

# معايير بنوك الجينات

للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة



هيئة  
الموارد الوراثية  
للأغذية والزراعة

# معايير بنوك الجينات

للموارد الوراثية النباتية  
للأغذية والزراعة

الأوصاف المستخدمة في هذه المواد الإعلامية وطريقة عرضها لا تعبر عن أي رأي خاص لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة في ما يتعلق بالوضع القانوني أو التنموي لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة، أو في ما يتعلق بسلطاتها أو بتعيين حدودها وتخومها. ولا تعبر الإشارة إلى شركات محددة أو منتجات بعض المصنعين، سواء كانت مرخصة أم لا، عن دعم أو توصية من جانب منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة أو تفضيلها على مثيلاتها مما لم يرد ذكره.

E-ISBN 978 -92 -5 -608262 -8 (PDF)

© FAO, 2013, 2014

تشجع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة استخدام هذه المواد الإعلامية واستنساخها ونشرها. وما لم يذكر خلاف ذلك، يمكن نسخ هذه المواد وطبعها وتحميلها بغرض الدراسات الخاصة والأبحاث والأهداف التعليمية، أو الاستخدام في منتجات أو خدمات غير تجارية، على أن يشار إلى أن المنظمة هي المصدر، واحترام حقوق النشر، وعدم افتراض موافقة المنظمة على آراء المستخدمين وعلى المنتجات أو الخدمات بأي شكل من الأشكال.

ينبغي توجيه جميع طلبات الحصول على حقوق الترجمة والتصرف وإعادة البيع بالإضافة إلى حقوق الاستخدامات التجارية الأخرى إلى العنوان التالي: [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request) أو إلى [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

تتاح المنتجات الإعلامية للمنظمة على موقعها التالي: [www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)، ويمكن شراؤها بإرسال الطلبات

إلى: [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org).

صور الغلاف:

من اليمين إلى اليسار بدءاً من الصف العلوي:

*Triticum spp.*

*Capsicum annuum*

*Anacardium occidentale*

*Carica papaya*

*Zea mays*

*Oryza sativa*

*Punica granatum*

*Colocasia esculenta*

*Phaseolus vulgaris*

*Araucaria angustifolia*

*Chenopodium quinoa*

*Cucurbita maxima*

*Brachychiton populneus*

*Phaseolus vulgaris*

# بيان المحتويات

vi	شكر وتقدير
viii	تقديم
x	تمهيد
1	1. مقدمة
7	2. المبادئ الأساسية
15	3. المعايير - الهيكل والتعاريف
17	4. معايير بنك الجينات للبذور التقليدية
18	1.4 معايير الاقتناء
24	2.4 معايير التحفيف والتخزين
30	3.4 معايير رصد صلاحية البذور
36	4.4 معايير التجديد
41	5.4 معايير التوصيف
45	6.4 معايير التقييم
50	7.4 معايير التوثيق
53	8.4 معايير التوزيع والتبادل
57	9.4 معايير الاستنساخ الآمن
61	10.4 المعايير المتعلقة بالأمن والموظفين
65	5. معايير بنك الجينات الحقلي
66	1.5 معايير لاختيار موقع بنك الجينات الحقلي
70	2.5 معايير اقتناء البلازما الجرثومية
76	3.5 معايير تكوين المجموعات الحقلية
82	4.5 معايير إدارة الحقل
87	5.5 معايير التجديد والإكثار
91	6.5 معايير التوصيف
96	7.5 معايير التقييم
101	8.5 معايير التوثيق
105	9.5 معايير التوزيع والتبادل
109	10.5 المعايير المتعلقة بالأمن والاستنساخ الآمن

115.....	6. معايير بنك الجينات للزراعة في الأنابيب المخبرية والحفظ بالتبريد الشديد	
121.....	1.6 معايير اقتناء البلازما الجرثومية	
126.....	2.6 معايير اختبار السلوك الغير التقليدي وتقييم المحتوى المائي والقوة والصلاحية	
130.....	3.6 معايير التخزين الرطب للبذور الغير التقليدية	
134.....	4.6 معايير للحفظ في الأنابيب المخبرية وتخزين النمو البطيء	
139.....	5.6 معايير الحفظ في التبريد الشديد	
149.....	6.6 معايير التوثيق	
152.....	7.6 معايير التوزيع والتبادل	
155.....	8.6 المعايير المتعلقة بالأمن والاستنساخ الآمن	
160.....	الملحق: معجم	



## شكر وتقدير

تم إعداد ونشر معايير بنوك الجينات للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة بفضل مساهمة العديد من الأفراد. وقد شملت العملية مساهمات من نقاط الاتصال الوطنية للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة فضلا عن العلماء من المنظمات الوطنية والدولية. وتغتنم منظمة الأغذية والزراعة هذه الفرصة للتوجه لهم بخالص الشكر على وقتهم والتزامهم وخبرتهم.

وقد أعدت معايير بنوك الجينات من قبل شعبة الإنتاج النباتي ووقاية النباتات بمنظمة الأغذية والزراعة تحت إشراف Ghosh Kakoli. وأثناء إعدادها، عمل فريق منظمة الأغذية والزراعة - Ghosh Kakoli و Arshiya Noorani و Chikelu Mba - بشكل وثيق جدا مع Ehsan Dulloo و Imke و Thormann و Jan Engels من الهيئة الدولية للتنوع البيولوجي، وهم يستحقون التنويه على وجه الخصوص. كما نوجه الشكر الجزيل أيضا إلى Jane Toll من الصندوق الاستئماني العالمي للتنوع المحصولي و Patricia Berjak و Norman Pammenter من جامعة KwaZulu-Natal على مساهماتهم الممتازة. وقدم العديد من موظفي منظمة الأغذية والزراعة مدخلات قيمة بما في ذلك: NeBambi و Dan Leskien و Alison Hodder و Stefano Diulgheroff و Linn Borgen - Nilsen و Litaladio و Dave Nowell و Michela Paganini و Alvaro Toledo.

ونود أن نعرب عن شكرنا وتقديرنا للعلماء الذين ساهموا في مراجعة معايير بنوك الجينات: Catalina و Ahmed Amri و Nadiya AlSaadi و Adriana Alercia و Ananda Aguiar و Araceli Barceló و Sarah Ashmore و Åsmund Asdal و Miriam Andonie و Anderson Benoit Bizimungu و Erica E. Benson و M. Elena González Benito و Maria Bassols و Emilia و Patrícia Bustamante و Marilia Burle و Zofia Bulinska و Peter Bretting و Andrea M. Clausen و Xiaoling Chen و Rekha Chaudhury و Lamis Chalak و Caboni Axel و Maria Teresa Merino De Hart و Hadyatou Dantsey-Barry و Carmine Damiano و Andreas W. Ebert و Sally Dillon و Ariana Digilio و Carmen del Río و Diederichsen Francisco Ricardo و Epp Espenberg و Florent Engelmann و Richard Ellis و David Ellis و Tatjana Gavrilenko و Massimo Gardiman و R. Jean Gapusi و Brad Fraleigh و Ferreira Magda-Viola Hanke و Eva Hain و Badara Gueye و Agnes Grapin و Daniela Giovannini و Monika و Fiona R. Hay و Ir Haryono و Siegfried Harrer و Keith Harding و Jean Hanson و Joachim و Joseph Kalders و Brian M. Irish و Salma Idris و Kim Ethel Hummer و Höfer Carmen و Xinxiong Lu و Judy Loo و Ulrike Lohwasser و Maurizio Lambardi و Keller Gregorio Muñoz و Javad Mozafari و Carlos Miranda و Rusudan Mdivani و Martín Anna و Dorota Nowosielska و Normah M. Noor و Fawzy Nawar و Godfrey Mwila و

Lerotholi Qhobela و Wiesław Podyma و Maria Papaefthimiou و Sushil Pandey و Nukari B.M.C. Reddy و Morten Rasmussen و Alain Ramanantsoanirina و Robin Probert و Maria و Ken Richards و Harriet Falck Rehnم و Barbara M. Reed و Bob Redden و Izulmé Rita و Manuel Sigüeñas Saavedra و Jonathan Robinson و Victoria Rivero Artem Sorokin و Fabiano Soares و Sarah Sensen و Viswambharan Sarasan و Santos Bradley J. Till و Mohammed Tazi و Mary Taylor و Ayfer Tan و Chisato Takashina و Bert و Nguyen Van Kien و Theo van Hintum و Rishi Kumar Tyagi و Roberto Tuberosa و Fumiko Yagihashi و Wei Wei و Christina Walters و Juan Fajardo Vizcayno و Visser و Francis Zee

ونقدم الشكر الخاص إلى Petra Staberg وفريق Pietro Bartoleschi لتصميم وتخطيط المطبوع. والشكر موصول أيضا إلى Wei Wei و Munnavara Khamidova و Sitora Khakimova و Diana و Gutierrez Méndez و Suzanne Redfern على مساهمتهم.

ومن المؤكد أن هناك العديد من الذين يستحقون الذكر. ونوجه اعتذارنا وشكرنا لجميع الأشخاص الذين قد يكونوا قدموا مساعدتهم لإعداد معايير بنوك الجينات والذين تم إغفال ذكر أسمائهم عن غير قصد.





## تقديم

الموارد الوراثية النباتية هي مورد استراتيجي في قلب الإنتاج المستدام للمحاصيل. ويعد صونها واستخدامها بشكل فعال أمرا ضروريا لضمان الغذاء والأمن الغذائي في الحاضر والمستقبل. وتتطلب مواجهة هذا التحدي تدفقا مستمرا للمحاصيل المحسنة والأصناف المتأقلمة لظروف زراعية ونظم إيكولوجية خاصة. ويقلل فقدان التنوع الوراثي من خيارات الإدارة المستدامة للزراعة المرنة، في مواجهة بيئة غير مواتية، وظروف جوية سريعة التقلب.

وتمكن بنوك الجينات التي تدار بشكل جيد من الحفاظ على التنوع الجيني وجعله في نفس الوقت متاحا للمربين. ووضعت معايير بنوك الجينات للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، التي أعدت بتوجيه من هيئة منظمة الأغذية والزراعة للموارد الوراثية للأغذية والزراعة، والتي صادقت عليها في دورتها العادية الرابعة عشرة في عام 2013، الإجراءات التي ينبغي اتباعها لصون الموارد الوراثية النباتية. وأقرت الهيئة بأن هذه الموارد ذات قيمة عالمية في حفظ المادة الوراثية في جميع أنحاء العالم.

وتغطي المعايير الطوعية على حد سواء البذور في بنوك الجينات والمواد المكثرة خضريا، بما في ذلك بنوك الجينات الحقلية. وهي تحدد المرجعية لأفضل الممارسات العلمية والتقنية الحالية وتعكس الأدوات الرئيسية للسياسات الدولية لصون واستخدام الموارد الوراثية النباتية. فهي أداة هامة في تنفيذ المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، وعنصر دعم لخطة العمل العالمية الثانية للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة. إن 7.5 ملايين من مدخلات بنوك الجينات في العالم هي إلى حد كبير من المحاصيل التي يعتمد عليها الإنسان والماشية بكثرة في الغذاء والأعلاف، بما في ذلك الأقارب البرية والأصناف البدائية، ولكن البعض الآخر هي من المحاصيل ذات الأهمية المحلية والأنواع غير المستخدمة على الشكل الأمثل.

وتشجع المعايير الإدارة النشطة لبنوك الجينات، وتوفر مجموعة من النهج التكميلية. وسوف تساعد مديري بنوك الجينات على إقامة توازن بين الأهداف العلمية، والموارد المتاحة، والظروف الموضوعية للعمل، مع الاعتراف بأن أكثر من 1750 بنك جينات في العالم يختلف اختلافا كبيرا في حجم مجموعاته والموارد البشرية والمالية المتاحة له. ويجعل التحدي الذي يواجه العديد من البلدان النامية في ضمان الصون الآمن طويل الأجل، في مواجهة محدودية قدرات وعدم كفاية البنية التحتية، هذا مهمة صعبة.

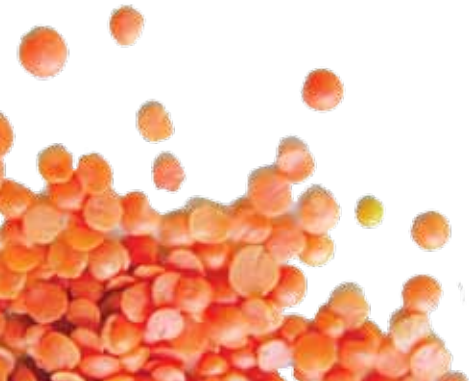
وتتحقق قيمة صون الموارد الوراثية للمحاصيل فقط من خلال استخدامها بشكل فعال. وهذا يتطلب وجود روابط قوية على طول السلسلة انطلاقاً من صون الموارد في الموقع الطبيعي وجمعها، وعبر التخزين في بنوك الجينات، وعبر البحوث والتربية، إلى المزارعين ومجتمعاتهم المحلية، وفي نهاية المطاف إلى المستهلكين. ويجب أن يعمل بنوك الجينات، والمربون، والبرامج الوطنية جنباً إلى جنب لضمان الصون الفعال والمستدام للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة التي تعتمد عليها البشرية. وأدعو إلى اتخاذ تدابير كافية على المستوى الوطني والإقليمي لتمكين هذه المعايير الدولية الحاسمة من تحقيق هدفها المتمثل في الأمن الغذائي.



**ران وانغ**

المدير العام المساعد

إدارة الزراعة وحماية المستهلك



## تمهيد

تلعب بنوك الجينات دورا رئيسيا في صون، وتوافر واستخدام مجموعة واسعة من التنوع الوراثي النباتي لتحسين المحاصيل للغذاء والأمن الغذائي. وهي تساعد على ربط الماضي والمستقبل من خلال ضمان استمرار توافر الموارد الوراثية للبحوث والتربية وتحسين إمداد البذور لنظام زراعي مستدام ومرن. إن الإدارة الفعالة لبنوك الجينات من خلال تطبيق المعايير والإجراءات أمر ضروري لصون الموارد الوراثية النباتية واستخدامها المستدام.

وتوفر معايير بنوك الجينات للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة (معايير بنوك الجينات) المعايير الدولية للصون خارج الموقع الطبيعي في بنوك البذور، وبنوك الجينات الحقلية، والحفظ في الأنابيب المخبرية، والحفظ بالتبريد الشديد. وقد أعد فريق البذور والموارد الوراثية النباتية المعايير بتوجيه من هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة. وخلال المرحلة التحضيرية، تم تحديث معايير البذور التقليدية ووضع معايير أخرى لبنوك الجينات الحقلية والحفظ في الأنابيب المخبرية، والحفظ بالتبريد الشديد بالتشاور مع الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية، ولاسيما المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي. وقد لعب مدراء بنوك الجينات، والمؤسسات الأكاديمية والبحثية ذات الصلة، ونقاط الاتصال الوطنية للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة دورا أساسيا في توفير معلومات قيمة. وهذا ينطبق أيضا على أمانتي المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة والاتفاقية الدولية لوقاية النباتات. وقد أقرت الهيئة في دورتها الرابعة عشرة في عام 2013، معايير بنوك الجينات وحثت على اعتمادها عالميا.

والهدف من معايير بنوك الجينات هو حفظ الموارد الوراثية النباتية تحت الظروف التي تلبى المعايير المعترف بها والمناسبة على أساس المعرفة التكنولوجية والعلمية الحالية والمتاحة. وتأسست جميع المعايير على المبادئ الأساسية التي هي مشتركة بين جميع الأنماط المختلفة لبنوك الجينات. كما أنها تأخذ في الاعتبار التغيرات في إدارة البذور والتقنيات بسبب التقدم في مجال البيولوجيا الجزيئية، والمعلوماتية الحيوية. وهي تنطوي على التطورات في مجال التوثيق ونظم المعلومات التي أصبحت على نحو متزايد مركزية لتحسين إدارة بنك الجينات والاستغلال الأمثل للموارد. ويدعم الجزء من التقرير الذي يصف السياق، والجوانب التقنية والحالات الاستثنائية والمراجع المختارة للأدلة الفنية والبروتوكولات حسب الاقتضاء، كل معيار في الوثيقة.

معايير بنوك الجينات هي عامة بما فيه الكفاية لتكون قابلة للتطبيق على جميع بنوك الجينات، وينبغي أن تستخدم جنبا إلى جنب مع معلومات محددة للنوع. وتنطبق هذه بشكل خاص على النباتات التي تنتج البذور الغير التقليدية وأو التي يتم تكاثرها خضريا حيث أنه من الصعب وضع

معايير محددة تكون صالحة لجميع هذه الأنواع نظرا لاختلاف سلوك بذورهم خلال التخزين، وأشكال ودورات الحياة. المعايير غير ملزمة وطوعية وتؤكد على أهمية تأمين وتبادل المواد جنبا إلى جنب مع الوثائق ذات الصلة بما يتماشى مع اللوائح الوطنية والدولية. وسيكون من المفيد مراجعة المعايير بشكل دوري مع الأخذ بعين الاعتبار المشاهد السياسة والتقنية المتغيرة.

إن صون وزيادة الاستخدام المستدام للموارد الوراثية النباتية ضروري لتحقيق الأمن الغذائي والتصدي للاحتياجات الغذائية للأجيال الحالية والمستقبلية. لذا، فمن الأهمية بمكان الحفاظ على تنوع الموارد الوراثية النباتية بحيث تكون متاحة للمجتمع العالمي. ومع ذلك، يمكن أن تكون المحافظة على بنوك الجينات مكلفة. وكثير من التقدم العلمي، مثل الحفظ بالتبريد الشديد، يكون مكلفا، خاصة عند استخدامه للاختبار على نطاق واسع. وتتطلب المحافظة على بنوك الجينات الحقلية كذلك الكثير من حيث العمل والتكلفة. ولذلك، ينبغي أن يكون التركيز على الإدارة الاستباقية لبنوك الجينات من خلال اعتماد نهج متكامل، وإقامة توازن أمثل بين الاعتبارات العلمية، والموظفين المتاحين والبنية التحتية والموارد المالية في ظل الظروف السائدة. ولا يزال توافر الموظفين المدربين والموارد الكافية للمحافظة على مجموعات بنوك الجينات بطريقة مستدامة، يشكل تحديا في العديد من البلدان. وتبقى إقامة الشراكات طويلة الأجل على المستويات الوطنية والإقليمية والعالمية جنبا إلى جنب مع توفير الموارد لتطوير القدرات ضرورية لتطبيق المعايير.



Grimet

2/10

2/10

2/10

2/10

PORE

# الفصل 1

مقدمة





تضم بنوك الجينات في أرجاء العالم مجموعة واسعة من الموارد الوراثية النباتية، لتحقيق هدف عام هو صون البلازما الجرثومية للنباتات في الأجل الطويل وإتاحتها لمربي النباتات والباحثين والمستخدمين الآخرين. وتكون الموارد الوراثية النباتية المواد الخام المستخدمة في تحسين المحاصيل الزراعية، وصيانة واستخدام هذه الموارد أمر بالغ الأهمية للغذاء العالمي والأمن الغذائي. ويتوقف الصون المستدام لهذه الموارد الوراثية النباتية على إدارة بنوك الجينات بفعالية وكفاءة عن طريق تطبيق معايير وإجراءات تكفل بقاء وتوافر الموارد الوراثية النباتية في الحاضر وفي المستقبل. ولكي يكون أي جهد للصون مستداما وناجحا، فينبغي أن يكون فعالا من حيث التكلفة وأن يدار بشكل جيد.

وتنبثق المعايير لبنوك الجينات للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة عن مراجعة معايير بنوك الجينات لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة والمعهد الدولي للموارد الوراثية النباتية، المنشورة في عام 1994. وقد أجريت المراجعة بناء على طلب من هيئة الموارد الوراثية للأغذية والزراعة على ضوء التغيرات التي حدثت على ساحة السياسات العالمية وأوجه التقدم التي تحققت في مجال العلم والتكنولوجيا. وتكمن التطورات الرئيسية في مجال السياسات، التي تؤثر على صون الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة في بنوك الجينات في السياق المتعلق بتوافر وتوزيع البلازما الجرثومية وذلك نتيجة اعتماد صكوك دولية مثل اتفاقية التنوع البيولوجي، والمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، والاتفاقية الدولية لوقاية النباتات، واتفاق منظمة التجارة الدولية بشأن تدابير الصحة والصحة النباتية. وفي عام 2010، اعتمد مؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي بروتوكول ناغويا بشأن الحصول على الموارد الوراثية والاقتراس العادل والمنصف للمنافع المتأتية عن استخدامها، والذي يمكن أن يؤثر على تبادل البلازما الجرثومية. أما على الجبهة العلمية، فقد أضاف التقدم الذي تحقّق في مجال تكنولوجيا تخزين البذور والتكنولوجيا البيولوجية وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات أبعادا جديدة لصون البلازما الجرثومية النباتية.

وقد صممت معايير بنك الجينات للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة كدليل لبنوك الجينات التي تصون المجموعات النباتية (البذور، والنباتات الحية، والنباتات المستأصلة). وقد وضعت على أساس سلسلة من المشاورات شارك فيها عدد كبير من الخبراء في مجال صون البذور، والحفظ بالتبريد الشديد، والحفظ في الأنابيب المخبرية، وفي بنوك الجينات الحقلية في جميع

أنحاء العالم. وهذه المعايير طوعية وغير ملزمة، ولم توضع من خلال إجراء تشريعي. وينبغي النظر إليها كأهداف لوضع نظام عالمي كفاء وفعال ورشيد وشفاف للصون خارج الموقع الطبيعي يتيح المحافظة المثلى على صلاحية البذور والسلامة الوراثية في بنوك الجينات، ومن ثم ضمان الحصول على بذور عالية الجودة للموارد الوراثية النباتية المحفوظة واستخدامها.

من المهم ألا تستخدم مسودة معايير بنك الجينات دون إلقاء نظرة ثاقبة عليها نظرا للتقدم من التكنولوجيا المستمر في طرق الصون والاستخدام، وكثير منه يتعلق بأنواع محددة، وكذلك في سياق الغرض من حفظ البلازما الجرثومية ومدة حفظها، واستخدامها. ولذا يوصى باستخدام المسودة المراجعة لمعايير بنوك الجينات بالإقتران بمصادر مرجعية أخرى، لاسيما المعلومات الخاصة بأنواع محددة. وهذا ينطبق بشكل خاص على النباتات المنتجة للبذور الغير التقليدية وأو التي تكثر خضريا، والتي لديها سلوكيات تخزين البذور وأشكال الحياة (الأعشاب والشجيرات والأشجار، والنباتات المتسلقة/الكروم) ودورات الحياة (سنويا، مرة كل سنتين، المعمرة) مختلفة والتي من الصعب وضع معايير محددة صالحة لجميع الأنواع.

وتنقسم هذه الوثيقة إلى جزئين. الجزء الأول يصف المبادئ الأساسية التي تركز عليها معايير بنك الجينات وتوفر إطارا جامعاً لإدارة بنوك الجينات بشكل يتسم بالفعالية والكفاءة. وتمثل المبادئ الرئيسية التي تشكل جوهر عمل بنك الجينات في الحفاظ على هوية البلازما الجرثومية، والحفاظ على الصلاحية والسلامة الوراثية، وتعزيز الحصول على المادة النباتية المخزونة بما في ذلك المعلومات ذات الصلة لتسهيل استعمالها طبقا للضوابط التنظيمية القطرية والدولية. والمبادئ الأساسية هي مشتركة بين جميع الأنواع المختلفة من بنوك الجينات.

ويقدم الجزء الثاني المعايير التفصيلية لثلاثة أنواع من بنوك الجينات وهي: بنوك البذور، وبنوك الجينات الحقلية، وبنوك الجينات التي تستخدم الحفظ في الأنابيب المخبرية/الحفظ بالتبريد الشديد. وتغطي المعايير جميع العمليات الرئيسية التي تنفذ في بنك الجينات، كما توجد قائمة مختارة من المراجع لجميع المعايير. في حين يتم توفير المعلومات التقنية الرئيسية ذات الصلة لجميع المعايير، فإنه من المهم الإشارة إلى ضرورة مراجعة المنشورات التقنية الملائمة فيما يخص الإجراءات والبروتوكولات. وتتعامل معايير بنك البذور (القسم الرابع) مع حفظ البذور التقليدية التي تتحمل التجفيف أي يمكنها أن تجفف إلى محتويات الماء منخفضة وتتجاوب مع درجة حرارة منخفضة. ومن شأن خفض الرطوبة ودرجات الحرارة أن يقلل من نسبة العمليات الأيضية، مما يزيد من طول عمر البذور. وتشمل أمثلة من النباتات ذات البذور التقليدية كل من الذرة (*Zea mays* L.)، والقمح (*Triticum spp.*)، والأرز (*Oryza spp.*)، والحمص (*Cicer arietinum*)، والقطن (*Gossypium spp.*) وعباد الشمس (*Helianthus annuus*).

ويتضمن القسم الخامس والسادس على التوالي معايير لبنك الجينات الحقلية وبنوك الجينات التي تستخدم الحفظ في الأنابيب المخبرية والحفظ بالتبريد الشديد والتي تهدف إلى صون النباتات التي تنتج البذور الغير التقليدية، والتي تعرف أيضا باسم البذور المستعصية أو الوسيطة، وأو التي تكثر خضريا. ولا يمكن صون هذه النباتات بنفس الطريقة التي تصان بها البذور التقليدية، أي في درجة حرارة ورطوبة منخفضة، وتتطلب طرق أخرى للحفظ خارج الموقع.

ويمثل الصون في بنك الجينات الحقلية الأسلوب الأكثر شيوعا للنباتات المنتجة للبذور الغير التقليدية. كما أنه يستخدم للنباتات التي تنتج بذورا قليلة جدا، والتي تكثر خضريا وأو النباتات التي تحتاج إلى دورة حياة طويلة لتوليد مواد التربية وأو الإنبات. وعلى الرغم من استخدام مصطلح "بنك الجينات الحقلية"، فإن الطريقة تشمل أيضا المحافظة على النباتات الحية في الأواني



أو الصواني في الصوبات الزراعية أو بيوت الظل. كما أن الإرشادات التقنية والمنشورات التدريبية المتعلقة بإدارة مجموعات البلازما الجرثومية المحفوظة في بنوك الجينات الحقلية متوفرة على سبيل المثال (Bioversity International *et al.*, 2011; Reed *et al.*, 2004; Said Saad and Rao, 2001; Engelmann, 1999; Engelmann and Takagi, 2000; Geburek and Turok, 2005).

ويمكن صون البلازما الجرثومية النباتية في الأنابيب المخبرية، والحفظ بالتبريد الشديد إما من خلال النمو البطيء (في الأنابيب المخبرية) بالنسبة للتخزين قصير/متوسط الأجل، أو الحفظ بالتبريد الشديد بالنسبة للصون طويل الأجل. وتنطوي الطريقة السابقة على الزراعات (وخصوصا البراعم النهائية، والمرستيم، والأجنة الجسدية، ومعلق الخلايا أو الكلس الجنيني) التي يتم المحافظة عليها تحت ظروف نمو محددة في وسط زراعي اصطناعي. ويمكن الحد من معدل نمو الزراعات بطرق مختلفة، بما في ذلك تخفيض درجات الحرارة، وتقليل شدة الضوء، أو معالجة الوسط الزراعي عن طريق إضافة عامل تناضحي أو مؤخر النمو (Engelmann, 1999).

الحفظ بالتبريد هو تخزين المواد البيولوجية (البذور والأجنة النباتية، والبراعم النهائية/المرستيم، وأو حبوب اللقاح) في درجات حرارة منخفضة للغاية عادة في النيتروجين السائل تحت درجة حرارة 196 درجة مئوية تحت الصفر (Engelmann and Tagaki, 2000; Reed, 2010). وفي ظل هذه الظروف، يتم وقف العمليات البيوكيميائية والفيزيائية، مما يمكن من صون معظم المواد على المدى الطويل. وهذه الأنماط من الحفظ تشكل نهجا مكملا للطرق الأخرى والتي تكون ضرورية لحفظ آمن وكفاء وفعال من حيث التكلفة (Reed, 2010). ويمكن مثلا، المحافظة على خطوط تحت الحفظ بالتبريد الشديد على سبيل الاحتياط للمجموعات الحقلية، كمجموعات مرجعية للتنوع الوراثي المتاح للعشيرة، وكمصدر لأليلات جديدة في المستقبل.

المعايير التالية متوفرة لكل أنواع بنك الجينات:

- **معايير بنك الجينات للبذور التقليدية:** الحصول على البلازما الجرثومية، وتجفيف البذور، والتخزين، ومراقبة السلامة، والتجديد، والتوصيف، والتقييم، والتوثيق، والتوزيع، والاستنساخ الآمن والأمن للأفراد.
- **معايير بنك الجينات الحقلية:** اختيار الموقع، والحصول على البلازما الجرثومية، وتكوين مجموعات حقلية، وإدارة الحقل، والتجديد والإكثار، والتوصيف والتقييم، والتوثيق، والتوزيع، والأمن والاستنساخ الآمن.
- **معايير بنك الجينات للحفظ في الأنابيب المخبرية والحفظ بالتبريد الشديد:** الحصول على البلازما الجرثومية، واختبار السلوك غير التقليدي وتقييم المحتوى المائي، والقدرة والصلاحية، والتخزين تحت الرطوبة للبذور الغير التقليدية، والزراعة في الأنابيب المخبرية والتخزين للنمو البطيء، والحفظ بالتبريد الشديد، والتوثيق، والتوزيع، والتبادل، والأمن والاستنساخ الآمن.

## مراجع مختارة

- Bioversity International/Food and Fertilizer Technology Center/TARI-COA (Taiwan Agricultural Research Institute-Council of Agriculture). 2011. *A training module for the international course on the management and utilisation of field genebanks and in vitro collections*. Fengshan, Taiwan, TARI.
- Engelmann, F., ed. 1999. *Management of field and in vitro germplasm collections*. Proceedings of a Consultation Meeting, 15-20 January 1996. Cali, Colombia, CIAT, and Rome, IPGRI.
- Engelmann, F. & Takagi, H., eds. 2000. *Cryopreservation of tropical plant germplasm. Current research progress and application*. Tsukuba, Japan, Japan International Research Center for Agricultural Sciences, and Rome, IPGRI.
- Geburek, T. & Turok, J., eds. 2005. *Conservation and management of forest genetic resources in Europe*. Zvolen, Slovakia, Arbora Publishers.
- Reed, B.M. 2010. *Plant cryopreservation. A practical guide*. New York, USA, Springer.
- Reed, B.M., Engelmann, F., Dulloo, M.E. & Engels, J.M.M. 2004. *Technical guidelines for the management of field and in vitro germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 7. Rome, IPGRI.
- Said Saad, M. & Rao, V.R., eds. 2001. *Establishment and management of field genebank training manual*. Serdang, Malaysia, IPGRI-APO.
- SGRP-CGIAR (System-wide Genetic Resources Programme of the Consultative Group on International Agricultural Research). Crop Genebank Knowledge Base (available at: <http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org>).



# الفصل 2

## المبادئ الأساسية





توثيقها على النحو المناسب من أجل ضمان التحديد السليم لهوية المدخلات المحفوظة في الحقل. ويمكن أن تكون بطاقات التوسيم عرضة للخسارة بسبب عوامل خارجية مختلفة، على سبيل المثال سوء الأحوال الجوية. ويمكن للتقنيات الحديثة مثل بطاقات تسجيل المدخلات التي تدون البيانات بشفرات شريطية، وتحديد البطاقات بترددات الراديو، والمؤشرات الجزيئية أن تسهل كثيرا إدارة البلازما الجرثومية بدون تكبد أخطاء وتكفل بالتالي هوية المدخلات قيد البحث.

## المحافظة على الصلاحية

إن المحافظة على الصلاحية والسلامة الوراثية وجودة عينات البذور في بنوك الجينات وإتاحتها للاستخدام هو الهدف النهائي وراء إدارة بنك الجينات. ومن المهم للغاية لذلك، أن تتقيد جميع العمليات في بنك الجينات بالمعايير اللازمة لضمان المحافظة على مستويات مقبولة للصلاحية. ولتحقيق هذه الأهداف، يجب إيلاء اهتمام خاص للمعايير المتعلقة باقتناء البلازما الجرثومية وتجهيزها وتخزينها. ويتم تقييم ذلك بالنسبة لأنواع البذور غير التقليدية، عن طريق التفتيش البصري لعدم وجود ضرر، وبنسبة وإجمالي الإنبات. ومع ذلك، فإن ظهور الفطريات والبكتيريا التي لا يمكن الكشف عنها ظاهريا في البذور تؤثر على جودة البذور. وينبغي عموما بالنسبة لبنك جينات البذور، أن تتمتع عينات البذور التي تُقبل في بنك الجينات وقت اقتنائها بالصلاحية العالية وأن تلبى قدر الإمكان معايير اقتناء البلازما الجرثومية. ومن شأن جمع البذور في أقرب وقت ممكن من موعد النضج وقبل النثر الطبيعي، وتجنب جمع البذور الممنوعة على الأرض المتسخة أو التي قد تحمل رمام الفطريات أو الفطريات المسببة للأمراض/البكتيريا، أن يكفل أعلى جودة فسيولوجية للبذور. وينبغي أيضا لبنوك الجينات أن تكفل إلى أقصى حد ممكن بأن البلازما الجرثومية التي جمعت ممثلة وراثيا للعشيرة الأصلية، وتأخذ كذلك في الاعتبار عدد المواد النباتية الحية القابلة للتكاثر، بحيث لا يتم المساس بجودة العينة. وينبغي أن يكون هناك نظام للرصد للتحقق من حالة صلاحية العينات المخزونة على فترات زمنية ملائمة لتحديد بناء على طول العمر المتوقع للبذور. ويمكن تفادي التجديد الباهظ التكلفة أو على الأقل تأجيله إذا أولي الاهتمام السليم للمناولة بعد الحصاد، والتجفيف والتخزين. وفي سياق بنك الجينات الحقلية، فإن مفهوم التكاثر (أي نوعية وحالة كونها تتكاثر) هو أكثر أهمية من مفهوم الصلاحية التي تتصل تحديدا بقدرة البذور على الإنبات وإنتاج الشتلات. وتبقى بنوك الجينات الحقلية مجال عرضة لتأثيرات العوامل البيئية مثل الأحوال الجوية، وانتشار الآفات، وستختلف هذه الآثار وفقا لنوعية وطور النمو لمختلف الأنواع على سبيل المثال سنوي، أو لسنتين أو معمر. وهناك عاملا إضافيا في حالة الأنواع ذات البذور بسلك ما بعد التخزين غير معروف (أي ما إذا كانت بذورا غير تقليدية أو بذورا تقليدية) ألا وهو الشرط المسبق للتحقق من استجابات البذور (عادة للإجتفاف البطيء) قبل وضع أي استراتيجية تخزين للبلازما الجرثومية.

## المحافظة على السلامة الوراثية

ترتبط ضرورة المحافظة على السلامة الوراثية ارتباطا وثيقا بالمحافظة على بقاء وتنوع العينات الأصلية المجموعة. وجميع عمليات بنوك الجينات، ابتداء من الجمع والافتناء وحتى التخزين والتجديد والتوزيع مهمة للمحافظة على السلامة الوراثية. وضمان المحافظة على الصلاحية وفقا للمعايير سيساهم في المحافظة على السلامة الوراثية. وهناك حاجة إلى التقنيات الجزيئية المختلفة، بما في ذلك مسح التغيرات الجينية المحتملة التي قد تكون أو لا تكون قابلة للعكس، لتقييم ما إذا كان قد تم الحفاظ على الاستقرار الجيني، وخاصة عندما يتم استرداد عينات من التخزين بالتبريد الشديد. وفي النباتات التي تتطلب فترات طويلة من الزراعة إلى النضج الإنجابي، يكون تجديد البذور في الحقل غير عملي للغاية. وينبغي إعادة أخذ العينات من العشيرة الأصلية عندما تكون هناك مؤشرات على تراجع قوتها وصلاحيتها. والمحافظة على السلامة الوراثية هي بنفس القدر من الأهمية بالنسبة للبلازما الجرثومية التي يتم حفظها في الأنابيب المخبرية، لاسيما في ضوء احتمال تغيير النسيل الجسدي. وهذا هو السبب الرئيسي لتجنب تكون الأجنة الجسدية غير المباشرة (أي من خلال مرحلة الكلس) لتوليد أشكال البلازما الجرثومية المراد حفظها، ما عدا إن لم يكن هناك بديل. وينبغي الحصول بقدر الإمكان على عينات بذور ممثلة بالقدر الكافي للعشيرة وذات نوعية جيدة وبكمية كافية أثناء الافتناء. ومع ذلك، فمن المسلم به أنه عندما يكون الهدف هو جمع صفات بعينها، فيجوز ألا تكون العينات ممثلة بالضرورة للعشيرة الأصلية. ولتقليل التآكل الجيني، من المهم اتباع البروتوكولات<sup>1</sup> الموصى بها لتجديد عينات البذور المدخلة لدى البنوك، بأقل قدر ممكن من دورات التجديد، وبأعداد كبيرة للعشائر فعالة بما يكفي، وعينات متوازنة، فضلا عن التحكم في التلقيح. وتجدر الإشارة هنا بشكل خاص إلى أهمية الاستنساخ الآمن للعينات لمواجهة المخاطر التي يمكن أن تحدث في مرافق بنوك الجينات.

## المحافظة على صحة البلازما الجرثومية

ينبغي أن تسعى بنوك الجينات إلى كفاءة كون البذور التي يتم حفظها وتوزيعها خالية بقدر الإمكان من الأمراض المنقولة بواسطة البذور والآفات الخاضعة للحجر (البكتيريا، والفيروسات، والفطريات، والحشرات). ويمكن تنظيف المساحات الخارجية بشكل فعال باستخدام إجراءات تطهير المساحات. وغالبا ما لا تتوافر لبنوك الجينات القدرات أو الموارد اللازمة لتختبر بنفسها ما إذا كانت العينات التي

1 Dullo, M.E., Hanson, J., Jorge, M.A. & Thormann, I. 2008. Regeneration guidelines: general guiding principles. In: M.E. Dulloo, I. Thormann, M.A. Jorge & J. Hanson, eds. Crop specific regeneration guidelines. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome, Italy. 6 pp. Also see: <http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/>

يتم جمعها أو الحصول عليها والعينات التي تحصد من الأراضي المخصصة للتجديد/التكاثر خالية من الأمراض المنقولة بواسطة البذور والآفات. وهذا هو الحال على وجه الخصوص مع البلازما الجرثومية التي ترد من أطراف ثالثة. وتتفاقم المشاكل في ما يتعلق بصون الأنواع ذات البذور غير التقليدية. ويتم الكشف عن الملوثات المولودة داخليا فقط عندما تكون البذور غير التقليدية محفوظة في تخزين رطب قصير إلى متوسط الأجل، أو عندما يتم وضع البذور المستمدة من النباتات المستأصلة في زراعة الأنسجة. والحل الغير المرضي في الوقت الراهن هو استبعاد أي بذور ملوثة/نبات مستأصل لأنه هو السبيل الوحيد لضمان بلازما جرثومية غير ملوثة. فمن المهم لذلك أن يصاحب مواد البذور ما يتصل بها من شهادات تصدير وشهادات للصحة النباتية عند تبادل البلازما الجرثومية لضمان الحالة الصحية للعينات الواردة. وقد يكون من السهل تنظيف بعض العينات المصابة/الموبوءة، بينما قد تستلزم عينات أخرى طرق تنظيف أكثر تعقيدا.

## الأمّن المادي للمجموعات

يتمثل مبدأ أساسي من مبادئ صون البلازما الجرثومية في أن تكون البنيات المادية لمرافق بنك الجينات التي تحفظ فيها البلازما الجرثومية على مستوى يكفي لتأمين المواد من أية عوامل خارجية بما في ذلك الكوارث الطبيعية والأضرار البشرية. وتلزم أيضا أنظمة أمن كافية لضمان اشتغال أجهزة تبريد بنك الجينات وكذا المولدات الاحتياطية ومعدات مراقبة انقطاع التيار الكهربائي بشكل جيد، وتوافر أجهزة للرصد لتتبع المعايير الأساسية على مدى الوقت. وبما أن التخزين بالتبريد الشديد يتطلب النيتروجين السائل، فإنه يجب توفير الإمدادات من هذه المادة بشكل دائم. وعلاوة على ذلك، فمن الأهمية بمكان أن تتم المحافظة على مستويات النيتروجين السائل، سواء كانت تعبئة/زيادة رصيد أوعية التخزين الخاصة أو مجمدات السائل تتم يدويا أو أوماتيكيا. وثمة مسألة مهمة أخرى تتعلق بأمن بنوك الجينات وهي ضمان الاستنساخ الآمن للمواد في مواقع أخرى حتى يمكن في حالة فقدان مجموعة ما لأي سبب استعادتها من المجموعات الاحتياطية.

## توافر واستخدام البلازما الجرثومية

يجب توافر المادة المحفوظة لاستخدامها في الحاضر وفي المستقبل. ومن المهم لذلك أن تسهم جميع الإجراءات في عمليات بنك الجينات وإدارتها في تحقيق هذا الهدف. وسيلزم الاحتفاظ بكميات كافية من البذور والمعلومات ذات الصلة عن المدخلات لدى البنك. وبالرغم من وجود عدد قليل من أفراد المدخلات في بنوك الجينات الحقلية، وبالتالي قدرة محدودة للتوزيع للمستخدمين، فإنه ينبغي أن تكون لدى بنك الجينات استراتيجية لتكاثر أي مادة وراثية بسرعة من أجل توزيعها.



## توافر المعلومات

من أجل ضمان نقل المعلومات والخضوع للمساءلة، ينبغي أيضا تسجيل معلومات أساسية ومفصلة ودقيقة وحديثة في جميع المراحل، بما في ذلك معلومات تاريخية وكذلك حالية، لاسيما فيما يتعلق بإدارة كل عينة بمفردها من المدخلات لدى البنك بعد اقتنائها. وينبغي إعطاء أولوية عليا إلى الحصول على هذه المعلومات وتوافرها وتبادلها، نظرا لأنها تؤدي إلى تحسين وزيادة ترشيد الصون. ويمكن لقواعد البيانات التفاعلية للبحث والتساؤلات، التي تضم بيانات عن تقييم المظاهر الموروثة أن يساعد زبائن البلازما الجرثومية في توجيه طلباتهم للحصول على البلازما الجرثومية، وفي المقابل تضيف تعليقاتهم التي توفر بيانات تقييمية أخرى إلى قيمة المجموعة وفائدتها. فإذا ما توافرت المعلومات عن البلازما الجرثومية المحفوظة وأمكن الوصول إليها بيسر، فسيعزز ذلك استخدام البلازما الجرثومية. وعلاوة على ذلك فمن شأن هذا أن يساعد القائمين على بنوك الجينات في تحسين تخطيط أنشطتهم للإكثار والتجديد من أجل الحفاظ على مخزون كاف لمدخلاتهم. ولمثل هذه النظم المعلوماتية لبنوك الجينات، يوصى بقاعدة بيانات تفاعلية للبحث والاستعلام. وتوفر قاعدة بيانات معلومات البذور<sup>2</sup> لألفية بنك البذور بكيو مثلا جيدا لقيمة هذا النوع من قاعدة البيانات. ويمثل نظام إدارة بحوث النباتات والمعشبة<sup>3</sup> نظاما متطورا لأغراض الصون وإدارة بيانات الأصول الوراثية، في حين يوفر الدليل الأوروبي للبحث على شبكة الإنترنت<sup>4</sup> معلومات حول المجموعات النباتية الأوروبية المحفوظ بها خارج الموقع.

## الإدارة الاستباقية لبنوك الجينات

يتوقف الصون المستدام والفعال للموارد الوراثية على الإدارة الفعالة لمواد البلازما الجرثومية المحفوظة. والإدارة الاستباقية مهمة لضمان حفظ البلازما الجرثومية بكفاءة وتوافرها في الوقت المناسب وبكميات كافية ليستخدمها مرة أخرى مربو النباتات والمزارعون والباحثون والمستخدمون الآخرون. وتركز الإدارة الاستباقية على أهمية حماية المواد وتبادلها وكذلك المعلومات المتصلة بها، وتضع إستراتيجية فعالة لإدارة الموارد البشرية والمالية لنظام رشيد. وتتضمن إستراتيجية لإدارة المخاطر وتشجع التعاون مع أطراف ثالثة في تقديم الخدمات لبنوك الجينات في الجهود التي تبذل لصون التنوع البيولوجي. وتجدر الإشارة إلى أن المحافظة على المجموعات الحقلية مكلفة، وينبغي بذل كل الجهود الرامية إلى تطوير مجموعة متكاملة في الأنابيب المخبرية أو في الحفظ بالتبريد الشديد. ومن الضروري التقيد

2 <http://data.kew.org/sid>

3 <http://dps.plants.ox.ac.uk/bol>

4 <http://eurisco.ecpgr.org>

بالأطر القانونية والتنظيمية على المستويين القطري والدولي وخاصة ما يتعلق منها بالحصول على المواد وتوافرها وتوزيعها وكذا صحة النباتات والبذور. وينبغي استخدام الاتفاق الموحد لنقل المواد بالنسبة للمحاصيل التي يشملها النظام المتعدد الأطراف للمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة. وتوفر القواعد التنظيمية للاتفاقية الدولية لوقاية النباتات إطاراً لقواعد الحجر والصحة لتفادي دخول وانتشار آفات وأمراض النباتات. وعلاوة على ذلك، يلزم التزام طويل الأجل ومستمر من جانب المؤسسات التي تمتلك بنوك الجينات في مجال توافر الموارد البشرية والمالية. وبالإضافة إلى ذلك، ستشجع الإدارة الإستباقية تطبيق الخبرات والمعرفة العملية على البلازما الجرثومية الجديدة في بنوك الجينات، وستسعى إلى تطبيق معايير بنوك الجينات بأقصى قدر ممكن بما يلائم الظروف السائدة محلياً. وقد يعني هذا في بعض الأحيان أنه حتى لو لم يلب معيار معين على الوجه الكامل، فسُتخذ تدابير وقائية لدعم المبادئ الأساسية لإدارة بنوك الجينات.





# الفصل 3

## المعايير - الهيكل والتعاريف

تُعرّف المعايير على النحو الوارد في هذه الوثيقة المستوى اللازم لأداء عملية روتينية لبنوك الجينات، الذي إذا انخفض مستوى الأداء عنه ستنشأ مخاطر عالية بفقدان السلامة الوراثية (أي احتمال بنسبة خمسة في المائة أو أكثر بفقدان أليل في عينة من المدخلات لدى البنك على مدى فترة التخزين). وينقسم كل قسم إلى:

- المعايير
- السياق
- الجوانب التقنية
- الحالات الاستثنائية
- المراجع المختارة

ويعرض **السياق** المعلومات الأساسية اللازمة التي تنطبق عليها المعايير. ويعطي وصفا موجزا للعمل الروتيني لبنوك الجينات الذي حددت من أجله المعايير والمبادئ الأساسية. وتوضح **الجوانب التقنية** المبادئ الفنية والعلمية المهمة لفهم المعايير ودعمها.

أما **الحالات الاستثنائية** فتقدم توصيات في حالة عدم إمكان تطبيق المعايير على سبيل المثال على أنواع بعينها. وتشمل الاستثناءات، والطرق البديلة، وخيارات إدارة المخاطر. وتعرض في جميع الأقسام موارد مختارة **للمعلومات والمراجع**.





# الفصل 4

معايير بنك الجينات  
للبدور التقليدية



## 1.4 معايير الاقتناء

### المعايير

- 1.1.4 يجري الحصول على جميع عينات البذور التي تضاف إلى مجموعة بنوك الجينات بطريقة مشروعة مع الوثائق الفنية ذات الصلة.
- 2.1.4 ينبغي أن يجري جمع البذور في موعد أقرب ما يمكن من وقت النضج وقبل النثر الطبيعي للبذور، تفادياً لاحتمالات التلوث الوراثي، لضمان أقصى جودة للبذور.
- 3.1.4 وللحصول على أقصى جودة للبذور، ينبغي أن تكون الفترة بين جمع البذور ونقلها إلى بيئة تجفيف محكمة في غضون 3 إلى 5 أيام أو فترة قصيرة قدر الإمكان مع مراعاة أن البذور ينبغي ألا تتعرض لدرجات حرارة عالية وضوء شديد وأن بعض الأنواع تستلزم فترة سكون لكي يصل الجنين إلى النضج.
- 4.1.4 ينبغي أن تكون جميع عينات البذور مصحوبة على الأقل بحد أدنى من البيانات المرتبطة بها على النحو المفصل في واصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة إلى البنك التي حددها منظمة الأغذية والزراعة/المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي.
- 5.1.4 يكون الحد الأدنى لعدد النباتات التي ينبغي جمع البذور منها ما بين 30 إلى 60 نباتاً، على حسب نظام تربية الأنواع المستهدفة.

### السياق

الاقتناء هو عملية جمع أو طلب البذور لضمها إلى بنك الجينات مع المعلومات ذات الصلة. وينبغي الحصول على المواد بطريقة مشروعة، وأن تكون بذورا ذات نوعية جيدة وموثقة على النحو السليم.

ويجرى الاقتناء وفقاً للقواعد الدولية والوطنية ذات الصلة مثل قوانين الصحة النباتية/الحجر، وقواعد الحصول الواردة في المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة أو اتفاقية التنوع البيولوجي، والقواعد الوطنية للحصول على الموارد الوراثية. ويتيح التقيد بالمعيار 1.1.4 تصدير البذور من بلد المنشأ/المتبرع واستيرادها إلى البلد الموجود فيه بنك الجينات، ويحدد نظام الإدارة والتوزيع (على سبيل المثال الاتفاق الموحد لنقل المواد أو الاتفاقات الثنائية لنقل المواد). ويلزم ضمان أقصى قدر من جودة البذور وتجنب حفظ البذور غير الناضجة والبذور التي تعرضت طويلاً للعوامل الجوية. وطريقة التعامل مع البذور بعد جمعها وقبل نقلها إلى ظروف محكمة لها أهمية حاسمة بالنسبة لجودة البذور. إذ يمكن أن تؤدي درجات الحرارة القصوى والرطوبة المرتفعة أثناء فترة ما بعد الجمع وخلال النقل إلى بنوك الجينات إلى فقدان السريع لصلاحية البذور والحد من طول العمر أثناء التخزين. وينطبق الشيء نفسه على طريقة التعامل بعد الحصاد داخل بنك الجينات. وتتأثر جودة البذور وطول عمرها بالظروف التي تمر بها قبل التخزين داخل بنك الجينات. ويوصى بإجراء اختبارات الإنبات بعد الجمع مباشرة كسبيل لتحديد جودة البذور التي تم جمعها. وأثناء مرحلة الاقتناء، من المهم ضمان أن تكون البيانات الأساسية لكل عينة مدخلة مكتملة قدر الإمكان وموثقة تماماً، خاصة البيانات المرجعية الجغرافية التي يمكن أن تساعد في تحديد موقع المجموعات. والبيانات الأساسية حاسمة في تحديد هوية المدخلات وتصنيفها وتستخدم كنقطة انطلاق في اختيار واستخدام العينة المدخلة.

## الجوانب التقنية

يجب أن يقرن الحصول على الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، الداخلة في إطار النظام المتعدد الأطراف للمعاهدة الدولية، باتفاق موحد لنقل المواد. وينبغي أن يمثل المقتنون للأحكام ذات الصلة في المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة أو اتفاقية التنوع البيولوجي، وينبغي أن يكون الاتفاق لنقل المواد موقع من الشخص المخول له بذلك في بلد الجمع، ويتماشى مع القوانين الوطنية للحصول على الموارد الوراثية في البلد الذي يجري فيه الجمع (ENSCONET, 2009). وبالإضافة إلى ذلك، يتعين، إذا ما طلب البلد المقدم للمادة ذلك، أن يخضع الحصول عليها للموافقة المسبقة المستنيرة من جانب البلد. ويجب التماس اللوائح المتعلقة بصحة النباتات وأية متطلبات أخرى للاستيراد من السلطة القطرية المختصة في البلد المتلقي.

وقد تحتوي البذور التي يتم حصادها من الحقل على محتوى مائي عال وتحتاج إلى التهوية لتجنب التخمر. وينبغي وضعها في حاويات ملائمة تسمح بالدوران الجيد للهواء، وتكفل ألا تصبح المحتويات رطبة نتيجة عدم كفاية تجدد الهواء، وألا تختلط بغيرها أو يصيبها الضرر أثناء الجمع والنقل. ومن شأن رصد درجات الحرارة والرطوبة النسبية لضمان عدم تعرض البذور لظروف تجاوز 30 درجة مئوية أو نسبة 85 في المائة من الرطوبة النسبية بعد الجمع والنقل، وكذلك أثناء التجهيز بعد الحصاد، أن يحافظ



على جودة البذور. وإذا ما احتاجت البذور التامة النضج إلى تجهيز وتجفيف في الحقل، فينبغي تطبيق التوصيات التقنية المتعلقة بأنواع معينة أو مشابهة لتقليل مخاطر التدهور.

ينبغي استخدام استمارات جمع ملائمة لاستخلاص بيانات الجمع. وينبغي أن تتضمن هذه الاستمارات معلومات من قبيل التصنيف العلمي الأولي للعينة، وإحداثيات النظام العالمي التي تحدد موقع الجمع، ووصفا لموئل النباتات التي جُمعت، وعدد النباتات الداخلة في العينة، والبيانات الأخرى ذات الصلة المهمة للصون السليم. وينبغي إن أمكن استخدام واصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة للمنظمة/المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي (Alercia *et al.*, 2012). ويمكن الحصول على معلومات إضافية مفيدة للغاية، مثل الممارسات الزراعية، وتاريخ وأصل الأجيال السابقة من البذور، والاستخدامات وما غير ذلك، من خلال لقاءات مع المزارعين عند جمع البذور من حقول/متاجر المزارعين. وأثناء الجمع، ينبغي أن يكون الجامع حساسا أيضا إزاء استنفاد العشائر الطبيعية المستهدفة في الجمع. (ويوصي دليل الشبكة الأوروبية لحفظ البذور النباتية المحلية بعدم جمع أكثر من 20 في المائة من مجموع البذور الموجودة في العشيرة (الشبكة الأوروبية لحفظ البذور النباتية المحلية، 2009) ENSCONET). وقد يكون من المفيد أيضا تكرار أخذ العينات من موقع معين لاستخلاص أقصى قدر من التنوع الوراثي الذي قد يكون موجودا على فترات زمنية مختلفة.

ينبغي أن تكون العينة المجموعة كافية بحيث تضم على الأقل نسخة واحدة من 95 في المائة من الأليلات التي تحدث داخل العشيرة المستهدفة بتواتر يجاوز 0.05 (Marshall and Brown, 1975). وتكفي عينة عشوائية تضم 59 من الأمشاج التي لا علاقة لها ببعضها لتحقيق هذا الهدف، ويساوي هذا في حالات التزاوج العشوائي بالكامل للأنواع 30 نباتا فرديا، بينما يستلزم تحقيق هذا الهدف في الأنواع التي تقوم بالإخصاب الذاتي الكامل 60 نباتا فرديا (Brown and Hardner, 2000). وهكذا، يمكن أن يتباين حجم العينة اللازمة لاستخلاص 95 في المائة من الأليلات بين 30 و60 نباتا حسب نظام تربية الأنواع المستهدفة. وينبغي في الواقع أن تجمع كميات كافية من البذور لتوزيعها من أجل تجنب عمليات التجديد المتكررة. إلا أنه يجب الاعتراف بأن هذا الهدف قد لا يتحقق دائما حسب توافر البذور للمجموعة.

وفي حالة التبرع بالبذور (من شركة للبذور أو برنامج بحثي أو بنك للجينات)، ينبغي تقديم بيانات عن التصنيف العلمي والجهات المتبرعة ورقم هوية الجهة المتبرعة والأسماء بالإضافة إلى البيانات الأساسية المتاحة. وينبغي التماس معلومات كافية من الجهة المتبرعة عن الطريقة التي حفظت بها البلازما الجرثومية الواردة، بما في ذلك معلومات عن النسل والأنساب بالإضافة إلى سلسلة معلومات الحيازة، حيثما توافرت. وينبغي تخصيص رقم هوية فريد للبذور (إما مؤقتا أو دائما، وفقا للممارسة المتبعة في بنك الجينات) يصحب البذور في كل الأوقات، ويربط البذور بالبيانات الأساسية وبأية معلومات أخرى تم جمعها، ويضمن أصالة عينات البذور. وينبغي كلما أمكن جمع عينات معشبة مرجعية موثقة، وإعداد سجل لطريقة الاقتناء وسببها.



## الحالات الاستثنائية

يندر أن تكون البذور التي جمعت في الحقل في حالة (فسيولوجية وحالة صحية نباتية) تكفل تلقائيا حفظها على الأجل الطويل. وفي هذه الحالة يوصى بتكاثر البذور في ظروف يتم التحكم فيها لغرض الصون الطويل الأجل بالتحديد.

إذا ضمت المجموعات نسبة كبيرة (> 10 في المائة) من البذور أو الثمار غير الناضجة، ينبغي اتخاذ تدابير لتشجيع النضج بعد الحصاد. ويمكن تحقيق ذلك دائما بالاحتفاظ بالمادة في ظروف تحيوطها تهوية جيدة ومحمية من هطول الأمطار. وينبغي رصد التحسينات المرئية في النضج وينبغي نقل المادة إلى ظروف تجفيف محكمة بمجرد التأكد من أن البذور التي جمعت أصبحت أكثر نضجا. ويتعين السماح باستثناءات فيما يتعلق بالمعايير السالفة الذكر (مثلا حجم العينة) بالنسبة لأنواع البرية و النادرة حيث لا تتوافر البذور في الظروف أو بالكميات المثلى.

## مراجع مختارة

**Alercia, A., Diulgheroff, S. & Mackay, M.** 2012. *FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors (MCPD V.2)*. Rome, FAO and Bioversity International (available at: [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/1526.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/1526.pdf)).

**Brown, A.H.D. & Hardner, C.M.** 2000. *Sampling the genepools of forest trees for ex situ conservation*. In A. Young, D. Boshier & T. Boyle. *Forest conservation genetics. Principles and practice*, pp.185-196. CSIRO and CABI.

**Engels, J.M.M. & Visser, L., eds.** 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 6. Rome, IPGRI.

**ENSCONET (European Native Seed Conservation Network).** 2009. *Seed collecting manual for wild species* (available at: <http://ensconet.maich.gr/>).

Eymann, J., Degreef, J., HŠuser, C., Monje, J.C., Samyn, Y. & VandenSpiegel, D., eds. 2010. *Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring*, Vol. 8. (available at: <http://www.abctaxa.be/volumes/volume-8-manual-atbi>).

FAO/IPGRI. 1994. *Genebank standards*. Rome, FAO and IPGRI (available at: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/015/aj680e.pdf>).

Guarino, L., Rao R.V. & Reid, R., eds. 1995. *Collecting plant genetic diversity. Technical guidelines*, Wallingford, UK, CAB International.

Guerrant, E.O., Havens, K. & Maunder, M., eds. 2004. *Ex situ plant conservation: supporting species survival in the wild*. Washington, DC, Island Press.

Lockwood, D.R., Richards, C.M. & Volk, G.M. 2007. Probabilistic models for collecting genetic diversity: comparisons, caveats and limitations. *Crop Science*, 47: 859–866.

Marshall, D.R. & Brown, A.H.D. 1975. Optimum sampling strategies in genetic resources conservation, pp. 53–80. In O.H. Frankel & J.G. Hawkes, eds. *Crop genetic resources for today and tomorrow*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

Probert, R., Adams, J., Coneybeer, J., Crawford, A. & Hay, F. 2007. Seed quality for conservation is critically affected by pre-storage factors. *Australian Journal of Botany*, 55: 326–335.

Probert, R.J. 2003. Seed viability under ambient conditions and the importance of drying. In R.D. Smith, J.B. Dickie, S.H. Linington, H.W. Pritchard & R.J. Probert, eds. *Seed conservation: turning science into practice*, pp. 337–365. Kew, UK, Royal Botanic Gardens.

Royal Botanic Gardens, Kew. *Millennium Seed Bank technical information sheet 04: post-harvest handling of seed collections*. Kew, UK (available at: <http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/04-Post%20harvest%20handling.pdf>).

SGRP-CGIAR. Crop Genebank Knowledge Base (available at: <http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org>).

Smith, R.D., Dickie, J.B., Linington, S.H., Pritchard, H.W. & Probert, R.J., eds. 2003. *Seed conservation: turning science into practice*. Kew, UK, Royal Botanic Gardens (available at: <http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/sctsip.htm>).

Upadhyaya, H.D. & Gowda, C.L.L. 2009. *Managing and enhancing the use of germplasm -strategies and methodologies*. Technical Manual No. 10. Patancheru, India, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.

## 2.4 معايير التجفيف والتخزين

### المعايير

- 1.2.4 ينبغي أن تجفف جميع عينات البذور إلى التوازن في بيئة محكمة بدرجة حرارة 5-20 درجة مئوية ونسبة رطوبة 10-25 في المائة، حسب الأنواع.
- 2.2.4 وبعد التجفيف، يلزم وضع جميع عينات البذور في عبوات مناسبة محكمة السداد للتخزين الطويل الأجل؛ ويمكن في بعض الحالات، بالنسبة للمجموعات التي يلزم فيها الحصول بشكل متكرر على البذور أو التي من المحتمل أن تُستنفد قبل الوقت المتوقع لفقدان الصلاحية، أن يجري في ذلك الحين تخزين البذور في عبوات غير محكمة السداد.
- 3.2.4 ينبغي أن تخزن معظم العينات الأصلية وعينات نسخ الأمان الاحتياطية في ظروف للتخزين الطويل الأجل (المجموعات الأساسية) عند درجة حرارة 18 مئوية تحت الصفر  $\pm 3$  درجات مئوية ورطوبة نسبية قدرها 15 في المائة  $\pm 3$  في المائة.
- 4.2.4 وبالنسبة لظروف التخزين المتوسط الأجل (المجموعات النشطة) ينبغي أن تخزن العينات تحت التبريد عند درجة 5-10 مئوية ورطوبة نسبية تبلغ 15 في المائة  $\pm 3$  في المائة.

### السياق

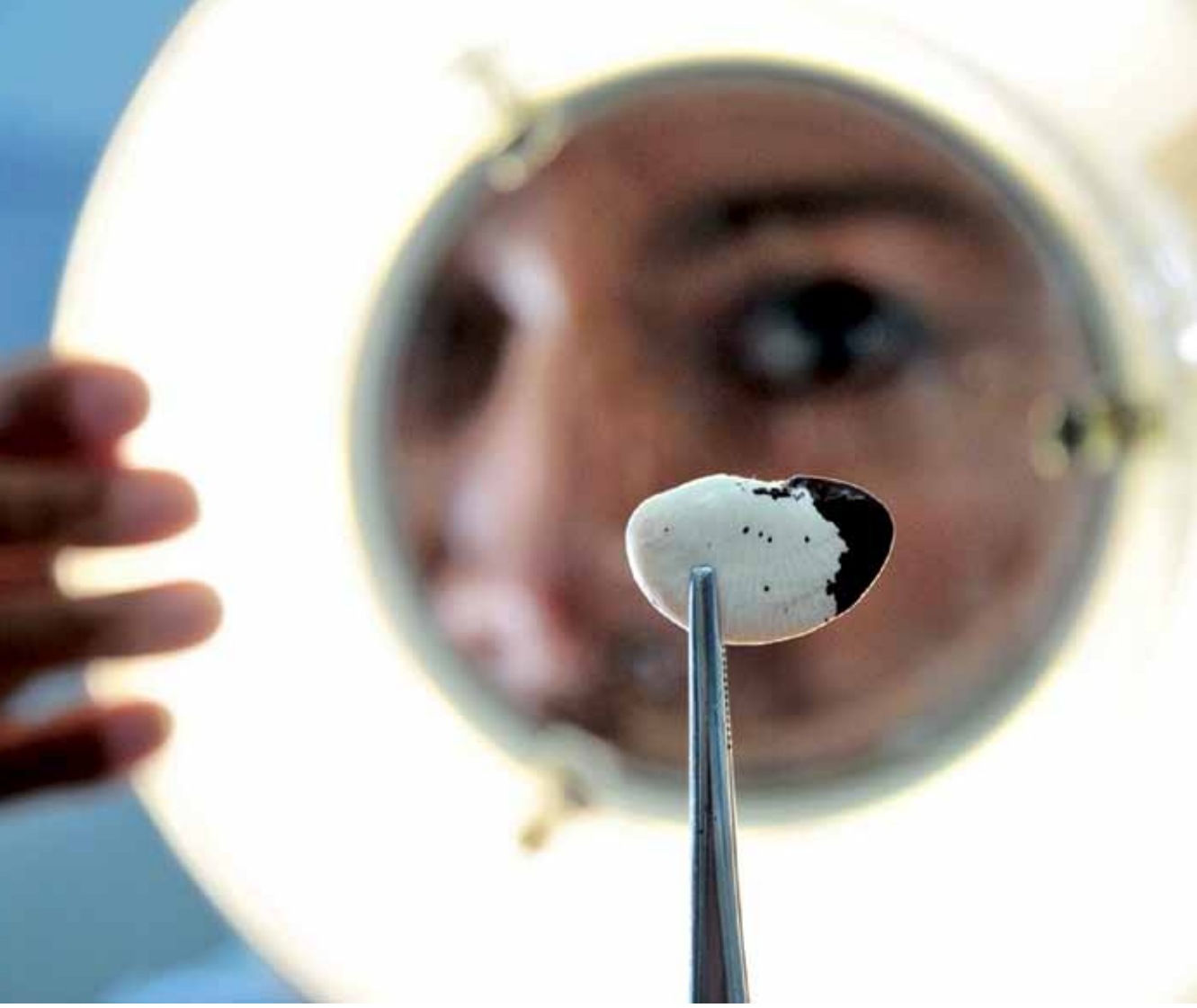
تشكل المحافظة على صلاحية البذور وظيفة هامة لبنوك الجينات تكفل أن يكون البلازما الجرثومية متوفرا للمستعملين وأن يكون ممثلا وراثيا للعشيرة التي أخذ منها (أي أقدم عينة أصلية). ويتمثل أحد الأهداف الهامة لمعايير تجفيف البذور وتخزينها في تقليل تواتر تجديد أقدم العينات الأصلية عن طريق إطالة عمر البذور إلى الحد الأقصى، ومن ثم تقليل تكاليف تشغيل بنك الجينات ومخاطر

التآكل الوراثي. ولهذا الغرض، يلزم التخزين طويل الأجل لجميع أقدم العينات الأصلية وللاستنساخ الآمن للمجموعة (انظر المعايير المتعلقة بالاستنساخ الآمن). وبالإضافة إلى ذلك، تلزم أيضا معايير للتخزين تتعلق بالظروف التي تستهدف التخزين على الأجل المتوسط أو القصير لإبقاء البذور حية طوال فترة تكفي لتوزيعها على المستعملين ولتقييم البلازما الجرثومية. وفي مثل هذه الحالات، ليس ثمة ما يدعو إلى أن تكون المعايير صارمة بالقدر المتبع في حالة الصون الطويل الأجل.

ويتعين قبل التخزين تجفيف عينات البذور إلى محتوى الرطوبة الملائم. ويمكن استخدام طائفة متنوعة من الطرق لتجفيف البذور، أكثرها شيوعا هي استخدام مجفف أو استخدام غرفة تجفيف غير رطبة. وستتوقف الطرق المختارة على المعدات المتوافرة، وعدد وحجم العينات المطلوب تجفيفها، والظروف المناخية المحلية، والاعتبارات المتعلقة بالتكاليف. ومع ذلك فهناك حدود للقدر الذي يمكن به للتجفيف أن يطيل العمر. فعند مستوى الرطوبة الحرج، يتم الوصول إلى أقصى طول للعمر يتحقق عند درجة حرارة التخزين، ولن يؤدي التجفيف دون هذا المستوى إلى زيادة عمر البذور. ولتحقيق المنفعة التامة من التخزين بالتبريد أو التجميد، يوصى بأن يجفف بنك الجينات البذور إلى مستوى الرطوبة الحرج. ويمكن استخدام توليفات مختلفة للرطوبة النسبية ودرجات الحرارة أثناء التجفيف، حيث يمكن أن يتم التجفيف بشكل أسرع مع ارتفاع درجات الحرارة، لكن احتمالات الشيوخة الفسيولوجية تقل بتخفيض درجات حرارة التجفيف.

ومن المتوقع أن تتيح ظروف التخزين الطويل الأجل على النحو الموصى به أعلاه جودة عالية للبذور لفترات طويلة، ويحدد الوقت الفعلي حسب النوع؛ أما ظروف التخزين على الأجل المتوسط فهي كافية لمدة 30 عاما وستتطلب عموما التخزين بالتبريد. ويتوقع أن يوفر التخزين القصير الأجل بذورا عالية الجودة لمدة ثماني سنوات على الأقل وقد يمكن تحقيقه في درجات حرارة المحيط (أدنى درجات الحرارة الباردة والمستقرة الممكنة ولكن ليس أعلى من 25 درجة مئوية) لبعض الأنواع الأطول عمرا إذا جرى التحكم في الرطوبة النسبية وفقا للمعيار 2.2.4. وتجدر الإشارة إلى أن طول عمر البذور الناضجة العالية الجودة قد يتباين فيما بين الأنواع وحتى بين إرساليات البذور من نفس النوع (Walters *et al.*, 2005; Nagel and Börner, 2010; Probert *et al.*, 2009). ويستلزم التفاوت بين الأنواع وبين إرساليات البذور من نفس النوع، وخاصة إذا ما جرى حصاد البذور عند درجات نضج مختلفة، يقظة من جانب أمناء بنوك الجينات لرصد الصلاحية (انظر معايير رصد الصلاحية).

وتكون الصفات الزراعية المطلوبة من قبل العديد من المربين معقدة جدا وراثيا يصعب. وتجدر الإشارة مع ذلك، إلى أنه في الحاويات المحكمة الإغلاق أثناء التخزين، سينخفض توازن محتوى الرطوبة النسبية أو يتزايد مع انخفاض أو ارتفاع درجات حرارة التخزين مقارنة بدرجة حرارة التجفيف.



## الجوانب التقنية

يتحدد عمر البذور بتفاعل العوامل البيولوجية المتأصلة للبذور ونوعية واتساق محيط التخزين، أي درجة حرارة التخزين، والتحكم في محتوى الرطوبة للبذور (توازن الرطوبة النسبية) وكذلك يتوقف على الأنواع. ومن المعروف تماما أن عمر البذور يزداد مع انخفاض محتوى الرطوبة للبذور ودرجات حرارة التخزين، وإن كان لهذه الزيادة حدود (Ellis and Roberts, 1980; Harrington, 1972). وأوضحت الدراسات بالبيان العملي أن تجفيف البذور بقدر يجاوز المحتوى الحرج المعين لرطوبة البذور لا ينتج إلا فوائد ضئيلة أو لا يتسبب في فوائد إضافية بالنسبة لطول العمر (Ellis *et al.*, 1985; Ellis and Hong, 2006) بل ربما يعجل بمعدلات شيخوخة البذور (Vertucci and Roos, 1990; Walters, 1998). وتهدف معايير التخزين، بالشكل الذي عرضت به، إلى ضمان تخزين البذور عند هذا المحتوى الأمثل للرطوبة. إلا أنه اتضح أن خفض درجات حرارة التخزين يؤدي إلى زيادة مستوى محتوى الرطوبة الأمثل للبذور (Walters and Engels, 1998; Ellis and Hong, 2006)، مما يشير إلى احتمال التعرض لخطر الإفراط في تجفيف البذور.

وينبغي أن تتقرر ظروف التجفيف التي تحقق مستوى الرطوبة الحرج عند درجة حرارة التخزين باستخدام خط امتزاز متساوي الحرارة الذي يبين العلاقة بين كمية الماء في البذور من ناحية، والتي يعبر عنها عادة بنسبة مئوية من مجموع وزن البذور، وبين الرطوبة النسبية من ناحية أخرى. ويمكن أن توجد توليفات مختلفة للرطوبة النسبية ودرجات حرارة التجفيف بالنسبة لأنواع بعينها. وتتوافر العلاقات المتعلقة بخطوط تساوي درجات الحرارة، التي وُضعت توقعاتها استناداً إلى المحتوى الزيتي للبذور، على الإنترنت على موقع قاعدة بيانات المعلومات للبذور لكيبو (انظر المراجع). وينبغي أن يفهم بوضوح القائمون على تشغيل بنوك الجينات العلاقة بين الرطوبة النسبية ودرجات حرارة التخزين لكي يتمكنوا من تحديد أفضل توليفة لمحيط تجفيف بذورهم.

وبمجرد أن يصل محتوى الرطوبة للبذور إلى المستوى المستصوب، فينبغي تعبئة البذور وتخزينها. وبعد التجفيف، ينبغي المحافظة على محتوى الرطوبة للبذور باستخدام حاويات مقاومة للرطوبة. ويمكن استخدام أنواع مختلفة من الحاويات من بينها الزجاج، والصفائح، والحاويات البلاستيكية، ورقائق الألمنيوم، ولكل مزاياها وعيوبها (Gómez-Campo, 2006). وعلى أية حال ستحافظ إما الحاويات الزجاجية السمكية بما يكفي لتجنب الكسر، أو التعبئة المغلفة بطبقة من رقائق الألمنيوم ذات السمك الكافي على مستويات الرطوبة المستصوبة لما يقرب من 40 عاماً، استناداً إلى الرطوبة النسبية المحيطة في موقع بنك الجينات وجودة الإحكام. ففي ألمانيا مثلاً، يستعمل بنك الجينات الرقائق المغلفة بالألمنيوم بسمك 11 ميكرون ( $\mu\text{m}$ ) بينما تُحفظ المدخلات في سفالبارغ في رقائق ألمنيوم بسمك 20 ميكرون. وينبغي قياس محتوى الرطوبة للبذور أو توازن الرطوبة النسبية دورياً للتأكد من أن رطوبة التخزين مصادرة على النحو الكافي.

وتُحدد درجات حرارة التخزين الحد الأقصى الممكن للعمر الحيوي لعينة البذور، ويعد وجود بيئة تخزين مستقرة أمراً حاسماً للمحافظة على صلاحية البذور. ومع ذلك، لا تتوافر سوى بيانات محدودة مستمدة من التخزين الطويل الأجل في نطاق من درجات الحرارة المنخفضة. وكان يوصى في الماضي بالتخزين عند درجة حرارة 18 مئوية تحت الصفر بالنسبة للتخزين الطويل الأجل لأنها أدنى درجة حرارة يمكن بلوغها باستخدام ضاغط قياسي عميق ذي مرحلة واحدة للتجميد. وبالنسبة للبذور المخزونة لأجل طويل، ينبغي بذل جميع المحاولات للحفاظ على درجات حرارة التخزين في حدود  $\pm 3$  درجات مئوية بالمقارنة بدرجة الحرارة المقررة، وتقليل فترة التقلبات خارج هذا النطاق إلى أقل من أسبوع في السنة. وينبغي أن تحتفظ بنوك الجينات بسجلات للانحرافات في درجات حرارة التخزين، والفترات التي أُبعدت فيها مدخلات البذور من محيط التخزين. أما بالنسبة للتخزين القصير الأجل، فينبغي تجفيف البذور عند درجة الحرارة ذاتها التي ستخزن فيها، أي إذا كانت ظروف المحيط المعتادة 20 درجة مئوية، فينبغي إذن تجفيف البذور عند تلك الدرجة من درجات الحرارة.



## الحالات الاستثنائية

ينبغي ألا تُبعد البذور المخزونة لأجل طويل عن محيط التخزين إلا نادراً، وعندما تستنفد فقط العينات المخزونة لأجل متوسط. وظروف التخزين المستصوبة لا تتحقق، إذا توقفت أجهزة التحكم الآلي في البيئة، أو إذا ما تكرر إبعاد البذور من محيط التخزين المحكوم. وينبغي توافر مولدات احتياطية بإمدادات كافية من الوقود في الموقع.

وستتوازن في النهاية جميع تسربات الحاويات ورطوبة البذور مع الظروف البيئية داخل قبو التخزين. وهذا يحدث بشكل أسرع في الحاويات التي تستخدم فيها لدائن حرارية كحواجز للرطوبة أو إذا كانت سدادات الحاويات الزجاجية أو تلك المغلفة بالرقائق بها خلل أو معيبة. وقد تحتاج البذور إلى إعادة تجفيف من وقت إلى آخر وتُستبدل الحاويات أو الأطواق في غضون 20-40 عاماً.

وفي حالة استخدام حاويات شفافة يمكن استخدام أكياس بلاستيكية شفافة مثقبة تحتوي على هلام السيليكا الذاتي الدلالة، المتوازن مع محيط التجفيف لرصد أداء الحاويات أثناء التخزين لأجل طويل. وسيكون تغير لون هلام السيليكا داخل الأكياس (المخزونة إلى جانب البذور) دلالة على دخول الرطوبة في حال تلف سداد الحاويات. وقد تتدهور البذور التقليدية ذات العمر القصير أو البذور ذات الجودة الأولية المنخفضة بسرعة أكبر أثناء التخزين، ولن تلبى معايير التخزين الطويل الأجل إلا إذا طبقت ظروف التبريد الشديد.



## مراجع مختارة

- Dickie, J.B., Ellis, R.H., Kraak, H.L., Ryder, K. & Tompsett, P.B. 1990. Temperature and seed storage longevity. *Annals of Botany*, 65: 197-204.
- Ellis, R.H. & Hong, T.D. 2006. Temperature sensitivity of the low-moisture-content limit to negative seed longevity-moisture content relationships in hermetic storage. *Annals of Botany*, 97: 785-91.
- Ellis, R.H. & Roberts, E.H. 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. *Annals of Botany*, 45: 13-30.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. & Roberts, E.H. 1985. Sequential germination test plans and summary of preferred germination test procedures. *Handbook of seed technology for genebanks*. Vol I. Principles and methodology. Chapter 15, pp. 179-206. Rome, IBPGR.
- Engels, J.M.M. & Visser, L., eds. 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 6. Rome, IPGRI.
- Gómez-Campo, C. 2006. Erosion of genetic resources within seedbanks: the role of seed containers. *Seed Science Research*, 16: 291-294.
- Harrington, J.F. 1972. Seed storage longevity. In T.T. Kozlowski, ed. *Seed biology*, Vol. III. pp. 145-245. New York, USA, Academic Press.
- Nagel, M. & Börner, A. 2010. The longevity of crop seeds stored under ambient conditions. *Seed Science Research*, 20: 1-12.
- Pérez-García, F., Gómez-Campo, C. & Ellis, R.H. 2009. Successful long-term ultra dry storage of seed of 15 species of Brassicaceae in a genebank: variation in ability to germinate over 40 years and dormancy. *Seed Science and Technology*, 37(3): 640-649.
- Probert, R.J., Daws, M.I. & Hay, F.R. 2009. Ecological Correlates of Ex Situ Seed Longevity: a Comparative Study on 195 Species. *Annals of Botany*, 104 (1): 57-69.
- Royal Botanic Gardens, Kew. Seed Information Database (SID). Predict seed viability module (available at: <http://data.kew.org/sid/viability/percent1.jsp>). Convert RH to water content (available at: <http://data.kew.org/sid/viability/mc1.jsp>). Convert water content to RH (available at: <http://data.kew.org/sid/viability/rh.jsp>). Kew, UK.
- Smith, R.D., Dickie, J.B., Linington, S.H., Pritchard, H.W. & Probert, R.J., eds. 2003. *Seed conservation: turning science into practice*. Chapters 17 and 24. Kew, UK, Royal Botanic Gardens (available at: <http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/sctsip.htm>).
- Vertucci, C.W. & Roos, E.E. 1990. Theoretical basis of protocols for seed storage. *Plant Physiology*, 94: 1019-1023.
- Walters, C. 1998. Understanding the mechanisms and kinetics of seed aging. *Seed Science Research*, 8: 223-244.
- Walters, C. 2007. Materials used for seed storage containers. *Seed Science Research*, 17: 233-242.
- Walters, C. & Engels, J. 1998. The effect of storing seeds under extremely dry conditions. *Seed Science Research*, 8, Supplement 1, pp. 3-8.
- Walters, C., Wheeler, L.J. & Grotenhuis, J. 2005. Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. *Seed Science Research*, 15: 1-20.
- Walters, C., Wheeler, L.J. & Stanwood, P.C. 2004. Longevity of cryogenically-stored seeds. *Cryobiology*, 48: 229-244.

## 3.4 معايير رصد صلاحية البذور

### المعايير

- 1.3.4 ينبغي أن يجرى الاختبار الأولي لصلاحية البذور بعد تنظيف العينة المدخلة وتجفيفها أو في غضون 12 شهرا على أقصى تقدير بعد ورود العينة إلى بنك الجينات.
- 2.3.4 ينبغي أن تتجاوز قيمة الإنبات الأولي 85 في المائة لمعظم بذور أنواع المحاصيل المزروعة. وبالنسبة لبعض المدخلات المحددة والأنواع البرية والحرجية التي لا تبلغ عادة مستويات عالية من الإنبات، يمكن قبول نسبة مئوية أكثر انخفاضا.
- 3.3.4 ينبغي أن تتحدد الفترات الفاصلة التي تُجرى عندها اختبارات رصد الصلاحية عند ثلث الفترة المتوقع أن تهبط فيها الصلاحية إلى نسبة 85 في المائة<sup>1</sup> أو أقل مقارنة بالصلاحية الأولية، ويتوقف ذلك على الأنواع أو المدخلات المعنية، على ألا تتجاوز 40 عاما. وإذا تعذر وضع تقدير لفترة التدهور وجرى حفظ المدخلات من أجل التخزين الطويل الأجل تحت درجة 18 درجة مئوية تحت الصفر في حاويات مغلقة بإحكام، فينبغي أن تمتد الفترة الفاصلة عشر سنوات للأنواع المتوقع أن تعيش طويلا وخمس سنوات أو أقل للأنواع المتوقع أن تعيش فترة قصيرة.
- 4.3.4 ينبغي أن تكون الصلاحية لأغراض التجديد أو أي قرار إداري آخر مثل إعادة الجمع 85 في المائة أو أقل، على حسب الأنواع أو المدخلات المعنية مقارنة بالصلاحية الأولية.

1 يمكن تحديد الفترة التي يتوقع فيها هبوط صلاحية البذور بالنسبة لطائفة واسعة من أنواع المحاصيل باستخدام تطبيق على الإنترنت يستند إلى معادلات Ellis/Roberts للصلاحية (انظر <http://data.kew.org/sid/viability>).

## السياق

تحافظ الظروف الجيدة لتخزين البذور على صلاحية البلازما الجرثومية، ولكن الصلاحية تتناقص، حتى في ظل الظروف الممتازة، مع فترات التخزين. ومن الضروري لذلك تقييم الصلاحية بصفة دورية. ويجب إجراء الاختبار الأولي للصلاحية في أقرب وقت ممكن قبل تعبئة البذور ودخولها إلى المخزن، وتجري الاختبارات التالية على فترات فاصلة أثناء التخزين. وإذا تعذر لأسباب عملية تتعلق بعبء العمل والكفاءة إجراء الاختبار الأولي للصلاحية قبل التخزين، فينبغي إجراؤه بأسرع ما يمكن وفي موعد لا يتجاوز 12 شهرا بعد الحصول على العينة. ويمكن أن ينطبق هذا على بنوك الجينات المتعددة الأنواع، حيث تلزم طائفة واسعة من أنظمة الإنبات وتختبر عينات من نفس الأنواع مع بعضها مرة في العام. والغرض من رصد الصلاحية هو اكتشاف فقدان الصلاحية أثناء التخزين الطويل الأجل قبل أن تهبط الصلاحية إلى ما دون عتبة التجديد. ويتمثل المبدأ التوجيهي المهم هنا في الإدارة الفعالة للمجموعة. فالرصد المتواتر بشكل كبير سيسفر عن تبديد لا لزوم له للبذور والموارد. ومن ناحية أخرى، قد لا يُكتشف الانخفاض الكبير في الصلاحية إذا تأجل الرصد أو لم يحدث بشكل متكرر؛ قد يؤدي تقدم العينة في العمر إلى حدوث تغييرات وراثية (عشوائية أو بانتقاء موجه) أو حدوث طفرات لا يمكن إصلاحها في العينة، أو فقدان التام للعينة المدخلة لدى البنك.

وعندما تنخفض الصلاحية المتوقعة إلى 85 في المائة قبل الموعد المقرر لإعادة الاختبار التالي، ينبغي توقع تحديد موعد لإعادة الاختبار، أو يحدد مباشرة موعد لتجديد العينة المدخلة. وتنخفض مخاطر التآكل الوراثي أثناء التخزين بالنسبة للعينات المتجانسة، ويُسمح بنسبة إنبات تقل عن 85 في المائة طالما يظل نمو النباتات خلال التجديد مقبولا. أما بالنسبة للعينات غير المتجانسة، مثل الأنواع البرية والأصناف البدائية، فينبغي التقيد بالمعيار المحدد 85 في المائة. إلا أنه يتعذر إلا نادرا بالنسبة لبعض الأصناف البرية، ومدخلات معينة، والأنواع البرية، والأنواع الحرجية، بلوغ نسبة صلاحية تبلغ 85 في المائة في البذور المتجددة. وفي هذه الحالات، يمكن لأمين البنك أن يحدد نقطة انطلاق معيار الصلاحية بالنسبة لأنواع مختارة عند عتبة أقل، مثلا 70 في المائة أو أدنى. وتتوافر نماذج التنبؤ بعمر البذور في ظروف تتراوح بين درجات المحيط الجوي إلى ظروف التجميد لمختلف الأنواع الزراعية. وينبغي أن يستخدم العاملون في بنوك الجينات أدوات التوقع المتاحة الموثقة للأنواع المعنية وظروف التخزين، لوضع توقعات للفترة التي ستحتفظ فيها البذور بصلاحية عالية ولتوجيه عمليات بنوك الجينات الأخرى مثل رصد الصلاحية وتواتر التجديد (انظر معايير رصد الصلاحية والتجديد). وينبغي اعتبار التوقعات بطول العمر المعدة استنادا إلى الخصائص العامة للأنواع تقديرات بفواصل ثقة كبيرة. وتشجع بنوك الجينات على إعداد معلومات جديدة تصف وتسجل أحدث ردود فعل للأنواع لظروف التخزين، وإبلاغ هذه المعلومات.

## الجوانب التقنية

ينبغي تعديل فترات رصد الصلاحية وفقا للبيانات الواردة من اختبارات الإنبات. وبمجرد اكتشاف هبوط كبير، ينبغي إنقاص فترات الرصد من أجل "تحسين" توقع الفترة الزمنية التي يتم فيها بلوغ معيار الصلاحية.

وقد تُظهر المدخلات التي تتسم بصلاحية أولية عالية (< 98 في المائة) نقصانا كبيرا من الناحية الإحصائية في الصلاحية قبل وقت كبير من الموعد المتوقع لهبوط الصلاحية إلى 85 في المائة، وإن كان الإنبات لا يزال أعلى بكثير من 90 في المائة. ومن المحتمل، عند هذه النقطة، أن يكون التجديد وإعادة الجمع سابقين لأوانهما أو غير لازميين. ومع ذلك، ينبغي تقديم فترات إعادة الاختبار في المستقبل (من عشر سنوات إلى خمس سنوات مثلا) لتتبع الهبوط بقدر أكبر من الدقة.

وبالنسبة للمدخلات الأقل جودة، قد تكون العينة المدخلة قريبة بشكل خطير من نقطة التحول إذا تناقصت الصلاحية بسرعة نسبيا. وينبغي إدارة هذه المدخلات بعناية وينبغي إجراء أول اختبار لرصد الصلاحية بعد فترات تخزين تتراوح بين 3 و5 سنوات في البداية. فالرصد غير المتواتر (عشر سنوات مثلا) قد لا يكتشف التدهور السريع، ولا يفتن إلى بلوغ عتبة الصلاحية البالغة 85 في المائة بما لذلك من عواقب سلبية على السلامة الوراثية للمجموعة. وفي هذا الصدد، يمكن أن يساعد استخدام النماذج الإحصائية على التنبؤ بنقطة التحول والإطار الزمني الملائم للإنبات.

وينبغي لاختبار الصلاحية أن يعطي للمدير تقديرا تقريبا لصلاحية العينة. وينبغي أن يتمثل الهدف في اكتشاف الاختلافات البالغة +5 في المائة أو نحو ذلك، بدلا من الاختلافات البالغة +0.1 في المائة. وستتوقف حتما أحجام العينات لرصد الصلاحية على حجم العينة المدخلة، لكن ينبغي زيادتها إلى الحد الأقصى لتحقيق التيقن الإحصائي. إلا أنه يجب تقليل حجم العينة لتفادي تبديد البذور. فالبذور في بنك الجينات مورد ثمين ينبغي عدم إهداره.

ومن الصعب وضع معيار صارم لعدد البذور اللازمة لاختبارات الإنبات في بنوك الجينات. ومع ذلك، غالبا ما تستخدم على نطاق واسع بروتوكولات موحدة كما حددتها الرابطة الدولية لاختبارات البذور. وكمبدأ توجيهي عام يوصى باستخدام 200 بذرة لاختبارات الإنبات الأولية (الرابطة الدولية لاختبارات البذور، 2008, ISTA). وإذا كان الإنبات الأولي أقل من 90 في المائة أثناء التخزين، يمكن أن يساعد الاختبار المتسلسل الذي اقترحه إليس ومن معه (Ellis *et al.*, 1985) على ادخار البذور في الاختبارات المتسلسلة أثناء التخزين. ومع ذلك، ففي حالة عدم وجود عدد كاف من البذور، فإن عينة من 100 بذرة أو أقل تكون كافية وينبغي استخدام مكررات. واختبار الإنبات ليس إلا دليلا توجيهيا بشأن الصلاحية ويمكن حتى لعينات صغيرة من البذور أن تعطي معلومات مفيدة للمدير. ولكن في الممارسة العملية، سيتوقف الحجم الفعلي لعينة البذور المستخدمة للإنبات على حجم العينة المدخلة، والتي تكون عموما محدودة للغاية في بنك الجينات (ويبلغ الحجم الأدنى الموصى به من الناحية المثالية للأنواع الملقحة ذاتيا 1500 بذرة وبالنسبة للأنواع ذات التلقيح الخلطي 3000 بذرة). ومن المهم تقليل

استخدام البذور القيمة اللازمة لاختبارات الإنبات. وبالنسبة للمدخلات ذات الأحجام الصغيرة (مثلما هو الحال غالباً بالنسبة للأنواع البرية) يمكن أن تكون 50 بذرة أو أقل، حجماً مقبولاً للعينة. إلا أنه يجب الإدراك بأن هناك احتمال قوي بأن يكون الإنبات عند مستويات أدنى من العتبة. وينبغي لأمين البنك أن يقيم خطر حدوث ذلك.

وينبغي دائماً تفضيل استخدام اختبار الإنبات على الاختبارات البديلة مثل اختبار التترازوليوم. ومع ذلك، ففي الحالات التي يتعذر فيها إخراج البذرة من سكونها، فيمكن إجراء اختبارات بديلة. ويوصى بقياس الإنبات في الغالب في موعدين مختلفين لتكوين فكرة عن البذور السريعة والبطيئة الإنبات. وينبغي أيضاً الاحتفاظ بسجلات لعدد بذور الإنبات غير الطبيعية. فالإنبات الأبطأ وازدياد البذور غير الطبيعية هي في الغالب مؤشرات مبكرة على حدوث التدهور.

وينبغي بذل كل الجهود الممكنة لإنبات جميع البذور الصالحة في مجموعة ما باستخدام أفضل ظروف وأنسب معالجات كسر سكون البذور حسب الاقتضاء. وينبغي إجراء اختبارات للبذور التي لم تنبت المتبقية في نهاية اختبار الإنبات بإحداث قطع فيها لتقييم ما إذا كانت ميتة أم ساكنة. وعلى الأرجح، تكون البذور ذات الأنسجة الصلبة الطازجة ساكنة، وينبغي اعتبارها بذوراً صالحة. وينبغي تسجيل جميع البيانات والمعلومات الناتجة عن رصد الصلاحية وإدخالها في نظام التوثيق.

### الحالات الاستثنائية

من المسلم به أن رصد الصلاحية نشاط مكلف وأن بنوك الجينات قد ترغب في اتخاذ إجراءات لخفض تكاليفه. وقد يستلزم أحد هذه الإجراءات قياس جودة البذور في عينة فرعية من المدخلات لدى البنك من نفس الأنواع التي نمت في عام الحصاد ذاته. وقد تكشف هذه الممارسة عن الاتجاه العام لأثر سنة الحصاد على جودة البذور، لكنها لن تأخذ في الحسبان التفاعلات بين الموروث الجيني وعام الحصاد، والمعروف أنها مهمة لجودة البذور.

وإذا ما طرأ تغيير في ظروف المحاصيل على نطاق واسع من أطوار النضج بين المدخلات، فيمكن أن تطبق إستراتيجية أخذ عينات على مجموعات فرعية منفصلة تم حصادها. وثمة إستراتيجية إضافية تتمثل في التركيز على إجراء إعادة اختبار للمدخلات التي أعطت أدنى النتائج من حيث الصلاحية في الاختبارات الأولية. ومن شأن بيانات إعادة الاختبار لهذه المدخلات أن تعطي إنذاراً مبكراً بشأن أداء الدفعة ككل.

ويمكن إجراء اختبار الإنبات الأولي عند الحصاد للأنواع والمدخلات ذات البذور الصلبة الموجودة بشكل متكرر في بعض أنواع البقوليات العلفية والأقارب البرية للمحاصيل عند نسبة تصل في انخفاضها إلى 45 في المائة، على أن تزيد بعد 10-15 سنة إلى 95 في المائة أو أكثر، وتظل على هذا الحال لفترات طويلة من الزمن. وإذا كان الإنبات الأولي أقل من 90 في المائة، فيجري حينذاك التجديد/إعادة الجمع عند اكتشاف أول تدهور ملحوظ يتحدد بإجراء اختبار إحصائي ملائم.

ومع ذلك فإنه من المعترف به ملاحظة الاختلاف داخل النوع بين المدخلات بالنسبة لمجموعة كبيرة من تلك المدخلات، وبالتالي توجد مخاطر مرتبطة بالاستراتيجيات المذكورة أعلاه، والتي ينبغي النظر فيها. ويكون رصد صلاحية المدخلات للأنواع البرية عموماً أكثر تعقيداً بالمقارنة مع الأنواع المحصولية. فعلى الأرجح يكون سكون البذور أكثر شيوعاً بكثير، وغالباً ما تكون أحجام المدخلات صغيرة بمعنى أنه يجب اعتماد أصغر حد أدنى لأحجام العينة لإجراء اختبارات الإنبات، حيث سيؤثر هذا حتماً على القدرة لاكتشاف بدء تدهور البذور.

وفيما يتعلق بالاختبار الأولي لصلاحية البذور، من الممكن أيضاً أن تتلقى بنوك الجينات كميات ضئيلة من البذور. وفي هذه الحالة ليس من الضروري إجراء اختبار أولي لصلاحية البذور حيث أن العينات سترسل للتجديد. ولكن يجب اختبار صلاحية البذور المجددة قبل التخزين.

ويكون نطاق طول العمر أكبر أيضاً في الأنواع البرية حيث يتوقع أن تعيش بعض الأنواع من البحر المتوسط والموائل الاستوائية الجافة فترة طويلة للغاية على عكس بعض الأنواع من مناطق الحرارة الباردة التي يتوقع أن تعيش فترة قصيرة. وبالنسبة للأنواع الأخيرة، ينبغي النظر في إجراء إعادة اختبار على فترات قصيرة تصل إلى ثلاث سنوات وكذلك الاستنساخ في التخزين بالتبريد الشديد كإجراء احترازي. وفي حالة عدم تلبية متطلبات ظروف التخزين (كما يحدث عند انقطاع التيار الكهربائي لفترة طويلة عندما تكون البذور مخزونة في وحدات التبريد) فإن الصلاحية ستتأثر سلباً ويتوقف ذلك على الأنواع وطول مدة التعطل والظروف أثناء التعطل. وفي الحالات من هذا القبيل ينبغي تفعيل خطة لإدارة الكوارث. فقد تحتاج بعض العينات الممثلة إلى اختبار فوري عقب استعادة ظروف التخزين الكافية.

## مراجع مختارة

- AOSA (Association of Official Seed Analysts).** 2005. Page 113 in Capashew, ed. *Rules for testing seeds*, 4-0, 4-11. Las Cruces, New Mexico, USA.
- Dickie, J.B., Ellis, R.H., Kraak, H.L., Ryder, K. & Tompsett, P.B.** 1990. Temperature and seed storage longevity. *Annals of Botany*, 65: 197-204.
- Ellis, R.H. & Roberts, E.H.** 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. *Annals of Botany*, 45: 13-30.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. & Roberts, E.H.** 1985. Sequential germination test plans and summary of preferred germination test procedures. *Handbook of seed technology for genebanks. Vol I. Principles and methodology.* Chapter 15, pp 179-206. Rome, IBPGR.
- Engels, J.M.M. & Visser, L., eds.** 2003. *A guide to effective management of germplasm collections.* Handbooks for Genebanks No. 6. Rome, IPGRI.
- ENSCONET.** 2009. Manuals (available at: <http://ensconet.maich.gr/Download.htm>).
- Harrington, J.F.** 1972. Seed storage longevity. In T.T. Kozlowski, ed. *Seed biology*, Vol III, pp. 145-245, New York, USA, Academic Press.
- ISTA (International Seed Testing Association).** 2008. *International rules for seed testing.* Bassersdorf, Switzerland.
- Nagel, M. & Börner, A.** 2010. The longevity of crop seeds stored under ambient conditions. *Seed Science Research*, 20: 1-12.
- Nagel, M., Rehman Arif, M.A., Rosenhauer, M. & Börner, A.** 2010. *Longevity of seeds - intraspecific differences in the Gatersleben genebank collections.* Tagungsband der 60. Jahrestagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs 2009, 179-181.
- Royal Botanical Gardens, Kew.** Seed information database (SID). Kew, UK (available at: <http://data.kew.org/sid/>).
- Smith, R.D., Dickie, J.B., Linington, S.H., Pritchard, H.W. & Probert, R.J., eds.** 2003. *Seed conservation: turning science into practice.* Chapters 17 and 24. Kew, UK, Royal Botanic Gardens (available at: <http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/sctsip.htm>).



## 4.4 معايير التجديد

### المعايير

- 1.4.4 ينبغي إجراء التجديد عندما تنخفض الصلاحية إلى ما دون 85 في المائة من الصلاحية الأولية أو عندما تكون كمية البذور المتبقية أقل من الكمية اللازمة لزراعة ثلاث مواسم للعشيرة الممثلة للعينة المدخلة. وينبغي استخدام أقدم عينة نموذجية أصلية لتجديد هذه المدخلات.
- 2.4.4 ينبغي إجراء التجديد بطريقة يتم بها الحفاظ على السلامة الوراثية لعينة مدخلة معينة. وينبغي اتخاذ تدابير تتعلق بتجديد نوع بعينه لمنع الامتزاج أو التلوث الوراثي الناجم عن انسياب المورثات من حيوب اللقاح الذي نتج عن مدخلات أخرى أو عن أنواع أخرى حول حقول التجديد.
- 3.4.4 إذا أمكن يحتفظ بعدد لا يقل عن 50 بذرة من العينات النموذجية الأصلية والعينات التي تليها مباشرة في القدم، للتخزين الطويل الأجل لأغراض مرجعية.

### السياق

يعد التجديد عملية رئيسية وجزء لا يتجزأ من مسؤولية أي بنك من بنوك الجينات التي تحتفظ ببذور تقليدية. وهو عملية تؤدي إلى زيادة البذور المخزونة (وتسمى أيضا "الإكثار") في البنك الجينات و/أو زيادة صلاحية البذور إلى ما يعادل أو يفوق المستوى الأدنى المتفق عليه والذي يشار إليه كعتبة التجديد. وسيجري تجديد عينة مدخلة إذا أصبحت لا تضم بذورا كافية للتخزين الطويل الأجل (أي 1500 بذرة للأنواع الذاتية التلقيح و 3000 للأنواع ذات التهجين الخارجي) أو عندما تهبط صلاحيتها إلى ما دون العتبة الدنيا المحددة (أي أدنى من 85 في المائة من الصلاحية الأولية للبذور المخزونة). وينبغي إجراء التجديد أيضا عندما تستنفد أعداد البذور بسبب الاستخدام المتكرر للعينة المدخلة.

وإذا ما كان الطلب على إحدى المدخلات نادرا ولا تشوب صلاحيتها شائبة، فيمكن أن يصل عدد البذور إلى أقل من 1000 قبل التجديد. فكل عملية تجديد، وخاصة للأنواع ذات التهجين الخارجي، تواجه خطر فقدان أليلات نادرة أو تغير البيانات الوراثية للعينة. وينبغي تقليل تواتر التجديد إلى الحد الأدنى. ولا تلزم أعداد كبيرة من البذور بالنسبة للمدخلات أو الأنواع التي يندر الطلب عليها. والتجديد نشاط يمكن أن يؤثر بسهولة على التركيب الوراثي للعينة المدخلة (وبالتالي على سلامتها الوراثية) ويستلزم أقصى قدر من العناية. وبالتالي، سيتعين على مشغلي بنك الجينات إقامة توازن دقيق بين تجنب التجديد قدر الإمكان مقابل فقدان المحتمل للصلاحية وما يتبعه من خطر التأثير على السلامة الوراثية لعينة مدخلة. وستساعد الإدارة الفعالة للمجموعات إلى حد كبير في اتخاذ قرار بشأن أفضل لحظة للتجديد.

وينبغي القيام بالتجديد بأقل قدر ممكن من التغيير في السلامة الوراثية للعينة المدخلة المعنية. وهذا يعني أنه بالإضافة إلى اعتبارات أخذ عينات (انظر الفقرة أدناه) من المدخلات المعنية، فإنه ينبغي إيلاء الاهتمام الواجب للبيئة التي سينفذ فيها النشاط نظرا لتفادي أي ضغوط انتقائية شديدة على المدخل. وقد أُقترح أن تكون بيئة التجديد مشابهة قدر الإمكان للبيئة في موقع الجمع، وخاصة حينما يجري تجديد العشيرة التي جمعت من البرية من أجل تقليل الانسياب أو التحول الوراثيين وكذلك إنتاج أفضل نوعية ممكنة من البذور. فغالبا ما يكون من الصعب حصاد كميات كافية من البذور من الأقارب البرية بسبب قلة أعداد النباتات/البذور مقارنة بالأنواع الأخرى، أو آليات انتشار النباتات كنثر البذور مثلا. ومن الضروري لذلك ضمان استخدام أفضل الممارسات التقنية الملائمة لالتقاط أكبر قدر ممكن من البذور (أي شبكات لالتقاط البذور المتساقطة). وقد يلزم تكرار دورات التجديد لضمان صون عدد كاف من البذور. وبالنسبة للتجديد، من الأفضل تهيئة ظروف بيئية مواتية لإنتاج البذور وتقليل المنافسة بين نبات وآخر. وغالبا ما تكون الظروف في مواقع الجمع الأصلية غير مواتية بطريقة أو أكثر للحصول على أقصى إنتاج للبذور. ولذلك ينبغي التوفيق فعليا بين الظروف العامة المفضلة وتلك الإشارات الخاصة (سواء كانت متعلقة بدورة الضوء أو التغذية أو المناخ) المرتبطة خصيصا بتكييف المدخلات الفردية للظروف المحلية. وهذا جانب من فن الرعاية. فإذا لم يكن موقع بنك الجينات يتيح ظروفًا مواتية محليا، فينبغي أن يستكشف أمين البنك وسائل لتجديد المجموعة في بيئات مواتية؛ ويجب ألا يكون تكرار نسخة لبيئة المجموعة هدف أمين البنك بالضرورة.

وللحفاظ على السلامة الوراثية للمجموعات المخزنة في بنوك الجينات أثناء تجديد البذور، فإنه من المهم أن تتسم عملية أخذ عينات من المدخلات بالكفاءة. وينبغي أن يكون عدد البذور المستخدمة في عملية التجديد كاف لتكون ممثلة للتنوع الوراثي في عينة مدخلة ولكي تستخلص واحدا أو أكثر من الأليلات النادرة بقدر مؤكد من الترجيح.

وقد تختلف المنهجية التي ستستخدم للتجديد من نوع إلى نوع وتعتمد من بين عوامل أخرى على حجم العشيرة، ونظام التربية، وكفاءة التلقيح. ولذلك، فمن الأمور ذات الأهمية الكبيرة جمع أكبر قدر ممكن من المعلومات البيولوجية ذات الصلة التي ترتبط بالأنواع قيد البحث. وبالإضافة إلى ذلك، وحينما يكون ذلك ممكنا ومجديا، يوصى باللجوء إلى التجديد أيضا من أجل توصيف المدخلات

المجددة (انظر معايير التوصيف). ومع ذلك، فغالباً ما يصعب بالنسبة للأنواع ذات التلقيح الخلطي، استخدام التجديد للقيام بالتوصيف وذلك لأسباب لوجستية.

## الجوانب التقنية

للحفاظ على السلامة الوراثية للعينات المدخلة، يوصى باستخدام أقدم عينة أصلية لإجراء التجديد. أما بالنسبة للإكثار فيوصى باستخدام بذور من المجموعة العاملة حتى ما يصل إلى خمس دورات للإكثار بدون الرجوع إلى أقدم عينة أصلية.

وتجدر الإشارة إلى أنه في الحالات التي يكون فيها الجمع أو التبرع الأصلي عبارة عن عينة صغيرة، فمن الضروري التجديد على الفور بعد ورود المواد من أجل الحصول على كمية كافية من البذور للتخزين الطويل الأجل. ومن المهم تسجيل رقم دورة التجديد وإدخال المعلومات في نظام التوثيق. ويوصى بأن يحتفظ بنك الجينات المتلقي للبذور على الدوام ببعض البذور من عينة البذور الأصلية لأغراض مرجعية في المستقبل. وحتى لو فقدت هذه البذور الأصلية صلاحيتها، فيمكن أن تفيد في تأكيد الشكل أو التركيب الوراثي لأجيال لاحقة من العينة المدخلة المعنية. وينبغي أن يعكس حجم عينة البذور التي ستستخدم في نشاط التجديد التركيب الوراثي للعينة المدخلة. ولهذا الغرض، فإن الحجم الفعلي للعشيرة ( $N_e$ ) يشكل مقياساً رئيسياً سيكون له أثر على درجة الإنسياق الوراثي المرتبط بتجديد العينة المدخلة. ويمكن وضع تقديرات لهذا الحجم الأدنى ( $N_e$ )، من أجل تقليل فقدان الأليلات بالنسبة للمدخلات المنفردة، ويتوقف هذا على بيولوجيا التلقيح، وظروف النمو. ويجب استخدام أفضل ممارسات حصاد البذور لتجنب خلط البذور خلال عمليات البذر والحصاد والتجهيز.

ويشير البحث الذي قام به جونسون وآخرون (2002، 2004) حول تجديد الأنواع المعمرة (مثل الأعشاب) إلى أن 100 هو الحد الأدنى لعدد النباتات وهو أمر ضروري للحفاظ على الجينات الأصناف. ويوصى مبدئياً بحصاد 3 إلى 5 نورات من كل نبات.

ولتفادي انسياب المورثات/التلوث، من المهم للغاية استخدام طرق عزل سليمة بين حقول المدخلات من الأنواع الخلطية التلقيح التي يجري تجديدها. وينطبق هذا أيضاً على الأنواع الذاتية التلقيح، على حسب بيئة التجديد. وبالنسبة للأنواع التي تعتمد على ملقحات معينة، فينبغي استخدام أقفاص للعزل وملقحات متطابقة (Dulloo, M.E. et al., 2008). ويمكن تقييم التلوث والانسياق/التحول الوراثيين باستخدام الصفات الشكلية والإنزيمية أو أي صفات مميزة أخرى كمؤشرات في هذا الصدد (مثل لون الزهرة؛ لون البذور، وغير ذلك)، أو باستخدام المؤشرات الجزيئية.

وتعد المجموعات المرجعية (النماذج المعشبة، والصور و/أو وصف المدخلات الأصلية) مهمة للتحقق من التطابق الحقيقي مع النوع (Lehmann and Mansfeld, 1957). ومن الضروري إجراء فحوص دقيقة للبذور التي يتم الحصول عليها، وأثناء أول تجديد لعينة جديدة مدخلة لدى بنك للجينات من أجل جمع معلومات مرجعية هامة. ولتفادي التباين في نضج البذور في العينة، ينبغي القيام بجمع محاصيل متعددة أثناء مواسم الإثمار.

## الحالات الاستثنائية

سيواجه الأمناء القائمون على أمور بنوك الجينات في أدايتهم لدورهم بعدا متعلقا بإدارة المخاطر. وتشكل المعرفة البيولوجية الوثيقة بالأنواع قيد البحث عاملا رئيسيا في اتخاذ أفضل القرارات الممكنة لتجديد العينات في إطار ظروف مقيدة. فجوانب من قبيل حجم العينة، وبعد المسافة بين المدخلات المنفردة والأشكال الأخرى لعزل المجخلات، واحترام العتبات المقررة لفقدان الصلاحية، وظروف النمو وغيرها، كلها تحتاج إلى إيلاء الاهتمام الواجب عند تخطيط أنشطة التجديد.

وفي ضوء هذا التعقيد ليس من المفيد البحث عن الحالات الاستثنائية المحتملة. وإذا حدثت حالة طوارئ فسيكون من المستصوب طلب المشورة من الخبراء و/أو التعاون مع بنوك الجينات الأخرى التي يمكن أن تقدم المساعدة.

## مراجع مختارة

- Breese, E.L.** 1989. *Regeneration and multiplication of germplasm resources in seed genebanks: the scientific background*. Rome, IBPGR.
- Crossa, J.** 1995. Sample size and effective population size in seed regeneration of monoecious species. In J.M.M. Engels & R. Rao, eds. *Regeneration of seed crops and their wild relatives*, pp. 140-143. Proceedings of a consultation meeting, 4-7 December 1995. Hyderabad, India, ICRISAT, and Rome, IPGRI.
- Dulloo, M.E., Hanson, J., Jorge, M.A. & Thormann, I.** 2008. Regeneration guidelines: general guiding principles. In M.E. Dulloo, I. Thormann, M.A. Jorge & J. Hanson, eds. *Crop specific regeneration guidelines*. [CD-Rom], Rome, SGRP-CGIAR.
- Engels, J.M.M. & Rao, R., eds.** 1995. *Regeneration of seed crops and their wild relatives*, pp. 140-143. Proceedings of a consultation meeting, 4-7 December 1995. Hyderabad, India, ICRISAT, and Rome, IPGRI.
- Engels, J.M.M. & Visser, L., eds.** 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 6. Rome, IPGRI.
- Johnson, R.C., Bradley, V.L., & Evans, M.A.** 2002. Effective population size during grass germplasm seed regeneration. *Crop Science*, 42: 286-290.
- Johnson, R.C., Bradley, V.L., & Evans, M.A.** 2004. Inflorescence sampling improves effective population size of grasses. *Crop Science*, 44: 1450-1455.
- Lawrence, L.** 2002. A comprehensive collection and regeneration strategy for *ex situ* conservation. *Genetic resources and crop evolution*, 49(2): 199-209.
- Lehmann, C.O. & Mansfeld, R.** 1957. Zur Technik der Sortimentserhaltung. *Kulturpflanze*, 5: 108-138.
- Rao, N.K., Hanson, J., Dulloo, M.E., Ghosh, K., Nowell, D. & Larinde, M.** 2006. *Manual of seed handling in genebanks*. Handbooks for Genebanks No. 8. Rome, Bioversity International.
- Sackville Hamilton, N.R. & Chorlton, K.H.** 1997. *Regeneration of accessions in seed collections: a decision guide*. J. Engels, ed. Handbooks for Genebanks No. 5. Rome, IPGRI.
- SGRP-CGIAR.** Crop Genebank Knowledge Base (available at: <http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org>).

## 5.4 معايير التوصيف

### المعايير

- 1.5.4 ينبغي توصيف حوالي 60 في المائة من المدخلات في غضون خمس إلى سبع سنوات من الاقتناء أو أثناء دورة التجديد الأولى.
- 2.5.4 ينبغي أن يستند التوصيف إلى صيغ موحدة ومعايرة للقياس وأن تتبع بيانات التوصيف قوائم واصفة متفق عليها دوليا ومتاحة للجمهور.

### السياق

التوصيف هو تقديم وصف للبلازما الجرثومية النباتية. ويحدد تعبير الخصائص العالية التوريث التي تتراوح بين سمات شكلية أو فسيولوجية أو زراعية وبروتينات وزيوت البذور أو المؤشرات الجزيئية. ويمكن القيام بالتوصيف في أي مرحلة من مراحل الصون، طالما أن هناك عددا كافيا من البذور ضمن العينة. ومن المهم أن تكون المادة الوراثية التي يجري حفظها معروفة ويجري وصفها إلى أقصى حد ممكن لضمان استخدامها بأقصى قدر من جانب مربّي النباتات. وينبغي بالتالي القيام بالتوصيف بأسرع ما يمكن لإضافة قيمة إلى المجموعة. ومن المفيد في التوصيف استخدام مجموعة دنيا من الصفات الفسيولوجية المظهرية والصفات النوعية للبذور، والواصفات الشكلية والمعلومات عن نظم التربية، مثل تلك التي نشرتها المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي ويمكن أيضا الإطلاع على واصفات مفيدة في منشورات الاتحاد الدولي لحماية الأصناف الجديدة للنباتات، والنظام القطري للأصول الوراثية النباتية لوزارة الزراعة الأمريكية. ومن شأن استخدام معايير دولية متفق عليها في بيانات التوصيف أن يزيد من فائدة البيانات المنشورة.

وسيتيح التوصيف اكتشاف التنوع بين وداخل العينة المدخلة. وقد تلزم استراتيجيات مناسبة لكفالة صون الأليلات النادرة أو من أجل تحسين الحصول على أليلات محددة. ويحظى توثيق الملاحظات والتدابير المتخذة بأهمية قصوى.

## الجوانب التقنية

التوصيف عملية تستغرق وقتاً وهي مكلفة. ويمكن بذل جهد لجمع عملية التوصيف مع الإكثار أو التجديد بأقصى قدر ممكن. وينبغي للأمناء بذل كل جهد ممكن لتسجيل بيانات التوصيف. ومع ذلك، فمن المستصوب تشجيع استخدام التكرار لتوصيف الصفات العالية التوريث. ويُحدد خصائص وصفات المحاصيل خبراء المحاصيل و/أو الأمناء بالتشاور مع مديري بنوك الجينات. وقد وضعت مجموعة واسعة النطاق من قوائم واصفات المحاصيل بواسطة جهات منها على سبيل المثال المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي، وأعدت أيضاً مجموعات دنيا من الواصفات الرئيسية لعدد من هذه المحاصيل. وعلاوة على ذلك، يتوافر عدد من قوائم الواصفات الإقليمية والقطرية من قبيل واصفات النظام القطري للأصول الوراثية النباتية لوزارة الزراعة الأمريكية. ويتعين أن يقوم بتسجيل البيانات موظفون مدربون يستخدمون صيغاً موحدة ومعايرة للقياس على النحو المبين في قوائم واصفات المحاصيل المتفق عليها دولياً والمنشورة. ويتعين التحقق من البيانات بواسطة الأمناء وموظفي التوثيق قبل تحميلها في قاعدة بيانات بنك الجينات وإتاحتها للجمهور. ومن المسلم به أيضاً أن المجموعات المرجعية (العينات المعشبة، والبذور المجففة، والصور) تؤدي دوراً أساسياً في تحديد الهوية الحقيقية للنوع.

ومع التطورات التي حدثت في التكنولوجيا البيولوجية، يتزايد استخدام تقنيات المؤشرات الجزيئية وعلم الجينوم للتوصيف (De Vicente *et al.*, 2004)، إلى جانب الملاحظات الظاهرية لأن لديهم مزايا في تقدير تفرد مصدر التباين داخل أو بين المدخلات. البيانات الوراثية التي تم الحصول عليها من توصيف المادة الوراثية باستخدام التقنيات الجزيئية لديها ميزة على البيانات الظاهرية، بمعنى أن التغيرات المكتشفة بالطريقة الأولى تخلص إلى حد كبير من التأثيرات البيئية (Bretting and Widrechner, 1995). ومع ذلك، فإن استخدام التكنولوجيا الجزيئية لا يزال يشكل تحدياً بالنسبة لبعض المؤسسات، لأنها تتطلب مرافق مختبرات متطورة وقدرات تقنية، ويمكن أن تكون مكلفة (Karp *et al.*, 1997)، خصوصاً في البلدان النامية وكذلك في الحالات التي يتعين فيها وضع أدوات جزيئية محددة الجينوم من جديد مثل المؤشرات ذات تكرار التسلسل البسيط (SSR). وهناك عدة مؤشرات وتقنيات متاحة مثل، تكرار التسلسل البسيط (SSR)، علامة التسلسل المعبر عنه (EST)، عديد التكوين ذو القطعة الطولية المضخمة (AFLP)، ولكن، لأغراض التوصيف، ينبغي فقط استخدام مؤشرات تكرار راسخة، مثل تكرار التسلسل البسيط (SSR). وقد وضعت مجموعة واسعة من مؤشرات بادئة مناسبة للاستخدام في توصيف العديد من المحاصيل، كما تم تكوين حد أدنى من

مجموعات المؤشرات الأساسية. ومن أجل لكفالة قابلية نتائج دفعات التحليل المختلفة للمقارنة، ينبغي أن تدرج بعض المدخلات في بنك الجينات كمرجع في كل دفعة. ويلعب أيضا إدراج المدخلات المرجعية في التوصيفات الجزيئية دورا أساسيا للمقارنة بين بنوك الجينات المختلفة.

### الحالات الاستثنائية

قد تتباين الموثوقية في البيانات من جامع بيانات لآخر إذا لم يكن جامع البيانات مدربين ومتمرسين بشكل جيد. وينبغي لذلك توافر كوادرفنية مدربة في مجال الموارد الوراثية النباتية خلال دورة النمو بأكملها لتسجيل وتوثيق بيانات التوصيف. ومن المستصوب لذلك الاستعانة بأصحاب الخبرة الفنية في علم التصنيف وبيولوجيا البذور وعلم أمراض النبات (من الداخل أو من معاهد متعاونة) خلال عملية التوصيف.

والتوصيف عملية كثيفة للغاية في العمالة وتستلزم تمويلا كافيا للتمكن من إنتاج بيانات عالية الجودة. وإجراء توصيف كامل للمدخلات أثناء دورات التجديد قد يقلل من عدد المدخلات التي يمكن إعادة تجديدها كل دورة.

ومن شأن التعرض للآفات والأمراض أن يحد من جمع بيانات ذات جودة عالية. ويستلزم تحديد بعض الصفات مثل المحتوى الزيتي أو البروتيني، فحوصات مخبرية قد لا تتوافر على الدوام أو قد تكون مكلفة.



## مراجع مختارة

- Alercia, A., Diulgheroff, S. & Mackay, M.** 2012. *FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors* (MCPD V.2). Rome, FAO and Bioversity International (available at: [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/1526.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/1526.pdf)).
- Bioversity International.** 2007. *Developing crop descriptor lists. Guidelines for developers*. Technical Bulletin No. 13. Rome.
- Bioversity International.** 2013. Crop descriptors list. Rome (available at: <http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=168>).
- Bretting, P.K. & Widrechner, M.P.** 1995. Genetic markers and plant genetic resource management. *Plant Breeding Reviews*, 13:11-86.
- De Vicente, M.C., Metz, T. & Alercia, A.** 2004. *Descriptors for genetic markers technologies*. Rome, IPGRI.
- Karp, A., Kresovich, S., Bhat, K.V., Ayad, W.G. & Hodgkin, T.** 1997. *Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies*. IPGRI Technical Bulletin No. 2. Rome, IPGRI.
- Laucou, V., Lacombe, T., Dechesne, F., Siret, R., Bruno, J.P., Dessup, M., Dessup, P., Ortigosa, P., Parra, P., Roux, C., Santoni, S., Varès, D., Perós, J.P., Boursiquot, J.M. & This, P.** 2011. High throughput analysis of grape genetic diversity as a tool for germplasm collection management. *Theoretical and Applied Genetics*, 122(6): 1233-1245.
- Lehmann, C.O. & Mansfeld, R.** 1957. Zur Technik der Sortimentserhaltung. *Kulturpflanze*, 5: 108-138.
- UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants).** Test Guidelines - English Index (available at: [http://www.upov.int/en/publications/tg\\_rom/tg\\_index.html](http://www.upov.int/en/publications/tg_rom/tg_index.html)).
- USDA, ARS, National Genetic Resources Program.** Germplasm Resources Information Network - (GRIN). [Online Database] Evaluation/characterization. Data Queries. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland, USA (available at: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/croplist.pl>).

## 6.4 معايير التقييم

### المعايير

- 1.6.4 وينبغي الحصول على بيانات التقييم، على المدخلات لدى بنك الجينات، للصفات التي تم تضمينها في قوائم واصفات المحاصيل المتفق عليها دوليا. كما ينبغي أن تتوافق مع نماذج موحدة للقياس والمعايرة.
- 2.6.4 وينبغي الحصول على بيانات التقييم لأكبر عدد ممكن من الناحية العملية للمدخلات، من خلال تحاليل في المختبر والصوبات و/أو الحقول حيثما تكون قابلة للتطبيق.
- 3.6.4 وينبغي إجراء تجارب التقييم على الأقل في ثلاثة مواقع متنوعة بيئيا وأن يتم جمع البيانات على مدى ثلاث سنوات على الأقل.

### السياق

التقييم هو تسجيل تلك الخصائص التي غالبا ما يتأثر تعبيرها بالعوامل البيئية. وينطوي على جمع منهجي لبيانات الصفات الزراعية والنوعية من خلال التجارب التجريبية المصممة بشكل مناسب. وكثيرا ما تشمل بيانات التقييم على مقاومة آفات الحشرات، وأمراض النبات وتقييمات الجودة (مثل الزيوت ومحتوى البروتين) والخصائص البيئية (الجفاف/تحمل البرودة وغيرها). وإضافة هذا النوع من المعلومات يسمح بتحديد أكثر تركيزا للبلازما الجرثومية لتلبية احتياجات الزبائن المحتملين. وينبغي بعد ذلك تضمين مثل هذه البيانات في نظام التوثيق لبنك الجينات. وهذه المجموعات من البيانات مطلوبة بشدة من قبل المستخدمين لدمج الصفات في برامج التربية وتحسين استخدام المجموعات. وتحدد مسبقا هذه الصفات التي من أجلها يتم تحليل المدخلات للبلازما الجرثومية، من قبل خبراء المحاصيل بالتعاون مع القيمين بينوك الجينات. وتسهل كثيرا بيانات التقييم الموثوق بها والتي يمكن الحصول عليها بسهولة من قبل مربى النباتات والباحثين، الوصول

إلى المدخلات للبلازما الجرثومية للنباتات، واستخدامها. وقد يمكن تقييم البلازما الجرثومية تقييماً منهجياً باستخدام نهج الشبكة، على المستوى الدولي أو الإقليمي أو القطري. يستغرق الحصول على بيانات التقييم من قبل بنوك الجينات وقتاً طويلاً وكثيراً ما يكون أكثر كلفة من الحصول على بيانات التوصيف. وينبغي على القيمين بذل كل الجهود الممكنة للحصول على سجلات لبيانات التقييم. وهناك مصدر ممكن هو سجلات التقييم التي ينتجها المستخدمون الذين تم توزيع البذور عليهم. وينبغي على بنك الجينات أن يلتزم من المستخدم اقتسام بيانات التقييم على الأقل بعد فترة زمنية معينة بعد نشر المستخدم لنتائج التقييم. وينبغي وضع ترتيبات عملية في هذا الصدد بين بنوك الجينات والمستفيدين/المستخدمين للمادة.

## الجوانب التقنية

وقد وضعت مجموعة واسعة من قوائم واصفات المحاصيل على سبيل المثال من قبل معهد المنظمة الدولية للموارد الوراثية النباتية (الآن المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي والاتحاد الدولي لحماية الأصناف الجديدة للنباتات. وعلاوة على ذلك، هناك قوائم واصفات التقييم التي وضعتها المنظمات الإقليمية والقطرية مثل واصفات النظام القطري للأصول الوراثية النباتية لوزارة الزراعة الأمريكية.

وينبغي أن تتم عملية جمع البيانات من قبل موظفين مدربين باستخدام نماذج قياس معايرة وموحدة قدر الإمكان مع مدخلات كشهود محددة بما فيه الكفاية (شهود) وقوائم واصفات المحاصيل منشورة. وتعرض عادة نتائج التقييمات في الصوبات الزراعية، أو المختبر أو الحقل، بعد توحيد البروتوكولات، والإجراءات التجريبية إما كقيم منفصلة (على سبيل المثال درجات شدة أعراض المرض؛ العد) أو كقيم مستمرة (بناء على القياس). ويجب التصديق على البيانات من قبل القيمين وموظفي الوثيق قبل تحميلها في قاعدة بيانات البنك الجينات وإتاحتها للجمهور. ومن المستوصب، خلال عملية التقييم، مشاركة فرق متعددة التخصصات من ذوي الخبرة في مجال بيولوجيا البذور وأمراض النبات، ومقاومة الآفات، والتحمل البيئي، سواء من داخل المؤسسة أو من المعاهد المتعاونة. وفي كثير من الأحيان هذه المتطلبات من غير المرجح أن يتم الوفاء بها من قبل بنوك الجينات، لذا يكون تقييم مدخلات البلازما الجرثومية أفضل مع مربي النباتات المتخصصين.

وتكون الصفات الزراعية المطلوبة من قبل العديد من المربين معقدة جداً وراثياً يصعب الكشف عنها في التقييم التمهيدي لمدخلات البلازما الجرثومية. وعادة ما يتم الحصول على بيانات الصفات الزراعية أثناء تقييم البلازما الجرثومية في برنامج التربية، وكثير من هذه الصفات تنتج عن التفاعلات القوية بين التركيب الوراثي والبيئة، وبالتالي فهي محددة الموقع. ولا بد من استخدام مكررات لتقييم الصفات المطلوبة في بيئات مختلفة، وإلى تعريف واضح وتحديد مدخلات كشهود لاستخدامها على مر السنين. وينبغي أن يتم ذلك في ما لا يقل عن ثلاثة مواقع متنوعة بيئياً وعلى مدى ثلاث دورات النمو الخضري، وأن تتم مقارنة البيانات عبر السنوات بطريقة سليمة من الناحية الإحصائية.

ومع التقدم الحاصل في التكنولوجيا الحيوية، تزايد كذلك استخدام تقنيات المؤشرات الجزيئية وعلم



الجينوم في التقييم (De Vicente *et al.*, 2004)، (انظر معايير التوصيف). وتشمل المؤشرات الجزيئية الأكثر شيوعاً في تقييم البلازما الجرثومية، مؤشر عديد التكوين ذو القطعة الطولية المضخمة (AFLP)، ومؤشر التسلسل البسيط (SSR)، ومؤشر عديد التكوين وحيد النيوكليوتيد (SNP). وقد حلت إلى حد كبير محل أنواع المؤشرات القديمة، مثل قطعة الحصر ذات التكوين والطول المتعددة (RFLP) والحمض النووي متعدد الأشكال ومضخم عشوائياً (RAPD) بالنسبة للوفرة النسبية للجينوم واستنساخ عالي للبيانات. كما أدت التطورات في تسلسل الجيل القادم وكذا خفض التكاليف المرافقة إلى الاستخدام المتزايد للتسلسل القائم على المقاييسات مثل تسلسل للمناطق المرمزة وغير المرمزة، والتركييب الوراثي بالتسلسل (GBS) في تقييم البلازما الجرثومية. وتختلف المؤشرات الجزيئية في الطريقة التي تكشف بها الاختلافات الوراثية، وفي نوع البيانات التي تنتجها، وفي المستويات التصنيفية التي تمكن

من تطبيقها بالشكل الأنسب، وفي متطلباتها الفنية والمالية (Lidder and Sonnino, 2011). وحيث يكون الانتقاء بمساعدة المؤشرات (MAS) أي الانتقاء لوجود أو عدم وجود الصفات في مواد التربية على المستوى الجزيئي، أمرا ممكنا، فإنه يمكن أيضا تطبيقه في تقييم البلازما الجرثومية للصفات المفيدة. ولا يزال نقص الموظفين المؤهلين بشكل كاف وعدم وجود موارد لتغطية تكاليف التركيب المرتفعة نسبيا يحول دون اعتماد على نطاق واسع للمؤشرات الجزيئية كوسيلة اختيار لتقييم البلازما الجرثومية ولاسيما في البلدان النامية.

## الحالات الاستثنائية

يتطلب تقييم البلازما الجرثومية عمالة جد مكثفة، كما يتطلب مستويات كافية من التمويل المستدام لإتاحة المجال لتجميع البيانات الموثوق بها وذات جودة عالية. وفي الحالات التي ينفذ فيها التقييم الكامل لجميع المدخلات، التي على الرغم من أن المرغوب فيه قد لا يكون مجديا اقتصاديا، فإنه يوصى، باختيار المدخلات المتنوعة وراثيا (استنادا على سبيل المثال على مجموعات فرعية محددة سابقا من مجموعات البلازما الجرثومية)، كنقطة انطلاق.

وتؤثر الاختلافات في حالات الآفات والأمراض، وشدة الضغوط غير الحيوية، والتقلبات في العوامل البيئية والمناخية في الحقل على دقة البيانات، وينبغي التخفيف منها من خلال التقييمات المكررة بشكل معقول، في مناطق متعددة، ولمواسم متعددة، ولسنوات متعددة. كما أن الفحوصات المخبرية لقياس بعض الصفات مثل محتويات الزيت أو البروتين، وجودة النشا، والعوامل الغذائية، وما إلى ذلك يتطلب معدات متخصصة التي قد لا تكون متوفرة دائما أو قد تكون مكلفة، مما يؤكد مرة أخرى على الحاجة لمشاركة فرق متعددة التخصصات من عدة وحدات تابعة لمنظمات أو مؤسسات حسب الاقتضاء. ويمكن لاستخدام البيانات الناتجة عن تقييم الآخرين أن يطرح تحديات عملية كبيرة. على سبيل المثال، يمكن أن تكون البيانات مختلفة النماذج، وإذا كانت منشورة قد تنطوي على حقوق المؤلف وقضايا حقوق الملكية الفكرية. ولتسهيل استخدام بيانات من مصادر خارجية، فإنه من المهم توحيد جمع البيانات وتحليلها، وتقديم نماذج موحدة للتقارير.

## مراجع مختارة

**Alercia, A., Diulgheroff, S. & Mackay, M.** 2012. *FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors* (MCPD V.2). Rome, FAO and Bioversity International (available at: [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/1526.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/1526.pdf)).

**Bioversity International.** 2007. *Developing crop descriptor lists. Guidelines for developers.* Technical Bulletin No. 13. Rome, Bioversity International.

**Bioversity International.** 2013. *Crop descriptor lists* (available at: <http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=168>).

**Bretting, P.K. & Widrechner, M.P.** 1995. Genetic markers and plant genetic resource management. *Plant Breeding Reviews*, 13:11-86.

**De Vicente, M.C., Metz, T. & Alercia, A.** 2004. *Descriptors for genetic markers technologies.* Rome, IPGRI.

**Karp, A., Kresovich, S., Bhat, K.V., Ayad, W.G. & Hodgkin, T.** 1997. *Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies.* IPGRI Technical Bulletin No. 2. Rome, IPGRI.

**Lehmann, C.O. & Mansfeld, R.** 1957. Zur Technik der Sortimentserhaltung. *Kulturpflanze*, 5: 108-138.

**Lidder, P. & Sonnino, A.** 2011. *Biotechnologies for the management of genetic resources for food and agriculture.* FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Background Paper No. 52. Rome, FAO.

**Rao, N.K., Hanson, J., Dulloo, M.E., Ghosh, K., Nowell, D. & Larinde, M.** 2006. *Manual of seed handling in genebanks.* Handbooks for Genebanks No. 8. Rome, Bioversity International.

**UPOV.** Test Guidelines – English Index (available at: [http://www.upov.int/en/publications/tg\\_rom/tg\\_index.html](http://www.upov.int/en/publications/tg_rom/tg_index.html)).

**USDA, ARS, National Genetic Resources Program.** Germplasm Resources Information Network - (GRIN). [Online Database] Evaluation/characterization. Data Queries. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland, USA (available at: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/croplist.pl>).

## 7.4 معايير التوثيق

### المعايير

- 1.7.4 ينبغي أن توثق البيانات الأساسية لنسبة 100 في المائة من المدخلات لدى البنك باستخدام واصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة التي أعتها منظمة الأغذية والزراعة/المعهد الدولي للموارد الوراثية النباتية.
- 2.7.4 ينبغي أن تسجل جميع البيانات والمعلومات المنبثقة عن بنوك الجينات والمتصلة بجميع جوانب صون المواد واستعمالها في قاعدة بيانات مصممة تصميمًا مناسبًا.

### السياق

تعد المعلومات المتعلقة بالمدخلات لدى بنك الجينات ضرورية لتمكين هذا البنك من إدارة مجموعته والمحافظة عليها. ومن المهم أيضا تبادل هذه المعلومات وإتاحتها لمستعملي البلازما الجرثومية المحتملين بشكل علني، وينبغي إرفاقها بأي مادة موزعة. والبيانات الأساسية هي الحد الأدنى الذي ينبغي أن يكون متاحا بشأن أي عينة مدخلة لضمان الإدارة السليمة، وينبغي استخدام معايير دولية مثل واصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة لمنظمة الأغذية والزراعة/المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي (FAO/Bioversity, 2012)، لتسجيل البيانات الأساسية. ومن شأن استخدام المعايير المتفق عليها دوليا أن ييسر كثيرا تبادل البيانات.

وقد حدثت تطورات كبرى في مجال تكنولوجيا المعلومات والمعلوماتية الحيوية خلال العقد الماضي أو نحو ذلك، والكثير منها متاح على شبكة الإنترنت. وفي إمكان غالبية بنوك الجينات أيضا الحصول على الحواسيب والوصول للإنترنت. وهذه التكنولوجيا الجديدة تجعل من الممكن تسجيل

وتبادل البيانات والمعلومات بكفاءة. وفي نهاية المطاف، فإن تعزيز حفظ واستخدام البلازما الجرثومية المحفوظة يتحقق من خلال الإدارة الجيدة للبيانات والمعلومات. وينبغي تسجيل جميع البيانات والمعلومات الناتجة طوال عملية الاقتناء، والتسجيل، والتخزين، والرصد، والتجديد، والتصنيف، والتقييم، والتوزيع في قاعدة بيانات مصممة بشكل مناسب وتوظيفها لتحسين صون واستخدام البلازما الجرثومية. وتتراوح هذه البيانات والمعلومات بين الخصائص الوراثية للمدخلات الفردية والعشائر، إلى شبكات التوزيع والزبائن. ومن المهم وضع نظام احتياطي لقاعدة البيانات خارج الموقع. ومن المهم بشكل خاص توثيق بيانات التوصيف والتقييم والتوزيع لتعزيز استخدام المجموعات المعنية وللمساعدة في تحديد هوية المدخلات المميزة. ومع التطورات التي حدثت في التكنولوجيا الحيوية، يلزم إكمال بيانات الصفات الظاهرية ببيانات جزيئية. ويجب بذل الجهود لتسجيل البيانات الجزيئية الناتجة عن علم الجينوم وعلم البروتينات الوراثية والمعلوماتية الحيوية.

## الجوانب التقنية

تتيح النظم الحاسوبية لتخزين البيانات والمعلومات تخزين جميع المعلومات المرتبطة بإدارة بنك الجينات على نحو أشمل. ومن شأن اعتماد المعايير المتعلقة بالبيانات المتوفرة حالياً بالنسبة لمعظم جوانب إدارة بيانات بنك الجينات أن يساعد على تيسير إدارة المعلومات وتحسين استخدام وتبادل البيانات. فعلى سبيل المثال، ينبغي استخدام قائمة منظمة الأغذية والزراعة/المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي لوصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة (Alercia *et al.*, 2012) من أجل توثيق البيانات الأساسية نظراً لأنها أداة فعالة لتبادل البيانات بين بنوك الجينات والبلدان المختلفة. وتوجد نظم لإدارة معلومات البلازما الجرثومية مثل شبكة المعلومات العالمية لموارد البلازما الجرثومية (GENESYS)، (GRIN)، وقاعدة البيانات<sup>1</sup> (SESTO (NordGen) التي أُعدت على وجه التحديد من أجل بنوك الجينات واحتياجاتها في مجال التوثيق وإدارة المعلومات. وثمة نظام آخر لإدارة معلومات البلازما الجرثومية هو المنصة الإلكترونية للنظام الدولي لمعلومات المحاصيل (ICIS) الذي يمكن فيه تخزين بيانات البلازما الجرثومية من بنك أو أكثر من بنوك الجينات ونشرها على الإنترنت، والمزودة بقدرة على البحث وإرسال التساؤلات لتمكين المستعملين من وضع معايير لاختيار البلازما الجرثومية حسب خصائص فردية أو متعددة، والمحددة كذلك بواسطة إحداثيات النظام

1 GRIN: <http://www.ars-grin.gov/>

GENESYS: <http://www.genesys-pgr.org/iMansfield> Database: [http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/pls/htmldb\\_pgrc/f?p=185:3:1644539197326401](http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/pls/htmldb_pgrc/f?p=185:3:1644539197326401)

SESTO: <http://www.nordgen.org/sesto/i>



العالمي لتحديد المواقع لمنطقة ما و/أو المزودة بخرائط للمناخ والتربة لمجموعة مختارة مستهدفة من البلازما الجرثومية.

وغالبا ما يتولى إعداد بيانات التقييم المستخدمون الذين توزع عليهم البذور. وينبغي أن يحض بنك الجينات المستخدمين على تبادل بيانات التقييم، التي ينبغي أن تدرج بعد ذلك في نظام التوثيق لبنك الجينات. ويمكن للمعلومات من هذا القبيل أن تواجه مقاومة الإجهاد الحيوي واللاحيوي، وسمات نمو وتطور العينة المدخلة، والخصائص النوعية للمحصول وما إلى ذلك. وإضافة هذا النوع من المعلومات يتيح التركيز على تحديد هوية البلازما الجرثومية من أجل تلبية احتياجات الزبائن المحتملين. ومع ذلك، فمن المسلم به أن استخدام المعلومات المنبثقة عن المستعملين قد لا يكون بهذه البساطة وقد ينطوي على حقوق الطبع ومسائل مؤسسية.

## الحالات الاستثنائية

يضر عدم التوثيق، أو فقدان ما وُثِّق، بالاستخدام الأمثل للبذور، بل ويمكن أيضا أن يؤدي حتى إلى فقدانها. وينبغي على القيميين ضمان الحفاظ على السجلات المناسبة لجميع المعلومات ذات الصلة بإدارة البنك الجينات في أنظمة التوثيق الاحتياطية، كجزء من نظام إدارة المخاطر. وفي حال عدم توفر نظام قائم على الحاسوب، فينبغي أن توثق جميع المعلومات المهمة بشكل صحيح في السجلات.

## مراجع مختارة

**Alercia, A., Diulgheroff, S. & Mackay, M.** 2012. *FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors (MCPD V.2)*. Rome, FAO and Bioversity International (available at: [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/1526.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/1526.pdf)).

**De Vicente, M.C., Metz, T. & Alercia, A.** 2004. *Descriptors for genetic markers technologies*. Rome, IPGRI.

**ICIS (International Crop Information System)**. [Website] (available at: <http://irri.org/knowledge/tools/international-crop-information-system>).

## 8.4 معايير التوزيع والتبادل

### المعايير

- 1.8.4 ينبغي أن توزع البذور وفقا للقوانين الوطنية والمعاهدات والاتفاقيات الدولية ذات الصلة.
- 2.8.4 ينبغي أن تقدم عينات البذور مع جميع الوثائق ذات الصلة التي يطلبها البلد المتلقي.
- 3.8.4 ينبغي أن تبقى الفترة البيئية بين تلقي طلب الحصول على البذور وإرسالها عند الحد الأدنى.
- 4.8.4 ينبغي بالنسبة لمعظم الأنواع أن تُورَد عينة دنيا من 30-50 بذرة صالحة بالنسبة للمدخلات التي تضم بذورا كافية في المخزون. أما بالنسبة للمدخلات التي تكون بذورها قليلة للغاية وقت الطلب، وفي غياب عينة مدخلة بديلة مناسبة، فينبغي أن تورد عينات بعد التجديد/الإكثار بناء على طلب جديد. وبالنسبة لبعض الأنواع وبعض الاستخدامات البحثية، تعد أعداد أقل من البذور حجما مقبولا لعينة التوزيع.

### السياق

ينبغي ربط الصون بالاستخدام. وتوزيع البلازما الجرثومية هو عبارة عن توريد عينة ممثلة من بذور المدخلات لدى بنك من بنوك الجينات استجابة لطلبات مستعملي البلازما الجرثومية النباتية. وثمة زيادة مستمرة في الطلب على الموارد الوراثية لمواجهة التحديات التي يفرضها تغير المناخ، والتي تفرضها التغيرات في الأطياف النوعية للآفات والأمراض الرئيسية والأنواع الأجنبية الغازية. وقد أدى هذا الطلب إلى توسيع نطاق الاعتراف بأهمية استخدام البلازما الجرثومية من بنوك الجينات، التي تقرر في نهاية المطاف توزيع البلازما الجرثومية. وينبغي أن تبقى الفترة بين تلقي طلب البذور من المستعمل وما يعقبه من استجابة وإرسال للبذور (مع المعلومات ذات الصلة) قصيرة قدر الإمكان.



ويسود اعتراف بتنوع النظم القانونية فيما يتعلق بالقواعد الإجرائية التي تنظم اللجوء إلى المحاكم والتحكيم، وبالالتزامات الناشئة عن الاتفاقيات الدولية والإقليمية التي تطبق على هذه القواعد الإجرائية. وعندما يطلب مستخدم عينة مدخلة من بنك الجينات، فإنه يتحمل مسؤولية بيان المتطلبات الوطنية لاستيراد البذور، لاسيما القواعد المتعلقة بصحة النباتات في بلاده من أجل تجنب انتشار الآفات الخاضعة للحجر أو القواعد التنظيمية، أو الأنواع الغازية التي يمكن أن تؤثر تأثيرا خطيرا على الإنتاج القطري.

السكان الدوليان اللذان ينظمان الحصول على الموارد الوراثية هما المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية للأغذية والزراعة واتفاقية التنوع البيولوجي. وتيسر المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية للأغذية والزراعة الحصول على الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة وينص على الاقتسام للمنافع المتأتبة عن استخدامها. وأنشأت نظاما متعدد الأطراف للموارد الوراثية للأغذية والزراعة لمجموعة من 64 محصولا غذائيا وعلفيا (يشار إليه عادة بمحاصيل الملحق الأول للمعاهدة الدولية)، والتي تكون مرفقة باتفاق موحد لنقل المواد من أجل التوزيع. ويمكن أيضا استخدام الاتفاق الموحد لنقل المواد للمحاصيل الغير الواردة في الملحق الأول للمعاهدة الدولية، ومع ذلك، فإن هناك نماذج أخرى متاحة أيضا. ويتم الحصول على الموارد والاقتسام للمنافع المتأتبة عن استخدامها تحت اتفاقية التنوع البيولوجي وفقا لبروتوكول ناغويا. وتشدد كل من المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية للأغذية والزراعة واتفاقية التنوع البيولوجي على هذا التواصل بين الصون والاستخدام المستدام، إلى جانب تيسير الحصول على الموارد والاقتسام المنصف للمنافع المتأتبة عن استخدامها.

وينبغي أن تهدف بنوك الجينات إلى توفير أكبر عدد ممكن من المدخلات للمستخدمين بما في ذلك البيانات المتصلة بها. وإذا ما استنفد المخزون، ينبغي إكثار المدخلات لتلبية طلبات المستخدمين باعتبار ذلك مسألة ذات أولوية. وينبغي لبنوك الجينات أن تعزز توافر الموارد الوراثية لاستخدامات تشمل البحوث والتربية والتعليم والزراعة وإعادة الإمداد إلى الموئل الأصلي. وعلى الصعيد الدولي، يمكن أن تكون بنوك

الجينات مصدرا لإعادة الإمداد بالبلازما الجرثومية للأصناف البدائية إلى البلدان التي تشرع في تكوين بنوك الجينات الخاصة بها، أو تلك التي عانت من كارثة مثل الحرائق والفيضانات والحروب الأهلية. وتجدر الإشارة إلى أن الحد الأدنى لعدد البذور التي توزع يتوقف على النوع وعلى الاستخدام. فاستخدام المدخلات لدى بنوك الجينات لا تقتصر على المراحل الأولية لتربية النباتات والتربية التطبيقية للنباتات، بل تشمل أيضا أنشطة البحوث. وفي الحالة الأخيرة، غالبا لا يلزم إلا قدر ضئيل جدا من البذور.

### الجوانب التقنية

ينبغي توزيع البلازما الجرثومية بطريقة تضمن أن تصل البلازما الجرثومية إلى مقصدها في حالة جيدة. ويمكن أن تضر الظروف البيئية بجودة البذور أثناء النقل ولذلك ينبغي تعبئة البذور بعناية وختمها في مظاريف محكمة الإغلاق لحمايتها أثناء النقل.

وينبغي أن تمثل العينات التي ستوزع لمتطلبات معايير الجودة على النحو المحدد في هذه الوثيقة وفقا لما يطلبه البلد المتلقي. وينبغي أن يمثل التوزيع أيضا للأنظمة والقوانين القطرية. وتقع مسؤولية تقديم العناصر المتعلقة بالأنظمة والقوانين القطرية، لاسيما المتطلبات المتعلقة بصحة البذور، على عاتق المستعمل أو السلطات الوطنية المختصة بصحة النباتات. وفي الأغلب سيستلزم تخليص الشحنات من مكاتب الجمارك وإدارات حماية النباتات، بسهولة وسرعة، توافر المستندات التي تطلبها البلدان المتلقي والجهات الطالبة.

ومن بين الوثائق التي يطلبها البلد المتلقي شهادات الصحة النباتية، وإعلانات أخرى، وشهادات بأنها عينات ليست للبيع، تراخيص الاستيراد وغيرها. لذلك فمن المهم الاحتفاظ بقوائم المستندات التي تطلبها بلدان مختلفة وتحديثها. وإذا لزم تكاليف إضافية (شهادات الصحة النباتية، ونشرات الرابطة الدولية لاختبار البذور، ومصاريف معينة وغيرها) لتوزيع البذور أو تبادلها، فيتعين أن تحمل هذه التكاليف على المستعمل، أو وفقا لما يحدده الطرفان بخلاف ذلك. وثمة مشكلة كبرى تواجهها عمليات التوزيع الدولي تتمثل في ضرورة أن تعلن بنوك الجينات خلو حقل إنتاج البذور من مرض معين. وليس في إمكان بنوك الجينات تلبية متطلبات الإعلان الإضافية المتعلقة بالبذور المنتجة منذ 20-30 عاما. وينبغي أن تكون البلدان التي تتلقى البذور مسؤولة عن إجراءات الحجر لمعالجة البذور إذا كان من غير الممكن تلبية متطلبات الإعلان الإضافية.

وينبغي تقديم قائمة من المواد والمعلومات ذات الصلة (البيانات الأساسية كحد أدنى) إلى الجهة المتلقيّة إلى جانب أي اتفاق قانوني ذي صلة بالحصول على الموارد الوراثية المقدمة واستخدامها. ويوصى بشدة بالحد قدر الإمكان من الفترة الممتدة بين إرسال وتسليم الشحنة. وفي حال عدم توافر البذور، ينبغي أن تتضمن الردود وصفا مفصلا للأسباب، وتاريخا تقديريا لتوفر العينة المدخلة، والمدخلات البديلة التي قد تناسب احتياجات الجهة الطالبة.

ويتم تشجيع بنوك الجينات المتلقيّة للعينة المدخلة على أن تقوم بنفسها بعمليات تجميع

البذور لتغطية احتياجاتها المتعلقة بإجراء التجارب والاختبارات. وهذا مهم على نحو خاص بالنسبة للعينات البرية التي غالباً ما يكون المخزون من بذورها منخفضاً، ولتكرار التجارب الحقلية التي لا يمكن النظر في كمية البذور المطلوبة من أجلها. وبالنسبة للمواد الموزعة خارج إطار النظام المتعدد الأطراف للمعاهدة، ينبغي لبنك الجينات القائم بالتوزيع أن يشجع على رجوع المعلومات بشأن فائدة البلازما الجرثومية الموردة من الجهة المتلقية إلى الجهة الموردة وفقاً لأحكام اتفاق نقل المواد.

## الحالات الاستثنائية

قد تطيل القرارات السياسية أو حالات الأزمات أو التأخيرات البيروقراطية الفترة البيئية المنقضية بين تلقي طلب البذور وتوزيع المواد. وقد تؤثر أيضاً القيود المتعلقة بتجديد و/أو إكثار المدخلات على عملية التوزيع وتأخرها.

## مراجع مختارة

**Engels, J.M.M. & Visser, L., eds.** 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 6. Rome, IPGRI.

**FAO.** 2009. International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA), Rome (available at: <http://www.itpgrfa.net/International/>).

**FAO.** 2009. Standard Material Transfer Agreement of the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (SMTA of the ITPGRFA), Rome (available at: <http://www.itpgrfa.net/International/>).

**FAO/IPGRI.** 1994. *Genebank standards*. Rome, FAO and IPGRI (available at: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/015/aj680e.pdf>).

**Rao, N.K., Hanson, J., Dulloo, M.E., Ghosh, K., Nowell, D. & Larinde, M.** 2006. *Manual of seed handling in genebanks*. Handbooks for Genebanks No. 8. Rome, Bioversity International.

**SGRP-CGIAR.** Crop Genebank Knowledge Base (available at: <http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org>).

**United Nations.** 1992. Convention on Biological Diversity (CBD) (available at: <http://www.cbd.int/convention/convention.shtml>).

## 9.4 معايير الاستنساخ الآمن

### المعايير

- 1.9.4 ينبغي أن تُخزَّن نسخ لعينات احتياطية للأمان من كل عينة مدخلة أصلية وذلك في منطقة بعيدة جغرافياً في ظل ظروف مماثلة أو أفضل من تلك القائمة في بنك الجينات الأصلي.
- 2.9.4 ينبغي أن تُرفق بكل نسخة من عينات الأمان المعلومات ذات الصلة المتعلقة بها.

### السياق

يضمن الاستنساخ الآمن توفير عينة فرعية مطابقة وراثياً للعينة المدخلة لتقليل خطر فقدانها بشكل جزئي أو كلي بسبب الكوارث الطبيعية أو البشرية. وتكون نسخ الأمان مطابقة وراثياً للمجموعات الطويلة الأجل ويشار إليها على أنها أقدم مجموعة أصلية ثانوية (Engels and Visser, 2003). ويشمل الاستنساخ الآمن استنساخاً للمواد وأيضا المعلومات المتصلة بها، بما في ذلك قواعد بيانات احتياطية. وتودع نسخ الأمان من المواد في مرفق للتخزين الطويل الأجل في موقع مختلف. ويتم اختيار الموقع بحيث يكفل تقليل المخاطر المحتملة إلى أدنى حد وتوفير أفضل مرافق التخزين الممكنة. ولتقليل المخاطر التي يمكن أن تنشأ في بلد بعينه، يتم الاستنساخ الآمن على النحو الأمثل خارج البلد. ويجري عادة الاستنساخ الآمن في إطار نهج "الصندوق الأسود". وهذا يعني أنه ليس من حق بنك الجينات المودعة لديه النسخة استخدام وتوزيع البلازما الجرثومية. وتقع على عاتق البنك المودع مسؤولية ضمان أن تكون المواد المودعة ذات جودة عالية، ورصد صلاحية البذور على مر الزمن، واستخدام مجموعته الأساسية لتجديد المجموعات عندما تبدأ في فقدان صلاحيتها. ولا تُمس البلازما الجرثومية بدون إذن من البنك المودع، وتُعاد فقط بناء على الطلب عند فقدان المجموعة الأصلية أو

تدميرها. ومن الممكن أيضا استعادة الوديعة لإحلال بلازما وراثية مجددة حديثا محلها. ومع ذلك فمن المسلم به أن نهج الصندوق الأسود ليس النهج الوحيد. فقد توجد حالات، يتولى فيها البنك المتلقي رعاية مجموعة الأمان.

وينبغي أن يتم الاستنساخ الآمن لجميع البذور الأصلية التي جمعها بنك الجينات أو إذا كان بنك الجينات هو الوحيد الذي يحتفظ بها. ومع ذلك، يتعين على بنك الجينات الاحتفاظ بمجموعة من العينات الأصلية لتيسير الوصول إليها من أجل التجديد أو لأية قرارات إدارية أخرى. ويمكن في المعتاد استرداد البذور، التي تشكل نسخا من مجموعات أخرى، من تلك المجموعات ولا تتطلب الاستنساخ الآمن إلا إذا ثارت شكوك بشأن أمنها في المجموعة الأخرى.

ويستلزم أي ترتيب متعلق بالاستنساخ الآمن اتفاقا قانونيا موقعا بوضوح بين المودع والمتلقي لنسخة الأمان، يحدد مسؤوليات الطرفين والشروط والظروف التي يتم فيها الاحتفاظ بالمادة. ويتوافر حاليا الاستنساخ الآمن في قبو سفالبارد العالمي للبذور في جزيرة سبيتسبيرغن، النرويج. وتحفظ المؤسسات المودعة للبذور بملكيته، وتُكفل للمودع فقط إمكانية الوصول إلى العينات المودعة في سفالبارد.

## الجوانب التقنية

عند اختيار موقع لنسخ الأمان، يولى الاعتبار الأساسي إلى الموقع الجغرافي والظروف البيئية للموقع. وينبغي أن تكفل المرافق انخفاض الإشعاعات (النشاط الإشعاعي) والاستقرار (قلة احتمالات وقوع الزلازل). ويجب أن يقع المرفق على ارتفاع يكفل التصريف المناسب أثناء موسم الأمطار، ويستبعد خطر حدوث فيضانات في حال ارتفاع مستوى سطح البحر بسبب الاحترار العالمي. ويعد الاستقرار الاقتصادي واليقين السياسي والاجتماعي على نفس القدر من الأهمية. ويشير كو ومن معه (Koo et al., 2004) إلى ضرورة وضع نسخ عينات الأمان بعيدا عن خطر الحظر السياسي، أو العمل العسكري، أو الإرهاب، فهي أمور يمكن أن تعطل الوصول الدولي إليها.

ويجري إعداد العينات للاستنساخ الآمن بنفس الطريقة المتبعة في المجموعات الأساسية. وينبغي أن تكون الشروط على أقل تقدير صارمة كما هو الحال في التخزين الطويل الأجل للبلازما الجرثومية في بنك الجينات، وتحظى بالأهمية أيضا جودة تحضير البذور (أي التجفيف). ومن المفيد في بعض الحالات تصنيف المواد طبقا لمجموعات البذور القصيرة والمتوسطة والطويلة العمر قبل إرسالها للاستنساخ الآمن.

وينبغي عدم تقييد حجم العينة بعدد أدنى معين. وينبغي أن يكون حجم العينة كافيا لإجراء ثلاث عمليات تجديد على الأقل. ولا يقتصر استخدام احتياطي الأمان على التجديد في المستقبل فحسب، بل يمكن أن يوفر أيضا عينة دنيا لتجديد عينة مدخلة فُقدت. ووجود احتياطي "حرج" للأمان يضم كمية دنيا من البذور في موقع آخر أفضل من عدم وجود احتياطي على الإطلاق. وإذا أمكن ينبغي

أن تضم نسخة الأمان لأي عينة مدخلة في بنك الجينات ما لا يقل عن 500 بذرة للعينات المدخلة الصالحة للمزاوجة الخارجية والمدخلات غير المتجانسة ذات التنوع المرتفع، وما لا يقل عن 300 بذرة للمدخلات المتجانسة وراثيا. ويلزم بالنسبة للمدخلات المنخفضة الصلابة مزيد من البذور. وينبغي أن تتراوح درجات حرارة التخزين بين 18 درجة مئوية تحت الصفر و 20 درجة مئوية تحت الصفر. وينبغي أن تتكون مادة التعبئة للاستنساخ الآمن من ثلاث رقائق وتكون طبقة الرقائق المعدنية في الوسط وذات سمك كاف. وينبغي أن توضع في حقيبة محاكاة من جوانبها الأربعة بدون وصلات. ويوفر هذا حاجزا كافيا ضد الماء أثناء النقل والتخزين عند درجة حرارة 18 درجة مئوية تحت الصفر لمدة 30 عاما على الأقل. وينبغي وضع بطاقات داخل وخارج كل عبوة بذور لضمان التحديد السليم لهوية البلازما الجرثومية.

ونظرا لأن ظروف تخزين نسخ الأمان ينبغي أن تكون مماثلة أو أفضل من المجموعات الأساسية، فيمكن رصد صلاحية البذور في إرساليات البذور لنفس المدخلات المحتفظ بها لأغراض التخزين الطويل الأجل في بنوك الجينات، ثم استقراء صلاحية نسخ الأمان، وذلك إذا ما استوفيت المعايير الأساسية لظروف التخزين واستخدمت الحاويات نفسها. وفي بعض الحالات، يمكن إرسال عينات اختبار الإنبات في صندوق مستقل مع نسخة الأمان، ورصد الإنبات بالاتفاق مع البنك المودعة لديه العينات. وتعد الصناديق القوية المقاومة للبرودة (صناديق سميكة من الكرتون أو من البوليبروبيلين) أفضل الخيارات لنقل وتخزين البذور. وينبغي إغلاق الصناديق بإحكام. وينبغي النظر في استخدام أسرع وسائل النقل المتاحة للشحن، إما عن طريق الشحن الجوي أو البريد أو عن طريق البر لتجنب تدهور جودة البذور أثناء النقل. وينبغي للجهة المرسله أن تجدد العينات عندما تبدأ في التدهور صلاحية العينات المحفوظة في ظروف تخزين مماثلة، ضمن المجموعة الأساسية لدى الجهة المرسله.

### الحالات الاستثنائية

عند استقراء صلاحية نسخة الأمان من نتائج رصد صلاحية عينة من المجموعة الأساسية، ينبغي توخي الحذر إلى حد ما. فقد تشيخ البذور بمعدلات متباينة إذا كانت هناك فروق في الرطوبة النسبية المحيطة بين الموقعين و/أو اختلافات في نطاق أو تواتر تقلبات درجات الحرارة، حتى لو ظل متوسط درجة حرارة التخزين ثابتا.

وقد تنشأ مسائل متعلقة بالمسؤولية ترتبط بإرسال العينات في صناديق سوداء مختومة. ومن بين هذه المسائل المسؤولية عن محتويات الصندوق المغلق ومناولته بواسطة موظفي الجمارك والهيئات الأخرى من أجل الدخول إلى البلد. ففي بعض الحالات تُفتح الصناديق وتوضع عليها أختام خاصة بمعرفة السلطات تؤكد أن العينات ليست نباتات طيبة أو أية نباتات محظورة أخرى. وثمة مسألة أخرى تتعلق بمسؤولية المؤسسة المتلقية وذلك في حالة تعرض المادة للتلف أو إلى فقدان صلاحيتها في وقت قبل الوقت المتوقع نتيجة للإجهاد أثناء النقل، أو عيب في إحكام إغلاق الحاويات، أو تقلبات



درجات الحرارة عن المعايير المحددة. وتحت الظروف الموصوفة هنا، ينبغي ألا يكون البنك المودعة لديه نسخ الأمان "مسؤولاً" إلا في حالة عدم التحكم في درجة الحرارة؛ وينبغي إبلاغ المؤسسة الأساسية بذلك فوراً حتى يتسنى لها أن تقرر الإجراء الذي يتعين اتخاذه. وينبغي أن تتحمل المؤسسة الأساسية المسؤولية الكاملة عن أية كوارث متعلقة بالنقل أو بالرطوبة التي لا يمكن التحكم فيها. وقد يكون من الصعب تطبيق المعايير والجوانب التقنية على بعض الأنواع بسبب الخصائص البيولوجية الطبيعية للعينات، مثل البذور قصيرة العمر، والأنواع ذات البذور كبيرة الحجم، حيث يشكل الحيز المكاني والتكلفة عاملين تقيديين.

## مراجع مختارة

Engels, J.M.M. & Visser, L., eds. 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 6. Rome, IPGRI.

Koo, B., Pardey, P.G., Wright, B.D., Bramel, P., Debouck, D., Van Dusen, M.E., Jackson, M.T., Rao, N.K., Skovmand, B., Taba, S. & Valkoun, J. 2004. *Saving seeds: The economics of conserving crop genetic resources ex situ in the future harvest centres of the CGIAR*. Wallingford, UK, CAB International.

SGRP-CGIAR. Crop Genebank Knowledge Base. Page on safety duplication: Background documents, list of references and standard safety deposit agreement template (available at: [http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=58&Itemid=207&lang=English](http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=207&lang=English)).

## 10.4 المعايير المتعلقة بالأمن والموظفين

### المعايير

- 1.10.4 ينبغي أن يضع بنك الجينات استراتيجيات جاهزة لإدارة المخاطر تشمل جملة تدابير لمواجهة إنقطاع التيار الكهربائي والحرائق والفيضانات والزلازل.
- 2.10.4 ينبغي أن يتبع بنك الجينات المتطلبات والبروتوكولات المحلية للسلامة والصحة المهنية حيثما ينطبق ذلك.
- 3.10.4 ينبغي أن يوظف بنك الجينات الموظفين اللازمين للقيام بجميع المسؤوليات الروتينية لضمان أن يتم حصول بنك الجينات على البلازما الجرثومية وصونها وتوزيعها وفقا للمعايير.

### السياق

إن تحقيق أهداف بنك الجينات فيما يتعلق باقتناء وصون وتوزيع البلازما الجرثومية لا يستلزم فحسب وجود إجراءات وأجهزة كافية لمناولة البلازما الجرثومية في المكان، بل يستلزم أيضا توظيف موظفين مدربين بشكل مناسب لأداء العمل المطلوب ولضمان أمن بنك الجينات.

وتستلزم الإدارة الفعالة لبنك الجينات موظفين مدربين بشكل جيد، ومن المهم إيكال المسؤوليات إلى موظفين أكفاء مناسبين. وينبغي لذلك أن تكون لدى بنك الجينات إستراتيجية أو خطة للموظفين، وميزانية نظيرة على نحو يكفل توافر الحد الأدنى من الموظفين المدربين بشكل مناسب للاضطلاع بالمسؤوليات التي تكفل تمكن بنك الجينات من اقتناء وصون وتوزيع البلازما الجرثومية. ومن المستصوب أن يستعان بمتخصصين في عدد واسع من المجالات، على حسب مهمة وأهداف كل فرد من بنوك الجينات. ومع ذلك، سيتوقف استكمال ملاك الموظفين وتدريبهم على ظروف محددة. وتتوقف

أيضا صحة وفوائد البذور المخزنة في بنك الجينات على مسائل تتصل بأمان وأمن بنك الجينات. ويلزم وضع ترتيبات تكفل توافر مصادر احتياطية للكهرباء؛ ويتعين وجود أجهزة لإطفاء الحرائق وفحصها بانتظام؛ ويلزم أن تكون مباني بنك الجينات مقاومة للزلازل إذا كانت موجودة في منطقة عرضة للزلازل، وغير ذلك كثير. لذا ينبغي لبنك الجينات أن ينفذ ويعزز الإدارة المنهجية للمخاطر التي تتصدى للمخاطر المادية والبيولوجية في البيئة اليومية التي تتعرض لها المجموعات، وما يتصل بها من معلومات.

## الجوانب التقنية

ينبغي أن يحصل الموظفون على تدريب كاف عن طريق تدريب معتمد و/أو تدريب أثناء الوظيفة، وينبغي تحليل الاحتياجات من التدريب. وينبغي أن يكون موظفو بنك الجينات على علم بإجراءات السلامة لتقليل تعرض البلازما الجرثومية للمخاطر وأن يكونوا مدربين عليها.

وينبغي أن تشيد مرافق بنك الجينات بحيث تتحمل الكوارث الطبيعية مثل الأعاصير أو العواصف الحلزونية أو الزلازل أو الفيضانات، المعروف أنها تحدث في المواقع التي سُيدت فيها بنك الجينات. وينبغي حماية مرافق التخزين من خلال المرافق الأمنية النمطية كالسيارات ونظم الإنذار والأبواب المؤمنة وأية أنظمة أخرى تساعد في حماية بنك الجينات من اللصوص والدخلاء. وسيتعزز أمن مجموعات البذور في بنك الجينات إذا ما قُصر السماح بدخول مرافق التخزين على الموظفين المختصين فقط. وينبغي توفير الملابس الواقية واستخدامها في منطقة التخزين. وينبغي اتخاذ الاحتياطات الكافية وينبغي تركيب أجهزة السلامة، بما في ذلك أجهزة الإنذار وأجهزة فتح الأبواب من داخل غرف التجفيف والتبريد.

وسيعتمد التبريد بالتأكد اعتمادا يكاد يكون كاملا على الطاقة الكهربائية، ومن ثم فمن الضروري أن تكون إمدادات الكهرباء كافية وموثوقة. ويمكن أن يؤدي انقطاع التيار الكهربائي إلى فقدان تام للمدخلات لدى بنك الجينات. وينبغي النظر في توفير مولد احتياطي يعمل تلقائيا حين ينقطع التيار الرئيسي. وهذا سيتطلب تخزين كميات كافية من الوقود لتشغيل المولد أثناء انقطاع التيار.

وينبغي إتاحة أجهزة لرصد درجات الحرارة في غرف التجفيف والتخزين لتتبع المعايير الفعلية مع مرور الزمن. وينبغي النظر فيما إذا كان من الأفضل تخزين البذور بدون تبريد إذا كان التبريد غير موثوق به في حد ذاته. وإذا ما أُستخدم التبريد لصون البلازما الجرثومية، فيجب أن يستوفي المعايير الضرورية نظرا لأن التبريد غير الموثوق به يمكن أن يكون أكثر ضررا من التخزين غير المبرد.

وإذا تعذر الاعتماد على التبريد و/أو التيار الكهربائي، فيمكن بناء مرافق في التربة على عمق 10-20 مترا، حيث يمكن أن يكون متوسط درجة الحرارة عند 10 درجات مئوية. وقد يكون هذا جذابا في العديد من المناطق المدارية غير المعرضة لخطر الفيضانات. ومع ذلك ينبغي التجفيف جيدا، وينبغي أن تُحفظ البذور في قوارير مغلقة بإحكام.

ويتعين وجود أجهزة إنذار بالحرائق ومكافحة الحرائق في بنك الجينات. ومعظم الحرائق تبدأ من دوائر كهربائية معيوبة، لذا يجب إجراء فحوص دورية لدوائر الطاقة الكهربائية لضمان الامتثال لمعايير السلامة. وستشمل معدات مكافحة الحرائق طفايات الحريق والبطانيات الواقية من الحرائق. وبالنسبة للمناطق المعرضة للعواصف الرعدية، ينبغي تركيب قضيب الصواعق في بنك الجينات.

### الحالات الاستثنائية

في حالة عدم توافر موظفين مدربين تدريباً مناسباً أو عند وجود قيود تتعلق بضيق الوقت أو بغير ذلك، قد يكمن الحل في الاستعانة بمصادر خارجية لأداء بعض أعمال بنك الجينات أو الاتصال ببنوك أخرى للجينات لالتماس المساعدة. وينبغي إبلاغ الأوساط الدولية لبنوك الجينات، عند تعرض مهام بنك الجينات للخطر.

ويمكن أن يتسبب الدخول غير المصرح به إلى مرافق بنك الجينات في فقدان مباشر للمواد، بل ويمكن أيضاً أن يعرض العينات للخطر عن طريق الإدخال غير المتعمد للآفات والأمراض وعرقلة أنظمة الإدارة.

### مراجع مختارة

Engels, J.M.M. & Visser, L., eds. 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 6. Rome, IPGRI.

SGRP-CGIAR. Crop Genebank Knowledge Base. Page on risk management (available at: [http://croppgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=135&Itemid=236&lang=english](http://croppgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=236&lang=english)).



# الفصل 5

معايير بنك الجينات المحلي



## 1.5 معايير لاختيار موقع بنك الجينات الحقلي

### المعايير

- 1.1.5 ينبغي أن تكون الظروف الزراعية الإيكولوجية (المناخ والارتفاع والتربة وصرف المياه) لموقع بنك الجينات الحقلي مماثلة بقدر الإمكان للبيئة التي تنمو فيها عادة أو جمعت منها المواد النباتية التي تم جمعها.
- 2.1.5 ينبغي أن يختار موقع بنك الجينات الحقلي في مكان يقلل من المخاطر الناجمة عن الكوارث الطبيعية والكوارث من صنع الإنسان والمخاطر مثل الآفات والأمراض والأضرار الحيوانية والفيضانات والجفاف والحرائق والثلوج وضرر التجميد والبراكين والبرد والسرقات أو التخريب.
- 3.1.5 وبالنسبة لتلك الأنواع التي تستخدم لإنتاج البذور لتوزيعها، فينبغي أن يختار موقع بنك الجينات الحقلي بحيث يقلل من مخاطر انسياب المورثات والتلوث من المحاصيل أو من العشائر البرية من نفس النوع للحفاظ على السلامة الوراثية.
- 4.1.5 ينبغي أن يكون لدى موقع بنك الجينات الحقلي تأمين حيازة الأراضي، كما ينبغي أن يكون كبيرا بما يكفي لاستيعاب التوسع المستقبلي للمجموعة.
- 5.1.5 ينبغي أن يكون موقع بنك الجينات الحقلي سهل المنفذ للموظفين ولتوريد الإمدادات ويكون من السهل الوصول إلى الماء، وأن يتوفر على مرافق ملائمة للإكثار والحجر الصحي.

### السياق

نظرا لطبيعة بنك الجينات الحقلي الطويلة الأمد، فإن اختيار الموقع المناسب لإنشائه أمر حاسم لنجاح صون البلازما الجرثومية. وهناك العديد من العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار موقع بنك الجينات الحقلي بما في ذلك الظروف الإيكولوجية الزراعي المناسب للنباتات التي يجري صونها

في الموقع، والكوارث الطبيعية والاصطناعية المرتبط به، وتأمين حيازة الأراضي طويلة الأجل، وسهولة وصول للموظفين إلى الموقع، وتوفر الموارد المائية.

## الجوانب التقنية

سوف تنمو النباتات قوية وصحية عندما تزرع تحت ظروف زراعية إيكولوجية مناسبة. وتكون بنوك الجينات الحقلية معرضة بشكل خاص للخسائر الناجمة عن التكييف الضعيف للمواد التي نشأت في بيئات مختلفة جدا عن تلك الموجودة في موقع بنك الجينات. ينبغي أن يتوفر الموقع المحدد لبنك الجينات الحقلية على بيئة ونوع التربة أكثر ملاءمة للأنواع من أجل الحد من مخاطر سوء التكييف. ومن بين الحلول لسوء التكييف اتخاذ نهج اللامركزية في إدارة بنك الجينات، أي وضع المجموعات في بيئات زراعية مختلفة بدلا من وضعها في بنك جينات مركزي. ويتم الاحتفاظ بالمدخلات ذات التكييف المتشابه في محطة تقع في بيئة زراعية مماثلة لموقعهم الأصلي أو ما شابه ذلك أو بالقرب من بيئتها الطبيعية. ويمكن محاكاة الظروف الطبيعية للبيئة الأصلية من خلال توفير كثافة عالية للظل أو صرف المياه، على سبيل المثال للأقارب البرية للمحاصيل التي نشأت في الغابات الطبيعية مقابل النباتات المزروعة المكيفة مع كثافة عالية للضوء.

وإن تجنب الأمراض والآفات والحشرات الناقلة للأمراض مهم جدا بالنسبة للمجموعات الحقلية. وإذا كان ممكنا، فينبغي أن يكون بنك الجينات الحقلية موجودا في موقع خال من الأمراض والآفات الكبرى أو بعيدا عن المناطق المعروفة المصابة بالفطريات والفيروسات للتقليل من تكاليف المخاطر والإدارة المتعلقة بحماية النباتات وكفالة وجود مصدر نظيف للمواد من أجل التوزيع. وينبغي فحص التربة قبل الزراعة لكفالة خلوها من الفطريات، والنمل الأبيض أو الطفيليات الأخرى التي تنتقل عن طريق التربة، وتوفير العلاج المناسب لتنظيف التربة قبل الزراعة. وحيث لا يكون هذا ممكنا، فيجب أن يكون الموقع المختار بعيدا من الحقول المزروعة بنفس المحصول للحد من تهديدات الآفات الحشرية والأمراض، وأن تتم إزالة النباتات المصابة في إطار برنامج قوي للتعشيب. وينبغي، كلما كان ذلك ممكنا، الحفاظ على المجموعات في المناطق ذات المناخ الحار والجاف والتي هي أقل ملاءمة لحركة ناقلات الأمراض، والآفات والأمراض. كما أن من شأن جلب أعداد كبيرة من النباتات الحساسة للمرض أن تزيد من خطر انتشار هذا المرض. وتستحق هكذا مجموعات كبيرة من جنس واحد تدقيقا خاصا من وجهة نظر المرض.

ويشكل تقييم المخاطر الناجمة عن الكوارث الطبيعية مثل الفيضانات والحرائق والثلج/الجليد والبراكين والزلازل والأعاصير معيارا هاما لضمان السلامة المادية للمجموعات. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار السلامة المادية والتهديدات المحتملة من صنع الإنسان مثل السرقة والتخريب. وينبغي النظر في هذه الخصائص عند تحديد وتصميم بنك الجينات الحقلية للمساعدة في التقليل من فقدان البلازما الجرثومية (انظر أيضا معايير السلامة).



ويمكن استخدام شبكات الحشرات، والأقفاص لحماية النباتات الصغيرة من الحشرات أو أضرار الطيور. وتتطلب الأنواع الهجينة مثل أشجار الفاكهة ذات البذور الغير التقليدية أو النجيليات التي تنمو من البذور أو يحتفظ بها كنباتات، العزل من الملقحات المحتملة. ومن المهم لضمان السلامة الوراثية في هذه الأنواع اختيار موقع بعيد عن حقول المحاصيل أو الأنواع البرية من نفس النوع، لتجنب انسياب المورثات أو التلوث بالحشائش. وينبغي وضع واتباع مسافات العزل، وأقفاص العزل أو تدابير مراقبة التلقيح، الموصى بها للإكثار. وتتوفر معلومات محددة لكل محصول تتعلق بمسافة العزل عند تجديد المدخلات على قاعدة المعارف لبنوك جينات المحاصيل (Crop Genebank Knowledge Base) (انظر المراجع).

ويجب أن يكون بنك الجينات الحقلية موجودا في موقع آمن مع اتفاق طويل الأجل وحيازة الأراضي وتمويل مضمونين ومعلن عنهما، ومع الأخذ في الاعتبار خطة تنمية المنطقة. ويمكن لتاريخ استخدام الأراضي أن يعطي معلومات عن حالة الآفات أو الحشائش الضارة للحقل وكمية الأسمدة المستخدمة. ويمكن لاستخدام كميات كبيرة من الأسمدة في السنوات السابقة أن تؤثر على معدلات النمو من الجذور والدرنات. وعلى سبيل المثال، يمكن للكميات المتبقية العالية للأسمدة أن تحول دون نمو درنة البطاطا الحلوة. ويمكن تجنب إجهاد الجفاف عندما يدمج توافر الكميات الكافية من مياه الأمطار أو إمدادات المياه لأغراض الري التكميلي كمعيار اختيار. وبصرف النظر عن تاريخ استخدام الأراضي يوصى بأن تدرج التدابير التي يمكن اتخاذها للتأكد من الحالة المادية والغذائية للتربة وتصحيحها. وهذا يستلزم أساسا التحليل الفيزيائي والكيميائي للتربة متبوعا بتدابير تصحيحية لاحقة. فالمناطق التي يستخدم فيها البوتاسيوم بشكل كبير، تحتاج إلى أن تكون متوازنة بتطبيقات تكميلية للكالسيوم والمغنيسيوم، وخاصة بالنسبة لأشجار الفاكهة الاستوائية.

وينبغي أن يوفر حجم الموقع المختار مساحة كافية لشكل الأنواع المزمع صونها، وكذلك للتوسع في المستقبل عندما تكبر المجموعة، لاسيما في حالة الأنواع المعمرة. ويمكن أن تكون المساحة المطلوبة للمحاصيل الشجرية كبيرة جدا. كما ينبغي توفير مساحة كافية لاستيعاب المحاصيل الحولية التي تتطلب زراعة مستمرة وتناوب بين الحقول لتجنب أي تلوث ممكن من المزرعات السابقة، فضلا عن تناوب بين المحاصيل الحولية والمعمرة للسيطرة على الأمراض وإدارة خصوبة التربة. وهناك حاجة إلى مرافق تخزين كافية وملائمة في حالة المواد النباتية التي يجب أن يتم تخزينها بعد الحصاد إلى أن يحين موسم الزراعة القادم.

وستساعد سهولة الوصول المادي إلى البلازما الجرثومية في رصد وإدارة النباتات. وينبغي أن يكون الموقع مناسباً لوصول العمال وآلات التغطية والتسميد ورش المبيدات الحشرية والوصول إلى مرافق الري الكافي على مدار السنة، والإكثار، ومرافق الحفظ في الأنايب المخبرية أو الحفظ بالتبريد الشديد، حسبما هو مطلوب. وينبغي أن يكون في المكان نظام أمني جيد لتفادي سرقة أو تلف البلازما الجرثومية والمرافق.

## الحالات الاستثنائية

ويتطلب زرع المدخلات من أصول بيئية وجغرافية مختلفة في موقع واحد اهتماما دقيقا من قبل الموظفين في الحقل لرصد الفينولوجيا التوالدية وإنتاج البذور وتحديد ونقل المدخلات الضعيفة التكيف إلى مواقع بديلة محتملة، أو الصوبات الزراعية، أو الزراعة في الأنابيب المخبرية لتجنب فقدان المادة الوراثية. وقد تكون هناك حاجة إلى ممارسات إدارية خاصة لبعض المدخلات. وقد تكون هناك حاجة إلى المناطق المحمية مثل الصوبات المحمية بشبكة أو أقفاص لحماية النباتات من الحيوانات المفترسة.

## مراجع مختارة

**Anderson, C.M.** 2000. *Citrus germplasm resources and their use in Argentina, Brazil, Chile, Cuba and Uruguay*. Proc. IX ISC. Vol I: 123-125, Orlando, Florida, USA.

**Anderson, C.M.** 2008. *Recursos genéticos y propagación de variedades comerciales de cítricos*. XII Simposium Internacional de Citricultura. Tamaulipas, México.

**Borokini, T.I., Okere, A.U., Giwa, A.O., Daramola, B.O. & Odofoin, T.W.** 2010. Biodiversity and conservation of plant genetic resources in field genebank of National Centre for Genetic Resources and Biotechnology, Ibadan, Nigeria. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 2(3): 037-050.

**Davies, F.S. & Albrigo, L.G.** 1994. *Citrus*. Wallingford, UK, CAB International.

**Gmitter, F.G. & Hu, X.L.** 1990. The possible role of Yunnan, China, in the origin of contemporary citrus species (Rutaceae). *Economic Botany*, 44: 267-277.

**Said Saad, M. & Rao, V.R., eds.** 2001. *Establishment and management of field genebank training manual*. Serdang, Malaysia, IPGRI-APO.

**SGRP-CGIAR.** Crop Genebank Knowledge Base (available at: <http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/>).

## 2.5 معايير اقتناء البلازما الجرثومية

### المعايير

- 1.2.5 ينبغي الحصول على جميع المدخلات للبلازما الجرثومية التي تضاف إلى بنك الجينات بطريقة مشروعة مع الوثائق الفنية ذات الصلة.
- 2.2.5 ينبغي أن ترفق جميع عينات البذور بحد أدنى من البيانات المرتبطة بها على النحو المفصل في واصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة إلى البنك التي حددها منظمة الأغذية والزراعة/ المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي.
- 3.2.5 ينبغي جمع مادة الإكثار من نباتات سليمة في طور النمو كلما كان ذلك ممكناً، وفي مرحلة نضج مناسب لتكون قابلة للإكثار.
- 4.2.5 ينبغي أن تكون الفترة بين الجمع والشحن والمعالجة والنقل بعد ذلك إلى البنك الحقلي للجينات قصيرة قدر الإمكان لمنع فقدان وتدهور المادة.
- 5.2.5 ينبغي أن تمر العينات التي يتم الحصول عليها من بلدان أخرى أو مناطق أخرى داخل البلاد بعملية الحجر الصحي وتلبية الاحتياجات ذات الصلة المرتبطة بها قبل أن يتم إدراجها في المجموعة الحقلية.

### السياق

الاقتناء هو عملية جمع أو طلب المواد لضمها إلى بنك الجينات الحقلي مع المعلومات ذات الصلة. وتتطلب طبيعة النباتات ذات البذور الغير التقليدية والنباتات المكثرة خضريا اهتماما خاصا خلال الحصول على البلازما الجرثومية من أجل الصون في بنوك الجينات الحقلية. ويمكن أن تأتي المادة النباتية القابلة للتكاثر اللازمة لتكوين بنك الجينات الحقلي في أشكال مختلفة مثل بذور، أو شتلات،

أو درنات، أو جذور درنية، أو طعوم، أو زراعة أنسجة، أو ترقيعات، أو مادة محفوظة بالتبريد الشديد. ويمكن الحصول على المواد النباتية من بنوك الجينات الموجودة، ومن مجموعات البحث ومربي النباتات، ومن الأصناف البدائية والأصناف الأخرى الموجودة عند المزارعين، ومن الاستكشافات والبعثات لجمع النباتات. ويجب أن تؤخذ في الاعتبار القواعد الدولية والقطرية ذات الصلة مثل قوانين الصحة النباتية/الحجر، والقوانين القطرية للحصول على الموارد الوراثية، والاتفاقية الدولية لوقاية النباتات، والمعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، واتفاقية التنوع البيولوجي، وغيرها التي تحكم حركة واقتناء البلازما الجرثومية.

## الجوانب التقنية

يُتيح التقييد بالمعيار 1.2.5 الحركة الآمنة للبلازما الجرثومية من مواقع الجمع داخل البلاد وخارجها على حد سواء إلى موقع استضافة بنك الجينات. عندما يتم جمع مادة البلازما الجرثومية في موقعها الطبيعي، من المهم التقييد باللوائح القطرية، والتي تتطلب عادة أن يتم الحصول على تصاريح الجمع من السلطات القطرية ذات الصلة. وإذا كان الجمع من حقول المزارعين أو مناطق مجتمعية، يلزم طلب الموافقة المسبقة وفقا للقانون القطري، الإقليمي أو الدولي ذات الصلة. وإذا كانت مادة البلازما الجرثومية ستصدر من بلد، فينبغي استخدام اتفاق ملائم لنقل المواد. في حالة الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، ويمكن أن يرفق التصدير بالاتفاق الموحد لنقل المواد (SMTA) أو تصاريح أخرى مماثلة وفقا للوائح القطرية للحصول واقتسام المنافع. ويجب الحصول على لوائح تصريح الاستيراد التي تحدد متطلبات الصحة النباتية وأي متطلبات أخرى للاستيراد، من السلطة القطرية المختصة في البلد الملتقي. وأثناء مرحلة الاقتناء، من المهم كفاءة أن تكون البيانات الأساسية لكل عينة مدخلة مكتملة قدر الإمكان. وخاصة البيانات الجغرافية المرجعية التي هي مفيدة جدا لأنها تعطي وصفا دقيقا لمكان المواقع الأصلية للجمع وتساعد على تحديد المدخلات ذات الصفات التكميلية المحددة وفقا للظروف المناخية الزراعية للمواقع الأصلية للجمع. والبيانات الأساسية حاسمة في تحديد هوية المدخلات وتصنيفها وتستخدم كنقطة انطلاق في اختيار واستخدام العينة المدخلة. وينبغي استخدام استمارات جمع ملائمة لاستخلاص بيانات الجمع. ويجب أن تتضمن هذه الاستمارات معلومات من قبيل التصنيف العلمي الأولي للعينة، وإحداثيات النظام العالمي التي تحدد موقع الجمع، ووصفا لموئل النباتات التي جُمعت منه، وعدد النباتات الداخلة في العينة، والبيانات الأخرى ذات الصلة المهمة للصون السليم، على النحو المنصوص عليه في واصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة لمنظمة الأغذية والزراعة/المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي (Alercia et al., 2012). ويمكن الحصول على معلومات إضافية مفيدة للغاية، مثل الممارسات الزراعية، وطرق التكاثر، وتاريخ وأصل المادة، والاستخدامات، من خلال مقابلات مع المزارعين عند جمع المادة من حقول المزارعين. وينبغي كلما أمكن جمع عينة معشبة مرجعية موثقة من نفس عشيرة العينة، وإعداد سجل لطريقة وسبب اقتنائها.



وفي حالة التبرع بالبذور (من برنامج بحثي أو بنك للجينات)، ينبغي تقديم بيانات عن التصنيف العلمي والجهات المتبرعة ورقم هوية الجهة المتبرعة وأسماء البلازما الجرثومية، بالإضافة إلى البيانات الأساسية المتاحة. وينبغي التماس معلومات كافية من الجهة المتبرعة عن الطريقة التي حفظت بها البلازما الجرثومية الواردة، بما في ذلك معلومات عن النسب والسلالة بالإضافة إلى سلسلة معلومات الحيازة، حيثما توافرت. وينبغي تخصيص رقم هوية للمواد (إما مؤقتاً أو دائماً، وفقاً للممارسة المتبعة في بنك الجينات) الذي سيربط المادة بالبيانات الأساسية وبأية معلومات أخرى تم جمعها، ويضمن أصالة العينة.

وعلى الرغم من أنه من غير الممكن كفالة بأن المواد النباتية التي تم جمعها في الموقع الطبيعي هي في حالة من الصحة المثالية (أي خالية من الأمراض والآفات الحشرية)، فمن المهم جمع المادة النباتية القابلة للتكاثر من أقصى حد ممكن من النباتات التي تظهر في صحة جيدة، وخالية من

الأمراض والإصابة بالآفات الحشرية أو الضرر. وينبغي تخزين المواد النظيفة المحصل عليها من مصادر معتمدة في صوبة محمية بالشبكة، للحيلولة دون غزو الحشرات للنباتات النظيفة ونشر الكائنات الممرضة. كما ينبغي أيضا على المجمع أن يتجنب، خلال عملية الجمع، استنفاد العشائر الطبيعية المستهدفة بالجمع. وقد يكون من المفيد أيضا تكرار أخذ العينات من موقع معين للحصول على أقصى قدر من التنوع الوراثي التي قد يكون موجودا في أوقات مختلفة (Guarino *et al.*, 1995). وفي مرحلة جمع عينات من النباتات المعمرة التي تتكاثر خضريا، وخصوصا عند جمع براعم مناسبة لأخذ مقاطع أو تطعيمات، فإنه يكون من المرغوب فيه تحفيز تكوين براعم ملائمة وذلك بشق الجذع أو الفروع، ويمكن بعد ذلك جمع هذه البراعم خلال الزيارة الثانية.

من المهم الإشارة إلى أن الفترة بين جمع الموارد الوراثية الأصلية ونقلها إلى بنك الجينات تكون حرجة. وهذا ينطبق بشكل خاص على الأنواع التي تنتج بذورا غير تقليدية وطعم نسيلى، والتي لا تحتفظ بصلاحياتها لفترة طويلة جدا، وكذا على المادة النباتية القابلة للتكاثر التي تعفن بسهولة. وفي بعض الحالات قد يحتاج البلازما الجرثومية للشحن لمسافات طويلة، كما هو الحال عندما يتم الحصول على المادة من بلدان أخرى. ويجب إيلاء الاهتمام لفترة الشحن، بما في ذلك فترة العبور والمعالجة، ويجب اتخاذ التدابير الملائمة لكفالة وصول المادة إلى وجهة بنك الجينات في حالة جيدة. من المهم أيضا أن يتم إعداد المادة النباتية القابلة للتكاثر (سليل خشبي أو بذور أو عقل) بشكل صحيح لتحسين الصلاحية أثناء نقل الطرود البريدية. وعلى سبيل المثال، ينبغي أن تعبأ البذور الغير التقليدية في القطن المعقم أو أي مادة مناسبة أخرى وتوضع في كيس من البلاستيك مثقب لكفالة ما يكفي من تبادل الهواء. وينبغي حماية البذور من السحق الذي يمكن أن يسببه فارز البريد الميكانيكي بوضعها في علبة شحن صلبة وآمنة. وبالنسبة للسليل الخشبي، ينبغي تليفيف نهايتي القطع للسليل النظيف في غشاء بارات م للحد من فقدان الرطوبة. كما ينبغي الأخذ في الاعتبار ارتفاع درجات الحرارة أثناء النقل للمجموعات المرسلّة من المناطق الاستوائية.

نظرا إلى أن المجموعات الحقلية لا يمكن أن تستوعب العديد من العينات (انظر معايير تكوين المجموعة) فإنه عادة ما يكون حجم العينة للمجمع محدودا مقارنة بالبذور التقليدية. ومع ذلك، ينبغي بذل كل الجهود الرامية إلى جمع أقصى قدر من التنوع الوراثي للعشيرة المستهدفة. غير أنه، في حالة الجمع لبنك الجينات الحقلية، يتعين على الجامع اتخاذ قرارات بشأن عدد النباتات التي يمكن عمليا جمعها من ضمن العشيرة. وسوف يعتمد العدد الفعلي إلى حد كبير على نظام التربية للنبات، ونوع النبات وجزء النبات الذي يتم جمعه.

### الحالات الاستثنائية

ينبغي أن لا يتم الجمع من دون تلبية الشروط القانونية لاسيما إذا كانت البلازما الجرثومية ستأخذ إلى خارج بلاد الجمع بعد ذلك. وفي حالة عدم التمكن من أخذ المواد خارج البلاد بسبب متطلبات الصحة

النباتية، ينبغي بذل الجهود لتكوين مجموعات حقلية في بلد المنشأ و/أو لتكوين زراعات في أنابيب مخبرية التي هي أكثر قابلية للتصدير. وينبغي السماح باستثناءات فيما يتعلق بحجم العينة بالنسبة للأنواع البرية والنادرة حيث لا تتوافر مادة الإكثار في الظروف أو بالكميات المثلى.

## مراجع مختارة

**Alercia, A., Diulgheroff, S. & Mackay, M.** 2012. *FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors (MCPD V.2)*. Rome, FAO and Bioversity International (available at: [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/1526.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/1526.pdf)).

**Bioversity International/Food and Fertilizer Technology Center/TARI-COA (Taiwan Agricultural Research Institute-Council of Agriculture).** 2011. *A training module for the international course on the management and utilisation of field genebanks and in vitro collections*. Fengshan, Taiwan, TARI.

**Brown, A.H.D. & Hardner, C.M.** 2000. *Sampling the gene pools of forest trees for ex situ conservation*. In A. Young, D. Boshier & T. Boyle. *Forest conservation genetics. Principles and practice*, pp.185-196. CSIRO and CABI.

**Bustamante, P.G. & Ferreira, F.R.** 2011. Accessibility and exchange of plant germplasm by EMBRAPA. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, S1: 95-98.

**Engelmann, F., ed.** 1999. *Management of field and in vitro germplasm collections*. Proceedings of a Consultation Meeting, 15-20 January 1996. Cali, Colombia, CIAT, and Rome, IPGRI.

**FAO.** 1995. Collecting woody perennials. In L. Guarino, V.R. Rao & R. Reid, eds. *Collecting plant genetic diversity. Technical guidelines*, pp. 485-511. Wallingford, UK, CABI.

**Ferreira, F.R. & Nehra, N.** 2011. *Forestry germplasm exchange and quarantine in Brazil*. In Society of American Foresters, National Convention, Honolulu, Hawaii, USA, 2-6 November 2011 (available at: <http://www.eforester.org/natcon11/program/2011conventiononsitebook.pdf>).

**Frison, E.A. & Taher, M.M., eds.** 1991. *FAO/IBPGR technical guidelines for the safe movement of citrus germplasm*. Rome, FAO and IBPGR.

**Guarino, L., Rao R., V. & Reid, R., eds.** 1995. *Collecting plant genetic diversity. Technical guidelines*, Wallingford, UK, CAB International.

**Marshall, D.R. & Brown, A.H.D.** 1975. Optimum sampling strategies in genetic resources conservation. In O.H. Frankel & J.G. Hawkes, eds. *Crop genetic resources for today and tomorrow*, pp. 3-80. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

**Reed, B.M., Engelmann, F., Dulloo, M.E. & Engels, J.M.M.** 2004. *Technical guidelines for the management of field and in vitro germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 7. Rome, IPGRI.

**Said Saad, M. & Rao, V.R., eds.** 2001. *Establishment and management of field genebank training manual*. Serdang, Malaysia, IPGRI-APO.

**SGRP-CGIAR.** Crop Genebank Knowledge Base. Field genebanks (available at: [http://croptgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=97&Itemid=203&lang=english](http://croptgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=97&Itemid=203&lang=english)).

**Veiga, R., Ares, I., Condon, F. & Ferreira, F.R.** 2010. *Intercambio seguro de recursos fitogenéticos*. In Estrategia en los recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur/IICA. pp. 75-83. Montevideo, PROCISUR, IICA.

**Walter, B.M. & Cavalcanti, T.B.** 2005. *Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal*. D.F. Brasil, Embrapa Recursos Genéticos.



## 3.5 معايير تكوين المجموعات الحقلية

### المعايير

- 1.3.5 ينبغي المحافظة على عدد كاف من النباتات لالتقاط التنوع الوراثي في العينة المدخلة، وكفالة سلامتها.
- 2.3.5 ينبغي أن يتوفر بنك الجينات الحقلية على خريطة واضحة تبين الموقع الدقيق لكل عينة مدخلة في القطعة.
- 3.3.5 ينبغي اتباع الممارسات الزراعية الملائمة مع الأخذ في الاعتبار البيئة المصغرة، ووقت الزرع، والجدع المطعم، ونظام السقي، ومكافحة الآفات والأمراض والحشائش.

### السياق

من الصعب توفير معايير محددة لتكوين مجموعة بنك الجينات الحقلية. وسوف تعتمد كثيرا على طبيعة الأنواع التي يراد صونها. ولا بد من تطوير معايير محددة للأنواع اعتمادا على الخصائص البيولوجية للأنواع، وفينولوجياتها، وآلياتها التوالدية وتركيباتها العشوائية. وهناك ثلاثة اعتبارات رئيسية يجب أخذها في الاعتبار عند تكوين مجموعة بنك الجينات الحقلية: (أ) كم عدد النباتات في كل عينة مدخلة التي ينبغي المحافظة عليها، (ب) كيف يتم وضع النباتات داخل بنك الجينات، (ج) ما هي الممارسات الزراعية التي يجب تطبيقها لكفالة أفضل ظروف النمو للمدخلات في المجموعات.

## الجوانب التقنية

يتوقف قرار تحديد عدد النباتات التي ينبغي زرعها من كل عينة مدخلة في بنك الجينات الحقلية على الموازنة بين الحاجة إلى الحفاظ على التنوع الجيني للمدخلات، واعتبارات المساحة، والحاجة إلى التوصيف والأوضاع والاقتصادية لبنك الجينات الحقلية. وسوف تكون مختلفة بالنسبة للنباتات الحولية أو المعمرة، وما إذا كانت الأنواع تتكاثر عن طريق البذور أو خضريا. وفي حالة الأنواع التي تتكاثر عن طريق البذور، يلزم أن يكون حجم العينة كبيرا بما فيه الكفاية لالتقاط التنوع الوراثي الموجود في العينة المدخلة التي تم جمعها. ومن الجدير بالذكر هنا أنه خلال جمع البذور الغير التقليدية، يجب وضع تصميم مناسب لأخذ العينات والذي يمنح الأولوية لجمع النباتات حيث أنه سيكون من الصعب إيواء إرسالية "ضمن التنوع الوراثي للعينة المدخلة" في مجموعة بنك الجينات الحقلية. وبالنسبة للأنواع، المكثرة خضريا يكفي عدد قليل من النباتات لتمثيل التنوع الوراثي في العينة المدخلة ولكفالة أمنها. ومع ذلك، قد تكون هناك حاجة إلى مزيد من النباتات في بعض الحالات، عندما يكون التنوع داخل العشيرة أكبر من التنوع بين العشائر. ويمكن أن يعتمد أيضا حجم العينة على الغرض من تأسيس المجموعة، أي التقييم و/أو التوزيع، والتي قد تحدد عددا مختلفا من الأفراد في العينة المدخلة بالمقارنة مع أغراض المحافظة.

عند تكوين مجموعة بنك الجينات الحقلية، من المهم جدا معرفة المدخلات التي يتم زرعها ومكانها. ويمكن للتخطيط السليم والتصميم الحقلية المعد بشكل جيد أن يحسن من كفاءة استخدام مساحة الحقل وإدارة المجموعة. وينبغي تحديد موقع المدخلات الفردية بشكل واضح. وفي هذا الصدد، ينبغي إدراج تصميم قطع التجارب، والخرائط الإلكترونية والمطبوعة، فضلا عن الرموز الشريطية وبطاقات التوسيم في الحقل في مرحلة إنشاء بنوك الجينات. وينبغي إيلاء اعتبارات لوضع المدخلات في البيئة الصغرى الأكثر ملاءمة في بنك الجينات الحقلية. وتحتاج بعض النباتات إلى ظروف بيئية خاصة، وربما تستلزم إيواؤها في الصوبات الزراعية للتحكم بقدر أكبر في الظروف البيئية (على سبيل المثال تجنب الحرارة أو البرد) أو تتطلب تظليلا من النباتات الأخرى.

ويستلزم الأخذ في الاعتبار كل من عادات النمو وحجم النباتات البالغة وكذلك منشآت الري وسهولة الصيانة عند حساب حجم الأواني. ويسمح التباعد المناسب للنباتات في الأواني بالنسبة للأنواع المعمرة، بالنمو السليم للنبات الفردي، على سبيل المثال شجرة، والابتعاد عن خليط من تلك المحاصيل التي تعطي درنات على ساق طويل تحت الأرض. وبالإضافة إلى ذلك ينبغي أن تنفذ الحواجز المادية بين القطع لتجنب الاختلاط (انسياب المورثات)، على سبيل المثال عن طريق الفصل بين القطع بزراعة الأنواع المختلفة ذاتية التلقيح. مما سيساعد على تجنب المنافسة التي قد تنتج نباتات ضعيفة أو قد تعزز الانتشار السريع للمرض أو آفات الحشرات. وقد يتطلب النسيب الغازي الزرع في العلب، والأواني أو صناديق للحد من الاختلاط أو المنافسة مع المدخلات أقل قوة. وقد تزرع المدخلات ذات المرفولوجيات المميزة بسهولة في القطع المجاورة عندما يشكل زحف، ونشر أو ذرف البصيلات أو البذور مشكلة في

القطع المجاورة. وتحتاج الأنواع الهجينة إلى مسافة عزل كافية بين قطع المدخلات المختلفة أو تدابير مثل أقفاص العزل للحفاظ على السلامة الوراثية لأي من البذور المجمعة من أجل التوزيع.

وينبغي التأكيد على أن التصميم والتخطيط الحقل ليسان ثابتين عبر الوقت، وسوف يتغيران وفقا لجدول الزرع. وفي حالة النباتات الحولية، من الضروري تطبيق الدورة الزراعية، وهذا يتطلب تحديد مواعيد مناسبة ومساحة إضافية. ومن المهم أيضا تصميم التخطيط بحيث يكفل عدم وجود أي انجرافات للمبيدات إلى البيئة المباشرة.

إن بطاقات التوسيم المكتوبة بشكل صحيح وواضح مع اثنين من البطاقات مقاومة للماء هي في غاية الأهمية بالنسبة للمجموعات الحقلية. وينبغي أن تحتوي البطاقات على معلومات تتعلق بـ: التاريخ، والاسم ورقم الجمع في الحقل. وإذا كان ذلك ممكنا، ينبغي استخدام بطاقات التوسيم المطبوعة بالحاسوب لأنها تحد من الأخطاء في نسخ الأسماء والأرقام. كما تشكل خرائط الحقل (الورقية أو الرقمية) وثائقا أساسية لبنوك الجينات الحقلية وتوفر نسخة احتياطية لبطاقات التوسيم المستخدمة في الحقل والتي تضيع بسهولة أو تدمر. وينبغي إعدادها قبل الزراعة وتحديثها بانتظام.

ويتطلب تكوين مجموعة بنك الجينات الحقلية اعتماد ممارسات زراعية ملائمة خاصة بالنوع، لكفالة نجاح تطور النباتات في بنك الجينات الحقلية. ويلزم اختيار مواد الإنبات بعناية. ويمكن لاختيار النباتات القوية وحدها لحفظها في بنك الجينات الحقلية الحد من الاختلاف الجيني. وتبقى جودة المواد الإنبات الأولية من منظور الصحة النباتية ذات أهمية للغاية عند زرع حقول جديدة أو إعادة زراعة قطع تجريبية فارغة أو عند تجديد المجموعات بأكملها طالما لم ينفذ أي انتقاء جيني. وينبغي فقط استخدام المواد السليمة والأجزاء القوية من النبات. وينبغي التقيد بالرعاية الصحية البسيطة، مثل استخدام أدوات معقمة نظيفة في إعداد مواد الإنبات. كما يجب النظر في إمكانية فهرسة الأمراض الغير الظاهرة مثل الفيروسات والكائنات الممرضة المنقولة عن طريق الرقع (مثل الفيرويد، والفيطوبلازما والكائنات غير المحددة) قبل التطور حيثما كان ذلك ممكنا.

وينبغي زرع النباتات في الوقت المناسب. وينبغي اتباع التوصيات المتعلقة بوقت الزراعة لأنواع مختلفة من مناطق مختلفة حيثما وجدت. ويجب أن تأخذ هذه التوصيات في الاعتبار الظروف المثلى لتطور النبات، والتي يمكن أن تتضمن درجات الحرارة ومستويات الرطوبة، ونوع التربة والجذع المطعم وغير ذلك. بالنسبة للنباتات التي تتكاثر بالتطعيم، يجب اتخاذ الحذر للحصول على جذوع مطعمة بطريقة موحدة للقيام بتطعيم جميع العينات في الوقت المناسب. وتطعم أنماط محددة من النوع على الجذع المطعم من نفس النوع، أو من نوع ذات قرابة وثيقة والذي أثبت حسن توافقه. وفي تلك الحالات، ينبغي استخدام نفس والجذع المطعم لجميع مدخلات ذلك النوع. ويجب اختيار الجذر وفقا لتكيفها مع خصائص التربة والتأثير الأدنى على سلوك المادة المطعمة. وينبغي غرس الأشجار على جذورهم، وغير مطعمة، إلا إذا كان هناك حاجة لاستخدام الجذوع المطعمة للوقاية من الأمراض أو إذا كان المرقع هو الشكل الطبيعي لزراعة النوع.

وينبغي زراعة المحاصيل التي تحتاج إلى التلقيح الخلطي في مجموعات حسب تاريخ الإزهار. وفي الأنواع ثنائية المسكن، ينبغي زراعة كمية ملائمة من النباتات ذكور/إناث. وبالنسبة للأنواع الغير



المتوافقة والتي تتكاثر بلا تزاوج يجب على أمين البنك أن يعرف أي نظام عدم التوافق الذاتي وتركيبية الأليل الموجودة ذي النوع من أجل الحصول على مجموعة حقلية جيدة ولضمان تكوين الثمار أو البذور. ومن المهم أيضا مراقبة معاملة الأراضي (التدابير الزراعية والتقنية) خلال إقامة المجموعات الحقلية. وتحتاج بعض الأنواع إلى دعم إضافي من خلال زراعة أشجار الظل في تصميم مناسب (مثل القهوة)، والتي يجب أن يتم اختياره وفقا للظروف المحلية ومتطلبات هذه الأنواع. كما تحتاج بعض الأنواع المتسلقة (مثل الفانيليا، وكثير من الفاصوليات، والقرعيات، وغيرها) إلى أشجار، وعصي خشبية، وأسلاك أو غيرها من المنشآت للنمو السليم. وقد يكون من الضروري تحضير مكان خاص للزراعة بالنسبة للأنواع الخاصة (لاسيما تلك التي من المناخات الجافة)، على سبيل المثال "فوق الطاولة" والملاجئ

للقااية من الأمطار في فترات معينة من السنة. وقد يكون ذلك صحيحا لفترات تظليل خاصة، والري، أو أوقات الفيضانات أو أغطية للحماية من الصقيع وما إلى ذلك. وتحتاج بعض أنواع الأشجار المثمرة لتشذيب منتظم للتعبير عن مظهرها النموذجي والبقاء بصحة جيدة. وبالنسبة لمحاصيل الأشجار، هناك ممارسة أخرى ينبغي تشجيعها بقوة وهي استخدام جذوع مطعمة قزمية.

## الحالات الاستثنائية

قد لا تستجيب بعض التراكيب الوراثية بشكل جيد للأساليب العامة للإكثار الموضوعة لأنماط معينة من الأنواع، وينبغي القيام ببحوث لتطوير منهجيات جديدة. وفي حالة النباتات المكثرة عن طريق الجذع المطعم في موقع للزرع يتطلب استخدام أنواع ذات صلة كجذع مطعم، يجب استخدام الأصل المرفق بين النبات العائل والطعم.

من المهم النظر في المحافظة على نسخة للمجموعة في موقع آخر (انظر معايير الأمن والاستنساخ الآمن). وقد لا تتكيف جيدا بعض الموروثات الجينية، على سبيل المثال، التي تعيش في الظل تحت الأشجار الغابوية أو التي تكون عرضة للمرض، مع الظروف تحت الشمس في الحقل وبالتالي ينبغي توفير حماية مناسبة لها. ويتفاقم هذا الوضع بالقيود على الموارد، مما يسبب في الدور المزدوج لبنوك الجينات الحقلية (الصون وتحسين المحاصيل) والذي يمكن أن يؤدي إلى الصراعات، على سبيل المثال، في تصاميم بنك الجينات، والإدارة، واستنساخ المدخلات. وعندما يكون من الصعب المحافظة على نسخة للمجموعة في الحقل، فإن الخيار الممكن هو إقامة نسخ على شكل زراعات في الأنابيب المخبرية.

## مراجع مختارة

Reed, B.M., Engelmann, F., Dulloo, M.E. & Engels, J.M.M. 2004. *Technical guidelines for the management of field and in vitro germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 7. Rome, IPGRI.

Sebbenn, A.M. 2002. Número de árvores matrizes e conceito genéticos na coleta de sementes para reflorestamentos com espécies nativas. *Revista do Instituto Florestal de São Paulo*, V.14(2): 115-132.

SGRP-CGIAR. Crop Genebank Knowledge Base. Field genebanks (available at: [http://croptgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=97&Itemid=203&lang=english](http://croptgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=97&Itemid=203&lang=english)).

## 4.5 معايير إدارة الحقل

### المعايير

- 1.4.5 ينبغي رصد الآفات والأمراض في النباتات والتربة بانتظام.
- 2.4.5 ينبغي أن يتم تنفيذ الممارسات الزراعية المناسبة مثل التسميد، والري، والتشذيب، والتعريشة، والجذع المطعم، والتعشيب لكفالة نمو مرضي للنبات.
- 3.4.5 ينبغي رصد الهوية الوراثية لكل عينة مدخلة من المدخلات من خلال ضمان العزل السليم للمدخلات حيثما كان ذلك مناسباً، وتجنب النمو المختلط للمدخلات، والتوسيم الصحيح والخرائط الحقلية والتقييم الدوري للهوية باستخدام التقنيات الشكلية أو الجزيئية.

### السياق

تشير إدارة الحقل إلى المعاملة والمراقبة اليومية للمجموعات الحقلية للتأكد من أن المدخلات النباتية في صحة جيدة، وميسرة ومتوفرة للاستخدام. وهذا ينطوي على العديد من الأنشطة المختلفة بما في ذلك مكافحة الآفات والأمراض، والتغذية السليمة للنباتات، والري والتعشيب، والتشذيب، ورصد المدخلات لضمان السلامة الوراثية للمجموعات.

## الجوانب التقنية

يمكن أن تكون خسائر البلازما الجرثومية الناتجة عن سوء الحالة الصحية سببا رئيسيا من التآكل الوراثي في بنوك الجينات الحقلية. ويشكل الحفاظ على صحة مدخلات النباتات في مجموعات البلازما الجرثومية تحديا كبيرا، خصوصا عندما يتم جمع المدخلات من منطقة واسعة من حيث التوزيع وحيث توجد مختلف الآفات والأمراض. ويمكن أن تكون المدخلات ضمن المجموعات أيضا مصدرا/محورا لانتشار الآفات والأمراض إذا لم يتم إدارتها بشكل صحيح. ولذلك، فمن المهم أن تمارس رقابة صارمة على إدخال النباتات إلى بنك الجينات. وبالإضافة إلى ذلك، يجب النظر في المستويات الحالية والتاريخية على حد سواء لعشائر الحشرات والأمراض. وتبقى عمليات التفتيش الدقيق والتسجيل مهمة جدا في كل عمليات إدارة الآفات. كما أن توقيت السيطرة على الأمراض هي أيضا ذات أهمية قصوى لأنه بعد إصابة المواد النباتية يكون الضرر في كثير من الأحيان غير رجعي. ويمكن لتصميم نماذج من السيناريوهات المناخية ومن الأمراض أن يساعد أيضا في السيطرة على الآفات والأمراض الناشئة حديثا.

قد تشمل الآفات الحشرية والأمراض مجموعة واسعة جدا من الكائنات الحية حسب المجموعات المستهدفة. وتشمل بعض الآفات المرتبطة عادة بالبلازما الجرثومية النباتية الحشرات، والسوس، والفطريات، والبكتيريا، والنيماطود، والفيروسات وأشباه الفيروسات، وسيبروبلازما، وفيتوبلازما، والرخويات، والقواقع وكذلك الحشائش الضارة. وقد تكون النباتات المكثرة ضريبا مصابة بالفيروسات، مما يؤدي إلى انخفاض القوة، والصلابة، وعدم التوافق مع المطعم، من بين أمور أخرى. وخلال الحجر الصحي أو المحافظة، يمكن الكشف عن آفات الحشرات والأمراض من خلال عدد من التقنيات بما في ذلك الفحص البصري، والعزل بطريقة طبق الأغار، والحضانة في غرفة رطبة، والتطعيم، واختبارات بيولوجية، والفحص بالمجهر الإلكتروني ومستلزمات تشخيص النبات. وقد تشمل هذه الأخيرة فحص إليزا (ELISA)، والتي هي سهلة الاستخدام، والمتاحة بالفعل لأمراض المحاصيل الجذرية (الكسافا والبطاطس والبنجر) والفواكه (الموز والتفاح، والفواكه ذات النواة، والفواكه اللينة) والخضروات. ويجب مكافحة أمراض النباتات الرئيسية الفطرية والبكتيرية بالوقاية، أو الحماية. أدوات التشخيص القائمة على الحمض النووي هي أيضا فعالة للغاية في الكشف عن الأمراض من خلال تحليل تفاعل البوليميريز المتسلسل (PCR) لجينات معينة من الجراثيم. فمن المستحسن أن يكون الموظفون متدربون في الهندسة الزراعية، والبستنة، والإكثار، وإجراء تقييمات الأمراض.

إن التحديد الصحيح، في وقت التسليم، للمدخلات التي تكون عرضة لآفات الحشرات والأمراض مرغوب فيه. ومن المهم أن يضع بنك الجينات الحقلية نظاما لتحديد هوية جميع الآفات والأمراض المرتبطة بكل المحاصيل الموجودة في المجموعة. وينطبق هذا بشكل خاص على تلك المحاصيل التي تم وصف ممرضاتها العالية المخاطر في الحجر الصحي. وينبغي أن يكون لدى بنوك الجينات أيضا إجراءات لتطبيق المنهجيات التشخيصية ذات الصلة التي تعطي ضمانات صارمة بشأن مكافحة الآفات وحالة المرض، وفقا لتوجيهات المتطلبات المحلية والإقليمية والقطرية. وفي الحالات التي يفتقد فيها بنك الجينات هذه القدرة، يجب أن ترصد هذه المهام إلى مؤسسات خارجية متخصصة في الحجر الصحي للنباتات الواردة.



يحتاج موظفو بنك الجينات إلى تطبيق ممارسات الإدارة التي من شأنها أن تقلل من مخاطر انتشار الأمراض ضمن المجموعة. فمن الضروري كفاءة تطهير الأدوات، والتربة والأحذية بشكل صحيح. كما أن الإدارة المتكاملة للآفات (IPM) هو النهج الموصى به لمكافحة الآفات، حيثما كان ذلك ممكناً. ويستخدم هذا البرنامج مكافحة البيولوجية حيثما كان ذلك ممكناً، واستكمالها بالمبيدات الحشرية والمكافحة الميكانيكية. ويمكن أن يكون من المهم جداً اختبار المواد النسيجية للبحث عن الفيروسات وغيرها من الكائنات الممرضة المنقولة عبر التطعيم، بسبب التقدم الكبير في تكنولوجيا الكشف على مدى العقد الماضي. وإذا تم العثور على نباتات فريدة مصابة، فيجب تنظيفها بالعلاج الحراري وأو زراعة الأنسجة. ولتجنب العلاج المكلف، فمن المستحسن دائماً البحث على مواد مماثلة من مصادر "نظيفة" أو بأقل إصابة.

يجب أن يكون موظفو إدارة بنك الجينات الحقلين سباقين لتلبية الاحتياجات الفردية للبلازما الجرثومية المتنوعة. وبعد زرع القطعة، فإن الموظفين بحاجة إلى مساعدة نمو النباتات فقط من خلال توفير الظروف المواتية لتنميتها. إن سقي النباتات بانتظام خلال موسم الجفاف هو أهم بكثير من تسميدها. وينبغي أن يكون نظام الري مناسباً لنوع النبات والظروف البيئية التي أقيمت فيها المجموعة الحقلية. إن تسميد المجموعة الحقلية معقد وذلك راجع إلى زراعة العديد من الأنواع المختلفة من النباتات معاً. ولكل نوع من أنواع النباتات متطلبات التغذية خاصة بسبب الاختلافات الجينية، والحجم، أو العمر. ويمكن استخدام مزيج مركب مع كمية منخفضة لكل نبات ورعاية مناسبة لضمان التوزيع. وقد تكون الكميات الصغيرة المطبقة على فترات أكثر فعالية من نفس الكمية الإجمالية المطبقة على فترات عدة أشهر. والتشذيب ضروري في معظم النباتات للحفاظ على حجمها ضمن معايير مقبولة داخل المزرعة، وفي حالة الأشجار لتشكيل مظهرها. وينبغي في بعض الأحيان أن يتم فقط تشذيب طفيف لكي تتمكن الفروع من الحصول على مساحة للنمو بشكل صحيح من دون منافسة مفرطة على الضوء. وهذا ينبغي أن تعهد عملية التشكيل والتخفيف إلى شخص من ذوي الخبرة. ونظراً لأهمية مجموعة البلازما الجرثومية، يجب أن تكون اليد العاملة ذات جودة عالية وأن تتم صيانة الحقل من قبل أفراد مدربين.

ويشكل تنافس الحشائش الضارة مشكلة أكثر خطورة بكثير بالنسبة للنباتات الفتية منها على النباتات البالغة بسبب ضحالة نظام جذورهم. كما أن مكافحة الحشائش مهمة لنمو النبات السريع والقوي. ويمكن مكافحة الحشائش الضارة بواسطة وسائل ميكانيكية أو باستخدام مواد كيميائية (المبيدات). ويمكن استخدام مبيدات الحشائش للحد إلى أدنى قدر ممكن من ضرورة اللجوء إلى اليد العاملة والتعشيب الميكانيكي. وينبغي أن يوصى بنوع مكافحة الحشائش لكل نوع.

وفي بعض المدخلات هناك حاجة لممارسات أخرى للوقاية مثل الوقاية من الصقيع وأو البرد أو ضد ناقلات الأمراض الحشرية باستخدام صوبات محمية بشبكة. وإزالة الثمار هي أيضاً ممارسة إدارية مهمة في مكافحة المرض، لتجنب المنافسة مع محصول العام المقبل، وللحد من الضغط على النبات.

وينبغي من أجل كفاءة الهوية الوراثية لكل عينة مدخلة، تجنب أي تلوث بين المدخلات، وانسياب المورثات من النباتات المجاورة والنمو المختلط للمدخلات. وقد تنتج المدخلات في المجموعات الحقلية

الزهور ومن بعدها البذور التي تسقط ويمكنها أن تنمو في القطعة. وقد لا تكون هذه البذور هجينا حقيقيا نظرا لتباين المورثات عند الزيغوت، أو قد تكون خليطة التلقيح. ويستلزم حذر مثل هذه البادرات الطوعية أو تعشيبها. وينبغي رصد وإجراء فحوص دورية للتأكد من أن كل عينة مدخلة تم التعرف عليها بشكل صحيح وتعيينها في الحقل. والتوسيم مهم للغاية ويحتاج إلى التحقق منه في الموقع باستمرار ومقارنته مع تصاميم القطع لبنك الجينات الحقلية. ويجب أن تكون بطاقات التوسيم واضحة ومحددة وأن تكون مقاومة للطمس قدر الإمكان. ويتم تشجيع استخدام الرمز الشريطي أو غيرها من بطاقات التوسيم المطبوعة بالحاسوب للحد من أخطاء النسخ. وينبغي القيام بفحص دوري لهوية كل عينة مدخلة باستخدام المؤشرات المورفولوجية والجزيئية كلما كان ذلك ممكنا (انظر معايير لتوضيف). ممارسات المحافظة عادة ما تكون محددة للمحصول ويمكن أن تختلف وفقا للاستخدام المقصود للجموعة (الحفظ، والتقييم، والتوزيع). وينبغي رصد كل مدخلات البلازما الجرثومية، ولكن تعتمد الوتيرة على ما إذا كان النبات عشبيا (مع ارتفاع وتيرة الرصد) أو خشبيا في المقابل (أقل وتيرة الرصد). وينبغي رصد جميع البلازما الجرثومية بالنسبة لآفات الحيوان والحشرات والأمراض الجديدة التي يمكن إدخالها في مجموعات البلازما الجرثومية. ولا بد من رصد جميع البلازما الجرثومية فيما يتعلق بالتخريب أيضا (انظر معيار الأمن).

### الحالات الاستثنائية

يمكن لنقص الخبرة في بنوك الجينات في التعامل مع الآفات والأمراض أن يكون عاملا معوقا للمحافظة على نباتات سليمة في المجموعة، والتي قد تستلزم متخصصين مهرة في علم أمراض النباتات. وينبغي أن يكون لدى بنوك الجينات خطط طوارئ للتعامل مع تفشي الأمراض. كما ينبغي أن تكون في اتصال مع المصالح المتخصصة في علم الأمراض مثل السلطات القطرية لعلم أمراض النباتات، والمختبرات الجامعية أو المختبرات التجارية، والتي قد توفر الخدمات التي يطلبونها. ومن الممارسات الجيدة الأخرى تغيير مواقع الزراعة دوريا (حيثما كان ذلك ممكنا، وخاصة بالنسبة للأنواع المكثرة سنويا والأنواع المعمرة المعرضة لمرض التربة) وذلك للحد من استمرار أي آفات أو أمراض التربة المنقولة. ويكمن خيار آخر في تطهير التربة. وفي بعض الحالات، يمكن زراعة النباتات في المشتل حيث يسهل إدارة شروط الصحة النباتية، ومن ثم غرسها في الحقل بعدما يتم تأقلم النباتات. قد تكون بعض المدخلات قيمة للغاية ولكنها عرضة للكائنات الممرضة. وفي مثل هذه الحالات، من المهم إبقائها تحت الصوبات المحمية بشبكة والحفاظ على نسخ منها في أنابيب مخبرية أو في الحفظ بالتبريد الشديد باعتبارها حفظ احتياطي تكميلي. ويمكن اللجوء إلى التعشيب اليدوي عندما تكون النباتات عرضة للإصابة في حالة استعمال المبيدات. ومن المستحسن الاستفادة من المواقع التي لا تشجع على تطور الآفات والأمراض لأغراض التجديد.

## مراجع مختارة

- Mathur, S.B. & Kongsdal, O.** 2003. *Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi*. Bassersdorf, Switzerland.
- Navarro, L.** 1988. Application of shoot-tip grafting *in vitro* to woody species. *Acta Horticulturae*, 227: 43-55.
- Navarro, L., Civerolo, E.L., Juárez J. & Garnsey, S.M.** 1991. Improving therapy methods for citrus germplasm exchange. In R.H. Brlansky, R.F., Lee & L.W. Timmer, eds. *Proceedings of XI Conference of the International Organization of Citrus Virologists*, pp. 400-408. Riverside, Florida, USA.
- Reed, B.M., Engelmann, F., Dulloo, M.E. & Engels, J.M.M.** 2004. *Technical guidelines for the management of field and in vitro germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 7. Rome, IPGRI.
- Roistacher, C.N., Navarro, L. & Murashige, T.** 1976. Recovery of citrus selections free of several viruses, exocortis viroid, and Spiroplasma citri by shoot-tip grafting *in vitro*. *Proceedings of VII Conference of the International Organization of Citrus Virologists*, pp.186-194. Riverside, Florida, USA.
- SGRP-CGIAR.** Crop Genebank Knowledge Base. Field genebanks (available at: [http://croptgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=97&Itemid=203&lang=english](http://croptgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=97&Itemid=203&lang=english)).
- Sheppard, J.W. & Cockerell, V.** 1996. *ISTA PDC handbook of method validation for the detection of seedborne pathogens*. Bassersdorf, Switzerland, ISTA.
- Sutherland, J.R., Diekmann, M. & Berjak, P.** 2002. *Forest tree seed health*. IPGRI Technical Bulletin N° 6. Rome, IPGRI.

## 5.5 معايير التجديد والإكثار

### المعايير

- 1.5.5 ينبغي إجراء تجديد كل عينة مدخلة في المجموعة الحقلية عندما تنخفض قوتها و/أو عدد النباتات إلى مستويات حرجة من أجل إرجاعهم إلى المستويات الأصلية وكفالة المحافظة على التنوع والسلامة الوراثيين.
- 2.5.5 ينبغي استخدام مادة أصلية سليمة للإكثار.
- 3.5.5 ينبغي أن تكون المعلومات المتعلقة بدورات تجديد النبات والإجراءات بما في ذلك التاريخ، أصالة المدخلات، وبطاقات التوسيم وخرائط الموقع، موثقة بشكل صحيح، وأن تدرج في نظام معلومات بنك الجينات.

### السياق

تشير مصطلحات التجديد والإكثار، في سياق المجموعات الحقلية، إلى إعادة تكوين عينات البلازما الجرثومية التي تتشابه وراثيا للمجموعة الأصلية عندما تصبح قوة النباتات أو عددها منخفضة (Dulloo *et al.*, 2008). وتحتاج معايير التجديد وإجراءات الإكثار إلى أن تكون محددة للأنواع. ويجب استخدام بروتوكولات أو مبادئ توجيهية لنوع معين عندما تكون متوفرة. وينبغي أن يهدف التجديد والإكثار إلى كفالة عدم وجود فقدان لأي نبات ضمن المجموعة. ومع ذلك، فإن فقدان أي فرد واحد سيؤدي حتما إلى التآكل الوراثي ضمن العينة المدخلة لأنه لا يوجد عادة إلا عدد قليل من النباتات لكل عينة مدخلة (انظر معايير تكوين المجموعات الحقلية/حجم العينة). وتعد عملية التجديد والإكثار مكلفة وينبغي أن يخطط لها بعناية. وقد تتطلب تغيير المواقع من أجل الأمن أو لتجنب الأمراض والآفات وعمليات أمراض التربة.

## الجوانب التقنية

قد تكون عملية التجديد والإكثار ضرورية لأسباب مختلفة حسب نوع النبات، والتهديدات واحتياجات التوزيع. ويمكن أن يتعرض النبات لانخفاض قوته الخضروية أو حتى للموت بأسباب عديدة ومختلفة، وذلك بسبب العوامل المناخية، أو الترابية و/أو الحيوية. وللحصول على أقصى قدر ممكن من الكفاءة في رقعة المجموعة الحقلية، فمن الضروري أن يتم استبدال كل النباتية الميته. وهذا مهم بشكل خاص لأن عدد الأفراد في العينة المدخلة يكون منخفضا عموما في المجموعات الحقلية (انظر معايير تكوين المجموعات الحقلية).

تعد طريقة إكثار الأنواع المستهدفة عاملا مهما. ويمكن إكثار بعض الأنواع عن طريق البذور في حين يتم إكثار الأنواع الأخرى خضريا. من حيث المبدأ، لا ينبغي أن تستخدم البذور للإكثار بالنسبة للمجموعة الحقلية حتى ولو كان هذا النوع يمكن أن يتكاثر عن طريق البذور إلا إذا كان حجم العشيرة ممثلا بعدد كبير بما فيه الكفاية من الأفراد. كما أن الهدف من التجديد هو الحفاظ على السلامة الوراثية للعينة المدخلة ونظرا لأنه لا يوجد سوى عدد محدود من النباتات في العينة المدخلة، فإن الإكثار عن طريق البذور يمكن أن يؤدي إلى انحراف وراثي كبير في العينة المدخلة. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن للتهجين بين المدخلات، أن يحد بشكل فعال من التباين الوراثي بين المدخلات وتغيير سلامة المدخلات الفردية عند الأنواع الخليطة التلقيح. كلما كان ذلك ممكنا، ينبغي إكثار النباتات خضريا وفي هذه الحالة تكون كل ذرية نسخة طبق الأصل من الأم وبالتالي يتم الحفاظ على السلامة الوراثية للعينة المدخلة.

ويعد الوقت الذي ينبغي أن يتم فيه التجديد عاملا مهما إضافيا، ويعتمد في الغالب على المناخ وعلى موسم زراعة المحاصيل. وقد نشرت منظمة الأغذية والزراعة سلسلة من التقويمات للمحاصيل لأمريكا اللاتينية وأفريقيا (FAO, 2004, 2012)، التي يمكن أن تكون دليلا مفيدا في تحديد الوقت المناسب للزراعة، وبالتالي للتجديد. وتقدم تقويمات المحاصيل لمنظمة الأغذية والزراعة معلومات عن أكثر من 130 محصولا، موجودا في 283 منطقة زراعية إيكولوجية لـ 44 بلدا. ومرة أخرى سوف يكون التوقيت محددًا بالأنواع وربما بالموقع. والمؤشر الجيد لوقت بدء الإكثار يكون عندما تبدأ المواد النباتية القابلة للتكاثر في إخراج البراعم، أو يبدأ النبات الأم في الموت باستمرار. وهناك اعتبار آخر يتعلق بما إذا كانت المجموعة ستنمو من جديد، أي يسمح للخلفات بالتطور لإنتاج المحصول المقبل، كما هو الحال بالنسبة لفصيلة القلقاس (Jackson, 2008).

وينبغي أن يتم الإكثار باستخدام مادة نباتية أصلية وسليمة. ويجب تجديد النبات الجديد باستخدام مواد الإكثار المخزنة في مرافق خاصة إذا كانت متوفرة (الصوبات الزراعية، المختبر، أو المجمد) لكفالة صحته. ويجب استخدام البروتوكولات أو المبادئ التوجيهية المتوفرة للأنواع المعنية. كما ينبغي تجديد مدخلات الأنواع خليطة التلقيح في مكاي معزول باستخدام مرافق خاصة وتوفير الوقاية من الحشائش والآفات والأمراض.

ومن المهم أن تكون المعلومات المتعلقة بتجديد المدخلات موثقة بشكل صحيح ومدمجة في نظام التوثيق لبنك الجينات. وينبغي أن يشمل في جملة أمور معلومات عن رقم العينة المدخلة ورقم تسلسل النبات داخل كل عينة مدخلة، الموقع الذي يتم فيه التجديد، ونوع الإكثار والمواد المستخدمة (العقل، درنة، والبصيلة)، وتاريخ الزرع، ونسبة مادة الإكثار الباقية على قيد الحياة، وبروتوكول كسر سكون البذور، والممارسات الإدارية المستخدمة، وطريقة الزرع، والظروف الحقلية، وعدد النباتات النامية، وتاريخ الحصاد.

### الحالات الاستثنائية

يمكن أن تكون العوامل المناخية أكثر ضررا على النباتات الفتية منها على النباتات البالغة. وبما أن بعض النباتات من المحتمل أن تفقد خلال السنة الأولى لأسباب مختلفة، فمن الحكمة التحوط عند الزرع الحفاظ على بعض النباتات لاستخدامها كبديل عند الحاجة. وهذا يضمن الحصول على نباتات من نفس النوع وبنفس العمر مثل النباتات الأصلية لاستبدال الأفراد المفقودة. تكون المجموعات الحقلية شديدة التأثر بالإضطرابات المناخية والبيئية الأخرى، وأنه من المهم جدا وجود خطة طوارئ عند بنوك الجينات الحقلية للتجديد العاجل للمجموعة. ويمكن الاحتفاظ بنسخة أمان احتياطية في أنابيب مخبرية أو تحت الحفظ شديد البرودة كإجراء مكمل. وقد تحدث حالات الطوارئ أيضا مع الأقارب البرية للمحاصيل والأنواع المحلية التي ما زال يتعين تطوير بروتوكولات لتجديدها. وهذا غالبا ما يتطلب معالجات مختلفة مقارنة مع الأقارب المزروعة.



## مراجع مختارة

- Costa, N., Plata, M.I. & Anderson, C.** 2004. Plantas cítricas libres de enfermedades. In V. Echenique, C. Rubistein & L. Mroginski, eds. *Bioteconología y Mejoramiento vegetal*, pp. 317-318. Argentina, INTA.
- Dulloo, M.E., Thormann, I., Jorge, A.M. & Hanson J., eds.** 2008. *Crop specific regeneration guidelines*. [CD-ROM], Rome, SGRP-CGIAR.
- FAO.** 2004. *Calendario de cultivos. América Latina y el Caribe*. Estudio FAO producción y protección vegetal No. 186. Rome.
- FAO.** 2012. *Crop calendars* (available at: <http://www.fao.org/agriculture/seed/cropcalendar/welcome.do>).
- ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid-Tropics).** Germplasm regeneration (available at: <http://www.icrisat.org/what-we-do/genebank/genebank-manual/germplasm-regeneration-9.pdf>).
- Jackson, G.V.H.** 2008. Regeneration guidelines: major aroids. In M.E. Dulloo, I. Thormann, A.M. Jorge & J. Hanson eds. *Crop specific regeneration guidelines*. [CD-ROM], Rome, SGRP-CGIAR.
- Plata, M.I. & Anderson, C.M.** 2008. In vitro blueberry (*Vaccinium spp.*) *germplasm management in Argentina*. 9th International Vaccinium Symposium, ISHS, Corvallis, Oregon, USA.
- Sackville Hamilton, N.R. & Chorlton, K.H.** 1997. *Regeneration of accessions in seed collections: a decision guide*. J. Engels, ed. Handbooks for Genebanks No. 5. Rome, IPGRI.
- SGRP-CGIAR.** Crop Genebank Knowledge Base. Field genebanks (available at: [http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=97&Itemid=203&lang=english](http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=97&Itemid=203&lang=english)).

## 6.5 معايير التوصيف

### المعايير

- 1.6.5 ينبغي توصيف كل المدخلات.
- 2.6.5 بالنسبة لكل عينة مدخلة، ينبغي استخدام عدد ممثل من النباتات للتوصيف.
- 3.6.5 ينبغي توصيف المدخلات ظاهريا باستخدام قوائم الواصفات المستخدمة دوليا. والأدوات الجزيئية مهمة أيضا للتأكد من هوية العينة المدخلة ومطابقتها للنوع.
- 4.6.5 يستند التوصيف على نماذج التسجيل الموجودة في الواصفات المستخدمة دوليا.

### السياق

التوصيف هو تقديم وصف للبلازما الجرثومية النباتية، وأداة لوصف بصمات المدخلات، وتأكيد مطابقتها للنوع، وتحديد النسخ في أي مجموعة. ويحدد تعبير الخصائص العالية التوريث التي تتراوح بين سمات شكلية أو فسيولوجية أو زراعية، بما في ذلك الصفات النباتية الزراعية مثل طول النبات، وشكل الورقة، ولون الزهرة، وصفات البذور، والفينولوجيا، والقدرة على البقاء الشتوي بالنسبة للنباتات المعمرة. وهذه معلومات أساسية تمكن القيميين من التمييز بين العينات في المجموعة.

وبالنسبة للمجموعات الحقلية، يمكن القيام بالتوصيف في أي مرحلة من مراحل الصون، طالما أن هناك عددا كافيا من البذور ضمن العينة. ومن المهم أن تكون المدخلات التي يجري حفظها معروفة وتم وصفها إلى أقصى حد ممكن لضمان استخدامها بأقصى قدر من جانب الزبائن وأصحاب المصلحة. وينبغي بالتالي القيام بالتوصيف بأسرع ما يمكن لإضافة قيمة إلى المجموعة. ويختلف الوقت من نوع إلى نوع اعتمادا على دورة حياته. ومن شأن استخدام مجموعة دنيا من الواصفات المظهرية،



والواصفات الفسيولوجية والشكلية، والمعلومات عن نظم التربية، والتي اختيرت من قوائم الواصفات المستخدمة دولياً (مثل تلك التي نشرتها المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي، والاتحاد الدولي لحماية الأصناف الجديدة للنباتات، والنظام القطري للأصول الوراثية النباتية لوزارة الزراعة الأمريكية، أن يزيد من فائدة بيانات التوصيف وإحالتها المرجعية.

ومع التطورات التي حدثت في التكنولوجيا البيولوجية، يتزايد استخدام تقنيات المؤشرات الجزيئية وعلم الجينوم للتوصيف (De Vicente *et al.*, 2004)، وسيتيح التوصيف تحديد التطابق مع النوع، والكشف عن انسياب المورثات وتحديد الملامح المرجعية، وتحديد أخطاء التوسيم والاستنساخ، والكشف عن التنوع داخل وفيما بين المدخلات ومعامل النسب. ويمكن لبعض التدابير، مثل تقسيم العينات، أن تكون ضرورية لضمان صون الأليلات النادرة أو من أجل تحسين الحصول على أليلات محددة. ويحظى توثيق الملاحظات والتدابير المتخذة بأهمية قصوى.

## الجوانب التقنية

على عكس مجموعات البذور، فإن القيام بالتوصيف المظهري للمجموعات الحقلية يكون أسهل، نظراً لأن النباتات موجودة في الحقل ويمكن أن يتم تسجيل الصفات ذات الصلة بالتوصيف في الوقت المناسب وأن يكرر على مر السنين.

الحصول على بعض البيانات ذات الصلة بالتوصيف خلال عملية الجمع في الحقل، ولذلك يجب التخطيط بعناية للوقت الذي ستم فيه حملات الجمع كلما كان ذلك ممكناً. ويمكن بعد ذلك توصيف المدخلات المجمعة جنباً إلى جنب في الحقل. وعادة ما تكون المعلومات التاريخية والزراعية التي يتم الحصول عليها من المزارعين، ومتخصصي النبات، ومتخصصي زراعة البساتين، أو السكان الأصليين خلال حملات جمع، قيمة. كما يمكن للمعرفة المحلية حول أصل العينة المدخلة ومقاومة الأمراض والحشرات أن تخفف من تكاليف التوصيف وأن تحد من الاستنساخ.

وتحدد واصفات المحاصيل خبراء المحاصيل و/أو الأمناء بالتشاور مع خبراء المحاصيل ومديري بنوك الجينات لأهميتها في زيادة الاستخدام للمجموعات. وقد وضعت مجموعة واسعة النطاق من قوائم واصفات المحاصيل بواسطة جهات منها على سبيل المثال المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي، والاتحاد الدولي لحماية الأصناف الجديدة للنباتات، والنظام القطري للأصول الوراثية النباتية لوزارة الزراعة الأمريكية، وأعدت أيضاً مجموعات دنيا من الواصفات الرئيسية المتعلقة بالإستخدام لعدد من المحاصيل. ويتعين أن يقوم بتسجيل البيانات مدربون يستخدمون صيغاً موحدة ومعايرة للقياس على النحو المبين في قوائم واصفات المحاصيل. ويتعين التحقق من البيانات بواسطة الأمناء وموظفي التوثيق قبل تحميلها في قاعدة بيانات بنك الجينات وإتاحتها للجمهور لتشجيع استخدام المجموعة. ومن المسلم به أيضاً أن هناك حاجة لمدخلات مرجعية تزرع في نفس الحقل لتسجيل الصفات. كما أن المجموعات المرجعية (العينات المعشبة وصور عالية الجودة للقسيمة) تؤدي دوراً أساسياً في تحديد المطابقة للنوع.

وينبغي أن يكون عدد النباتات التي تم توصيفها ضمن العينة المدخلة عينة ممثلة، والتي بدورها تعتمد على تنوعها. وبشكل عام، يجب أن يكون هناك حد أدنى من ثلاثة نباتات للمدخلات المختلفة، في حين تكون 2.1 نبات كافية بالنسبة للنباتات النسيلية<sup>1</sup>، لتوفير قياسات موثوقة إحصائياً. أما بالنسبة للأنواع المعرضة للطفرات (مثل الحمضيات)، فيجب أن يتم التوصيف السنوي للخصائص الرئيسية للتأكد من المطابقة للنوع.

ومع التطورات التي حدثت في التكنولوجيا البيولوجية، يتزايد استخدام تقنيات المؤشرات الجزيئية وعلم الجينوم للتوصيف (De Vicente *et al.*, 2004)، إلى جانب الملاحظات الظاهرية لأن لديهم مزايا على ضمان هوية النباتات النسيلية، وتحديد أخطاء التوسيم والاستنساخ، والكشف عن التنوع الوراثي والأنساب داخل وفيما بين المدخلات. إن بيانات التركيب الوراثي التي تم الحصول عليها من توصيف البلازما الجرثومية باستخدام التقنيات الجزيئية لديها ميزة على البيانات الظاهرية، بمعنى أن التغيرات المكتشفة بالطريقة الأولى تخلو إلى حد كبير من التأثيرات البيئية (Bretting and Widrechner, 1995). كما أن التكنولوجيا تتطور بسرعة والتكاليف آخذة في الانخفاض بسرعة أيضاً، مما يتيح الاستفادة منها على نطاق أوسع في المجموعات الحقلية، ويجب استخدامها عندما تسمح الموارد بذلك. ومع ذلك، فإن النقص في الموظفين المؤهلين ونقص الموارد اللازمة للمرافق المرتفعة التكاليف نسبياً، لا يزال يحول دون اعتماد المؤشرات الجزيئية على نطاق واسع كوسيلة اختيار لتوصيف البلازما الجرثومية ولاسيما في البلدان النامية. وهناك مؤشرات وتقنيات كثيرة متاحة (مثل تكرار التسلسل البسيط (SSR)، وعلامة التسلسل المعبر عنه (EST)، وعديد التكوين ذو القطعة الطولية المضخمة (AFLP)، ولكن، لأغراض التوصيف، ينبغي فقط استخدام مؤشرات تكرار راسخة، مثل التسلسل البسيط (SSR). وقد وضعت مجموعة واسعة من مؤشرات بادئة مناسبة للاستخدام في توصيف العديد من المحاصيل، كما تم تكوين حد أدنى من مجموعات المؤشرات الأساسية. ومن أجل كفاءة قابلية نتائج دفعات التحليل المختلفة للمقارنة، ينبغي أن تدرج بعض المدخلات في بنك الجينات كمرجع في كل دفعة. ويلعب أيضاً إدراج المدخلات المرجعية في التوصيفات الجزيئية دوراً أساسياً للمقارنة بين بنوك الجينات المختلفة.

ويعد الانتقاء الواسع للجينوم من بين التقنيات المستعملة في تحسين أنواع الأشجار (Grattapaglia and Resende, 2011; Fonseca *et al.*, 2010). ويستوجب الانتقاء الواسع للجينوم استخدام المؤشرات الجزيئية التي تتيح تغطية واسعة للجينوم وكثافة عالية للتركيب الوراثي. وعلى الرغم من أن هذه التقنية يتم تطبيقها في التحسين، فإن المعلومات الناتجة عنها يمكن استخدامها لتوصيف وصون المدخلات الجديدة أو التركيبات الوراثية المتفوقة.

1 [http://croppgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=47&Itemid=205&lang=english](http://croppgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=205&lang=english)

## الحالات الاستثنائية

قد تتباين الموثوقية في البيانات من جامع بيانات لآخر وحسب التدريب والخبرة. وينبغي لذلك توافر كوادرفنية مدربة في مجال الموارد الوراثية النباتية خلال دورة النمو بأكملها لتسجيل وتوثيق بيانات التوصيف. ومن المستصوب لذلك الحصول على الخبرة الفنية في علم التصنيف، وبيولوجيا البذور، وعلم أمراض النبات، والتصنيف الجزيئي (من الداخل أو من معاهد متعاونة) خلال عملية التوصيف. وبالنسبة للمحاصيل التي لا توجد لها قوائم واصفات مستخدمة دولياً، فينبغي أن يكون من الضروري تطويرها أثناء استخدام قوائم الوصفات المتاحة للمحاصيل أو الأنواع ذات الصلة كمراجع.

## مراجع مختارة

**Alercia, A., Diulgheroff, S. & Mackay, M.** 2012. *FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors (MCPD V.2)*. Rome, FAO and Bioversity International (available at: [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/1526.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/1526.pdf)).

**Bioversity International.** 2007. *Developing crop descriptor lists. Guidelines for developers*. Technical Bulletin No. 13. Rome.

**Bioversity International.** 2007. List of published crop descriptors (available at: <http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=168>).

**Bioversity International.** 2013. Descriptor lists and derived standards (available at: <http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=168>).

**Bretting, P.K. & Widrechner, M.P.** 1995. Genetic markers and plant genetic resource management. *Plant Breeding Reviews*, 13:11-86.

**De Vicente, M.C., Metz, T. & Alercia, A.** 2004. *Descriptors for genetic markers technologies*. Rome, IPGRI.

**Engels, J.M.M. & Visser, L., eds.** 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 6. Rome, IPGRI.

**Fang, D.Q., Roose, M.L., Krueger, R.R. & Federici, C.T.** 1997. Fingerprinting trifoliolate orange germplasm accessions with isozymes, RFLPs, and inter-simple sequence repeat markers. *Theor. Appl. Genet.*, 95:211-219.

**Fonseca, S.M., Resende, M.D.V., Alfenas, A.C., Guimarães, L.M.S., Assis, T.F. & Grattapaglia, D.** 2010. *Manual prático de melhoramento genético do eucalipto*. UFV, Viçosa, MG.

**Grattapaglia, D. & Resende, M.D.V.** 2011. Genomic selection in forest tree breeding. *Tree Genetics & Genomes*, 7: 241.

**Lateur, M., Maggioni, L. & Lipman, E.** 2010. *Report of a Working Group on Malus/Pyrus*. Third Meeting, 25-27 October 2006, Tbilisi, Georgia. Rome, Bioversity International.

**Maggioni, L., Lateur, M., Balsemin, E. & Lipman, E.** 2011. *Report of a Working Group on Prunus*. Eighth Meeting, 7-9 September 2010, Forlì, Italy. Rome, Bioversity International.

**OIV (International Organisation of Vine and Wine).** 2009. *OIV descriptor list for grape varieties and Vitis species*. 2nd ed. Paris.

**SGRP-CGIAR.** Crop Genebank Knowledge Base (available at: [http://croptgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=97&Itemid=203&lang=english](http://croptgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=97&Itemid=203&lang=english)).

**UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants).** Descriptor lists (available at: [http://www.upov.int/test\\_guidelines/en/list.jsp](http://www.upov.int/test_guidelines/en/list.jsp)).

**USDA, ARS, National Genetic Resources Program.** Germplasm Resources Information Network - (GRIN). [Online Database] Evaluation/characterization. Data Queries. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland, USA (available at: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/croplist.pl>).

## 7.5 معايير التقييم

### المعايير

- 1.7.5 ينبغي الحصول على بيانات التقييم، على المدخلات لدى بنك الجينات الحقلية، للصفات ذات الفائدة ووفقا لقوائم واصفات المستخدمة دوليا حيثما كان ذلك متاحا.
- 2.7.5 وينبغي أن تكون أساليب/بروتوكولات ونماذج ومقاييس التقييم موثقة بشكل صحيح مع الاستشهادات. وينبغي استخدام معايير تخزين البيانات لتوجيه عملية جمع البيانات.
- 3.7.5 وينبغي تكرار تجارب التقييم (في الوقت والمكان) حسب مقتضى الحال وبناء على تصميم إحصائي سليم.

### السياق

التقييم هو تسجيل تلك الخصائص التي غالبا ما يتأثر تعبيرها بالعوامل البيئية. وينطوي على جمع منهجي لبيانات الصفات الزراعية والتنوع من خلال التجارب التجريبية المصممة بشكل مناسب. وكثيرا ما تشمل بيانات التقييم على مقاومة آفات الحشرات، وأمراض النبات وتقييمات الجودة (مثل الزيوت، محتوى البروتين أو السكر أو الكثافة)، والإنتاج (الخشب، الحبوب، البذور، الورق، وغيرهم)، والخصائص البيئية (الجفاف/تحمل البرودة وغيرها). وهذه المجموعات من البيانات مطلوبة بشدة من قبل المستخدمين لدمج الصفات المفيدة في برامج التربية وتحسين استخدام المجموعات. وتحدد مسبقا هذه الصفات التي من أجلها يتم تحليل المدخلات للبلازما الجرثومية، من قبل خبراء المحاصيل بالتعاون مع القيمين ببنوك الجينات. وتسهل كثيرا بيانات التقييم الموثوق بها، التي يمكن الحصول عليها بسهولة من قبل مربي النباتات والباحثين، الوصول إلى المدخلات للبلازما الجرثومية للنباتات، واستخدامها. وقد يمكن تقييم البلازما الجرثومية تقييما منهجيا باستخدام نهج الشبكة، على المستوى الدولي أو الإقليمي أو القطري.

ويستهلك الحصول على بيانات التقييم من قبل بنوك الجينات وقتا طويلا وكثيرا ما يكون أكثر كلفة من الحصول على بيانات التوصيف. وهكذا ينبغي منح الأولوية لتقييم المدخلات التي لها سمات بارزة، ويوصى بالتعاون مع المربين وغيرهم من المتخصصين (في علم الفيروسات، والحشرات، والفطريات) في هذا المسعى. وينبغي على القيميين بذل كل الجهود الممكنة للحصول على الأقل على بعض من الحد الأدنى لسجلات بيانات التقييم. ويمكن الحصول على المصادر المحتملة لبيانات التقييم من المستخدمين الذين تم توزيع مواد البلازما الجرثومية عليهم سابقا. وينبغي على بنك الجينات أن يلتزم من المستخدم اقتسام بيانات التقييم وينبغي وضع ترتيبات عملية في هذا الصدد بين بنك الجينات والمستفيدين/المستخدمين للمادة. وهذه المعلومات يمكن أن تعالج مقاومة الضغوط الحيوية وغير الحيوية وسمات النمو والإنماء للبلازما الجرثومية، وخصائص جودة الإنتاجية، وما إلى ذلك. وستتيح إضافة هذا النوع من المعلومات إلى قاعدة بيانات بنك الجينات بتحديد أكثر تركيزا للبلازما الجرثومية لتلبية احتياجات الزبائن المحتملين. وينبغي أن تدرج هذه البيانات في نظام التوثيق لبنك الجينات بعد التثبيت والتحقق من صحتها.

## الجوانب التقنية

قد وضعت مجموعة واسعة من قوائم واصفات المحاصيل على سبيل المثال من قبل المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي والاتحاد الدولي لحماية الأصناف الجديدة للنباتات. وعلاوة على ذلك، هناك قوائم واصفات التقييم التي وضعتها المنظمات الإقليمية والقطرية مثل النظام القطري للأصول الوراثية النباتية لوزارة الزراعة الأمريكية.

وينبغي أن تتم عملية جمع البيانات من قبل موظفين مدربين باستخدام نماذج قياس معايرة وموحدة قدر الإمكان مع مدخلات كشهود محددة بما فيه الكفاية وقوائم واصفات المحاصيل المنشورة. وتعرض عادة نتائج التقييمات في الصوبات الزراعية، أو المختبر أو الحقل، بعد توحيد البروتوكولات، والإجراءات التجريبية إما كقيم منفصلة (على سبيل المثال درجات شدة أعراض المرض؛ العد) أو كقيم مستمرة (بناء على القياس). ويجب التصديق على البيانات من قبل القيميين وموظفي التوثيق قبل تحميلها في قاعدة بيانات بنك الجينات وإتاحتها للجمهور.

والصفات الزراعية المطلوبة من قبل العديد من المربين معقدة جدا وراثيا ليتم الكشف عنها في التقييم التمهيدي لمدخلات البلازما الجرثومية. وعادة ما يتم الحصول على بيانات الصفات الزراعية أثناء تقييم البلازما الجرثومية في برنامج التربية، وكثير من هذه من الصفات تنتج عن التفاعلات القوية بين التركيب الوراثي والبيئة، وبالتالي فهي محددة الموقع. ولا بد من استخدام مكررات لتقييم الصفات المطلوبة في بيئات مختلفة، وإلى تعريف واضح وتحديد المدخلات الشهود لاستخدامها على مر السنين. وتسهل المدخلات الشهود مقارنات عبر السنين للبيانات التي تم جمعها.

ومع التقدم الحاصل في التكنولوجيا الحيوية، يتزايد كذلك استخدام تقنيات المؤشرات الجزيئية وعلم الجينوم في التقييم (De Vicente *et al.*, 2004) (انظر معايير التوصيف). وتشمل المؤشرات الجزيئية الأكثر استخداما في توصيف وتقييم البلازما الجرثومية، مؤشر عديد التكوين ذو القطعة الطولية المضخمة (AFLP)، ومؤشر تكرار التسلسل البسيط (SSR)، ومؤشر عديد التكوين وحيد والنيوكليوتيد (SNP). وقد حلت إلى حد كبير محل أنواع المؤشرات القديمة، مثل قطعة الحصر ذات التكوين والطول المتعددة (RFLP) والحمض النووي متعدد الأشكال ومضخما عشوائيا (RAPD) وذلك لتمييزهم بالوفرة النسبية للجينوم والاستنساخ العالي للبيانات. كما أدت التطورات في تسلسل الجيل القادم وكذا خفض التكاليف المرافقة إلى الاستخدام المتزايد للتسلسل القائم على المقاييسات مثل تسلسل للمناطق المرمزة وغير المرمزة، والتركيب الوراثي بالتسلسل (GBS) في تقييم البلازما الجرثومية. وتختلف المؤشرات الجزيئية في الطريقة التي تكشف بها الاختلافات الوراثية، وفي نوع البيانات التي تنتجها، وفي المستويات التصنيفية التي تمكن من تطبيقها بالشكل الأنسب، وفي متطلباتها الفنية والمالية (Lidder and Sonnino, 2011). وحيث يكون الانتقاء بمساعدة المؤشرات (MAS) أي الانتقاء لوجود أو عدم وجود الصفات في مواد التربية على المستوى الجزيئي، أمرا ممكنا، فإنه يمكن أيضا تطبيقه في تقييم البلازما الجرثومية للصفات المفيدة. ولا يزال نقص الموظفين المؤهلين بشكل كاف وعدم وجود موارد لتغطية تكاليف التركيب المرتفعة نسبيا يحول دون اعتماد على نطاق واسع للمؤشرات الجزيئية كوسيلة اختيار لتقييم البلازما الجرثومية ولاسيما في البلدان النامية.

## الحالات الاستثنائية

قد تتباين الموثوقية في البيانات من جامع بيانات لآخر إذا لم يكن جامع البيانات مدربين ومتمرسين بشكل جيد وعندما تكون إجراءات جمع البيانات غير منسقة. وينبغي لذلك توافر كوادرات فنية مدربة في مجال الموارد الوراثية النباتية لجمع وتوثيق بيانات التقييم. ومن المستصوب مشاركة بفرق متعددة التخصصات من ذوي الخبرة في مجال أمراض النبات، وعلم الحشرات، ومقاومة الإجهاد البيئي (غير الحيوي)، من الداخل أو من المعاهد المتعاونة خلال عملية التقييم.

ويتطلب تقييم البلازما الجرثومية عمالة جد مكثفة، كما يتطلب مستويات كافية من التمويل المستدام لإتاحة المجال لتجميع البيانات الموثوق بها وذات جودة عالية. وفي الحالات التي يكون فيها التقييم الكامل لجميع المدخلات، على الرغم من أنه مرغوب فيه، غير مجدي اقتصاديا، فإنه يوصى، بانتقاء المدخلات المتنوعة وراثيا (استنادا على سبيل المثال على مجموعات فرعية محددة سابقا من مجموعات البلازما الجرثومية)، كنقطة انطلاق.

وتؤثر الاختلافات في حالات الآفات والأمراض، وشدة الضغوط غير الحيوية، والتقلبات في العوامل البيئية والمناخية في الحقل على دقة البيانات، وينبغي التخفيف منها من خلال التقييمات المكررة بشكل معقول، في مناطق متعددة، ولمواسم متعددة، ولسنوات متعددة. كما أن الفحوصات المخبرية



لقياس بعض الصفات مثل محتويات الزيت أو البروتين، وجودة النشا، والعوامل الغذائية، ذلك يتطلب معدات متخصصة وموظفين مهرة، وقد لا يكون هذا متوفرا دائما أو قد يكون مكلفا. مما يؤكد مرة أخرى على الحاجة لمشاركة فرق متعددة التخصصات من عدة وحدات تابعة لمنظمات أو مؤسسات حسب الاقتضاء. وقد يؤثر الوضع الصحي (الفيروسات) للعينة المدخلة في التقييم، وكذلك في الأوصاف الشكلية. ويمكن لاستخدام البيانات الناتجة عن تقييم الآخرين أن يطرح تحديات عملية كبيرة. على سبيل المثال، يمكن أن تكون البيانات مختلفة النماذج، وإذا كانت منشورة قد تنطوي على حقوق المؤلف وقضايا حقوق الملكية الفكرية. ولتسهيل استخدام بيانات من مصادر خارجية، فإنه من المهم توحيد جمع البيانات وتحليلها، وتقديم نماذج موحدة للتقارير.

وتجدر الإشارة إلى أن العديد من الصفات يمكن تقييمها بشكل صحيح في حقل مزروع من قبل بنك الجينات نفسه. ومع ذلك، فإن الضغوط التي تفرض مخاطر على المجموعة، والتي يمكن أن تسبب فقدان العينة المدخلة إذا لم يتم السيطرة عليها، يجب أن يتم تقييمها في تجارب منفصلة ومصممة خصيصا لهذا الغرض. وتعد الآفات الحشرية الخطيرة والأمراض أو المشاكل الرئيسية للتربة أمثلة لهذه المخاطر. إن المجموعة الحقلية غالبا ما تكون المكان الغير ملائم لتقييم الإنتاجية أو الجودة بسبب التصميم غير المناسب للقطعة التجريبية أو الحاجة إلى ترك النباتات في الأرض بعد فترة الحصاد الطبيعي.



## مراجع مختارة

**Ayad, W.G., Hodgkin, T., Jaradat, A. & Rao, V.R.** 1997. *Molecular genetic techniques for plant genetic resources*. Report on an IPGRI workshop, 9-11 October 1995, Rome, Italy. Rome, IPGRI.

**De Vicente, M.C. & Fulton, T.** 2004. *Using molecular marker technology in studies on plant genetic diversity*. Rome, IPGRI, and Ithaca, New York, USA, Institute for Genetic Diversity.

**Karp, A., Kresovich, S., Bhat, K.V., Ayad, W.G. & Hodgkin, T.** 1997. *Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies*. IPGRI Technical Bulletin No. 2. Rome, IPGRI.

**Lidder, P. & Sonnino, A.** 2011. *Biotechnologies for the management of genetic resources for food and agriculture*. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Background Paper No. 52. Rome, FAO.

## 8.5 معايير التوثيق

### المعايير

- 1.8.5 ينبغي توثيق البيانات الأساسية لجميع المدخلات لدى البنك باستخدام واصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة التي أعدتها منظمة الأغذية والزراعة/المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي أيضا أن تشمل معلومات العينة المدخلة كلا من الجرد، وخريطة وموقع رقعة التجارب، والتجديد، والتوصيف، والتقييم، والطلبات، والبيانات الموزعة، وتعليقات المستخدم.
- 2.8.5 ينبغي تسجيل عمليات الإدارة الحقلية والممارسات الزراعية وتوثيقها.
- 3.8.5 ينبغي حفظ بيانات 1.8.5 و2.8.5 وأن يتم تحديث التغييرات في نظام قاعدة بيانات ملائم وأن تعتمد المعايير الدولية للبيانات.

### السياق

المعلومات الشاملة عن المدخلات، بما في ذلك الخرائط الحقلية المحدثة بانتظام والمفصلة، فضلا عن المعلومات حول عمليات الإدارة الحقلية أمر ضروري لبنك الجينات الحقلية لإدارة وصيانة المجموعات الحقلية. وتكتسي عملية توثيق بيانات التوصيف والتقييم أهمية خاصة لتعزيز استخدام المجموعة ذات الصلة، وللمساعدة في التعرف على المدخلات المتميزة.

## الجوانب التقنية

ينبغي تسجيل كل البيانات والمعلومات الناتجة عن عملية الاقتران، وتكوين المجموعة، وإدارة الحقل، والتجديد، والتوصيف، والتقييم، والتوزيع. وتتراوح هذه البيانات والمعلومات بين تفاصيل الخصائص الوراثية للمدخلات الفردية وللعشائر، وشبكات التوزيع والزيائن وردود فعل المستخدمين. ومن بين أنواع البيانات التي سيتم تسجيلها في بنك الجينات الحقلية فضلا عن البيانات الأساسية والواصفات القياسية للمحاصيل يوجد على سبيل المثال، كتالوجات النباتات، وقسيمة الصور (الصور والرسومات)، ومواعيد الزرع والحصاد، والملاحظات حول سجل التحقق (الهوية).

وينبغي استخدام قائمة منظمة الأغذية والزراعة/المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي لوصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة (Alercia *et al.*, 2012) من أجل توثيق البيانات الأساسية نظرا لأنها أداة فعالة لتبادل البيانات بين بنوك الجينات وبين البلدان المختلفة. كما ينبغي استخدام معايير توثيق بيانات التوصيف مثل واصفات المحاصيل للمنظمة الدولية للتنوع البيولوجي وواصفات المؤشرات الوراثية (De Vicente *et al.*, 2004). ومع التطورات التي حدثت في التكنولوجيا البيولوجية، يلزم إكمال بيانات الصفات الظاهرية ببيانات جزيئية. ويجب بذل الجهود لتسجيل البيانات الجزيئية الناتجة عن علم الجينوم وعلم البروتينات الوراثية، والأيضية، والمعلوماتية الحيوية. وإن حفظ السجلات عن عمليات إدارة الحقل بما في ذلك التدخلات اليومية، مهم للغاية للإدارة الجيدة للمجموعات الحقلية. وتعد السجلات الجيدة للخرائط الحقلية (المطبوعة على الورق أو المحفوظة على الشكل الرقمي) ضرورية للتوثيق الصحيح. وينبغي الإبقاء على الخرائط القديمة وأن تكون مؤرخة للرجوع إليها.

وتعد الممارسات الزراعية المختلفة ضرورية من أجل الإدارة السليمة لمدخلات الأنواع المختلفة، وينبغي أن تكون موثقة بعناية لضمان استخدامها الثابت مع مرور الوقت والمعالجة المناسبة للمدخلات.

وفي إمكان غالبية بنوك الجينات أيضا الحصول على الحواسيب والوصول للإنترنت. وتتيح نظم تخزين البيانات والمعلومات المرتكزة على الحاسوب التخزين الشامل لجميع المعلومات المرتبطة بإدارة المجموعات الحقلية. وتوجد نظم لإدارة معلومات البلازما الجرثومية مثل شبكة المعلومات العالمية لموارد البلازما الجرثومية (GRIN) التي أُعدت على وجه التحديد من أجل التوثيق العالمي لبنك الجينات وإدارة المعلومات. ويساعد اعتماد معايير البيانات التي توجد اليوم في معظم جوانب إدارة بيانات بنك الجينات على جعل إدارة المعلومات أسهل، ويحسن استخدام وتبادل البيانات. ويعد اقتسام معلومات المدخلات وجعلها متاحة علانية للمستخدمين المحتملين للبلازما الجرثومية مهما لتسهيل ودعم استخدام المجموعة. وفي نهاية المطاف، يتم الترويج للصون وقابلية استعمال البلازما الجرثومية المحفوظة من خلال الإدارة الجيدة للبيانات والمعلومات.

وينبغي أن تبقى جميع البيانات محدثة كما ينبغي نسخها على فترات منتظمة وتخزينها في موقع بعيد للوقاية من فقدانها إذا شب حريق، أو تعطل الحاسوب، وما إلى ذلك (انظر معايير الأمن والسلامة). كما يمكن أن يكون من المفيد الحصول على سجلات مكتوبة للبيانات الأساسية وعلى نسخ ورقية للخرائط الحقلية.

### الحالات الاستثنائية

يضر عدم التوثيق، أو فقدان ما وُثق أو التصاميم الحقلية أو بطاقات التوسيم، بالاستخدام الأمثل للبلازما الجرثومية، بل ويمكن أيضا أن يؤدي حتى إلى فقدانها، إذا كان يعوق الإدارة السليمة والتجديد. ولا يسمح عدم وجود التعريف المناسب للأنواع بتسجيل جميع المعلومات اللازمة للإدارة السليمة للمدخلات وتحديد الممارسات الزراعية الملائمة.

## مراجع مختارة

- Alercia, A., Diulgheroff, S. & Mackay, M.** 2012. *FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors* (MCPD V.2). Rome, FAO and Bioversity International (available at: [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/1526.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/1526.pdf)).
- De Vicente, M.C., Metz, T. & Alercia, A.** 2004. *Descriptors for genetic markers technologies*. Rome, IPGRI.
- Fabiani, A., Anderson, C. & Tillería J.** 1996. *Desarrollo de una base de datos para la evaluación de germoplasma cítrico. (Abstr.)*. VIII Congreso latinoamericano y VI Nacional de Horticultura. Montevideo, Sociedad Uruguaya de Horticultura
- Lipman, E., Jongen, M.W.M, van Hintum, Th.J.L., Gass, T. & Maggioni L., comps.** 1997. *Central crop databases: tool for plant genetic resources management*. Rome, IPGRI, and Wageningen, Netherlands, CGN.
- Painting, K.A, Perry, M.C, Denning, R.A. & Ayad, W.G.** 1993. *Guidebook for genetic resources documentation*. Rome, IPGRI.
- Tillería, J.** 2001. *Sistema DBGERMO para la Documentación de Bancos Activos de Germoplasma*. Memoria, Reunión Técnica para Latinoamérica y el Caribe del Sistema Mundial de la FAO de Información y Alerta para los Recursos Filogenéticos. pp 85-115. Turrialba, Costa Rica.
- Tillería, J. & Anderson, C.M.** 2004. *The DBGERMO II desktop system for an easy documentation of germplasm collections*. Proc. ISC. (Abstr.), Agadir, Morocco.
- Tillería, J. & Zamuz, J.** 2011. *La Herramienta Curatorial DBGERMOWeb para la Documentación de Colecciones Vegetales. Demostración de la aplicación web en tiempo real con colecciones documentadas*. VIII SIRGEALC, Quito.
- Tillería, J., Andrade, R. & Zamuz, J.** 2011. *Documentación de la colección de chirimoya (Annona cherimola Mill) del INIAP con la herramienta curatorial DBGERMOWeb*. VIII SIRGEALC, Quito.
- Tillería, J., Paniago, N., Zamuz, J. & Luján, M.** 2009. *El Sistema DBGERMO Web para la Documentación de Colecciones Vegetales*. VII SIRGEALC, Pucón, Chile.
- USDA, ARS, Bioversity International, Global Crop Diversity Trust.** GRIN-Global. Germplasm Resource Information Network Database - Version 1 (available at: [http://www.grin-global.org/index.php/Main\\_Page](http://www.grin-global.org/index.php/Main_Page)).

## 9.5 معايير التوزيع والتبادل

### المعايير

- 1.9.5 ينبغي أن توزع البلازما الجرثومية وفقا للقوانين القطرية والمعاهدات والاتفاقيات الدولية ذات الصلة.
- 2.9.5 ينبغي أن ترفق جميع العينات مع جميع الوثائق ذات الصلة التي يطلبها المانح والبلد المتلقي.
- 3.9.5 ينبغي أن تكون أي بلازما جرثومية التي يتم توزيعها مصحوبة بالمعلومات المرتبطة بها. وينبغي أن يشمل الحد الأدنى من المعلومات قائمة مفصلة، مع التعرف على المدخل، وعدد وأوزن العينات، والبيانات الأساسية الرئيسية.

### السياق

توزيع البلازما الجرثومية هو عبارة عن توريد عينة ممثلة من العينة المدخلة الموجودة لدى بنك الجينات استجابة لطلبات مستخدمي البلازما الجرثومية. وثمة زيادة مستمرة في الطلب على الموارد الوراثية لمواجهة التحديات التي يفرضها تغير المناخ، والتي تفرضها التغيرات في الأطياف النوعية للآفات والأمراض الرئيسية والأنواع الغريبة الغازية وغيرها من احتياجات المستخدم النهائي. وقد أدى هذا الطلب إلى توسيع نطاق الاعتراف بأهمية استخدام البلازما الجرثومية من بنوك الجينات، التي تقرر في نهاية المطاف توزيع البلازما الجرثومية. ومن المهم بأن يلتزم توزيع البلازما الجرثومية عبر الحدود بالقواعد والمعايير الدولية المتصلة بلوائح الصحة النباتية، ووفقا للمعاهدات والاتفاقيات الدولية في مجال التنوع البيولوجي والموارد الوراثية النباتية.



## الجوانب التقنية

الصكان الدوليان اللذان ينظمان الحصول على الموارد الوراثية هما المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية للأغذية والزراعة واتفاقية التنوع البيولوجي. وتيسر المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية للأغذية والزراعة الحصول على الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة وينص على الاقتصام للمنافع المتأتية عن استخدامها. وأنشأت نظاما متعدد الأطراف للموارد الوراثية للأغذية والزراعة لمجموعة من 64 محصولا غذائيا وعلفيا (يشار إليه عادة بمحاصيل الملحق الأول للمعاهدة الدولية)، والتي تكون مرفوقة باتفاق موحد لنقل المواد من أجل التوزيع. ويمكن أيضا استخدام الاتفاق الموحد لنقل المواد للمحاصيل الغير الواردة في الملحق الأول للمعاهدة الدولية، ومع ذلك، فإن هناك نماذج أخرى متاحة أيضا. ويتم الحصول على الموارد والاقتسام للمنافع المتأتية عن استخدامها تحت اتفاقية التنوع

البيولوجي وفقا لبروتوكول ناغويا. وتشدد كل من المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية للأغذية والزراعة واتفاقية التنوع البيولوجي على هذا التواصل بين الصون والاستخدام المستدام، إلى جانب تيسير الحصول على الموارد والاقتسام المنصف للمنافع المتأتبة عن استخدامها. وبالإضافة إلى ذلك يجب أن ترفق جميع المدخلات بالوثائق المطلوبة مثل شهادات الصحة النباتية ورخص الاستيراد، حسب الاقتضاء ووفقا للاتفاقية الدولية لوقاية النباتات. وينبغي التحقق من المقصد النهائي ومن آخر متطلبات الاستيراد للبلد المستورد فيما يتعلق بشروط الصحة النباتية (في كثير من البلدان، يتم تغيير الأنظمة في فترات قصيرة)، قبل الشحن، كما ينبغي أن يخطط لنقل البلازما الجرثومية وذلك بالتشاور مع المنظمة القطرية لوقاية النباتات أو المعهد المخول رسميا، الذي يحتاج لتوفير الوثائق المناسبة، مثل شهادة الصحة النباتية الرسمية، والتي تتوافق مع متطلبات البلد المستورد. وينبغي أن يزود المستفيد من البلازما الجرثومية بنك الجينات المورد بالمعلومات المتعلقة بالوثائق اللازمة لاستيراد المواد النباتية، بما في ذلك متطلبات الصحة النباتية.

وينبغي أن تخضع المواد النباتية الخضرية من العينة المدخلة في بنك الجينات الحقلية إلى إجراءات العلاج والفهرسة قبل توزيعها على مستخدمي البلازما الجرثومية. وتعد الفهرسة للكشف عن الكائنات الممرضة الصعبة، مثل الفيروسات، مهمة للحد من انتشارها. وعندما تكون قدرات فهرسة الفيروس غير متوفرة، ولاسيما بالنسبة للمواد المعروفة بأنها أتت من مناطق موبوءة بالفيروس، ينبغي أن يدرج الوضع الصحي في البيانات الأساسية والمواد موزعة إذا كان المستفيد لديه مرافق الحجر الصحي أو إذا استوفى معيار تصريح الإستيراد للبلد الطالب أو المنطقة.

ويعتمد نوع حاوية الشحن، ومواد التعبئة والتغليف واختيار شركة الشحن إلى حد كبير على جزء النبات المراد توزيعه. وتوثق في كثير من الأحيان شهادات الصحة النباتية والحجر الصحي وتصاريح الاستيراد كيفية تعبئة وشحن بلازما جرثومية معينة. وتتطلب الأعضاء النائمة أو أعضاء التخزين عددا أقل من الاحتياطات، وربما تقضي وقتا أطول في العبور من دون ضرر عكس المواد القابلة للتكاثر التي هي في طور النمو. وينبغي أن تبقى المدخلات منفصلة أثناء الشحن، ويجب أن لا تختلط. وتغطي إجراءات التشغيل القياسية المتوفرة في العديد من بنوك الجينات المسائل التقنية مثل التعبئة والتغليف، والمعالجة، وطريقة الشحن، وحجم العينة، وغيرها، وينبغي أن يشار إليها كمرجع.

وسوف يحسن اختيار توقيت الشحنات لتجنب الطقس القاسي (ساخن أو بارد) وإخطار المستفيد أو موظف الجمارك قبل وصول النباتات من احتمال وصولها في حالة جيدة. وقد تتطلب المواد القابلة للتكاثر الهشة خدمات توصيل سريعة. ومما يسهل الشحنات الدولية تعليق الأوراق اللازمة خارج الحاوية لتيسير الوصول إليها من قبل المسؤولين من دون إزعاج النباتات، مع وضع النسخ المتعلثة بالمتلقي داخل الحاوية. وقد يكون الطالب في حاجة إلى اقتناء خدمات وكيل الشحن لتولي إدخال البلازما الجرثومية عبر الجمارك للبلد.

وينبغي أن ترفق جميع المدخلات بالحد الأدنى من المعلومات اللازمة للطالب للاستفادة المناسبة من المواد. وينبغي أن تشمل هذه المعلومات على الأقل قائمة مفصلة تتضمن تحديد العينة المدخلة، عدد و/أو أوزان العينات، والبيانات الأساسية الرئيسية. كما يتم تضمين المفيد لسجل اختبار الكائنات



الممرضة. وينبغي المحافظة على سجلات التوزيع (سجلات بتاريخ تقديم الطلب، والنباتات المطلوبة، وشكل نبات، واسم الطالب وعنوانه، وتاريخ الشحن وتكلفة الشحن) وتضمينها في نظام التوثيق لبنك الجينات (انظر معايير التوثيق). وقد تصبح المواد النباتية الموزعة مصدرا لمواد الإكثار في حالة وقوع فقدان كارثي للمواد الأصلية في بنك الجينات المنشئ.

## الحالات الاستثنائية

يوفر الحفظ في وقت واحد للمدخلات في الأنابيب المخبرية الحماية من الآفات والكائنات الممرضة والمخاطر المناخية ويزيد من توافرها للتوزيع في حالة الحفاظ على المواد خالية من الفيروسات. وفي بعض الحالات، مثل نبات المنيهوت (*Manihot esculenta* L.) والكاكاو (*Theobroma cacao* L.) لا يمكن نشر القطع من البنوك الحقلية عموما إلا داخل البلد، وفي بعض الأحيان في مناطق معينة من البلاد فقط، وذلك بسبب لوائح الحجر الصحي للآفات والأمراض. ويمكن استخدام الأشكال الأخرى للتكاثر، مثل الزراعات في الأنابيب المخبرية أو البذور لتبادل البلازما الجرثومية بين البلدان أو مناطق الحجر الصحي. وقد يكون من الضروري توزيع المواد من الصوبات الزراعية أو الصوبات المحمية بشبكة بالنسبة للمحاصيل المصابة بالفيروسات المنقولة عبر الحشرات أو السوس كما أنه قد يستلزم زراعات في الأنابيب المخبرية.

وقد تمدد القرارات السياسية، وحالات الأزمات أو التأخيرات البيروقراطية الفترة الزمنية بين تلقي طلب العينة وتوزيع المواد. كما تؤثر أيضا القيود المتعلقة بتجديد و/أو إكثار المدخلات على عملية التوزيع وتأخرها. ويؤدي التأخير في فحص أنظمة الحجر الصحي إلى حين إعداد الشحنة للإرسال إلى هدر الموارد. وسيتم رفض شحنات البلازما الجرثومية الملوثة بالآفات أو الغير المرفقة بالوثائق الصحيحة من دخول البلد المستورد أو تدميرها.

## مراجع مختارة

SGRP-CGIAR, Crop Genebank Knowledge Base. Distribution (available at: [http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=59&Itemid=208&lang=english](http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=208&lang=english)).

## 10.5 المعايير المتعلقة بالأمن والإستنساخ الآمن

### المعايير

- 1.10.5 ينبغي تنفيذ استراتيجية إدارة المخاطر وتحيينها حسب الاقتضاء والتي تواجه المخاطر المادية والبيولوجية المحددة في المعايير.
- 2.10.5 ينبغي أن يتبع بنك الجينات المتطلبات والبروتوكولات المحلية للسلامة والصحة المهنية.
- 3.10.5 ينبغي أن يوظف بنك الجينات الموظفين اللازمين للقيام بجميع المسؤوليات الروتينية لضمان حصول بنك الجينات على البلازما الجرثومية وصونها وتوزيعها وفقا للمعايير.
- 4.10.5 ينبغي استنساخ كل عينة مدخلة في بنك الجينات الحقلي في موقع آخر على الأقل و/أو نسخها بطريقة/ استراتيجية صون بديلة مثل الحفظ في الأنابيب المخبرية أو الحفظ بالتبريد الشديد حيثما كان ذلك ممكنا.

### السياق

بما أن بنك الجينات الحقلي يعد تجمعا حيا من النباتات التي تم جمعها في مختلف المناطق والتي ستبقى في مكان واحد لسنوات عديدة، فهي معرضة للغاية لعدد من التهديدات، بما في ذلك الظروف البيئية والآفات والأمراض، وحياسة وتنمية الأراضي. كما أن عملية المحافظة على بنك الجينات الحقلي هي أيضا مكلفة وتحتاج إلى رعاية مستمرة بالمقارنة مع غيرها من وسائل الصون. وينبغي لها أن تنفذ وتعزز الإدارة المنتظمة للمخاطر التي تواجه المخاطر الفيزيائية والبيولوجية في البيئة اليومية. ويوفر هذا المعيار العناصر التي يجب لبنك الجينات أن يفي بها لتأمين المجموعة ضد هذه التهديدات وكفالة عدم حدوث فقدان في التنوع الوراثي.

## الجوانب التقنية

ينبغي أن يضع بنك الجينات الحقلي استراتيجية مكتوبة لإدارة المخاطر بشأن الإجراءات التي يتعين اتخاذها في حالة حدوث طارئ في بنك الجينات بشأن البلازما الجرثومية أو البيانات ذات الصلة. وينبغي مراجعة هذه الاستراتيجية وخطة العمل المرفقة بانتظام وتحديثها للاستفادة من الظروف المتغيرة والتكنولوجيات الجديدة، كما يجب كذلك نشرها بين موظفي بنك الجينات.

وتتعرض بنوك الجينات الحقلية إلى العديد من التهديدات. وتشمل هذه التهديدات الظروف الجوية القاسية مثل الجفاف، والجليد، والبرد، والزوابع، والأعاصير الاستوائية، والتي يمكن التنبؤ بها جزئياً ويمكن اتخاذ الاحتياطات لإعطاء النباتات حماية إضافية خلال الفترات الغير المواتية. وإذا كانت النباتات مزروعة في الأواني، يمكن أخذها إلى مكان محمي. أما بالنسبة للنباتات الفتية الموجودة في الحقل المفتوح، وحسب نوع النبات، لا يمكن فعل أي شيء ما عدا تعزيز الأوتاد أو تغطية النباتات بالغطاء الواقي حيثما كان ذلك ممكناً. ويمكن بالنسبة لأشجار الفاكهة تقليم الفروع للحد من تأثير الرياح القوية التي قد تؤدي إلى اقتلاع الأشجار.

وإن الظواهر المتطرفة الأخرى مثل موجات الحرائق أو الزلازل يكون التنبؤ بها صعباً، ويتعين في مثل هذه الحالات اتخاذ التدابير الوقائية لمنع وقوع أضرار على النباتات في بنك الجينات الحقلي. ويلزم إقامة فواصل لمكافحة الحريق عبر بنك الجينات الحقلي والحفاظ عليها في جميع الأوقات. وبالإضافة إلى ذلك يجب أن تكون معدات مكافحة الحرائق موجودة بعين المكان وأن يتم فحصها بانتظام. وتشمل معدات مكافحة الحرائق طفايات وبطانيات الحريق. كما يستلزم أن تكون مباني بنك الجينات بما في ذلك الصوبات والمشاتل مقاومة للزلازل إذا كانت تقع في منطقة معرضة للزلازل.

وتتصل التهديدات الأخرى التي تواجه المجموعات الحقلية بالعوامل الحيوية بما في ذلك الآفات والأمراض والحيوانات المفترسة، والأنواع الغريبة، والقوارض والمواد الأصلية من نفس النوع التي تنمو كنباتات برية في المنطقة والتي يمكنها أن تغزو الحقل كحشائش ضارة. ويجب اتخاذ التدابير الوقائية ضد هذه التهديدات. كما ينبغي استخدام المبيدات الحشرية بحذر لأنه ليس لها تأثير سلبي على البيئة فقط، وإنما أيضاً على صحة وسلامة العاملين الذين يستخدمونها. وحيثما كان ذلك مناسباً، يمكن أن يكون استخدام الفخاخ لصيد الحيوانات المفترسة أو الخنادق لمنع الوصول إلى القطع التجريبية أكثر صداقة للبيئة، وينبغي تجنب غزو الحيوانات لبنك الجينات الحقلي باستخدام بروتوكولات إنسانية موافق عليها من قبل الجمعيات ذات الصلة.

ويمكن أيضاً أن يشكل التخريب أو سرقة مواد الإنبات المشكلة الرئيسية لأمن المجموعات. وينبغي تسييج بنك الجينات الحقلي بشكل مناسب ومراقبة الوصول إلى مرافقه مراقبة جيدة. وقد يتطلب الأمر في بعض الأماكن، إضافة حراس أمن أو إقامة سياج أمني. ونظراً لطبيعة بنوك الجينات الحقلية الطويلة الأجل، وخاصة بالنسبة لأشجار الفاكهة وأنواع أخرى، فإن تأمين حيازة الأراضي وخطة تطوير الموقع مهم لتقليل الحاجة إلى الانتقال إلى موقع جديد وللسماع بالتوسع.



وينبغي أيضا الأخذ بعين الاعتبار الصحة والسلامة المهنية للموظفين. كما ينبغي توفير معدات الوقاية تعمل بشكل صحيح، والملابس، للاستخدام في الحقل، خاصة عند استعمال المبيدات الكيماوية والأسمدة. واختيار المواد الكيماوية الزراعية مهم للحد من المخاطر. وينبغي وضع قائمة المواد الكيماوية التي هي آمنة بشكل عام للمحاصيل المختلفة و"قائمة سوداء" للمواد الكيماوية التي تشكل خطرا والمحرمة. ويجب تعليم الموظفين على الاستخدام الصحيح والآمن للمعدات والقيام بالتدريب المنتظم في مجال الصحة والسلامة في البيئات الميدانية.

وتستلزم الإدارة الفعالة لبنك الجينات موظفين مدربين بشكل جيد، ومن المهم إيكال المسؤوليات إلى موظفين أكفاء مناسبين. وينبغي لذلك أن تكون لدى بنك الجينات إستراتيجية أو خطة للموظفين، وميزانية نظيرة مخصصة بانتظام على نحو يضمن توافر الحد الأدنى من الموظفين المدربين بشكل مناسب للاضطلاع بالمسؤوليات التي تكفل تمكن بنك الجينات من اقتناء وصون وتوزيع البلازما الجرثومية. ومن المستصوب أن يستعان بمختصين فنيين في عدد واسع من المجالات، على حسب مهمة وأهداف كل بنك من بنوك الجينات. ومع ذلك، سيتوقف استكمال ملاك الموظفين وتدريبهم على ظروف محددة. وينبغي أن يحصل الموظفون على التدريب اللائم من خلال برامج التدريب المعتمدة و/أو التدريب أثناء العمل، وينبغي تحديد احتياجات التدريب حال ظهورها.

ويشكل استخدام وسائل الحفظ التكميلية للاستنساخ الآمن للمدخلات المحفوظة في بنك الجينات الحقلية استراتيجية هامة للحد من المخاطر المذكورة أعلاه، ويمكن أن يكون أكثر اقتصادا. وقد تستنسخ المدخلات على شكل النمو البطيء أو الزراعات في الأنابيب المخبرية أو الحفظ بالتبريد الشديد في النيتروجين السائل، كلما كانت البروتوكولات متاحة للمدخلات المستهدفة. ويشكل تخزين البذور على المدى القصير، حيث يتم تجديد البذور قبل فقدان صلاحيتها، الطريقة الممكنة والفعالة من حيث التكلفة لاستنساخ تلك الأنواع التي تنتج بذورا قصيرة الأجل أو غير تقليدية. ويمكن أيضا تكرار بنك الجينات الحقلية كنسخة احتياطية في منطقة أخرى ذات مناخ وإيكولوجيا زراعية مناسبين حيث ستزدهر النباتات ولكن لا تكون عرضة لمخاطر بنك الجينات الرئيسي. كما يوفر موقعا إضافيا يمكن من خلاله توزيع المواد ويمكن أن يكون موجودا في منطقة بمخاطر الآفات والأمراض مختلفة من أجل سلامة المجموعة وتخفيف قيود الحجر الصحي للتوزيع ضمن المناطق. ويكمل أيضا تخزين حبوب اللقاح والحمض النووي بنك الجينات الحقلية من خلال توفير وسيلة فعالة من حيث التكلفة للحفاظ على كمية أكبر من التنوع ضمن العينة المدخلة مما يمكن الحفاظ عليه كنباتات في بنك الجينات الحقلية.

وتتطلب نسخة الأمان الاحتياطية توقيع اتفاق قانوني بين المودع وملتقي نسخة الأمان الاحتياطية الذي يحدد مسؤوليات الأطراف والشروط والظروف التي تتم فيها المحافظة على المواد. وهذا أمر مهم خاصة بالنسبة لبنوك الجينات الحقلية التي تتم إدارة النباتات فيها بشكل يومي.

## الحالات الاستثنائية

في حالة عدم توافر موظفين مدربين تدريباً مناسباً أو عند وجود قيود تتعلق بضيق الوقت أو بغير ذلك، قد يكمن الحل في الاستعانة بمصادر خارجية لأداء بعض أعمال بنك الجينات أو الاتصال ببنوك أخرى للجينات لالتماس المساعدة. ومن المهم تطوير الشبكات والتعاون مع بنوك الجينات الأخرى. وينبغي إبلاغ الأوساط الدولية لبنوك الجينات، عند تعرض مهام بنك الجينات للخطر. ويمكن أن يتسبب الدخول غير المصرح به للإنسان، أو توغل الحيوانات بما فيها الطيور والحيوانات البرية الأخرى، إلى مرافق بنك الجينات، في فقدان المباشر للمواد، بل ويمكن أيضا أن يعرض المجموعات للخطر عن طريق الإدخال غير المتعمد للآفات والأمراض وعرقلة أنظمة الإدارة. كما يمكن للعمل بشكل وثيق مع المجتمعات المحلية للرفع من مستوى الوعي حول هدف وقيمة المجموعة أن تعطي الشعور بالملكية وحماية متزايدة لمنطقة الحقل.

## مراجع مختارة

**Engels, J.M.M. & Visser, L., eds.** 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 6. Rome, IPGRI.

**NordGen.** 2008. *Agreement between (depositor) and the Royal Norwegian Ministry of Agriculture and Food concerning the deposit of seeds in the Svalbard Global Seed Vault*. The Svalbard Global Seed Vault. The Nordic Genetic Resource Centre, ALNARP (available at: [http://www.nordgen.org/sgsv/scope/sgsv/files/SGSV\\_Deposit\\_Agreement.pdf](http://www.nordgen.org/sgsv/scope/sgsv/files/SGSV_Deposit_Agreement.pdf)).

**Reed, B.M., Engelmann, F., Dulloo, M.E. & Engels, J.M.M.** 2004. *Technical guidelines for the management of field and in vitro germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 7. Rome, IPGRI.

**SGRP-CGIAR.** Crop Genebank Knowledge Base. Safety duplication (available at: [http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=58&Itemid=207&lang=english](http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=207&lang=english)).



# الفصل 6

معايير بنك الجينات  
للزراعة في الأنابيب المخبرية  
والحفظ بالتبريد الشديد







تعتبر المعايير للزراعة في الأنابيب المخبرية والحفظ بالتبريد الشديد واسعة وذات طبيعة عامة نظرا للاختلاف الملحوظ بين البذور الغير التقليدية والنباتات المكثرة خضريا. وهذا التغير هو وظيفة للبيولوجيا الكامنة والحالة الأيضية للنباتات المعنية، والذي يؤثر على ردودهم المختلفة للمعالجات المتنوعة، وغالبا ما يتطلب إدخال تعديلات على النهج الأساسية التي يجب تقديمها على أساس أنواع محددة. وتتطلب هذه الميزات المختلفة مدخلا للظاهرة الغير التقليدية وسلوك التخزين للبذور الغير التقليدية من أجل فهم أفضل للأسس العلمية لهذه المعايير.

## الظاهرة الغير التقليدية

إن فهم تحمل الجفاف والحساسية في البذور التقليدية مقارنة مع البذور غير التقليدية (المتوسطة والغير التقليدية) له أهمية أساسية بالنسبة للحفظ بالتبريد الشديد. وعند النضج، يكون عادة المحتوى المائي للبذور التقليدية في نطاق 0.05 - 0.16 ج ج<sup>-1</sup> (5 في المائة - 14 في المائة)، وعلى الرغم من ذلك، فإن بعض الأنواع تتساقط عند المحتوى المائي أعلى من ذلك بكثير، مما يؤدي بها إلى اجتفاف كبير بعد ذلك. على عكس البذور الغير التقليدية، كل البذور التقليدية لها قدرة على تحمل التجفيف، والتي هي مبرمجة وراثيا ومجلوبة من قبل، أو في بداية التجفيف عند النضج. وإن البذور الغير التقليدية لا تجف خلال مراحل التطور المتأخرة وتتساقط عند محتويات الماء في

1 في هذه الوثيقة، يفضل استخدام مصطلح المحتوى المائي على أساس الكتلة الرطبة (wet mass basis wmb) بدلا من المحتوى الرطوبي، لأن البذور الغير التقليدية مميأة (wet) بدلا من رطبة (barely wet). أيضا، يتم التعبير عن الأرقام الواردة على أساس الكتلة الجافة (ج الماء ج-1 المادة الجافة ج-1)، والذي يعتبر أكثر وضوحا من التعبير كنسبة مئوية للكتلة الرطبة.

نطاق 0.3-0.4 - <math>4.0</math> ج<sup>1</sup> ولأنها حساسة للجفاف، فإن فقدان الماء يؤدي بسرعة إلى انخفاض في صلاحية البذور وقدرتها، وموت البذور في محتويات الماء العالية نسبياً. وهذا ناتج عن نشاطهم الأيضي (Berjak and Pammenter, 2004) مع حدوث ضئيل أو منعدم في التفريق بين الخلايا، ومن ثم تعرض أغشية الخلايا للآثار الضارة لإجهاد الإجتفاف (Walters *et al.*, 2001; Varghese *et al.*, 2011). كما يحدث أيضاً طيف من الاختلافات في فيزيولوجيا ما بعد تساقط في البذور الوسيطة. ويمكن للبذور التي تظهر السلوك الوسيطي تحمل فقدان الماء إلى -0.11 إلى -0.14 ج<sup>1</sup> (Berjak and Pammenter, 2004). إن لدى هذه البذور القدرة على أداء بعض من الآليات المهمة والعمليات التي تحكم تحمل التجفيف. ومع ذلك، فهي ليست طويلة الأمد في حالة الجفاف، وبخاصة تحت درجات حرارة التجميد لبعض الأنواع.

وكثيراً ما يكون التغيير في فيزيولوجيا البذور الغير التقليدية أيضاً داخل النوع. ويمكن أن يتفاوت المحتوى المائي في البذور، أو الجنين/محور الجنين تفاوتاً كبيراً في مجموعات من نفس المكان من سنة إلى أخرى، وكذلك في المواد من نفس المكان، في غضون موسم واحد. وهذا يعني أنه يجب تقييم المعلمات (المحتوى المائي، والاستجابة للتجفيف) لكل نوع. وبالإضافة إلى ذلك، فإن البذور المحصورة في وقت متأخر خلال موسم ما عادة ما تكون ذات نوعية رديئة إلى حد كبير مقارنة مع تلك التي تحصد في وقت مبكر (Berjak and Pammenter, 2004). ويعد مصدر العشيرة التي تم جمع البذور منها عاملاً رئيسياً في خصائص واستجابات البذور الغير التقليدية. وبالتالي، يمكن للبذور التي تنمو على طول انحدار خط العرض أن تظهر خصائص مختلفة بشكل ملحوظ، حتى ولو كانت من نفس النوع (Daws *et al.*, 2006; Daws *et al.*, 2004).

قد برزت حالة تطور البذور كاعتبار حرج عندما يراد تخزين البلازما الجرثوية الغير التقليدية في التبريد الشديد. وفي وقت مبكر أثناء تطور جنين البذور، فإن كل البذور تكون حساسة للغاية للتجفيف. وتزيد حساسية التجفيف في البذور الغير التقليدية كلما تجلت عمليات الأيض الإنباتي (Berjak and Pammenter, 2004) وتبدأ المراحل الأولى للإنبات في البذور الغير التقليدية بعد فترة وجيزة بعد تساقطها، دون أن يكون هناك "توقف" بين مرحلة نهاية التطور ومرحلة بدء الإنبات التي تفرض على البذور التقليدية من قبل تجفيف النضج.

وحسب الأنواع، تبدأ البذور الغير التقليدية عملية الأيض الإنباتي بعد تساقطها. وتلك الأنواع التي لها أجنة كاملة النمو عند التساقط، تشرع عموماً في الإنبات فعلياً على الفور، مع زيادة مصاحبة في حساسية التجفيف. وفي بعض الأنواع الأخرى، فإن البذور تتساقط بأجنة غير متطورة، مما يستلزم استكمال التطوير قبل بدء عملية الأيض الإنباتي. وهذه الاختلافات التطورية تملي المدة التي يمكن أن تخزن فيها البذور تحت الرطوبة (أي التخزين الرطب عند المحتوى المائي للتساقط). ومن المعروف الآن أن البذور الغير التقليدية لا يمكن تجفيفها إلى المحتوى المائي الذي يستبعد الإنبات (أو ما يسمى بالتخزين شبه المشبع بالماء)، وهذا في الواقع يقصر من فترة العمر الافتراضي للتخزين الرطب. ويحفظ في الواقع الإجتفاف الطفيف بداية/تقدم الإنبات، وبهذا يعمل على تقليص الوقت قبل أن تبدأ الحاجة إلى إمدادات خارجية للمياه لدعم العملية (Drew *et al.*, 2000; Eggers *et al.*, 2007).

وبشكل عام، فإن البذور الغير التقليدية من المناطق المعتدلة هي التي تتحمل التجميد، في حين من المرجح أن تكون تلك من المناطق المدارية وشبه المدارية والتي هي من نفس النوع، حساسة للتجميد. وتشكل أيضا الحساسية للتجميد قضية لتخزين البذور الوسيطة، لاسيما تلك من المناطق المدارية وشبه المدارية. وعندما يتم تجفيفها إلى محتويات الماء التي ليست هي ضارة في حد ذاتها، فإن فترة تخزين البذور من هذا القبيل تنقل عند درجات الحرارة أقل أو تساوي عشرة (10 ≤) درجة مئوية (Hong *et al.*, 1996). وتشكل عموما الكائنات الدقيقة المرتبطة بالبذور (الفطريات والبكتريا)، وخصوصا تلك المرتبطة بالأسطح الداخلية، مثل الفلقتين أو محور الجنين، مشكلة كبرى بالنسبة للبذور الغير التقليدية، وخاصة تلك من أصل استوائي وشبه الاستوائي (Sutherland *et al.*, 2002). وتشجع شروط التخزين الرطب، كونها رطبة وضرورية في كثير من الأحيان في درجات الحرارة المعتدلة، على انتشار الفطريات، مع احتمال اختراق الخيط الفطري لأنسجة الجنين. وهذا له تأثير كبير وضار ويحد من فترة العمر الافتراضي للتخزين الرطب بشكل ملحوظ.

وفي ظل الظروف الحقلية، ما لم يكن تطور البادرات سريعا، فإن البذور الغير التقليدية سوف تفقد الماء تدريجيا، وبنسبة تتماشى وفقا لطبيعة وشكل الأنوع المحددة. وفي ظل ظروف فقدان بطيء للماء (أيام إلى أسبوع أو أكثر)، يتراكم ضرر التجفيف وتكون بذور معظم الأنواع قد فقدت صلاحيتها عندما تكون الأجنة/محاور الجنين عند المحتوى المائي 0.8 ج ج<sup>-1</sup> تقريبا (Pammenter *et al.*, 1993). وبالتالي عند التعامل مع أو تخزين البذور الغير التقليدية، يولى عادة اهتمام كبير للحفاظ على محتويات الماء في المستويات الخاصة للتساقط.

وتعتمد استجابة النباتات المستأصلة للإجتفاف على نسبة التجفيف وحجم النباتات المستأصلة. وفي كثير من الأحيان تكون البذور الغير التقليدية كبيرة جدا لتجف بسرعة، وكبيرة جدا لتبرد بسرعة عند تعرضها للتبريد عند درجة حرارة شديدة الانخفاض (كما هو مطلوب للحصول على الحفظ بالتبريد الشديد الناجح). وبالتالي، فالأجنة المستأصلة أو المحاور الجنينية هي نباتات مستأصلة مفضلة، لأنه يمكن تجفيفها إلى محتويات الماء التي من شأنها أن تقلل تبلور الجليد، والتي هي  $0.4 \geq$  ج ج<sup>-1</sup>. ويمكن تجفيف الأجنة/المحاور في تيار من الهواء (Pammenter *et al.*, 2002)، والذي يحد كثيرا من الوقت الذي يمكن أن يحدث خلاله ضرر الجفاف المرتبط بالأبيض. الأمر ليس بأن الأجنة/المحاور هي التي أصبحت تتحمل الجفاف، ولكن مجرد أنها تجف قبل أن يصل الضرر المتراكم إلى النسبة القاتلة، شريطة أن تكون الفترة الزمنية اللازمة لإخضاعها لدرجات الحرارة المبردة. وفي الحالات التي يستحيل فيها معالجة الجنين/المحاور لنجاح التخزين تحت التبريد الشديد، يمكن استخدام النباتات المستأصلة البديلة، مثل المرستيم القممي المستأصل من البادرات المنتوجة من بذور تم إنباتها في الأنابيب المخبرية.

وبالإضافة إلى الحفظ بالتبريد الشديد، تشمل الوسائل الأخرى لحفظ الأنواع المنتجة للبذور الغير التقليدية، الصون في الأنابيب المخبرية والتي يمكن أن تنطوي على بطء نمو الشتلات/النباتات الفتية. وفي بعض الأحيان، قد يتم فرض حالات بطء نمو خارج الأنابيب المخبرية. وفي الحالة الأخيرة، قد تكون الشتلات مشتقة من الكلس الجنيني (الذي هو نفسه قابل للحفظ بالتبريد الشديد) ويتم حفظها في الأنابيب المخبرية، وربما تحت ظروف نمو بطيء.

## مراجع مختارة

- Benson, E.E., Harding, K., Debouck, D., Dumet, D., Escobar, R., Maffa, G., Panis, B., Panta, A., Tay, D., Van den Houwe, I. & Roux, N. 2011. *Refinement and standardization of storage procedures for clonal crops - Global Public Goods Phase 2: Part I. Project landscape and general status of clonal crop in vitro conservation technologies*. Rome, SGRP-CGIAR.
- Berjak, P. & Pammenter, N.W. 2004. Recalcitrant Seeds. In R.L. Benech-Arnold, & R.A. Sánchez, eds. *Handbook of seed physiology: applications to agriculture*, pp. 305-345. New York, USA, Haworth Press.
- Daws, M.I., Lydall, E., Chmielarz, P., Leprince, O., Matthews, S., Thanos, C.A. & Pritchard, H.W. 2004. Developmental heat sum influences recalcitrant seed traits in *Aesculus hippocastanum* across Europe. *New Phytologist*, 162: 157-166.
- Daws, M.I., Cleland, H., Chmielarz, P., Gorian, F., Leprince, O., Mullins, C.E., Thanos, C.A., Vandvik, V. & Pritchard, H.W. 2006. Variable desiccation tolerance in *Acer pseudoplatanus* seeds in relation to developmental conditions: a case of phenotypic recalcitrance? *Functional Plant Biology*, 33: 59-66.
- Drew, P.J., Pammenter, N.W. & Berjak, P. 2000. 'Sub-imbibed' storage is not an option for extending longevity of recalcitrant seeds of the tropical species, *Trichilia dregeana* Sond. *Seed Science Research*, 10: 355-363.
- Eggers, S., Erdey, D., Pammenter, N.W. & Berjak, P. 2007. Storage and germination responses of recalcitrant seeds subjected to mild dehydration. pp. 85-92. In S.Adkins, S. Ashmore, S.C. Navie, eds., *Seeds: biology, development and ecology*. Wallingford, UK, CABI.
- Engelmann, F. & Takagi, H., eds. 2000. *Cryopreservation of tropical plant germplasm. Current research progress and application*. Tsukuba, Japan, Japan International Research Centre for Agricultural Sciences, and Rome, IPGRI.
- Reed, B., Engelmann F., Dulloo M.E. & Engels J.M.M. 2004. *Technical guidelines on management of field and in vitro germplasm collections*. Handbook for genebanks No.7, Rome, Italy, IPGRI.
- Sutherland, J.R., Diekmann, & Berjak, P., eds. 2002. *Forest tree seed health*. IPGRI Technical Bulletin No. 6. Rome, Italy, IPGRI.
- Varghese, B., Sershen, Berjak, P., Varghese, & Pammenter, N.W. 2011. Differential drying rates of recalcitrant *Trichilia dregeana* embryonic axes: A study of survival and oxidative stress metabolism. *Physiologia Plantarum*, 142: 326-338.
- Walters, C., Pammenter, N.W., Berjak, & Crane, J. 2001. Desiccation damage, accelerated ageing and respiration in desiccation-tolerant and sensitive seeds. *Seed Science Research*, 11: 135-148.
- Hong, T.D., Linington, S. & Ellis, R.H. 1996. *Seed storage behaviour: A compendium*. Handbooks for genebanks No. 4. Rome, IPGRI.
- Lync, P., Souch, G., Trigwell, S., Keller, J & Harding, K. 2011. Plant cryopreservation: from laboratory to genebank. *As. Pac J. Mol. Biol. Biotechnol.*, 18 (1): 239-242.
- Pammenter, N.W., Vertucci, C. & Berjak, P. 1993. Responses to dehydration in relation to non-freezable water in desiccation-sensitive and -tolerant seeds. In D. Côme & F. Corbineau, eds. *Proceedings of the Fourth International Workshop on Seeds: Basic and Applied Aspects of Seed Biology*, pp.867-872. Angers, France. ASFIS, Paris. Vol. 3.
- Pammenter, N.W., Berjak, P., Wesley-Smith, J. & Willigen, C.V. 2002. Experimental aspects of drying and recovery. In M. Black & H.W. Pritchard, eds. *Desiccation and survival in plants: drying without dying*, pp. 93-110. Wallingford, UK, CABI.
- Reed, B.M. 2010. *Plant cryopreservation. A practical guide*. New York, USA, Springer.

**Reed, B.M., Engelmann, F., Dulloo, M.E. & Engels, J.M.M.** 2004. *Technical guidelines for the management of field and in vitro germplasm collections*. Handbooks for Genebanks No. 7. Rome, IPGRI.

**Sutherland, J.R., Diekmann, M. & Berjak, P., eds.** 2002. *Forest tree seed health*. IPGRI Technical Bulletin No. 6. Rome, IPGRI.

**Varghese, B., Sershen, Berjak, P., Varghese, D. & Pammenter, N.W.** 2011. Differential drying rates of recalcitrant *Trichilia dregeana* embryonic axes: A study of survival and oxidative stress metabolism. *Physiologia Plantarum*, 142: 326-338.

**Walters, C., Pammenter, N.W., Berjak, P. & Crane, J.** 2001. Desiccation damage, accelerated ageing and respiration in desiccation-tolerant and sensitive seeds. *Seed Science Research*, 11: 135-148.

## 1.6 معايير اقتناء البلازما الجرثومية

### المعايير

- 1.1.6 يجري الحصول على جميع المدخلات للبلازما الجرثومية التي تضاف إلى مجموعة بنك الجينات بطريقة مشروعة مع الوثائق الفنية ذات الصلة.
- 2.1.6 ينبغي أن تكون جميع المواد مصحوبة بحد أدنى من البيانات المرتبطة بها على النحو المفصل في واصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة إلى البنك التي حددها منظمة الأغذية والزراعة/ المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي.
- 3.1.6 و ينبغي جمع مادة الإكثار من نباتات سليمة في طور النمو كلما كان ذلك ممكناً، وفي مرحلة نضج مناسب لتكون قابلة للتكاثر وينبغي فقط جمع المواد في حالة جيدة، وحالة من النضج متسقة، ويجب أن يكون حجم العينة كبير بما يكفي لجعل مشروع بنك الجينات اقتراحاً قابلاً للتطبيق.
- 4.1.6 وينبغي نقل هذه المواد إلى بنك الجينات في أقصر وقت ممكن، وفي أفضل الظروف الممكنة.
- 5.1.6 ينبغي أن تعالج جميع المواد الواردة بمطهر للمساحة السطحية لإزالة جميع الكائنات الحية الدقيقة الملتصقة والتعامل معها بحيث لا يتم تغيير وضعها الفسيولوجي، في منطقة مخصصة للاستقبال.

## السياق

الاقتناء هو عملية جمع أو طلب البلازما الجرثومية (بذور وموارد وراثية أخرى قابلة للتكاثر<sup>1</sup>) لضمها إلى بنك الجينات مع المعلومات ذات الصلة. والالتزام بالمتطلبات القانونية أمر ضروري، ويجب الوفاء بالمتطلبات القطرية والدولية، حسب الاقتضاء. وأثناء مرحلة الاقتناء، من المهم ضمان كون البيانات الأساسية لكل عينة مدخلة مكتملة قدر الإمكان وموثقة تماماً (Alercia *et al.*, 2012).

ويلزم ضمان أقصى قدر من جودة البلازما الجرثومية وتجنب حفظ البذور غير الناضجة والبذور التي تعرضت طويلاً للعوامل الجوية. وطريقة التعامل مع البذور والمواد النباتية القابلة للتكاثر بعد جمعها وقبل نقلها إلى ظروف محكمة لها أهمية حاسمة بالنسبة للجودة. إذ يمكن أن تؤدي درجات الحرارة القصوى والرطوبة المرتفعة أثناء فترة ما بعد الجمع وخلال النقل إلى بنك الجينات إلى فقدان السريع للصلاحيات والحد من طول العمر أثناء التخزين. وينطبق الشيء نفسه على طريقة التعامل بعد الحصاد داخل بنك الجينات. وتتأثر جودة البذور وطول عمرها بالظروف التي تمر بها قبل التخزين داخل بنك الجينات. كما أن البذور الغير التقليدية تنشط عملية الأيض ولها محتويات الماء مرتفعة في مرحلة النضج، والطريقة التي يتم التعامل معها بعد الجمع أمر بالغ الأهمية للصون الناجح على المدى الطويل للمادة. وبما أن المادة التي تنمو في الحقل تكون في كثير من الأحيان ملوثة بالفطريات و/أو البكتيريا، فمن الضروري وضع مجموعة من التدابير للحد من مخاطر تدهور المواد في مرحلة ما بعد الحصاد.

ويجب أن تكون المادة نظيفة قدر الإمكان. ولذلك، فمن المستحسن نقل المواد إلى الأواني ويوصى بفترات قصيرة من النمو في الصوبات الزجاجية. وفي هذه الحالات، ينبغي أن تسقى النباتات من الأسفل، وفي حالة إصابة المواد إصابة بالغة، فإن المبيدات قد تدعم تطهير النبات المستأصل في وقت لاحق. وينبغي استبعاد المواد المصابة بشكل واضح من البداية أو القضاء عليها عندما توجد.

## الجوانب التقنية

يجب أن تقترن الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة الداخلة في إطار النظام المتعدد الأطراف للمعاهدة الدولية، باتفاق موحد لنقل المواد. وبالنسبة للمواد المقتناة أو التي تجمع خارج البلد الذي يوجد فيه بنك الجينات، ينبغي أن يمثل المقتنون للتشريعات الوطنية والدولية ذات الصلة. ويجب السعي للحصول على لوائح الصحة النباتية وأية متطلبات أخرى للاستيراد، من السلطة الوطنية المختصة في البلد المتلقي.

1 في هذا السياق، تشير المادة النباتية القابلة للتكاثر إلى أجزاء خضرية من النبات مثل البذور والبراعم، والكعوب، والعقل، وفروع جانبية أخرى، وتستخدم لتكاثر النبات.

وهناك حاجة إلى البيانات الأساسية لتحديد وتصنيف المدخلات. وتشكل الأنواع البرية العديد من المدخلات، مما يجعل من جمع البيانات الحقلية الدقيقة أمرا لا بد منه. ويجب بالتالي أن تشمل واصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة على قسيمة المعشبة، وكذلك إحداثيات نظام تحديد المواقع والصور الفوتوغرافية للعادة، والموئل، والقوام، قدر الإمكان. وإذا تم جمع المواد الساقطة، فينبغي تسجيلها كما هي والبقاء عليها منفصلة من المواد التي تحصد من النبات الأم. وينبغي أن يشمل حجم العينة عدد مناسب من الأفراد/المدخلات، وكبير بما يكفي لوضع البروتوكول المناسب للحفظ بالتبريد الشديد، وأو لوضع العينات في التخزين على المدى الطويل، في التبريد تحت درجات حرارة شديدة الانخفاض.

وهناك حاجة لضمان أقصى قدر من جودة البذور والمادة النباتية القابلة للتكاثر، وتجنب حفظ المواد الغير الناضجة أو الناضجة أكثر من اللازم (في حالة البذور) التي تعرضت لفترة طويلة جدا للعوامل الجوية. ويضمن جمع المواد النباتية القابلة للتكاثر ذات جودة عالية والنظيفة عمرا أطول خلال التخزين. وينبغي تجنب المواد الساقطة والثمار (البذور) التي تظهر خدوش أوعلامات التدهور. وغالبا ما تكون البذور التي تنضج في آخر الموسم أقل جودة من تلك التي تنتج في وقت سابق (Berjak and Pammenter, 2004). وينصح بعدم جمع البذور الغير التقليدية التي تنضج في آخر الموسم من أي نوع. ويلزم أيضا النظر في الموسمية عند استخدام البصيلات والدرنات، والتي تعطي براعم جديدة في بعض المواسم فقط، وفي النباتات الخشبية التي لديها براعم كامنة في فصل الشتاء فقط، والنباتات المستأصلة من النورات الفتية أو حبوب اللقاح التي لا تكون متوفرة إلا في فترة الإزهار.

وتؤوي كثير من الثمار الحاملة للبذور الغير التقليدية ملوثات فطرية، وحتى عندما تكون غير مرئية. وهذه مشكلة خطيرة، وتطهير المساحة الخارجية للثمار قبل النقل له أهمية في إزالة أي ملوث على هذه المساحة. وتؤدي كل من درجات الحرارة المرتفعة والرطوبة، خلال الفترة ما بعد الجمع وأثناء النقل إلى بنك الجينات، إلى تفاقم هذه المشكلة، ويمكن أن تسبب فقدان السريع للصلاحيه وتقلل من طول العمر خلال التخزين. ومع ذلك، قد تكون البذور والمواد النباتية القابلة للتكاثر الأخرى حساسة بالنسبة للتجميد، وقد تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إما للإنبات أو لتلف البذور. وبالتالي يجب أن لا تكون درجة الحرارة أثناء النقل منخفضة للغاية ولا مرتفعة جدا، وعموما ليست أقل من حوالي 16 درجة مئوية، وليس فوق حوالي 25 درجة مئوية.

وتنطبق أيضا مشكلة التلوث بالفطريات على المناولة في مرحلة ما بعد الحصاد داخل بنك الجينات وينبغي تطهير المساحة الخارجية للثمار كليا قبل فتحها. وبشكل مماثل، في حالة المدخلات المستوردة، يمكن أن ينجم التلوث عن الحاويات والطرود، والتي يجب أن يتم حرقها كما هو منصوص عليه عموما من قبل اللوائح الوطنية لصحة النبات والبذور. ويجب إزالة لب الثمرة، والألياف، وما إلى ذلك، تماما من المساحة الخارجية للبذور، ولكن لا يجب استخدام الماء، لأن البذور يمكن أن تأخذ مزيد من الماء مما يؤثر على المحتوى المائي للبذور. ومن المهم أيضا جمع معلومات عن وزن الثمار والبذور قبل تحديد المحتوى المائي للبذور (انظر المعيار 2).

وحيثما كان ذلك ممكنا (كما في حالة الثمار ذات الغلاف الصلب)، ينبغي نقل البذور في ثمارها، من أجل الحماية، وتجنب الإجتفاف. ويحفز فقدان الماء الأبيض ويقصر العمر الافتراضي للتخزين على حد سواء،



وبالتالي من المهم أن تتم المحافظة على المحتوى المائي بعد عملية الجمع وأثناء النقل، من خلال الحفاظ على رطوبة نسبية عالية (RH) في حاويات التخزين. وينبغي تفضيل أكياس البلاستيك الخاصة التي ليست عرضة للكسر على الأنابيب الزجاجية. كما أن التعبئة والتغليف العازل يساعدان في الحفاظ على درجة حرارة مستقرة، ويمكن أن يكونا ذات أهمية خاصة أثناء عملية النقل الطويلة.

وتظل البذور الغير التقليدية التي تنتج في الثمار ذات الغلاف الصلب بصفة عامة في أفضل حالة لفترات أطول، مما ستكون عليه لو تمت إزالة البذور من الثمار. وينبغي تطهير المساحة الخارجية على الفور للثمار الرطبة، أو تلك التي تضررت أو تفرزت، واستخراج البذور واستبعاد الثمار وتدميرها. وإذا كانت فترات النقل طويلة، فإنه من المستحسن استخراج البذور وتنظيفها يدويا وتطهير مساحتها الخارجية قبل النقل. ومن الناحية المثالية، ينبغي خلال البعثات الميدانية حمل صندوق عدة تطهير يحتوي على أقراص لتنقية الماء أو هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) والماء (معقم، إذا كان ذلك ممكنا، أو مغلى في الموقع)، ومناشف ورقية معقمة.

وفي ظل الظروف المدارية، يمكن تطبيق تدابير أخرى مثل تخزين الشتلات تحت الظل (Marzalina and Pence *et al.*, 2002; Pence and Krishnapillay, 1999) أو في الأنابيب المخبرية في التجميد الحقلي (Engelmann, 2011). وفي حالة استخدام المادة المجمعة في الأنابيب المخبرية، فإنه من الضروري مراقبة الحد الأدنى لأوقات النقل.

وبالنسبة للنباتات المستأصلة المزروعة في الأنابيب المخبرية، يبدأ غالبا تطهير المساحة باستخدام الإيثانول بنسبة 70 في المائة يليه هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) مخفف من المحلول النقي أو من مكون من المبيض التجاري بتركيز الكلور النشط يصل إلى حوالي 3 في المائة. وقد تدعم قطرات المنظف هذا التأثير. ويمكن استخدام مواد أخرى كذلك (على سبيل المثال هيبوكلوريت الكالسيوم) بتركيزات مناسبة. ويحتاج النبات المستأصل إلى تقليمه إلى الحجم النهائي بعد تطهير المساحة الخارجية. وتجدر الإشارة إلى أن المطهر سيدخل في المساحة المقطوعة مما ينتج عنه مناطق ميتة التي تحتاج إلى إزالتها بعد التقليم.

## الحالات الاستثنائية

عندما تتلوث الشحنة أو تتدهور، لا بد من حرق جميع المواد والتغليف، بغض النظر عن الآثار المالية. ويمثل تأخير الشحنة في مرافق الحجر الصحي الوطنية مصدر خطر معروف. وفي مثل هذه الحالات، لا بد من اتخاذ خطوات للحد من التأخير من هذا القبيل، بما في ذلك استخدام وكلاء شحن.

وفي ظل ظروف موسم ضعيف الإثمار، فإنه من الأفضل تأجيل عملية الجمع لموسم إثمار لاحق. وإذا كانت الظروف تملئ بجمع الثمار المثنائنة، فإنه ينبغي فقط اعتبار الثمار التي استأصلت حديثا.

وفي بعض الأحيان، يكون رد فعل بذور أنواع معينة سيئاً بالنسبة لهيبوكلوريت الصوديوم NaOCl و/أو للمبيدات الفطرية الأكثر استخداما، مما يستوجب استخدام بدائل آمنة (Sutherland *et al.*, 2002). وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن استخدام الإيثانول بتركيز 70 في المائة في الماء المعقم/المغلي.

## مراجع مختارة

**Alercia, A., Diulgheroff, S. & Metz, T.** 2001. FAO/IPGRI. *Multi-crop passport descriptors* (available at [http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=19&user\\_biodiversitypublications\\_pi1\[showUid\]=2192](http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=19&user_biodiversitypublications_pi1[showUid]=2192)).

**Berjak, P. & Pammenter, N.W.** 2004. Recalcitrant seeds. In R.L. Benceh-Arnold & R.A. Sánchez, eds. *Handbook of seed physiology: applications to agriculture*, pp. 305-345. New York, USA, Haworth Press.

**Engelmann, F.** 1997. *In vitro* conservation methods. In J.A. Callow, B.V. Ford-Lloyd & H.J. Newbury, H.J., eds. *Biotechnology and plant genetic resources*, pp. 119-161. Wallingford, Oxon, UK, CABI.

**ENSCONET.** 2009. *Seed collecting manual for wild species*. ISBN 978-84-692-3926-1 ([www.ensconet.eu](http://www.ensconet.eu)).

**Marzalina, M. & Krishnapillay, B.** 1999. Recalcitrant seed biotechnology applications to rainforest conservation. In E.E. Benson, ed. *Plant conservation biotechnology*, pp. 265-276. London, UK, Taylor & Francis.

**Pence, V.C.** 1996. *In vitro* collection (IVC) method. In M.N. Normah, M.K. Narimah & M.M. Clyde, eds. *In vitro conservation of plant genetic resources*, pp. 181-190. Percetakan Watan Sdn. Bdh, Kuala Lumpur, Malaysia.

**Pence, V. C., Sandoval, J., Villalobos, V. & Engelmann, F., eds.** 2002. *In vitro collecting techniques for germplasm conservation*. IPGRI Technical Bulletin No. 7. Rome, Italy, IPGRI (available at [http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/pdfs/866\\_In\\_vitro\\_collecting\\_techniques\\_for\\_germplasm\\_conservation.pdf?cache=1322754009](http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/pdfs/866_In_vitro_collecting_techniques_for_germplasm_conservation.pdf?cache=1322754009)).

**Pence, V.C. & Engelmann, F.** 2011. Chapter 24: Collecting *in vitro* for genetic resources conservation. In L. Guarino, V. Ramanatha Rao & E. Goldberg. *Collecting plant genetic diversity: technical guidelines. 2011 update*. Rome, Italy, Biodiversity International (available at [http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=661](http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=661)).

**Sutherland, J.R., Diekmann, M. & Berjak, P. eds.** 2002. *Forest tree seed health*. IPGRI Technical Bulletin No. 6. Rome, Italy, IPGRI (available at [http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/pdfs/865\\_Forest\\_tree\\_seed\\_health\\_for\\_germplasm\\_conservation.pdf?cache=13365421520](http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/pdfs/865_Forest_tree_seed_health_for_germplasm_conservation.pdf?cache=13365421520)).

## 2.6 معايير لاختبار السلوك غير التقليدي للبنود وتقييم المحتوى المائي، وقوتها وصلاحتها

### المعايير

- 1.2.6 ينبغي تحديد نوع تخزين البنود على الفور من خلال تقييم استجابتها للإجتفاف.
- 2.2.6 ينبغي تحديد المحتوى المائي بشكل فردي، على مكونات منفصلة للمادة النباتية القابلة للتكاثر، وفي عدد كاف من النباتات.
- 3.2.6 ينبغي تقييم قوة وقدورها على البقاء من خلال اختبارات الإنبات وفي عدد كاف من النباتات.
- 4.2.6 خلال التجارب، ينبغي تخزين عينات البنود النظيفة في ظروف لا تسمح لأي اجتفاف أو تميؤ.

### السياق

المحافظة على صلاحية البنود هي وظيفة بنك الجينات الحرجة التي تضمن توافر البلازما الجرثومية للمستخدمين، التي تمثل وراثيا العشيرة التي أخذت منها. وكخطوة أولى للصون، من المهم التأكد من فئة تخزين البنود من خلال تقييم مدى استجابة المادة النباتية القابلة للتكاثر إلى الإجتفاف. وتحدد الاستجابة للتجفيف بدورها المعالجة اللازمة للتخزين بالتبريد الشديد. وهناك عدد من العوامل التي تؤثر على معدل التجفيف، بما في ذلك الرطوبة النسبية، وحجم البنود، وطبيعة أغطية البنود، ومعدل تدفق الهواء فوق البنود، وعمق طبقة من البنود (Pammenter *et al.*, 2002).

ويمثل معدل وانتظام إنبات عينة البنود، أو النباتات المستأصلة المستمدة من البنود، مؤشرا موثوقا به لقوة البنود، في حين أن مجموع الإنبات (أي المعدل/أو النسبة المئوية للبنود أو النباتات المستأصلة التي نبتت في نهاية الاختبار) يكشف عن الصلاحية الكلية للعينة. وينبغي أن لا تقل الصلاحية في العينة عن 80 في المائة.

## الجوانب التقنية

ينبغي أن يتم تحديد المحتوى المائي وتقييم قوة وصلاحية البذور خلال عملية واحدة، وهناك قضايا يجب تحديدها قبل اختيار نوع تقنية التجفيف. ويتم تحديد عدد الإجراءات التي يمكن البحث فيها حسب عدد البذور المتوفرة. ويمكن استخدام ثلاث طرق لاختيار البذور من أجل تصنيفها. وتتضمن طريقة تمكن من التمييز بين البذور المتوسطة والغير التقليدية (Hong and Ellis, 1996) وطريقة ثانية صممت للحالات التي تكون فيها كمية البذور محدودة (Pritchard *et al.*, 2004)، وطريقة أخرى لتقييم المحتوى المائي في المحور، بدلا من البذرة كلها. ومهما كانت الطريقة المختارة، فلا يجب أبدا إجراء عملية الإجتفاف المفروض أثناء عملية الاختيار في درجات حرارة عالية، والتي هي ضارة. ودرجات الحرارة الموصى بها للأنواع الإستوائية وشبه الإستوائية وتلك التي من أصل معتدل هي 25 درجة مئوية و15 درجة مئوية على التوالي (Pritchard *et al.*, 2004). وينبغي تحديد وقت التجفيف لتقييم فقدان الصلاحية الناتج عن تراجع المحتوى المائي لكل عينة مدخلة جديدة.

ويعتبر المحتوى المائي الموجود داخل المكونات المختلفة للبذور غير التقليدية أمرا حاسما للحفاظ بالتبريد الشديد الناجح. ولا يعطي المحتوى المائي المحدد على أساس البذرة كلها، أي مؤشر على المحتوى المائي في المحور. ولذلك، يجب أن يتم تحديد المحتوى المائي بشكل منفصل لكل من المحاور، والأجنة والأنسجة اللحمية للفلقة أو السويداء (Berjak and Pammenter, 2004)، ويقاس على حدة (وليس على العينات المجمعة). وفي كثير من الحالات، قد تكون الكتلة الجافة من المحاور للبذور غير التقليدية أقل من بعض المليلغرامات، مما يستلزم ميزانا دقيقا بستة (أرقام) أماكن.

ومن المهم تحديد المحتوى المائي في كل عينة مدخلة حديثا على الفور بعد تنظيف المادة النباتية القابلة للتكاثر، لتجنب المزيد من الجفاف. وحتى لو تم جمع مدخلات أخرى من نفس النوع، فلا يمكن الافتراض بأن محتويات الماء ستكون مماثلة. لأن تركيبة المحاور وأنسجة التخزين عند الأنواع غير التقليدية البرية غير معروفة بشكل عام، ويوصى بالتجفيف تحت درجة حرارة 80 مئوية حتى يتحقق وزن ثابت. وعندما يتم تجفيف الأنسجة تحت درجة حرارة 80 مئوية، فإن الوقت المستغرق لتحقيق الوزن الثابت يكون عموما بين 24 و48 ساعة. وبعد فترة التجفيف، لا بد من أن تصل العينات إلى درجة حرارة الغرفة، دون استيعاب الماء، قبل إعادة وزنها.

ويوصى بعدد لا يقل عن 10 بذور لفحص المحتوى المائي فيها (تحدد على أساس البذرة الفردية/الجنين/المحور). وسوف تكون هناك حاجة إضافية للبذور لأي تحاليل كيميائية حيوية أخرى. وينبغي أن تكون البذور والأجنة/المحاور المستأصلة منها في أقوى مرحلة النمو عندما يتم حصدها. وتنبت البذور السليمة أفضل على ماء الأجار 0.8 - 1 في المائة في علب بلاستيكية مغلقة أو أطباق بتري، والتي ستوفر الظروف المشتركة لجميع هذه التقييمات. ومن المهم أن يتم تطهير البذور من الخارج قبل إعدادها للإنبات، أو قبل استئصال الأجنة أو المحاور الجينية. والسكون ليس سمة شائعة عند البذور غير التقليدية، وينبغي أن تشرع البذور عادة في الإنبات في فترة زمنية قصيرة نسبيا بعد

إعدادها. ومع ذلك، فإن المدة الزمنية تختلف بين الأنواع تبعاً لمدى تطور الجنين. فمن الضروري أن تتم جميع اختبارات الإنبات/الصلاحية في ظل نفس ظروف المراقبة بالنسبة لكل نوع. وينبغي تسجيل الملاحظات وكمية إنتاج البادرات/الشتلات الشاذة شكلياً (Pammenter *et al.*, 2002) حيث أن الشذوذ يحدث نتيجة الضغوط المفروضة (على سبيل المثال اجتفاف البذور غير التقليدية، والأجنة أو المحاور الجنينية). ويوصى باستخدام ما لا يقل عن عدد 20 بذرة لاختبار الصلاحية.

ويولى عادة اهتمام كبير عند التعامل مع البذور غير التقليدية للحفاظ على محتويات الماء في المستويات المميزة لذرف. ومع ذلك، فإن البذور غير التقليدية السليمة تكون تقريباً ذات حجم كبير جداً لكي يتم تبريدها تحت درجات حرارة التبريد الشديد. ومن هنا ينبغي استئصال النبات المستأصل والأجنة أو المحاور الجنينية، من البذور وتجفيفه. وبالإضافة إلى ذلك، فإنه من الضروري تخزين الجزء الأكبر من عينة البذور النظيفة في ظل الظروف التي تحول دون تغييرات في الوضع المائي. وإذا ما تعرضت إلى الظروف الجوية لأية فترة من الوقت، فإن المحتوى المائي في البذور سيتغير والبذور بنسبة تغيير في محتويات الماء مرتفعة نسبياً سوف تصبح مجففة إلى حد ما.

### الحالات الاستثنائية

إذا كان بنك الجينات لا يتوفر على غرفة تجفيف تتحكم في درجة الحرارة والرطوبة، يمكن بالنسبة للبذور الكاملة، استخدام التجفيف في القارورات أو التجفيف في الظل لطبقات فردية من البذور. وكل عينة في أي طبق بيتري لم يغلق قبل استخراجها من فرن التجفيف، يتعين استبدالها داخل الفرن، حيث أن الأنسجة الجافة تمتص بخار الماء بسرعة، وخصوصاً في بيئة رطبة.

وإن الأجنة/المحاور الجنينية المستأصلة لا تنبت عموماً بسرعة كما تنبت البذور السليمة. وعند العمل مع المحاور الجنينية المستأصلة، فإن تطور البراعم في كثير من الأحيان لا يحدث. وفي مثل هذه الحالات، فإن إنتاج الجذر يكون المعيار لتقييم القوة والصلاحية.

في الحالات التي تكون فيها من المستحيل معالجة الأجنة/المحاور من أجل تخزين بالتبريد الشديد ناجح، يجب استخدام نباتات مستأصلة بديلة. وهذه يمكنها أن تكون من مجموعة متنوعة من الأنواع، ولكن الأنسب هي الميريستيمات اللقمية للبراعم المستأصلة من البادرات المحصل عليها من بذور أنبتت في الأنابيب المخبرية.

## مراجع مختارة

**Berjak, P. & Pammenter, N.W.** 2004. Recalcitrant seeds. In R.L. Benech-Arnold & R.A. Sánchez, eds. *Handbook of seed physiology: applications to agriculture*, pp. 305-345. New York, USA, Haworth Press.

**Hong, T.D. & Ellis, R.H.** 1996. *A protocol to determine seed storage behaviour*. IPGRI Technical Bulletin No. 1. Rome, IBPGR.

**Pammenter, N.W., Berjak, P., Wesley-Smith, J. & Willigen, C.V.** 2002. Experimental aspects of drying and recovery. In M. Black & H.W. Pritchard, eds. *Desiccation and survival in plants: drying without dying*, pp. 93-110. Wallingford, UK, CABI.

**Pammenter, N.W., Berjak, P., Goveia, M., Sershen, Kioko, J.I., Whitaker, C. & Beckett, R.P.** 2011. Topography determines the impact of reactive oxygen species on shoot apical meristems of recalcitrant embryos of tropical species during processing for cryopreservation. *Acta Horticulturae*, 908: 83-92.

**Pritchard, H.W., Wood, C.B., Hodges, S. & Vautier, H.J.** 2004. 100-seed test for desiccation tolerance and germination: a case study on eight tropical palm species. *Seed Science and Technology*, 32: 393-403.

## 3.6 معايير التخزين الرطب للبذور غير التقليدية

### المعايير

- 1.3.6 يجب أن يتم التخزين الرطب في ظل ظروف الرطوبة النسبية المشبعة، وينبغي الحفاظ على البذور في علب محكمة الاغلاق، وتحت أقل درجة حرارة يمكنهم تحملها بدون ضرر.
- 2.3.6 يجب تطهير جميع البذور قبل التخزين الرطب وينبغي استبعاد المواد المصابة.
- 3.3.6 يجب فحص البذور المخزنة وأخذ عينات بصفة دورية لمعرفة ما إذا كان أي تلوث جرثومي أو فطري قد حدث، وعمّا إذا كان هناك أي انخفاض في المحتوى المائي و/أو القوة والصلاحية.

### السياق

لتوفير مخزون للزرع من أجل برامج إعادة الإدخال والترميم، أو لمجرد المحافظة على البذور أثناء إجراء التجارب، فإنه من الضروري في بعض الأحيان تخزين البذور غير التقليدية على المدى القصير إلى المدى المتوسط (أسابيع إلى أشهر). والمبدأ الأساسي لتحقيق أقصى قدر من عمر تخزين البذور غير التقليدية هو أنه ينبغي الإبقاء على محتويات الماء أساساً في نفس المستويات التي تميز مرحلة الحصاد الحديث. وبالتالي يجب أن لا تفقد البذور الماء سواء قبل أو بعد وضعها في التخزين. ويمكن حتى لدرجات طفيفة جداً من الإجتفاف تحفيز بدء الإنبات، إلا أن المزيد من الإجتفاف يمكن أن يحفز بدء التغيرات الضارة التي تؤثر على قوة وصلاحية البذور وتقتصر فترة تخزين البذور. والحفاظ على البذور غير التقليدية في ظل الظروف التي من شأنها الحفاظ على المحتوى المائي معروف بمصطلح التخزين الرطب، ويتحقق من خلال وضع البذور في ظروف مغلقة تحت رطوبة نسبية مشبعة.

## الجوانب التقنية

لتجنب أي فقدان للماء من البذور، يجب أن يكون التخزين الرطب تحت رطوبة نسبية مشبعة، تتحقق من خلال المحافظة على جو مشبع في حاويات التخزين. ويمثل من الناحية المثالية ختم كيس النايلون مع كيس من الورق بداخله ("كيس داخل كيس") أو ختم الدلاء البلاستيكية ذات حجم مناسب للأعداد البذور، أفضل وسيلة للتخزين (Pasquini *et al.*, 2011). ويجب كإجراء وقائي أساسي، تعقيم حاويات التخزين مثل الدلاء مع أغطية مانعة للتسرب، إضافة إلى الشبكات الداخلية، قبل إدخال البذور فيها. وبغض النظر عن الحاوية المختارة، يلزم إدراج وسيلة لامتصاص أي مكثفات وتغييرها عندما تصبح رطبة.

وينبغي أن تكون درجة حرارة التخزين في أدنى درجة التي يمكن لبذور الأنواع الفردية أن تتحملها، دون أي تأثير ضار على قوتها وصلابتها. وهذا سيبطئ من التقدم نحو الإنبات وانتشار الفطريات. ويجب أن تبقى درجة الحرارة في المخزن مستقرة للتقليل من التكثيف على المساحات الداخلية لحاويات التخزين. وبالنسبة للبذور غير التقليدية من أصل معتدل، فإن درجة الحرارة  $6 \pm 2$  درجة مئوية هي مناسبة بشكل عام للتخزين، بينما بالنسبة لغالبية البذور من أصل استوائي/أو شبه استوائي، فإن درجة الحرارة  $16 \pm 2$  درجة مئوية هي المعدل الطبيعي. وهناك بعض الاستثناءات، لاسيما بالنسبة للبذور بعض الأنواع الإستوائية (Sacandé *et al.*, 2004; Pritchard *et al.*, 2004).

وفي ظل ظروف التخزين الرطب من المحتمل أن تتكاثر الفطريات (أو بشكل أقل البكتيريا)، ولذلك مطلوب كثيرا من اليقظة واتخاذ الإجراءات المناسبة للحد من انتشار العدوى من بذرة إلى أخرى. وفي حالة عدم إزالة البذور المصابة، فإنها ستلوث وعاء التخزين كله. وهذا يجعل من البذور المخزنة عديمة الجدوى ويقضي على قدرتها على توفير النباتات المستأصلة للحفظ بالتبريد الشديد. وبالتالي، ينبغي أن يكون هناك حق التفطيش بانتظام منذ البداية، واتخاذ الإجراءات الملائمة مثل تطبيق عامل مضاد الفطريات للقضاء على ملوثات المساحات الخارجية والداخلية للبذور في أول فرصة ممكنة (Calistru *et al.*, 2000).

وتحتاج المساحات الخارجية للبذور إلى التطهير والتجفيف من أي بقايا المعقمات، والتغيير بالمبيدات الفطرية واسعة الطيف. ويمكن القضاء بشكل فعال على الفطريات المحمولة داخليا، والتي تقع إلى حد كبير مباشرة تحت أغطية البذور، بامتصاص البذور للمبيدات الفطرية الجهازية الملائمة. ومع ذلك، فقد يؤثر هذا سلبا على البذور. وبشكل أيضا العلاج الحراري، كما ينطبق على الجوز المصابة، (Sutherland *et al.*, 2002) احتمالا آخر، ولكن يمكن استخدامه فقط عندما تكون البذور قادرة على تحمل درجات حرارة مرتفعة عابرة - وهي ليست الحال دائما. ولتطهير المساحات الداخلية مباشرة، فمن الضروري ضمان بقاء البذور على قيد الحياة في التخزين الرطب بعد إزالة الأغطية، وأن وجود المبيدات الفطرية الجهازية في أنسجة البذور ليست ضارة.

ووفقا لمدة التخزين الرطب، ينبغي أن تكون الحاويات مهواة لفترة وجيزة ودورية لتجنب تطور أوضاع نقص الأكسجين في الوقت الذي يجب أن يتم فحص محتويات الحاويات والتخلص من أي بذور ملوثة.



وبشكل تخزين البذور في أحادي الطبقة تخزينا مثاليا، ولكن إذا تم تخزين البذور في عدة طبقات، ينبغي أن تكون البذور مختلطة خلال التهوية. وبعد إزالة أي بذور تظهر عليها علامات التلوث، يجب تفريغ الحاوية، ويتم تطهير كل البذور التي تبدو غير ملوثة واستبدال إرسالية البذور في حاوية معقمة. ويجب أخذ عينات البذور المخزنة بشكل دوري للتحقق من ما إذا كان هناك أي انخفاض في المحتوى المائي وقوة وصلاحية البذور. وإذا ظل المحتوى المائي أساسا على ما كان عليه عندما وضعت البذور في التخزين الرطب، وليس هناك تكاثر واضح للفطريات (أو البكتيريا)، ولكن الصلاحية انخفضت، فإن فترة التخزين المفيدة قد وصلت إلى نهايتها. وبالمثل، إذا كانت علامات الإنبات في العديد من البذور واضحة، فإن نهاية فترة التخزين المفيدة قد تم التوصل إليها. ويعطي كل من الانخفاض في صلاحية البذور التي لم تفقد الماء إلى أي مدى واضح، أو نتوء الجذر من قبل معظم البذور، قياسا للوقت الذي يصبح فيه التخزين الرطب ممكنا تحت نظام درجة الحرارة المحددة المستخدمة.

### الحالات الاستثنائية

يشير فقدان الماء من البذور إلى عدم المحافظة على رطوبة نسبية عالية، ربما بسبب عدم إحكام غلق علب التخزين. وهذا يترك نتائج غير مؤكدة بالنسبة للعينة، والتي ينبغي استبعادها. وقد يكون أيضا فقدان صلاحية البذور أثناء التخزين نتيجة للمحافظة تحت درجات حرارة غير ملائمة. ويجب أن تحل هذه المعلمة عن طريق تجارب اختبار استجابات البذور لطائفة من درجات الحرارة. وقد تكون البذور فقدت صلاحيتها بسبب ضعف جودتها في الأصل، أو كونها غير كاملة النضج وقت حصادها. وفي الحالات التي يكون فيها وجود نسبة عالية من البذور الملوثة داخليا في عينة مدخلة ما، ينبغي عزل الملوثات وتحديدها، وذلك بهدف تطوير وسائل فعالة للقضاء عليها من المجموعات في المستقبل. ويمكن أن يساعد التعرف على الفطريات، وبالتأكيد على مستوى جنس، في اختيار المبيدات الفطرية التي قد تكون أكثر فعالية في تركيبتها "الكوكتيلات"، والتي تستهدف على وجه التحديد تلك الفطريات. وأحيانا توجد فيروسات في البذور، والتي لا يمكن القضاء عليها بأية معالجة. وإذا كانت ستسبب أمراضا خطيرة، فيجب التخلص من النباتات في أسرع وقت ممكن بعد ملاحظة الأعراض الفيروسية.

وقد يكون التلوث مستعصيا على أية معالجة، وفي هذه الحالة لا يمكن تخزين البذور بهذه الطريقة، ويجب البحث عن نماذج بديلة لصون الموارد الوراثية. وفي مثل هذه الحالات، يجب إعداد البذور للإنبات، مع المحافظة على البادرات التي تنمو من أي بذرة غير مصابة تحت ظروف النمو الطبيعي، و/أو استخدامها لتوفير نباتات مستأصلة بديلة للصون خارج الموقع الطبيعي، على سبيل المثال نقلها وزرعها في بنوك الجينات الحقلية، أو الحدائق الأخرى، حسب الاقتضاء.

## مراجع مختارة

- Calistru, C., McLean, M., Pammenter, N.W. & Berjak, P. 2000. The effects of mycofloral infection on the viability and ultrastructure of wet-stored recalcitrant seeds of *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. *Seed Science Research*, 10: 341-353.
- Pasquini, S., Braidot, S., Petrusa, E. & Vianello, A. 2011. Effect of different storage conditions in recalcitrant seeds of holm oak (*Quercus ilex* L.) during germination. *Seed Science and Technology*, 39: 165-177.
- Pritchard, H.W., Wood, C.B., Hodges, S., & Vautier, H.J. 2004. 100-seed test for desiccation tolerance and germination: a case study on eight tropical palm species. *Seed Science and Technology*, 32: 393-403.
- Sacadé, M., Jøker D., Dulloo, M.E. & Thomsen, K.A., eds. 2004. *Comparative storage biology of tropical tree seeds*. Rome, IPGRI.
- Sutherland, J.R., Diekmann, M. & Berjak, P., eds. 2002. *Forest tree seed health*. IPGRI Technical Bulletin No. 6. Rome, IPGRI.

## 4.6 معايير للحفاظ في الأنابيب المخبرية، وتخزين النمو البطيء

### المعايير

- 1.4.6 يجب تحديد ظروف التخزين الأمثل للزراعة في الأنابيب المخبرية حسب الأنواع.
- 2.4.6 ينبغي أن تكون المواد المحفوظة في الأنابيب المخبرية على شكل شتلات كاملة أو براعم، أو أعضاء التخزين للأنواع التي تكونت منها.
- 3.4.6 ينبغي وضع نظام للمراقبة المنتظمة لفحص جودة الزراعة في الأنابيب المخبرية في التخزين النمو البطيء، والكشف عن التلوث الممكن.

### السياق

يستخدم الصون في الأنابيب المخبرية للمحافظة على أعضاء التخزين أو الشتلات في إطار زمني على المدى المتوسط (بضعة أشهر إلى عدة سنوات) تحت ظروف غير ضارة ومحددة للنمو. وعادة ليس من المرغوب فيه بالنسبة للصون على المدى الطويل (Engelmann, 2011). ويتم تطبيق الصون في الأنابيب المخبرية بشكل تفضيلي للبلازما الجرثومية النسيجية للمحاصيل لأنها تدعم أيضا عمليات النقل الآمن للبلازما الجرثومية تحت أحكام مراقبة الصحة النباتية. وتقدم الوثائق التقنية معلومات مفصلة عن الإمكانيات الذي يتيحها التخزين في الأنابيب المخبرية، وعن المعالم الرئيسية للنظر فيها، وعن الروابط والتكامل مع تقنيات التخزين الأخرى، مثل بنوك الجينات الحقلية (Reed *et al.*, 2004; Engelmann, 1999a).

وتعد الزراعة في الأنابيب المخبرية بمثابة مصادر للمواد الخالية من الأمراض لتوزيع، وتكاثر، ومصدر للنباتات المستأصلة للحفاظ بالتبريد الشديد. والإزالة الآمنة والتخلص من المواد المصابة أمر ضروري، حيث يكفل عدم

إطلاق الكائنات الممرضة أو الآفات في البيئة. ومن الضروري القيام بالرصد المنتظم والدائم لتجنب تراكم التلوث الذي قد يحدث أثناء عمليات النقل، أن ينتقل عن طريق الهواء من وعاء إلى آخر أو بواسطة ناقلات نشيطة مثل السوس والتربس. ويشكل الانهيار بواسطة فرط التميؤ خطراً آخر، والذي يبدأ عادة في بعض الأوعية قبل الوقت بقليل بحيث توجد فرصة لإنقاذ المواد الأخرى إذا ما تمت ملاحظته في وقت مبكر.

## الجوانب التقنية

يلزم تحديد الظروف المثلى للنمو البطيء قبل التخزين. ويمكن تحقيق هذا بمعالجة المتغيرات، بما في ذلك نظام الضوء، درجة الحرارة، وتكوين الوسط، بشكل فردي، أو مركب (Engelmann, 1991)، ولكن تكون التجارب مطلوبة عموماً لتحقيق أفضل النتائج.

ويشكل نوع والحالة الفسيولوجية للنباتات المستأصلة أمراً أساسياً لنجاح أو فشل النمو البطيء في الأنابيب المخبرية. كما تستخدم أيضاً الزراعة في الأنابيب المخبرية كمرحلة تحضيرية للحفظ بالتبريد الشديد وكذلك كمراحل انتعاش بعد الحفظ بالتبريد الشديد. وهكذا، يستلزم تطوير وسط الزراعة والظروف الملائمة لنمو النباتات المستأصلة في الأنابيب المخبرية كخطوة أولى. وهذا ينطوي على الإجراءات المناسبة لتعقيم المساحة الخارجية ووسط الإنبات (بدءاً بالوسط القياسي [Murashige and Skoog, 1962]، والذي قد يحتاج إلى تطهير). ويمكن تحديد الوسط القاعدي من المؤلفات حول زراعة الأنواع المماثلة. وقد نشرت البروتوكولات القياسية، ويمكن استخدامها للتوجيه (George, 1993; Hartmann *et al.*, 2002; Chandel *et al.*, 1995) ولكن في كثير من الحالات تبقى التجارب المفصلة، التي تستخدم أوساط زراعة وشروط نمو النباتات المستأصلة حرجة، ويلزم وضع بروتوكولات موجهة للمستخدم والتي تستخدم أوساط زراعة وشروط نمو النباتات المستأصلة حتى لو كانت هناك قرابة بين الأنواع.

ويمكن لضمان المحافظة على المواد كشتلات كاملة أو براعم، أن يجنب الإفراط في التميؤ (التزجيج). وبالنسبة للنباتات المستأصلة من الأنواع التي تنمو طبيعياً ببطء، فليست هناك ضرورة لأية معالجة للوسط أو الظروف الزراعية.

والتجارب مع مجموعة من التباديل والتوافيق من وسائل لتحقيق نمو بطيء مرضي أمر لا بد منه عند العمل لأول مرة مع نبات مستأصل من أي نوع. وعلى سبيل المثال، تم تسجيل استجابات متغيرة جداً لمعالجات النمو البطيء لأنواع مختلفة من جنس واحد. والمحافظة على الاستقرار الوراثي على المدى الطويل للمواد المخزنة تحت ظروف النمو البطيء هي حتمية (Engelmann, 2011). وقد تكون درجات الحرارة المثلى لتخزين الأنواع المقاومة للبرودة بين 0 و 5 درجة مئوية أو أعلى إلى حد ما، وبالنسبة للمواد من أصل استوائي قد تكون أدنى درجات الحرارة المحتملة في حدود بين 15 و 20 درجة مئوية، حسب الأنواع (Normah *et al.*, 2011; PROMUSA, 2011; Engelmann, 1999a; Engelmann, 1991).

ويتم إجراء تعديلات مختلفة بشكل عام في أوساط الزراعة، خاصة انخفاض مستويات المعادن، والحد من محتوى السكرز وأو معالجة نوع وتركيز منظمات النمو، في حين قد يكون إدراج المواد الفعالة التنافذية (مثل مانيتول) فعالا أيضا (Engelmann, 1999a; Engelmann, 2011). ويمكن للفحم المنشط في وسط الزراعة أن يمتص البوليفينوليك المفرز (Engelmann, 1991). ويشكل نوع وحجم وطرق الإغلاق والجو في أوعية الزراعة مقاييس هامة (Engelmann, 2011; Engelmann, 1991)، والذي يمكن أن يتأسس فقط من خلال التجربة عند التعامل مع المواد الجديدة.

وعلى الرغم من أن تخزين النمو البطيء يستخدم تقليديا للمواد المزروعة في الأنابيب المخبرية، فإنه يمكن أيضا المحافظة على الشتلات خارج الأنابيب المخبرية تحت ظروف نمو مقيدة. ويمثل نمو البادرات البطيء في ظروف ظل تحد من كمية الضوء، تحت مظلات طبيعية بديلا رخيص الثمن (Chin, 1996). وعلاوة على ذلك، يمكن استخدام استقراء أعضاء التخزين في الأنابيب المخبرية من أجل تعزيز فعال لفترة الصون في المحاصيل التي تخزن طبيعيا على شكل أعضاء (مثل الزنجبيل [Engels et al., 2011]، الفلقاس، واليام والبطاطا وغيرها).

### الحالات الاستثنائية

تطرح زراعة النباتات المستأصلة من الأنواع الخشبية في الأنابيب المخبرية مشاكل خاصة، ولاسيما فيما يتعلق بنضح البوليفينوليك (Engelmann, 1999b). وتشمل المشاكل ذات الصلة ضعف التجدير وزيادة الماء في النبات المستأصل. ويمكن لفرط التميؤ ونخر الأوراق المتكون خلال النمو البطيء أن يؤدي إلى تدهور الجودة، وفي بعض الحالات إلى وفاة كل المواد القابلة للتكاثر. وفي بعض المواد، قد يصبح تراكم البكتيريا الخفية عقبة تزداد تدريجيا أمام فترات تخزين النمو البطيء الطويلة. ويمكن التصدي لذلك عن طريق إزالة مؤقتة للفيتامينات من الوسط أو إضافة المضادات الحيوية، ولكن نادرا ما تكون هذه التدابير ناجحة دائما. وبالتالي، قد يكون من الضروري استبعاد هذه الزراعات من التخزين (Abreu- Tarazi et al., 2010; Leifert and Cassels, 2001; Senula and Keller, 2011; Van den Houwe and Swennen, 2000; Van den Houwe et al., 1998).

وضمن مجمع مورثات قد تكون هناك اختلافات كبيرة في الاستجابة للتخزين في الأنابيب المخبرية بين الأنواع/الأصناف، حيث يستجيب البعض بشكل جيد في حين لا يمكن حفظ الآخرين باستخدام هذه التكنولوجيا، مما يجعل من المستحيل تطبيقها (مثل القهوة (Dussert et al., 1997)). وفي بعض الأنواع (مثل البطاطا الحلوة)، قد يتم تكوين أعضاء التخزين في الأنابيب المخبرية، لكن يبقى من الصعب تحقيق إنباتهم. وهذا صحيح أيضا بالنسبة للبراعم المستمدة من الأنابيب المخبرية في بعض المدخلات من نفس النوع (مثل الثوم (Keller, 2005)).

وقد يتعزز، في بعض الأنواع، عدم الاستقرار الجيني الجوهري (مثل قصب السكر) بتقنيات الزراعة في الأنابيب المخبرية، بينما في حالات أخرى (مثل الكسافا) فقد ثبت الاستقرار على مدى فترات طويلة للتخزين (IPGRI/CIAT, 1994). وفي هذه الحالة الأخيرة قد تحدث اختلافات في النباتات النامية من خلايا جسمية بترددات أعلى. وفي معظم الحالات يتم التقليل من اختلافات في النباتات النامية من خلايا جسمية بواسطة استخدام متتابع للتقنيات التي تجنب نمو براعم العارض أو أي تكوين للكالس القاعدي بعد القطع. وحيثما تكون الكالس يلزم قطعه أثناء نقله إلى فترة زراعة مقبلة. ولتجنب الارتباك حول أسباب أي انحرافات جينية التي قد تحدث، هناك حاجة إلى رصد دقيق لتوحيد مصدر النبات المستأصل، وينبغي أيضا استبعاد الخيمرية من المواد المانحة (أو الحفاظ عليها بعناية إذا لزم الأمر في النباتات المتنوعة). وحيث أن الانتقال المستمر عن طريق الواسمات الجزيئية يبدو مكلفا للغاية، يجوز أخذ عينات منتظمة في الحالات المتوقعة فيها حدوث اختلافات في النباتات النامية من خلايا جسمية.

وقد يصبح سكون بعض الأعضاء مشكلة، عندما تتوقف البراعم عن التطور (ويحدث في كثير من الأحيان في الأنواع التي تشكل أعضاء التخزين في الأنابيب المخبرية). وقد يكسر القطع الإضافي أو تطبيق السيتوكينين (cytokinins) السكون. وإذا لم يكن هذا ناجحا، فإن الانتظار لبعض الوقت حتى الإنبات العفوي قد يكون (حتى ولو غير مؤكد) الحل الوحيد.

## مراجع مختارة

- Abreu-Tarazi, M.F., Navarrete, A.A., Andreote, F.D., Almeida, C.V., Tsai, S.M. & Almeida, M. 2010. Endophytic bacteria in long-term *in vitro* cultivated "axenic" pineapple microplants revealed by PCR-DGGE. *World J. Microbiol Biotechnol.* 26: 555-560.
- Benson, E.E., Harding, K. & Johnston, J.W. 2007. Cryopreservation of shoot-tips and meristems. In J.G. Day & G. Stacey, eds. *Methods in molecular biology*, Vol. 368. *Cryopreservation and freeze drying protocols*. 2nd edition, pp. 163-184. Totowa, New Jersey, USA, Humana Press.
- Chandel, K.P.S., Chaudhury, R., Radhamani, J. & Malik, S.K. 1995. Desiccation and freezing sensitivity in recalcitrant seeds of tea, cocoa and jackfruit. *Annals of Botany*, 76: 443-450.
- Chin, H.F. 1996. Strategies for conservation of recalcitrant species. In M.N. Normah, M.K. Narimah & M.M. Clyde, eds. *In vitro conservation of plant genetic resources*, pp. 203-215. Kuala Lumpur.
- Dussert, S., Chabrilange, N., Anthony, F., Engelmann, F., Recalt, C. & Hamon, S. 1997. Variability in storage response within a coffee (*Coffea* spp.) core collection under slow growth conditions. *Plant Cell Reports*, 16: 344-348.
- Engelmann, F. 1991. *In vitro* conservation of tropical plant germplasm - a review. *Euphytica*, 57: 227-243.
- Engelmann, F. ed. 1999a. *Management of field and in vitro germplasm collections*. Proceedings of a consultation meeting, 15-20 January 1996. Cali, Colombia, CIAT, and Rome, IPGRI.

- Engelmann, F.** 1999b. Alternative methods for the storage of recalcitrant seeds - an update. In M. Marzalina, K.C. Khoo, N. Jayanthi, F.Y.M. Tsan & B. Krishnapillay, eds. *Recalcitrant seeds*, pp. 159-170. Kuala Lumpur, FRIM.
- Engelmann, F.** 2011. Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity. *In vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, 47: 5-16.
- Engels, J.M.M., Dempewolf H. & Henson-Apollonio V.** 2011. Ethical considerations in agrobiodiversity research, collecting, and use. *J. Agric. Environ. Ethics*, 24: 107-126.
- George, E.F.** 1993. *Plant propagation by tissue culture. Part 1: The technology*. 2nd edition. Whitchurch, UK, Exegenics.
- Hartmann, H.T., Kesler, D.E., Davies, F.T. & Geneve, R.L.** 2002. *Plant propagation - principles and practices*. 7th edition. Upper Saddle River, New Jersey, USA, Prentice Hall.
- IPGRI/CIAT (IPGRI/International Center for Tropical Agriculture).** 1994. *Establishment and operation of a pilot in vitro active genebank*. Report of a CIAT-IBPGR collaborative project using cassava (*Manihot esculenta* Crants) as a model. Cali, Colombia, IPGRI and CIAT.
- Keller, E.R.J.** 2005. Improvement of cryopreservation results in garlic using low temperature preculture and high-quality *in vitro* plantlets. *Cryo-Letters*, 26: 357-366.
- Leifert, C. & Cassells, A.C.** 2001. Microbial hazards in plant tissue and cell cultures. *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant*, 37: 133-138.
- Murashige, T. & Skoog, F.** 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15: 473-497.
- Normah, M.N., Kean, C.W., Vun, Y.L. & Mohamed-Hussein, Z.A.** 2011. *In vitro* conservation of Malaysian biodiversity - achievements, challenges and future directions. *In vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, 47: 26-36.
- ProMusa.** [Website] (available at: [http://www.promusa.org/tiki-custom\\_home.php](http://www.promusa.org/tiki-custom_home.php)).
- Reed B.M., Engelmann, F., Dulloo, E. & Engels, J.M.M., eds.** 2004. *Technical guidelines for the management of field and in vitro germplasm collections*. Rome, IPGRI/FAO/SGRP-CGIAR.
- Senula, A. & Keller, E.R.J.** 2011. Cryopreservation of mint - routine application in a genebank, experience and problems. *Acta Hort.*, 908: 467-475.
- Van den Houwe, I. & Swennen, R.** 2000. Characterization and control of bacterial contaminants in *in vitro* cultures of banana (*Musa* spp.). *Acta Hort.*, 530: 69-79.
- Van den Houwe, I., Guns, J. & Swennen, R.** 1998. Bacterial contamination in *Musa* shoot tip cultures. *Acta Hort.*, 490: 485-492.

## 5.6 معايير الحفظ بالتبريد الشديد

### المعايير

- 1.5.6 ينبغي أن تكون النباتات المستأصلة المختارة للحفظ في التبريد الشديد ذات أعلى جودة ممكنة، وتتيح التطور بعد الاستئصال والحفظ بالتبريد.
- 2.5.6 ينبغي اختبار كل خطوة في بروتوكول التبريد الشديد بشكل فردي وتحسينها من حيث قوة وقدرة النباتات المستأصلة على البقاء في الحفظ.
- 3.5.6 ينبغي تطوير الوسائل لمواجهة الآثار الضارة لأنواع الأكسجين التفاعلية (ROS)، في الإستئصال، وفي جميع المعالجات اللاحقة.
- 4.5.6 بعد استرجاع النباتات المستأصلة، ينبغي تطهيرها باستخدام إجراءات التعقيم القياسي.

### السياق

يتيح الحفظ في التبريد الشديد بتخزين الخلايا أو الأنسجة لفترة غير محددة في النيتروجين السائل (-196 درجة مئوية)، حيث يتم توقيف أنشطة الأيض. وهناك أربع خطوات أساسية في أي بروتوكول للحفظ بالتبريد الشديد (1) الإنتقاء، (2) التهيئة قبل الزراعة<sup>1</sup>، (3) تقنيات الحفظ بالتبريد الشديد، (4) الاسترداد من التخزين، (5) وتطور البادرات أو الشتلات. وينبغي تطوير بروتوكولات التبريد الشديد لمنع الأضرار الناتجة عن الحفظ بالتبريد الشديد، ويمكن أن تشمل الحماية بالتبريد الشديد، التجفيف الجزئي، التبريد والتخزين في درجات حرارة

1 معالجة بطء تأقلم النبات المستأصل للجفاف/البرودة/التجميد.



التبريد الشديد، إعادة التدفئة وإعادة الترميم. وهناك نوعان رئيسيان من إجراءات الحفظ بالتبريد الشديد: التجميد البطيء التقليدي، المبني على التجميد الناجم عن الإجتفاف، والتجميد السريع (التزجيج)، الذي ينطوي على الإجتفاف قبل التبريد (Engelmann, 2011a).

## الجوانب التقنية

### انتقاء النباتات المستأصلة

تعتمد نسبة الإجتفاف، والكيفية التي تجف بها الخلايا والأنسجة على الحجم، وبما أن الغالبية العظمى من البذور الغير التقليدية ضخمة بحيث يصعب تجفيفها بسرعة وبالتساوي، فإنها لا يمكن حفظها بالتبريد الشديد بشكل سليم. وبالإضافة إلى ذلك، لا يمكن للخلايا بمحتويات الماء  $\leq 1.0$  ج ج<sup>-1</sup>، البقاء على قيد الحياة بعد التعرض لظروف التبريد الشديد. وينبغي تطوير استئصال وزراعة النباتات المستأصلة الملائمة خصيصا لغرض الحفظ بالتبريد الشديد. وينبغي أن تكون النباتات المستأصلة صغيرة جدا، ولكن كبيرة بما يكفي لإتاحة النمو بعد القطع، وبعد الحفظ بالتبريد الشديد. ويرفع التجانس العالي للخلايا/الأنسجة ضمن النبات المستأصل من فرصة الحماية من التبريد الشديد لكل (أو أغلبية) خلايا النبات المستأصل وقدرتها على التجديد دون تكاثر الكالس. ويمكن إنتاج النباتات المستأصلة للحفظ بالتبريد الشديد من المحاور الجنينية، والبراعم النهائية، والأنسجة المرستيمية والجنينية. وتشكل الأجنة المستأصلة/المحاور النباتات المستأصلة بامتياز للحفظ بالتبريد الشديد بالنسبة للبذور الغير التقليدية. وفي حال كانت كبيرة جدا، أو لا تتحمل الدرجة المطلوبة للإجتفاف، أو حساسة لجميع الطرق المعروفة لتطهير المساحة الخارجية، وأو مستعصية على ظروف الزراعة، فإن النباتات المستأصلة مثل المرستيم القممي للبراعم تبقى أفضل خيار بالنسبة للأنواع المكثرة خضريا، يتجلى أفضل خيار للنباتات المستأصلة في البراعم، والبراعم النهائية، والأنسجة المرستيمية والجنينية. وليست كل أنواع النباتات المستأصلة قابلة لإجراءات الحفظ بالتبريد الشديد مماثلة، حتى عندما يكون هناك ارتباط وثيق نسبيا من الناحية التصنيفية بين أنواع الوالدين (Sershen *et al.*, 2007)، وتحتاج إجراءات الاستجابات للحماية من التبريد الشديد إلى التحقق بالنسبة للأنواع، فضلا عن التركيبات الوراثية. وتكون المواد الغير المتطورة عموما أكثر عرضة لضرر القطع، وكذلك لا ينبغي أن يتم اختيار البذور التي نمت/أو نبثت إلى مرحلة بروز واضحة للجذير (أو أجزاء أخرى من الجنين) (Goveia *et al.*, 2004).

ويمكن كذلك استخدام المتك كليا أو حبوب اللقاح المعزولة في الحفظ بالتبريد الشديد. وهي تمثل التنوع الوراثي الموروث مثل البذور، ولكن نظرا لأنها تحمل وحدات الجرثومة الذكرية، فإنها تتوفر عادة على صبغية أحادية فقط (انظر المراجع (Ganeshan, 2008; Rajashekar, 1994; Weatherhead *et al.*, 1978)). وعندما يتم حفظ حبوب اللقاح، فإنها تحتاج إلى أن تكون متضمنة في كبسولات الجيلاتين أو علب ورقية أو معبأة في شرائح ورقية، مع الإشارة إلى أن بعض الأنواع تتطلب إجتفاف حبوب اللقاح قبل التخزين.

ولاسترداد المواد، يتم سكب المتك أو حبوب اللقاح من والكبسولات أو العلب أو الشرائح في درجة حرارة الغرفة. ويتم أفضل تقييم لإنبات حبوب اللقاح في وسط الإنبات. ويمكن اختبار الصلاحية بواسطة تلوين حبوب اللقاح، وترتبط النتائج بإنبات حبوب اللقاح، وعلى الرغم من أن نسبة الإنبات غالبا ما تكون أقل. وعندما يكون سلوك نوع ما غير معروف، هناك حاجة إلى اختبار التلقيحات للتأكد من نجاح الإخصاب من قبل مجموعة البذور (Ganeshan *et al.*, 2008; Rajashekaran *et al.*, 1994). (Weatherhead *et al.*, 1978).

الأدوات الاحتمالية متاحة مما يسهل حساب عدد المواد النباتية القابلة للتكاثر للتخزين والاسترداد، حسب الاهداف، والبقاء على قيد الحياة بعد التخزين في التبريد الشديد، وغيرها من المعالم (Dussert *et al.*, 2003).

#### تقنيات الحفظ بالتبريد الشديد

من المهم اجراء فترة تجفيف للأجنة/المحاور المستأصلة لتحديد وقت التجفيف اللازم لتقليص المادة إلى المحتوى المائي الملائم. وينبغي اجراء فترة تجفيف إضافية بعد أي معاملة ما قبل النمو أو للوقاية من التبريد الشديد.

إن معدل التبريد حتى درجات حرارة النيتروجين السائل مهما وينبغي أخذه بعين الاعتبار في ما يتعلق بالمحتوى المائي للنبات المستأصل. وينبغي اختيار بروتوكول التبريد الشديد لكفالة بقاء المحتوى المائي ضمن النطاق الذي يمنع تشكيل الجليد - البلور داخل الخلية خلال التبريد والتدفئة، ولكن أيضا يجنب ضرر الجفاف للبنية الشبه الخلوية. وفي الطرف الأعلى من نطاق المحتوى المائي الذي يتم فيه تجفيف المحاور، فأسرع ما يكون معدل التبريد فالأحسن، حيث يميل التبريد السريع لعينات صغيرة إلى التساوي والتقليل من مدة نطاق درجات الحرارة الذي من شأنه أن يسمح بتبلور الجليد. وتشكل الأجنة/المحاور عادة جزءا ضئيلا من كتلة وحجم البذور، ومناسبة للتجفيف السريع، وبالتالي تمكن من التغلب على مشكلة التلف المرتبط بالأبيض. ومن ناحية أخرى، معدل التبريد أقل حرجا للمحاور الغير التقليدية المجففة سريعا (باستخدام الإجتفاف التبخري) بالقرب من حدودها الدنيا للتحمل.

وتطبق التقنيات التي تعتمد على الإجتفاف خلال المعدل المراقب للتبريد عندما تكون المواد المحفوظة بالتبريد الشديد متكونة من زراعات الأجنة والبراعم النهائية من أنواع المناطق المعتدلة (Engelmann, 2011a). بالنسبة للمواد النباتية، يتم توثيق العديد من البروتوكولات وأمثلة من الحفظ بالتبريد الشديد لمجموعة واسعة من النباتات المستأصلة من عدة أنواع تستخدم إجراء واحدا أو أكثر (Benson *et al.*, 2007). بالإضافة إلى ذلك، هناك عدد كبير من المنشورات حول الحفظ بالتبريد الشديد للقمم، والأنسجة الميريستيمية الأخرى، والأنسجة الجنينية، والبراعم الساكنة، وتمثل مجلة رسائل التبريد الشديد مصدرا جيدا للعديد من هذه. وبمجرد أن يتم وضع بروتوكول ناجح لأحد الأنواع، ينبغي إجراء اختبارات دورية لعينات مستخرجة من الحفظ بالتبريد الشديد بعد فترة تخزين قصيرة.

وتستخدم معظم بروتوكولات تزيج النباتات الواقيات من البرودة (عادة خليط من أشكال مختترقة وغير مختترقة). ويستخدم عموما الإجتفاف التبخري للاقحي الأجنة/المحاور الجينية. وعلى الرغم من أنه طور أصلا للقمم والأجنة الجسدية، فإن التغليف - الإجتفاف، والإجراء المسمى بالتزيج (يستخدم محاليل تزيج النبات المختلفة)، يستخدم أيضا في إجراءات للحفاظ بالتبريد الشديد للأجنة المشتقة من البذور والمحاور الجينية. وتوفر لمحة حديثة (Engelmann, 2011b) معلومات عن أن جميع بروتوكولات التزيج التي وضعت للأجنة الجسدية، تستخدم محلول تزيج النبات 2 (PVS2). كما استخدم أيضا التزيج الذي يستخدم محلول تزيج النبات 2 (PVS2) في الحفظ بالتبريد لقمم البراعم بالنسبة لمجموعة واسعة من الأنواع من أصول استوائية ومعتدلة على حد سواء، بما في ذلك عدة أنواع ذات بذور غير تقليدية أو المكثرة خضريا. وهناك محلول آخر شائع وهو محلول تزيج النبات (Nishizawa *et al.*, 1993) 3 (PVS3) الذي لا يستخدم DMSO. ويمكن، بالتالي، أن يكون مفضلا بالنسبة للأنواع التي تتضرر من DMSO. وقد طورت مؤخرا مجموعة من محاليل التحميل والتزيج البديلة، التي يمكن استخدامها بشكل فعال للمواد المحفوظة بالتبريد الشديد والتي تثبت حساسيتها لمحلول تزيج النبات 2 (PVS2) ومحلول تزيج النبات 3 (Kim *et al.*, 2009a; PVS3) (Kim *et al.*, 2009b).

في الحدود الدنيا للإجتفاف التي تتحملها الأجنة والمحاور الغير التقليدية، يتم الاحتفاظ عادة بنسبة مجمدة من الماء. وخلال كل من التبريد البطيء وإعادة التدفئة، تحدث بلورة الجليد في جزء الماء المجمد في درجات الحرارة بين 40 درجة مئوية تحت الصفر و80 درجة مئوية تحت الصفر. وتمنع إعادة التدفئة في درجات الحرارة بين حوالي 37 و40 درجة مئوية حدوث هذا التبلور، وتجدر الإشارة إلى أن الانتقال من درجات حرارة التبريد الشديد يجب أن يكون سريعا جدا.

التقنيات الرئيسية للحفاظ بالتبريد الشديد والمعلومات الحاسمة المطلوبة لديهم:

- معدل التبريد المسيطر عليه: اختيار الواقيات من البرودة (نادرا خليط من الواقيات من البرودة): اختيار معدل التبريد (لتجنب البلورة داخل الخلايا)؛
- التغليف الاجتفاف: تحديد مدة الاجتفاف التناضحي ومعدل معالجته، تحديد مدة تجفيف الهواء؛
- التزيج: تحديد نوع محلول التزيج ومدة معالجته (تقييم سميتها)؛ يجب استخدام محلول تزيج النبات 2 PVS على الجليد؛
- قطرة التجميد: تحديد نوع محلول التزيج ومدة معالجته (تقييم سميتها).

الاسترداد من التخزين في التبريد الشديد

يجري في كثير من الأحيان إعادة تدفئة البلازما الجرثومية المزججة في خطوتين، تكون الأولى بطيئة للسماح للزجاج بالاسترخاء عادة في درجات حرارة الغرفة المحيطة. ثم يليها بعد ذلك إعادة التدفئة الأكثر سرعة في درجة حرارة 45 درجة مئوية لتجنب تنوي الجليد (Benson *et al.*, 2011).

يمكن نقل العينات التي تتم معالجتها بواسطة التغليف - والإجتفاف<sup>2</sup> مباشرة إلى وسط الاسترداد/ أو الإنبات لإعادة التدفئة السريعة، أو قد توضع أنابيب التبريد الشديد التي تحتوي على خرز الجينات في حمام الماء في درجة حرارة 40 مئوية لمدة 2 إلى 3 دقائق. وبدلا من ذلك، يمكن إعادة تميؤ الخرز بنقلهم لمدة 10 دقائق تقريبا في وسط سائل. وتبين أيضا أن إزالة الكبسولة مفيد (*Engelmann et al.*, 2008). وثبت أن التغليف/الإجتفاف متسق وناجح بالنسبة للبراعم النهائية للعديد من الأنواع (Gonzalez and Engelmann, 2006)، والأجنة الجسدية للصنوبريات (*Engelmann, 2011b*). ومجموعة واسعة من أنواع وأصناف الحمضيات، وأنواع فواكه المناطق المعتدلة (*Damiano et al.*, 2007; *Damiano et al.*, 2003).

ولاستعادة النشاط الأيضي في الخلية بعد إعادة التدفئة، يجب إزالة الواقيات من البرودة السامة من الخلية واستعادة توازن الماء العادي تدريجيا كلما تم إرجاع الخلية إلى درجة حرارة التشغيل العادية. ويجوز تعديل التركيبة الأصلية لوسط الاسترداد بشكل طفيف بعد اجتفاف النباتات المستأصلة أو تعريضها للتبريد الشديد. ومع استخدام محلول تزييج النبات (PVS)، بعد إعادة التدفئة السريعة، تكون خطوة تخفيف المحلول أو التفريغ ضرورية (إزالة محلول تزييج النبات السام) (*Sakai et al.*, 2004; *Kim et al.*, 2008).

ويمكن لجميع الخطوات في الحفظ بالتبريد الشديد أن تعرض البقاء على قيد الحياة للخطر، وخاصة يمكن للتدفئة وإعادة التميؤ أن تكون مصحوبة بوابل من أنواع الأكسجين التفاعلي<sup>3</sup> (ROS) (*Whitaker et al.*, 2010; *Berjak et al.*, 2011). وينبغي من الناحية المثالية أن تواجه أيضا أوساط إعادة التدفئة والتميو الآثار الضارة لأنواع الأكسجين التفاعلية، ولكن لابد من أن يتم وضع وسائل للحد من رشقات أنواع الأكسجين التفاعلية التي تصاحب القطع (*Whitaker et al.*, 2010; *Berjak et al.*, 2011; *Engelmann, 2011a*; *Goveia et al.*, 2004). وتوفر المعالجة بالماء الكاثودي (محلول مخفف مكهرب من كلوريد الكالسيوم وكلوريد المغنيسيوم) خصائص قوية مضادة للأكسدة، التي تصدت لآثار أنواع الأكسجين التفاعلية في جميع مراحل وضع بروتوكول الحفظ بالتبريد الشديد للمحاور الجنينية الغير التقليدية للنوع (*Strychnos gerrardii*). وعززت نمو البراعم (*Berjak et al.*, 2011). وتكون الآثار المفيدة للمعالجة أكثر وضوحا عند تقدم نمو الأجنة/المحاور خلال فترة التخزين الرطب، مما يدل على أهمية وضع نمو البذور. ويبدو أن معالجة المحاور بالماء الكاثودي غير السام، والمضاد للأكسدة يقدم تفسيراً للإخفاقات السابقة للمحاور في إنتاج البراعم، ومعالجة إصلاحية للتصدي لرشقات أنواع الأكسجين التفاعلية ذات الصلة بالضغط. وعلاوة على ذلك، يمكن للأدوات المستخدمة في قطع الجنين أو المحور أن تفاقم إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية. وفي هذا

2 ينطوي التغليف والاجتفاف على أن النباتات المستأصلة يجري تغليفها في حبات الجينات وتستزرع (قبل النمو) في وسط السكر المخبب السائل لفترة تصل إلى 7 أيام. بعد هذا تتعرض للجمد، وذلك باستخدام تدفق الهواء الصفيح أو فلاش التجميد، أو عن طريق التعرض لهلام السيليكا التفاعلي، لتجفيف النباتات المستأصلة إلى المحتوى المائي حوالي 0.25 ج ج-1 (20 في المائة أساس الكتلة الرطبة wmb). وأخيرا تبريدها بسرعة.

3 أنواع الأكسجين التفاعلية هي جزيئات عالية التفاعل، غالبا الجذور الحرة، والتي تضر بالبروتينات والدهون والأحماض النووية.

الصدد، يحتمل أن يسبب استخدام إبرة تحت الجلد جروحاً أقل من الشفرة الجراحية (Benson *et al.*, 2007). أظهر استخدام ثنائي ميثيل سلفوكسيد، وهو جذري الهيدروكسيل، كخطوة قبل الاستنبات (قبل قطع كامل لمخلفات الفلقات) وكمعالجة بعد إزالتها، بأنه يسهل تطور البراعم. كما تستخدم مواد أخرى مضادة للأكسدة للتصدي لتكوين أنواع الأكسجين التفاعلية، مثل حمض الاسكروبيك وتوكوفيرول (Chua and Normah, 2011; Johnston *et al.*, 2007; Uchendu *et al.*, 2010). ويمكن أيضاً تقييم بقاء المواد النباتية على قيد الحياة على أساس النشاط الأنزيمي للخلايا النباتية الحية (Mikula, 2006).

### تطور البادرات والشتلات

بعد إعادة تسخين الأجنة والمحاور الجنينية المقطوعة، تتجلى الخطوة التالية في توليد أو تطور البادرات أو الشتلات لاستكمال دورة التجديد. ويتطلب تطور البادرات والشتلات خطوتين: (أولاً) تطورها في الأنابيب المخبرية و(ثانياً) تطورها خارج الأنابيب المخبرية، والتقوية أو التأقلم. ويجب بداية إدخال المواد المستردة من التخزين بالتبريد الشديد في وسط الاسترداد في الظلام. وإدخال النباتات المستأصلة في زراعة الأنابيب المخبرية، ينبغي تطهيرها والتعامل معها بأدوات معقمة، علماً أن كل الإجراءات تجري في عنبر تدفق الهواء الصفحي. وفي الظروف التي لا يوجد فيها عنبر تدفق صفحي (منصة نظيفة)، من الممكن أداء العمل في غرف نظيفة مغلقة مع التطهير الشامل للغرفة والهواء. ويلزم إعادة تميؤ الأجنة والمحاور الجنينية لمدة 30 دقيقة في درجة حرارة الغرفة وفي الظلام. وفي حالة تعرضهم مباشرة لوسط إعادة التدفئة، ينبغي التميؤ في محلول بتركيبة مماثلة. وتعتبر الشتلات المحصل عليها والتي تنتج كل من الجذور والبراعم قياساً لنجاح الحفظ بالتبريد الشديد للمحور. وبالنسبة للمواد المكثرة خضرياً، يعتبر التخزين بالتبريد الشديد ناجحاً عندما يتم الحصول على البراعم، والتي يمكن أن تكون متجذرة أو مكثرة إكثاراً دقيقاً.

وبعد فترة استنبات وقائية في الظلام (Touchell and Walters, 2000)، تتعرض النباتات المستأصلة عادة إلى ظروف إضاءة تقليدية لغرفة النمو وأنظمة درجة الحرارة التي ينبغي وضعها في البداية كي تناسب النوع ومصدره. وتعتبر أنظمة الضوء ودرجة الحرارة للإنبات في الأنابيب المخبرية، ونمو البادرات/الشتلات من العوامل التي تحتاج إلى صقل، وقد يكون نقل النباتات المستأصلة عبر عدة مراحل استنبات ضرورية. ومن المهم أن يتم الاحتفاظ في البداية بالبذور والشتلات المنتجة في الأنابيب المخبرية تحت الرطوبة النسبية العالية والتي تنخفض تدريجياً.

ويتضمن أساساً تطور البادرات خارج الأنابيب المخبرية والتقوية نقل البادرات/الشتلات من الزراعة بالنمو البطيء أو الحفظ بالتبريد الشديد للمادة الخضرية من حالة التغذية العضوية في الأنابيب المخبرية إلى وسط زراعة يحتوي على تربة معقمة الذي تنمو فيه حالة تغذية ذاتية. ويجب أن يحتوي وسط الانتعاش على مغذيات دقيقة، ومعادن أساسية ومصدر كربون، ولكن قد يتطلب أيضاً إضافة منظمات النمو. كما يجب أن يعقم الوسط خلال الإعداد، ويتم تصفية وتعقيم أية مكونات حساسة للحرارة (عند الاقتضاء)، وإضافتها في وقت لاحق. ويرتكز وسط الإنبات الملائم للأجنة/المحاور لمجموعة

متنوعة من الأنواع على وسط مورشيغ وكوغ (MS (Murashige and Skoog, 1962)، ومع ذلك، يمكن استخدام المواد الغذائية للوسط بكامل القوة، أو نصف أو ربع القوة، كما يتبين من استجابات النبات المستأصل عند الإشتغال ببذور لأنواع معينة. واعتمادا على الهدف المنشود، تزرع مباشرة النباتات المستأصلة من الحفظ بالتبريد الشديد للحصول على بادرات/شتلات للتأقلم، أو يمكن أن تحدث مرحلة إكثار قبل التأقلم، مما يتيح إمكانية إنتاج العدد المطلوب من نسخ العينة المدخلة المستردة.

### الحالات الاستثنائية

تجدر الإشارة إلى أن تطوير البروتوكول يمكن أن يتطلب أكثر من مجموعة منفردة، وربما يمتد على مدى سنتين أو أكثر بسبب الطبيعة الموسمية لتوافر البذور.

وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن حفظ المواد إما في النيتروجين السائل أو فوق النيتروجين السائل في مرحلة البخار. ويكون التخزين في مرحلة البخار أكثر تكلفة وأقل أمانا من التخزين المباشر في النيتروجين السائل. وحتى لو تعلقت بعض الميكروبات في النيتروجين السائل ليس هناك أساسا إلى استنتاج أنها ستلوث العينات، لأنها تمر ببعض إجراءات الغسل تحت ظروف معقمة عند إعادة التدفئة. وحتى لو تمكنت الجراثيم من أن تلتصق على سطح النبات المستأصل، فإن الميكروبات لا يمكن أن تدخلهم إلى النيتروجين السائل لأنه يتم إيقاف جميع هذه العمليات عند درجات الحرارة المنخفضة من هذا القبيل.

وقد لا تنبت المحاور المستأصلة بسبب حالة نضجها. ولهذا يجب وضع المادة النباتية القابلة للتكاثر المجمعة في التخزين الرطب وأخذ عينات دورية لفحص الإنبات وللحصول على أداء من المحاور المستأصلة. وفي حال عدم إنبات أيا من البذور/المادة النباتية القابلة للتكاثر أو الأجنة المستأصلة/المحاور، فإن هذه المادة قد تكون ميتة، أو في سكون. وبإجراء اختبار التترزوليوم يمكن تحديد ما إذا كانت البذور حية أم لا. إن كان الأمر كذلك، يمكن عندئذ افتراض السكون، وينبغي إجراء تحريات لكسر حالة السكون.

وفي حالة معظم الأنواع ذات البذور الغير التقليدية فإن عملية التجديد كما تمارس عند الأنواع ذات البذور التقليدية ليست خيارا. وإذا كان هناك تراجع غير مقبول في جودة الأجنة/المحاور المخزنة في التبريد الشديد، فإن الخيار الوحيد هو إعادة أخذ عينات من البذور من العشيرة (عشائر) الأم وصقل الإجراءات. في الحالات التي تكون فيها الأجنة/المحاور الجينية لا تزال مستعصية على الحفظ بالتبريد الشديد، فلا بد من تركيز الاهتمام على تطوير النبات المستأصل البديل الملائم، والمستمد من الناحية المثالية من البادرات/الشتلات التي أنشئت في الأنابيب المخبرية.

لم تعد المواد المزوعة أو المخزنة في الأنابيب المخبرية لفترة طويلة ملائمة لاستخلاص البراعم النهائية للحفظ بالتبريد الشديد، لأنه قد تحتوي هذه المواد أو تكون قد تراكمت لديها البكتيريا الخفية (المتنابتات) والتي سوف تندلع خلال الاسترداد من الحفظ بالتبريد الشديد، وبالتالي تعرقل



تماما الحفظ بالتبريد الشديد. وهناك حالات يكون فيها النبات المستأصل (على سبيل المثال الشرائح العقدية) للمادة المصدر من الزراعات المحفوظة في الأنابيب المخبرية على المدى الطويل، رطبا للغاية. وفي مثل هذه الحالات، ينبغي زرع مصدر المواد من جديد.

ويجب إزالة الزراعات التي أصبحت مصابة فورا من غرفة النمو وتدميرها. ويشكل غزو السوس الحالة الطارئة الأكثر تدميرا في أي غرفة نمو. ويلزم بعد إزالة أي زراعة تظهر مسارات السوس، استجابة سريعة للتطهير الخارجي للمرفق. ويتبع ذلك تفتيش كل وعاء زراعة وإزالة وتدمير أي بقايا التي تظهر دليل على وجود السوس (والذي بلدغه عبر غشاء (فيلم) بارات م، ينشر الجراثيم الفطرية من أي زراعة مصابة إلى أخرى).

ويؤدي استنزاف النيتروجين السائل في وعاء التخزين بالتبريد الشديد أو مجمد النيتروجين السائل إلى خسارة لا يمكن تعويضها لجميع العينات. كما يمكن أن يسبب أي خلل كهربائي أو خلل آخر في نظام التحكم في درجة الحرارة لغرفة النمو، إذا لم يتم الكشف عنه، ارتفاعا في درجة الحرارة مع ما يترتب عن ذلك من فقدان للمواد في الأنابيب المخبرية.

## مراجع مختارة

- Benson, E.E. & Bremner, D.** 2004. Oxidative stress in the frozen plant: a free radical point of view. In B.J. Fuller, N. Lane & E.E. Benson, eds. *Life in the frozen state*, pp. 205-241. Boca Raton, Florida, USA, CRC Press.
- Benson, E.E., Harding, K. & Johnston, J.W.** 2007. Cryopreservation of shoot-tips and meristems. In J.G. Day & G. Stacey, eds. *Methods in molecular biology* vol. 368. *Cryopreservation and freeze drying protocols*. 2nd edition, pp. 163-184. Totowa, New Jersey, USA, Humana Press.
- Benson, E.E., Harding, K., Debouck, D., Dumet, D., Escobar, R., Maffa, G., Panis, B., Panta, A., Tay, D., Van den Houwe, I. & Roux, N.** 2011. *Refinement and standardization of storage procedures for clonal crops - Global Public Goods Phase 2: Part I. Project landscape and general status of clonal crop in vitro conservation technologies*. Rome, SGRP-CGIAR.
- Berjak, P., Sershen, Varghese, B. & Pammenter, N.W.** 2011. Cathodic amelioration of the adverse effects of oxidative stress accompanying procedures necessary for cryopreservation of embryonic axes of recalcitrant-seeded species. *Seed Science Research*, 21: 187-203.
- Chua, S.P. & Normah, M.N.** 2011. Effect of preculture, PVS2, and vitamin C on survival of recalcitrant *Nephelium ramboutan* Ake shoot tips after cryopreservation by vitrification. *Cryo Letters*, 32: 596-515.
- Damiano, C., Arias Padró, M. D. & Frattarelli, A.** 2007. Cryopreservation of some Mediterranean small fruit plants. *Acta Horticulturae*, 760: 187-194
- Damiano, C., Frattarelli, A., Shatnawi, M.A., Wu, Y., Forni, C. & Engelmann, F.** 2003. Cryopreservation of temperate fruit species: quality of plant materials and methodologies for gene bank creation. *Acta Horticulturae*, 623: 193-200.
- Dussert, S., Engelmann, F. & Noirot, M.** 2003. Development of probabilistic tools to assist in the establishment and management of cryopreserved plant germplasm collections. *CryoLetters*, 24: 149-160.
- Engelmann, F.** 2011a. Germplasm collection, storage and preservation. In A. Altman & P.M. Hazegawa, eds. *Plant biotechnology and agriculture - prospects for the 21st century*, pp. 255-268. Oxford, UK, Academic Press.
- Engelmann, F.** 2011b. Cryopreservation of embryos: an overview. In T.A. Thorpe & E.C. Yeung, eds. *Plant embryo culture methods and protocols. Methods in molecular biology*, Vol. 710, Springer Science+Business Media, LLC.
- Engelmann, F., González-Arno, M.T., Wu, Y., & Escobar, R.** 2008. The development of encapsulation dehydration. In B.M. Reed, ed. *Plant cryopreservation. A practical guide*, pp. 59-75. New York, USA, Springer.
- Ganeshan, S., Rajasekharan, P.E., Shashikumar, S. & Decruze, W.** 2008. Cryopreservation of pollen. In B.M. Reed, ed. *Plant cryopreservation. A practical guide*. pp. 443-464. New York, USA, Springer.
- González Arno, M.T. & Engelmann, F.** 2006. Cryopreservation of plant germplasm using the encapsulation-dehydration technique: review and case study on sugarcane. *Cryo Letters*, 27: 155-168.
- Goveia, M., Kioko, J.I. & Berjak, P.** 2004. Developmental status is a critical factor in the selection of excised recalcitrant axes as explants for cryopreservation: A study of *Trichillia dregeana* Sond. *Seed Science Research*, 14: 241-248.
- Johnston, J., W. Harding, K. & Benson, E.E.** 2007. Antioxidant status and genotypic tolerance of *Ribes in vitro* cultures to cryopreservation. *Plant Sci.*, 172: 524-534.
- Kim, H.H., Cho, E.G., Baek, H.J., Kim, C.Y., Keller, E.R.J. & Engelmann, F.** 2004. Cryopreservation of garlic shoot tips by vitrification: Effects of dehydration, rewarming, unloading and regrowth conditions. *Cryo Letters*, 25: 59-70.



- Kim, H.H., Lee, Y.G., Shin, D.J., Kim, T., Cho, E.G. & Engelmann, F. 2009a. Development of alternative plant vitrification solutions in droplet-vitrification procedures. *Cryo Letters*, 30: 320-334.
- Kim, H.H., Lee, Y.G., Ko, H.C., Park, S.U., Gwag, J.G., Cho, E.G. & Engelmann, F. 2009b. Development of alternative loading solutions in droplet-vitrification procedures. *Cryo Letters*, 30: 291-299.
- Mikuła, A., Niedzielski, M. & Rybczyński, J.J. 2006. The use of TTC reduction assay for assessment of *Gentiana* spp. cell suspension viability after cryopreservation. *Acta Physiologiae Plantarum*, 28: 315-324.
- Murashige, T. & Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15: 473-497.
- Nishizawa, S., Sakai, A., Amano, Y. & Matsuzawa, T. 1993. Cryopreservation of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) embryogenic suspension cells and subsequent plant regeneration by vitrification. *Plant Sci.*, 91: 67-73.
- Rajasekharan, P.E., Rao, T.M., Janakiram, T. & Ganeshan, S. 1994. Freeze preservation of gladiolus pollen. *Euphytica*, 80: 105-109.
- Reed, B.M., ed. 2008. *Plant cryopreservation. A practical guide*. New York, USA, Springer.
- Sakai, A., Hirai, D. & Niino, T. 2008. Development of PVS-based vitrification and encapsulation-vitrification protocols. In B.M. Reed, ed. *Plant cryopreservation. A practical guide*, pp. 33-57. New York, USA, Springer.
- Sershen, Berjak, P., Pammenter, N.W. & Wesley-Smith, J. 2011. Rate of dehydration, state of subcellular organisation and nature of cryoprotection are critical factors contributing to the variable success of cryopreservation: studies on recalcitrant zygotic embryos of *Haemanthus montanus*. *Protoplasma*, 249(1): 171-86.
- Sershen, Pammenter, N.W., Berjak, P. & Wesley-Smith, J. 2007. Cryopreservation of embryonic axes of selected amaryllid species. *Cryo Letters*, 28: 387-399.
- Shatnawi, M.A., Engelmann, F., Frattarelli, A. & Damiano, C. 1999. Cryopreservation of apices of in vitro plantlets of almond (*Prunus dulcis* Mill.). *CryoLetters*, 20: 13-20.
- Touchell, D. & Walters, C. 2000. Recovery of embryos of *Zizania palustris* following exposure to liquid nitrogen. *Cryo Letters*, 21: 26-270.
- Uchendu, E.E., Leonard, S.W., Traber, M.G. & Reed, B.M. 2010. Vitamins C and E improve regrowth and reduce lipid peroxidation of blackberry shoot tips following cryopreservation. *Plant Cell Rep.*, 29: 25-35.
- Weatherhead, M.A., Grout, B.W.W. & Henshaw, G.G. 1978. Advantages of storage of potato pollen in liquid nitrogen. *Potato Res.*, 21: 331-334.
- Whitaker, C., Beckett, R.P., Minibayeva, F. & Kranner, I. 2010. Production of reactive oxygen species in excised, desiccated and cryopreserved explants of *Trichilia dregeana* Sond. *South African Journal of Botany*, 76: 112-118.

## 6.6 معايير التوثيق

### المعايير

- 1.6.6 ينبغي أن توثق البيانات الأساسية لجميع المدخلات لدى البنك باستخدام واصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة التي أعدتها منظمة الأغذية والزراعة/المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي أيضا أن تشمل معلومات العينة المدخلة كل من الجرد، والطلبات، والتوزيع، وبيانات ردود فعل المستخدم.
- 2.6.6 ينبغي أن تسجل جميع البيانات الإدارية والمعلومات المنبثقة عن بنك الجينات في قاعدة بيانات مصممة تصميمًا مناسبًا، كما ينبغي كذلك إضافة بيانات التوصيف والتقييم عند تسجيلها.
- 3.6.6 ينبغي أن تخزن بيانات 1.6.6 و 2.6.6 وأن يتم تحديث التغييرات في نظام قاعدة بيانات مناسب، وأن تعتمد المعايير الدولية للبيانات.

### السياق

تعد المعلومات الشاملة المتعلقة بالمدخلات ضرورية لإدارة بنك الجينات. والبيانات الأساسية هي الحد الأدنى الذي ينبغي أن يكون متاحًا، لكن معلومات إضافية، بما في ذلك المعلومات الجغرافية (إحداثيات GPS) والبيئية (خرائط المناخ والتربة) لموقع الجمع والمعلومات التاريخية، وكذلك البيانات المتعلقة بتوصيف وتقييم المواد كلها مفيدة للغاية.

## الجوانب التقنية

بسبب التطورات في تكنولوجيا المعلومات، أصبح الآن بسيطاً نسبياً تسجيل وإدارة وتقاسم المعلومات حول المدخلات. وينبغي لجميع بنوك الجينات استخدام نظم متوافقة لتخزين واسترجاع البيانات. وكذلك استخدام واصفات البيانات الأساسية للمحاصيل المتعددة التي أعدتها منظمة الأغذية والزراعة/ المنظمة الدولية للتنوع البيولوجي (Alercia *et al.*, 2012) لأنها تسهل تبادل البيانات.

وتنتج بيانات التوصيف والتقييم من قبل المستخدمين. وهذه البيانات لها أهمية بالغة بالنسبة لبنوك الجينات لإدارة مجموعاتهم (Filer, 2012). وتسهيل الاستخدام لاحقاً. ويوصى بأن تحصل بنوك الجينات على معلومات تتعلق بردود الفعل على هذه البيانات.

وينبغي أن تكون بيانات الإدارة متكاملة قدر الإمكان لتمكين المناولة الفعالة للمجموعة. ومعظم بيانات الإدارة هي فقط للاستخدام الداخلي لأمين البنك، وهي ذات قيمة محدودة أو معدومة بالنسبة للآخرين، المستخدمين و/أو بنوك الجينات المتلقية. ولذلك، ينبغي أن يقتصر استخدام بيانات الإدارة على المحتفظ بالمجموعة فقط، ويمكن استخراج بعض البيانات للاستخدام العام مثل مجموعة من تاريخ العينة المدخلة، وشكل الحياة، والتوافر. وينبغي أن تتضمن إلى جانب البيانات الرئيسية للعينة المدخلة (البيانات الأساسية وبيانات التوصيف) ما يلي:

- التاريخ (تاريخ الإقناء، والأرقام الأولية، وتاريخ تغيير الأرقام، والتحديد التصنيفي، واسم المتخصص الذي يحدد المواد، وزراعة أي مادة من الجهة المانحة في الحقل أو الصوبة، ووسيلة استخراج المواد المستخدمة في الأنابيب المخبرية وفي الحفظ بالتبريد الشديد من هذه المادة من الجهة المانحة)؛
- نوع التخزين (في الأنابيب المخبرية أو الحفظ بالتبريد الشديد، أو التخزين تحت الرطوبة في حالة البذور غير التقليدية)؛
- مكان المواد المخزنة (غرف الزراعة وخران التبريد مع وضع الخرسانة في الرف والصندوق)؛
- تقسيم العينة المدخلة على عدة أجزاء (عندما يتم تقسيم المواد في نسيلة فرعية، وعدة مجموعات حفظ بالتبريد الشديد، وعدد من الأنابيب المخزنة)؛
- الإستنساخ الآمن (تاريخ الإستنساخ، ومستنسخة في أي مؤسسة/بلد، والشخص المسؤول هناك، والإشارة إلى وثائق اتفاقية الإستنساخ)؛
- إشارة إلى البروتوكول المستخدم في زراعة في الأنابيب المخبرية و/أو الحفظ بالتبريد الشديد؛
- توسيم أوعية الزراعة (رموز اللون، الباركود). وهناك بطاقات التوسيم مقاومة للنيتروجين السائل، والتي، إذا لزم الأمر، يمكن أن تكون ملفوفة حول الأنابيب المجمدة سابقاً.

وتسمح التطورات الجديدة في مجال التكنولوجيا الحيوية باستكمال البيانات المظهرية بالبيانات الجزيئية. كما أن الترميز الشريطي للمدخلات سيساعد في إدارة المعلومات والمواد ويقلل من احتمال الوقوع في الخطأ.

تتوفر الآن أغلبية بنوك الجينات على الحواسيب والإنترنت. وتتيح نظم تخزين البيانات والمعلومات المرتكزة على الحاسوب التخزين الشامل لجميع المعلومات المرتبطة بإدارة المجموعات المحفوظة في الأنابيب المخبرية والتبريد الشديد. وتوجد نظم لإدارة معلومات البلازما الجرثومية مثل شبكة معلومات موارد البلازما الجرثومية (2011) GRIN-Global التي أُعدت على وجه التحديد من أجل التوثيق العالمي لبنك الجينات وإدارة المعلومات. ويساعد اعتماد معايير البيانات التي توجد اليوم في معظم جوانب إدارة بيانات بنك الجينات على جعل إدارة المعلومات أسهل، ويحسن استخدام وتبادل البيانات. ويعد اقتسام معلومات العينة المدخلة وجعلها متاحة علانية للمستخدمين المحتملين للبلازما الجرثومية مهما لتسهيل ودعم استخدام المجموعة. وفي نهاية المطاف، يتم الترويج للصون وقابلية استعمال البلازما الجرثومية المحفوظة من خلال الإدارة الجيدة للبيانات والمعلومات.

### الحالات الاستثنائية

يضر عدم التوثيق، أو فقدان ما وُثق من قيمة العينة المدخلة إلى حد يجعلها غير صالحة للاستعمال. ويمكن أن يؤدي استعمال مادة غير مناسبة (مثل بطاقات التوسيم غير مقاومة للنيتروجين السائل) إلى فقدان البيانات. وفي المجموعات الكبيرة، تصبح مهارة العمال عاملا مهما جدا. ويجب أن يشار إلى مخاطر إدخال البيانات الغير الملائمة بوضوح. وفي حالة المجموعات المعقدة، يجب أن يقتصر الولوج إلى بيانات الإدارة على الأشخاص المسؤولين فقط.

### مراجع مختارة

Alercia, A., Diulgheroff, S. & Mackay, M. 2012. FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors (MCPD V.2). Rome, FAO and Bioversity International (available at: [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/1526.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/1526.pdf)).

Filel, D.L. 2012. BRAHMS Version 7.0. Department of Plant Sciences, University of Oxford, UK (available on <http://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/>).

USDA, ARS, Bioversity International, Global Crop Diversity Trust. GRIN-Global. Germplasm Resource Information Network Database - Version 1 (available at: [http://www.grin-global.org/index.php/Main\\_Page](http://www.grin-global.org/index.php/Main_Page)).

## 7.6 معايير التوزيع والتبادل

### المعايير

- 1.7.6 ينبغي أن توزع البلازما الجرثومية وفقا للقوانين الوطنية والمعاهدات والاتفاقيات الدولية ذات الصلة.
- 2.7.6 ينبغي أن ترفق جميع العينات بمجموعة كاملة من الوثائق ذات الصلة التي يطلبها المانح والبلد الممتلقي.
- 3.7.6 يجب على كل من المورد والممتلقي تهيئة الظروف لنقل المواد، وينبغي ضمان إعادة إنبات ملائم للنباتات من المواد المحفوظة في الأنابيب المخبرية/التبريد الشديد.

### السياق

توزيع البلازما الجرثومية هو عبارة عن توريد عينة ممثلة من العينة المدخلة الموجودة لدى بنك الجينات استجابة لطلبات مستخدمي البلازما الجرثومية. وثمة زيادة مستمرة في الطلب على الموارد الوراثية لمواجهة التحديات التي يفرضها تغير المناخ، والتي تفرضها التغيرات في الأطياف النوعية للآفات والأمراض الرئيسية، والأنواع الغريبة الغازية وغيرها من احتياجات المستخدمين النهائيين. وقد أدى هذا الطلب إلى توسيع نطاق الاعتراف بأهمية استخدام البلازما الجرثومية من بنوك الجينات، التي تقرر في نهاية المطاف توزيع البلازما الجرثومية. ومن المهم بأن يلتزم توزيع البلازما الجرثومية عبر الحدود بالقواعد والمعايير الدولية المتصلة بلوائح الصحة النباتية، ووفقا للمعاهدات والاتفاقيات الدولية في مجال التنوع البيولوجي والموارد الوراثية النباتية.

## الجوانب التقنية

السكان الدوليان اللذان ينظمان الحصول على الموارد الوراثية هما المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية للأغذية والزراعة واتفاقية التنوع البيولوجي. وتيسر المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية للأغذية والزراعة الحصول على الموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة وينص على الاقتسام للمنافع المتأتية عن استخدامها. وأنشأت نظاما متعدد الأطراف للموارد الوراثية للأغذية والزراعة لمجموعة من 64 محصولا غذائيا وعلفيا (يشار إليه عادة بمحاصيل الملحق الأول للمعاهدة الدولية)، والتي تكون مرفوقة باتفاق موحد لنقل المواد من أجل التوزيع. ويمكن أيضا استخدام الاتفاق الموحد لنقل المواد للمحاصيل الغير الواردة في الملحق الأول للمعاهدة الدولية، ومع ذلك، فإن هناك نماذج أخرى متاحة أيضا. ويتم الحصول على الموارد والاقتسام للمنافع المتأتية عن استخدامها تحت اتفاقية التنوع البيولوجي وفقا لبروتوكول ناغويا. وتشدد كل من المعاهدة الدولية بشأن الموارد الوراثية للأغذية والزراعة واتفاقية التنوع البيولوجي على هذا التواصل بين الصون والاستخدام المستدام، إلى جانب تيسير الحصول على الموارد والاقتسام المنصف للمنافع المتأتية عن استخدامها.

يجب أن ترفق جميع المدخلات بالوثائق المطلوبة مثل شهادات الصحة النباتية ورخص الاستيراد، والمعلومات الأساسية (معلومات الجواز). وينبغي التحقق من المقصد النهائي ومن آخر متطلبات الاستيراد للبلد المستورد فيما يتعلق بشروط الصحة النباتية (في كثير من البلدان، يتم تغيير اللوائح في فترات قصيرة)، قبل الشحن، كما ينبغي أن يخطط لنقل البلازما الجرثومية وذلك بالتشاور مع المنظمة الوطنية لوقاية النباتات أو المعهد المخول رسميا، الذي يحتاج لتوفير الوثائق المناسبة، مثل شهادة الصحة النباتية الرسمية، والتي تتوافق مع متطلبات البلد المستورد. وينبغي أن يزود المستفيد من البلازما الجرثومية بنك الجينات المورد بالمعلومات المتعلقة بالوثائق اللازمة لاستيراد المواد النباتية، بما في ذلك متطلبات الصحة النباتية.

وتعتبر معظم الأنواع ذات البذور الغير التقليدية معمرة وطويلة الأجل والتي لا تتكاثر حتى يصبح عمرها عدة سنوات. وبالتالي فإن التجديد ليس وسيلة سريعة لزيادة حجم العينة لتلبية الطلب. وإذا كانت العينة في شكل نباتات مستأصلة بديلة فإن الإكثار في الأنابيب المخبرية قبل إنتاج الشتلات المستقلة ممكن، ولكن يجب تقديم الطلب مقدما.

وينبغي أن تصل البلازما الجرثومية إلى وجهتها في حالة جيدة، ولذلك ينبغي أن تكون الظروف البيئية غير المواتية أثناء النقل والتخليص الجمركي في الحد الأدنى. ومن المستحسن اللجوء إلى خدمة إرساليات موثوقة وذات خبرة في التعامل مع الجمارك. وينبغي أن تبقى الفترة بين تلقي طلب البلازما الجرثومية وإيفاد المواد قصيرة قدر الإمكان لتحسين كفاءة وظيفة بنك الجينات. وإذا كانت العينة محفوظة بالتبريد الشديد ويراد نقلها إلى بنك جينات آخر ليستمر حفظها هناك بالتبريد الشديد، فيجب أن يتم شحن هذه العينة في صندوق شحن جاف للنيتروجين السائل.

إذا كان سيتم تجهيز العينة لكي تنمو على الفور بعد التوصل بها، يمكن إعادة تسخينها، وإعادة تميئها وتغليفيها في الجينات الكالسيوم قبل إيفادها. وقد تم في الأصل تطوير بذور اصطناعية من هذا القبيل للأجنة الجسدية، ولكن يمكنها المحافظة بنجاح في حالة جيدة على الأجنة المستأصلة/المحاور التي تم حفظها في التبريد الشديد والتي تمت إعادة تسخينها، وإعادة تميئها، لمدة لا تقل عن 10 أيام تحت درجة حرارة 16 مئوية دون الشروع في الإنبات (بروز الجذير). ويمكن تحقيق الإنبات وتطور البادرات/الشتلات للبذور الاصطناعية في كل من الأنابيب المخبرية، كما يمكنه أن ينجح في مزيج معقم لإنبات الشتلات. وهي أيضا خيار لنباتات صغيرة أخرى مستأصلة من الحفظ بالتبريد الشديد، ولكن يتم تطبيق هذه التقنية في حالات قليلة فقط.

وينبغي أن ترسل الشتلات، المستمدة من التخزين البطيء النمو في الأنابيب المخبرية أو الحفظ بالتبريد الشديد، في حاويات مناسبة. ويحتاج المتلقون للمواد المخزنة في الأنابيب المخبرية/المحفوظة في التبريد الشديد أن تكون لديهم إمكانية نقل هذه المواد في أواني أو في الحقل، أو تكون قادرة على اتخاذ مثل هذه الترتيبات.

ويوصى باستعمال أكياس بلاستيكية معقمة التي قد تحتوي على مناطق تهوية خاصة لارسال الشتلات في الأنابيب المخبرية. وإذا تم استخدام الزجاج فينبغي ضمان حشو الحاوية بقدر كاف، والإعلان عن الهشاشة. ويجب أيضا الإشارة إلى التوجه الصحيح للحاويات في حالات الأوعية من الزجاج والبلاستيك.

## الحالات الاستثنائية

قد يؤدي سوء المناولة، بما في ذلك التعبئة والتغليف الغير اللائق أو التسليم المتأخر، إلى فقدان الصلاحية وفقدان المواد. وبالتالي، فمن المهم جدا أن يضع المورد والمتلقي الشرط الذي بموجبه يتم نقل المواد وأن يكون الشرط الأساسي لإعادة التطور الملائم للنباتات مضمونا.

## مراجع مختارة

Rao, N.K., Hanson, J., Dulloo, M.E., Ghosh, K., Nowell, D. & Larinde, M. 2006. Germplasm distribution. In *Manual of seed handling in genebanks*. Handbooks for Genebanks No. 8. Rome, Bioversity International.

## 8.6 المعايير المتعلقة بالأمن والاستنساخ الآمن

### المعايير

- 1.8.6 ينبغي تنفيذ استراتيجية إدارة المخاطر وتحيينها حسب الاقتضاء، والتي تواجه جملة من المخاطر المادية والبيولوجية المحددة في المعايير، بما في ذلك قضايا مثل الحرائق والفيضانات وإنقطاع التيار الكهربائي.
- 2.8.6 ينبغي أن يتبع بنك الجينات المتطلبات والبروتوكولات المحلية للسلامة والصحة المهنية. وينبغي لقسم التبريد الشديد التابع لبنك الجينات التشبث بتعليمات السلامة المرتبطة باستخدام النيتروجين السائل.
- 3.8.6 ينبغي أن يوظف بنك الجينات الموظفين اللازمين للقيام بجميع المسؤوليات الروتينية لضمان حصول بنك الجينات على البلازما الجرثومية وصونها وتوزيعها.
- 4.8.6 ينبغي أن تخزن نسخة الأمان الاحتياطية لكل عينة مدخلة في بنك جينات بعيد جغرافيا وتحت أفضل الظروف الممكنة.
- 5.8.6 ينبغي أن ترفق نسخة الأمان الاحتياطية بالمعلومات ذات الصلة.

### السياق

من المهم للغاية حماية المرافق المادية لأي بنك جينات وكذا العمل على سلامة الموظفين لضمان سلامة البلازما الجرثومية المصونة من الوائل الخارجية المهددة. ولإدارة مجموعات البلازما الجرثومية بطريقة ناجعة يتعين أيضا على بنك الجينات توظيف موظفين مهرة ومدربين بشكل مناسب. ولا تقتصر الإدارة على المحافظة على المجموعة وبياناتها فحسب، بل تهتم أيضا بحصر المخاطر الناجمة عن نشاط الإنسان أو عن الطبيعة. وهناك مخاطر محدودة مرتبطة باستخدام النيتروجين السائل.





وتتطلب أيضا السلامة المادية للمجموعات تخزين نسخة الأمان الاحتياطية للمجموعات في موقع بعيد جغرافيا وتحت نفس الظروف. وفي حالة وقوع كارثة مادية طبيعية (حريق، فياضانات)، فيمكن استخدام هذه النسخة الاحتياطية لإعادة تكوين المجموعات. وبالإضافة إلى العينة نفسها، فإن النسخة الاحتياطية تقتضي نسخ المعلومات مما يتطلب نسخ البيانات.

## الجوانب التقنية

وينبغي أن يقوم بنك الجينات بتنفيذ وتعزيز منهجية إدارة المخاطر التي تتناول المخاطر الفيزيائية والبيولوجية في البيئة اليومية. وينبغي وضع استراتيجية مكتوبة لإدارة المخاطر بشأن الإجراءات التي يتعين اتخاذها كلما حدثت حالة طوارئ في بنك الجينات تتعلق بالبالازما الجرثومية أو بالبيانات ذات الصلة. ويجب أن تتم مراجعة هذه الإستراتيجية وخطة العمل المرافق لها بانتظام وتحسينها لتأخذ في الاعتبار الظروف المتغيرة والتكنولوجيات الجديدة، ونشرها في أوساط الموظفين بنك الجينات.

وينبغي أيضا الأخذ بعين الاعتبار الصحة والسلامة المهنية للموظفين. كما ينبغي تهوية منطقة التخزين بالتبريد الشديد تهوية جيدة باستخراج الهواء القسري، ويجب وضع شاشات الأكسجين في المكان. كما أن تسرب النيتروجين السائل إلى القارورات الزجاجية قد يكون خطيرا، وبالتالي، ينبغي أن تستخدم القارورات التي تم تصميمها خصيصا لهذا الغرض، والتقيد التام بتعليمات المصنعين لها. وينبغي للحد من خطر الإصابة الشخصية أن يرتدي المشغلون ملابس واقية وقفازات وأقنعة. و يجب أن تكون إمدادات النيتروجين السائل متاحة دائما، وأنه من الأهمية بمكان أن يتم الحفاظ على مستويات النيتروجين السائل. ويفترض أن توضع صهاريج التخزين في التبريد عند درجات حرارة شديدة الانخفاض في مكان مناسب: مهوى وتحت درجة حرارة أقل من 50 درجة مئوية تحت الصفر. والحفاظ على مستوى النيتروجين السائل في حاويات التخزين في غايبة الأهمية، وفي حالة ما إذا تبخر كل النيتروجين السائل، فيجب التخلص من محتويات حاوية التخزين بأكملها. وللمحافظة على سلامة العينات، لا بد من الإبقاء على حرارة الأنسجة تحت درجة حرارة التحول الزجاجي<sup>1</sup>. ويجب توخي الحذر عند إخراج أي قارورة من علب أو صندوق التبريد حتى لا تزيد درجة الحرارة للقارورة المتبقية على درجة حرارة التحول الزجاجي. ولا ينبغي توسيم القارورات بمواد لاصقة ذاتيا تقليدية، لأنها ستزول من مكانها تحت درجات حرارة النيتروجين السائل. ويتيح استخدام طباعة الحاسوب بطباعة بطاقات التوسيم المخصصة للقارورات المستخدمة في التبريد الشديد، وبتسجيل المعلومات ورمز شريطي فريد. وينبغي التقيد بتوصيات المصنع حول أي قنينة يجب استخدامها ولأي غرض معين.

وتستلزم الإدارة الفعالة لبنك الجينات موظفين مدربين بشكل جيد، ومن المهم إكمال المسؤوليات إلى موظفين أكفاء ومناسبين. وينبغي لذلك أن تكون لدى بنك الجينات إستراتيجية أو خطة للموظفين، وميزانية نظيرة على نحو يكفل توافر الحد الأدنى من الموظفين المدربين بشكل مناسب للاضطلاع بالمسؤوليات التي تكفل تمكن بنك الجينات من اقتناء وصون وتوزيع البلازما الجرثومية. ومن المستصوب أن يستعان بمتخصصين في عدد واسع من المجالات. كما ينبغي أن يحصل الموظفون على تدريب كاف عن طريق تدريب معتمد و/أو تدريب أثناء العمل، وينبغي تحديد الاحتياجات من التدريب حسب الاقتضاء.

ومن أجل السلامة المادية للمجموعات، ينبغي النظر في تخزين نسخة الأمان الاحتياطية للمجموعات في موقع بعيد جغرافيا وتحت نفس الظروف. وفي حالة وقوع كارثة مادية/طبيعية (حريق، فياضانات)، فيمكن استخدام هذه النسخة الاحتياطية لإعادة تكوين المجموعات. ويجب أن يكون البنك موجودا في مكان مستقر سياسيا وجيولوجيا، وعلى ارتفاع يفوق مستوى ارتفاع البحر. ويجب أن تكون ظروف التخزين نسخة الأمان الاحتياطية جيدة مثل تلك التي في المجموعة الأولية.

ويتطلب الاستنساخ الآمن توقيع اتفاق قانوني بين المودع وبنك الجينات المخزن أو المستودع. هذا الأخير ليس لديه الحق في استخدام وتوزيع البلازما الجرثومية. وينبغي مراقبة الوصول إلى المجموعات لتجنب الاستخدام غير المصرح به.

وينبغي إعداد العينات لنسخة الأمان الاحتياطية بنفس طريقة المجموعة الأولية. فمن مسؤولية المودع ضمان جودة نسخة الأمان الاحتياطية. ولتجنب التدهور خلال العبور إلى البنك المستقبل،

1 في محلول تزييح النبات 2 (PVS2)، أحد المحاليل الأكثر استخداما للوقاية من التبريد الشديد، تحدث التحولات الزجاجية عند درجة الحرارة 115 درجة تحت الصفر.

ينبغي إرسال العينات المحفوظة في التبريد الشديد في شاحن النيتروجين السائل الجاف، ويجب أن يكون العبور سريعا بقدر الإمكان.

## الحالات الاستثنائية

في حالة عدم توافر موظفين مدربين تدريباً مناسباً أو عند وجود قيود تتعلق بضيق الوقت أو بغير ذلك، قد يكمن الحل في الاستعانة بمصادر خارجية لأداء بعض أعمال بنك الجينات أو الاتصال ببنوك أخرى للجينات لالتماس المساعدة.

ويمكن أن يتسبب الدخول غير المصرح إلى مرافق بنك الجينات في فقدان مباشر للمواد، بل ويمكن أيضاً أن يعرض المجموعات للخطر عن طريق الإدخال غير المتعمد للآفات والأمراض. وغالباً ما تكون حاويات النيتروجين السائل ملوثة بالفطريات أو البكتيريا. وإذا تم تخزين العينات في النيتروجين في مرحلته السائلة، فإنه يمكن تلويث العينة. وقد تنشأ قضايا المسؤولية في حالة تدهور المواد أثناء العبور. ولهذا يجب تضمين كل الاحتمالات في العقد المتعلق بالشحنة.

## مراجع مختارة

**Benson, E.E.** 2008. Cryopreservation of phytodiversity: a critical appraisal of theory and practice. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 27: 141-219.

**Volk, G.M. & Walters, C.** 2006. Plant vitrification solution 2 lowers water content and alters freezing behaviour in shoot tips during cryoprotection. *Cryobiology*, 52: 48-61.



## الملحق معجم

**عينة مدخلة:** عينة من البذور متميزة، ومحددة بشكل فريد تمثل الصنف، أو سلالة أو عشيرة، والتي يتم الاحتفاظ بها في التخزين للصون والاستخدام.

**رقم العينة المدخلة:** معرف وحيد يتم إسناده من قبل أمين بنك الجينات عند إدخال عينة مدخلة في المجموعة. ولا ينبغي أبداً إسناده هذا الرقم لأي عينة مدخلة أخرى.

**مجموعة نشيطة:** مجموعة من مدخلات البلازما الجرثومية التي تستخدم للتجديد، والإكثار، والتوزيع، والتوصيف، والتقييم. ويتم الاحتفاظ بالمجموعات النشيطة في التخزين قصير إلى متوسط الأجل وعادة ما يتم نسخها في مجموعة أساسية يحتفظ بها في التخزين متوسط إلى طويل الأجل.

**رمز شريطي (باركود):** نظام حاسوب للتشفير يستخدم نمط مطبوع أو أشرطة على بطاقات التوسيم لتحديد العينة المدخلة للبلازما الجرثومية. تتم قراءة الرموز الشريطية من خلال المسح الضوئي للنمط المطبوع واستخدام برنامج حاسوب لفك شفرة هذا النمط.

**توصيف:** تسجيل صفات عالية الوراثة التي يمكن رؤيتها بسهولة وتكون واضحة في جميع البيئات.

**مجموعة:** مجموعة من مدخلات البلازما الجرثومية التي يتم المحافظة عليها لغرض محدد في ظل ظروف محددة.

**الحفظ بالتبريد أو التخزين بالتبريد الشديد:** تخزين أعضاء النبات في النيتروجين السائل (تحت درجة حرارة 196 درجة مئوية تحت الصفر) أو أعلى، في مرحلته البخارية، (الحد الأقصى 140 درجة مئوية تحت الصفر). وفي سياق بنوك الجينات، يستخدم للبراعم، والبراعم النهائية، وغيرها من الأنسجة المرستيمية والجينية، والنبات المستأصل من البذور غير التقليدية (وفي حالات خاصة) البذور التقليدية بأكملها، وحبوب اللقاح والأجنة الجسدية. وفي معظم الحالات تقحم مراحل الأنابيب قبل و/أو بعد مرحلة التخزين الملائمة.

**الحفظ بالتبريد لحبوب اللقاح:** حبوب اللقاح هي أهداف محتملة في بعض العائلات النباتية. كما هو

الحال بالنسبة للبذور، هناك أنواع ذات حبوب لقاح تقليدية وأخرى بحبوب لقاح ذات سلوك غير تقليدي. وقد يكون من اللازم تجفيف حبوب اللقاح قبل حفظها بالتبريد، ولكن بعض الأنواع من حبوب اللقاح هي قابلة للتخزين بسهولة ومن دون معالجة مسبقة. وللتجديد انطلاقاً من عينات حبوب اللقاح المخزنة، يستلزم توفير اللنبات الذي يجب تلقيحه للحصول على المادة النباتية المطلوبة عن طريق إنتاج البذور والإنبات.

**قاعدة البيانات:** مجموعة منظمة من البيانات المترابطة التي جمعت لغرض محدد، ويحتفظ بها في وسيلة تخزين واحدة أو أكثر.

**واصف:** سمة، خاصة أو صفة محددة ويمكن قياسها، والتي لوحظت في العينة المدخلة التي تستخدم لتسهيل تصنيف البيانات وتخزينها واسترجاعها واستخدامها.

**قائمة الواصفات:** مجموعة الواصفات المنفرادة لمحصول أو نوع محدد.

**توزيع:** عملية إمداد المربين وغيرهم من المستخدمين بعينات من مدخلات البلازما الجرثومية.

**توثيق:** مجموعة منظمة للسجلات التي تصف بنية، وغرض، وتشغيل، وصيانة، واحتياجات البيانات.

**مانح:** مؤسسة أو فرد مسؤول عن منح البلازما الجرثومية.

**سبات - سكون:** الحالة التي لا تنبت فيها بعض البذور الحية، حتى في ظل ظروف مناسبة عادة.

**توازن محتوى الرطوبة (المحتوى الرطوبي المتعادل):** محتوى الرطوبة في البذور الذي بموجبه تكون البذور في حالة توازن مع الرطوبة النسبية للهواء المحيط.

**تقييم:** تسجيل تلك الخصائص التي كثيراً ما تتأثر تعبيراتها بالعوامل البيئية.

**صون (حفظ) خارج الموقع:** حفظ التنوع البيولوجي خارج بيئته الطبيعية. وفي حالة الموارد الوراثية النباتية، قد يكون هذا في بنوك الجينات للبذور، وبنوك الجينات للحفظ في الأنابيب أو كمجموعات حية في بنوك الجينات الحقلية.

**حقل:** قطعة من الأرض ذات حدود محددة داخل مكان الإنتاج الذي تزرع فيها سلعة.

**بنك الجينات:** مركز لصون الموارد الوراثية تحت ظروف مناسبة لإطالة عمرهم.

**تنوع وراثي:** مجموعة متنوعة من السمات الوراثية التي تؤدي إلى اختلاف الخصائص.

**انجراف وراثي:** تغييرات في التكوين الجيني للعشيرة عندما يصبح عدد الأفراد في مستوى أقل من تردد أليلات معينة بداخلها.

**نمط جيني (تركيب وراثي):** التركيب الوراثي لنبات فردي أو كائن حي.

**بلازما جرثومية (مادة وراثية):** المادة الوراثية التي تشكل الأساس المادي للوراثة والتي تنقل من جيل إلى جيل عبر الخلايا الجرثومية.

إنبات: عملية بيولوجية تؤدي إلى نمو بادرة من البذرة. ويشكل ظهور الجذير الجنيني أول علامة واضحة للإنبات، ولكنه من الممكن أن يتبع بحالة من عدم النمو أو نمو غير طبيعي. ووفقا لقواعد الرابطة الدولية لاختبارات البذور (ISTA)، فإن فقط البادرات التي تظهر تشكلا طبيعيا هي التي تعتبر قد أنبتت.

اختبار الإنبات: إجراء لتحديد النسبة المئوية للبذور القادرة على الإنبات تحت مجموعة معينة من الظروف.

زراعة داخل الأنابيب: إن زراعة الأعضاء النباتية أو النباتات بالكامل في وسط مغذي اصطناعي في أواني زجاجية أو بلاستيكية. ويشمل استخدام الزراعة داخل الأنابيب للمحاصيل المكثرة خضريا عدة خيارات، بما في ذلك الإكثار الدقيق، والقضاء على الفيروس عن طريق زراعة المرستيم وتخزين النمو البطيء. كما تستخدم الزراعة داخل الأنابيب كمرحلة تحضيرية للحفاظ بالتبريد وكذلك لمراحل الانتعاش بعد الحفظ بالتبريد (انظر أيضا تخزين النمو البطيء).

خط تساوي الحرارة: رسم بياني يبين العلاقة بين محتوى الرطوبة في البذور والنسبة المئوية للرطوبة النسبية.

صنف بدائي: صنف محصولي الذي تطور من خلال اختيار المزارعين لعدة سنوات عديدة والمكيف على وجه التحديد مع للظروف المحلية؛ وعادة ما تكون الأصناف البدائية غير متجانسة وراثيا.

صون (حفظ) طويل الأجل: تخزين البلازما الجرثومية لفترة طويلة، كما هو الحال في المجموعات الأساسية والمجموعات الاحتياطية. وتختلف فترة التخزين قبل أن تحتاج البذور إلى التجديد، ولكنها تصل على الأقل لعدة عقود وربما لقرن أو أكثر. ويكون الصون طويل الأجل عند درجات حرارة دون الصفر.

صون (حفظ) متوسط الأجل: تخزين البلازما الجرثومية لفترة متوسطة كما هو الحال في المجموعات النشيطة ومجموعات العمل؛ ويفترض عموما أن فقدان الصلاحية الذي سيحدث خلال حوالي عشر سنوات سيكون قليلا. ويكون الصون متوسط الأجل عند درجات حرارة تتراوح بين 0 و 10 درجة مئوية.

محتوى الرطوبة (على أساس الوزن الرطب): وزن الرطوبة الحرة مقسوما على وزن المادة الجافة للماء الزائد، معبرا عنه كنسبة مئوية.

رصد: التحقق الدوري من صلاحية وكمية المدخلات.

فاصل زمني للرصد: فترة التخزين بين اختبارات الرصد.

معظم العينة الأصلية (MOS): عينة من البذور التي خضعت لأقل عدد من دورات التجديد منذ حصول بنك الديانات على المادة، على النحو الموصى به للتخزين كمجموعة أساسية. وقد تكون هذه عينة فرعية من الإرسالية الأصلية للبذور أو عينة من البذور المنتجة في الدورة الأولى للتجديد إذا كانت الإرسالية الأصلية للبذور تتطلب التجديد قبل التخزين.

بذور تقليدية: بذور التي يمكن تجفيفها لمحتوى رطوبي منخفض وتخزينها في درجات حرارة منخفضة دون ضرر لزيادة طول عمر البذور.

**مرض:** كائن دقيق حي مثل الفيروس، البكتيريا أو الفطر الذي يسبب مرضا في كائن حي آخر.  
**بيانات الجواز:** معلومات أساسية عن أصل العينة المدخلة، مثل تفاصيل سجلت في موقع الجمع، النسب أو غيرها من المعلومات ذات الصلة التي تساعد في تحديد العينة المدخلة.

**نسب:** سجل أسلاف سلالة وراثية أو صنف.

**نمط ظاهري:** المظهر الخارجي للنبات الذي ينتج عن تفاعل تكوينه الجيني (تركيبه الوراثي) مع البيئة.

**صحة نباتية:** تتعلق بالحجر الزراعي.

**شهادة الصحة النباتية:** شهادة مقدمة من الموظفين الحكوميين للصحة النباتية تشهد بأن مواد البذور خالية إلى حد كبير من الآفات والأمراض.

**تلقيح:** العملية التي يتم فيها نقل حبوب اللقاح من المتك إلى الميسم بواسطة الرياح، الحشرات، الطيور الخفافيش، أو افتتاح الزهرة نفسها.

**عشيرة:** مجموعة من نباتات أو حيوانات فردية موجودة في مساحة جغرافية أو منطقة مشتركة ولديها صفات مشتركة.

**مادة نباتية قابلة للتكاثر (صرم):** أي بنية لديها القدرة على أن تؤدي إلى نبات جديد، سواء من خلال التوالد جنسي أو لاجنسي (تكاثر الخضري). وهذا يشمل البذور، والأبواغ، وأي جزء من الجسم الخضري قادر على النمو المستقل إذا تم فصله عن الأم.

**حجر صحي:** الحجر الرسمي للبلازما الجرثومية المدخلة الخاضعة للوائح الصحة النباتية لضمان عدم حملها لأمراض أو آفات ضارة إلى البلد المستورد.

**عينة عشوائية:** عينة مأخوذة بشكل اعتباطي من مجموعة أكبر.

**بذور غير تقليدية:** بذور التي تتحمل التجفيف، وهي لا تجف خلال المراحل الأخيرة للنمو وتتساقط عندما تكون محتويات الماء بين 0.3 و 4.0 ج ج<sup>-1</sup>. وينتج بسرعة عن فقدان الماء انخفاض في الحيوية والصلاحية، وموت البذور عند محتويات الماء العالية نسبيا.

**تجديد:** زراعة عينة مدخلة للبذور للحصول على عينة جديدة ذات صلاحية عالية وبذور عديدة.

**مستوى التجديد:** نسبة صلاحية البذور التي عندها أو أدنى منها يجب تجديد العينة المدخلة لإنتاج البذور.

**رطوبة نسبية:** مقياس لكمية الماء الموجودة في الهواء بالمقارنة مع أكبر كمية يمكن أن يحتوي عليها الهواء تحت درجة حرارة معينة، معبرا عنها بنسبة مئوية. فهي تختلف عن الرطوبة المطلقة، التي تمثل كمية بخار الماء الموجود في وحدة الحجم من الهواء، ويعبر عنها عادة بكلغ لكل متر مكعب.

**نسخ (حفظ) الآمن:** نسخة من مجموعة أساسية مخزنة تحت ظروف مماثلة لغرض الصون طويل الأجل، ولكن في مكان آخر للتأمين ضد فقدان عرضي للمواد من المجموعة الأساسية.



العينة: جزء من العشيرة المستخدمة لتقدير خصائص الكل.

هلام السيليكا: مادة كيميائية خاملة التي تمتص الماء من المناطق المحيطة بها، وتتخلى عنه عن طريق التبخر عند تسخينها.

صلاحية البذور: قدرة البذور على الإنبات تحت الظروف الملائمة.

تخزين النمو البطيء في الأنابيب: الحفاظ على أعضاء النبات أو النباتات الكاملة في ظل ظروف التي تبطئ من سرعة نمو النبات للحد من المتطلبات الضرورية للبيد العاملة وتواتر النقل التي قد تكون مصحوبة بخطر العدوى وظروف الإجهاد التي من شأنها في نهاية المطاف تعرض للخطر الاستقرار الجيني. إن الأسلوب الرئيسي لإبطاء النمو هو تخفيض درجة الحرارة مع كون درجة الحرارة المناسبة تتوقف على الأصناف. وفي نهاية مرحلة الزراعة فإنه من الضروري النقل إلى وسط جديد، مع أو بدون خطوة التكاثر وفي بعض الأحيان فترات الزراعة الدافئة لإعادة الإنشاء.

خط امتصاص متساوي الحرارة: انظر خط تساوي الحرارة.

عمر التخزين: عدد السنوات التي يمكن تخزين البذور خلالها قبل حدوث وفاة البذور.

اختبار التترازوليوم: اختبار الصلاحية التي يتم فيه تشبيح بذور رطبة في محلول كلوريد ثلاثي فينيل تترازوليوم.

سمة: جودة أو سمة معترف بها ناتجة عن التفاعل بين الجينات أو مجموعة من الجينات مع البيئة.

اختبار الصلاحية: اختبار على عينة من بذور العينة المدخلة الذي تم تصميمه لتقدير صلاحية العينة المدخلة بكاملها.

صنف: تقسيم معترف به للنوع، يأتي في المرتبة التالية بعد السلالة، ويتميز بخصائص مثل لون الزهرة، لون الورقة وحجم النبات الناضج.



# اتمانات فوتوغرافية

## الغلاف:

التكوين الجغرافي مقتبس من قاعدة الوسائط لمنظمة الأغذية والزراعة ومصادر أخرى من الإنترنت

## الصفحات الداخلية:

© FAO/M. Uz Zaman	v
© www.sxc.hu/photo/1239768 - مقتبس من nkzs	vii
© lazysheep1 - www.sxc.hu/photo/566617	ix
© Linn Borgen Nilsen	1
© FAO/M. Uz Zaman	2
© FAO/G. Napolitano	7
© FAO/G. Napolitano	8
© chesnutt - www.sxc.hu/photo/1187030	13
© johnnyberg - www.sxc.hu/photo/1379733	15
© FAO/G. Napolitano	17
© CIAT/Neil Palmer	21
© CIAT/Neil Palmer	26
© gokoroko - www.sxc.hu/photo/298008	28
© iliana - www.sxc.hu/photo/107131	35
© FAO/P. Thekiso	47
© FAO/P. Thekiso	54
© Linn Borgen Nilsen	65
© FAO/O. Asselin	72
© FAO/G. Thomas	79
© alainap - www.sxc.hu/photo/922348	83
© FAO/G. Napolitano	99
© FAO/D. Dennis	106
© Ayla87 - www.sxc.hu/photo/757027	111
© FAO/G. Napolitano	115
© Linn Borgen Nilsen	116
© FAO/G. Bizzarri	146
© Global Crop Diversity Trust (GCDT)/Cary Fowler	156
www.az-cactus-for-sale.com/seeds-for-sale/Bottle-Tree-Seeds-For-Sale.htm - مقتبس من:	159
© brokenarts - www.sxc.hu/photo/211551	168



تمكن بنوك الجينات التي تدار بشكل جيد في نفس الوقت الحفاظ على التنوع الجيني وجعله متاحا للمربين. ووضعت معايير بنوك الجينات للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة، التي أعدت بتوجيه من هيئة منظمة الأغذية والزراعة للموارد الوراثية للأغذية والزراعة، الإجراءات التي ينبغي اتباعها لصون الموارد الوراثية النباتية. وتحدد المعايير الطوعية المرجعية لأفضل الممارسات العلمية والتقنية الحالية وتعكس الأدوات الرئيسية للسياسات الدولية لصون واستخدام الموارد الوراثية النباتية.

ISBN 978-92-5-607855-1



9 7 8 9 2 5 6 0 7 8 5 5 1

I3394Ar/1/07.13