وثيقة أخرى لتقديمها إلى الدورة العادية الثالثة عشرة للهيئة.

خامسا- التوجهات المطلوبة

74- قد تود مجموعة العمل أن تقدم مدخلات في ميادين خبرتها، وأن تنظر في توصية الهيئة بما يلي:

(1) التأكيد على ضرورة وضع معايير لكل قطاع، وبروتوكولات فنية للتوصيف الجزيئي للموارد الوراثية للأغذية والزراعة[46]، حتى يمكن الحصول على بيانات يمكن استخراجها ومقارنتها؛

(2) مطالبة المنظمة بأن تعرض على الهيئة في دورتها التالية تحليلاً لكل قطاع فيما يتعلق بالاستثمارات والعائدات والآثار الاجتماعية – الايكولوجية للتكنولوجيات البيولوجية على الموارد الوراثية للأغذية والزراعة؛

(3) مطالبة المنظمة بوضع معايير لتقييم وتحديد التكنولوجيات البيولوجية المناسبة لتوصيف الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وصونها واستخدامها، مع مراعاة الاعتبارات العلمية، والاجتماعية – الاقتصادية، والبيئية، والثقافية، والأخلاقية، وتلك المتعلقة بالموارد الوراثية؛

(4) مطالبة جماعات العمل الفنية الحكومية الدولية التابعة للهيئة بالمساهمة في وضع المعايير السابق ذكرها بتحديد المسائل ذات الصلة لكل قطاع التي يمكن أن تتأثر بتطبيق التكنولوجيات البيولوجية؛

---

[44] الفقرة 72 من الوثيقة CGRFA-11/07/Report.

[45] اتجاهات حقوق الملكية الفكرية المتعلقة بالموارد الوراثية للأغذية والزراعة، .Correa C.M (2009) وثيقة دراسة معلومات أساسية رقم 47.

[46] مشروع الخطوط التوجيهية بشأن التوصيف الوراثي الجزيئي للموارد الوراثية الحيوانية مطروح في بند منفصل من جدول الأعمال، لكي تراجعه جماعة العمل الفنية الحكومية الدولية المعنية بالموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في دورتها السادسة، الوثيقة CGRFA/WG-AnGR-6/10/Inf.7.

(5) النظر في ضرورة وضع مؤشرات أساسية لرصد وتقييم استنباط تكنولوجيات بيولوجية وتطويعها والأخذ بها لتوصيف الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وصونها واستخدامها؛

(6) مطالبة المنظمة بأن تزيد من جهودها لتعزيز القدرات الوطنية للبلدان النامية على تحديد الأولويات وصياغة سياسات للتكنولوجيات البيولوجية من أجل توصيف الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وصونها واستخدامها؛

(7) مطالبة المنظمة بتعزيز أنشطة نشر معلومات واقعية حديثة باستمرار، عن دور التكنولوجيات الحيوية في توصيف الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وصونها واستخدامها عن طريق قواعد البيانات والشبكات والنشرات الموجودة (مثل نظام المعلومات عن التنوع الوراثي للحيوانات المستأنسة ونشرة أخبار التكنولوجيا البيولوجية التي تصدرها المنظمة، والنظام العالمي للإعلام والإنذار المبكر)؛

(8) مطالبة المنظمة باستكشاف آليات للتعاون في المستقبل مع المنظمات الدولية المعنية، بما في ذلك تبني الحوار بين الشمال والجنوب وفيما بين بلدان الجنوب، لاستغلال فوائد التكنولوجيات الحيوية في توصيف الموارد الوراثية للأغذية والزراعة وصونها واستخدامها.