

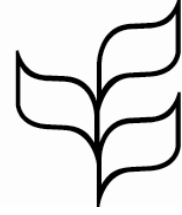


Distr.
GENERAL

UNEP/CBD/BS/COP-MOP/6/13/Add.1
30 July 2012

ARABIC
ORIGINAL: ENGLISH

الاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي



مؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي

العامل كاجتماع للأطراف في بروتوكول

قرطاجنة للسلامة الأحيائية

الاجتماع السادس

حيدرآباد، الهند، 1-5 أكتوبر/تشرين الأول 2012

البند 14 في جدول الأعمال المؤقت*

إرشادات تقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة

I. مقدمة

1. رحب الأطراف في الاجتماع الخامس¹ بوثيقة "إرشادات تقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة" (المشار إليها هنا باسم "وثيقة الإرشادات") التي تم صياغتها وإعدادها بفضل الجهود المشتركة " فريق الخبراء المفتوح العضوية على الإنترنت" و"فريق الخبراء التقنيين" وقرروا تمديد عمل الفريقين بهدف (أ) إنجاز نسخة منقحة من "إرشادات تقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة" و(ب) إنشاء آلية تتضمن المعايير للتحديثات المستقبلية لقوائم مواد الخلفية و(ج) إعداد المزيد من الإرشادات حول الموضوعات الجديدة الخاصة من تقييم المخاطر وفقا لأولويات واحتياجات الأطراف، مع الأخذ في الاعتبار الموضوعات المحددة في الفترة بين الجلسات.
2. هذه الوثيقة هي ثمرة جهود "فريق الخبراء المفتوح العضوية على الإنترنت" و"فريق الخبراء التقنيين" استجابة للفقرة 1 (أ) و(ج) أعلاه لكي ينظر فيها الأطراف في بروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية.

(هذه الصفحة تركت خالية عمدًا)

إرشادات تقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة (نقحت في 19 يوليو/تموز 2012)

المحتويات

5	تمهيد
6	هدف وثيقة الإرشادات ونطاقها
7	الجزء الأول: خريطة الطريق لتقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة
7	معلومات أساسية
7	مقدمة
8	القضايا الشاملة في عملية تقييم المخاطر
8	جودة المعلومات وملاءمتها
9	تحديد حالات الشك ودراساتها
10	مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر
10	تحديد إطار تقييم المخاطر ونطاقه
11	اختيار الكائنات المرجعية
12	إجراء تقييم المخاطر
12	الخطوة 1: "تحديد أي خصائص لتركيبات وراثية وأنماط ظاهرية جديدة مرتبطة بالكائن الحي المحور قد تترتب عليها آثار ضارة على التنوع البيولوجي في البيئة المتلقية المحتملة، مع مراعاة المخاطر على صحة الإنسان أيضاً"
16	الخطوة 2: "تقييم الآثار السلبية المحتملة التي تتحقق مع مراعاة مستوى ونوع تعرض البيئة المتلقية المحتملة للكائنات الحية المحورة"
17	الخطوة 3: "تقييم العواقب في حالة تحقق هذه الآثار السلبية"
18	الخطوة 4: "تقييم المخاطر الكلية التي يشكلها الكائن الحي المحور على أساس تقييم احتمالات وعواقب الآثار الضارة المحددة التي تتحقق"
19	الخطوة 5: "تقديم التوصية بما إذا كانت المخاطر مقبولة أو يمكن إدارتها أم لا، بما في ذلك، تحديد استراتيجيات لإدارة هذه المخاطر عند الضرورة"
21	القضايا ذات الصلة
22	ملحق: تخطيط عملية تقييم المخاطر
24	الجزء الثاني الأنواع الخاصة من الكائنات الحية المحورة وصفاتها
24	(أ) تقييم مخاطر المحاصيل المحورة وراثياً ذات الجينات أو الصفات المكسدة
24	مقدمة
24	الهدف والنطاق
25	مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر
25	اختيار الكائنات المرجعية
25	إجراء تقييم المخاطر
/...	

- 25..... سمات التسلسل في مواقع الحقن والاستقرار الجيني الوراثي والتنظيم الجينومي
- 26..... التفاعلات المحتملة بين الجينات المكدسة، وما ينتج عنها من تغيرات النمط الظاهري وآثارها على البيئة
- 26..... الآثار الاتحادية والتراكمية
- 27..... تقاطع جينات التحوير وعزلها
- 27..... طرق التمييز بين جينات التحوير المتحدة في الحالة المكدسة من النباتات المصدر المحورة وراثياً
- 29 (ب) تقييم مخاطر المحاصيل المحورة وراثياً المقاومة للإجهاد اللاأحيائي**
- 30..... مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر
- 30..... اختيار الكائنات المرجعية
- 31..... إجراء تقييم المخاطر
- 31..... السمات غير المقصودة والتي تتضمن الكلام التداخلي بين استجابات الإجهاد
- 31..... اختبار النبات المحور وراثياً في بيئات تمثيلية
- 32..... المقاومة في المناطق الزراعية وغزو المواطن الطبيعية
- 33..... الآثار المترتبة على البيئة اللاأحيائية والنظام البيئي
- 34 (ج) تقييم مخاطر الأشجار المحورة وراثياً**
- 34..... معلومات أساسية
- 34..... النطاق
- 34..... مقدمة
- 35..... مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر
- 35..... اختيار الكائنات المرجعية
- 36..... إجراء تقييم المخاطر
- 36..... العمر الطويل، والتوصيف الجيني والمظهري، واستقرار العناصر الجينية المحورة
- 37..... آليات الانتشار
- 37..... البيئة (البيئات) المتلقية المحتملة
- 38..... تعرض النظام البيئي للأشجار المحورة وراثياً والعواقب المحتملة
- 38..... استراتيجيات إدارة المخاطر
- 39 (د) تقييم مخاطر البعوض المحور وراثياً**
- 39..... مقدمة
- 40..... الهدف والنطاق
- 40..... مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر
- 40..... اختيار الكائنات المرجعية
- 41..... إجراء تقييم المخاطر
- 41..... وصف البعوض الحي المحور
- 41..... التأثيرات على التنوع البيولوجي

42.....	نقاط ينبغي مراعاتها.....
43.....	النقل الرأسي للجينات.....
44.....	النقل الأفقي للجينات.....
44.....	بقاء جين التحوير في النظام الإيكولوجي.....
44.....	الاستجابات الارتقائية (خاصة في البعوض الناقل المستهدف أو مسببات الأمراض في البشر والحيوانات).....
45.....	التحركات غير المقصودة عبر الحدود.....
45.....	استراتيجيات إدارة المخاطر.....
48.....	الجزء الثالث: رصد الكائنات الحية المحورة التي تُطلق في البيئة.....
48.....	مقدمة.....
48.....	الهدف والنطاق.....
48.....	الرصد وأهدافه.....
49.....	وضع خطة الرصد والمراقبة.....
50.....	1. اختيار مؤشرات ومعايير الرصد ("ما الذي يُرصد؟").....
50.....	2. طرق الرصد وخطوط الأساس التي تتضمن النقاط المرجعية ومدة الرصد ("كيف يتم الرصد؟").....
	Error! Bookmark not defined. (أ) اختيار طرق الرصد.....
	Error! Bookmark not defined. (ب) تحديد خطوط الأساس التي تتضمن النقاط المرجعية.....
	Error! Bookmark not defined. (ج) تحديد مدة الرصد وتكراره.....
52.....	3. اختيار مواقع الرصد والمراقبة ("أماكن المراقبة").....
52.....	4. إعداد التقارير عن نتائج الرصد ("كيفية التواصل؟").....
55.....	استعمال المصطلحات.....

(هذه الصفحة تركت خالية عمدًا)

/...

تمهيد

وفقاً للنهج التحوطي الاحترازي² فإن الهدف من هذا البروتوكول هو "المساهمة في ضمان مستوى ملائم من الحماية في مجال النقل والتناول والاستخدام الآمن للكائنات الحية المحورة التي تم إنتاجها باستخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة التي يمكن أن تترتب عليها آثار سلبية وضارة على حفظ التنوع البيولوجي واستخدامه المستدام، مع أخذ المخاطر على صحة الإنسان أيضاً في الاعتبار، ومع التركيز بصفة خاصة على النقل عبر الحدود"³. لهذا الغرض، يجب على الأطراف ضمان تنفيذ تقييم المخاطر للمساعدة في اتخاذ قرارات مطلعة حول الكائنات الحية المحورة.

طبقاً للمادة 15 من البروتوكول، يجب إجراء عمليات تقييم المخاطر بطريقة علمية سليمة، وينبغي أن تستند، كحد أدنى، على المعلومات المقدمة طبقاً للمادة 8، وغيرها من الأدلة العلمية المتاحة من أجل تحديد وتقييم الآثار السلبية المحتملة للكائنات الحية المحورة على حفظ التنوع البيولوجي واستخدامه المستدام، مع أخذ المخاطر على صحة الإنسان أيضاً في الاعتبار⁴.

حدد المرفق الثالث من البروتوكول المبادئ العامة الأربعة لتقييم المخاطر:

- "يجب إجراء تقييم المخاطر بطريقة سليمة علمياً تتسم بالشفافية، ومن الممكن أن يؤخذ في الحسبان نصائح الخبراء، والمبادئ التوجيهية والإرشادات التي وضعتها المنظمات الدولية المعنية".
- لا ينبغي بالضرورة تفسير نقص المعرفة العلمية أو عدم وجود إجماع للأراء العلمية على أنه يشكل مستوى معيناً من المخاطر، أو عدم وجود مخاطر أو وجود مخاطر مقبولة".
- ينبغي دراسة المخاطر المرتبطة بالكائنات الحية المحورة أو المنتجات المشتقة منها في سياق المخاطر التي يمثلها الكائنات المتلقية غير المحورة في البيئة المتلقية المحتملة".
- "ينبغي إجراء تقييم المخاطر على أساس كل حالة على حدة. وقد تتفاوت المعلومات المطلوبة في طبيعتها ومستوى التفاصيل من حالة إلى أخرى تبعاً للكائن الحي المحور المعني، واستخدامه المقصود، والبيئة المتلقية المحتملة".

أعد الفريق المخصص من الخبراء التقنيين في تقييم المخاطر وإدارتها هذه الوثيقة بعد تلقي مقترحات وتوصيات منتدى الخبراء الإلكتروني المفتوح باب العضوية وفقاً للاختصاصات التي حددها مؤتمر الأطراف الذي يمثل اجتماع الأطراف في بروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية، وذلك في قراره BS-IV/11 و BS-V/12 لتلبية الاحتياجات المحددة للمزيد من التوجيه والإرشادات حول تقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة⁵. الهدف من هذه الوثيقة أن تكون "وثيقة حية" مستمرة يتم تنقيحها وتحسينها كلما اقتضى الأمر وبناء على تكليف من الأطراف في بروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية.

² "من أجل حماية البيئة، يجب على الدول أن تطبق المنهج الاحترازي على نطاق واسع وفقاً لإمكانات كل منها. وحالما كانت هناك تهديدات بأضرار لا يمكن علاجها أو إصلاحها، لا ينبغي اتخاذ نقص اليقين العلمي ذريعة لتأجيل التدابير الموفرة في التكلفة لمنع تدهور البيئة" (المبدأ 15 من إعلان ريو بشأن البيئة والتنمية) على: <http://www.unep.org/Documents/Multilingual/Default.asp?DocumentID=78&ArticleID=1163> وفيما يتماشى مع المواد 10.6 (http://bch.cbd.int/protocol/text/article.shtml?a=cpb-10) و 11.8 (http://bch.cbd.int/protocol/text/article.shtml?a=cpb-11) من البروتوكول..

³ <http://bch.cbd.int/protocol/text/article.shtml?a=cpb-01>

⁴ المادة 15، الفقرة 1. (http://bch.cbd.int/protocol/text/article.shtml?a=cpb-15)

⁵ أنشأ مؤتمر الأطراف الذي يمثل اجتماع الأطراف في بروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية منتدى الخبراء الإلكتروني المفتوح باب العضوية والفريق المخصص من الخبراء التقنيين في تقييم المخاطر وإدارتها من خلال القرار BS-IV/11. ثم وسع مؤتمر الأطراف اختصاصات هذه الفرق من خلال القرار BS-V/12. ويمكن الاطلاع على اختصاصات هذه الفرق في المرفقات بالقرارين BS-IV/11 و BS-V/12.

(http://bch.cbd.int/protocol/decisions/decision.shtml?decisionID=11690)

(http://bch.cbd.int/protocol/decisions/decision.shtml?decisionID=12325)

هدف وثيقة الإرشادات ونطاقها

تهدف هذه الوثيقة إلى "توفير مرجع يمكنه مساعدة الأطراف والحكومات الأخرى في تنفيذ أحكام هذا البروتوكول فيما يتعلق بتقييم المخاطر، ولا سيما المرفق الثالث، وعلى هذا النحو، فإن هذه الوثيقة ليست وصفية، ولا تفرض أية التزامات على الأطراف".⁶

تركز وثيقة الإرشادات على الكائنات الحية المحورة الناشئة عن تطبيق التكنولوجيا الحيوية الحديثة تطبيق كما هو موضح في المادة 3 (ط) (أ) من البروتوكول.

تتكون هذه الوثيقة من ثلاثة أجزاء. يقدم الجزء الأول خارطة طريق لتقييم المخاطر للكائنات الحية المحورة. بينما يقدم الجزء الثاني إرشادات محددة بشأن تقييم مخاطر أنواع محددة من الكائنات الحية المحورة والصفات. أما الجزء الثالث فيركز على رصد ومراقبة الكائنات الحية المحورة التي تم إطلاقها في البيئة. وقد حدد منتدى الخبراء الإلكتروني المفتوح باب العضوية والفريق المخصص من الخبراء التقنيين الموضوعات التي تناولها الجآن الثاني والثالث ورتبوا أولوياتها، بموجب الاختصاصات المحددة في القرارين BS-IV/11 وBS-V/12، مع أخذ حاجة الأطراف لإرشادات وتوجيهات إضافية في الاعتبار.

⁶ القرار BS-V/12.

الجزء الأول

خريطة الطريق لتقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة

معلومات أساسية

تقدم خريطة الطريق هذه الإرشادات والتعليمات والتوجيهات حول تقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة على البيئة،⁷ مع أخذ مخاطرها على صحة الإنسان في الاعتبار، بما يتفق مع بروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية (المشار إليه لاحقاً باسم "البروتوكول") وبالأخص المادة 15 من المرفق الثالث (المشار إليه لاحقاً باسم "المرفق الثالث").⁸ وبناء على ذلك، وُضعت خريطة الطريق هذه لتكمل المرفق الثالث، كما أنها تعمل أيضاً على إتمام السياسات والتشريعات الوطنية للسلامة الأحيائية. وتهدف خريطة الطريق تحديداً إلى تسهيل التطبيق الفعال للمرفق الثالث وتحسينه من خلال تفصيل الخطوات والنقاط الواجب مراعاتها عند تقييم المخاطر على البيئة، وتوجيه المستخدمين إلى مواد المراجع الأساسية ذات الصلة. وقد تكون خريطة الطريق مفيدة كمرجع لخبراء تقييم المخاطر عند إجراء أو مراجعة عمليات تقييم المخاطر وكأداة تدريبية في أنشطة بناء القدرات.

توفر خريطة الطريق هذه معلومات ذات صلة بتقييم مخاطر كل أنواع الكائنات الحية المحورة واستخداماتها المقصودة في إطار نطاق البروتوكول وأهدافه. ومع ذلك، فقد وُضعت هذه الخريطة في الأغلب على أساس نباتات المحاصيل المحورة وراثياً، ويرجع ذلك إلى أن الخبرة الحالية في تقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة على البيئة قد تم اكتسابها بشكل أساسي من هذه الكائنات.⁹

يمكن تطبيق خريطة الطريق على كل أنواع الكائنات الحية المحورة التي تم إطلاقها في البيئة، سواء التي أطلقت لفترة زمنية محددة وعلى نطاق محدد، أو على نطاق واسع. إلا أن كمية ونوعية المعلومات المتاحة واللازمة لدعم تقييم مخاطر الكائنات التي أطلقت بصورة مقصودة في البيئة ستختلف وتتفاوت من حالة لأخرى.

مقدمة

ينص البروتوكول على أن يكون تقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة عملية منهجية منظّمة تتم بطريقة علمية سليمة تتسم بالشفافية وعلى أساس كل حالة على حدة فيما يتعلق بالبيئة المتلقية المحتملة. إن الهدف من تقييم المخاطر هو تحديد وتقييم مختلف الآثار السلبية المحتملة للكائنات الحية المحورة واحتمالاتها وعواقبها، فضلاً عن تقديم التوصية بشأن ما إذا كان الخطر العام المُقدّر مقبولاً أو يمكن التحكم فيه أم لا، مع مراعاة أية اشتباهات أو شكوك أو مخاوف ذات صلة. يقدم تقييم المخاطر المعطيات التي تخدم عملية صنع القرار فيما يتعلق بالكائنات الحية المحورة. وتوضح خريطة الطريقة العملية المتكاملة لتقييم المخاطر من خلال ثلاثة أقسام فرعية ألا وهي: "القضايا الشاملة في عملية تقييم المخاطر"، و"مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر"، و"إجراء تقييم المخاطر".

قد تختلف الآثار المحتملة التي يسببها الكائن الحي المحور وفقاً لخصائص الكائن الحي المحور، وكيفية استخدام الكائن الحي المحور، والبيئة المحيطة بالكائن الحي المحور. وقد تكون الآثار مقصودة أو غير مقصودة، كما يمكن اعتبارها مفيدة أو محايدة أو متعددة وفقاً لتأثيرها على هدف الحماية.

⁷ بما في ذلك المنتجات المشتقة منها، كما هو مبين في الفقرة 5 من المرفق الثالث من البروتوكول.

⁸ المادة 15 (<http://bch.cbd.int/protocol/text/article.shtml?a=cpb-15>) والمرفق الثالث (<http://bch.cbd.int/protocol/text/article.shtml?a=cpb-43>).

⁹ يمكن الاطلاع على القرارات بشأن الكائنات الحية المحورة، ضمن أشياء أخرى، في غرفة تبادل معلومات السلامة الأحيائية (<http://bch.cbd.int>) وعلى روابط المواقع الوطنية والمنظمات الحكومية الدولية ذات الصلة بهذا الغرض.

ويعتمد ما يمكن اعتباره أثراً سلبياً "وخطراً مقبولاً" على أهداف الحماية ومحو التقييم الخاصة بها. ويمكن اختيار أهداف الحماية بناء على السياسات والتشريعات الوطنية للأطراف، بالإضافة إلى المرفق الأول من اتفاقية التنوع البيولوجي على أساس الصلة بالطرف المسؤول عن إجراء تقييم المخاطر.

تتضمن خريطة الطريق خمس خطوات مقتبسة من المرفق الثالث تصف عملية متعددة المستويات، ترتبط فيها نتائج إحدى الخطوات بسائر الخطوات. ومن الضروري إجراء خطوات تقييم المخاطر بشكل تكراري، حيث يمكن تنقيح بعض الخطوات المعينة عند ظهور معلومات جديدة أو حدوث تغيير في الظروف بما قد يغير من نتائجها. وبالمثل يمكن أخذ بعض القضايا الموضحة في قسم "تحديد الإطار والنطاق" أدناه عند إجراء تقييم المخاطر ومرة أخرى في نهاية عملية تقييم المخاطر أيضاً لتحديد هل تم تناول الأهداف والمعايير المنصوص عليها في بداية تقييم المخاطر أم لا.

وفي النهاية، تؤخذ التوصيات النهائية المستمدة من تقييم المخاطر في الاعتبار خلال عملية صنع القرار المتعلقة بالكائن الحي المحور. وفي عملية صنع القرار، ووفقاً لسياسات الدولة وأهداف الحماية، من الممكن أخذ مواد أخرى من البروتوكول أو غيرها من القضايا ذات الصلة في الاعتبار، وسيتم عرض هذه القضايا والمواد في الفقرة الأخيرة من خريطة الطريق وعنوانها "القضايا المتصلة".

يوضح المرفق عملية تقييم المخاطر وفقاً لخريطة الطريق.

« انظر المراجع ذات الصلة "بالمقدمة":

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

القضايا الشاملة في عملية تقييم المخاطر

يحتوي هذا القسم على الإرشادات بشأن القضايا المرتبطة بكل خطوات تقييم المخاطر، كما يركز على البنود المتعلقة بجودة وملاءمة المعلومات التي ينبغي مراعاتها في عملية تقييم المخاطر، فضلاً عن وسائل تحديد وتوضيح المخاوف والشكوك التي قد تنشأ.

جودة المعلومات وملاءمتها

من الأسئلة الهامة التي تطرح نفسها في عملية تقييم المخاطر ما إذا كانت المعلومات المقدمة ذات جودة وملاءمة كافية لوصف المخاطر التي يشكلها الكائن الحي المحور.

هناك بعض القضايا التي يجب مراعاتها في المعتاد لضمان جودة وملاءمة المعلومات المستخدمة فضلاً عن صحة نتائج تقييم المخاطر. على سبيل المثال:

- معيار جودة المعلومات العلمية:
 - ينبغي استخدام معلومات ذات جودة علمية مقبولة، بما في ذلك البيانات الخام، في عملية تقييم المخاطر. وينبغي أن تتسق جودة البيانات مع الممارسات المقبولة لجمع الأدلة العلمية وتقديم التقارير، ومن الممكن أن تتضمن المعلومات مراجعة مستقلة لطرق ومناهج الدراسات؛
 - ينبغي استخدام الطرق الإحصائية الملائمة حيثما كان ذلك مناسباً، لتعزيز النتائج العلمية لتقييم المخاطر، كما ينبغي وصفها في تقرير تقييم المخاطر. وكثيراً ما تُستخدم البيانات المستمدة من مجالات علمية متعددة في تقييم المخاطر؛
 - ينبغي أن تكون التقارير عن البيانات والمناهج المستخدمة على قدر كافٍ من التفاصيل والشفافية، بما يسمح بالتحقق منها وإعادة إنتاجها من قبل جهة مستقلة. ويشمل ذلك ضمان الوصول بسهولة إلى البيانات التي يستخدمها خبراء تقييم المخاطر (على سبيل المثال: توافر البيانات أو المعلومات ذات الصلة، أو مواد العينة إذا طلبت وعند الاقتضاء)، مع مراعاة بنود المادة 21 من البروتوكول بشأن سرية المعلومات.

- ملاءمة المعلومات لتقييم المخاطر:

- يمكن اعتبار المعلومات والبيانات ملائمة إذا كانت مرتبطة بأهداف الحماية أو محاور التقييم، أو إذا كانت تساهم في تحديد وتقييم الآثار السلبية المحتملة للكائن الحي المحور، أو إذا كانت تؤثر على نتائج تقييم المخاطر أو القرار؛
- يمكن اشتقاق البيانات ذات الصلة من مجموعة مختلفة من المصادر مثل البيانات التجريبية الجديدة والمطبوعات العلمية المُحكّمة ذات الصلة، فضلاً عن البيانات والخبرة والنتائج المستخرجة من التقييمات السابقة للمخاطر إذا اعتُبرت ذات جودة علمية مقبولة، وخصوصاً تلك التي تتضمن الكائنات الحية المحورة ذاتها أو ما يماثلها في بيئات متلقية مماثلة؛¹⁰
- يمكن استخدام المعلومات من المعايير والإرشادات الوطنية والدولية في عمليات تقييم المخاطر، كما يمكن الاستفادة من معرفة وخبرات المزارعين والعلماء وخبراء التشريع والمجتمعات الأصلية والمحلية تبعاً لنوع الكائن الحي المحور واستخدامه المقصود والبيئة المتلقية المحتملة؛
- سوف تختلف المعلومات ذات الصلة بإجراء تقييم المخاطر من حالة إلى أخرى تبعاً لطبيعة التحويل في الكائن الحي المحور، واستخدامه المقصود، بالإضافة إلى نطاق ومدة الإطلاق في البيئة. وقد تتوفر أو تطلب معلومات أقل عند إجراء تقييم المخاطر في حالات الإطلاق في البيئة التي تهدف إلى إنشاء المعلومات لإجراء المزيد من عمليات تقييم المخاطر، وحيثما يكون مستوى تعرض البيئة المتلقية للكائن الحي المحور محدوداً مثلما يحدث مع عمليات الإطلاق التجريبية والدراسات التجريبية في المراحل المبكرة. ويمكن معالجة حالة الشك أو عدم اليقين الناتجة عن المعلومات المحدودة التي تتوفر في مثل هذه الحالات من خلال اتخاذ إدارة المخاطر وتدابير الرصد والمراقبة.
- اعتبارات إضافية فيما يتعلق بالمعلومات العلمية:
 - قد يؤدي تقييم المخاطر إلى زيادة الحاجة إلى المزيد من المعلومات الملائمة حول موضوعات محدّدة والتي يمكن تحديدها وطلبها خلال عملية التقييم؛
 - مدى تواجد الخبراء المستقلين الذين لديهم خلفية ملائمة في مختلف التخصصات العلمية لإجراء عمليات تقييم المخاطر أو لتقديم آرائهم واقتراحاتهم في عملية تقييم المخاطر.

تحديد حالات الشك ودراساتها

الشك أو نقص اليقين صفة جوهرية وطبيعية في التحليل العلمي وتقييم المخاطر. فوفقاً لبروتوكول قرطاجنة، "يمكن علاج حالة الشك ونقص اليقين فيما يتعلق بمستوى المخاطر بطلب المزيد من المعلومات بشأن قضايا محددة مثيرة للقلق، أو بتنفيذ استراتيجيات مناسبة لإدارة المخاطر و/أو رصد الكائن الحي المحور في البيئة المتلقية".¹¹ ولهذا فإن حدوث الشك العلمي ومدى هذا الشك من الأمور الجوهرية في سياق تقييم المخاطر. وحتى الآن، "لا يوجد تعريف متفق عليه دولياً للشك العلمي"، وليست هناك قواعد عامة متفق عليها دولياً أو مبادئ توجيهية لتحديد وقوعها. ولهذا يتم التعامل مع قضية الشك العلمي بشكل مختلف في بعض الأحيان في كل عقد أو ميثاق دولي عن طريق التدابير الوقائية.¹²

تقوي اعتبارات الشك من مستويات الصحة واليقين العلمي لعملية لتقييم المخاطر. ومنها اعتبارات المصدر والطبيعة، وتركز على الشكوك التي لها تأثير بارز على نتائج تقييم المخاطر.

في جميع حالات الشكوك المحددة، يمكن وصف طبيعة الشك بأنه ينشأ (أ) نقص المعلومات، و(ب) المعرفة غير المكتملة، و(ج) التباين البيولوجي أو التجريبي، مثل التباين الناتج عن عدم التجانس المتأصل في العينة قيد الدراسة، أو الناتج عن التغيرات في المقاييس التحليلية. ويشمل الشك الناتج عن نقص المعلومات على سبيل المثال المعلومات المفقودة أو البيانات الغامضة أو غير الدقيقة (فمثلاً، تلك الناتجة عن تصميمات الدراسة، والأنظمة النموذجية، والطرق التحليلية المستخدمة في توليد المعلومات وتقييمها وتحليلها).

¹⁰ يمكن الاطلاع على تقييمات المخاطر، ضمن أشياء أخرى، في غرفة تبادل معلومات السلامة الأحيائية (<http://bch.cbd.int>) والمركز الدولي للهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية (<http://rasm.icegeb.org>).

¹¹ المرفق الثالث، الفقرة 8 (و)

¹² الدليل التفسيري لبروتوكول قرطاجنة بشأن السلامة الأحيائية، الفقرة 52-66 (<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/EPLP-046.pdf>).

وفي بعض الحالات، لا تسهم كثرة المعلومات بالضرورة في تحقيق فهم أفضل للآثار السلبية المحتملة، ولذلك ينبغي على خبراء تقييم المخاطر ضمان إسهام أية معلومات إضافية مطلوبة في تحقيق تقييمات أفضل للمخاطر. وعلى الرغم من إمكانية الحد من حالات الشك ونقص اليقين الناتجة عن نقص المعلومات عن طريق إجراء المزيد من الأبحاث، إلا أنه لا يمكن الحد من حالات الشك الناشئة عن المعرفة غير الكاملة أو التباين المتأصل. ففي واقع الأمر، قد تؤدي المعلومات الإضافية في مثل هذه الحالات إلى ظهور حالات جديدة من الشك ونقص اليقين بدلا من الحد منها.

تناولت كل خطوة من خطوات تقييم المخاطر الأشكال المختلفة لحالات الشك ونقص اليقين بالدراسة والوصف. وبالإضافة إلى ذلك، فمن الضروري عند الإبلاغ عن نتائج تقييم المخاطر وصف أثر حالة الشك ونقص اليقين كمياً ونوعياً على المستوى المقدر من المخاطر، وأثره على استنتاجات وتوصيات تقييم المخاطر.

وفي الحالات التي تشير فيها طبيعة الشك إلى عدم إمكانية معالجته من خلال توفير بيانات أكثر أثناء تقييم المخاطر، فإنه يمكن معالجته حسب الاقتضاء من خلال إدارة المخاطر و/أو المراقبة بموجب الفقرة 8(هـ)، والفقرة 8 (و) من المرفق الثالث في البروتوكول (راجع الخطوة 5 والجزء الثالث).

« انظر المراجع ذات الصلة بـ "تحديد حالات الشك ودراساتها":

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر

تحديد إطار تقييم المخاطر ونطاقه

يتم إجراء تقييم المخاطر على أساس كل حالة على حدة فيما يتعلق بالكائن الحي المحور واستخدامه المقصود والبيئة المتلقية المحتملة. ويبدأ كل تقييم للمخاطر من خلال تحديد إطاره ونطاقه بطريقة تتوافق مع أهداف الحماية في البلد ومحاور التقييم، والحدود الدنيا للمخاطر، واستراتيجيات إدارة المخاطر وسياساتها.

ربما يتضمن تحديد إطار تقييم المخاطر ونطاقه بما يتسق مع سياسات الدولة وقوانينها مشاركة المعلومات والتشاور مع خبراء تقييم المخاطر وصانعي القرار والجهات المعنية المختلفة قبل إجراء التقييم الفعلي للمخاطر لتحديد أهداف الحماية ومحاور التقييم والحدود الدنيا للمخاطر المرتبطة بالتقييم، وقد يتضمن أيضا تحديد الأسئلة ذات الصلة بالحالة قيد النظر ليتم طرحها. ينبغي على خبراء تقييم المخاطر في مستهل العملية معرفة المتطلبات الوطنية لتقييم المخاطر ومعايير قبول المخاطر. كما يمكنهم أيضا الاستعانة بأسئلة أو قوائم المراجعة الملائمة للحالة قيد النظر للمساعدة في الخطوات اللاحقة.

يمكن أخذ عدة نقاط خاصة بالطرف المعني¹³ وبعملية معينة لتقييم المخاطر في الاعتبار حسب الاقتضاء. وتشمل هذه النقاط:

- السياسات والاستراتيجيات البيئية والصحية القائمة على ما يلي، على سبيل المثال:
 - (أ) التشريعات والالتزامات الدولية للطرف المعني؛
 - (ب) الإرشادات أو الأطر التشريعية التي أقرها الطرف المعني؛
 - (ج) أهداف الحماية ومحاور التقييم والحدود الدنيا للمخاطر واستراتيجيات الإدارة على النحو المنصوص عليه في التشريعات ذات الصلة بالطرف المعني على سبيل المثال؛
- المناولة المقصودة للكائن الحي المحور واستخدامه، بما في ذلك الممارسات المرتبطة باستخدام الكائن الحي المحور مع مراعاة ممارسات المستخدم وعاداته.
- طبيعة ومستوى تفاصيل المعلومات المطلوبة (انظر أعلاه) التي قد تعتمد على، ضمن أشياء أخرى، على الخصائص البيولوجية/بيئية الكائن المتلقي، والاستخدام المقصود من الكائنات الحية المحورة، والبيئة المتلقية المحتملة، فضلا عن نطاق ومدة التعرض للبيئة (على سبيل المثال: ما إذا كان للاستيراد فقط، أو للتجارب الميدانية أو للاستخدام التجاري). فعند الإطلاق الميداني المحدود، خاصة في المراحل التجريبية المبكرة أو في الخطوات

13 انظر بنود البروتوكول المتعلقة بالجهة المسؤولة عن ضمان تنفيذ تقييم المخاطر.

المبكرة من عمليات إطلاق الكائنات الحية المحورة في البيئة التي تتم على نحو تدريجي، تختلف طبيعة ومستوى تفاصيل المعلومات المطلوبة أو المتاحة بالمقارنة مع المعلومات المطلوبة أو المتاحة في حالة الإطلاق واسع النطاق أو في الإطلاق التجاري في البيئة.

- تحديد المتطلبات المنهجية والتحليلية بما في ذلك متطلبات آليات للمراجعة التي يجب الوفاء بها لتحقيق هدف تقييم المخاطر على النحو المنصوص عليه، على سبيل المثال، في المبادئ التوجيهية التي نشرها أو أقرها الطرف المسؤول عن إجراء تقييم المخاطر (عادة ما يكون الطرف المستورد وفقاً للبروتوكول)؛
- خبرة وتاريخ الكائن المتلقي غير المحور مع مراعاة وظائفه الإيكولوجية.
- أساليب وصف الآثار السلبية المحتملة للكائنات الحية المحورة، والمصطلحات المستخدمة في وصف مستويات الاحتمالات (الخطوة 2)، وحجم العواقب (الخطوة 3)، والمخاطر (الخطوة 4)، ومدى قبول المخاطر أو إمكانية الحد منها (الخطوة 5).

تجمع بعض أطر تقييم المخاطر عملية تحديد إطار ونطاق تقييم المخاطر مع تحديد الآثار السلبية المحتملة المرتبطة بتعديلات الكائنات الحية المحورة في خطوة واحدة تُسمَّى "صياغة المشكلة" (راجع الخطوة 1).

« انظر المراجع ذات الصلة بقسم "تحديد إطار تقييم المخاطر ونطاقه"

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

اختيار الكائنات المرجعية

ينبغي دراسة المخاطر المرتبطة بالكائن الحي المحور في إطار المخاطر التي تشكلها الكائنات المتلقية غير المحورة أو الكائنات المصدر في البيئة المتلقية المحتملة.¹⁴

يهدف المنهج المقارن إلى تحديد التغيرات بين الكائن الحي المحور و كائناته المرجعية التي قد تؤدي إلى حدوث آثار سلبية. قد يكون لاختيار الكائنات المرجعية آثار كبيرة على ملاءمة عملية تقييم المخاطر وتفسيرها والنتائج المستخلصة منها. ولذلك ينبغي انتقاء الكائن أو الكائنات المرجعية التي يتم اختيارها على أساس قدرتها على إنشاء المعلومات المتسقة وذات الصلة بتقييم المخاطر.

ينبغي تقييم الكائن الحي المحور وكائناته المرجعية في الوقت والمكان نفسيهما، وفي ظل الظروف البيئية نفسها من أجل تفسير التباين الناتج عن التفاعل مع البيئة. قد يصعب في بعض الحالات اختيار الكائن/الكائنات المرجعية الملائمة.

تستخدم بعض أساليب تقييم المخاطر نمطاً وراثياً غير معدل بخلفية وراثية قريبة بقدر الإمكان من الكائن الحي المحور الذي يُجرى تقييمه، مثل سلالة (شبه) متجانسة وراثياً لتصبح الاختيار الأساسي ككائن مرجعي. وفي مثل هذه الأطر لتقييم المخاطر التي تتطلب استخدام كائن متلقي (شبه) متجانس وراثياً ككائن مرجعي، تتجلى فائدة المزيد من الكائنات المرجعية وفقاً للوظائف البيولوجية للكائن وأنواع الصفات المحورة قيد التقييم. وفي الممارسة العملية، يستخدم الكائن غير المحور (شبه) المتجانس وراثياً في الخطوة 1، وخلال عملية تقييم المخاطر. وعندما يتم تقييم احتمالية الآثار السلبية وعواقبها المحتملة، يمكن – حسب الاقتضاء – أخذ المعرفة الواسعة والخبرة في الكائنات المرجعية الإضافية في الاعتبار مثل السلالات المرجعية غير المحورة التي تم تحديدها، جنباً إلى جنب مع الكائن المتلقي غير المحور. كما يمكن أيضاً مراعاة نتائج التجارب الميدانية التجريبية أو غيرها من المعلومات البيئية والخبرة بالكائنات الحية المحورة ذاتها أو ما يماثلها في البيئات المتلقية ذاتها أو ما يماثلها.

وفي الأساليب الأخرى لتقييم المخاطر، سوف يعتمد اختيار الكائن المرجعي المناسب على الكائن الحي المحور المحدد الذي يُجرى النظر فيه، وعلى الخطوة الحالية في تقييم المخاطر، فضلاً عن الأسئلة الجاري طرحها.

وقد لا تكفي - في بعض الحالات- الكائنات المتلقية غير المحورة أو الكائنات المصدر وحدها لتحديد أساس ملائم لتقييم الكائن المرجعي. وفي مثل هذه الحالات تكون الأساليب الإضافية و/أو الكائنات المرجعية ضرورية (للحصول على أمثلة عملية ملموسة، والمزيد من الإرشادات، يُرجى الرجوع إلى الجزء الثاني من هذا الدليل الإرشادي).

إجراء تقييم المخاطر

لتحقيق الهدف الذي نص عليه المرفق الثالث من البروتوكول، والبنود في المواد الأخرى ذات الصلة من البروتوكول، يتم تقييم المخاطر في خطوات من خلال عملية متكاملة وبأسلوب تكراري حسب الاقتضاء. توضح الفقرة 8 من المرفق الثالث الخطوات الأساسية في عملية تقييم المخاطر. أما الفقرة 9 من المرفق الثالث فتسرد وتصف النقاط التي يجب مراعاتها في عملية تقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة استناداً إلى حالة معينة.

تتمثل خطوات تقييم المخاطر بموجب البروتوكول مع الخطوات المستخدمة في الأطر الأخرى لتقييم المخاطر. وعلى الرغم من أن المصطلحات قد تختلف فيما بين الأساليب المختلفة، يتم تعريف تقييم المخاطر بشكل عام بأنه عملية قائمة على منهج علمي تشمل على الأقل المكونات المشتركة التالية (تتمثل مع الخطوات من 1 إلى 4 على التوالي): "تحديد الأخطار"، و"تقييم التعرض"، و"وصف الأخطار"، و"وصف المخاطر".

يصف هذا القسم بالتفصيل الخطوات الموضحة في الفقرة 8 (أ) - (هـ) من المرفق الثالث، وينص على النقاط التي ينبغي مراعاتها في كل خطوة. وبعض النقاط التي ينبغي مراعاتها مستمدة من الفقرة 9 من المرفق الثالث. وأضيفت نقاط إضافية ينبغي مراعاتها على أساس المناهج الشائعة المستخدمة لتقييم مخاطر وإدارة مخاطر الكائنات الحية المحورة بقدر ما تتماشى مع المبادئ الواردة في المرفق الثالث.

وتعتمد صلة كل نقطة ينبغي مراعاتها على الحالة موضع التحليل.

الإرشادات المقدمة أدناه حول الخطوات في تقييم المخاطر ليست شاملة أو جامعة، لهذا من الممكن أن الإرشادات الإضافية والنقاط التي ينبغي مراعاتها ملائمة عند الاقتضاء. وتقدم الروابط قوائم بالمستندات المرجعية الملائمة لكل قسم.

« انظر المراجع ذات الصلة بـ "إجراء تقييم المخاطر":

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

الخطوة 1: "تحديد أي خصائص لتراكيبات وراثية وأنماط ظاهرية جديدة مرتبطة بالكائن الحي المحور قد تترتب عليها آثار ضارة على التنوع البيولوجي في البيئة المتلقية المحتملة، مع مراعاة المخاطر على صحة الإنسان أيضاً" 15

التفسير

الهدف من هذه الخطوة هو تحديد التغيرات في الكائن الحي المحور نتيجةً لاستخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة التي قد تسبب آثاراً سلبية على حفظ التنوع البيولوجي واستدامته مع مراعاة المخاطر على صحة الإنسان. وقد تكون الآثار السلبية المحتملة مباشرة أو غير مباشرة، عاجلة أو آجلة.¹⁶

يطرح خبراء تقييم المخاطر في هذه الخطوة السؤال التالي: "ما هي الآثار السلبية التي قد تحدث، ولماذا، وكيف؟". هذه الخطوة هامة للغاية في عملية تقييم المخاطر حيث تحدد الأسئلة المطروحة سيناريوهات المخاطر التي يجب مراعاتها في

15 العناوين السميكة لكل خطوة هي اقتباسات مباشرة من المرفق الثالث من البروتوكول

16 انظر أيضا المادة 2، الفقرة 2(ب) من بروتوكول ناغويا - كوالامبور التكميلي بشأن المسؤولية والجبر التعويضي (<http://bch.cbd.int/protocol/nkl/article2>)

جميع الخطوات اللاحقة. ويمكن الإشارة أيضاً إلى هذه الخطوة بـ "تحديد مفهوم الخطر"، فمن الضروري معرفة الفرق بين "الأخطار" و"المخاطر" ويتعين على خبراء تقييم المخاطر إدراك هذا الفرق. تُجرى هذه الخطوة في الكثير من الحالات كجزء من عملية صياغة المشكلة عند تحديد إطار ونطاق تقييم المخاطر. ولا تقتصر هذه الخطوة في تلك الحالة على تحديد الأخطار فحسب، بل يؤخذ في الاعتبار أهداف الحماية ونتائج التقييم الملائمة أيضاً. وسواء تمت الخطوة الأولى و"تحديد إطار ونطاق التقييم" بالتوازي أو بالتوالي، فإن هذه الإجراءات تتمتع بأهمية بالغة في تقييم المخاطر حيث أنها تشكل أساس الخطوات اللاحقة.

يحدد خبراء تقييم المخاطر في هذه الخطوة السيناريوهات المحتملة علمياً وفرضيات المخاطر للتنبؤ بما إذا كان للكائن الحي المحور آثار سلبية على محاور التقييم. وعند القيام بذلك، يحلل خبراء تقييم المخاطر ما يمكن أن تؤدي إليه السمات والصفات الجديدة للكائن الحي المحور بالإضافة إلى عمليات نقله وتداوله واستخدامه من آثار سلبية أثناء التفاعل مع البيئة المتلقية المحتملة. فعلى سبيل المثال، إذا كان هدف الحماية هو الحفاظ على التنوع البيولوجي، فعندئذ قد تسهم فرضية المخاطر في تقييم السمات الجديدة للكائن الحي المحور التي قد تؤثر على "أهداف" معينة مثل أحد عناصر شبكة الغذاء أو عدد أفراد المجموعات من صنف أو جنس معين في البيئة المتلقية المحتملة. تسمى الأهداف أيضاً بمحاور التقييم، كما تعد مواصفاتها التي لا غموض فيها بأهمية بالغة للتركيز على تقييم المخاطر.

من الضروري تحديد العلاقة السببية أو المسار بين سمة الكائن الحي المحور والأثر الضار المحتمل، وإلا فإن تقييم المخاطر سيؤدي إلى إنتاج معلومات لن تكن مفيدة في صنع القرار (انظر أيضاً الخطوتين 2 و3). وبحسب الكائن الحي المحور واستخدامه المقصود والبيئة المتلقية المحتملة، قد تتضمن التغيرات المحتملة التي قد تؤدي إلى آثار سلبية على سبيل المثال لا الحصر قدرة الكائن الحي المحور على: (أ) التأثير على الكائنات غير المستهدفة، (ب) إلحاق آثار غير مقصودة بالكائنات المستهدفة، (ج) التوغل أو الغزو أو اكتساب ميزة الكفاءة في النظم الإيكولوجية في ظل التحكم المحدود أو انعدامه، (د) نقل الجينات للكائنات أو السلالات الأخرى، (هـ) عدم استقراره جينياً أو ظاهرياً.

في هذه الخطوة ينبغي دراسة مقارنة الكائن الحي المحور في إطار الكائنات المتلقية غير المحورة أو الكائنات المصدر في البيئة المتلقية المحتملة، مع مراعاة السمة/السمات الجديدة للكائن الحي المحور (انظر قسم "اختيار الكائنات المرجعية" في الفصل "مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر").

يمكن وصف السمات الجديدة للكائن الحي المحور التي سيتم دراستها من خلال مصطلحي صفات وراثية وصفات ظاهرية. وتتضمن هذه السمات أية تغييرات تطرأ على الكائن الحي المحور بدءاً من الحمض النووي (متضمناً أية عمليات حذف) حتى مستوى التعبير الجيني والتغيرات الشكلية.

ربما يسبب الكائن الحي المحور آثاراً سلبية قد تكون مباشرة أو غير مباشرة، عاجلة أو آجلة، اتحادية أو تراكمية، متوقعة أو غير متوقعة. فعلى سبيل المثال، يمكن حدوث الآثار السلبية بسبب التغيرات في مستويات التعبير في الجينات داخلية المنشأ كنتيجة للتحويل الجيني أو بسبب الآثار الاتحادية بين اثنين أو أكثر من الجينات أو المنتجات الجينية أو المسارات الفسيولوجية.

نقاط ينبغي مراعاتها حول وصف الكائنات الحية المحورة:

- (أ) الصفات ذات الصلة للكائنات المتلقية غير المحورة، مثل:
 - 1) الصفات البيولوجية والحيوية، بوجه خاص تلك التي إذا تغيرت أو نتجت عن تفاعل مع المشتقات الجينية الجديدة أو صفات الكائن الحي المحور قد تؤدي إلى تغييرات تسبب آثاراً سلبية؛
 - 2) العلاقات التصنيفية؛
 - 3) النشأة ومراكز النشأة، ومركز التنوع البيولوجي؛
 - 4) الوظيفة الإيكولوجية،
 - 5) ما إذا كانت عنصراً في التنوع البيولوجي المهم للحفاظ على التنوع البيولوجي واستعماله المستدام في إطار المادة 7 (أ) من الملحق الأول من الاتفاقية؛

(ب) الصفات المرتبطة بطريقة التحول، منها صفات الناقل، مثل الهوية أو المصدر أو النشأة، ومجموعة المضيف، والمعلومات بشأن ما إذا كانت طريقة التحول تؤدي إلى ظهور (أجزاء من) الناقل في الكائن الحي المحور، من ضمنها أية جينات واسمة؛

(ج) الصفات ذات الصلة للجينات والتسلسلات الوظيفية الأخرى، مثل عناصر التحفيز التي تم إدخالها في الكائن الحي المحور (مثل وظائف الجين وأثاره الجينية في الكائن المانح مع الاهتمام بشكل خاص بصفات الكائن المتلقي التي يمكن أن تتسبب في آثار سلبية)؛

(د) الصفات الجزيئية للكائن الحي المحور المتصلة بالتحوير الوراثي مثل الصفات الجينية المحورة، ومواقع الزرع الجيني، ورقم النسخ للجينات المزروعة، والاستقرار، وثبات واستقرار وسلامة الكائن المتلقي وبنية التنظيمية، خصوصية العناصر الجينية (مثل عوامل النقل)؛ ومستويات التعبير الجيني، والمشتقات الجينية المقصودة وغير المقصودة.

(هـ) التغيرات الوراثية (انظر النقطة (د) أعلاه) والظاهرة في الكائن الحي المحور، سواء كانت مقصودة أو غير مقصودة، بالمقارنة مع الكائن المتلقي غير المحور، مع مراعاة التغيرات التي قد تسبب آثاراً سلبية، ومنها التغيرات في تعبير وتنظيم الجين الأصلي/الذاتي على مستويات النقل والتحويل الجيني وما بعد التحويل الجيني.

نقاط ينبغي مراعاتها حول الاستخدام المقصود والبيئة المتلقية المحتملة:

(و) أهداف الحماية ومحاور التقييم ذات الصلة بالبيئة المتلقية المحتملة (انظر "مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر" و"تحديد الإطار والنطاق")؛

(ز) توافر البيانات الكافية لإنشاء خط أساس منطقي للبيئة المتلقية المحتملة التي ستكون الأساس لتقييم المخاطر؛

(ح) النطاق المكاني المقصود والمدة ومستوى الاحتواء (مثل الاحتواء البيولوجي) في الإطلاق في البيئة، مع مراعاة ممارسات المستخدم وعاداته؛

(ط) خصائص البيئة المتلقية المحتملة التي تتضمن وظائف وخدمات النظام الإيكولوجي ذات الصلة، وبوجه خاص صفاته الملائمة ذات الصلة بالتفاعلات المحتملة للكائن الحي المحور التي قد تؤدي لآثار سلبية (انظر أيضاً الفقرة

(ك) أدناه)،¹⁷ مع مراعاة خصائص مكونات التنوع البيولوجي، خاصة في مراكز النشأة ومراكز التنوع الوراثي؛

(ي) الآثار السلبية المحتملة فيما له علاقة بالكائنات المستهدفة مثل الآفات التي اكتسبت مقاومة للصفات المستهدفة والأعشاب التي اكتسبت مقاومة ضد مبيدات الأعشاب.

نقاط ينبغي مراعاتها حول الآثار السلبية المحتملة الناتجة عن التفاعل بين الكائن الحي المحور والبيئة المتلقية المحتملة:

(ك) صفات الكائن الحي المحور بالنسبة للبيئة المتلقية المحتملة (على سبيل المثال: معلومات عن الصفات الظاهرية المرتبطة بقدرتها على البقاء والصمود، أو الآثار السلبية المحتملة المترتبة عليها – انظر أيضاً الفقرة (هـ) أعلاه)؛

(ل) اعتبارات النظم الإيكولوجية المدارة وغير المدارة حول استخدام الكائن الحي المحور، ذات الصلة بالبيئة المتلقية المحتملة، ومن هذه الاعتبارات الآثار السلبية المحتملة الناتجة عن استخدام الكائن الحي المحور، مثل التغيرات في ممارسات إدارة المزارع، وتكاثر الكائن الحي المحور من خلال آليات مثل نشر البذور أو التهجين والتزاوج من داخل الأنواع أو بين بعضها البعض، أو من خلال الانتقال إلى مواطن قد يستطيع الكائن الحي المحور الاستقرار فيها أو الانتشار، فضلاً عن الآثار عن توزيع الأنواع، وشبكات الغذاء والتغيرات في الخصائص الجيوكيميائية الحيوية؛

(م) القدرة على التهجين والتزاوج ونقل جينات التحوير عن طريق النقل الرأسى للجينات من كائن حي إلى نوع آخر متوافق جنسياً معه تؤدي إلى انتقال جين (جينات التحوير) إلى الكائنات من الأنواع المتوافقة جنسياً، وما إذا كانت هذه الجينات ستؤدي إلى آثار سلبية أم لا؛

(ن) إمكانية حدوث النقل الجيني الأفقى لتسلسلات جينات التحوير من الكائن الحي المحور إلى أي كائن آخر في البيئة المتلقية المحتملة، وما إذا كان ذلك سيؤدي إلى آثار سلبية محتملة. وفيما يتعلق بالنقل الجيني الأفقى للكائنات المجهرية (بما في ذلك الفيروسات)، من الممكن توجيه اهتمام خاص بالحالات التي تكون فيها الكائنات الحية المحورة كائنات مجهرية؛

¹⁷ تتضمن أمثلة الصفات الملائمة للبيئة المتلقية، ضمن صفات أخرى، (1) نوع النظام الإيكولوجي (على سبيل المثال، النظام البيئي الزراعي والنظم الإيكولوجية للغابات أو البساتين أو النظم الإيكولوجية للتربة أو النظم الإيكولوجية المائية والبيئات الحضرية أو الريفية)، (2) امتداد الأبعاد (الأحجام الصغيرة أو المتوسطة أو الكبيرة أو بأحجام المختلطة)، (3) الاستخدام/التاريخ السابق (الاستخدام المكثف أو واسع النطاق للأغراض الزراعية، أو النظام الإيكولوجي الطبيعي، أو نقص الاستخدام المحكوم المسبق في النظام الإيكولوجي)، (4) المنطقة (المناطق) الجغرافية التي يستهدفها الإطلاق، وتشمل الظروف المناخية والجغرافية وخصائص التربة والمياه والرواسب؛ (5) الخصائص المحددة للحيوانات والأزهار والمجتمعات الميكروبية السائدة، بما في ذلك المعلومات عن الأجناس والأنواع الأليفة والبرية المتوافقة جنسياً، و(6) حالة التنوع البيولوجي التي تشمل الحالة كمركز المنشأ وتنوع الكائن المتلقي وظهور الأنواع النادرة أو المعرضة للخطر أو المحمية أو الأنواع ذات القيمة الثقافية.

- (س) الآثار السلبية المحتملة على الكائنات غير المستهدفة، مثل السمية وإثارة الحساسية و**الآثار متعددة الغذائية** التي قد تؤثر على بقاء أو نمو أو سلوك هذه الكائنات؛
- (ع) الآثار السلبية المحتملة لاختلاط البشر العرضي مع الكائن الحي المحور (أو أجزاء منه) (مثل التعرض للمشتقات الجينية المحورة في حبوب اللقاح) والآثار السمية أو المثيرة للحساسية التي قد تحدث، مع الأخذ في الاعتبار الممارسات الزراعية التي قد تستخدم مع الكائن الحي المحور، مثل نوع الري وعدد ومقادير مبيدات الأعشاب أو طرق الحصاد أو التخلص من المخلفات، وهكذا.
- (ف) **الآثار التراكمية** مع أي كائن حي محور في البيئة.

« انظر المراجع ذات الصلة بـ "الخطوة 1":

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

الخطوة 2: "تقييم الآثار السلبية المحتملة التي تتحقق مع مراعاة مستوى ونوع تعرض البيئة المتلقية المحتملة للكائنات الحية المحورة."

التفسير

لتحديد ووصف مجمل مخاطر الكائنات الحية المحورة (الخطوة 4)، يعمل خبراء تقييم المخاطر على تقييم احتمال حدوث كل أثر من الآثار السلبية المحتملة المحددة في الخطوة 1. وقد يتم تقييم مستويات الاحتمال في الوقت نفسه مع تقييم العواقب إذا تحققت الآثار السلبية (الخطوة 3) أو بترتيب عكسي.

ربما يشار إلى هذه الخطوة بوصفها "تقييم للتعرض" يحدد المسارات المنطقية والمعقولة التي تفضي بالخطر إلى الآثار السلبية. وتهدف هذه الخطوة إلى تحديد عما إذا كانت البيئة المتلقية ستعرض للكائن الحي المحور الذي يمتلك القدرة على التسبب في الآثار السلبية، مع مراعاة النقل والتداول والاستخدام المقصود للكائن الحي المحور، ومستوى التعبير الجيني، ومقدار آثار مشتقات التحويل وتأثيرها على البيئة.

ينبغي تحديد مسار التعرض للكائن الحي المحور الجاري تقييمه (أو مشتقاته) لكل افتراض أو سيناريو من افتراضات أو سيناريوهات المخاطر المحددة في الخطوة 1. كما ينبغي كذلك تحديد الصلة السببية بين الكائن الحي المحور والآثار السلبية المحتملة بقدر الإمكان. ومن الممكن أن يتم ذلك ببناء النماذج النظرية التي تصف العلاقات بين الكائن الحي المحور ومسارات التعرض والآثار السلبية المحتملة في البيئة، مع أخذ المخاطر على صحة الإنسان في الاعتبار. فعلى سبيل المثال من الممكن أن تكون مسارات التعرض عن طريق الفم أو التنفس أو التلامس الجلدي ذات صلة للكائن الحي المحور الذي يحتمل أن ينتج مشتقاً جينياً ساماً.

يمكن استخدام الدراسات والنماذج التجريبية في تقييم مستوى ونوع التعرض المحتمل، المقترن باستخدام الأدوات الإحصائية الملائمة لكل حالة. ويمكن استخدام الخبرات السابقة مع المواقف المماثلة (الكائن المتلق نفسه، الكائن الحي المحور، الصفة، البيئة المتلقية، وهكذا) إذا كانت متاحة في التعامل مع مستوى ونوع التعرض، مع أخذ ممارسات المستخدم وعاداته في الاعتبار.

في بعض الظروف، خاصة في ظل المستويات العالية من الشك ونقص اليقين في تقييم الاحتماليات، ربما من الصعب تقييم احتمال الآثار السلبية الجاري تحقيقها. وفي مثل هذه الحالات، ربما من المفيد افتراض حدوث أثر سلبي بنسبة احتمال 100 في المائة، والتركيز على تقييم عواقبه ونتائجه.

من الممكن التعبير عن مستويات الاحتمال بصورة كمية أو نوعية. على سبيل المثال، ربما تتضمن المصطلحات النوعية "محتمل إلى حد كبير"، و"محتمل"، و"مستبعد" و"مستبعد إلى حد كبير". ويجوز للأطراف دراسة وصف هذه المصطلحات واستخداماتها في أدلة تقييم المخاطر الإرشادية المنشورة أو التي يقرونها.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) ربما تكون الصفات الملائمة للبيئة المتلقية المحتملة عاملاً في حدوث الآثار السلبية المحتملة (انظر الخطوة 1 (و) و (ز) و (ط))، مع الأخذ في الاعتبار اختلاف الظروف البيئية، والآثار السلبية على المدى الطويل المرتبطة بالتعرض للكائن الحي المحور والتفاعل معه؛

(ب) مستويات التعبير الجيني في الكائن الحي المحور والقدرة على الاستمرار والصمود والاستمرار وتراكم العناصر (في السلسلة الغذائية) في البيئة، والآثار السلبية المحتملة التي يفرزها الكائن الحي المحور مؤخراً مثل السموم ومثيرات الحساسية وبعض البروتينات المقاومة للحشرات. في حالة التجارب الميدانية يكون مستوى المقاومة والتراكم في البيئة المتلقية منخفضاً حسب الحجم والطبيعة المؤقتة للإطلاق مع تنفيذ تدابير الإدارة؛

(ج) معلومات عن موقع الإطلاق والبيئة المتلقية (مثل المعلومات الجغرافية والمعلومات البيولوجية الجغرافية، التي تتضمن حسب الاقتضاء الإحداثيات الجغرافية)؛

(د) العوامل التي تؤثر على انتشار الكائن الحي المحور، مثل النطاق الإيكولوجي والقدرة على الانتقال، والقدرة على التكاثر (عدد الذرية، وقت إنتاج البذور، وفرة البذور، ووحدة التكاثر الخضري، والسكون، وقدرة حبوب اللقاه على التحمل والبقاء)؛ والقدرة على الانتشار باستخدام الوسائل الطبيعية (الرياح والمياه) أو الوسائل البشرية (مثل ممارسات التربة أو الزراعة، أو حفظ البذور وتبادلها، وهكذا)؛

(هـ) العوامل التي تؤثر على تواجد الكائن الحي المحور أو حضوره، مما يؤدي إلى استقراره في البيئة، مثل العمر وسكون البذور وقدرة بذور الكائن الحي المحور على الاستقرار والاستمرار بين النباتات البرية أو المزروعة في حالة الكائنات الحية المحورة من النباتات، والوصول إلى مرحلة التكاثر أو القدرة على الانتشار خضريا؛

(و) عند تقييم احتمال التهجين والاختلاط بين الكائن الحي المحور والأنواع المتوافقة جنسيا، ينبغي أخذ الموضوعات التالية في الاعتبار:

(أ) الخصائص البيولوجية لأنواع المتوافقة جنسيا؛

(ب) البيئة المحتملة التي قد تعيش فيها الأنواع المتوافقة جنسيا؛

(ج) قدرة الكائن الحي المحور على الاستمرار والصمود في البيئة؛

(د) انتشار جين التحويل في الأنواع المتوافقة جنسيا؛

(ز) قدرة جين التحويل على المقاومة في النظام البيئي،

(ح) نوع ومستوى التعرض المتوقع في البيئة التي تم نشر الكائن الحي المحور، والوسائل التي يحدث بها هذا التعرض العرضي في هذا المقع من البيئة، أو في مكان آخر، (على سبيل المثال [مسار الجينات](#) أو التعرض العرضي بسبب الخسائر أثناء النقل والمناولة، أو النشر المقصود بواسطة الناس، أو النشر غير المقصود بواسطة الناس من خلال المعدات، أو المنتجات المختلطة أو وسائل أخرى)؛

« انظر المراجع ذات الصلة بـ "الخطوة 2":

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

الخطوة 3: "تقييم العواقب في حالة تحقق هذه الآثار السلبية"

التفسير

تصف هذه الخطوة، التي قد يشار إليها أيضا بمصطلح "تحديد المخاطر"، تقييم حجم وأبعاد عواقب الآثار السلبية المحتملة، وفقا لسيناريوهات المخاطر المحددة في الخطوة 1، مع التركيز بوجه خاص على المناطق المحمية ومراكز النشأة ومراكز التنوع الجيني، ومع مراعاة أهداف الحماية وغايات البلد الذي يتم فيه إطلاق الكائن الحي في البيئة. وكما ناقشنا في الخطوة السابقة، فإن تقييم عواقب الآثار السلبية قد يحدث في الوقت نفسه مثل تقييم الاحتمالات أو بترتيب عكسي.

من الممكن في هذه الخطوة دراسة نتائج الاختبارات التي أجريت في ظروف مختلفة، مثل تجارب المعامل أو الإطلاق التجريبي. وقد يؤثر حجم ومدة الاستخدام المقصود (سواء كان صغيرا أم كبيرا) على خطورة الآثار المحتملة، وينبغي لهذا أخذه في الاعتبار.

ينبغي دراسة تقييم عواقب الآثار السلبية في إطار الآثار السلبية التي سببتها الكائنات المتلقية غير المحورة أو الكائنات المصدر في البيئة المتلقية المحتملة (انظر مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر). وينبغي أن يتناول تقييم العواقب بالدراسة الآثار السلبية المرتبطة بالممارسات الحالية أو بالممارسات التي سيتم تطبيقها مع الكائنات الحية المحورة جنبا إلى جنب (مثل أساليب الزراعة المتنوعة على سبيل المثال من أجل التحكم في الآفات أو الأعشاب). من الضروري أن يتم في هذه الخطوة تقييم مدة الأثر السلبى المحتمل (في المدى القصير أو الطويل) والحجم (الدلالات والنتائج على المستوى المحلي أو الوطني أو الإقليمي)، ووسائل التأثير (المباشرة وغير المباشرة) وإمكانية (أو نقص إمكانية) علاج الآثار أو إصلاحها، والحجم الإيكولوجي المتوقع (لكائنات فردية بعينها - على سبيل المثال أفراد من نوع معين محمي من الانقراض أو الخطر، أو مجموعات الكائنات وسلالاتها).

يمكن التعبير عن تقييم عواقب الآثار السلبية بمصطلحات نوعية أو كمية. على سبيل المثال، يمكن استخدام مصطلحات مثل "جسيمة" أو "متوسطة" أو "منخفضة" أو لا يكاد يذكر". وينبغي على الأطراف أن تدرس وصف هذه المصطلحات واستخدامها في أدلة تقييم المخاطر الإرشادية التي ينشرونها أو يقرونها.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) المعرفة والخبرة ذات الصلة بالكائنات المتلقية أو المصدر غير المحور، أو الاستخدام الحالي للكائن في البيئة المتلقية المحتملة، وتفاعلاتها مع الأنواع الأخرى بما في ذلك الأنواع المتوافقة جنسيا. وربما يتضمن ذلك آثار:

(1) الممارسات الزراعية على مستوى مسار الجينات بين الأنواع وداخلها؛ وانتشار الكائن المتلقي، ووفرة المتطوعين في تدوير المحصول، والتغير في كثرة الآفات، والكائنات النافعة مثل حبوب اللقاح، والكائنات المحللة، والكائنات التي تسهم في التحكم البيولوجي أو كائنات التربة الدقيقة التي تسهم في تدوير عناصر التغذية؛

(2) إدارة الآفات التي تؤثر على الكائنات غير المستهدفة من خلال تطبيقات مكافحة الآفات أو أساليب الإدارة الأخرى، مع اتباع الممارسات الزراعية المقبولة؛

(3) سلوك مجموعات الأنواع الأخرى، ويشمل التفاعلات بين الكائنات المفترسة والفرائس، ودورها في شبكات الغذاء، ووظائفها الأخرى في البيئة، وانتقال الأمراض، ومثيرات الحساسية، والتفاعل بين البشر أو الأنواع الأخرى؛

(ب) العواقب التي تترتب على الآثار الاتحادية والتراكمية في البيئة المتلقية المحتملة؛ 18

(ج) المعرفة ذات الصلة والخبرة مع الكائن الحي المحور في البيئات المتلقية المماثلة؛

(د) نتائج التجارب العملية التي تتناول، عند الاقتضاء، العلاقات بين الجرعة والاستجابة، أو مستويات الآثار الخاصة (على سبيل المثال: معياري نصف التركيز الفعال المثالي EC50 و معياري نصف الجرعة المميتة LD50 و مستوى الآثار غير المرصودة NOEL) من أجل معرفة الآثار الحادة أو المزمنة أو دون المزمنة، ومنها الآثار على المناعة؛

(هـ) النتائج من التجارب الميدانية التي تعمل على تقييم القدرة المحتملة على الغزو والتوغل؛

(و) الآثار المحتملة لانتشار جين التحويل الناتج عن التهجين والاختلاط إلى الأنواع المتوافقة جنسيا.

« انظر المراجع ذات الصلة "بالخطوة 3":

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

الخطوة 4: "تقييم المخاطر الكلية التي يشكلها الكائن الحي المحور على أساس تقييم احتمالات وعواقب الآثار الضارة المحددة التي تتحقق".

التفسير

الغرض من هذه الخطوة، التي يمكن الإشارة إليها بمصطلح "خصائص المخاطر"، تحديد ووصف المخاطر الكلية للكائن الحي المحور. ويتم ذلك بوصف المخاطر الفردية وتحليلها على أساس تحليل الآثار السلبية المحتملة المكتمل في الخطوة 1 ومستويات احتمالاتها (الخطوة 2) وعواقبها (الخطوة 3)، ثم الجمع بينها في تقدير للمخاطر الكلية، مع أخذ أي شكوك مرتبطة في الاعتبار قد يتم تحديدها في أي من الخطوات السابقة، وكيفية تأثيرها على تقدير المخاطر الكلية للكائن الحي المحور (انظر "تحديد الشكوك ودراساتها" في قسم "القضايا الشاملة لعملية تقييم المخاطر" أعلاه).

حتى الآن، لا توجد وسيلة مقبولة عالميا لتقدير المخاطر الكلية، وكل المتاح هو عدد من الأساليب المتاحة لهذا الغرض. على سبيل المثال، فإن وصف المخاطر الكلية يستمد أفضل تقديرات المخاطر من عدة مستويات من الأدلة. وهذه المستويات من

الأدلة يمكن مقارنتها وربطها نوعياً أو كمياً. ويمكن استخدام مصفوفات المخاطر أو مؤشرات المخاطر أو نماذجها لهذا الغرض.¹⁹

يمكن وصف خصائص المخاطر كمياً أو نوعياً. وقد استخدمت مصطلحات نوعية مثل 'جسيمة' أو 'متوسطة' أو 'منخفضة' أو 'لا تكاد تذكر' أو 'غير محدد' (على سبيل المثال بسبب الشك وعدم اليقين أو نقص المعلومات) في وصف المخاطر الكلية للكائن الحي المحور. وبإمكان الأطراف أن تدرس وصف هذه المصطلحات واستخداماتها في إرشادات تقييم المخاطر التي ينشرونها أو يعتمدونها. وربما ينتج عن هذه الخطوة، على سبيل المثال، وصف يشرح كيفية إجراء تقدير المخاطر الكلية.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) الآثار السلبية المحتملة المحددة (الخطوة 1)؛
- (ب) تقييم الاحتمالات (الخطوة 2)؛
- (ج) تقييم العواقب إذا تحققت الآثار السلبية (الخطوة 3)؛
- (د) كل خطوة على حدة والتفاعلات بينها، مثل الاتحاد أو التضاد.
- (هـ) أي استراتيجيات لإدارة المخاطر (انظر الخطوة 5) ربما تؤثر على تقديرات المخاطر عند تنفيذها؛
- (و) اعتبارات النظام البيئي والطبيعة الكلية، ومنها الآثار الكلية بسبب تواجد الكائنات الحية المحورة المتنوعة في البيئة المتلقية.

« انظر المراجع ذات الصلة "بالخطوة 4" »

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

الخطوة 5: "تقديم التوصية بما إذا كانت المخاطر مقبولة أو يمكن إدارتها أم لا، بما في ذلك، تحديد استراتيجيات لإدارة هذه المخاطر عند الضرورة"

التفسير

في الخطوة 5، يعد خبراء تقييم المخاطر تقريراً يلخص عملية تقييم المخاطر، والمخاطر الفردية المحددة، والمخاطر الكلية التقديرية، ويقدم توصيات بما إذا كانت المخاطر مقبولة أو يمكن إدارتها أم لا، وتوصيات لخيارات إدارة المخاطر التي يمكن تنفيذها لإدارة المخاطر المرتبطة بالكائن الحي المحور. وتقدم التوصية في إطار معايير قبول المخاطر التي تم تحديدها في مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر، مع أخذ أهداف الحماية المحددة، ومحاور التقييم، والحدود الدنيا للمخاطر، بالإضافة إلى المخاطر التي يمثلها الكائن المتلقي غير المحور، واستخدامه في الاعتبار.

تمثل هذه الخطوة نقطة الربط بين عملية تقييم المخاطر، وعملية صناعة القرار. والأهم أنه بينما يقدم خبير تقييم المخاطر توصية بشأن مدى قبول أو إدارة المخاطر، فإن القرار النهائي بشأن اعتماد الإبلاغ عن الكائن الحي المحور أم لا حق حصري لصانع القرار. فضلاً عن ذلك، فإن "قبول" المخاطر يتحدد عادة على مستوى السياسات وربما يختلف من بلد لآخر.

عند تقييم قبول المخاطر الكلية للكائن الحي المحور، من المهم مراعاة ما إذا كان من الممكن أم لا تحديد خيارات إدارة المخاطر التي يمكنها احتواء المخاطر الفردية المحددة، والمخاطر الكلية التقديرية بالإضافة إلى الشكوك ونقص اليقين. وينبغي دراسة ومراجعة الحاجة إلى خيارات الإدارة والجدوى وفعالية خيارات الإدارة، ومن ذلك القدرة على التفاعل معها وذلك حسب كل حالة على حدة. وإذا حددت مثل هذه الإجراءات، فربما ينبغي تنقيح الخطوات السابقة على تقييم المخاطر ومراجعتها ن أجل تقييم مدى قدرة تطبيق تدابير إدارة المخاطر المقترحة على تغيير نتيجة الخطوات.

وينبغي أن تأخذ التوصية بشأن قبول المخاطر في الاعتبار أية تحليلات علمية متاحة عن المزايا المحتملة للبيئة والتنوع البيولوجي والصحة البشرية (على سبيل المثال: التغيير في استخدام منتجات حماية المحاصيل، وتقليل العدوى في حالة البعوض)، وينبغي أن يأخذ في الاعتبار كذلك المخاطر المرتبطة بممارسات المستخدم وعاداته.

فضلا عن ذلك، ينبغي وصف مصادر وطبيعة الشك وعدم اليقين التي لا يمكن التعامل معها خلال الخطوات السابقة من تقييم المخاطر من منطلق مدى تأثيرها على نتائج تقييم المخاطر. وبالنسبة لعمليات التقييم التي لا يمكن التعامل فيها مع حالات الشك أو نقص اليقين، ينبغي أن يعرف صانع القرار بالصعوبات التي حدثت خلال تقييم المخاطر. وفي مثل هذه الحالات، من المفيد تقديم تحليل عن الخيارات البديلة لمساعدة صانع القرار.

وفقا لنص الفقرة 8 (و) من المرفق الثالث: "في حالة عدم اليقين فيما يتعلق بمستوى المخاطر، يمكن التصدي لذلك بطلب المزيد من المعلومات بشأن قضايا محددة مثيرة للقلق، أو بتنفيذ الاستراتيجيات المناسبة لإدارة المخاطر و/أو رصد الكائن الحي المحور في البيئة المتلقية".

من الممكن الاستعانة بالمراقبة والرصد كوسيلة لتقليل الشك ونقص اليقين، والتعامل مع الافتراضات التي طرحت خلال تقييم المخاطر، من أجل التحقق من صحة نتائج التقييم على مستوى (تجاري) واسع من التطبيق، وتحديد الصلة أو المسار السببي بين الكائنات الحية المحورة والآثار السلبية. من الممكن استخدام المراقبة والرصد في تقييم هل يجري تنفيذ استراتيجيات إدارة المخاطر بفاعلية أم لا، ومن ذلك ما إذا كانت استراتيجيات قادرة على اكتشاف الآثار السلبية ورصدها قبل تحقق العواقب فعليا. من الممكن تطبيق المراقبة كأداة لاكتشاف الآثار التي لم تكن متوقعة في تقييم المخاطر والآثار السلبية على المدى الطويل.

يمكن أخذ القضايا المذكورة في قسم "تحديد الإطار والنطاق" في الاعتبار مرة أخرى في نهاية عملية تقييم المخاطر لتقييم ما إذا كانت الأهداف التي وضعت في بداية تقييم المخاطر تحققت أم لا.

وترسل التوصيات، عادة كجزء من تقرير تقييم المخاطر، لأخذها في الاعتبار في عملية اتخاذ القرار.

نقاط ينبغي مراعاتها حول استراتيجيات إدارة المخاطر

- (أ) ممارسات الإدارة القائمة، إن وجدت، التي يجري تطبيقها للكائن المتلقي غير المحور أو للكائنات الأخرى التي تتطلب إدارة مخاطر مماثلة والتي قد تكون ملائمة للكائن الحي المحور الذي يجري تقييمه (على سبيل المثال الاحتواء المادي، ومسافات العزل للحد من احتمالات التهجين في الكائن الحي المحور، والتعديلات في إدارة مبيدات الأعشاب ومبيدات الآفات وتدوير المحاصيل وحرث التربة)؛
- (ب) طرق رصد واكتشاف وتحديد الكائن الحي المحور وخصائصه وحساسيته وموثوقيته في إطار الرصد البيئي (على سبيل المثال: رصد الآثار قصيرة الأجل وطويلة الأجل والعاجلة والأجلة؛ والرصد الخاص على أساس فرضيات علمية محددة والعلاقة المفترضة بين السبب/التأثير بالإضافة إلى الرصد العام) وتتضمن هذه الطرق خطط اتخاذ التدابير الملائمة في حالة الطوارئ التي يتم تطبيقها بعد تفويضها بناء على نتائج المراقبة؛
- (ج) خيارات الإدارة وجدواها في إطار الاستخدام المقصود والاستخدام المتوقع (مثل مسافات العزل للحد من احتمالات التهجين واستخدام مناطق الإيواء للحد من تطور المقاومة ضد البروتينات المقاومة للحشرات)؛
- (د) طرق تقييم استراتيجيات الرصد والمراقبة وإدارة المخاطر المقترحة من حيث جدواها وكفاءتها وفعاليتها.

نقاط ينبغي مراعاتها حول قبول المخاطر

- (هـ) وضع المعايير والحدود الدنيا لتحديد قبول المخاطر، ومنها تلك التي وضعت في التشريعات والإرشادات الوطنية؛
- (و) أهداف الحماية ومحاور التقييم التي تم تحديدها عند تحديد إطار ونطاق تقييم المخاطر؛
- (ز) أي خبرة ذات صلة مع الكائن (الكائنات) المتلقية غير المحورة أو السلالات المرجعية الأخرى (تشمل الممارسات المرتبطة باستخدامها في البيئة المتلقية المحتملة) التي استخدمت لتحديد خط الأساس لتقييم المخاطر؛
- (ح) تحليلات المزايا العلمية المحددة التي تم تنفيذها بتطبيق مبادئ العلم النزاهة المماثلة، كالتى استخدمت في جميع مراحل تقييم المخاطر؛
- (ط) القدرة على تحديد وتقييم وإدارة واحتواء الآثار السلبية في حالة إطلاق الكائن الحي المحور في البيئة، بالإضافة إلى اتخاذ تدابير الاستجابة الملائمة.

« انظر المراجع ذات الصلة "بالخطوة 5":

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

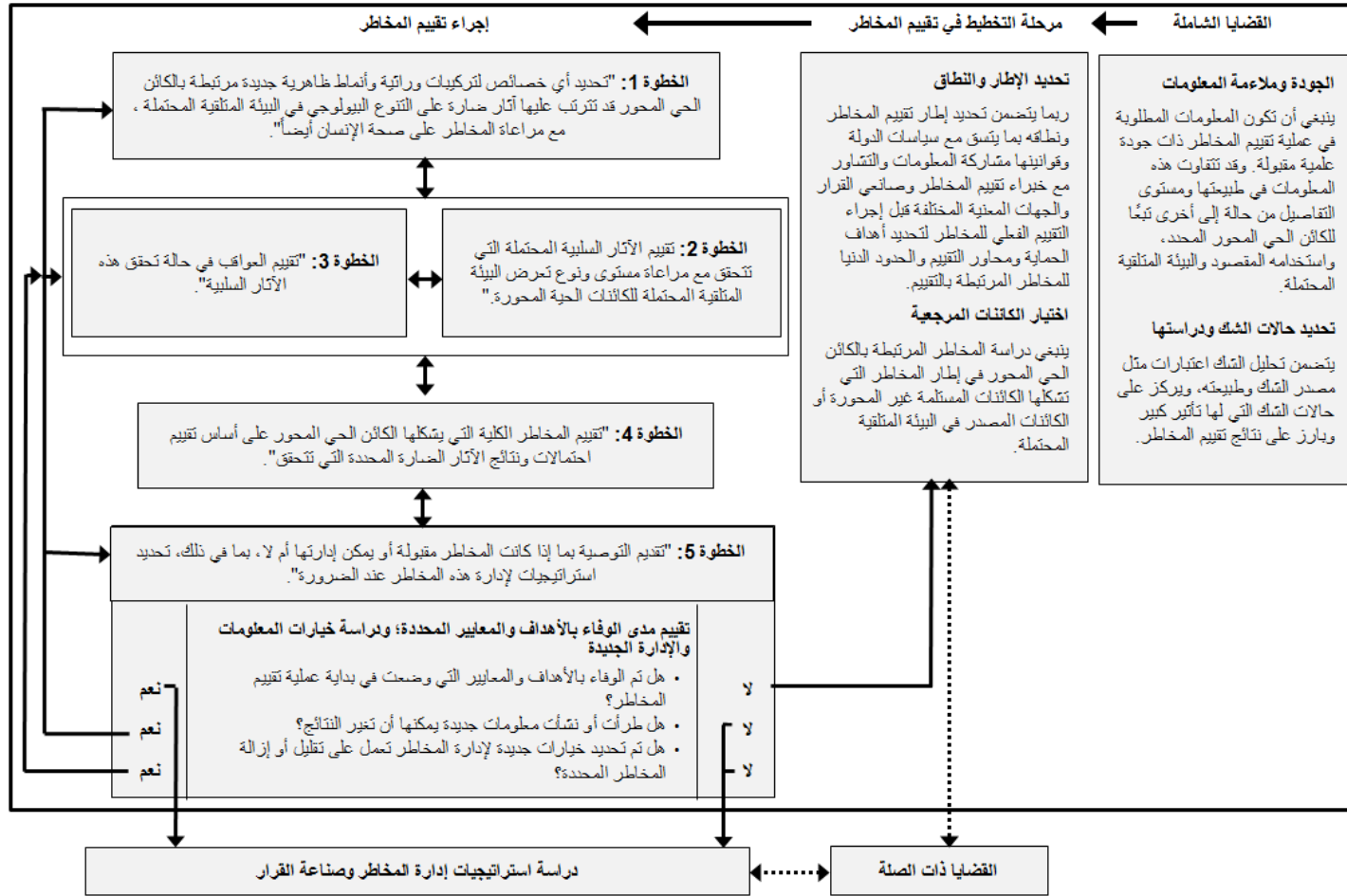
القضايا ذات الصلة

يشكل تقييم المخاطر أحد معطيات صناعة القرار فيما يتعلق بالكائنات الحية المحورة. ومن القضايا الأخرى التي قد تشكل جزءاً من عملية صناعة القرار، حسب الاقتضاء، والتي ذكرت في المواد الأخرى من البروتوكول:

- إدارة المخاطر (المادة 16)؛
- بناء القدرات (المادة 22)؛
- التوعية العامة والمشاركة (المادة 23)؛
- الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية (المادة 26)؛
- المسؤولية والجبر التعويضي (المادة 27)؛

من الممكن أخذ عدد من القضايا الأخرى التي لم تذكر في البروتوكول (مثل التعايش، والقضايا الأخلاقية) في الاعتبار في عملية صنع القرار فيما يتعلق بالكائن الحي المحور وفقاً لسياسات وقوانين كل بلد.

ملحق: تخطيط عملية تقييم المخاطر



الشكل (1) خريطة الطريق لتقييم المخاطر

يوضح الرسم التخطيطي عملية تقييم المخاطر، التي تتضمن "القضايا الشاملة" و"مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر" و"إجراء تقييم المخاطر" وتحديد وتقييم الآثار السلبية المحتملة للكائنات الحية المحورة على حفظ التنوع البيولوجي واستخدامه المستدام في البيئة المتلقية المحتملة، مع أخذ المخاطر على صحة البشر في الاعتبار. ومع جمع النتائج وظهور معلومات جديدة، ربما يتطلب الأمر إجراء تقييم المخاطر بطريقة تكرارية، حيث يمكن تكرار خطوات معينة كما هو مبين في الأسهم مزدوجة الرأس ذات الخط المتصل. ويوضح المربع في الخطوتين 3 و4 أن هذه الخطوات يمكن أحياناً تنفيذها بالتزامن أو بترتيب عكسي. وتوضح الأسهم ذات الخط المتقطع المسار من وإلى القضايا خارج عملية تقييم المخاطر

(تركت هذه الصفحة خالية عمداً)

الجزء الثاني

الأنواع الخاصة من الكائنات الحية المحورة وصفاتها

ينبغي مراعاة الإرشادات المتضمنة في الجزء الثاني من هذا القسم في إطار بروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية. تنطبق بنود المادة 15 والمرفق الثالث من البروتوكول على هذه الأنواع الخاصة من الكائنات الحية المحورة والصفات، وبناءً على ذلك، تنطبق المنهجية والنقاط التي ينبغي مراعاتها الواردة في المرفق الثالث²⁰ على هذا النوع من الكائنات الحية المحورة. يكمل الدليل الإرشادي في الأقسام الفرعية أدناه خريطة الطريق لتقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة، كما أنه يركز على القضايا التي قد تتمتع بأهمية خاصة عند تقييم مخاطر أنواع معينة من الكائنات الحية المحورة والصفات.

(أ) تقييم مخاطر المحاصيل المحورة وراثياً ذات الجينات أو الصفات المكدسة

مقدمة

يجرى في جميع أنحاء العالم تجهيز عدد متزايد من الكائنات الحية المحورة ذات الصفات الجينية المحورة المكدسة خاصة من المحاصيل المحورة وراثياً للاستخدامات التجارية. ونتيجةً لذلك، يزداد عدد الجينات المكدسة في الكائن الحي المحور الواحد، وكذلك عدد الكائنات الحية المحورة باثنين أو أكثر من الصفات الجينية المحورة. من الممكن إنتاج الصفات الجينية المحورة المكدسة من خلال أساليب مختلفة. بالإضافة إلى تهجين اثنين من المحاصيل المحورة وراثياً، يمكن تحقيق العديد من الصفات من خلال التحويل باستخدام شريط التحويل متعدد الجينات، وإعادة تحويل المحصول المحور وراثياً، أو التحويل المترام باستخدام أشرطة التحويل أو الناقلات المختلفة.

الهدف والنطاق

يكمل هذا الدليل الإرشادي خريطة الطريق لتقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة ويركز على القضايا التي تتمتع بأهمية خاصة في تقييم مخاطر المحاصيل المحورة وراثياً ذات الصفات المكدسة التي يتم إنتاجها من خلال التهجين. يتضمن هذا القسم تفصيلاً موسعاً حول القضايا التي وردت بالفعل في خريطة الطريق، في محاولة للتركيز على النقاط التي قد تحتاج إلى مراعاة خاصة عند تقييم المخاطر التي قد تنتج عند دمج الأجزاء الجينية لاثنين أو أكثر من المحاصيل العضوية المحورة وراثياً. وكذلك يتبع تقييم مخاطر هذا النوع من المحاصيل المحورة وراثياً المبادئ العامة الواردة في المرفق الثالث وخريطة الطريق، ولكن ينبغي مراعاة القضايا الخاصة المحددة في هذا الجزء من هذه الوثيقة.

يتمحور هدف هذه الوثيقة حول المحاصيل المكدسة المحورة وراثياً التي تم توليدها من خلال التهجين التقليدي لاثنين أو أكثر من نباتات المحاصيل العضوية المحورة وراثياً سواء كانت حالات التحويل أحادية أو حالات مكدسة. وتبعاً لذلك، ربما تكون القوالب التي تحتوي على جينات محورة وغيرها من الأجزاء الجينية التي يتم إدخالها في حالات التحول الأصلية غير مرتبطة فعلياً (أي توجد مسافات فاصلة بينها في الجينوم)، كما يستقل كل منها بشكل منعزل.

من المفترض أنه إما قد تم تقييم حالات التحول الفردية التي تشكل الحالة المكدسة مسبقاً أو أنه يُجرى تقييمها بالتزامن مع الحالة المكدسة وبما يتفق مع المرفق الثالث من بروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية وعلى النحو الموضح في خريطة الطريق²¹.

كما يشمل هذا الدليل الإرشادي اعتبارات للحالات المكدسة غير المقصودة كنتيجة للتقاطعات الطبيعية بين النباتات المكدسة المحورة وراثياً وغيرها من النباتات المحورة أو غيرها من الكائنات المتوافقة معها جنسياً في البيئة المتلقية المحتملة. لا يتضمن هذا الجزء من الوثيقة الإرشادية النباتات المحورة وراثياً التي تحتوي على العديد من الصفات أو الجينات المحورة وراثياً إلا أنها ناتجة عن حالة التحول الأحادية، على سبيل المثال: من خلال إعادة التحويل أو التحويل الجيني المشترك أو التحويل بقالب متعدد الجينات.

²⁰ الفقرة 8 و9 من المرفق الثالث

²¹ بينما تعتبر أيضاً الحالات المكدسة ككائنات حية محورة بموجب المادة 3 من البروتوكول، إلا أنه قد تختلف تشريعات السلامة الأحيائية في البلاد المختلفة فيما يتعلق بمدى تنظيم هذه الأنواع من الكائنات الحية المحورة.

مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر

اختيار الكائنات المرجعية (انظر "مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر"، و"اختيار الكائنات المرجعية" في خريطة الطريقة).

التفسير

بالإضافة إلى استخدام الكائنات المستقبلية غير المحورة ككائنات مرجعية في حالة النباتات المكدسة المحورة وراثياً (انظر "اختيار الكائنات المرجعية" في خريطة الطريق)، يمكن أيضاً استخدام النباتات المحورة وراثياً - التي تم استخدامها في عملية التهجين مما أدى إلى إنتاج النباتات المكدسة المحورة وراثياً قيد النظر - ككائنات مرجعية بحسب الاقتضاء وبما يتناسب مع اللوائح الوطنية.

عندما تحتوي الكائنات السلف (العضوية الأصل) على **جينومات متباينة الجينات** أو جينومات تختلف إلى حد كبير عن بعضها البعض، فقد يُظهر الناتج اختلافاً كبيراً ومجموعة واسعة من المظاهر الموروثة. وفي حالة النباتات المكدسة المحورة وراثياً، ينبغي مراعاة هذا الاختلاف عند تحديد أساس التقييم المقارن.

قد تنتج النباتات المكدسة المحورة وراثياً عن العديد من دورات التهجين من بين العديد من الأنماط الجينية المختلفة، وربما تتضمن العديد من الحالات المكدسة. وفي هذه الحالات، لا يكون اختيار الكائنات المرجعية المناسبة من بين النباتات المحورة وراثياً ذات التحول الأحادي والحالات المكدسة الوسيطة والتي ينتج عنها النباتات المكدسة المحورة وراثياً قيد التقييم، فعلاً مباشراً. كما ينبغي تعديل اختيار الكائن المرجعي.

قد تنقص السلالات المرجعية المتشابهة جينياً (القريبة) المستخدمة ككائنات مرجعية، مما قد يؤدي إلى وجود تحديات في تفسير البيانات عند إجراء تقييم مخاطر النباتات المكدسة المحورة وراثياً. ولذلك فإنه من الضروري استخدام أقرب نمط وراثي غير محور ككائن مرجعي في أساليب تقييم المخاطر التي تعتمد على الكائن المتلقي (شبه) المتجانس وراثياً غير المحور.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) مستوى التباين بين الكائنات المتلقية غير المحورة المستخدمة في إنتاج النباتات العضوية المحورة وراثياً.
- (ب) تباين النمط الظاهري بين الهجائن غير المحورة التي أنتجت خلال المهجنات بين الكائنات المتلقية غير المحورة.
- (ج) عدد التقاطعات واستخدام النباتات المكدسة المحورة وراثياً الوسيطة ككائنات مرجعية إضافية.

إجراء تقييم المخاطر

سمات التسلسل في مواقع الحقن والاستقرار الجيني الوراثي والتنظيم الجينومي (انظر "الخطوة 1" مع مراعاة النقطة (د)، و"الخطوة 5" في خريطة الطريق)

التفسير

قد تحدث تغييرات خلال عملية التهجين في السمات الجزيئية لأجزاء الجين/الحيات المزروعة في موقع/مواقع الحقن كنتيجة لإعادة التركيب والتحول وإعادة التشكيل. وربما تخضع جينات التحويل ذات التسلسلات الجينية المتشابهة لإعادة التركيب حيث يمكن إجراء إعادة التركيب المتجانس في المناطق الجينومية التي بها تسلسل متطابق أو متشابه إلى حد كبير. قد تكون العديد من الملاحق ذات التسلسلات المتشابهة إلى حد كبير أقل استقراراً، كما تزيد احتمالية خضوعها إلى إعادة التشكيل خلال التهجين. وقد ينتج عن هذه التغييرات في العديد من الحالات فقدان النمط الظاهري المقصود الذي قد يتمتع بأهمية في تقييم المخاطر.

وفي النباتات المحورة وراثياً أحادية الحالة، تنتج النباتات المكدسة المحورة وراثياً بما يتفق مع الخطوة 1 من خارطة الطريق، مع مراعاة النقطة (د). وإذا وُجدت اختلافات فيما يتعلق بالكائنات السلف (عضوية الأصل) المحورة وراثياً، فعندئذ ينبغي تقييم الآثار السلبية المحتملة المقصودة وغير المقصودة. وبالإضافة لذلك، فقد تؤثر السمات الجزيئية للحيات المحورة وغيرها من الأجزاء الجينية على قدرة اكتشاف النبات المحور وراثياً والذي قد يكون ضرورياً في إطار تدابير إدارة المخاطر (انظر أدناه بالإضافة إلى الخطوة 5 من خارطة الطريق). قد يختلف مقدار الحاجة إلى السمات الجزيئية للنباتات المكدسة المحورة وراثياً من حالة إلى أخرى، كما ينبغي مراعاة نتائج تقييم مخاطر النباتات العضوية الأصل المحورة وراثياً.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) معرفة ما إذا توفرت أو لم تتوفر طرق تحقيق السمات الجزيئية، على سبيل المثال: الطرق التي تعتمد على التفاعل المتسلسل البوليمري PCR، وما إذا كانت محددة وحساسة بما يكفي لتوصيف النباتات المكسدة المحورة وراثياً.
- (ب) تغيرات النمط الظاهري التي قد تشير إلى تغيرات ضمنية في أي من جينات التحوير أو غيرها من الأجزاء الجينية الموجودة في النباتات المكسدة المحورة وراثياً (مثل فقدان سمة موجودة في النباتات المصدر المحورة وراثياً).

التفاعلات المحتملة بين الجينات المكسدة، وما ينتج عنها من تغيرات النمط الظاهري وآثارها على البيئة
(انظر الخطوة 1، مع مراعاة النقطة (هـ) في خريطة الطريق)

التفسير

قد يتغير مستوى تعبير جينات التحوير أو الجينات داخلية المنشأ في النباتات المكسدة المحورة وراثياً بالمقارنة مع النباتات عضوية المصدر، وذلك يعزو إلى **تنظيم التحوير**. تزيد احتمالية حدوث هذه التغيرات إذا احتوت النباتات المصدر على جينات محورة أو غيرها من الأجزاء التنظيمية التي تتماثل فيما بينها أو تتشابه مع التسلسلات داخلية المنشأ (مثل المقرات ذاتها الرابطة للعوامل النسخية).

كما يمكن أن تتفاعل أيضاً منتجات جينات التحوير والجينات داخلية المنشأ. تزيد احتمالية حدوث ذلك إذا كانت المنتجات الجينية تنتمي إلى نفس المسار الأيضي أو العملية الفسيولوجية. وقد تؤدي بعض التفاعلات إلى حدوث تغيرات يمكن اكتشافها خلال توصيف النمط الظاهري للنباتات المكسدة المحورة وراثياً، إلا أنه قد لا يتم اكتشاف التفاعلات الأخرى خلال التوصيف النموذجي للنمط الظاهري. توفر تقييمات المخاطر السابقة للنباتات المصدر المحورة وراثياً معلومات مفيدة عن طريقة عمل الجينات الفردية وسماتها الجزيئية كنقطة انطلاق لتقييم احتمالية التفاعلات.

وبالإضافة إلى المعلومات الخاصة بسمات النباتات المصدر المحورة وراثياً، فينبغي مراعاة وتقييم معلومات محددة عن احتمالية حدوث تفاعلات بين جينات التحوير وغيرها من الأجزاء الجينية (مثل المعززات وغيرها من العناصر التنظيمية) والبروتينات والأيضات أو السمات المحورة والجينات داخلية المنشأ ومنتجاتها في النباتات المكسدة المحورة وراثياً، مع إيلاء اهتمام خاص إلى جينات التحوير التي تنتمي إلى ذات المسارات البيوكيميائية أو العمليات الفسيولوجية، على وجه الخصوص.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) آثار النباتات المصدر المحورة وراثياً على البيئة.
- (ب) معلومات حول التنظيم النسخي والتنظيم ما بعد النسخي للجينات ومنتجاتها التي قد تكون تنبؤية عن التفاعلات بين الجينات الجديدة والجينات داخلية المنشأ وعناصر الحمض النووي في النباتات المكسدة المحورة وراثياً.
- (ج) ما إذا تكسدت جينات التحوير التي تتماثل في وظائفها، أو التي تنتمي إلى ذات المسارات الأيضية.
- (د) مستويات تعبير جينات التحوير ومنتجاتها بالمقارنة مع النباتات المصدر والكائنات المتلقية غير المحورة.

الآثار الاتحادية والتراكمية (انظر الخطوة 1، مع مراعاة النقطة (د) والنقطة (س)، والخطوة 2، مع مراعاة النقطة (هـ)، والخطوة 3، مع مراعاة النقطة (ب)، في خريطة الطريق)

التفسير

ينبغي مراعاة تقييم مخاطر النباتات المكسدة المحورة وراثياً التي ينتج عنها آثار اتحادية وتراكمية²²، في إطار الكائن المتلقية غير المحور/ الكائنات المتلقية غير المحورة، والنباتات المصدر المحورة وراثياً في البيئة المتلقية المحتملة، مع مراعاة نتائج تقييمات النمط الجيني والنمط الظاهري الموضحة أعلاه.

قد تحدث الآثار الاتحادية تبعاً للتفاعلات بين البروتينات والأيضات التي أنتجت من خلال جينات التحوير أو الجينات داخلية المنشأ في النباتات المكسدة المحورة وراثياً، فعلى سبيل المثال: قد ينتج عن تكسب بروتينات المبيدات الحشرية في النباتات المحورة وراثياً أثر تآزري على الكائنات غير المستهدفة والذي قد يكون أوسع من مجموعة من آثار النباتات المصدر الفردية المحورة وراثياً. وبالمثل، فقد يحدث تطور المقاومة في الكائنات المستهدفة (مثل الآفات الحشرية) لمثل هذه النباتات المكسدة المحورة وراثياً بصورة أسرع من تطور المقاومة لنباتات السلف المحورة وراثياً.

22 انظر التعريفات في قسم "استخدام المصطلحات".

كما يمكن مراعاة مخاطر العديد من النباتات المكدسة المحورة وراثياً التي تُزرع في نفس البيئة وينتج عنها آثار سلبية تراكمية (على سبيل المثال: تبعاً للتغيرات في الممارسات الزراعية).

يمكن إجراء تقييم للآثار المحتملة الاتحادية والتراكمية، على سبيل المثال: من خلال إجراء اختبارات معينة للنباتات/النباتات المكدسة المحورة وراثياً مثل التحليلات التركيبية وتحليلات السمّة على الكائنات المستهدفة وغير المستهدفة. كما يمكن إجراء توصيف النمط الجيني والنمط الظاهري للنباتات المكدسة المحورة وراثياً حسب الاقتضاء.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) آثار استخدام المبيدات الحشرية وغيرها من المواد الكيميائية أو الممارسات الزراعية التي يشجع استخدامها في زراعة النباتات المصدر المحورة وراثياً.

(ب) سمات النمط الظاهري بالمقارنة مع النباتات المحورة وراثياً والكائنات المتلقية غير المحورة.

(ج) التفاعلات بين جينات التحوير المكدسة أو منتجاتها أو التفاعلات بين المسارات الفسيولوجية التي تحتوي على جينات محورة، مع مراعاة احتمالية ظهور مواد ضارة خُلفاً عن هذه التفاعلات (مثل العوامل المضادة للتغذية)، ومن الممكن أن تستمر بعض هذه المواد الضارة أو تتراكم (على سبيل المثال: خلال السلسلة الغذائية) في البيئة.

(د) الآثار الاتحادية والتراكمية الناتجة عن وجود اثنين أو أكثر من بروتينات المبيدات الحشرية التي قد ينتج عنها ارتفاع السمية في الكائنات غير المستهدفة، أو زيادة سرعة تطور المقاومة في الكائنات المستهدفة.

تقاطع جينات التحوير وعزلها (انظر الخطوة 1، مع مراعاة النقطة (ط)، والنقطة (م)، والخطوة 2، مع مراعاة النقطة (و)، والخطوة 3، مع مراعاة النقطة (و) في خريطة الطريق)

التفسير

ربما تنشأ مجموعة جديدة من النباتات المكدسة المحورة وراثياً في البيئة من خلال التقاطعات بين النباتات المكدسة المحورة وراثياً وغيرها من النباتات المحورة وراثياً. كما أنه قد ينتج أيضاً عن التقاطعات المتتالية للكائنات المتوافقة جنسياً غير المحورة في البيئة المتلقية تكس الجينات والسمات. يمكن توسيط هذه التقاطعات من قبل المرء، ويمكن حدوثه بصورة طبيعية من خلال التلقيح، وقد ينتج عن ذلك مجموعة جديدة من النباتات المكدسة المحورة وراثياً التي تحتوي على تراكيب جديدة و/أو مختلفة من جينات التحوير وغيرها من الأجزاء الجينية.

كلما ازداد حجم زراعة النباتات المختلفة المتوافقة جنسياً والمحورة وراثياً سواء مكدسة أو غير مكدسة في البيئة ذاتها، كلما ازدادت نسبة حدوث التباينات والتعقيد في النباتات الجديدة المكدسة المحورة وراثياً. يجب مراعاة زراعة نباتات متوافقة جنسياً ومحورة وراثياً في البيئة المتلقية المحتملة للنباتات المكدسة المحورة وراثياً قيد النظر، عند تحديد سيناريوهات المخاطر أو الفرضيات خلال الخطوة 1 من عملية تقييم المخاطر.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) وجود نباتات محورة وراثياً بالحالة الأحادية أو الحالة المكدسة من نفس الأنواع.

(ب) التراكيب الجديدة المحتملة للجينات المحورة وغيرها من العناصر الجينية التي ينبغي أن تقاطعها الحالة المكدسة قيد الاعتبار بشكل مقصود أو غير مقصود مع غيرها من النباتات المحورة وراثياً سواء مكدسة أو غير مكدسة، أو مع الكائنات غير المحورة.

(ج) الآثار السلبية المحتملة للنباتات الجديدة المكدسة والمحورة وراثياً على الكائنات غير المستهدفة.

(د) سيناريوهات المخاطر المقبولة علمياً أو فرضيات المخاطر التي تتضمن حالات مكدسة ذات تركيبات مختلفة من جينات التحوير وبقايا الحمض النووي.

طرق التمييز بين جينات التحوير المتحدة في الحالة المكدسة من النباتات المصدر المحورة وراثياً (انظر الخطوة 5، مع مراعاة النقطة (ب) في خريطة الطريق)

التفسير

ربما تتطلب بعض استراتيجيات إدارة المخاطر للحالات المكدسة - بما يتفق مع سياق الفقرات 8(و)، و9(و) من المرفق الثالث للبروتوكول- أساليباً لرصد وتحديد هذه النباتات المحورة وراثياً في إطار الرصد البيئي. وتعتمد حالياً العديد من طرق رصد

النباتات المحورة وراثياً على التقنيات التي تستخدم الحمض النووي مثل التفاعل المتسلسل البوليمري PCR أو اختبارات ELISA المعتمدة على البروتينات.

تم تصميم العديد من طرق الرصد الحالية التي تعتمد على التفاعل المتسلسل البوليمري PCR لتختص بحالة التحويل الأحادية. وبينما قد تُستخدَم هذه الطرق في رصد وتحديد حالات التحويل الأحادية عند إجراء التحليل بكميات كبيرة (مثل خليط من المواد يتم جمعها من مختلف أفراد الاختبار، إلا أن هذه الطرق غير حساسة أو محددة بما يكفي للتمييز بين حالات التحويل الأحادية والحالة المكسدة التي تنتج عن التقاطع بين حالات التحويل الأحادية. فعلى سبيل المثال، بالرغم من أن بعض البرامج قد تساهم في التنبؤ بوجود عينة كبيرة من البذور المكسدة المحورة وراثياً، إلا أنه ليس من الممكن التمييز بشكل لا لبس فيه بين عينة تحتوي على مادة من حالات التحويل الأحادية المختلفة، وغيرها من العينات التي تحتوي على واحدة أو أكثر من الحالات المكسدة المحورة وراثياً.

تعتمد غالباً طرق الرصد باستخدام وسيلة التفاعل المتسلسل البوليمري PCR الخاصة بحالة التحويل الأحادية على تضخيم تسلسلات الحمض النووي التي تجانب مواقع الحقن وتعتبر فريدة بالنسبة لحالات التحويل الأحادية. وقد يكون رصد حالات التحويل الأحادية المنتجة في مواقع حقن معينة تحدياً في المتلقيّة، حيث أنه من الممكن أن تتماثل التسلسلات الجانبية في مختلف الكائنات الحية المحورة وراثياً. وربما يكون ذلك تحدياً خصوصاً في الحالات التي تحتوي بها الحالات المكسدة على العديد من جينات التحويل بتسلسلات حمض نووي مشابه لهذا.

ووفقاً للاعتبارات المذكورة أعلاه، فإن اكتشاف أي وكل من جينات التحويل الفردية في الحالة المكسدة –حسب الاقتضاء– ربما يصبح تحدياً ويحتاج إلى دراسة خاصة.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) نسبة التشابه/ أو الاختلاف بين تركيبات التحويل المختلفة في الكائنات المكسدة المحورة وراثياً.
(ب) نسبة توفر وخصوصية وموثوقية الطرق المتبعة لرصد النباتات المكسدة المحورة وراثياً في إطار استراتيجيات إدارة المخاطر.

المراجع:

انظر المراجع ذات الصلة بـ "تقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة بجينات أو صفات مكسدة"

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

(ب) تقييم مخاطر المحاصيل المحورة وراثياً المقاومة للإجهاد اللاأحيائي

بينما تسري المبادئ العامة نفسها المستخدمة في عمليات تقييم مخاطر الأنواع الأخرى من الكائنات الحية المحورة أيضاً على المحاصيل المحورة وراثياً المزودة بقدرة إضافية على تحمل الإجهاد اللاأحيائي،²³ هناك بعض الأمور الخاصة التي قد تكتسب أهمية خاصة عند تقييم مخاطر المحاصيل المحورة وراثياً التي تتحمل الإجهادات اللاأحيائية.

كما يتضح في الفصل الخاص بـ "تحديد الإطار والهدف" والخطوة 1 من خارطة الطريق، فإن تحديد أهداف الحماية ونتائج التقييم وتحديد سيناريوهات المخاطر المقبولة علمياً هي بعض الإجراءات الأولوية التي ينبغي اتخاذها خلال عملية تقييم المخاطر.

إن احتمالية حدوث العديد من التفاعلات بين السمة الجديدة والبيئة المتلقية، والحاجة المرتبطة بتصميم تجربة ميدانية موجّهة بشكل صحيح هي أحد الاعتبارات الهامة في إجراء تقييم مخاطر المحاصيل المحورة وراثياً التي تتحمل الإجهاد اللاأحيائي.

وقد ينتج عن أي جين (أو منتج جيني) أو مجموعات جينية لديها قدرة إضافية على تحمل الإجهاد اللاأحيائي في النباتات آثار متعددة الأنماط الظاهرية على فسيولوجيا الإجهاد في النبات. على سبيل المثال، يرتبط الجفاف ودرجة الحرارة والإجهاد الملحي من خلال مسارات الأيض والإشارة المترابطة. يمكن تصنيف هذه الآثار متعددة الأنماط الظاهرية كـ "آثار متوقعة غير مقصودة" (انظر خريطة الطريق، الخطوة 1) كما يمكن تقييمها أثناء عملية تقييم المخاطر من خلال مراعاة آليات تبادل التأثير بين استجابات الإجهاد المختلفة للنبات، ومن خلال تقييم ما إذا كانت التغيرات المحددة قد ترتب عليها حدوث آثار سلبية. ربما توفر بعض الأنظمة كفسولوجيا النبات وعلم أمراض النبات، وعلم الحشرات إطاراً مفيداً يعتمد على المحاصيل غير المحورة لتوضيح آليات الكلام الداخلي بين استجابات الإجهاد اللاأحيائي، وكيف يمكن لهذه الاستجابات إحداث تغيير في قابلية الإجهادات اللاأحيائية (مثل الكائنات المفترسة والآفات والمسببات الأمراض) في النبات المحور وراثياً الذي لديه القدرة على تحمل الإجهادات اللاأحيائية.

ينبغي تقييم تحمل الإجهاد في النبات المحور وراثياً فيما يتعلق بمجموعة مناسبة من الظروف البيئية المحتملة التي تعكس الظروف المحتملة التي يتعرض لها النبات المحور وراثياً والذي يتضمن على سبيل المثال التباين في مدة ودورية عوامل الإجهاد (كالجفاف والغذاء ودرجات الحرارة دون المثلى، والملوحة، والمعادن الثقيلة). وتؤدي هذه التباينات إلى وجود صعوبات في (أ) رصد وقياس الظروف في التجارب الميدانية، (ب) توصيف النمط الظاهري للنبات المحور وراثياً الذي ربما يخضع في الكثير من الحالات إلى التفاعل بين المعايير الخارجية والفسولوجية.

تتضمن بعض الأمور التي قد تنتج عن إدخال النباتات المحورة وراثياً في البيئة والذي قد يؤدي إلى آثار سلبية مثل (أ) زيادة الميزة/الميزات الانتقائية بخلاف سمة التحمل المقصود مما قد يؤدي إلى آثار سلبية محتملة (على سبيل المثال: ما ينتج عن إدخال عامل النسخ الذي يؤثر على أكثر من سمة)، (ب) التزايد المستمر في المناطق الزراعية وتزايد الغزو في المواطن الطبيعية، (ج) الآثار السلبية على الكائنات المعرّضة للنبات المحور وراثياً، (د) الآثار السلبية المحتملة لتدفق الجينات للكائنات المماثلة البرية أو غير المحورة. وقد تتواجد هذه الآثار السلبية بغض النظر عما إذا كان المحصول ناتجاً عن التكنولوجيا الحيوية الحديثة أو التربية التقليدية، فبعض الأمور والمسائل المحددة ربما تكون أكثر ارتباطاً في حالة المحاصيل المحورة التي تتحمل الإجهاد اللاأحيائي.

من الأسئلة التي قد تتعلق بتقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة القادرة على تحمل الإجهاد اللاأحيائي وتتصل بالاستخدام المقصود والبيئة المتلقية:

- هل سمة التحمل لها القدرة على التأثير في غيرها من آليات التحمل و/أو المقاومة للنباتات المحورة وراثياً، على سبيل المثال: من خلال تعدد النمط الظاهري؟
- هل سمة التحمل لها القدرة على زيادة غزو أو استمرار أو تعشيب النبات المحور وراثياً الذي قد يؤدي إلى آثار ضارة على الكائنات الأخرى أو الشبكات الغذائية أو المواطن؟

²³ للغرض من هذا الدليل الإرشادي: "الإجهاد اللاأحيائي هو عبارة عن ظروف بيئية تسببها العوامل غير الحية التي تضرب أو تحد من معدل نمو وتطور وتكاثر الكائن الحي، وتشمل أنواع الإجهادات اللاأحيائية على سبيل المثال الجفاف والملوحة والبرودة والحرارة والتربة الحمضية أو القاعدية وتلوث التربة تلوث الهواء (على سبيل المثال أكاسيد النيتروجين والأوزون وارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون). لطالما كانت القدرة الإضافية لتحمل الإجهاد اللاأحيائي هدفاً لمربي النباتات الذين يعملون من أجل تحسين المحاصيل التي ستتمكن من التعامل مع هذا الإجهاد بما يتفق مع هذه الوثيقة. لا تعتبر مبيدات الأعشاب أحد أنواع الإجهاد اللاأحيائي في سياق هذه الوثيقة.

- هل يتمتع النبات المحور وراثياً الناشئ من التهجين مع نبات محور وراثياً يتحمل الإجهاد اللاأحيائي بالقدرة على تغيير أو استعمار مسكن أو نظام بيئي آخر خارج البيئة المستهدفة المتلقية؟
- هل يتميز النبات المحور وراثياً الذي يتميز بقدرة على تحمل إجهاد لأحيائي معين بمزايا أخرى في البيئة المستهدفة المتلقية تجعله يتسبب في أية أثار ضارة؟
- ما هي الآثار السلبية في المناطق التي لم تتعرض لزراعة تجارية إلا أنه ربما تكون قد تعرضت إلى النباتات المحورة وراثياً القادرة على تحمل الإجهاد؟

تتناول الأجزاء اللاحقة تفاصيلاً بشأن قضايا محددة يمكن مراعاتها على أساس كل حالة على حدة عند تقييم مخاطر النباتات المحورة وراثياً القادرة على تحمل الإجهاد اللاأحيائي، والآثار السلبية المحتملة لحفظ واستدامة استخدام التنوع البيولوجي مع مراعاة المخاطر على صحة الإنسان.

مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر

اختيار الكائنات المرجعية (انظر "مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر" و"اختيار الكائنات المرجعية" في خريطة الطريق)

التفسير

تتضمن الخطوة الأولى في عملية تقييم المخاطر -بحسب ما ورد في خريطة الطريق- توصيف تغيرات النمط الجيني أو النمط الظاهري - سواء المقصودة أو غير المقصودة- المرتبطة بالنبات المحور وراثياً القادر على تحمل الإجهاد اللاأحيائي والذي قد يؤدي إلى آثار سلبية على التنوع البيولوجي في البيئة المتلقية المحتملة، مع مراعاة المخاطر على صحة الإنسان.

يتحقق تحديد تغيرات النمط الجيني والنمط الظاهري في النبات المحور وراثياً القادر على تحمل الإجهاد اللاأحيائي -سواء مقصود أو غير مقصود- بالمقارنة مع الكائن المتلقي غير المحور و/أو النبات الذي لا يعتبر من الكائنات الحية المحورة إلا أنه يُظهر قدرة مماثلة على تحمل الإجهاد اللاأحيائي. إذ يقدم الكائن غير المحور معلومات خط الأساس للتجارب عند زراعة النباتات غير المحورة في الوقت والموقع نفسه مثل المحصول المحور وراثياً. ينبغي إجراء مقارنات -حسب الاقتضاء- في مجموعة من البيئات التي بها آماذ وتكثفات مختلفة من عوامل الإجهاد.

وبينما يُستخدَم الأسلوب المقارن في تقييم ما إذا كانت مزايا اللياقة قد ازدادت تحت الظروف اللاإجهادية من خلال النباتات المحورة وراثياً ذات القدرة على تحمل الإجهاد اللاأحيائي، إلا أنه يُطلَب تفعيل أساليب تقييم المخاطر الإضافية (والمقارنات)، من أجل تقييم الآثار السلبية المحتملة في ظل الإجهاد اللاأحيائي.

ربما تشكل النباتات المحورة وراثياً القادرة على تحمل الإجهاد اللاأحيائي تحديات محدّدة في التصميم التجريبي لتوليد البيانات اللازمة لتقييم المخاطر. ففي بعض الحالات تستخدم التجارب سلالات نباتات مرجعية مختلفة تتضمن عادةً تشكيلة من الأنواع الجينية التي تمثل التنوع الطبيعي في أنواع المحصول. وهناك جانب آخر ينبغي وضعه في الاعتبار يتعلّق بما إذا كان تصميم التجربة يخضع للسيطرة السليمة من أجل تحقيق تأثير صفة الإجهاد اللاأحيائي. ففي بعض الحالات القصوى، عندما لا ينمو المحصول غير المحور في ظروف البيئة المتلقية لأن ظروف الإجهاد اللاأحيائي تمنع أو تؤثر تأثيراً حاداً على نمو المحصول غير المحور، وفي هذه الحالة لابد من تعديل الأسلوب المقارن بين المحصول المحور وراثياً والمحصول غير المحور. وفي مثل هذه الحالات، تصبح الكائنات غير المحورة أو الكائنات المماثلة البعيدة التي لديها القدرة على تحمل الإجهاد اللاأحيائي كائنات مرجعية مفيدة. إلا أنه من الملاحظ في الحالات التي لا يمكن فيها استخدام الكائن المتلقي غير المحور أو السلالات المرجعية المتشابهة جينياً (القريبة) أو المرتبطة ببعضها ارتباطاً وثيقاً في التقييم المقارن للمخاطر، يصبح استخدام السلالات المرجعية غير المتشابهة جينياً أو الكائنات المماثلة البعيدة ككائنات مرجعية أكثر صعوبة لتحديد فروق إحصائية ذات مغزى.

ففي المواقف التي لا يتوفر فيها كائن مرجعي مناسب، يتمثل توصيف النبات المحور وراثياً القادر على تحمل الإجهاد اللاأحيائي مع توصيف الأنواع الغريبة، حيث يعتبر النبات كله نمط ظاهري جديد في البيئة المتلقية المحتملة. وقد تساعد المعلومات المتوفرة -على أساس كل حالة على حدة- عن **التقنيات الوراثية** مثل "دراسة الشفرات الجينية" و"دراسة الاستقلاب" -إذا كانت متاحة- في اكتشاف تغيرات الأنماط الظاهرية والتركيبية (على سبيل المثال: إنتاج مثبر جديد للحساسية أو مغذي مضاد) باستخدام مقارنة بين النباتات المزروعة في الحقل في ظروف غير مثالية.

وحيثما كانت الكائنات غير المحورة غير مناسبة ككائنات مرجعية، يمكن اكتساب المعرفة من خلال المقارنة بين الكائنات الحية المحورة وراثياً المزروعة في ظل الإجهاد والكائنات المزروعة في ظل ظروف عادية.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) سمات النبات المحور وراثياً سواء في ظل ظروف الإجهاد اللاأحيائي وغيره من الإجهادات الأخرى أو في ظروف خالية من الإجهاد، إذا كانت متاحة.
- (ب) مدى توفر وإتاحة الكائنات المرجعية التي تولّد بيانات ذات مغزى ويمكن استخدامها في تجارب تم تصميمها بصورة ملائمة.

إجراء تقييم المخاطر

السمات غير المقصودة والتي تتضمن الكلام التداخلي بين استجابات الإجهاد (انظر الخطوة 1 في خريطة الطريق)

التفسير

ربما يتسم المحصول المحور وراثياً المقاوم للإجهاد اللاأحيائي بعدة سمات غير مقصودة مثل مقاومة الأنواع الأخرى من الإجهادات الأحيائية واللاأحيائية التي قد تؤدي إلى ميزة انتقائية لنباتات هذا المحصول في ظروف مختلفة عن تلك المرتبطة بالصفة المحورة. على سبيل المثال، ربما تستطيع المحاصيل المحورة لتصبح مقاومة للجفاف، أو الملوحة، قادرة على المنافسة بصورة أفضل من المحاصيل المماثلة في درجات الحرارة المرتفعة أو المنخفضة. وقد تؤثر خصائص النبات المحور وراثياً التي تتميز بقدرة إضافية على تحمل الإجهاد اللاأحيائي على البيولوجيا العامة الخاصة بها، (على سبيل المثال: إذا غيرت الجينات خصائص النبات المتعددة) أو نطاق توزيعها في البيئة المتلقية المحتملة، الأمر الذي يسبب آثاراً سلبية. وربما تؤثر التغيرات الأخرى على معدلات كمون البذور أو صلاحيتها و/أو إنباتها في ظل أنواع أخرى من الإجهادات. وعلى وجه التحديد إذا كانت الجينات المساهمة في مقاومة الإجهاد اللاأحيائي لها دور في العمليات والوظائف الأساسية لهذه المحاصيل، فربما يترتب على أي تعديلات في هذه الجينات ظهور العديد من الآثار الوراثية الجانبية. إذا أدى تحمل الإجهاد إلى مزيد من اللياقة الفسيولوجية، فقد يحدث انتقال الجينات المحورة لتحمل الإجهاد بنسبة تكرارية أعلى من الملاحظة بين النباتات غير المحورة.

ربما تتواجد آلية التفاعلات والكلام التداخلي في آليات الاستجابة للإجهادات اللاأحيائية والأحيائية في النباتات. ولهذا السبب، ربما تكتسب النباتات المحورة وراثياً المقاومة للملوحة والجفاف مقاومة متغيرة للإجهادات الإحيائية، التي قد تؤدي إلى تغيير التفاعلات مع الكائنات المفترسة والطفيليات والجراثيم. ولذلك، فإن هذا الكلام التداخلي بين الأنواع المختلفة لآليات الاستجابة للإجهاد لها تأثيرات مباشرة وغير مباشرة على الكائنات التي تتفاعل معها.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) أي تغيير مقصود أو غير مقصود ربما يؤدي إلى ميزة أو عيب انتقائي يكتسبه المحصول المحور وراثياً في ظروف الإجهاد الأحيائي واللاأحيائي الذي يمكن أن يؤدي إلى آثار سلبية.
- (ب) أي تغييرات في مقاومة الإجهادات الأحيائية وكيفية تأثير هذه التغييرات على بقية الكائنات التي تتفاعل مع المحصول المحور وراثياً.
- (ج) يؤدي التغيير في عناصر (على سبيل المثال: مادة سامة، أو مثير للحساسية، أو مغذي) المحصول المحور وراثياً إلى آثار سلبية.

اختبار النبات المحور وراثياً في بيئات تمثيلية (انظر الخطوة 1 في خريطة الطريق)

التفسير

إن القصد من النباتات المحورة وراثياً هو زراعتها في ظل ظروف الإجهاد اللاأحيائي. ولذلك فإنه من الضروري إجراء تقييم للآثار السلبية المحتملة للنباتات المحورة وراثياً القادرة على تحمل الإجهاد اللاأحيائي فيما يتعلق بـ "البيئة المتلقية المحتملة" للنبات المحور وراثياً قيد النظر، بما يتفق مع المبادئ العامة في المرفق الثالث من البروتوكول.

ينبغي عند تقييم المخاطر مراعاة التباين الإقليمي والاختلافات في البيئات المتلقية التي قد تؤثر على خصائص وسلوك النبات المحور وراثياً بالإضافة إلى تفاعلاته مع البيئة. فينبغي أن تمثل المناطق والمواقع التي يتم بها جمع البيانات وإجراء التجارب مجموعة الظروف الزراعية وصحة النبات والظروف البيئية التي من المتوقع أن يتعرض لها النبات المحور وراثياً.

يمكن التمييز بين بيئات مختلفة، على سبيل المثال: من خلال الاختلافات في النباتات والحيوانات، وملكية، وكيمياء التربة، و الممارسات الزراعية والظروف المناخية والجغرافية، إلخ. وينبغي تحديد السمات الهامة في إقليم معين مثل الممارسة الزراعية والظروف المناخية والجغرافية في بداية عملية تقييم المخاطر، فقد تؤدي هذه السمات إلى اختلافات الآثار البيئية السلبية المحتملة التي تصبح واضحة فقط إذا تم تقييمها على المستوى الإقليمي.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) البيئة المتلقية المحتملة التي قد يظهر بها النبات المحور وراثياً وخصائصه مثل المعلومات الخاصة بالخصائص الجغرافية والمناخية والإيكولوجية والتي تتضمن معلومات ذات صلة حول التنوع البيولوجي ومراكز المنشأ ومراكز التنوع الجيني.
- (ب) التباين البيئي والاختلافات في البيئات المتلقية المحتملة التي قد تؤثر على خصائص وسلوك النبات المحور وراثياً القادر على تحمل الإجهاد اللاأحيائي، بما في ذلك على سبيل المثال: الممارسات الزراعية والهيكل الزراعية (مثل إدخال الأسمدة النيتروجينية)، وأنظمة الزراعة (مثل الحراثة الزراعية المنخفضة)، وممارسات تدوير المحاصيل، والظروف المناخية ووجود الكائنات غير المستهدفة، بالإضافة إلى الظروف اللاأحيائية والأحيائية الأخرى.
- (ج) المواقع التي تُجرى فيها التجارب الميدانية لتوليد البيانات اللازمة لتقييم المخاطر إذا كانت متاحة وكيف تمثل الظروف والتجارب الميدانية مجموعة من الظروف المتوقعة في البيئة/ البيئات المتلقية المحتملة في مناطق مختلفة.
- (د) الكائنات المماثلة التي يمكن تهجينها مع النبات المحور وراثياً في البيئة المتلقية المحتملة والآثار المحتملة لاستيطان صفات تحمل الإجهاد اللاأحيائي في هذه الأنواع.
- (هـ) كيفية تصرف النبات المحور وراثياً في حال لم يتم التعبير عن خاصية التحمل بسبب غياب عامل الإجهاد، مثل تحمل الجفاف في ظل الأنظمة المائية الطبيعية.

المقاومة في المناطق الزراعية وغزو المواطن الطبيعية (انظر الخطوة 1، والخطوة 2، مع مراعاة النقطة (ب)، والنقطة (و)، والنقطة (ر)، والخطوة 4، مع مراعاة النقطة (هـ) في خريطة الطريق):

التفسير

تعد الظروف المناخية وتوفر المياه وملوحة التربة أمثلة على العوامل التي تحد من نمو أنواع النباتات وإنتاجيتها وانتشارها أو استمرارها. قد يؤدي تعبير الجينات الخاصة بمقاومة الإجهاد اللاأحيائي إلى استمرار مقاومة المحصول المدرب في المناطق الزراعية. وربما يؤدي تعبير هذه الجينات إلى تغيير قدرة وإمكانات المحاصيل المحورة الوراثية على الانتشار في والاستقرار في المناطق المناخية والجغرافية التي تتجاوز المناطق التي اعتبرت في البداية بيئة متلقية محتملة.

وفي حال أصبح الجين المحور عاملاً للنسخ يعمل على مقاومة الإجهاد اللاأحيائي، فعندئذ يمكن أن يؤثر عامل النسخ على آليات الاستجابة لأشكال الأخرى من الإجهاد اللاأحيائي. وفي مثل هذه الحالات، فإن بذور المحصول المقاومة المعدل لتحمل الجفاف أو الملوحة ربما تكتسب مقاومة للبرودة مما يؤدي إلى زيادة بقاء البذور في الشتاء لفترة أطول. ولهذا، ربما يكتسب المحصول المقاوم للإجهاد اللاأحيائي القدرة على البقاء والاستمرار بصورة أفضل من المحاصيل المناظرة غير المحورة والأنواع الأخرى في ظل ظروف الإجهاد اللاأحيائي المختلفة.

ومن المتوقع أن تكون معظم سمات التحمل لها "تكلفة استقلاب" مرتبطة بها وهي عادة تكون تكلفة الطاقة- والتي قد تؤثر على قدرة مقاومة النبات في ظل ظروف ضغط الانتقاء المنخفض (على سبيل المثال: ضغط لا أحيائي منخفض). وقد يكون لتكلفة الاستقلاب تأثير كبير على قدرة النبات المحور وراثياً على البقاء والمقاومة في البيئة على مدار الوقت، وينبغي مراعاتها عند تقييم قدرة النبات المحور وراثياً على المقاومة في المناطق الزراعية والمواطن الطبيعية.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) آثار القدرة الإضافية على مقاومة النبات المحور في المواطن الزراعية، والغزو والاستمرار في المواطن الطبيعية؛
- (ب) الحاجة إلى تدابير التحكم إذا كان المحصول المقاوم للإجهاد اللاأحيائي يتمتع بقدرة أعلى على البقاء في المواطن والبيئات الطبيعية أو الزراعية، حيث قد يسبب ذلك آثاراً جانبية؛

- (ج) السمات التي تصاحب الأعشاب مثل الكمون الممتد للبذور وبقاء البذور طويلاً في التربة والإنبات في ظل مجموعة واسعة من الظروف البيئية والنمو الخضري السريع ودورة الحياة القصيرة والإنتاجية العالية من البذور وارتفاع تشتت البذور ونشر البذور على مسافات بعيدة؛
- (د) آثار التغير المناخي الذي قد يغير النطاق البيئي للنبات المحور وراثياً؛
- (هـ) آثار الممارسات الزراعية المعدلة المرتبطة باستخدام النبات المحور وراثياً التي تعبر عن تحمل الإجهاد اللاأحيائي.

الآثار المترتبة على البيئة اللاأحيائية والنظام البيئي (انظر "الخطوة 3" مع مراعاة النقطة (أ)، والنقطة (هـ) في خريطة الطريق)

التفسير

تعتمد تغيرات البيئة اللاأحيائية الناتجة عن استخدام النباتات المحورة وراثياً بشكل كبير على السمة الموجودة، وقد تكون ذات صلة بالنباتات المحورة وراثياً التي لديها القدرة على تحمل ظروف بيئية معينة.

ربما يسمح تطور النباتات المحورة وراثياً القادرة على تحمل الإجهاد/الإجهادات اللاأحيائية بتوسيع الأراضي الصالحة للزراعة ومناطق زراعة هذه النباتات في البيئات الطبيعية. ينبغي تقييم الزيادة في مساحة الأراضي المخصصة للزراعة وآثار التنوع البيولوجي.

قد تؤدي زراعة النباتات المحورة وراثياً القادرة على تحمل الإجهاد اللاأحيائي إلى تغيرات على مستوى النظام البيئي، على سبيل المثال: من خلال السماح بنمو بعض الأفاع المرتبطة بأنواع النبات المحورة وراثياً في الأنظمة البيئية التي لم يسبق لها الوجود فيها.

نقاط ينبغي مراعاتها

- التغيرات في جغرافية الأراضي الصالحة للزراعة وامتدادها.
- الممارسات الزراعية المرتبطة بنبات المحور وراثياً وكيف يمكن لهذا الممارسات أن تغير البيئة اللاأحيائية والنظام البيئي.
- أدوات بناء النماذج، إذا توفرت، للتنبؤ بكيفية تأثير التغيرات في الممارسات الزراعية على البيئة اللاأحيائية بسبب النبات المحور وراثياً.

المراجع

انظر المراجع ذات الصلة بـ "تقييم مخاطر النباتات المحورة وراثياً القادرة على تحمل الإجهاد اللاأحيائي"

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

(ج) تقييم مخاطر الأشجار المحورة وراثياً

معلومات أساسية

التنوع البيولوجي للغابات أحد برامج العمل الموضوعية السبعة التي حددتها اتفاقية التنوع البيولوجي. وفي الاجتماعين الثامن والتاسع، اعترف مؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي "بالشكوك المرتبطة بالآثار على البيئة ومن الناحية الاجتماعية الاقتصادية، ومن ضمنها الآثار عبر الحدود وعلى المدى الطويل للأشجار المحورة وراثياً على التنوع البيولوجي العالمي في الغابات"، وأوصى المؤتمر "الأطراف بضرورة اتخاذ منهج احترازي عند التعامل مع قضية الأشجار المحورة وراثياً"، وحث الأطراف على القيام بعدد من الإجراءات فيما يتعلق بالأشجار المحورة وراثياً، مثل "تحديد معايير لتقييم مخاطر الأشجار المحورة وراثياً".²⁴

النطاق

تُعرف منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) الشجرة بأنها "نبات خشبي معمر يحتوي على جذع رئيسي واحد، أو على عدة جذوع في حالة الأجمة، وله تاج محدد بشكل أو بآخر".²⁵ ويركز هذا الدليل الإرشادي على الأشجار النباتية الحقيقية، ولا يتناول الأجناس الإضافية مثل النخيل والخيزران والشجيرات.²⁶

مقدمة 27

تنتمي الأشجار إلى العديد من الرتب والفصائل التصنيفية المختلفة التي تتضمن النباتات كاسيات البذور (النباتات المزهرة مثل شجرة الماهو غاني، وأشجار الحور، والتفاح) والنباتات عاريات البذور مثل الصنوبر وشجرة الراتينج وشجرة الأرز. تختلف الأشجار من نباتات المحاصيل السنوية بخصائص مثل الحجم والنمو الدائم والعمر الطويل، وتأخر بداية نضج التكاثر.

الخصوبة العالية وسكون البذور وتعدد طرق ووسائل نشر وحدات التكاثر الخضرية، وقدرة البذور على التحمل لفترات طويلة من السمات الهامة التي تميز قدرة العديد من أصناف الأشجار على التكاثر، وهي سمات لا تتمتع بها كل الأنواع.

ربما تكوّن الأشجار علاقات تفاعل بيئية معقدة ومتعددة المستويات مع الكائنات الأخرى نظراً لما تتمتع به من قدرة على النمو الدائم، والعمر الطويل والحجم الكبير في العديد من الحالات. ومن الممكن أن تتضمن هذه التفاعلات، على نحو مباشر أو غير مباشر، كائنات تتراوح من بكتيريا التحلل إلى الطيور ومن حشرات التلقيح إلى الحيوانات البرية الكبيرة. وتملك الأشجار جذوراً طويلة وممتدة، وترتبط في الغالب بالكائنات الدقيقة والفطريات مثل فصيحة الفطريات الجذرية (ميكوريزا) من خلال علاقات تعايش تكافلية.

فيما يتعلق بالنضج التكاثري ووسائل التناسل، تمر العديد من أصناف الأشجار بمرحلة طفولة قد تستمر من عدة سنوات إلى أكثر من عقد كامل قبل أن تبدأ في النضج الذي يمكنها من التكاثر. ونتيجة لذلك، تمر بعض أصناف الأشجار عبر عدد محدود من دورات التكاثر قبل أن يحل وقت زراعتها لأغراض تجارية. كما أن بعض أصناف الأشجار وحيدة الجنس (أي نباتات إما مذكرة أو مؤنثة) ولا يمكن أن تقوم بعملية التلقيح الذاتي (الممارسة الشائعة لزيادة التجانس في العديد من المحاصيل)، مما يؤدي إلى زيادة استخدام طرق ووسائل نشر النباتات لضمان انسجام الأشجار المستولدة بهدف استخدامها كفسيلة أو ذريعة. وباستخدام الأجزاء المقطوعة من بعض أصناف الأشجار، خاصة بعض أشجار الفاكهة، من الممكن تطعيم النمط الجيني المطلوب في جذر بنمط جيني مختلف. وفي العديد من أنواع أشجار الغابات وأشجار الفاكهة، من الممكن أن يتحقق التكاثر الاستعماري لأشجار متماثلة بعينها من خلال إعادة توليد أشجار كاملة من وحدات تكاثر نباتية مثل الأجزاء المقطوعة من الأشجار أو الأجنة الجذعية.

24 انظر قرارات مؤتمر الأطراف الثامن/19 الفقرة 2 و3 (<http://www.cbd.int/decision/cop/?id=11033>) والمؤتمر التاسع/5 الفقرة 1 (ق)-(ض) (<http://www.cbd.int/decision/cop/?id=11648>)

25 "دليل التدريب على حصر الأشجار خارج الغابات" متاح في الرابط <http://ftp.fao.org/docrep/fao/006/AC840E/AC840E.pdf>

26 يرى بعض الخبراء في المنتدى الإلكتروني المفتوح باب العضوية والفريق المخصص من الخبراء التقنيين أن أشجار الفاكهة لا ينبغي تضمينها في هذا الدليل الإرشادي.

27 الخصائص البيولوجية للأشجار ذات الصلة بتقييم المخاطر. وليست كل جوانب الخصائص البيولوجية في الأشجار أو استخدامها أمراً فريداً قاصراً أو تشترك معها جميع الأشجار، ولكننا ناقشنا هنا لبلورة تقييم مخاطر الأشجار المعدلة وراثياً.

تمتاز أصناف الأشجار والأنماط الجينية بالتنوع الشديد، ولها قدرة فائقة على الانتشار والتوزيع، وتكوّن علاقات معقدة مع الكائنات الأخرى، بالإضافة إلى القيم الإيكولوجية والاقتصادية والبيئية والمناخية والاجتماعية الاقتصادية. تنمو أشجار الفاكهة وأشجار الزينة وأشجار الغابات ذات القيمة الاقتصادية في مناطق متنوعة من العالم بدرجات حرارة تتراوح بين المناخ المعتدل إلى الاستوائي. وتغطي الغابات نحو واحد وثلاثين في المائة من إجمالي منطقة اليابسة في العالم أي أكثر من 4 مليارات هكتار.

بيئات الغابات التي تدار بأقل تدخل ممكن، والغابات غير المدارة على الإطلاق مثل الغابات الاستوائية المطيرة أو غابات المناطق الشمالية ذات قيمة عالية تستلزم المحافظة عليها. ولهذا تعتبر العديد من الدول الأشجار مكوناً هاماً في التنوع البيولوجي، وتضع أهدافاً لحمايتها وضمان المحافظة عليها. وينبغي مراعاة مثل هذه الأهداف التي تسعى للحفاظ على الأشجار وحمايتها عند تقييم الآثار السلبية المحتملة للأشجار المحورة وراثياً، وينبغي التأكيد على النهج التحوطي أو الاحترازي.

تم إنتاج عدد من الأشجار المحورة وراثياً من خلال استخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة، ثم طرحت في البيئة. 28 وأغلب هذه الأشجار المحورة وراثياً هي أنواع ذات قيمة اقتصادية تستخدم في البساتين والغابات والمشاتل الخاضعة للإدارة والمراقبة. ومن الصفات المحورة القدرة على تحمل مبيدات الأعشاب، وتكوين الخشب (على سبيل المثال مركب اللجنين) ومعدل النمو والظواهر الأحيائية (مثل الإزهار والإثمار)، ومقاومة الآفات والأمراض، وأخيراً مقاومة الإجهاد اللاأحيائي.

مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر

اختيار الكائنات المرجعية (انظر "مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر"، "اختيار الكائنات المرجعية" في خريطة الطريق)

التفسير

كما هو الحال في تقييم مخاطر الأنواع الأخرى من الكائنات الحية المحورة، يتطلب الأمر مرحلة التخطيط الشامل لتحديد كيف يمكن تطبيق المنهج المقارن، ضمن أشياء أخرى، في تقييم مخاطر شجرة مُعدّلة وراثياً.

في الحالات التي تمتاز فيها أصناف الأشجار المحورة وراثياً بالعمر الطويل والقدرة الكبيرة على الانتشار، ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار إمكانية تخطي الحدود والاستقرار خارج البيئة المتلقية المقصودة (على سبيل المثال في النظم الإيكولوجية الطبيعية أو التي تخلو من التدخل البشري).

استخدام الأصول الموائمة للبيئة (أي الأشجار التي نمت أو نشأت في المنطقة التي سيتم زرعها فيها تجارياً) 29 في الغابات أمر بالغ الأهمية، لأنها ستظهر قدرة أفضل على التأقلم، وبالتالي سيكون أداؤها أفضل من الأصول الوراثية غير المختارة. 30 فهذه الأصول المتأقلمة، سواء نبتت بصورة طبيعية، أو تم أقلمتها أو إطلاقها ولكن تم إنشائها وتعديلها لتلائم البيئة المحلية، قد تصلح لتكون كائنات مرجعية للأشجار المحورة وراثياً وفقاً لأهداف الحماية الوطنية والممارسات المثالية لإدارة الغابات. وقد يشكل المنهج المقارن تحدياً بالنسبة لأصناف الأشجار المحورة وراثياً التي لا يتوفر عنها أي معلومات أو القليل منها حول وظائفها الإيكولوجية وتفاعلاتها في البيئة المتلقية المحتملة.

نقاط ينبغي مراعاتها

- توافر المعلومات والمعرفة بالخصائص البيولوجية والتفاعلات الإيكولوجية للأصناف و/أو الأنماط الجينية (ومنها الأصول الإقليمية أو الأنماط البيئية عند الاقتضاء) التي يمكن استخدامها ككائن مرجعي؛
- ما إذا كان واحد أو أكثر من الكائنات المرجعية الملائمة متاحاً، وإمكانية استخدامه في الإطار التجريبي الملائم؛
- تصميم التجارب الميدانية وفقاً للمناهج المعتمدة للأشجار غير المحورة، التي تتضمن مثلاً طول الفترة قبل الإزهار، وطول/مدة التجارب، والاختبار في البيئات المختلفة والتعرض للعديد من الإجهادات الأحيائية واللاأحيائية.

28 انظر سجل الكائنات الحية المحورة في غرفة تبادل معلومات السلامة الأحيائية (<http://bch.cbd.int/database/organisms>) ومستندات المعلومات الأساسية لهذا القسم.

29 من المفاهيم المماثلة في نباتات المحاصيل أصناف المحاصيل المعدلة إقليمياً.
30 على سبيل المثال، أوصى المؤتمر الوزاري بشأن حماية الغابات في أوروبا بأنه "ينبغي تفضيل الأصناف الأصلية والمصادر المحلية حسب الاقتضاء. وينبغي الإحجام عن استخدام الأصناف والأنواع خارج محيطها الطبيعية إذا كان إدخالها سيزنّب عليها تعريض النظم الإيكولوجية والبيئية الأصلية المهمة من نباتات وحيوانات للخطر".

إجراء تقييم المخاطر

تهدف المعلومات في هذا القسم إلى تناول أصناف الأشجار وممارسات الإدارة المختلفة، وقد تؤخذ في الاعتبار حسب كل حالة على حدة.

وجود العناصر الجينية وطرق التكاثر (انظر "الخطوة 1"، "نقاط ينبغي مراعاتها (ب)" في خريطة الطريق)

التفسير

ربما تؤدي طريقة التحويل المستخدمة إلى وجود عناصر جينية محورة في شجرة معدلة وراثيا يمكن ربطها بآثار سلبية محتملة (على سبيل المثال بعض جينات مقاومة المضادات الحيوية). ويمكن اللجوء إلى عملية التهجين (التي تتضمن التلقيح العكسي) كأحد الخيارات لتقليل ظهور مثل هذه العناصر الجينية.

بعض أصناف الأشجار تمتاز بفترة طفولة طويلة، ويتحقق تكاثرها، بغرض إنشاء الغابات والشتلات، عادة من خلال التكاثر بالاستنساخ والخضري. وفي هذه الحالات، فإن إزالة العناصر الجينية غير المرغوبة في الأشجار المحورة وراثيا من خلال التهجين لن تكون مجدبة.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) طرق التحويل المستخدمة التي قد تؤدي إلى ظهور عناصر جينية ربما يكون لها آثار سلبية؛
(ب) طريقة (طرق) التكاثر المستخدمة - التهجين (الذي يتضمن درجة من التلقيح العكسي، إن أمكن، في هذا الصنف) و/أو التكاثر الخضري

العمر الطويل، والتوصيف الجيني والمظهري، واستقرار العناصر الجينية المحورة (انظر "الخطوة 1"، "نقاط ينبغي مراعاتها (د) و(هـ)" في خريطة الطريق)

التفسير

في النظم البيئية والإيكولوجية غير المدارة، يتراوح عمر بعض الأشجار من عدة عقود إلى عدة قرون أو حتى أطول من ذلك. وتستطيع هذه الأشجار التكيف مع الظروف الأحيائية واللاأحيائية المختلفة التي تتعرض لها خلال حياتها ومقاومتها. وينبغي أن يأخذ التوصيف المظهري للشجرة المحورة وراثيا في اعتباره مرحلة التطور ونطاق الظروف البيئية. وربما من المهم أيضا بقدر الإمكان مراعاة مدى وكيفية تغير ممارسات الإدارة بمرور الوقت، وهي الممارسات التي تؤثر على توصيف الشجرة المحورة وراثيا.

في ضوء العمر الطويل الذي تتمتع به بعض الأشجار، ينبغي مراعاة عدم استقرار جينات التحويل، ومن ضمنها تلك التي تسبب إخماد الجين واختلاف مستويات التعبير، في إطار صلتها المحتملة بتقييم المخاطر. وبالمثل، ينبغي أن تحظى التفاعلات الجينية/البيئية، التي قد يكون لها دور في مستوى التعبير بجينات التحويل، بالاهتمام والدراسة الواجبة. وبالمثل، فإن تقييم استقرار جينات التحويل ومستوياتها من التعبير في نقاط مختلفة خلال عمر الشجرة المحورة وراثيا قد يكون من الاعتبارات المهمة، خاصة حيثما تستخدم أساليب التحويل الوراثي في استراتيجيات الاحتواء (على سبيل المثال، عقم الذكر أو اجتناب الأعضاء الزهرية).

بسبب الحجم الكبير والعمر الطويل لبعض أصناف الأشجار، تكون البيانات التي تكتسب من تجارب بيوت الإنبات الزجاجية محدودة، فيما يتعلق، على سبيل المثال، بعدد الأجيال وتكرارات التجارب التي يمكن ملاحظتها ورصدها. ويمثل ذلك تحديا عندما يطلب تقييم مخاطر شجرة معدلة وراثية بيانات لتوضيح السمات والخصائص المتغيرة لشجرة الكائن الحي المحور، والبيئة المتلقية المحتملة بمرور الوقت.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) التغييرات في التفاعلات مع الكائنات الأخرى، والتغييرات في القدرة على الاحتفاظ بالدور والوظيفة في النظم الإيكولوجية؛
(ب) التغييرات المظهرية بمرور الوقت استجابة لعوامل الإجهاد المختلفة، ومراحل التطور المختلفة؛
(ج) إمكانية حدوث تفاوت أو تباين في مستويات التعبير بجين التحويل، التي تتضمن إخماد الجين بمرور الوقت؛
(د) توافر البيانات من تجارب بيوت الإنبات الزجاجية (التي تتضمن التعرض للإجهاد الأحيائي واللاأحيائي).

آليات الانتشار (انظر "الخطوة 1" و"الخطوة 2"، "نقاط ينبغي مراعاتها (د) و(هـ) و(ح)" في خريطة الطريق)

التفسير

مثل غيرها من النباتات، تستخدم أشجار الغابات طرقاً عديدة للتكاثر والانتشار عن طريق البذور وحبوب اللقاح ووحدات التكاثر الخضريّة. تنتج الأشجار غالباً كميات كبيرة من حبوب اللقاح والبذور للشجرة الواحدة، ويتم اختيار طرق التكاثر للانتشار على مسافات طويلة (مثل الرياح أو الماء أو الحيوانات ومن ضمنها الحشرات). وتثير القدرة على التكاثر الخضري في بعض الأشجار إمكانية إنتاج أشجار جديدة من أجزاء تقطع من الأغصان أو الجذور. وربما تسفر البذور داخل الفاكهة كسلعة حول العالم، ويتم إطلاقها في مكان الاستهلاك مثل حواشي الطرق، أو السكك الحديدية أو الأماكن السياحية، بالإضافة على حقول الزراع والحدائق المحلية.

نقاط ينبغي مراعاتها

- المعلومات المتاحة عن آليات الانتشار لدى أصناف الأشجار المحورة وراثياً وغير المحورة وقدرة حبوب اللقاح والبذور على التحمل،
- القدرة على التكاثر الخضري وآلياته في أصناف الأشجار المحورة وراثياً وغير المحورة؛
- الظروف المناخية أو ممارسات الإدارة التي تؤثر على الخصائص البيولوجية الخاصة بالتكاثر؛
- آليات القدرة على الانتشار من الأنشطة البشرية (مثل التجارة واستهلاك الفاكهة)؛
- توسع منطقة توزيع الشجرة المحورة وراثياً بسبب آليات الانتشار على مدار عمر الشجرة الطويل.

البيئة (البيئات) المتلقية المحتملة (انظر "الخطوة 1"، "نقاط ينبغي مراعاتها (و) و(ز)"، "الخطوة 2"، "نقاط ينبغي مراعاتها (ب) و(د) و(و) و(ح)"، "الخطوة 3"، "نقاط ينبغي مراعاتها (أ) و(هـ)" في خريطة الطريق)

التفسير

قد يعتمد تحديد ووصف البيئة (البيئات) المتلقية المحتملة على الشجرة المحورة وراثياً المقصودة وموطنها، وصفاتها وخصائصها المحورة، وآلياتها في الانتشار. فربما تكون كثافة الإدارة في البيئة المتلقية المحتملة مع بعض الأشجار أقل مما هي لبعض النباتات السنوية. فمستوى التأقلم في بعض أشجار الغابات ربما يكون أقل، وغالباً ما تبقى الأشجار وتستمر دون أي تدخل بشري. ولهذا فإن القدرة على نشر المواد التكاثرية في البيئات بخلاف البيئة المتلقية المقصودة من العوامل الجديدة بالأعتبار والاهتمام خلال تقييم المخاطر.

تستطيع العديد من أصناف الأشجار (مثل شجر الحور والكافور) الانتشار من خلال التكاثر الخضري. وعند وصف البيئة المتلقية المحتملة خلال تقييم مخاطر مثل هذه الشجرة المحورة وراثياً، ينبغي أخذ حركة البذور وكذلك حركة وحدات التكاثر الخضري في الاعتبار. وربما تؤخذ القضايا المرتبطة بالتحركات غير المقصودة عبر الحدود كذلك في الاعتبار في الحالات التي يمكن أن تعبر فيها الأشجار المحورة وراثياً الحدود الوطنية من خلال نشر البذور أو حبوب اللقاح على سبيل المثال أو النواقل المادية والبيولوجية مثل تجارة الفاكهة ذات البذور بين دول العالم.

نقاط ينبغي مراعاتها

- البيئات ومستويات التحكم والإدارة بها التي توفر للبذور ووحدات التكاثر الخضريّة القدرة على الاستقرار؛
- تواجد وقرب الأصناف والأنواع في البيئة المتلقية التي قد تختلط بها الشجرة المحورة وراثياً؛
- قرب المناطق المحمية، ومراكز المنشأ والتنوع الجيني أو المناطق الحساسة بيئياً؛
- وظائف وخدمات النظام البيئي في البيئة المتلقية المحتملة (على سبيل المثال: العناصر الملائمة من شبكات الغذاء)؛
- التغيير في أنماط الطبيعة وحساسية البيئة المتلقية للأنشطة البشرية.

تعرض النظام البيئي للأشجار المحورة وراثيا والعواقب المحتملة (انظر "الخطوة 2" و"الخطوة 3" في خريطة الطريق)

التفسير

بعض الأشجار تظل إلى حد ما دون أي إزعاج أو تطفل في الجزء الأغلب من دورة حياتها، وربما تنخرط في عدد من التفاعلات البيئية، مثل توفير المأوى للكائنات الأخرى، والاشتراك في شبكات غذاء واسعة ومعقدة. وحتى يتم تحديد احتمال حدوث أثر سلبي على شجرة معدلة وراثيا، ينبغي أن يأخذ تقييم التعرض للشجرة المحورة وراثيا في الاعتبار المدة المتوقعة لوجود الأشجار في البيئة المتلقية، وطبيعة صفات التحوير الجيني والاستخدام المقصود للشجرة المحورة وراثيا (على سبيل المثال: في المعالجة، أو في مسارات التجارة) وكذلك آليات الانتشار والتكاثر. ونظرا لبدء تأخر نضج التكاثر في عدد من أصناف الأشجار، ربما لا يتم إنتاج حبوب اللقاح والبذور خلال الدراسات التجريبية.

قد يزيد التوسع في مناطق زراعة الأشجار من أجل توليد الطاقة الحيوية من تنوع البيئات التي تتعرض للأشجار المحورة وراثيا، ومنها الأشجار المحورة لتخفيف التوغل المحتمل.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) فترة وجود الأشجار المحورة وراثيا في البيئة المتلقية المحتملة؛
- (ب) طول بقاء الأشجار المحورة وراثيا والآثار السلبية المحتملة على المدى البعيد في البيئة، مثل قدرة الكائن المتلقي غير المحور على التوغل والانتشار؛
- (ج) تأثير الصفات المحورة على صفات التوغل والانتشار؛
- (د) التفاعلات طويلة المدى التي قد تؤدي إلى الآثار السلبية على الكائنات الأخرى بما في ذلك تفاعلات شبكات الغذاء؛
- (هـ) عواقب الصفة المحورة على وظائف النظام الإيكولوجي والتنوع البيولوجي.

استراتيجيات إدارة المخاطر (انظر "الخطوة 4"، "نقاط ينبغي مراعاتها (هـ)"، و"الخطوة 5" في خريطة الطريق)

التفسير

تعتمد الحاجة إلى استراتيجيات إدارة المخاطر الموضوعية خصيصا للأشجار المحورة وراثيا على نتائج تقييم المخاطر، وربما تختلف حسب الشجرة المحورة وراثيا والظروف التي نمت فيها. بينما تتضمن توصيات تقييم المخاطر تدابير الحد من أو منع انتشار الأشجار المحورة وراثيا في الغابات أو المشاتل، تتضمن الاستراتيجيات التي يمكن استخدامها تأخير أو منع الإزهار (على سبيل المثال: تشذيب أو قطع الأشجار سريعة النمو التي تخدم إنتاج الورق أو الطاقة الحيوية/الكتلة الحيوية قبل أن تصل إلى مرحلة التكاثر) والاحتواء الحيوي (على سبيل المثال تعزيز العقم لدى الذكور أو اجتناب الزهور). وإذا كان الاجتناب الكامل للزهرة غير محبذ في بعض أنواع أشجار الفاكهة أو الأصناف البستانية، ربما يكون إعدام الذكور ملائما في بعض الأصناف (مثل التفاح) التي تتطلب عادة حبوب لقاح من نوع مختلف (قد يكون غير معدل وراثيا). غير أن وسائل إعدام الذكور قد لا تمنع إنتاج البذور في الأشجار المحورة وراثيا التي يتم تلقيحها من الأشجار الخصبة. وبينما تتضمن التطبيقات التعديل الوراثي للجذور فقط في الأشجار المطعمة، من الممكن التحكم في الانتشار من خلال ضمان عدم إنتاج البراعم أو الأزهار في الجذور.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) نوع الشجرة المحورة وراثيا واستخدامها المقصود؛
- (ب) درجة ونوع الإدارة والتحكم (تطعيم أشجار الفاكهة، وفترة مناوبة أشجار الغابات)؛
- (ج) الآثار المحددة والمخاطر التي تترتب على أي استراتيجية احتواء تم تنفيذها من خلال استخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة.

المراجع

انظر المراجع المرتبطة بقسم "تقييم مخاطر الأشجار المحورة وراثيا"

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

(د) تقييم مخاطر البعوض المحور وراثيا

مقدمة

يتم إنتاج البعوض المحور وراثيًا من خلال التكنولوجيا الحيوية الحديثة لتقليل نقل مسببات الأمراض البشرية التي يحملها البعوض، خاصة تلك التي تسبب الملاريا وحمى الضنك والشيكونغونيا. والحد من هذه الأمراض وتقليل انتشارها من أهداف الصحة العامة المعروفة. وهذه الأمراض لها تأثير هائل على صحة الإنسان. على سبيل المثال، في 2008، كان هناك 247 مليون حالة مالاريا، ونحو مليون حالة وفيات³¹. لهذا، ينبغي تطبيق الاعتبارات المحددة والشاملة فيما يتعلق بالمزايا والآثار السلبية المحتملة للبعوض المحور وراثيا.

وتفرض الخصائص البيولوجية للبعوض وبيئتها من ناحية، وتأثيرها على الصحة العامة كناقل لأمراض البشر والحيوانات من ناحية أخرى، اعتبارات وتحديات معينة خلال عملية تقييم المخاطر.

وتوضع استراتيجيتان للتكنولوجيا الحيوية الحديثة، وعلى وجه التحديد استراتيجية العزل الذاتي والانتشار الذاتي لإنتاج البعوض المحور وراثيا للتحكم في الأمراض المحمولة عن طريق الكائنات الناقلة.

وتهدف بعض استراتيجيات العزل الذاتي التي يجري تطويرها إلى مكافحة البعوض الناقل للمرض من خلال تقليل أعدادها وإضعاف قدرتها على التكاثر، وذلك عن طريق إنتاج بعوض محور وراثيا لا يستطيع إنتاج نسل قادر على الاستمرار. ويمكن تحقيق ذلك من خلال إيقاف نمو اليرقات في بيض البعوض. وهكذا، لا يتوقع من البعوض المحور وراثيا الذي تم تطويره في ظل استراتيجيات العزل الذاتي أن ينقل الصفة المحورة إلى الأجيال اللاحقة. وتختلف أساليب التكنولوجيا الحيوية الحديثة لإنتاج بعوض محور وراثيا معزول ذاتيا (على سبيل المثال: إطلاق الحشرات التي تحمل وصف "القاتل المهيمن") عن تلك التي تعتمد على استخدام الإشعاع لإعقام الذكور لأنها تهدف إلى إنتاج سلالات عقيمة سلوكيا. وتركز استراتيجيات العزل الذاتي الأخرى على العمليات الأيضية في البعوض الناقل للمرض، وتهدف إلى الحد من قدراتها وبالتالي تقليل أعدادها.

تعتمد استراتيجيات الانتشار الذاتي، المعروفة كذلك باستراتيجيات الاستدامة الذاتية، على نظم توجيه الجينات التي تعزز انتشار وبقاء جين التحوير من خلال مجموعات من أنواع البعوض نفسه. وبخلاف استراتيجية العزل الذاتي، كان الهدف من التحويرات في البعوض المحور وراثيا الذي تم إنتاجه من خلال استراتيجيات الانتشار الذاتي أن تكون قابلة للتوريث والانتشار من خلال السلالات والفصائل المستهدفة، وبالتالي الانتشار في النظام الإيكولوجي في الأمد المتوسط على الأقل. ومن ثم فإن هدف استراتيجيات الانتشار الذاتي هو إحلال البعوض المحور وراثيا الذي تم تعديله لكي تصبح أقل قدرة على نقل الأمراض محل البعوض غير المحور وراثيا. وفي منهج مرتبط، من الممكن استخدام نظم تحريك الجينات لتحفيز انتشار الجين الذي يحدد مقدار الصلاحية أو زيادة أعداد الذكور في ذرية البعوض. بهذه الطريقة يمكن استخدام نظم تحريك الجينات لإنهاء البعوض الناقل للمرض أو حث سلسلة من الصراعات في سلالات البعوض. ومن الأمثلة على هذه النظم إنزيم التوجيه HEG الذي يمزق كروموسوم X، والذي يمكن زرعه في البعوض في الوقت نفسه من أجل زيادة نسبة الذكور في ذرية البعوض، ومن ثم يؤدي ذلك إلى صراع محتمل بين ذكور البعوض بعد انقراض الإناث.

من الاستراتيجيات الأخرى، استراتيجية تحت التطوير اسمها زرع الجينات المقاومة لنقل المرض التي تعمل على التحكم في أو تقليل أو إزالة قدرة النواقل على نقل مسببات المرض بصورة أساسية، ولكن ليس بصورة تامة، عن طريق وقف نمو مسبب المرض في البعوض الناقل للمرض. وتركز استراتيجية زرع الجينات المقاومة لنقل المرض على الحشرات المتعايشة للتعبير عن الجزيئات في ناقل المرض التي تؤدي إلى إضعاف مسببات المرض التي ينقلها البعوض. وفي حالة استخدام استراتيجية زرع الجينات المقاومة لنقل المرض، من أجل التحكم في الأمراض التي ينقلها البعوض، لن يتم تحويل البعوض نفسه، ولكن الكائن الدقيق الذي يعيش في البعوضة (في وسط أمعائها) سيصبح أحد منتجات التكنولوجيا الحيوية الحديثة. ومثل هذه الكائنات قد ترتبط بعلاقة تكافل خاصة قائمة على تبادل المنفعة مع البعوضة، أو ربما تكون شائعة الاقتران بالبعوضة، ولكن ليس بينهما علاقة التصاق. يمكن استخدام زرع جينات مقاومة لنقل المرض كاستراتيجية للعزل الذاتي لكبت السلالات أو الكائنات أو كاستراتيجية محدودة للنشر الذاتي لاستبدال الكائنات أو الفصائل (انظر أعلاه).

³¹ منظمة الصحة العالمية (2010) ورقة حقائق الملاريا. متاحة على الرابط <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs094/en>

سيختلف البعوض الذي تم إنتاجه من خلال الاستراتيجيات المختلفة على سبيل المثال في قدرته على الصمود والبقاء في البيئة، وعلى نشر جينات التحوير المزروعة في سلالات البعوض المحلية، أو حتى في الكائنات الأخرى. لهذا، ستعتمد متطلبات تقييم المخاطر والمعايير على الخصائص المحددة للبعوض المحور وراثيا والاستراتيجية المستخدمة.

لأن هذه الوثيقة الإرشادية لا تركز على نوع واحد من التكنولوجيا أو الآلية الوراثية، سيكون من الضروري إعداد وثائق إرشادية إضافية وأكثر تخصيصاً عند إجراء تقييم المخاطر لبعوض معين محور وراثيا وفقا للاستراتيجية المستخدمة ضمن أشياء أخرى. ومن الممكن أن تستفيد أيضاً عملية تقييم مخاطر البعوض المحور وراثيا التي يتم إجراؤها على أساس كل حالة على حدة من منهج واسع يستخدم الاختبارات الميدانية المعزولة والمعملية بجانب النمذجة الرياضية.

الهدف والنطاق

تهدف هذه الوثيقة إلى تقديم إرشادات إضافية بشأن تقييم مخاطر البعوض المحور وراثيا وفقا للمرفق الثالث من بروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية. وبناء على ذلك، تهدف هذه الوثيقة إلى تكملة خريطة الطريق لتقييم مخاطر الكائنات الحية المحور، والتأكيد على أمور محددة التي تحتاج إلى دراسة خاصة عند إطلاق البعوض المحور وراثيا في البيئة.

تركز هذه الوثيقة على تقييم مخاطر البعوض المحور وراثيا من سلالة Culicidae التي تم إنتاجها من خلال استراتيجيات العزل الذاتي والانتشار الذاتي لاستخدامها في الحد من الأمراض التي تصيب البشر والحيوانات مثل الملاريا وحمى الضنك والشيكونغونيا وحمى الصفراء وحمى غرب النيل.

لا تتناول هذه الوثيقة الآثار السلبية المحتملة للكائنات المحورة وراثيا التي تم إطلاقها في البيئة. فإن نطاق هذه الوثيقة الإرشادية لا يشمل زرع الجينات المقاومة لنقل المرض.

مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر

ينبغي إجراء دراسات محددة حول الآثار السلبية المحتملة لنوع معين من البعوض المحور وراثيا، مع مراعاة أجناس البعوض والصفة المحورة والبيئة المتلقية المقصودة وغير المقصودة والهدف من الإطلاق المقصود ونطاقه. وينبغي أن تركز هذه الدراسات على: (أ) أنواع الآثار السلبية المحتملة التي توجد لها سيناريوهات مقبولة علميا و(ب) الأنواع والعمليات الإيكولوجية والوبائية التي قد تتأثر بإطلاق البعوض المحور وراثيا و(ج) أهداف الحماية في البلد الذي سيطلق فيه البعوض المحور وراثيا و(د) الرابط النظري بين أهداف الحماية المحددة وإطلاق البعوض المحور في البيئة.

الخصائص البيولوجية وإلى حد ما الإيكولوجية والبيئية لأنواع البعوض الناقلة للملاريا وحمى الضنك معروفة جيدا في مناطق عديدة من العالم. ومع ذلك، ففي مناطق معينة وفي البيئة التي يحتمل أن يطلق فيها البعوض المحور، يتطلب الأمر جمع المزيد من المعلومات حسب طبيعة وحجم استراتيجيات الكائنات المحورة التي تم تطبيقها. وفي العديد من هذه البيئات، تم إجراء بعض الدراسات لفحص مسار الجينات بين السلالات الناقلة للأمراض، وسلوكياتها في التزاوج والتكاثر، والتفاعلات بين السلالات التي تشترك في موطن واحد، وكيفية استجابة مسببات الأمراض لإطلاق نواقل جديدة وهكذا. ومثل هذه المعلومات قد تكون مطلوبة لإنشاء خط أساس من أجل تقييم مخاطر البعوض المحور وراثيا. علاوة على ذلك، هناك حاجة أيضا لطرق تحديد مخاطر معينة تهدد النظم البيئية والإيكولوجية.

يعتمد تحديد البيئة المتلقية المحتملة للبعوض المحور وراثيا على عدة عوامل، منها ما إذا كان قد تم التخطيط لمواقع الإطلاق المعنية وما إذا كانت عقبات طبيعية أو صناعية تقيد انتشار البعوض المحور وراثيا. وفي بعض الحالات، قد ينبغي على خبراء تقييم المخاطر دراسة المنطقة الوطنية بالكامل أو حتى الدول المجاورة باعتبارها البيئة المتلقية المحتملة (انظر أيضا: التحركات غير المقصودة عبر الحدود أدناه).

اختيار الكائنات المرجعية (انظر "مرحلة التخطيط في تقييم المخاطر" و"اختيار الكائنات المرجعية" في خريطة الطريق)

التفسير

يمكن اختيار السلالة/الفصيلة المستخدمة ككائن متلقي للتحويل لتقوم بدور الكائن المرجعي لتقييم مخاطر البعوض المحور وراثيا. وقد يمثل أسلوب استخدام سلالة (شبه) متجانسة جينيا تحدياً صعباً. وبينما تستخدم عمليات الزرع الناجحة لتطوير فصيلة من البعوض المحور وراثيا، يمكن استخدام الفصيلة المصدر المحورة وراثيا ككائن مرجعي إضافي.

إجراء تقييم المخاطر

وصف البعوض الحي المحور (انظر الخطوة 1 في خريطة الطريق)

التفسير

ينبغي أن يتضمن وصف أنواع البعوض الأنواع والسلالات الفرعية، والتوزيع البيولوجي والجغرافي، والمكانة الإيكولوجية، والقدرة على نقل مسببات المرض، وربما يتضمن كذلك استخدام الواسمات الجزيئية الموثوقة.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) وصف التحوير الجيني، والوصف الجزيئي المرتبط بالتقنيات الملائمة مع الاهتمام الخاص بالتسلسلات التي ربما تؤثر على حركة الجين المزروع في البعوضة (مثل العناصر القابلة للنقل)؛

(ب) استقرار جين التحوير واحتمال التحولات والطفرات في جين (جينات) التحوير، والتغيرات في موقع (مواقع) الحقن (في حالة الحمض النووي المتنقل) استجابة للانتخاب والانتقاء في البيئة المتلقية.

التأثيرات على التنوع البيولوجي (الأنواع، والمواطن، والنظم الإيكولوجية، وخدمات ووظائف النظم الإيكولوجية) (انظر الخطوة 2 والخطوة 3 في خريطة الطريق)

التفسير

ينبغي تقييم دور البعوض في النظم الإيكولوجية الطبيعية، لأنه ربما يترتب على إطلاق البعوض المحور وراثيا تأثير غير مقصود على الناقل المستهدف ومسببات الأمراض المستهدفة³² وغيرها من الأنواع التي ربما تؤدي إلى آثار سلبية. وتختلف الآثار غير المقصودة المحتملة من حالة لأخرى، وقد تتضمن:

• الأفات الجديدة أو الأكثر ضراوة، خاصة تلك التي لها تأثير ضار على صحة الإنسان:

ربما لا يقوم البعوض المحور وراثيا الذي تم إطلاقه بوظيفته على النحو المتوقع، فعلى سبيل المثال قد يؤدي إخماد الجين أو فشل غير مرصود في إنتاج بعوض محور وراثيا عقيم ذاتيا، الأمر الذي يؤدي إلى إطلاق بعوض قوي جنسياً، مما يزيد من زيادة تكاثر البعوض الناقل أو توسيع رقعة انتشار المرض.

تستطيع أنواع البعوض حالياً نقل مسببات أمراض عديدة، مثل الفيروسات والفيلايريا إلى البشر أو الحيوانات. وقد يؤدي تعديل قدرة على نقل أحد مسببات الأمراض في البعوض المحور وراثيا إلى تحسين قدرته على نقل مسببات الأمراض الأخرى.

قد يؤدي تعطيل قدرات التكاثر في البعوض المستهدف إلى زيادة أعداد نوع آخر من البعوض الناقل للمرض، مما يؤدي إلى مستويات عالية من الأمراض المستهدفة أو ظهور مرض جديد في البشر والحيوانات. وربما تتضمن أنواع النواقل الأخرى بعوض آخر ناقل لأمراض أخرى. وربما يصبح البعوض المحور وراثيا الذي تم إطلاقه في البيئة آفة أخرى أكثر شراسة عندما يصبح مضيفا لباقة واسعة من مسببات الأمراض.

ربما يسبب البعوض المحور وراثيا الذي تم إطلاقه زيادة خطورة الأفات الأخرى، مثل الأفات الزراعية، وغيرها من الأفات التي تؤثر على الأنشطة الإنسانية. على سبيل المثال، ربما يؤدي إطلاق البعوض إلى استبدال الزاعجة المنقطة بالأبيض *Aedes albopictus* بالزاعجة المصرية *Aedes aegypti*. وينبغي مراقبة مثل هذه المخاطر من خلال الوقت وفي النطاق الجغرافي الملائم.

• إلحاق الضرر بالأنواع الأخرى أو إبادةها:

ربما يتسبب البعوض المحور الذي تم إطلاقه في البيئة في تقليل أعداد الأنواع الأخرى (مثل الطيور أو الخفافيش أو الأسماك التي تعتمد في بعض المواسم على البعوض كغذاء). ومن هذه الأنواع سلالات ذات أهمية إيكولوجية واقتصادية وثقافية واجتماعية مثل الغذاء البري والأنواع المهدة بالانقراض والأنواع الرئيسية والرمزية وغيرها من أنواع الحياة البرية الأخرى ذات الصلة. وقد تنشأ الآثار الإيكولوجية من إطلاق نوع منافس إذا تم تخفيض أعداد البعوض المستهدف أو بسبب عوامل التغذية المرتبطة بالأنواع التي تعتمد على البعوض كمصدر للغذاء في بعض أوقات السنة. وربما تحدث

³² لغرض هذه الوثيقة يشير مصطلح "الناقل المستهدف" إلى البعوض الذي ينقل المرض ويقصد "بمسبب المرض المستهدف" العامل الذي يسبب المرض الذي ينقله البعوض المستهدف..

هذه التأثيرات (1) إذا كان البعوض المستهدف ينقل مرضاً لأنواع الأخرى أو (2) إذا كان البعوض المحور الذي تم إطلاقه ينقل الأمراض لأنواع الحيوانات بفاعلية أكبر أو (3) إذا خرج بعوض آخر ناقل لمرض يصيب الحيوانات عن السيطرة عندما تم تخفيض أعداد البعوض المستهدف أو (4) إذا تم تخفيض أعداد مسبب مرض مستهدف أو تم القضاء عليه، مما يؤدي إلى آثار على الكائنات الأخرى التي تتفاعل معها، كأن يتم على سبيل المثال تغيير حيوانات أخرى كانت تستضيف مسبب المرض.

يتمتع البعوض مثل بقية الحشرات عادة بخصائص تناسلية عازلة قوية لا تسمح بانتقال الجين بين الأنواع المختلفة. ومع ذلك، فإذا كان حدث تزاوج بين الأنواع مثل البعوض المحور وراثياً الذي تم إطلاقه وأنواع البعوض الأخرى، فقد يؤدي ذلك إلى اضطراب في خصائص التكاثر والتناسل العددي في الأنواع الأخرى. ومع ذلك، فإن إيقاف نقل مسببات الأمراض للحيوانات الأخرى (على سبيل المثال: انتقال فيروس غرب النيل إلى الطيور أو حمى الوادي المتصدع إلى الثدييات الأفريقية) ربما يغير من آليات التكاثر والتناسل في هذه الأنواع، مما يؤدي إلى زيادة في أعدادها.

• اضطراب المجتمعات الإيكولوجية والعمليات الإيكولوجية:

من المستبعد أن تتعرض المجتمعات الإيكولوجية في المواطن المائية الصغيرة سريعة الزوال التي يسكنها البعوض غير المحور وراثياً للاضطراب بعيداً عن الاحتمالات التي تم تناولها آنفاً في قسم "إلحاق الضرر بالأنواع الأخرى أو إبادتها". ومع ذلك، إذا كانت أنواع البعوض المحور وراثياً التي تم إطلاقها ستسكن في المواطن الطبيعية (فجوات الأشجار)، من المحتمل أن يحدث اضطراب في المجتمعات المصاحبة.

قد يترتب على إطلاق البعوض المحور وراثياً آثار سلبية على عمليات النظام الإيكولوجي المهمة، التي يشار إليها غالباً باسم "خدمات النظام الإيكولوجي" مثل التلقيح أو على عمليات تدعم عمل ووظائف النظام الإيكولوجي الطبيعية. حيث يتغذى البعوض البالغ من الذكور والإناث على رحيق الأزهار ويشارك في تلقيح النباتات بطريقة تشبه الفراش وغشائيات الأجنحة Hymenoptera وذوات الجناحين Diptera. وفي الحالات التي تقوم فيها أنواع البعوض بدور بارز في التلقيح، فربما يؤدي الحد من انتشار البعوض من أي نوع إلى تقليل معدل تلقيح بعض أنواع النباتات أو يسبب تحولاً إلى أنواع أخرى من الملقحات.

من ناحية أخرى، يمثل البعوض، البالغ منه واليرقات، مصدراً غذائياً مهماً للعديد من الكائنات المفترسة (مثل الحشرات والسحالي والطيور)، ولهذا فإنها مسؤولة عن نقل كميات كبيرة من الكتلة الحيوية من النظم الإيكولوجية المائية إلى الأرضية. وهكذا فإذا تم القضاء على البعوض، ستتغير الأماكن والمواطن التي يعتبر فيها البعوض جنس الحشرات السائد (على سبيل المثال السهول الواسعة القطبية أو الفجوات في الأشجار). ورغم ذلك، ترتبط الأنواع الشائعة من البعوض الناقل المستهدف غالباً بالنشاط البشري ومن ثم فإنها ليست وثيقة الصلة بخدمات النظام الإيكولوجي.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) نطاق الانتشار والتكاثر الطبيعي وموسمية البعوض المضيف فيما يتعلق بالبيئة المتلقية المحتملة التي قد يتم إطلاق البعوض المحور وراثياً فيها
- (ب) آثار إدارة واستخدام الاستراتيجية محل الدراسة على البعوض المستهدف ومسببات الأمراض؛
- (ج) دور البعوض المحور وراثياً في التسبب في الآثار السلبية على الأنواع الأخرى مما يجعل من الأنواع الأخرى آفات تضر بالبيئة والصحة العامة والزراعة والأحياء المائية أو تصبح إزعاجاً أو خطراً على الصحة؛
- (د) تأثير جين التحوير على صلاحية وكفاءة البعوض المحور وراثياً في البيئة المتلقية، بما في ذلك المناطق التي ربما ينتشر فيها البعوض المحور وراثياً، خاصة إذا تم استخدام تكنولوجيا الاكتفاء الذاتي في الهندسة الوراثية؛
- (هـ) ما إذا كانت أنواع البعوض المستهدفة أصلية أم دخيلة على منطقة معينة؛
- (و) نطاق المواطن الطبيعية والمحتملة لأنواع البعوض المستهدفة ومدى احتمالات تأثر نطاق الموطن بالتغير المناخي؛
- (ز) مدى تعرض البعوض المحور وراثياً للعدوى والإصابة من مسببات الأمراض المحمولة عن طريق البعوض الناقل؛
- (ح) مدى انتماء البعوض إلى مجموعة أنواع يحدث فيها التزاوج بين الأنواع؛
- (ط) مدى احتمال تأثير إطلاق البعوض المحور وراثياً على أنواع البعوض الأخرى من الملقحات أو المعرفة بأنها مفيدة لعمليات النظام الإيكولوجي؛
- (ي) عواقب التحولات والطفرات المحتملة الناتجة عن تفاعلات البعوض مع الكائنات الأخرى في البيئة، وأية تغييرات أخرى في استجابتها للإجهاد اللاأحيائي؛

- (ك) مدى احتمال تأثير البعوض المحور وراثيا على الكائنات الأخرى التي تتفاعل معها (مثل آكلات البعوض) ومدى تسبب ذلك في آثار سلبية (على سلسلة الغذاء على سبيل المثال)؛
- (ل) في حالة غياب البعوض المستهدف، إمكانية أن تحل أنواع البعوض الأخرى الناقلة للمرض محل أنواع أخرى، وإذا حدث ذلك، فهل سيؤدي ذلك إلى زيادة حدوث المرض المستهدف أم ظهور أمراض جديدة في البشر والحيوانات؛
- (م) مدى امتلاك البعوض المحور وراثيا للقدرة على الانتشار الطبيعي عبر الحدود لمسافات بعيدة أو الانتقال من خلال وسائل من صنع الإنسان (مثل الإطارات المستخدمة، والطائرات، والسفن)؛
- (ن) إمكانية حدوث تغييرات في إدارة الأرض في البيئة المتلقية (على سبيل المثال: صرف الأراضي الرطبة، وممارسات الري) كنتيجة لإطلاق البعوض المحور وراثياً، والآثار على التنوع البيولوجي التي قد تتسبب فيها هذه التغييرات.

النقل الرأسي للجينات (انظر "الخطوة 2" و"الخطوة 3" في خريطة الطريق)

التفسير

في حالة البعوض المحور وراثيا ذاتي النشر، ربما تحظى نظم توجيه الجينات لنقل الجينات إلى السلالات البرية من البعوض بالتركيز الأولي عند تقييم احتمالية النقل الرأسي للجينات من البعوض المحور وراثيا إلى البعوض غير المحور وراثيا من خلال التخصيب المتبادل. وعلى الأرجح تقل احتمالات النقل الرأسي للجينات في البعوض المحور وراثيا المعزول ذاتيا عن البعوض المحور وراثيا ذاتي الانتشار، ولكن ينبغي تقييم هذه الاحتمالات وفقا لكل حالة على حدة (انظر أدناه). وربما تؤثر عوامل متعددة على حركة الجينات وأي آثار سلبية مصاحبة، مثل الاستراتيجية المستخدمة في تطوير البعوض المحور وراثيا، وخصائص جينات التحويل، ونظام توجيه الجينات واستقرار وثبات الصفة (الصفات) التي تحملها البعوضة عبر الأجيال بالإضافة إلى خصائص البيئة المتلقية.

يتم إنتاج بعض البعوض المحور وراثيا لنشر الصفة المدخلة بسرعة من خلال أسراب وفصائل البعوض المستهدف. على سبيل المثال، عند إطلاق الصفة في البعوض من فصيلة الأنوفيلة الغامبية *Anopheles gambiae*، فإنه من المتوقع أن تنتشر في جميع مجموعة أنواع الأنوفيلة الغامبية *Anopheles gambiae*. وتهدف تقنيات البعوض المحور وراثيا الأخرى إلى أن تجعله معزولة ذاتيا، وفي هذه الحالات، فإن انتشار جينات التحويل أو العناصر الجينية في البعوض المستهدف ليس مقصوداً أو مستهدفاً. في حالة تقنيات العزل الذاتي، ينبغي دراسة إمكانية الانتشار غير المقصود للصفة الجديدة المحورة من خلال التركيز على افتراض أن أي استراتيجية للإدارة للحد من الانتشار معرضة لاحتمال الفشل. ويمكن تقدير احتمالات وعواقب هذا الخطر من خلال تقييم صلاحية وكفاءة جين التحويل إذا فشلت آلية العزل الذاتي في منع انتشار جين التحويل.

ينبغي دراسة انتقال الجينات بين الأنواع المختلفة لجميع تقنيات البعوض المحور وراثيا بالرغم من الواقع الذي يقول بأن البعوض مثل الحشرات الأخرى يتمتعون بخصائص تناسلية عازلة قوية تمنع انتقال جين التحويل بين الأنواع والفصائل المختلفة. ومن المهم للغاية تحديد الخصائص التناسلية العازلة الرئيسية والظروف المحتملة التي قد تؤدي إلى انهيار هذه الخصائص في عملية تقييم البعوض المحور وراثياً الذي يتمتع بهذه الصفة. علاوة على ذلك، ستؤثر كذلك ميزة (عيب) الصلاحية والكفاءة التي اكتسبها البعوض المحور وراثياً من الصفة الجديدة المحورة وعدد مرات إطلاق البعوض المحور وراثيا في البيئة على أعداد البعوض واحتمالية ومعدل انتشار جينات التحويل أو العناصر الجينية من نوع لآخر.

في استراتيجيات العزل الذاتي، ربما تكون الأعداد الأولية من البعوض المحور وراثيا صغيرة ومحدودة، لكن انتشارها في البيئة سيوفر فرصا مستمرة للتفاعلات والتحويلات الجديدة التي ربما لا يتم رصدها في الدراسات التجريبية المحدودة. ورغم أن العقم الجنسي (عدم التوافق السيتوبلازمي) ربما يمنع نقل الكائنات الدقيقة إلى بعض الأنواع، ينبغي دراسة المخاطر الناجمة عن الاستثناءات النادرة في نمط التزاوج الطبيعي.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) ما إذا كان البعوض المحور وراثياً يتمتع بالقدرة على نقل الصفات المحورة إلى فصائل البعوض البري (إن لم يكن ذلك استراتيجية مقصودة) أو الكائنات غير المرتبطة وفي هذه الحالة قد تحدث أية عواقب محتملة غير مرغوبة؛
- (ب) ما إذا كان البعوض المحور وراثياً يتمتع بالقدرة على تضخيم الصفات أو الوظائف أو السلوكيات غير المرغوبة في سلالات وفصائل البعوض المستهدفة أو مجموعة الأنواع الأخرى المتوافقة جنسياً.

النقل الأفقي للجينات

التفسير

ربما يرتبط البعوض المحور وراثياً بكائنات دقيقة تعيش معه ككائنات متكافلة أو متطفلة. وينبغي الاهتمام بالآثار السلبية المحتملة الناتجة عن التفاعل بين البعوض المحور وراثياً وبكتيريا الوبخية *Wolbachia* بوجه خاص لأن هذه البكتيريا تعيش حالياً بكثافة داخل البعوض. وتؤكد الأدلة التجريبية أن النقل الأفقي للجينات محتمل الحدوث بين البعوض المحور وراثياً وبكتيريا الوبخية. ولأنه يبدو أن بكتيريا الوبخية تقلل كفاءة وصلاحية المضيف، وتعوق نقل الفيروسات، مثل فيروسات حمى الضنك، من المحتمل أن تغير الآثار السلبية لبكتيريا الوبخية من قدرة البعوض على نقل الأمراض.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) تواجد الكائنات المتكافلة أو الطفيلية في البعوض المحور وراثياً، وما إذا كان هناك تبادل للمعلومات الوراثية بين المضيف والكائن الدقيق؛
- (ب) ما إذا كان البعوض المحور وراثياً قادراً على تضخيم الصفات أو الوظائف أو السلوكيات غير المرغوبة في الكائنات الأخرى، خاصة في البكتيريا التي تعيش في الكائنات المتكافلة؛
- (ج) تسلسل الحمض النووي في الكائنات الحية الدقيقة التي ربما تؤثر على انتقال الحين المزروع وجينات التحوير (مثل العناصر المتحركة) من خلال عمليات الاتحاد أو الاندماج بالكائنات الدقيقة.

بقاء جين التحوير في النظام الإيكولوجي (انظر "الخطوة 2" و"نقاط ينبغي مراعاتها (و)" و"الخطوة 3"، و"نقاط ينبغي مراعاتها (أ) (3)" و"نقاط ينبغي مراعاتها (ب)" في خريطة الطريق)

التفسير

صُممت بعض جينات التحوير في البعوض المحور وراثياً لكي لا تستمر، بينما يتوقع من جينات تحوير أخرى أن تنتشر بسرعة وتتوغل في الكائنات البرية. وفي الحالات التي يُكتشف فيها من خلال عملية تقييم المخاطر أن البعوض المحور وراثياً يمكن أن يتسبب في آثار سلبية على التنوع البيولوجي، مع مراعاة صحة الإنسان، ينبغي دراسة طرق تقليل قدرة جين التحوير على البقاء والتوغل البيئية.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) أية عواقب غير مرغوبة في حالة توغل جين التحوير في البيئة؛
- (ب) طرق تقليل قدرة جين التحوير على التوغل والاستمرار.

الاستجابات الارتقائية (خاصة في البعوض الناقل المستهدف أو مسببات الأمراض في البشر والحيوانات) (انظر "الخطوة 1" في خريطة الطريق)

التفسير

يمارس أي تأثير إيكولوجي قوي ضغطاً من حيث الانتخاب الارتقائي على مسببات الأمراض في البشر والحيوانات والبعوض الناقل للأمراض. وأبرز التأثيرات الارتقائية الرئيسية تلك التي تؤدي إلى انهيار فاعلية التكنولوجيا واستئناف مستويات الأمراض السابقة. وتهدف استراتيجيات البعوض المحور وراثياً إلى تعديل قدرة البعوض الناقل على نقل الأمراض من خلال تغييرات في خصائصها الفسيولوجية. وربما يحدث تأثير ارتقائي يؤدي إلى زيادة المقاومة للخصائص الفسيولوجية في مسببات الأمراض المستهدفة عند تعديل كفاءة البعوض الناقل للمرض. وقد يضر ذلك فاعلية الاستراتيجية المستخدمة ويؤدي إلى ظهور فئة من مسببات الأمراض التي يمكن نقلها بسهولة أكبر من خلال أنواع إضافية من البعوض الناقل.

ويمكن افتراض تأثيرات ارتقائية أخرى، بما في ذلك الآثار الناجمة عن تغير المناخ، لكنها تتطلب أولاً تحقق بعض الآثار السلبية على نوع أو فصيلة معينة أو على المجتمع أو على النظام الإيكولوجي.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) ما إذا كان البعوض الناقل المستهدف يتمتع بإمكانية التطور، وتجنب تعطيل الانتشار، واستعادة كفاءة النقل، أو اكتساب قدرات جديدة أو محسنة لنقل مسبب مرض آخر، وإذا كان الأمر كذلك فقد تحدث أية آثار غير مرغوبة.

(ب) ما إذا كانت الصفة تتمتع بالقدرة على التطور وبالتالي تفقد فاعليتها أو مسبب المرض الذي يتطور ويتغلب على القيود التي يفرضها التحوير الجيني وبالتالي قد تحدث أية آثار محتملة غير مرغوبة.

التحركات غير المقصودة عبر الحدود³³

التفسير

يتمتع البعوض، سواء كان محورا وراثيا أم لا، بقدرة على الانتشار في رقعة جغرافية واسعة. غير أن هناك بعض الأنواع الفردية من البعوض لا تستطيع الانتشار أكثر من 5 كيلومترات خلال فترة حياتها، وفي بعض الأنواع في المدن فإنها لا تتجاوز 200 مترا. ولهذا سيعتمد الاحتواء بصورة رئيسية على الأنواع والاستراتيجية المستخدمة في إنتاج البعوض المحور وراثيا. ومن المتوقع احتواء بعض أنواع ذكور البعوض العقيم المعزول ذاتيا سواء على مستوى المدة أو المكان. ومن ناحية أخرى، من المستبعد احتواء البعوض المحور وراثيا ذاتي الانتشار في بيئة متلقية معينة أو بلد معين، وربما يؤدي ذلك إلى حركة عبر الحدود بين الدول.

ينبغي وضع خطر الانتشار بسبب أنشطة بشرية، مثل النقل وتبادل المصادر المحتملة لمواقع التكاثر مثل الإطارات أو البامبو أو الخيزران في الحسبان. كما ينبغي أيضاً أخذ عواقب ممارسات إدارة المياه مثل الري أو معالجة مياه الصرف الصحي على سلاسل البعوض المحورة وراثيا في الاعتبار.

في الحالات التي يعدل فيها البعوض المحور وراثيا باستخدام نظم توجيه الجينات، قد يصبح الاحتواء غير ممكنا حتى عند اتخاذ الجهود لتقليل الانتشار على المدى البعيد بسبب الأنشطة البشرية.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) نوع الاستراتيجية المتبعة في تطوير البعوض المحور وراثيا (على سبيل المثال: العزل الذاتي، الانتشار الذاتي مع نظم توجيه الجينات)؛

(ب) حضور العوائق الطبيعية أو الصناعية التي تحد من انتشار البعوض المحور وراثيا أو حركته غير المقصودة عبر الحدود.

استراتيجيات إدارة المخاطر (انظر "الخطوة 5" في خريطة الطريق)

التفسير

ينبغي على خبراء تقييم المخاطر مراعاة استراتيجيات إدارة المخاطر مثل رصد البعوض المحور وراثيا لضمان عمل التكنولوجيا على النحو المقصود، ولتحديد الآثار السلبية غير المقصودة. كما ينبغي مراعاة استراتيجيات وقف الإطلاق أو سحب البعوض المحور وراثيا، بالإضافة إلى طرق التخفيف في حال حدوث أثر غير متوقع. كما ينبغي مراعاة التنفيذ الدقيق للتكنولوجيا بما في ذلك تخطيط تدابير التخفيف (مثل تحديد مجموعة بديلة من تدابير المراقبة في حال حدوث أي مشكلة)، فضلا عن دمج الطرق الأخرى للتحكم في السلاسل والفصائل. وربما تتطلب بعض الظروف طرق للحد من بقاء واستمرار جين التحوير في البيئة أو تخفيف الآثار السلبية الناتجة عن تعبير جين التحوير. ويمكن أيضاً مراعاة الرصد أثناء وبعد الإطلاق البيئي للبعوض المحور وراثيا من أجل الرصد الفوري للآثار السلبية غير المتوقعة.

وفي تطوير البعوض المحور وراثيا، يتم عادةً عزل الذكور والإناث من البعوض خلال مرحلة الحضانة وفقا لحجم الشرائق. وتعتمد بعض استراتيجيات العزل الذاتي على إطلاق الذكور فقط من البعوض المحور وراثيا، وتتطلب عدم إطلاق بعوض محور وراثيا من الإناث. من الضروري إدراك وقياس موثوقية ومعدل فشل عملية الفصل ووجود تدابير مراقبة الجودة في مثل هذه الحالات.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) إتاحة طرق الرصد من أجل:

(1) قياس كفاءة وفاعلية تكنولوجيا البعوض المحور وراثيا بما في ذلك أنظمة توجيه الجينات وفصل الذكور من البعوض المحور وراثيا؛

(2) الكشف عن جين التحوير وغيره من الجينات المحددة التي تميز البعوض المحور وراثيا عن غيره من البعوض غير المحور وراثيا في البيئة المتلقية؛

³³ انظر المادة 17 من البروتوكول <http://bch.cbd.int/protocol/text/article.shtml?a=cpb-17>

- (3) الكشف عن انتشار جينات المحورة في سلالات البعوض بخلاف السلالة المستهدفة، على سبيل المثال: من خلال استخدام جينات محددة جزيئية موثوقة لتمييز السلالات؛
- (4) تقييم الآثار المحتملة التطورية على المدى الطويل للبعوض المحور وراثياً (مراقبة استقرار جين التحوير والوظيفة المناسبة بمرور الوقت)؛
- (5) تحديد المستوى الذي قد تتحقق عنده الآثار السلبية المحددة بما في ذلك رصد الانتشار غير المتوقع وغير المرغوب لصفات التحوير الجيني (مثل مراقبة الوظائف أو السلوكيات غير المرغوبة في الأنواع المستهدفة وغيرها من الأنواع البرية ذات الصلة)؛
- (ب) إتاحة الآليات وجدواها لسحب أو احتواء البعوض المحور وراثياً وجينات التحوير في حالة انتشارها بصورة غير متوقعة (مثل الإطلاق الجماعي للبعوض البري متجاوزاً حد أدنى معين، وطرق التحكم البديلة التي تتضمن التحكم الجيني).
- (ج) فاعلية وتوفير الطرق التقليدية للتحكم في البعوض (مثل المبيدات الحشرية، وتدمير موقع اليرقات، ونصب الأفخاخ) للتحكم في سلالات البعوض المحور وراثياً مقارنةً بالسلالة غير المحورة.
- (د) إتاحة طرق التحكم في انتشار البعوض المحور وراثياً وضمان أنها لم تبني نفسها خارج البيئة المتلقية المحتملة (مثل المناطق الخالية من الخضروات، والأفخاخ، وأنظمة توجيه الجينات ذات الحد الأدنى المرتفع).
- (هـ) إتاحة طرق للتحكم في الظهور المحتمل للمقاومة (على سبيل المثال: في الناقل أو مسبب المرض المستهدف).
- (و) ما إذا كان إطلاق البعوض المحور وراثياً سيؤثر على أنشطة مكافحة الحشرات مثل استخدام الوقاية الشخصية والمبيدات الحشرية التي تكافح الناقلات الأخرى.

قضايا ذات صلة

هناك قضايا أخرى ينبغي مراعاتها عند اتخاذ قرار بالإطلاقات البيئية للبعوض المحور وراثياً والتي لم ترد في المرفق الثالث من البروتوكول. وتشمل هذه القضايا ضمن أشياء أخرى القضايا الاجتماعية والاقتصادية والثقافية والصحية المرتبطة باستخدام البعوض المحور وراثياً. وسوف يتضمن البعوض المحور وراثياً اعتبارات أوسع فيما يتعلق بكيفية تأثير مخاطر الأمراض المستهدفة على السلوك البشري، والطب البيطري، وممارسات الصحة العامة، والأولويات الصحية الوطنية.

المراجع

انظر المراجع ذات الصلة بـ "تقييم مخاطر البعوض المحور وراثياً":

http://bch.cbd.int/onlineconferences/ra_guidance_references.shtml

(هذه الصفحة تركت خالية عمدًا)

/...

الجزء الثالث

رصد الكائنات الحية المحورة التي تُطلق في البيئة

وفقا لاختصاصات فريق الخبراء التقني المتخصص، تقدم هذه الوثيقة إرشادات حول رصد الكائنات الحية المحورة التي تُطلق في البيئة³⁴، وتكمل خريطة الطريق الخاصة بتقييم مخاطر الكائنات الحية المحورة.

مقدمة

ربما يسمح رصد الكائنات الحية المحورة التي تُطلق في البيئة بالكشف في الوقت المناسب وبأسرع وقت ممكن- عن التغيرات التي قد تؤدي إلى آثار سلبية. وقد يتطلب الرصد الحاجة إلى تدابير استجابة مناسبة مثل إجراء تغييرات في استراتيجيات إدارة المخاطر، وتدابير الاستجابة للطوارئ، وتقييم المخاطر الجديدة، وإعادة تقييم القرارات السابقة.

توضح الفقرة 8 (و) في المرفق الثالث من البروتوكول أنه "حيثما وُجدت حالة عدم اليقين فيما يتعلق بمستوى المخاطر، فإنه من الممكن معالجتها من خلال طلب المزيد من المعلومات عن القضايا المحددة موضع الاهتمام، أو من خلال تنفيذ الاستراتيجيات الملائمة لتقييم المخاطر و/ أو رصد الكائن الحي المحور في البيئة المتلقية". كما يمكن أن تكون المادة 16 من البروتوكول وخصوصاً الفقرة 2 والفقرة 4 ذات صلة فيما يتعلق بتنفيذ الرصد. وتتضمن اتفاقية التنوع البيولوجي موضوع الرصد في المادة 7 منها "التحديد والرصد"³⁵.

الهدف والنطاق

تهدف هذه الوثيقة إلى عرض إرشادات عملية على أساس علمي لرصد الآثار السلبية للكائنات الحية المحورة التي تُطلق في البيئة والتي قد تؤثر على حفظ التنوع البيولوجي والاستخدام المستدام له، مع مراعاة المخاطر على صحة الإنسان. يشير رصد الكائنات الحية المحورة في هذه الوثيقة الإرشادية إلى المراقبة التنظيمية وجمع وتحليل البيانات التي تستند إلى تقييم المخاطر واتباع إطلاق الكائن الحي المحور في البيئة وفقاً لهدف البروتوكول³⁶. يمكن أن تنطبق هذه الوثيقة الإرشادية على كافة أنواع الكائنات الحية المحورة ونطاقات الإطلاق في البيئة (مثل الإطلاقات على النطاق الضيق وعلى النطاق الواسع). كما تتضمن هذه الوثيقة الإرشادية رصد الآثار السلبية المحتملة على صحة الإنسان في إطار تقييم المخاطر البيئية. إلا أن هذه الوثيقة لا تتضمن القرارات التي تتعلق بما إذا كان من الضروري تنفيذ الرصد أم لا، ومن الذي يتحمل مسؤولية وتكاليف التنفيذ.

الرصد وأهدافه

يُصنّف الرصد وفقاً لأهداف هذه الوثيقة إلى "رصد محدد للحالات" أو "رصد عام"³⁷. يمكن إجراء الرصد المحدد لمعالجة حالة عدم اليقين في مستوى المخاطر للآثار المتوقعة في تقييم المخاطر. وقد يختلف هدف الرصد المحدد للحالات تبعاً لنوع، ومدة (مثل: طويل المدى أم قصير المدى)، ونطاق (مثل: نطاق ضيق أم نطاق واسع) الإطلاق، بالإضافة إلى حالات عدم اليقين فيما يتعلق بمستوى المخاطر أو إدارتها.

• الرصد خلال الإطلاقات البيئية التجريبية، ذات المدى القصير و/ أو النطاق الضيق:

يمكن من خلال الرصد توليد البيانات أثناء الإطلاقات التجريبية ذات المدى القصير والنطاق الضيق لتوفير معلومات داعمة (على سبيل المثال: لاختبار بعض سيناريوهات المخاطر) لتقييمات المخاطر المتلقي التي قد تتضمن نطاقاً أوسع من إطلاق نفس الكائن الحي المحور. عندما تُجرى الإطلاقات البيئية للكائن الحي المحور بطريقة تدريجية، فربما يؤدي

34 القرار BS-IV/11 الصادر عن مؤتمر الأطراف الذي يمثل اجتماع الأطراف في البروتوكول

<http://bch.cbd.int/protocol/decisions/decision.shtml?decisionID=11690>

35 انظر اتفاقية التنوع البيولوجي المادة من 7 (أ) حتى (د) <http://www.cbd.int/convention/articles/?a=cbd-07>

36 انظر المادة 1 من البروتوكول <http://bch.cbd.int/protocol/text/article.shtml?a=cpb-1>

37 يرى بعض الخبراء في المنتدى الإلكتروني المفتوح العضوية، وفريق الخبراء التقني المتخصص أن "الرصد العام" لا ينبغي أن يكون جزءاً من هذه الوثيقة الإرشادية.

الرصد على نطاقات أضيق إلى زيادة القوة العلمية أو الحالة البيئية لتقييمات مخاطر الإطلاقات اللاحقة على النطاق الأوسع.

• الرصد خلال الإطلاقات البيئية ذات المدى الطويل و/ أو النطاق الواسع:

يمكن إجراء الرصد خلال إطلاقات الكائن الحي المحور طويلة المدى، ذات النطاق الواسع (على سبيل المثال: للأغراض التجارية) من أجل جمع المزيد من المعلومات لمعالجة حالات عدم اليقين فيما يتعلق بمستوى المخاطر، أو للتأكيد على دقة نتائج تقييم المخاطر بمجرد حدوث الإطلاقات البيئية. وقد تكون الآثار في بعض الحالات محددة إلا أنه يصعب تقديرها أو معالجتها في إطار تقييم المخاطر (على سبيل المثال: تلك التي تتضمن آثارا طويلة المدى، أو متعددة المستوى الغذائي، أو تراكمية بالإضافة إلى التغيرات في ممارسات الإدارة، والآثار على صحة الإنسان). وربما يكون استخدام المناهج الأوسع في الرصد مفيدا في مثل هذه الحالات (انظر اعتبارات الرصد العام أدناه).

• الرصد لتقييم كفاءة بعض استراتيجيات إدارة المخاطر

يمكن استخدام الرصد في الحالات التي تتضمن تنفيذ استراتيجيات إدارة المخاطر جنبا إلى جنب مع الإطلاق البيئي لتقييم مدى فاعلية هذه الاستراتيجيات المُستخدمة في إدارة المخاطر.

يُستخدَم الرصد العام في بعض المناهج لمراعاة الآثار التي لم تكن متوقعة في تقييم المخاطر. يبدأ الرصد العام بالملاحظات العامة للتغيرات في المؤشرات والمعايير، مثل نتائج التقييم التي غالبا ما يتم تعريفها ضمن أهداف الحماية الوطنية أو ترتبط بالحفاظ على التنوع البيولوجي واستخدامه المستدام، مع مراعاة المخاطر على صحة الإنسان. وفي حال اكتشاف تغيرات قد تؤدي إلى آثار سلبية خلال الرصد العام، يتم فحص الأسباب المحتملة للتغيرات الملحوظة، ويتم وضع المزيد من الفرضيات وتجريبها -حسب الاقتضاء- لتحديد ما إذا كانت هنالك علاقة سببية بين الكائن الحي المحور/ الكائنات الحية المحورة والآثار السلبية، ويتبع ذلك إجراء رصد محدد للحالات أو إجراء المزيد من الأبحاث. وربما يستفيد الرصد العام من البرامج التي تم وضعها بالفعل لأهداف غير محددة للكائنات الحية المحورة لمراقبة أهداف الحماية على نطاق أوسع، ونتائج التقييم حيثما أمكن.

وضع خطة الرصد والمراقبة

توضع خطة الرصد عندما تستدعي التوصية بتقييم المخاطر و/أو السياسة الوطنية للأحيائية لرصد الأنشطة التي يُجرى تنفيذها بالتزامن مع الإطلاق البيئي للكائن الحي المحور. وفي مثل هذه الحالات، يتعين على الجهة/ الجهات المختصة أو الكيان المسئول عن إجراء تقييم المخاطر تحديد متطلبات خطة الرصد (والتي تتضمن كتابة تقارير عن بيانات الرصد). ينبغي أن تتسم خطة الرصد بالشفافية والجودة العلمية في سياق الفرضيات المبنية على أساس سليم، كما يجب أن تتسم بالتفصيل الوافي بحيث يمكن تقييم مدى ملائمة البيانات.³⁸

إذا وُضعت خطة الرصد من قبل المُخبِر، فينبغي تقييمها من خلال الجهة الوطنية المختصة، كما يمكن أن تخضع الخطة للتعديل قبل منح قرار الإطلاق. ومن الضروري أن تكون أنشطة الرصد المقترحة ذات صلة بحالات عدم اليقين المحددة فيما يتعلق بمستوى المخاطر التي يشكلها الكائن الحي المحور قيد الدراسة.³⁹

قد تتوفر المعلومات ذات الصلة بوضع خطة الرصد من خلال تقييم المخاطر، وأنشطة الرصد السابقة -إن أمكن- بما في ذلك تلك التي أجريت في الدول الأخرى. على سبيل المثال، غالبا ما يُستمد اختيار أهداف الحماية ونتائج التقييم (التي قد تتضمن اختيار المؤشرات والمعايير) من خلال مرحلة تحديد إطار ونطاق تقييم المخاطر (انظر خريطة الطريق "تحديد الإطار والنطاق"). ستتوفر التفاصيل العلمية والفنية عن الكائن الحي المحور -بما في ذلك طرق الفحص- في كثير من الحالات من خلال المعلومات المطلوبة لإجراء تقييم المخاطر على النحو الموضح في المرفق الثالث من البروتوكول.⁴⁰

عند وضع (أو تقييم) خطة الرصد، ينبغي مراعاة ما يلي:

1. اختيار مؤشرات ومعايير الرصد ("ما الذي يُرصد؟").
2. رصد الطرق وخطوط الأساس التي تتضمن النقاط المرجعية ومدة الرصد ("كيف يتم الرصد؟").

³⁸ انظر خريطة الطريق "القضايا الشاملة في عملية تقييم المخاطر"، و"جودة المعلومات وأهميتها"

³⁹ انظر خريطة الطريق "القضايا الشاملة في عملية تقييم المخاطر"، و"تحديد حالة عدم اليقين ومراعاتها".

⁴⁰ انظر الفقرة 9 من المرفق الثالث في البروتوكول <http://bch.cbd.int/protocol/text/article.shtml?a=cpb-43>.

3. رصد المواقع والمناطق ("أين يتم الرصد؟").

4. كتابة تقارير حول نتائج الرصد ("كيف يتم التواصل؟").

تتناول الأقسام التالية هذه القضايا من حيث التفسيرات والنقاط التي ينبغي مراعاتها.

1. اختيار مؤشرات ومعايير الرصد ("ما الذي يُرصد؟")

التفسير

يتضمن رصد الآثار المحتملة للكائن الحي المحور ملاحظة تغيرات المؤشرات (مثل الأنواع، والقطاعات، والتربة، والعمليات البيئية، إلخ) و/أو المعايير (مثل قياس المكونات في ملاحظة المؤشر مثل وفرة الأنواع أو المواد العضوية بالتربة).

وسوف يختلف اختيار المؤشرات والمعايير التي يتعين رصدها من حالة إلى أخرى تبعاً للكائن الحي المحور، وخصائص البيئة المتناقية المحتملة، وسيناريوهات المخاطر المعينة التي تم تحديدها خلال عملية تقييم المخاطر (انظر خريطة الطريق)، فضلاً عن أهداف الحماية، وتشريعات السلامة الأحيائية أو السياسات الخاصة بكل دولة.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) إمكانية الإشارة إلى التغيرات المرتبطة بالآثار السلبية في أسرع وقت ممكن و/أو قبل إدراك العواقب من خلال المؤشرات والمعايير.

(ب) خصائص المؤشرات ومستوى تعرضها للكائن الحي المحور، بالإضافة إلى معايير توزيع ووفرة هذه المؤشرات التي تتمثل في كائنات.

(ج) التباين الكمي والنوعي في المعايير التي يتعين رصدها وكيف يمكن لهذا التباين أن يؤثر على قدرة هذه المؤشرات والمعايير على الإشارة إلى التغيرات التي قد تؤدي إلى آثار سلبية محتملة.

(د) فائدة المؤشرات والمعايير المرشحة لتحديد خطوط الأساس ذات الصلة بما في ذلك النقاط المرجعية.

(هـ) أهمية المؤشرات والمعايير المرشحة في الوظائف والعمليات الإيكولوجية الأساسية أو أهداف الحماية المحددة.

(و) ما إذا كانت عملية أخذ العينات ووسائل التحليل تتسم بالسهولة أو الصعوبة، وكيفية تأثيرها على اختيار المؤشرات والمعايير.

2. طرق الرصد وخطوط الأساس التي تتضمن النقاط المرجعية ومدة الرصد ("كيف يتم الرصد؟").

(أ) اختيار طرق الرصد

التفسير

تعتمد طرق الرصد بشكل كبير على المؤشرات والمعايير المختارة في الخطوة السابقة بالإضافة إلى قدرة هذه المؤشرات والمعايير على معالجة حالات عدم اليقين فيما يتعلق بمستوى المخاطر، والإشارة إلى التغيرات التي قد تؤدي إلى آثار سلبية محتملة. كما ينبغي عند اختيار طرق الرصد مراعاة مستوى الحساسية والنوعية اللازمة للكشف عن التغيرات في المؤشرات والمعايير.

يتضمن وصف منهجية الرصد وسائل أخذ العينات وملاحظة المؤشرات والمعايير، ووسائل تحليل البيانات الناتجة. وربما تتضمن الطرق الملائمة لجمع بيانات الرصد ملاحظات ودراسات وصفية واستبيانات موجهة لأولئك الذين يتعرضون للكائنات الحية المحورة أو يتعاملون معها. وربما يُنطلب المزيد من المعرفة والأدوات في القضايا الإيكولوجية أو الآثار التي تحدث خارج البيئة المتناقية لجمع البيانات ذات الصلة.

ينبغي دوماً استخدام أفضل العلوم المتاحة في الرصد. وفي بعض الحالات، تعمل الموازنة بين الطرق وصيغ البيانات والأساليب التحليلية على تسهيل مقارنة نتائج الرصد في البيئات المختلفة. عندما يتم النظر في استخدام برامج المراقبة الحالية، ينبغي أن تحدد خطة الرصد اختيار هذه البرامج واستخدامها.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) أهمية منهجية الرصد في توليد المعلومات اللازمة لمعالجة حالة عدم اليقين المرتبطة بمستوى المخاطر.

- (ب) طبيعة الأثر الذي يتعين رصده (على سبيل المثال: ما إذا كان على المدى الطويل أو القصير، متأخر أو غير مباشر أو تراكمي إلخ)
- (ج) أهمية واستدامة وملائمة برامج الرصد الحالية بالإضافة إلى إمكانية الوصول إلى هذه البيانات في نطاق أوسع من الرصد البيئي.
- (د) تحديد إطار أو حجم التغيرات في معيار أو مؤشر بهدف الإشارة إلى التغيرات التي قد تؤدي إلى آثار سلبية محتملة.
- (هـ) الجودة العلمية لطرق أخذ العينات والطرق التحليلية والإحصائية التي يتم استخدامها.⁴¹
- (و) توافر الطرق القياسية ذات الصلة وما إذا كان من الممكن مراعاتها، وكيفية مراعاتها.
- (ز) ما إذا كانت الطرق كافية لتلبية أهداف خطة الرصد المقترحة.
- (ح) توافر الدراسات الوصفية أو الاستبيانات واستخدامها، مع مراعاة إمكانية إعادتها وقابلية التحقق منها.
- (ط) نتائج أنشطة الرصد الجارية و/أو غيرها حسب الاقتضاء.
- (ي) الممارسات المحلية والإقليمية والدولية ذات الصلة.

(ب) تحديد خطوط الأساس التي تتضمن النقاط المرجعية

التفسير

من الضروري تحديد خطوط الأساس ذات الصلة والتي تتضمن النقاط المرجعية لمراقبة وتحليل التغيرات خلال الرصد. إن خط الأساس هو قياس أو وصف للظروف الحالية للبيئة المتلقية المحتملة و/ أو البيئة المرجعية المقارنة بما في ذلك المؤشرات والمعايير ذات الصلة. ولذلك ينبغي وصف المنهجية التي يُستخرج منها خط الأساس في رصد الخطة للتأكد من أنها ستوفر معلومات مفيدة حول البيئة التي يمكن إطلاق الكائن الحي المحور فيها. ينبغي مراعاة التباين المُحدَث الطبيعي والبشري الذي قد يحدث في بيانات خط الأساس عند تحليل بيانات الرصد.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) الجودة العلمية للطرق المستخدمة في توليد بيانات خط الأساس التي تتضمن النقاط المرجعية.
- (ب) النطاق الفضائي للملائم لخط الأساس بما في ذلك النقاط المرجعية التي يتعين تحديدها.
- (ج) آثار التباين الزمني والفضائي (مثل التباين المُحدَث البشري أو الطبيعي في البيئة الفيزيائية).
- (د) نطاق الانتشار المحتمل للكائن الحي المحور

(ج) تحديد مدة الرصد وتكراره

التفسير

يتم تحديد مدة الرصد -بما في ذلك تواترها- التي يُتطلب إجراء الملاحظات والقياسات خلالها على أساس كل حالة على حدة، كما أنه سيعتمد على نوع التغيرات التي قد تؤدي إلى آثار سلبية يتعين رصدها (على سبيل المثال: عاجلة أم متأخرة، على المدى القصير أم على المدى الطويل)، ونوع الكائن الحي المحور (على سبيل المثال: دورة حياته طويلة أم قصيرة⁴²، وصفاته الجينية المحورة)، بالإضافة إلى مدة الإطلاق البيئي المُقترح.

عند استخدام الرصد العام، قد يكون نوع التغيرات التي يتعين رصدها أوسع نطاقاً لتفسير الآثار غير المتوقعة. يمكن تعديل مدة أو تواتر الرصد - حسب الاقتضاء - على أساس نتائج أنشطة الرصد الجارية.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) المدة التي قد تستغرقها التغيرات في المعيار لتصبح واضحة.

41 انظر أيضاً الاعتبارات الخاصة بـ "جودة وأهمية المعلومات" في خريطة الطريق

42 انظر المقال 16.4 من البروتوكول (http://bch.cbd.int/protocol/text/article.shtml?a=cpb-16)

(ب) خصائص المؤشرات التي يتعين قياسها أو وصفها (مثل الاستمرار، ودورة الحياة، والوقت المستغرق لتوليد الأنواع عند استخدامها كمؤشرات).

(ج) دورة حياة الكائن الحي المحور ووقت توليده عند استخدامه في البيئة.

(د) ما إذا كان التباين في معايير الرصد بمرور الوقت يمكن أن يؤثر على نتائج واستنتاجات الرصد.

(هـ) إمكانية التغيرات البيئية الأحيائية واللاأحيائية.

3. اختيار مواقع الرصد والمراقبة ("أماكن المراقبة")

التفسير

يتم اختيار مواقع الرصد على أساس كل حالة على حدة تبعاً للموقع الجغرافي للإطلاق في البيئة المتلقية المحتملة، والمعايير والمؤشرات التي سيتم استخدامها في الرصد، بالإضافة إلى الهدف المقصود من الكائن الحي المحور، مع مراعاة الممارسات الإدارية المرتبطة بها.

وقد يتضمن اختيار موقع الرصد مناطق خارج البيئة المتلقية المحتملة والتي يمكن أن تحتوي على كائنات حية محورة. كما تتضمن المعلومات ذات الصلة فيما يتعلق بالمواقع التي يتعين رصدها، مثل: مواقع محددة، وأحجامها، والخصائص البيئية ذات الصلة. وربما تعد سجلات الموقع (مثل قواعد البيانات الوطنية والإقليمية) -في هذا السياق- أداة معلوماتية مفيدة لرصد الكائن الحي المحور، واختيار أماكن أو مواقع الرصد الملائمة.

نقاط ينبغي مراعاتها

- (أ) انتشار وتحديد الكائن الحي المحور في البيئة المتلقية المحتملة.
- (ب) نوع الكائن الحي المحور بالإضافة إلى المؤشرات والمعايير التي يتعين رصدها، وتحديد الخصائص البيولوجية أو الإيكولوجية ودورات حياة المؤشرات في حال كانت المؤشرات عبارة عن أنواع.
- (ج) تقييم المواقع المرجعية المناسبة والملائمة والتي لا تحتوي على كائنات حية محورة للمقارنة خلال فترة الرصد حسب الاقتضاء.
- (د) المسارات التي يمكن من خلالها أن تتعرض البيئة للكائن الحي المحور /الكائنات الحية المحورة.
- (هـ) نماذج التوزيع بما في ذلك التوزيع الموسمي (مثل الهجرة) للمؤشرات المختارة من الأنواع في البيئة المتلقية المحتملة للملاحظة والكشف المستمر.
- (و) تقييم المناطق المحمية ومراكز التنوع الأصلي والجيني أو المناطق الحساسة إيكولوجياً وخصوصاً في سياق رصد وجود الكائنات الحية المحورة.
- (ز) العدد المناسب من مواقع الرصد والقوة الإحصائية للاستنتاجات التي يمكن استخلاصها.
- (ح) الإتاحة المستمرة لمواقع الرصد خلال فترة الرصد.
- (ط) الممارسات الإدارية الجارية والتغيرات المحتملة لتلك الممارسات خلال فترة الرصد.

4. إعداد التقارير عن نتائج الرصد ("كيفية التواصل؟")

التفسير

يخدم إعداد التقارير عن نتائج الرصد يخدم أربع أهداف رئيسية: (أ) إخطار الجهات المختصة بأية تغيرات يمكن أن ترتبط بالآثار السلبية، (ب) السماح بالتحقق من نوعية البيانات المستمدة من الرصد ومدى ملائمتها لضمان تنفيذ الأنشطة بأسلوب يحقق الأهداف المقصودة الواردة في خطة الرصد، (ج) الإشارة -حسب الاقتضاء- إلى ضرورة إجراء تغييرات في خطة الرصد و/أو استراتيجيات إدارة المخاطر، (د) التوصية -حسب الاقتضاء- بإعادة تقييم القرار، وضرورة اتخاذ أية تدابير طارئة.

ويمكن إرسال التقارير الخاصة بأنشطة الرصد بأشكال مختلفة، على سبيل المثال: تبعاً للجمهور المستهدف. وينبغي على الجهة التنظيمية من خلال التقرير أن تكون قادرة على تفسير النتائج، وتقرر ما إذا كانت هناك ضرورة لاتخاذ إجراء معين.

نقاط ينبغي مراعاتها

(أ) متطلبات إعداد التقارير التي تحددها الجهة/ الجهات المختصة أو الواردة في اللوائح الوطنية للسلامة الأحيائية، إن وُجِدَتْ؛

(ب) اكتمال التقرير بما في ذلك الشفافية في عرض الطرق والبيانات والأدوات التحليلية المُستخدمة في استخلاص النتائج؛

(ج) إمكانية الوصول إلى البيانات الأصلية التي تم تجميعها خلال أنشطة الرصد، مع مراعاة سرية المعلومات⁴³.

⁴³ انظر المادة 21 من البروتوكول. (<http://bch.cbd.int/protocol/text/article.shtml?a=cpb-21>)

(هذه الصفحة تركت خالية عمداً)

استعمال المصطلحات

يحتوي هذا القسم على قائمة بالمصطلحات الرئيسية المستخدمة في هذه الوثيقة. وقد أُجريت محاولة لمواءمة التعريفات المستخدمة في إرشادات تقييم المخاطر المقبولة دولياً مع إطار تقييم المخاطر على البيئة الذي تم إجراؤه بموجب بروتوكول قرطاجنة.

التَصَادُّم - عملية تتفاعل فيها العناصر التي يقل تأثيرها الناتج عندما تتحد مع بعضها البعض عن مجمل تأثير كل عنصر على حدة. [رجوع إلى النص]

محور التقييم - تعبير ظاهر للقيمة البيئية التي ينبغي حمايتها، وتعريفها من الناحية العملية ككيان (مثل سمك السلمون أو النحل أو جودة التربة) وخصائصه (مثل الوفرة أو التوزيع أو معدل الوفيات). (مقتبس من البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، التقييم المتكامل للمخاطر، http://www.who.int/ipcs/publications/new_issues/ira/en/) [رجوع إلى النص]

خط الأساس - وصف أو قياس الظروف البيئية الحالية أو خصائصها أو عناصرها بخلاف الكائن الحي المحور قيد الدراسة، مع الأخذ في الاعتبار الممارسات المختلفة المستخدمة (على سبيل المثال: الممارسات الزراعية). قد يحتوي وصف أو قياس خط الأساس على معلومات كمية (مثل عدد الكائنات، التغيرات في العدد) و/أو نوعية عن البيئة المتلقية كمرجع لتقدير تأثيرات الكائن الحي المحور أو تأثيرات استخدامه، بما في ذلك المعلومات عن محاور التقييم إن وجدت. [رجوع إلى النص]

العقم بسبب السلوك - نوع من العقم التناسلي تسببه تغييرات سلوكية وليس فسيولوجية. [رجوع إلى النص]

كل حالة على حدة - نهج متعارف عليه يدرس كل كائن حي محور بالنظر إلى البيئة التي تم إطلاقه فيها ووفقاً للاستخدام المقصود من كل كائن حي محور. (مقتبس من الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، 2003، الدليل التفسيري لبروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية، <http://bch.cbd.int/database/record-v4.shtml?documentid=41476>) [رجوع إلى النص]

الآثار الاتحادية - تأثيرات تنشأ من تفاعلات جينين اثنين (أو أكثر) في كائن واحد، ومن ضمنها التفاعلات متوقفة الإفراز. وقد تحدث هذه التأثيرات على مستوى التعبير الجيني أو من خلال التفاعلات بين الحمض النووي الريبي RNA أو بين المنتجات الجينية. ومن الممكن تحليل هذه التأثيرات باعتبارها كمية أو نوعية؛ حيث يشار إلى التأثيرات الكمية في الغالب على أنها تحدث في سياق تأثيرات متضادة أو جمعية أو اتحادية (انظر أيضاً "الآثار التراكمية" لمعرفة الفرق). [رجوع إلى النص]

الكائن المرجعي - الكائنات المتلقية أو المصدر غير المحورة للكائن الحي المحور. ويستخدم الكائن المرجعي كعنصر لتحديد أساس التقييم المقارن وفقاً للمرفق الثالث. [رجوع إلى النص]

عواقب (الأثر السلبي) - نتيجة أو مدى أو فداحة الأثر السلبي المقترن بالتعرض للكائن الحي المحور أو تناوله أو استخدامه أو منتجاته (في سياق المرفق الثالث، الفقرة 5). [رجوع إلى النص]

التهجين التقليدي - لا يتضمن استخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة كما حددتها المادة 3 من بروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية. [رجوع إلى النص]

التحويل الجيني المشترك - أساليب للتكنولوجيا الحيوية الحديثة تستخدم ناقلين أو أكثر للتحويل لإنتاج الكائن الحي المحور. [رجوع إلى النص]

تبادل التأثير - حالات يؤثر فيها عنصر أو أكثر من عناصر مسار نقل الإشارة على مسار مختلف. [رجوع إلى النص]

الآثار التراكمية - تأثيرات تحدث بسبب وجود عدة كائنات حية محورة أو منتجاتها في البيئة المتلقية (انظر أيضاً "الآثار الاتحادية" لمعرفة الفرق). [رجوع إلى النص]

معياري EC50 (نصف التركيز الفعال المثالي) – تركيز يتم تقديره إحصائياً أو رسمياً لإحداث تأثير معين في 50% من مجموعة من الكائنات الاختبارية في ظل الظروف الإحصائية المحددة. (البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، 2001، التقييم المتكامل للمخاطر، www.who.int/ipcs/publications/new_issues/ira/en/)، [رجوع إلى النص]

الوظيفة الإيكولوجية – دور الكائن في العمليات الإيكولوجية. ستعتمد ملاءمة الوظائف الإيكولوجية المحددة في تقييم المخاطر على أهداف الحماية. على سبيل المثال، قد تكون الكائنات جزء من شبكة الكائنات المحللة التي لها دور كبير في إعادة تدوير العناصر الغذائية في التربة، أو ربما تكون مهمة كمصدر لحبوب اللقاح للكائنات التي تقوم بالتلقيح أو الكائنات التي تتغذى على حبوب اللقاح. [رجوع إلى النص]

التعرض – مسار ومستوى الاتصال بين البيئة المتلقية المحتملة والكائن الحي المحور أو مشتقاته ومنتجاته. [رجوع إلى النص]

تقييم التعرض – تقييم تعرض البيئة، شاملة الكائنات التي تعيش فيها، للكائن الحي المحور أو مشتقاته ومنتجاته (مستمد من منظمة الصحة العالمية، 2004، مصطلحات تقييم المخاطر في البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، <http://www.who.int/ipcs/methods/harmonization/areas/ipcsterminologyparts1and2.pdf>) [رجوع إلى النص]

نظام توجيه الجينات – طريقة لإطلاق الجين المرغوب ونشره في سلالة أو فصيلة مثل البعوض (مستمد من هود إي، 2008، المرض المنقول بالحمض النووي مقابل الحشرات الناقلة، مناظير الصحة البيئية 116: A69؛ www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2235231/pdf/ehp0116-a00066.pdf) [رجوع إلى النص]

مسار الجينات – نقل المادة الوراثية من كائن لآخر عن طريق النقل الأفقي أو الرأسى للكائنات، أو نقل كائن من بيئة لأخرى. [رجوع إلى النص]

مشتقات جينية – مثل الحمض النووي الريبي أو البروتين الذي يتكون من تعبير الجين [رجوع إلى النص]

صفات وراثية – ذات صلة بالنمط الوراثي ككل أو جزء من البنية الوراثية للكائن. [رجوع إلى النص]

الأخطار – احتمال أن يلحق الكائن الحي الضرر بالصحة البشرية و/أو البيئة (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 1995، الإرشادات التقنية الدولية للسلامة والتكنولوجيا الحيوية، www.unep.org/biosafety/Documents/Techguidelines.pdf) [رجوع إلى النص]

وصف الأخطار – التقييم النوعي و/أو الكمي لطبيعة الآثار السلبية المرتبطة بالكائن الحي المحور (مقتبس من CODEX، 2001، تعريفات مصطلحات تحليل المخاطر المرتبطة بسلامة الأغذية، <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y2200E/y2200e00.htm>) [رجوع إلى النص]

تحديد الأخطار – تحديد نوع وطبيعة الآثار السلبية التي تسبب الكائن الحي المحور أو النظام أو السلالة (الفرعية). (مقتبس من منظمة الصحة العالمية، 2004، مصطلحات تقييم المخاطر في البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية، <http://www.who.int/ipcs/methods/harmonization/areas/ipcsterminologyparts1and2.pdf>) [رجوع إلى النص]

جينومات (متباينة الجينات) – تحتوي على أليلات مختلفة في مواضع الكروموسومات. [رجوع إلى النص]

النقل الجيني الأفقي – نقل المادة الوراثية من كائن لآخر من خلال وسائل أخرى بخلاف التوريث من الأب للذرية (أي النقل الرأسى) [رجوع إلى النص]

الانتقال – حركة الجين أو العنصر الوراثي من نوع إلى مجموعة الجينات في نوع آخر أو سلالة أخرى، مما يؤدي إلى دمج مستقر أو نسل آخر مخصب. [\[رجوع إلى النص\]](#)

سلالة (شبه) متجانسة وراثياً– السلالات المتجانسة وراثية : سلالتان أو أكثر تختلفان عن بعضهما البعض وراثياً في موضع واحد فقط، والسلالات شبه المتجانسة عبارة عن سلالتين أو أكثر تختلفان عن بعضهما البعض وراثياً في عدة مواضع [\[رجوع إلى النص\]](#)

LD50 (معيار نصف الجرعة المميتة) – جرعة مقدرة إحصائياً أو رسومياً من المتوقع أن تكون مميتة لنحو 50% من مجموعة من الكائنات في ظروف معينة. [\[رجوع إلى النص\]](#)

احتمالات (التأثير السلبي) – احتمال حدوث آثار سلبية، مع أخذ مستوى ونوع تعرض البيئة المتلقية المحتملة للكائن الحي المحور في الاعتبار. [\[رجوع إلى النص\]](#)

الآثار متعددة الغذائية – تتضمن أكثر من مستويين في شبكة الغذاء. [\[رجوع إلى النص\]](#)

مستوى الآثار غير المرصودة (NOEL)– أكبر تركيز أو مقدار من العنصر من المادة التي وجد بالتجربة أو الملاحظة أنها لا تسبب أي تغييرات في التشكل، أو القدرة الوظيفية، أو النمو، أو التطور، أو فترة عمر الكائنات المستهدفة التي يمكن تمييزها من الكائنات التي رصدت في الكائنات (التحكم) الطبيعية من النوع والفصيلة نفسها، في ظروف التعرض نفسها. (IUPAC، 2007، مسرد المصطلحات المستخدمة في علم السموم، الإصدار الثاني، Pure Appl. Chem، 79، 1544-1153) <http://sis.nlm.nih.gov/enviro/iupacglossary/frontmatter.html> [\[رجوع إلى النص\]](#)

تقنيات وراثية – مجموعة من التقنيات عالية الإنتاجية لدراسة كائن أو مجموعة من الكائنات على مستوى الجينوم أو النصوص الجينية، أو النسخ الوراثية، أو البروتينات، أو نواتج الأيض [\[رجوع عن النص\]](#)

التهجين أو التزاوج – نقل العناصر الوراثية من مجموعة من الأفراد (على سبيل المثال فصيلة، أو نوع محصول) إلى آخر. يحدث التهجين في النباتات عن طريق التلقيح الوراثي. (مستمد من بوصلة **GMO**، www.gmo-compass.org، انظر أيضاً "النقل الرأسي للجينات") [\[رجوع إلى النص\]](#)

صفات ظاهرية - ترتبط "بالنمط الظاهري"، مثل السمات المرصودة المادية أو الكيمائية الحيوية للكائن الحي، كما تحددتها العوامل الوراثية والبيئية. [\[رجوع إلى النص\]](#)

الآثار متعددة الأنماط الظاهرية – آثار جين واحد على عدة صفات ظاهرية. [\[رجوع إلى النص\]](#)

البيئة المتلقية المحتملة – نطاق البيئات (النظام الإيكولوجي، أو الموطن، بما في ذلك الكائنات الأخرى) التي يحتمل أن تتصل بالكائن الذي تم إطلاقه بسبب ظروف الإطلاق أو السلوك البيئي المحدد للكائن. (مقتبس من **UNEP**، 1995، الإرشادات التقنية الدولية للسلامة في التكنولوجيا الحيوية، www.unep.org/biosafety/Documents/Techguidelines.pdf) [\[رجوع إلى النص\]](#)

هدف الحماية – النتائج البيئية المحددة والمهمة التي تحكم تشكيل استراتيجيات إدارة الأنشطة التي ربما تؤثر على البيئة. [\[رجوع إلى النص\]](#)

إعادة التحويل – استخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة كما يحددها البروتوكول لإنتاج الكائن الحي المحور، حيث يكون الكائن المتلقي هو بالفعل كائن حي محور. [\[رجوع إلى النص\]](#)

المخاطر – مزيج من حجم عواقب الخطر واحتمالات العواقب التي ستحدث. (مقتبس من UNEP، 1995، الإرشادات التقنية الدولية للسلامة في التكنولوجيا الحيوية، www.unep.org/biosafety/Documents/Techguidelines.pdf [رجوع إلى النص])

تقييم المخاطر – عملية تقدير المخاطر التي ربما ترتبط بالكائن الحي المحور على أساس الآثار السلبية التي قد تحدث، ومدى احتمال حدوث الآثار السلبية، والعواقب المترتبة عليها إذا حدثت (مشتق من برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 1995، الإرشادات التقنية الدولية للسلامة في التكنولوجيا الحيوية، www.unep.org/biosafety/Documents/Techguidelines.pdf [رجوع إلى النص]) يعتبر تقييم المخاطر في الغالب جزءاً من عملية واسعة تسمى "تحليل المخاطر" ربما تتضمن اعتبارات مثل إدارة المخاطر والإبلاغ عن المخاطر [رجوع إلى النص]

وصف المخاطر – التقدير النوعي و/أو الكمي، الذي يتضمن شكوك المخاطر بصفة عامة. (مقتبس من CODEX، 2001، تعريفات من مصطلحات تحليل المخاطر المرتبطة بسلامة الغذاء، <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y2200E/y2200e00.htm> [رجوع إلى النص])

إدارة المخاطر – تدابير للتأكد من تخفيض أو التحكم أو إلغاء المخاطر المحددة في تقييم المخاطر (مقتبس من UNEP، 1995، الإرشادات التقنية الدولية للسلامة في التكنولوجيا الحيوية، www.unep.org/biosafety/Documents/Techguidelines.pdf [رجوع إلى النص])

الحد الأدنى للمخاطر – مستوى التساهل مع خطر معين أو مستوى التغيير في متغير معين، إذا تجاوزه الخطر يعد غير مقبول. [رجوع إلى النص]

استقرار جين التحويل – استمرار وثبات جين التحويل في سياق وراثي محدد وبدون أي تغييرات في البنية أو التعبير الظاهري. [رجوع إلى النص]

الاتحاد – تفاعل العناصر التي عندما تتحد تنتج أثراً كلياً أكبر من مجموع تأثير عناصره الفردية. [رجوع إلى النص]

شريط التحويل – يتألف شريط التحويل من مجموعة من تسلسلات الحمض النووي الوراثي (على سبيل المثال: أجزاء من الناقل، وواحد أو أكثر مما يلي: المحفز، تسلسل الترميز في الجين، المثبط، التسلسلات التنظيمية الأخرى)* التي ترتبط مادياً وتنشأ من كائنات متبرعة مختلفة. يندمج شريط التحويل في جينوم الكائن المتلقي من خلال طرق التكنولوجيا الحيوية الحديثة لإنتاج كائن حي محور. يسمى شريط التحويل "شريط التعبير" (خاصة عندما يتم استهداف نمط تعبير معين) أو "شريط الحمض النووي" أو "بناء الجين". [رجوع إلى النص]

حالة التحويل – كائن حي محور يحتوي على تحويل معين نتج عن استخدام التكنولوجيا الحيوية الحديثة وفقاً للمادة 3 (ط) (أ) من البروتوكول [رجوع إلى النص].

جين التحويل – تسلسل الحمض النووي في الكائن الحي المحور الذي ينتج عن تطبيق التكنولوجيا الحيوية الحديثة التي تصفها المادة 3 (ط) (أ) من البروتوكول. [رجوع إلى النص]

تنظيم التحويل – تنظيم التعبير الجيني من خلال العناصر التنظيمية التي توجد في منطقة مختلفة من الجينوم. على سبيل المثال، ربما ينظم العامل التنظيمي في أحد الكروموسومات تعبير الجين في كروموسوم آخر. [رجوع إلى النص]

الآثار غير المقصودة – الآثار التي تظهر بالإضافة إلى أو في بعض الحالات بدلاً من، الآثار المقصودة. يمكن توقع بعض الآثار غير المقصودة، ولكن البعض الآخر غير متوقع [رجوع إلى النص]

المشتقات الجينية غير المقصودة – مشتق جيني (مثل الحامض النووي الريبي، البروتينات) التي تختلف عن المشتقات المقصودة من الأصل. [\[رجوع إلى النص\]](#)

النظم الإيكولوجية المدارة وغير المدارة – نظام غير مدار، عبارة عن نظام إيكولوجي يخلو من أي تدخل بشري كبير. ويختلف عن النظام الإيكولوجي المدار الذي يتمثل في نظام إيكولوجي يتأثر بدرجات مختلفة من الأنشطة البشرية. [\[رجوع إلى النص\]](#)

الناقل – في إطار التحوير الوراثي، الناقل هو كائن حي (فيروس) أو جزيء في الحمض النووي (على سبيل المثال: بلازميدة، أو أشرطة الحمض النووي) يستخدم في المساعدة في نقل المادة الوراثية من كائن متبرع إلى كان متلقي (مقتبس من برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 1995، الإرشادات الفنية الدولية للسلامة في التكنولوجيا الحيوية، www.unep.org/biosafety/Documents/Techguidelines.pdf). في إطار علم الأوبئة، الناقل هو كائن حي عادة ما يكون من المفصليات (مثل البعوض) التي تنقل مسبب المرض (مثل البلازموديوم) إلى المضيف (مثل الإنسان). [\[رجوع إلى النص\]](#).

النقل الرأسي للجينات – نقل المادة الوراثية من كائن لئسله عن طريق التكاثر الجنسي أو اللاجنسي أو شبه جنسي. يعرف أيضا بمصطلح "المسار الرأسي للجينات". [\[رجوع إلى النص\]](#)