الفصل الخامس

جمع الجيرمبلازم تقييمه وإكثاره وحفظه

سبق أن عرفنا الجيرمبلازم germplasm في الفصل الأول بأنه : أى مصدر لصفة معينة ، أو لمجموعة من الصفات الوراثية المحددة ، وقد يتسع استعمال المصطلح ليشمل عشرات الآلاف من السلالات والأصناف المعروفة من محصول معين . ويعدُّ حصر جيرمبلازم الأنواع النباتية من المناطق الجغرافية التى تكثر فيها الاختلافات الوراثية ، وتقييمه ، وإكثاره ، وتوثيقه ، وتوزيعه على المهتمين به ، وحفظه من أولى المهام التى يوليها المربى عنايته ؛ لما لذلك من أهمية كبيرة فى توفير ذخيرة الاختلافات الوراثية التى نشأت على مر العصور ؛ للاستفادة بها فى برامج التربية ، والحفاظ عليها من الاندثار ؛ وتتطلب عملية جمع الجيرمبلازم أن يكون المربى ملماً بتطور المحاصيل المزروعة والأنواع النباتية القريبة منها ، وبمناطق النشوء والارتقاء وتنوع الصفات ، وهى أمور تعد بمثابة المدخل الطبيعى لهذا الفصل .

تطور الأنواع النباتية ومناطق النشوء والارتقاء

لم يبدأ الإنسان فى ممارسة مهنة الزراعة إلا منذ نحو ١٠ آلاف سنة أو أقل من ذلك ، وهى فترة قصيرة للغاية فى حساب التطور ، وإنه ليفترض الآن أن الزراعة لم تبدأ مرة واحدة بل بدأت عدة مرات فى مواقع مختلفة ، وربما حدث ذلك فى وقت واحد ، وربما كانت بداية الزراعة فى أرض الرافدَيْن (دجلة والفرات) ، كما يعتقد أن البدايات المبكرة

للزراعة كانت - أيضاً - فى كل من شمال الصين ، وأمريكا الوسطى ، وفى مناطق جبال الإنديز بأمريكا الجنوبية ، وهى المناطق التى شهدت بداية استقرار الإنسان وممارسته لمهنة الزراعة ، وعلى امتداد تاريخ الإنسان مع الزراعة ، لم يستعمل فى غذائه سوى نحو ٣٠٠٠ نوع من بين حوالى ٢٠٠٠٠٠ نوع معروف ، ولم يستأنس منها فى الزراعة سوى نحو ٢٠٠ نوع كمحاصيل زراعية ، ولم يعتمد - على نطاق واسع - فى غذائه سوى على ١٥- ٢٠ نوعاً فقط .

الصفات المميزة للنباتات المزروعة

إن النباتات التى زرعها الإنسان منذ آلاف السنين (مثل ، القمح ، والذرة ، والبطاطس) لتختلف كثيراً - مورفولوجياً وفسيولوجياً - عن الأنواع البرية التى يعتقد أنها قد نشأت منها . ويتبين - لدى مقارنة المحاصيل الزراعية التى توجد الآن بين أيدينا بالطرز البرية التى نشأت منها - وجود تغيرات معينة ، أحدثتها عملية الاستئناس عبر العصور ؛ بحيث أصبحت الأنواع المزروعة تشترك - معاً - فى صفات عامة مميزة ، نذكر منها مايلى (عن Hawkes ١٩٨٣) :

١- ضعف القدرة على منافسة الأنواع الأخرى :

تجدر الإشارة - فى هذا المقام - إلى أن هذا الضعف فى القدرة على منافسة الانواع الأخرى ليس مقصوراً على المحاصيل الزراعية فقط ، بل يشمل - كذلك - أسلافها التى نشأت منها ، بينما تتميز الأنواع البرية بالقدرة القوية على المنافسة - تحت الظروف الطبيعية - بحيث يمكنها الانتشار السريع ، وسيادة الأنواع الأخرى التى توجد معها فى نفس المنطقة ، بدرجة أكبر بكثير من الطرز الزراعية التى تطورت إليها ؛ لذا .. فإن محاصيلنا الزراعية قد فقدت كل - أو معظم - قدرتها على النمو والبقاء - تحت الظروف الطبيعية دون تدخل الإنسان . وتعد جميع الأنواع المزروعة وأسلافها غير القادرة على المنافسة فى الطبيعة بمثابة « حشائش » من الوجهة البيئية ؛ لأنها تنتشر سريعاً فى غياب المنافسة ، وتختفى بالسرعة نفسها إذا ما تعرضت لمنافسة من أحد الأنواع البرية المعمرة.

٢ - التعملق Gigantism :

حدث التعملق نتيجة استمرار انتخاب الإنسان للطرز الأكبر حجما من البذور ،

والدرنات والجنور ، والأوراق .. إلخ .

٣- المدى الواسع من الاختلافات المورفولوجية .

بينما يندر وجود اختلافات مورفولوجية كبيرة بين سلالات الانواع البرية من النباتات . فإننا نجد مدى واسعاً من الاختلافات المورفولوجية فى المحاصيل الزراعية ، خاصة فى صفات الأجزاء النباتية التى يزرع من أجلها المحصول ، كما فى درنات البطاطس ، وثمار الطماطم ، والفلفل ، والقرعيات .

٤- المدى الواسع للتأقلم الفسيولوجى .

أدى نقل الإنسان لنباتاته معه - فى أثناء ترحاله - إلى تأقلمها على الظروف الجديدة التى تعرضت لها ، وهو تأقلم وراثى ، حدث من خلال عملية الإنتخاب الطبيعى ، على ما توفر من اختلافات وراثية ، حدثت بفعل الطفرات والانعزالات الوراثية .

٥- اندثار طرق الانتشار الطبيعية :

إندثرت الوسائل التى تنتشر بها البذور ، وتنتشر بها النباتات فى الطبيعة ، بفعل استمرار انتخاب الإنسان للطرز التى تناسبه وهى التى يمكنه الحصول عليها قبل أن تنتشر ، وتفقد منه .

٦- اندثار وسائل الحماية الطبيعية :

استمر الإنسان على مر العصور فى انتخاب الطرز التى تلبى احتياجاته ، وهو ما أدى إلى اختفاء بعض وسائل الحماية التى تميزت بها أسلافها من النباتات البرية ، تلك الحماية التى تمنع إتلاف أعضاء نباتية معينة بواسطة بعض المفترسات التى لاتسهم فى انتشار هذه الأعضاء ، ومن أمثلة ذلك ما يلى :

أ- تكون ثمار القرعيات المزروعة حلوة المذاق ، بينما تحتوى الطرز البرية منها على مركبات مرة ، تجعلها غير مستساغة الطعم بالنسبة للثدييات ، ولكنها تبدو مقبولة لدى الطيور التى تسهم فى انتشار بذورها .

ب- بينما انتخب الإنسان طرزاً حلوة المذاق من اليام فإن الطرز البرية ذات الجنور

السطحية تكون مرة الطعم ، إلى درجة تمنع استهلاكها بواسطة الثدييات التى تحفر فى الأرض كالجرذان ، هذا وبينما تكون الطرز ذوات الجذور المتعمقة حلوة الطعم لعدم جدوى الطعم المر بالنسبة لها ، فإن الإنسان انتخب منها طرزاً ذات جذور سطحية .

جـ - اندثرت - تماما - الأشواك التى توجد فى ثمار الاصناف المزروعة من التفاح ، والكمثرى ، والبرقوق ، والموالح ، والباذنجان ، وهى التى تتوفر بكثرة كوسائل دفاعية فى الطرز البرية من هذه الأنواع .

٧- ضعف الخصوبة فى المحاصيل التى تكثر خضريًا :

تنتشر ظاهرة العقم فى المحاصيل التى تكثر خضريا ، وربما يرجع ذلك إلى أن الإنسان دأب - عبر تاريخه مع الزراعة - على انتخاب الطفرات ذات الأعضاء النباتية الأكبر حجماً والأقوى نمواً ، والتى يوجه إليها الغذاء المجهز ، مما أدى إلى ضعف خصوبتها . كما تظهر بعديد من هذه المحاصيل درجات عالية من التضاعف ، وتوجد بها - أحياناً - كروموسومات زائدة أو ناقصة عن الهيئة الكروموسومية الكاملة ؛ كما فى البيام ، وقصب السكر ، مما يساعد على استمرار العقم ؛ وما كانت هذه الاختلافات الكروموسومية لتبقى لو أن هذه المحاصيل كانت تكثر جنسياً .

٨- تغير طبيعة النمو :

تختلف النباتات المزروعة عن اسلافها البرية فى طبيعة النمو ؛ حيث تتميز الأخيرة بالسيقان الطويلة ، والنمو غير المحدود ، وطبيعة النمو المعمرة ، بينما انتخب الإنسان ما يلائم احتياجاته ؛ فكانت النباتات التى اختارها قصيرة ومحدودة النمو ، وحولية .

٩- إنبات البذور السريع المتجانس :

بينما عملت الطبيعة على إكثار وانتشار الطرز التى يكون إنبات بذورها بطيئاً وغير متجانس - وهى التى لاتتعرض للاندثار إذا ما عصفت بها ظروف بيئية قاسية - فإن الإنسان انتخب ما لاءمه من طرز ذات إنبات سريع ومتجانس ؛ لكى تسهل زراعتها .

١٠- التغير من التلقيح الخلطى إلى التلقيح الذاتى :

يلاحظ أن الآباء البرية للمحاصيل الزراعية الذاتية التلقيح (كالقمح ، والطماطم) تكثر

بها ظاهرة التلقيح الخلطى، وقد كان التغير من التلقيح الخلطى إلى التلقيح الذاتى مصاحباً بالتجانس فى الطرز الذاتية التلقيح ، مكان الاختلافات فى الطرز الخلطية التلقيح .

موطن المحاصيل الزراعية ، ومناطق النشوء والارتقاء ، والاختلافات

اعتقد Decandolle أن بالإمكان التعرف على مكان بداية استئناس المحصول وزراعته من أماكن نموه برياً ، ولكن يصعب فى كثير من الأحيان معرفة ما إذا كانت النباتات النامية برياً هى بريّة حقيقة ، أم أنها فلتات مما كان يزرع فى المنطقة ذاتها. ولايمكن – أحيانا – تحديد موطن المحصول إطلاقاً ؛ كما فى القول الذى لم يعرف له أية اسلاف برية ، كما لم يُفِدْ التعرف على مناطق النمو البرى للأسلاف فى بعض الحالات كما فى الطماطم ، فبينما يكثر نمو الانواع البرية منها فى بيرو .فإن الاعتقاد السائد عن موطنها أنه فى المكسيك .

وقد تبين – بالدراسة الحديثة لبعض الأنواع – أن ما كان يعتقد أنها الأسلاف البرية للمحصول لاتربطها به صلة قرابة ، ومن أمثلة ذلك .. البطاطس التى كان يعتقد أن اسلافها هى الطرز البرية التى تنمو فى شيلى ، وأورجواى ، والمكسيك ، ثم ظهر أنها أنواع أخرى تبعد – تقسيمياً – عن البطاطس المزروعة ، وتختلف عنها فى عدد الكروموسومات . وتوجد حالات انتشر فيها النوع – برياً – فى مناطق نقل إليها من موطنه الأصلى .

هذا .. وبينما يمكن الإعتماد على الأدلة المستمدة من الحفريات فى تحديد موطن المحصول .. فإن الأدلة التاريخية لا قيمة لها فى كثير من الأحيان لأن استئناس المحاصيل الزراعية الرئيسية حدث قبل التاريخ المكتوب بآلاف السنوات .

إسهامات فافيلوف N. I . Vavilov فى تحديد مناطق نشوء النباتات :

عاش عالم النبات الروسى N . I . Vavilov فى الفترة من ١٨٨٧ إلى ١٩٤١ ، وقد بدأ دراسته ؛ بهدف تربية أصناف جديدة من المحاصيل الزراعية تناسب الظروف البيئية

الشديدة التباين فى الاتحاد السوفيتى ، وقد شعر فافيلوف بأن تحقيق هذا الهدف يستلزم استكشاف الاختلافات الوراثية بين النباتات المزروعة والطرز البرية القريبة منها فى جميع انحاء العالم ، وقد قام فافيلوف برحلاته خلال العشرينيات والثلاثينيات من هذا القرن ، وسجل خلالها ملاحظات مستفيضة عن الظروف البيئية ، والطبيعية الجغرافية السائدة والطرق الزراعية المستعملة فى المناطق التى جمع منها العينات النباتية. وقد استشرق فافيلوف بذلك آفاقا جديدة فى مجال تربية النبات ، لم يكن أحد يفكر فيها من قبل ، ألا وهى الاستعانة بالجيرمبلازم ، الذى يمكن الحصول عليه من أى مكان فى العالم فى برامج التربية ، لنقل الصفات الهامة – التى يمكن أن توجد فيه – إلى الأصناف الجديدة المحسنة .

نقل فافيلوف ورفاقه – أثناء رحلاتهم – آلاف العينات النباتية الحية إلى معهدهم العلمى Institute of Plant Industry فى لينينجراد ، وفى العديد من المحطات الفرعية للمعهد فى شتى أنحاء الإتحاد السوفيتى ، ثم قاموا بإجراء دراسات مورفولوجية وسيتولوجية مستفضية ، توصلوا من خلالها إلى أن الأنواع المزروعة قد تم - خلال مراحل انتشارها من مواطنها الأصلية إلى طرز تختلف عن بعضها البعض مورفولوجياً وبيئيًا .

وقد تبين لفافيلوف أنه توجد مناطق معينة من العالم ، تكثر فيها الاختلافات النباتية بشدة ، أطلق عليها اسم مراكزالاختلافات Centers of Diversity ، بينما توجد مناطق أخرى أقل من سابقتها فى هذا الشأن . وقد اعتقد فافيلوف أن المناطق التى تكثر فيها الاختلافات الوراثية لمحصول ما هى مواطنها الأصلية ، وأطلق عليها اسم مراكز النشوء . Centers of Origin وبناء على ما تقدم .. فقد قسم فافيلوف العالم إلى ثمانى مناطق ، (مراكز) للنشوء ، تضم ثلاث مناطق (مراكز) فرعية Subcenters ، اعتبرت جميعها مراكز نشوء Centers of Origin للمحاصيل التى ذكرت بها ، باستثناء ما ذكر منها كمراكز اختلافات ثانوية secondary centers of diversity بالنسبة لبعض المحاصيل ، والتى لم يعتبرها مراكز نشوء لها ، وهى كمايلى :

١– منطقة الصين :

يشمل هذا المركز المناطق الجبلية فى غرب الصين ، والسهول المجاورة لها ، وتكثر فيه

الاختلافات الوراثية للشوفان وفول الصويا ، وفاصوليا أدزوكى ، والبرقوق ، والخوخ ، والبرتقال ، واعتبرت هذه المنطقة بمثابة مركز ثانوى ، كذلك للفاصوليا العادية ، والمسترد الورقى ، والسمسم .

٢- منطقة جنوب شرق آسيا :

يشمل هذا المركز كلاً من بورما ، وآسام ، وتكثر فيه الاختلافات النباتية للأرز ، والدخن الأفريقى ، والحمص ، وفاصوليا موث ، وفاصوليا الأرز ، واللوبيا الهليونية ، والباذنجان والقلقاس، والخيار ، وشجرة القطن ، والملوخية ، والفلفل الأسود .

٢ أ- منطقة الهندو - ملايو :

وجدت فى هذه المنطقة اختلافات كثيرة لليام والموز وجوز الهند .

٣- منطقة وسط أسيا :

يضم هذا المركز مناطق شمال غرب الهند وأفغانستان ، وبعض الولايات السوفيتية المتاخمة (تدجيكستان وأزبكستان) ، وتكثر فيه الاختلافات النباتية للقمح ، والشليم ، والبسلة ، والعدس ، والحمص ، والسمسم ، والكتان ، والقرطم ، والجزر ، والفجل والكمثرى ، والتفاح ، والجوز .

٤- منطقة الشرق الأدنى :

يشمل هذا المركز الجزء الاسيوى من تركيا ، والقوقاز ، وإيران ، والمناطق الجبلية من تركستان ، وتوجد به وفرة من الاختلافات الوراثية لأنواع القمح المحتوية على ٧ أزواج -أو ١٤ زوجاً - من الكروموسومات ، والشعير ، والشيلم ، والشوفان الأحمر ، والعدس ، والبسلة ، والبرسيم الحجازى ، والسمسم ، والكتان ، والقاوون ، واللوز ، والتين ، والرمان، والعنب ، والمشمش ، والفستق ، كما اعتبرت هذه المنطقة مركزاً ثانويا للحمص .

٥- منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط :

وجد فى هذا المركز اختلافات كثيرة للأقماح المحتوية على ١٤ زوجاً من الكروموسومات، والشوفان ، والفول ، والكرنب ، والزيتون ، والخس .

٦- منطقة الحبشة :

وجد فى هذا المركز اختلافات كثيرة للأقماح بأنواعها المختلفة ، والشعير ، والحمص ، والعدس ، والبسلة ، والكتان ، والسمسم ، والخروع ، والبن .

٧- منطقة جنوب المكسيك وأمريكا الوسطى :

وجد بهذا المركز اختلافات كثيرة للذرة ، والفاصوليا العادية ، والفلفل ، والقطن ، والعنب ، وأنواع القرع ، والقرع العسلى ، والجورد .

٨- منطقة أمريكا الجنوبية :

يضم هذا المركز بيرو ، وإكوادور ، وبوليفيا ، وتكثر فيه الاختلافات النباتية للبطاطا والبطاطس ، وفاصوليا الليما ، والطماطم ، والقطن ، والباباظ ، والدخان .

٨ أ- منطقة شيلى :

توجد بهذا المركز اختلافات كثيرة من البطاطس .

٨ ب - منطقة البرازيل وباراجواى :

توجد بهذا المركز اختلافات كثيرة للكاسافا ، والفول السودانى ، والكاكاو ، وشجرة المطاط ، والأناناس (Vavilov ١٩٥١ صفحات : ٢٠ - ٤٦) .

وعلى الرغم من التبسيط الزائد لمفهوم فافيلوف لمراكز النشوء المبنى على كثرة الاختلافات النباتية .. إلا أنه فتح الباب على مصراعية لدراسة الموضوع بعد ذلك ، كما خدم علم تربية النبات خدمة جليلة بتوجيه الأنظار ، نحو مناطق العالم التى تكثر فيها الاختلافات ، والتى جمعت منها بالفعل عشرات الآلاف من السلالات من شتى أنواع النباتات الاقتصادية .

لقد توصل فافيلوف من دراساته إلى ما أسماه بقانون السلسلة المتناظرة Low of Homologus Series ، الذى ينص على أنه يمكن العثور على اختلافات نباتية متشابهة فى أنواع نباتية مختلفة فى منطقة جغرافية واحدة ، فإذا وجدت صفة معينة فى محصول

ما .. فمن المتوقع العثور على صفات مماثلة فى الأنواع الأخرى القريبة منها ، والتى تنمو معها فى المنطقة ذاتها ، وهو أمر يبدو منطقياً من الناحية البيولوجية – على الأقل – بالنسبة لمقاومة الآفات .

ولقد ثبتت صحة هذا القانون بعد ذلك ؛ فمثلاً .. وُجِدَ فى المكسيك تشابه بين عدة أنواع من جنس البطاطس *Solanum* من حيث احتوائها على عدة طرز من المقاومة للندوة المتأخرة ، كما وجدت المقاومة لعدة سلالات من النيماتودا المتحوصلة فى أنواع كثيرة من جنس البطاطس فى جبال الأنديز الوسطى فى بيرو ، وبوليفيا وشمال غرب الأرجنتين .

ولقد ميز فافيلوف بين المحاصيل الأولية Primary Crops ، والثانوية Secondary Crops ؛ على اعتبار أن المحاصيل الأولية هى المحاصيل المزروعة منذ القدم (مثل القمح ، والشعير ، والأرز ، وفول الصويا ، والكتان ، والقطن) ، وأن الثانوية تضم المحاصيل التى بدأت كحشائش مصاحبة للمحاصيل المزروعة ، ثم أصبحت من المحاصيل المزروعة فى وقت لاحق ، بعد أن تأقلمت على نمو المحاصيل الأولية ، وحاكتها فى عدد من الصفات الفسيولوجية ، والمورفولوجية من خلال عمليات الانتخاب غير الواعية التى قام بها الإنسان . ويمكن أن نذكر فى هذا الشأن الأمثلة التالية :

١- نشأ الشليم كمحصول ثانوى – كان مصاحباً كحشيشة للقمح – كمحصول أولى فى جنوب غرب أسيا .

٢- نشأ الشوفان كمحصول ثانوى – كان مصاحباً كحشيشة للشعير – كمحصول أولى فى أوروبا ، وغرب أسيا .

٣- نشأ الفول والبسلة كمحصولين ثانويين – كانا مصاحبين كحشائش للحبوب الصغيرة – كمحاصيل أولية فى جنوب غرب أسيا . ويرجع إلى فافيلوف الفضل فى الربط بين المحاصيل المزروعة وأسلافها من الحشائش ؛ ولذلك أهميته التطبيقية إلى جانب قيمته النظرية ؛ فهذه الحشائش تذخر بالطفرات الهامة وتُلَقَّح طبيعياً – أحياناً – مع المحاصيل التى نشأت منها ، كما يستخدمها مربو النبات كمصدر لعديد من الصفات الهامة فى برامج التربية .

وقد حاول فافيلوف كذلك أن يميز بين مراكز الاختلافات الأولية Primary Centers

of Diversity والتى اعتبرها مراكز النشوء ، ومراكز الاختلافات الثانوية Secondary Centers of Diversity ، والتى لم يعتبرها مراكز للنشوء . وقد أخطأ فافيلوف – مع ذلك – فى الحكم على المراكز الأولية والثانوية لبعض المحاصيل ، كما لم يأخذ فى الحسبان أهمية المناطق التى تكثر فيها الاختلافات من الأنواع البرية القريبة من المحاصيل الزراعية ، التى يمكن اعتبارها بمثابة مناطق النشوء لهذه المحاصيل . وقد أصبح من المؤكد لدى الكثيرين من المهتمين بهذا الموضوع أن مناطق الاختلافات التى ذكرها فافيلوف ليست مناطق النشوء لجميع الأنواع التى ذكرت بها ، وإن كان كذلك بالنسبة للبعض منها فقط ، ولاشك فى أن اختلاف الظروف فى المناطق المختلفة كان له دور جوهرى فى التأثير على مدى تباين الصفات فى المحصول ذاته ؛ فحتى لو تساوى معدل حدوث الطفرات فى هذه المناطق .. فإن تباين الظروف يحدد شدة الانتخاب الطبيعى الذى تؤدى حدته إلى نقص الاختلافات المشاهدة خلال فترة زمنية محدودة ، مقارنة بما يمكن أن يظهر من اختلافات خلال الفترة نفسها وفى منطقة أخرى تقل فيها حدة الإنتخاب (عن Hawkes ١٩٨٣) .

محاولات الآخرين لتحديد مراكز النشوء :

اقترح شوكوفسكى Zhukovsky – وهو أحد الذين عملوا مع فافيلوف – سلسلة من ١٢ مركزاً كبيراً megacenters للنشوء شملت معظم أنحاء العالم ؛ حيث لم يترك سوى كندا ، والبرازيل ، وجنوب الأرجنتين ، وشمال سيبيريا ، والنرويج ، وإنجلترا ، كما اقترح شوكوفسكى – كذلك – مراكز صغيرة microcenters للأنواع البرية التى اعتبرها قريبة وراثيًا من الأنواع المزروعة ، ويفيد التقسيم الذى اقترحه شوكوفسكى فى توضيح الفارق الكبير بين الانتشار المحدود للأنواع البرية ، والانتشار الواسع للأنواع المزروعة التى نقلها الإنسان معه من مكان إلى آخر ، ويميز شوكوفسكى بين المراكز الصغيرة الأولية primary gene microcenters وهى المناطق الصغيرة المحدودة التى نشأ فيها المحصول – والمراكز الثانوية الكبيرة secondary gene megacenters التى انتشرت فيها زراعة المحصول ، وهو يحاول بذلك تجنب منتقدى فافيلوف ، الذين اعتبرو أن مراكز النشوء التى ذكرها ليست مراكز على الإطلاق ، وإنما هى مناطق شاسعة انتشرت فيها زراعة محاصيل معينة .

كما استعمل هارلان Harlan مصطلح المراكز الصغيرة microcenters كذلك ، ولكن بمعنى مختلف عما استعمله شوكوفسكى ؛ حيث عنى به المناطق الصغيرة جداً ، الغنية بالاختلافات النباتية ضمن المناطق الكبيرة التى ذكرها فافيلوف . ويحدث التطور فى هذه المناطق الصغيرة بسرعة أكبر مما فى المناطق المجاورة .

ولقد فطن هوكس Hawkes إلى السبب الحقيقى وراء البلبلة التى أحدثتها التقسيمات السابقة لمناطق النشوء ألا وهو الخلط بين مراكز النشوء الحقيقة للمحصول ، والمناطق (أو المراكز) التى تطور فيها المحصول ، وكثرت فيها اختلافاته الوراثية غير تلك التى بدأت فيها زراعة المحصول ، واقترح لذلك نظاماً بديلاً قسم فيه العالم إلى أربعة مراكز نواة ، تضم عشر مناطق للاختلافات كما تحتوى - فيما بينها - على ثمانية مراكز ثانوية على النحو المبين أدناه .

تقسيم هوكس لمراكز النشوء :

قسم هوكس العالم إلى أربعة مراكز نواة Nuclear Centers (جدول ٥ -١) ، وهى المناطق التى يعتقد أن الزراعة قد بدأت فيها ، تضم كل نواة منطقة أو عدة مناطق للاختلافات Regions of diversity . وقد استعمل هوكس مصطلح « منطقة » بدلاً من مصطلح "مركز" ؛ لأنه يعد أدق ؛ باعتبار المساحة الكبيرة للمنطقة الجغرافية الممتدة المعنية بالمصطلح . وقد انتشرت زراعة المحاصيل الزراعية فى هذه المناطق ، بعد أن امتدت إليها من مناطق نشوئها ، كما نشأت فيها - كذلك - محاصيل أخرى من أسلافها من «الحشائش» التى كانت مصاحبة للمحاصيل المزروعة ، سواء أكانت نشأتها بالانتخاب الواعى ، أم بالانتخاب غير الواعى . ولاتختلف هذه المناطق فى مجملها عن مراكز الاختلافات التى ذكرها فافيلوف . وبالإضافة إلى ذلك .. فقد ضمّن هوكس كل منطقة للاختلافات مركزاً أو عدة مراكز ثانوية Minor Centers ، اعتبرها مراكز حديثة ؛ وتعمد ألاّ يطلق عليها اسم microcenters حتى لاتختلط مع مفهوم هذا المصطلح فى تقسيمى شوكوفسكى وهارلان . وهى مناطق لم ينشأ فيها سوى محصول واحد أو محاصيل معدودة . ومن المراكز الثانوية المذكورة فى جدول (٥ - ١) .. تعد اليابان موطناً للوبيا ، وغينيا الجديدة موطناً لقصب السكر ، وأوروبا موطناً للشليم ، والولايات المتحدة موطناً للطرطوفة .

جدول (٥-١) : تقسيم هوكس Hawkes لمراكز النواة nuclear centers (المناطق التى بدأت فيها الزراعة) ، ومناطق الاختلافات regions of diversity (المناطق التى امتدت إليها الزراعة وتكثر فيها الاختلافات) ، وما تضمه من مراكز ثانوية outlying minor centers (امتدت إليها الزراعة حديثًا ونشأت فيها محاصيل قليلة)

مراكز النواة	مناطق الاختلافات	المراكز الثانوية
أولا : شمال الصين	١- الصين ٢- الهند ٣- جنوب شرق آسيا	أ- اليابان ب- غينيا الجديدة جـ- جزر سليمان - جزر فيجى - جزر جنوب المحيط الهادى
ثانيا : الشرق الأدنى	٤- وسط آسيا ٥- الشرق الأدنى ٦- حوض البحر الأبيض المتوسط ٧- الحبشة ٨- غرب أفريقيا	د- شمال غرب أوروبا
ثالثا :جنوب المكسيك	٩- أمريكا الوسطى	هـ- الولايات المتحدة - كندا و- مناطق البحر الكاريبى
رابعاً : وسط إلى جنوب بيرو	١٠- شمال جبال الأنديز (من فنزويلا إلى بوليفيا)	ز- جنوب شيلى ح- البرازيل

موطن بعض النباتات الاقتصادية :

يلخص Merrell(١٩٧٥) مواطن النباتات الاقتصادية المهمة فى اثنتى عشرة منطقة كما يلى (يذكر المحصول الواحد أحيانا فى أكثر من منطقة ، ويعنى بذلك .. نشأة أنواع نباتية مختلفة من هذا المحصول فى مختلف المناطق) :

١- وسط آسيا :

نشأ فى وسط آسيا التفاح ، والجوز ، والقنب ، والدخن ، والدخن الإيطالى ،

والمستردد ، والكمثرى ، والروبارب .

٢- الصين :

نشأ فى الصين المشمش ، وفول الصويا ، والحنطة السوداء ، والعُنّاب ، والدخن اليابانى ، والتوت ، والشوفان naked oats ، والبرتقال ، والخوخ ، والبرسيمون persimmon ، والفجل ، والشاى ، واللفت .

٣- الهند وبورما :

نشأ فى منطقة الهند وبورما فاصوليا منج ، وبسلة تشك؛ ، والقرفة ، واللوبيا ، والخيار ، والباذنجان ، والنيلة ، والجوت ، والمانجو ، والفلفل ، وبسلة بيجون ، والأرز ، والقلقاس .

٤- جنوب شرق آسيا :

نشأ فى هذه المنطقة الخيزران ، والموز ، وشجرة الخبز ، والقرفة ، وجوز الهند ، والقطن ، والزنجبيل ، والليمون البنزهير ، والليمون الاضاليا ، وجوزة الطيب ، ولسان الحمل ، وقصب السكر ، واليوسفى ، واليام .

٥- جنوب غرب آسيا :

نشأ فى هذه المنطقة اللوز ، والشعير ، والجزر ، والكريز ، ونخيل البلح ، والتين ، والكتان ، والعنب ، والعدس ، والعرقسوس ، والقاوون ، والخشخاش ، والبسلة ، والرمان ، والبرقوق ، والسفرجل ، والسبانخ ، والقمح .

٦- الحبشة :

تعد الحبشة موطناً لكل من : الخروع ، والبن ، والقطن ، والكولا ، والباميا .

٧- وسط أفريقيا :

نشأ فى منطقة وسط أفريقيا الدخن اللؤلؤى ، والسمسم ، والذرة الرفيعة (السرغوم) ، والبطيخ .

٨- أوروبا :

نشأ فى أوروبا البلاكبرى ، والكشمش currant ، وعنب الثعلب goosberry ، وفجل الحصان ، والشوفان ، وبنجر السكر .

٩- حوض البحر الأبيض المتوسط :

نشأ فى هذه المنطقة الخرشوف ، والهليون ، والفول ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ، والكرنب ، والقنبيط ، والكرفس ، والكستناء ، والهندباء ، والثوم ، وحشيشة الدينار (الجُنجُل) ، وكرنب أبو ركبة ، والخس ، والشوفان hulled oats ، والزيتون ، والبصل ، والبقدونس ، والسلق السويسرى .

١٠- أمريكا الوسطى :

نشأ فى هذه المنطقة الأفوكادو ، والفاصوليا العادية ، والفاصوليا المدادة ، والقطن ، والجورد ، والجريب فروت ، والذرة ، والفلفل ، والقرع العسلى ، وقنب السيزال ، والكوسة ، والبطاطا ، والفانيليا .

١١- أمريكا الشمالية :

نشأ فى هذه المنطقة البلوبرى ، والكرانبرى ، والطرطوفة ، والبيكان ، والراسبرى ، والشليك ، وعباد الشمس .

١٢- أمريكا الجنوبية :

نشأ فى أمريكا الجنوبية فاصوليا جاك ، وفاصوليا الليما ، والبلاڤُر Cashew ، والكاسافا ، والكاكاو . والقطن ، والجوافة ، والباباظ ، والفول السودانى ، والأناناس ، والبطاطس ، والكينين ، والمطاط ، والشليك ، والدخان ، والطماطم .

مصادر إضافية :

لمزيد من التفاصيل عن نشأة الأنواع والتطور ، والتأقلم بوجه عام .. يمكن مراجعة بعض المصادر المتخصصة ؛ مثل : Darwin (١٨٧٢) ، و Shull (١٩٥١) ، و Wallace

Srb & (١٩٦٤) ، و Ehrlich وآخرين(١٩٧٤) ، و Dobzhansky وآخرين (١٩٧٧) . أما المصادر التالية .. فهى أكثر صلة بموضوع الدراسة ، ويجد فيها القارئ تفاصيل أخرى كثيرة عن موطن وتاريخ زراعة النباتات وتوزيعها فى العالم ، وهى Vavilov (١٩٥١) ، و Wilsie (١٩٦٢) ، و Hutchinson (١٩٧٤) ، و Zeven & Zhukovsky (١٩٧٥) ، و Simmonds (١٩٧٦) ، و Hawkes (١٩٨٣) .

جمع الجيرمبلازم

حظى موضوع جمع الجيرمبلازم من المناطق التى تكثر فيها الاختلافات النباتية باهتمام كثيرين من المشتغلين بتربية النباتات ؛ لما له من أهمية كبيرة فى التربية ؛ وذلك لأن المربى فى بحث دائم عن صفات جديدة ، يمكن أن يستفيد منها فى برامج التربية ، وغالبا مايجد ضالته فى ذخيرة الجيرمبلازم العالمى للمحصول ، الذى يعمل على تحسينه .

التعرية الوراثية

يعد مصطلح التعرية الوراثية Genetic Erosion من المصطلحات الحديثة – نسبيًا – المستخدمة فى علم تربية النبات ، ويعنى به اختفاء الاختلافات الوراثية ، التى كانت تنمو بصورة طبيعية ، وتوجد بكثرة فى مراكز الاختلافات Centers of Diversity التى ذكرها فافيلوف وغيره . وقد بدأ القلق يساور مربى النبات حول اختفاء الاختلافات الوراثية فى بداية الخمسينيات ، بعد أن اتضحت صورة التعرية الوراثية التى بدأت بصورة تدريجية منذ نهاية الحرب العالمية الثانية ، وخاصة أن التعرية كانت شاملة لجميع مراكز الاختلافات التلقليدية ، وإن كانت قد حدثت بصورة أسرع فى بعضها عما فى البعض الآخر ، ولقد دق الكثيرون من علماء تربية النبات (من أمثال Harlan ١٩٦٦) ناقوس ، الخطر ووجهوا أنظار العالم إلى خطورة هذا الأمر ، قبل أن تحدث التعرية الكاملة ، وكان من ثمرة جهودهم أن كثفت الجهود منذ الستينيات ، لإنقاذ ماتبقى من ذخيرة الاختلافات الوراثية فأُرْسِلَتْ عديد من الرحلات الاستكشافية ، التى جمعت عشرات الآلاف من السلالات النباتية .

ومن غرائب الصدف أن النجاح الكبير الذى حققته الاصناف المحسنة التى أنتجها مربو النبات كان له دور بارز فى التعرية الوراثية ، فقد حلت هذه الأصناف تدريجياً محل الاصناف المحلية فى المناطق التى كانت تذخر بالاختلافات الوراثية ، وهو أمر حدث نتيجة

تقبل المزراعين لها ؛ لما تميزت به من إنتاج عالٍ أو نوعية جيدة ، ومقاومة للأمراض ، وكان من نتيجة ذلك أن اندثرت الأصناف المحلية التى كانت شائعة فى الزراعة ، واختفت معها ثروة طبيعية من الاختلافات الوراثية كانت قد تجمعت على مدى آلاف السنين ، وكان استمرار وجودها متوقفاً على الإنسان الذى كان يتولى زراعتها عاماً بعد آخر . وقد صاحب ذلك - أيضاً - اختفاء مماثل للأنواع البرية القريبة ، وسلالات الحشائش من المحاصيل المزروعة ؛ لأن « الثورة الخضراء » التى رافقت إدخال الأصناف الجديدة المحسنة .. صاحبها - أيضاً - اهتمام أكبر بالزراعة ، وشهدت تقنيات حديثة ، قضت بدورها على ما تبقى من نباتات برية فى المناطق الزراعية ، وكانت تعتمد فى بقائها على البيئة الطبيعية . حدث ذلك - على سبيل المثال - بعد إدخال أصناف القمح الحديثة وانتشار زراعتها فى تركيا ، والعراق ، وإيران ، وأفغانستان ، وباكستان ، والهند ، حيث لم يعد من السهل العثور على سلالات محلية ، أو برية من القمح ، فى أى منها ، بعد أن كانت هذه الدول تزخر بها . كما حدث الشئ نفسه بعد إدخال الأصناف الحديثة من الأرز .

ولعل الولايات المتحدة ، وكندا ، وغرب ، أوروبا تعد من أبرز الأمثلة على التقدم الزراعى الذى صاحبه اختفاء شبه كامل للاختلافات النباتية الطبيعية واستبدالها بصنف واحد ، أو مجموعة محدودة من الأصناف ذات الخلفية الوراثية المتقاربة من كل محصول narrow genetic base . وعلى الرغم من أن ذلك يعد ضروريًا لمواجهة متطلبات التقنيات الحديثة فى الزراعة .. إلا أنه يمكن أن يعرض المحاصيل المزروعة لأخطار جسيمة إذا ظهرت سلالات جديدة من الآفات الزراعية قادرة على إصابتها ، وهو ما حدث - بالفعل - فى الولايات المتحدة فى عام ١٩٧٠ ، حينما تعرض محصول الذرة لإصابة وبائية بالفطر *Helminthosporium maydis* المسبب لمرض لفحة الذرة الجنوبية ، وقد تبين من الدراسات التى أجريت حول هذا المرض أن السبب فى انتشاره الوبائى كان استعمال مصدر واحد للعقم الذكرى السيتوبلازمى فى إنتاج معظم هجن الذرة فى الولايات المتحدة ؛ حيث نقل هذا السيتوبلازم الحساس للفطر إلى جميع هجن الذرة ، التى أصبحت بدورها قابلة للإصابة بهذا الفطر .

وإلى جانب الدور غير المباشر للمربى .. فقد أسهمت محاولات التوسع الأفقى فى

الزراعة بدور مهم ، فى التعرية الوراثية ، حيث قضت على البيئة الطبيعية التى كانت تنمو فيها الطرز البرية ، كما كان لتقليع أشجار الغابات دور سلبى بالغ الأهمية كذلك (Hawkes ١٩٨٣) .

وتعد البطاطس من أمثلة الأنواع المحصولية التى حدثت فيها تعرية وراثية كبيرة . ولقد نبه Ochoa (١٩٧٥) إلى أن الطرز البرية من الجنس *Solanum* تختفى بسرعة كبيرة من شيلى ، وبوليفيا ، وبيرو . ولمزيد من التفاصيل .. يمكن الرجوع إلى مقالة Ochoa فى هذا الموضوع .

أوجه الاستفادة من الجيرمبلازم

يستفاد من الجيرمبلازم الذى يتم جمعه بواحدة من ثلاث طرق : إما باستئناسه (أى إدخاله فى الزراعة كمحصول جديد) ، وإما باستعماله كصنف جديد من محصول مزروع ، وإما بالاستفادة منه كمصدر لصفات مهمة يحتاج إليها المربى ، وينقلها إلى الأصناف التجارية من خلال برامج التربية .

الاستئناس

يعرف الاستئناس Domestication فى مجال الزراعة بأنه إدخال محاصيل جديدة فى الزراعة لصالح البشرية ، بعد أن كان وجودها مقصوراً على الحالة البرية فى البيئة الطبيعية . ويلاحظ أن هذا التعريف للاستئناس يستبعد – تلقائيًا – إدخال زراعة محصول ما من بلد إلى بلد آخر ؛ فذلك يدخل تحت مضمون إدخال النباتات Plant Introduction ولاشك فى أن بداية زراعة كل محصول كانت استئناساً له من قِبَل الإنسان ، ومن أمثلة النباتات أو المجموعات النباتية التى استئنست حديثاً مايلى :

١– الكائنات الدقيقة التى استخدمت على نطاق واسع فى إنتاج مضادات الحيوية ، ولعل من أبرز الأمثلة على ذلك .. انتخاب الإنسان لسلالات جديدة من فطر *Penicillium* ذات كفاءة عالية فى إنتاج المضاد الحيوى « البنسلين » .

٢– استئناس وزراعة نبات الجوايّال guayule (اسمه العلمى *Parthenium argentatum*) بغرض إنتاج المطاط ؛ وهو نبات شجيرى صحراوى ، ينمو – بريًا – فى

شمال وسط المكسيك ، وجنوب غرب الولايات المتحدة ، ورغم أن هذا النبات قد استعمل على نطاق ضيق فى إنتاج المطاط خلال الحرب العالمية الثانية ..إلا أن الاهتمام به – على نطاق واسع – لم يبدأ إلا فى السنوات الأخيرة ، خاصة أنه محصول صحراوى يتحمل الجفاف، ويمكن زراعته فى كثير من المناطق التى لاتتوافر فيها مياه الرى ، بالقدر الذى يلزم لزراعة المحاصيل العادية . وتتوفر البيانات عن هذا المحصول وزراعته فى مصادر خاصة ؛ مثل Fangmeier و آخرين (١٩٨٤) ، و Estilai وآخرين(١٩٨٨) .

٣- استئناس أنواع نباتية أخرى كثيرة مقاومة للملوحة ، أو الجفاف ، أو مقاومة لهما معاً وزراعتها لأغراض مختلفة لصالح الإنسان وحيواناته الزراعية كمحاصيل زيتية ، أو محاصيل علف . وعلى سبيل المثال .. قام خبراء من جامعة أريزونا فى السنوات الأخيرة بتجربة زراعة أحد النباتات المحبة للملوحة halophytes ، والتى تسقى بماء البحر مباشرة فى مصر ، والإمارات العربية ، والمكسيك بغرض استعمالها علفاً للماشية واستخراج الزيت من بذورها . هذا .. ويمكن الرجوع إلى Somers (١٩٧٩) ، و Univ. of Arizona (١٩٨٠) ؛ لمزيد من التفاصيل عن الأنواع النباتية المقاومة للملوحة أو الجفاف ، التى تجرى محاولات استئناسها .

٤- استئناس شجيرات الهوهوبا ، وهو نبات صحراوى يتحمل ظروف الجفاف الشديد، ويُستَخرج من بذوره زيوت ، تجمع بين خصائص الدهن ، والشمع ، وتستعمل فى صناعة مواد التجميل ، كما تستخدم كزيوت لتشحيم الطائرات ، كبديل لزيت عنبر الحوت (مجلة الزراعة فى الشرق الأوسط – العدد الأول – المجلد الرابع) .

إدخال النباتات فى الزراعة كأصناف جديدة

يمكن أن تستعمل السلالات النباتية فى الزراعة مباشرة كصنف جديد من محصول مزروع ، إذا توفر لذلك شرطان ، هما :

١- أن يكون النبات المستورد من صنف تجارى .
٢- أن يفوق غيره من الأصناف الأخرى المنتشرة فى الزراعة عند مقارنته بها .

يعد هذا المفهوم لإدخال النباتات .. هو الأكثر واقعية فى الدول النامية التى تستورد مئات الأصناف المحسنة من المحاصيل الزراعية – سنويًا – من الدول الأكثر تقدماً ، بغرض تقييمها وإدخالها فى الزراعة مباشرة ، إذا ثبت أنها تفوق الأصناف المحلية .

استعمال الجيرمبلازم كمصدر لصفات مهمة فى برامج التربية

كانت مجموعات الجيرمبلازم العالمية للمحاصيل الزراعية – ولاتزال – هى المصدر الأول لعديد من الصفات الهامة التى نقلت إلى الأصناف التجارية المحسنة فى برامج التربية . ونعنى بذلك جيرمبلازم الأصناف المزروعة من المحصول ، وجيرمبلازم الطرز البرية (الحشائش المحصولية) منه ، وجيرمبلازم الأنواع البرية القريبة منه ، ونسوق – فيما يلى – بعض الأمثلة لفئة واحدة من النباتات ؛ هى محاصيل الخضر ، توضح إلى أى مدى استخدمت السلالات المدخلة (أو المستوردة) Plant Introductions فى تحسينها .

١– البصل :

أ– اكتشف Henry A . Jones العقم الذكرى فى أحد النباتات البرية من البصل سنة ١٩٢٥ ، والذى أصبح أهم نبات فى تاريخ تربية البصل . وتحتوى جميع هجن البصل المنتجة فى الولايات المتحدة على سيتوبلازم هذا النبات .

ب– وجدت المقاومة للتربس فى الصنف White Persian الإيرانى فى سنة ١٩٣٤ ، ولايزال هذا الصنف مستعملا كمصدر للمقاومة للتربس فى برامج التربية .

جـ– اكتشفت المقاومة لدودة البصل onion maggot فى السلالة P. I . 344251 التى كانت قد جمعت من تركيا .

٢– القاوون :

أ– اكتشفت المقاومة للبياض الدقيقى فى أصناف جمعت من الهند ، واستخدمت فى إنتاج أول صنف تجارى محسن مقاوم ، وهو PMR 50 سنة ١٩٣٢ ، الذى كان بداية لإنتاج سلسلة من الأصناف المقاومة للسلالة رقم (١) من الفطر المسبب للمرض والتى كان من أهمها الصنف PMR 45 .

ب – اكتشفت – كذلك – المقاومة للسلالة رقم (٢) من الفطر المسبب لمرض البياض الدقيقى فى سلالة هندية أخرى ، واستعملت فى إنتاج الصنفين المقاومين PMR5 ، وPMR6 سنة ١٩٤٢ ، وقد تلاهما ظهور أصناف أخرى مقاومة .

جـ– وجدت المقاومة للبياض الزغبى فى السلالتين P . I. 124111 ، و P. I. 124112

من الهند ، ونقلت منهما إلى الصنف Gulfstream وغيره .

د- اكتشفت المقاومة لفيروس تبرقش البطيخ رقم (١) فى السلالة الهندية P.I.180280

هـ- اكتشفت المقاومة لفيرس تبرقش القاوون فى سلالة شرقية ، تستعمل فى التخليل .

و- اكتشفت المقاومة للمن ، فى السلالة الهندية P. I . 371795 .

٣- الخيار :

أ- اكتشفت المقاومة لفيرس تبرقش الخيار فى الصنف الصينى شاينيز لونج Chinese Long سنة ١٩٢٦ ، ثم فى الصنف طوكيو لونج جرين Tokyo Long Green الذى استعمله H . M . Munger كمصدر لمقاومة الفيرس فى أول صنفين تجاريين محسنين ، وهما تيبل جرين Tablegreen ، وماركت مور Marketmore ، وماتلاهما من أصناف مقاومة .

ب- اكتشفت المقاومة للأنثراكنوز ، والبياض الدقيقى فى السلالة الهندية P. I. 197087 التى استخدمت فى التربية لإنتاج أصناف مقاومة فى كارولينا الجنوبية .

حـ- اكتشف الخيار الأنثوى gynoecious فى الصنف الكورى شوجوين Shogoin (P.I. 220860) ، الذى أكثر فى سنة ١٩٥٤ ، وأنتج منه أول سلالة خيار أنثوية محسنة وهى MSU 713-5 سنة ١٩٦٠ وهى التى استعملت - بدورها - فى إنتاج الهجين الأنثوى الأول سبارتان داون Spartan Dawn ، وسلالات أنثوية أخرى ، كانت الأساس لكل ما تلاها من أصناف خيار أنثوية .

د- وجدت المقاومة للبياض الدقيقى فى السلالة اليابانية P. I. 212233 .

هـ- وجدت المقاومة للذبول البكتيرى فى السلالتين P. I. 200815 ، و P. I. 200818 من بورما .

ز - وجدت صفة الثمار غير المرة فى السلالة الهولندية P.I.265887 .

ح - وجدت المقاومة للأنثراكنوز فى السلالة رقم P.I. 197087 من الهند .

ط - أما صفة الثمار البكرية ..فهى توجد فى أصناف خيار البيوت المحمية الأوروبية ، وقد نقلت منها إلى الأصناف الأخرى .

٤- الكوسة :

أ- وجدت المقاومة لحشرة خنفساء الخيار فى سلالات من *Cucurbita pepo* ، و *C. moschata* ، و *C. maxima* .

ب- وجدت المقاومة لكل من البياض الزغبى والبياض الدقيقى فى سلالة *C. maxima* رقم P.I.135893 من الهند .

جـ- وجدت المقاومة لفيرس تبرقش الخيار فى سلالة *C. pepo* رقم P.I.176959 من تركيا .

د- وجدت المقاومة لفيرس تبرقش الكوسة فى السلالة P.I. 172870 من تركيا .

٥ - البسلة :

أ- وجدت المقاومة لفيرس pea enation mosaic فى السلالة P.I.140295 من إيران .

ب- وجدت المقاومة لفيرس التبرقش المحمول بالبذور seed- borne mosaic virus فى إحدى السلالات المستوردة .

٦- الخس :

أ- اكتشفت المقاومة للبياض الزغبى فى إحدى سلالات النوع *Lactuca serriola* من روسيا . وهى التى جمعت فى سنة ١٩٣٢ ، واستعملت فى إنتاج ١٨ سلالة مقاومة من الخس ، وزعت على مربى المحصول فى عام ١٩٥٨ . كما وجدت المقاومة لنفس المرض فى سلالة الخس P. I. 167150 من تركيا فى سنة ١٩٤٩ ، وقد استُعْمِلَ المصدران السابقان للمقاومة فى إنتاج الصنفين المقاومين فالمين Valmaine ، وفالريو Valrio وغيرهما .

ب - اكتشفت السلالة رقم (٢) من الفطر بعد ذلك ، ووجدت المقاومة لها فى السلالات : P. I. 27373 ، و P.I. 250425 ، و P.I. 274900 ، و P.I. 273606 ، و P.I. 274369 ، وهى التى استعملت فى إنتاج الصنف كالمار Calmar وماتلاه من أصناف مقاومة .

جـ- وتلا ذلك اكتشاف السلالة رقم (٣) من الفطر ، ثم اكتشفت المقاومة لها فى الصنف الهولندى سوليتا Solita .

د- اكتشفت المقاومة لفيرس موزايك الخس فى السلالات P.I. 251245 ، و P.I. 251246 ، و P.I. 251247 التى استخدمت فى إنتاج أول الأصناف المقاومة من طراز الفانجارد Vanguard.

هـ- وجدت المقاومة لحشرة Cabbage looper : فى سلالة *L. saligna* رقم P.I. 261653 .

ز – وجدت المقاومة لمرض الجذر الفلينى فى عدة سلالات مستوردة .

جـ – وجدت صفة الإزهار البطئ فى السلالة P. I. 21118 .

٧– الفاصوليا :

أ– وجدت المقاومة لمرض اللفحة الهالية فى بعض الأصناف الأمريكية المقاومة للسلالة رقم ٢ من البكتيريا المسببة للمرض فى السلالة P.I.150414 من السلفادور .

ب– وجدت المقاومة لعفن الجذر الفيوزارى فى السلالة P.I.203958 التى استخدمت فى إنتاج أصناف الفاصوليا الجافة فيفا Viva، و روزا Rosa .

جـ– وجدت المقاومة لثلاث سلالات من بكتريا النبول فى السلالة P.I.165078 من تركيا ، وهى التى استعملت فى إنتاج الصنف المقاوم إمرسون Emerson .

د– وجدت المقاومة لأربع سلالات من الفطر المسبب للأنثراكنوز فى إحدى السلالات من فنزويلا ، التى استعملت فى إنتاج السلالة Cornell 49-242 ، وهى التى استعملت – بدورها – فى إنتاج أول الأصناف المقاومة شارليفوا Charlevoix.

هـ– وجدت المقاومة للفحة البكتيرية العادية فى السلالة P.I.207262 من كولومبيا .

و– وجدت المقاومة لفيروسى التبرقش العادى ، والتبرقش الأصفر فى السلالة P.I.169754 من تركيا ، و P.I. 226856 من إسبانيا ، و P.I. 207203 من كولومبيا .

ز– وجدت المقاومة لخنفساء الفاصوليا المكسيكية فى السلالة P.I. 181786 من سوريا .

حـ – وجدت المقاومة لنطاطات الأوراق فى السلالة P.I. 173024 من تركيا ، وP.I.151014 من شيلى .

ط– وجدت سلالات عالية إما فى محتواها من البروتين ، وإما من الحامض الأمينى الضرورى مثيونين فى السلالات P.I. 180750 ، و P.I. 226920 ، و P.I. 169740 .

ى– وجدت القدرة على زيادة كفاءة استعمال عنصر البوتاسيوم عند مستويات منخفضة من العنصر فى السلالة P.I.180761 .

٨– البطاطس :

لقد ذكر أن من بين ١٢٠ صنفاً من البطاطس– أنتجت خلال الفترة من ١٩٣٠ إلى ١٩٧٠ – دخل إثنان أو أكثر من سلالات النباتات المدخلة Plant Introductions فى

أنساب ١١٣ صنفا منها ، كما استعمل فى كثير منها النوع *S. demissum* والأصناف الأوربية كمصدر مقاومة للندوة المتأخرة .

٩- البطاطا :

أ- استخدمت أكثر من ثلاثين سلالة مدخلة (P.I) من اليابان ، وبورتوريكو كمصادر لمقاومة العفن الاسود ، والذبول الفيوزارى ، وعفن التربة ، ونيماتودا تعقد الجذور ، وفيرس الفلين الداخلى .

ب- استخدمت السلالة P.I.153655 من جزيرة تنجان Tinjan Island كمصدر لمقاومة الذبول الفيوزارى فى كل من أصناف البطاطا المحسنة جم Gem ، و ردكليف Radcliffe ، وجوليان Julian .

١٠ السيانج :

عثرت على المقاومة لكل من البياض الزغبى ، وفيرس تبرقش الخيار (١) فى السلالاتين P.I. 140467 ، و P.I. 179590 .

١١- البطيخ :

نقل Orton صفة المقاومة للذبول الفيوزارى من البطيخ البرى الأفريقى Citron ، وأنتج أول الأصناف المقاومة للمرض وهو كونكرر Canqueror سنة ١٩١١ .

١٢- الكرنب :

أ- أدخلت المقاومة للعفن الأسود من صنف يابانى .

ب- أدخلت المقاومة للصدأ الأبيض ، وتعقد جذور الصليبيات ، وفيرس تبرقش اللفت ، والقدرة على تحمل الحرارة العالية من أنواع برية مختلفة .

جـ- اكتشفت المقاومة للبياض الزغبى فى السلالات P.I. 296131 ، و P.I. 205993 ، و P.I. 205994 من السويد ، و P.I. 189028 من البرتغال ، و P.I. 245015 من فرنسا .

د- حصل على المقاومة لفيرس تبرقش القنبيط من السلالتين P.I.225858 ، و P.I. 225860 من الدانمرك ، و P.I. 229747 من إيران .

١٣- الطماطم :

أ- اكتشفت المقاومة للذبول الفيوزارى في السلالة P.I. 79532 من *Lycopersicon pimpinellifolium* ، وكانت من بيرو ، واستعملت كمصدر للمقاومة فى إنتاج أكثر من ١٠٠ صنف مقاوم .

ب- أعقب ذلك اكتشاف المقاومة للسلالة رقم (٢) من الفطر المسبب للذبول الفيوزارى فى سلالة *L.esculentum* رقم P.I. 126915 .

جـ- استخدمت بعض سلالات من *L . Pimpinellifolium* كمصدر لمقاومة عفن الرقبة ، وفطر استمفيللم *Stemphyllium*، وفيرس ذبول الطماطم المبقع .

د- وجدت المقاومة لذبول فيرتسيللم فى السلالة P.I.303801 من أمريكا الجنوبية .

هـ- اكتشفت درجة عالية من المقاومة لفيرس تبرقش الطماطم فى سلالة *L.peruvianum* رقم P.I. 128650 .

و- وجدت صفة المحتوى المرتفع من حامض الأسكوربيك (فيتامين جـ) فى السلالة P.I.126946 من *L . peruvianum* .

ز- وجدت صفة القدرة على الإنبات فى درجة الحرارة المنخفضة فى سلالتين من الاتحاد السوفيتى :

حـ- وجدت المقاومة للندوة المتأخرة فى السلالة P.I. 204587 من تركيا .

طـ- اكتشفت المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى النوع *L.peruvianum* سلالة رقم P.I. 128657 ، واستعملت فى إنتاج عشرات الأصناف المقاومة (عن Peterson١٩٧٥) . ولمزيد من التفاصيل عن مصادر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور من مختلف الأنواع البرية من الجنس *Lycopersicon* .. يراجع Ammati وآخرون (١٩٨٦) .

يتضح مما تقدم .. أن الجيرمبلازم كان مصدراً لعديد من الصفات الهامة ، التى استخدمها المربون فى برامج التربية ، خاصة صفات المقاومة للآفات . ويذكر Skrdla (١٩٧٥) أن من بين ٦٠٠ سلالة خيار اختبرت .. كانت ١٢٥ منها مقاومة لآفة (مرض أو حشرة) ، أو أكثر ، وأن أكثر من ٥٠٪ من السلالات المقاومة كانت متعددة المقاومة للآفات، وظهر بإحداها (وهى P.I. 197087) مقاومة لثمانى آفات . كما ظهر عند اختبار ٣٧٠٠ سلالة طماطم وجود مقاومة لآفة أو أكثر فى ٢٥٠ سلالة منها ، وظهر فى عديد منها

مقاومة لنحو ٨-١٢ آفة ، وكان فى إحداها مقاومة لثلاث عشرة آفة . هذا .. ويعطى Knott & Dovrak(١٩٧٦) بياناً بمصادر المقاومة للأمراض فى جيرمبلازم الأنواع البرية عامة .

كانت تلك كلها مجرد أمثلة لحالات استعملت فيها السلالات المدخلة كمصدر لصفات مهمة ، عند إنتاج الأصناف المحسنة من بعض محاصيل الخضر . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يمكن الرجوع إلى Kruell & Borlaug (١٩٧٠) ، و Skardla (١٩٧٢) ، و Leon (١٩٧٤) ، و Peterson (١٩٧٥) ، و Alexander (١٩٧٥) ، و Bliss (١٩٨١) ، وكذلك Duke(١٩٨٢) بالنسبة لمصادر تحمل الظروف البيئية القاسية .

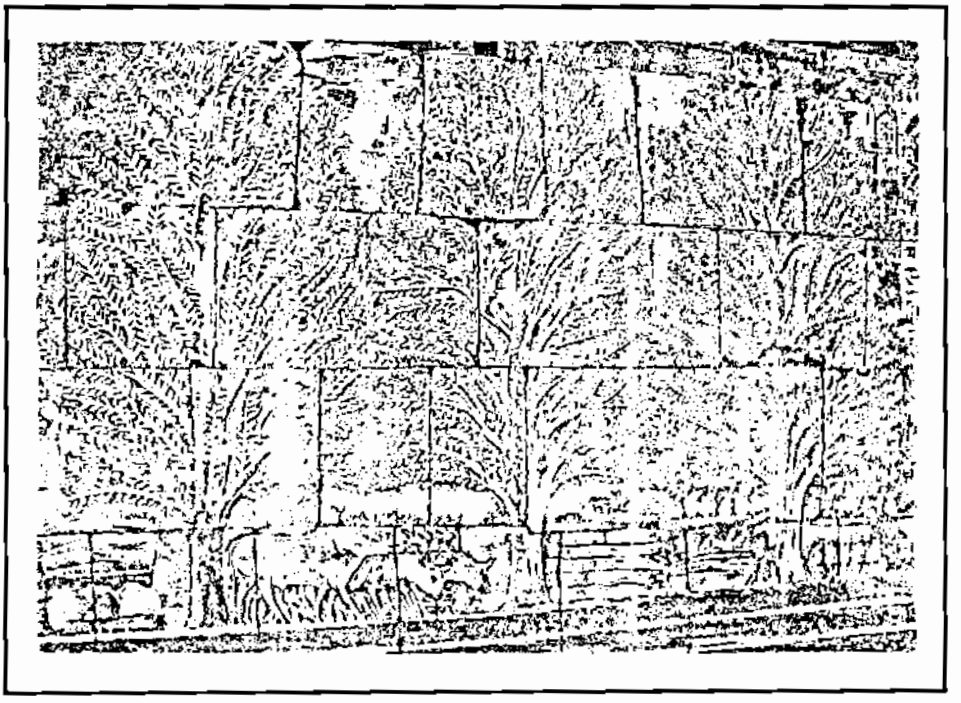
استكشاف الجيرمبلازم فى الداخل وفى الخارج

إن البحث عن الجيرمبلازم (أو استكشاف الجيرمبلازم) قد يكون داخلياً Domestic Plant Exploration أو خارجياً Foreign Plant Exploration ، والغرض فى كلتا الحالتين هو البحث عن مصادر الاختلافات الوراثية . ويكون للبحث الداخلى عن الجيرمبلازم أهمية فى استكشاف الطرز البلدية المتأقلمة جيداً على الظروف البيئية السائدة محلياً ، والتى تكون صفاتها مرغوبة من جمهور المستهلكين ؛ والأمثلة على ذلك كثيرة ، لعل أبرزها مئات الأصناف من نخيل البلح ، التى توجد فى منطقة الخليج العربى ، والتى نشأ أكثرها كانعزالات وراثية من حالات الإكثار الجنسى ، ثم أكثرت خضرياً بعد ذلك . كما كان هناك وعى دائم فى مصر بوجود انعزالات وراثية متفوقة من أشجار المشمش المكثرة - بذرياً - إلى أن تمكن القائمون على مشروع تطوير النظم الزراعية من إجراء الحصر اللازم ، والتعرف على عدد من الأشجار الممتازة الصفات فى أنحاء متفرقة من الدولة .

ولاشك فى أن كل دولة تزخر بالطرز المختلفة المحلية الشائعة بها من بعض المحاصيل الزراعية ؛ فالثوم البلدى المصرى -برغم صغر فصوصه- يعد أعلى محصولاً - فى مصر- من الأصناف المستوردة ذات الفصوص الكبيرة ، والتفاح المحلى العراقى يتميز بدرجة عالية - نسبياً - من الحموضة ، تجعله أكثر قبولاً لدى جمهور المستهلكين - فى العراق - عن الأصناف المستوردة . وتعتبر الأصناف المحلية من السبانخ أبطأ -اتجاهاً نحو

الإنبار- من بعض الأصناف المستورده ... إلخ . وهكذا .. نجد فى أحيان كثيرة أن استكشاف الجيرمبلازم -داخليًا- يكون مجديًا فى تحسين الأصناف المحلية ، وفى العثور على مصادر لصفات التأقلم على الظروف البيئية ، وصفات النوعية التى يرغب فيها المستهلكون .

وبالرغم من أهمية الاستكشاف الداخلى للجيرمبلازم .. فإن ذكر موضوع البحث عن الجيرمبلازم وجمعه يعنى به - غالباً- تنظيم الرحلات الخارجية لاستكشاف الجيرمبلازم فى المناطق التى تكثر فيها الاختلافات الوراثية . ولعل أقدم رحلة نظمت فى التاريخ لجمع النباتات كانت تلك التى قام بها قدماء المصريين فى عهد الملكة حتشبسوت (من الأسرة الثانية عشرة) ، التى أرسلت سفنها إلى غرب أفريقيا ، لجمع نبات البخور incense من بلاد البونت (على سواحل الصومال) ، منذ نحو ٣٥٠٠ عام ، وقد وجدت النقوش الدالة على هذه الرحلة على جدران معبد الدير البحرى ؛ غرب الأقصر (شكل ٥-١) .



شكل (٥ - ١) : نقوش قدماء المصريين الخاصة برحلة جمع نبات البخور من بلاد البونت .

إن استكشاف الجيرمبلازم يتطلب أن يكون الباحث على دراية واسعة بعلم تقسيم النبات ، وبالاختلافات الوراثية المتوفرة من المحصول . ويفضل أن يقوم مربى النبات نفسه بعملية البحث عن الجيرمبلازم وجمعه ؛ لأنه أكثر من غيره تقديرا وتفهماً لأهمية هذا العمل .

المنظمات والمؤسسات المهتمة باستكشاف الجيرمبلازم وجمعه

سبق أن أوضحنا أن استكشاف الجيرمبلازم وجمعه لم يبدأ بصورة منظمة وعلى نطاق واسع إلا بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية ، بعد أن بدأ العلماء فى إثارة موضوع تعرية الجيرمبلازم فى المحافل الدولية .

المنظمات الدولية المهتمة بالجيرمبلازم

بدأ اهتمام منظمة الأغذية والزراعة الدولية بالجيرمبلازم فى عام ١٩٤٧ ، حينما أوصت إحدى اللجان المتفرعة عن المنظمة (لجنة السلالات النباتية والحيوانية) بتوفير المعلومات عن السلالات النباتية ، وحرية تبادلها بين جميع أنحاء العالم . وعقد قسم إنتاج ووقاية النبات التابع للمنظمة أول اجتماع فنى له حول استكشاف النباتات وإدخالها فى عام ١٩٦١ ، وأوصى بإنشاء مراكز استكشاف Exploration Centers فى أجزاء مختلفة من العالم . كما عقدت المنظمة مؤتمراً فنيًا حول استكشاف الثروة الوراثية النباتية واستعمالها، وحفظها عام ١٩٦٧ ، ونشرت وقائعه بعد ذلك (Frankel & Bennett ١٩٧٠) ، ثم عقد المؤتمر الثانى فى عام ١٩٧٣ (Frankel & Hawkes ١٩٧٥) والثالث فى عام ١٩٨١ .

وتعد الكتب التى نشرت فيها وقائع هذه المؤتمرات من أفضل ما صدر عن موضوع استكشاف الجيرمبلازم وجمعه وحفظه ، وقد كان لمنظمة الأغذية والزراعة الدولية أنشطة أخرى مهمة فى هذا المجال ، منها : نشر الـ Plant Genetic Resources Newsletter ، وإنشاء وحدة البيئة المحصولية والثروة الوراثية FAO Unit of Crop Ecology and Genetic Resources وإنشاء هيئتين من الخبراء Expert Panels للثروة الوراثية النباتية ، كان لهما عديد من الأنشطة فى هذا المجال .

وقد تأسست المجموعة الاستشارية للبحث الزراعى الدولى The Cosnulative Group on International Agricultural Research (تكتب اختصاراً :CGIAR) سنة ١٩٧١ ؛ بإشراف مشترك من البنك الدولى ، ومؤسسة الأغذية والزراعة الدولية ، وبرنامج التنمية الإنمائى للأمم المتحدة (UNDP) ، وبتمويل من المؤسسات الخاصة مثل فورد ، وركفللر ، وكيلوج ، ومن الـ UNDP ، والبنك الدولى . وتهدف هذه المجموعة إلى زيادة الإنتاج الزراعى فى دول العالم الثالث ؛ من خلال أنشطة سبعة معاهد ، ومراكز بحثية للمحاصيل، واثنين آخرين للحيوانات الزراعية ،والمجلس الدولى للثروة الوراثية النباتية International Board for Plant Genetic Resources (يكتب اختصاراً IBPGR) .

وقد أنشئ المجلس الدولى للثروة الوراثية النباتية فى عام ١٩٧٣ ، وكان له أنشطة متعددة ؛ من أهمها إقامة اللجان الاستشارية المحصولية ، والتعاون مع المؤسسات الوطنية فى مختلف البلدان ، وتوفير الدعم للمهمات الاستكشافية عن الجيرمبلازم فى أنحاء متفرقة من العالم ، ووضع الضوابط لعملية جمع ، وتوثيق ، وحفظ الجيرمبلازم فى جميع مراحلها ، وإقامة الندوات ، وتدريب العاملين فى هذا المجال .

أما مراكز شبكة معلومات المجموعة الاستشارية للبحث الزراعى الدولى (CGIAR) ، التى لها اهتمامات بجيرمبلازم المحاصيل الزراعية .. فهى كما يلى :

١- معهد بحوث الأرز الدولى International Rice Research Institute (يكتب اختصاراً : IRRI) ، ويوجد المعهد فى Los Banos بالفلبين ، ويهتم بتحسين محصول الأرز من كافة الوجوه . تتوفر لدى المعهد أعداد هائلة من سلالات الأرز الـ *indica* ، والـ *japonica* التى جمعها من جنوب أسيا ، وجنوب شرقها ، وشرقها . أما سلالات الأرز الغرب -أفريقية .. فإنها تحفظ فى المعهد الدولى للزراعة الاستوائية ، كما تخزن سلالات الأرز الـ *japonica* فى اليابان . ويحتفظ المركز بأكثر من ٢٤٠٠٠ سلالة من الأرز .

٢- المركز الدولى لتحسين الذرة والقمح The International Maize and Wheat Improvement Center (يكتب اختصاراً : CIMMYT) :

يوجد المركز فى El-Batan بالمكسيك ، ويهتم بجيرمبلازم ، وتحسين الذرة والقمح .

٣- المركز الدولى للزراعة الاستوائية The International Center For Tropical Agriculture (يكتب اختصاراً CIAT) :

يوجد المركز فى Palmira بكولومبيا ، ويهتم بجيرمبلازم ، وتحسين كل من الكاسافا والفاصوليا ، والنباتات الرعوية من النجيليات والبقوليات . ويحتفظ المركز حالياً بأكثر من ٣٥٠٠٠ سلالة من الجنس *Phaseolus* (عن Hussain ١٩٨٦) .

٤- المعهد الدولى للزراعة الاستوائية The International Institute of Tropical Agriculture (يكتب اختصاراً IITA) :

يوجد المعهد فى Ibadan بنيجيريا ، ويهتم بجيرمبلازم الأرز الأفريقى ، والمحاصيل الجذرية ، واللوبيا ، وبعض النباتات الأخرى الشائعة فى المنطقة غير الذرة الرفيعة والدخن .

٥- مركز البطاطس الدولى The International Potato center (يكتب اختصاراً CIP) :

يوجد فى Lima ببيرو ، ويهتم بجيرمبلازم البطاطس والأنواع البرية القريبة التى جمع منها أكثر من ٤٠٠٠ سلالة (عن Ochoa ١٩٧٥) .

٦- معهد بحوث المحاصيل الدولى للمناطق الاستوائية شبه الجافة The International Crop Institute for the Semi-Arid Tropics (يكتب اختصاراً ICRISAT) :

يوجد المعهد فى Hyderabad فى الهند ، ويهتم بجيرمبلازم المحاصيل المقاومة للجفاف خاصة : الذرة الرفيعة ، والدخن ، وبسلة تشك ، والفول السودانى ، وبسلة بيجون .

٧- المركز الدولى للبحوث الزراعية فى المناطق الجافة The International Center for Agricultural Research on Dry Areas (يكتب اختصاراً : ICARDA) :

يوجد المركز فى حلب بسوريا ، ويهتم بجيرمبلازم الشعير ، والعدس ، والفول ، والقمح الـ durum ، وبسلة تشك .

٨- المركز الآسيوى لبحوث وتطوير الخضر The Asian Vegetable Research and Development Center (يكتب اختصاراً : AVRDC) :

يوجد فى تايوان ، وبرغم أنه يرتبط بشبكة معلومات الـ CGIAR إلا أنه لايعد - رسمياً - جزءاً منها ، ويهتم بجيرمبلازم وتحسين الطماطم ، وفول الصويا ، والكرنب الصينى ، والبطاطا ، وفاصوليا المنج ، وعدة محاصيل خضر أخرى .

٩- رابطة تطوير الأرز الغرب أفريقية The West African Rice Development Association :

ترتبط الرابطة بشبكة معلومات الـ CGIAR إلا إنه ليس من مهامها حفظ الجيرمبلازم.

شبكات المعلومات الإقليمية

تولت المجموعة الاستشارية للبحث الزراعى الدولى IBPGR مسئولية إنشاء عدة شبكات للمعلومات تغطى كل منها عدة دول فى شبكة إقليمية Regional Networks كما يلى :

١- أوروبا :

بدأ العمل فى جمع الجيرمبلازم والاهتمام به منذ أيام فافيلوف فى معهد النباتات Institute of Plant Industry بلينينجراد ، ثم أنشئت شبكة معلومات لبنوك الجينات الأوروبية بفضل جهود الرابطة الأوروبية لبحوث تربية النبات The European Association for Research on Plant Breeding (اختصاراً : EUCARPIA) ضمت مايلى :

١- بنك الجيرمبلازم The Insituto del Germplasma فى Bari بإيطاليا .

٢ - بنك للجينات Institut fur Pflanzenbau und Pflanzenzuchtung فى Braunschweig - Volkenrode بألمانيا .

٣- بنك الجينات الإسكندنافى The Nordic Gene Bank فى Lund بالسويد .

٤- بنك للجينات فى Kew بإنجلترا ، وبنك جينات الخضر بمحطة بحوث الخضر الوطنية National Vegatable Research Station فى Wellesbourne بإنجلترا أيضاً.

وقد أنشئت بنوك أخرى للجينات فى دول غرب أوروبا ، بكل من Braga فى البرتغال ، ومدريد بإسبانيا ، و Thessaloniki باليونان ، ونيقوسيا بقبرص ، و Wageningen بهولندا ، و Gembloux ببلجيكا ، و Montpellier بفرنسا . كما اتخذت خطوات لربط شبكات المعلومات التى توجد فى دول شرق أوروبا بتلك التى توجد فى دول غرب أوروبا . وتوجد بنوك الجينات فى أوروبا الشرقية فى كل من لينتجراد بروسيا ، و Gatersleben بألمانيا الشرقية (سابقاً) ، و Radzikow ببولندا ، وبراغ بتشيكوسلوفاكيا ، و Tapioszele بالمجر ، و Fundulea برومانيا ، و Plovidiv ببلغاريا .

٢- جنوب شرق آسيا .

٣- جنوب غرب آسيا .

٤- جنوب آسيا .

٥- حوض البحر الأبيض المتوسط .

ولمزيد من المعلومات عن المؤسسات الدولية وشبكات المعلومات المهتمة بالجيرمبلازم يراجع كل من : Zeven & Harten (١٩٧٩) ، و Hawkes (١٩٨٣) .

برامج وبنوك الجينات الوطنية

رغم أن بنوك الجينات الأوروبية ترتبط معاً بشبكة معلومات .. إلا أن جميعها بنوك وطنية . وتوجد برامج وبنوك جينات وطنية أخرى فى كل من الولايات المتحدة الأمريكية ، والاتحاد السوفيتى ، وكندا ، واستراليا ، واليابان ، والصين ، والبرازيل ، ودول أخرى . ويعتبر معهد فافيلوف N.I. Vavilov Institute هو المسئول عن تجميع الجيرمبلازم داخل الاتحاد السوفيتى وخارجه ، ويتبعه ٢٥ محطة بحوث ، تنتشر فى أنحاء متفرقة من الدولة. ويقوم المعهد بجمع مايقرب من ١٢٠٠٠ - ١٦٠٠٠ سلالة بذرية وخضرية سنوياً ، وهو يحتفظ بأكثر من ٢٠٠ ٠٠٠ سلالة من كافة المحاصيل ، ويرسل عينات منها لمن يطلبها بحرية تامة ، ويحتفظ بالسلالات البذرية فى أوعية غير منفذة للرطوبة ، على درجة حرارة تتراوح من صفر -٥٤م ، كما يقوم المعهد بإكثار هذه السلالات وتقييمها . ولمزيد من التفاصيل الخاصة بهذا الأمر .. يراجع Brezhnev (١٩٧٥) .

ويعتبر جهاز الجيرمبلازم الوطنى الأمريكى من أكبر وأنجح أجهزة الجيرمبلازم فى العالم ؛ لذا .. سنتناوله بشئ من التفصيل .

جهاز جيرمبلازم النباتات الوطنى فى الولايات المتحدة (مثال)

يعتبر جهاز جيرمبلازم النباتات الوطنى The National Plant Germplasm System (يكتب اختصاراً : NPGS) فى الولايات المتحدة أحد المكونات الرئيسية لشبكة معلومات جيرمبلازم النباتات الدولية ، ويوجد تنسيق بينه وبين المجلس الدولى للثروة الوراثية النباتية IBPGR . يحتفظ الجهاز -حالياً- بأكثر من ٤٠٠ ٠٠٠ سلالة نباتية على شكل بذور أو نباتات خضرية ، تزيد بمعدل ٧٠٠٠ - ١٥٠٠٠ سلالة سنوياً ، كما تحتفظ بعض تعاونيات وراثة النباتات وتحسينها ، ومخزن البذور الوطنى National Seed Storage Laboratory (يكتب اختصاراً : NSSL) الأمريكى بأعداد إضافية من السلالات . تتكون البنية الأساسية لهذا الجهاز من أربعة مكونات رئيسية ، هى :

١- إدخال النباتات Plant Introduction :

يشرف على إدخال النباتات فى الولايات المتحدة مكتب إدخال النباتات The Plant Inroduction Office الذى يعد جزءاً من معهد وراثة وجيرمبلازم النباتات Plant Genetics and Germplasm Institute (يكتب اختصاراً : PGGI) فى Beltsville بولاية ميرلاند ، وهو الذى يتبع وزارة الزراعة الأمريكية USDA . يسجل المكتب أية سلالة جديدة تدخل الولايات المتحدة تحت رقم خاص بها Plant Inventory (أو . P . I) .

وقد بدأ تطبيق نظام أرقام الـ P.I.s فى سنة ١٨٩٨ ، ولايعطى أى رقم إلا مرة واحدة . هذا .. ولايحتفظ المكتب بأية سلالات لديه وإنما يتولى توزيعها على المحطات والمراكز المختصة مباشرة. يتبع الـ PGGI - أيضاً - مختبران ، ومحطة إدخال للنباتات . ويتولى مختبر تقسيم النباتات The Plant Taxonomy Laboratory التعرف على النباتات التى تدخل جهاز الجيرمبلازم الوطنى ، ويعطيها الأسماء العلمية الصحيحة ، كما يشارك فى رحلات استكشاف النباتات . أما مختبر النباتات الاقتصادية The Economic Botany Laboratory .. فإنه يقوم بدراسة التوزيع الجغرافى والبيئى للأنواع المحصولية .

وتقوم محطة إدخال النباتات The Plant Introduction Station فى Glenn Dale

بولاية ميرلاند بتوزيع أجزاء التكاثر الخضرية الخالية من الآفات ، التى تخضع للحجر الزراعى من كل من الفاكهة ، ونباتات الزينة الخشبية ، وبعض الخضروات . أما محطة فحص النباتات Plant Inspection Station فى واشنطن العاصمة .. فإنها تقوم بفحص الأجزاء النباتية ظاهريًا ؛ للتأكد من خلوها من الحشرات ومسببات الأمراض ؛ أما الأمراض التى تحمل -داخليًا- فى البذور .. فإنه لايمكن التعرف عليها إلا بعد زراعة عينة منها ، ويجرى ذلك داخل بيوت محمية فى محطات إدخال النباتات الإقليمية .

تقوم محطة إدخال النباتات فى ميامى The Plant Introduction station at Miami بولاية فلوريدا - وهى جزء من محطة بحوث المحاصيل البستانية تحت الاستوائية التابعة لوزارة الزراعة الأمريكية - بمهمة تقييم ، وإدامة أصناف وسلالات بعض المحاصيل تحت الاستوائية ؛ مثل المانجو ، والأفوكادو ، والبن ، والكاكاو .

وتتولى أربع محطات إدخال نباتات إقليمية Regional Plant Introduction Stations (تكتب اختصاراً : RPIS) مهمة إدامة جيرمبلازم النباتات ، وتقييمه ، وهى كما يلى :

أ- محطة إدخال النباتات الإقليمية فى Geneva بنيويورك (Northeastern RPIS) ، ويدخل ضمن مسئولياتها محاصيل البصل ، والبسلة ، والبروكولى ، وعشب التيموثى timothy ، والطماطم التى نقلت إليها مؤخراً .

ب- محطة إدخال النباتات الإقليمية فى Experiment بولاية جورجيا (Southern RPIS) ، ويدخل ضمن مسئولياتها اللوبيا ، والدخن ، والفول السودانى ، والذرة الرفيعة ، والفلفل .

جـ- محطة إدخال النباتات الإقليمية فى Ames بولاية أيوا (North Central RPIS) ويدخل ضمن مسئولياتها البرسيم الحجازى ، والذرة ، والبنجر ، والخيار ، والقاوون الذى نقل إليها مؤخراً .

د- محطة إدخال النباتات الإقليمية فى Pullman بولاية واشنطن (Western RPIS)، ويدخل ضمن مسئولياتها الفاصوليا ، والكرنب ، والعكرش Fescue ، والقمح ، والعدس ، والخس ، والقرطم ، وبسلة تشك . وتوجد محطة إدخال أخرى غير إقليمية ، هى محطة إدخال البطاطس Interregional Potato Introduction Station فى Surgeon Bay

بولاية وسكنس ، وهى تركز على المحافظة على جيرمبلازم سلالات البطاطس ، وتحسينها ، لتلبية احتياجات مربى المحصول . وتحتفظ هذه المحطة بأكثر من ٢٠٠٠ سلالة خضرية من الجنس *Solanum* ، تمثل ٩٢ من الأنواع التى تكون درنات ، وتحفظ البنور الحقيقية لنحو ٧٠٪ منها فى مخزن البنور الوطنى .

٢- مجموعات النباتات Plant Collections :

تشرف وزارة الزراعة الأمريكية على مخزن البنور الوطنى National Seed Storage Laboratory فى Fort Collins بولاية كلورادو ، الذى أنشئ فى سنة ١٩٥٨ ليتسع لنحو نصف مليون عينة بذور ؛ من السلالات النباتية التى تخزن فيه على درجة ٤ , ٤م (٤٠ف) ، و ٣٢٪ رطوبة نسبية ، ويمكن خفض درجة الحرارة فى ثلاث غرف من غرف المخزن إلى -٢ , ١٢م (١٠ف) إذا دعت الحاجة إلى ذلك .

ويقوم المخزن بحفظ القاعدة العريضة للمجموعات النباتية فى الولايات المتحدة ؛ مثل السلالات الرئيسية من الـ P.I.s ، والأصناف المنتجة حديثاً ، والأصناف التى لم تعد مستعملة فى الزراعة ، وسلالات الآباء لهجن النباتات الخلطية التلقيح ، وغيرها من السلالات المستعملة لأغراض الدراسات الوراثية ، أو كعوائل مفرقة differential hosts لسلالات المسببات المرضية ، أو لأغراض حفظ حقوق المربى فى الأصناف والسلالات المسجلة . ويحتفظ المخزن - حاليًا - بأكثر من ٢٠٤٠٠٠ سلالة نباتية من حوالى ٣٧٠ جنساً ، ونحو ١٩٦٠ نوعاً ؛ بغرض تخزينها فقط ؛ إذ ليس من مهامه توزيع السلالات على الراغبين فى الحصول عليها من مربى النبات ؛ لأن معظم السلالات التى توجد فيه توجد - أيضاً - فى أماكن أخرى ، وهى التى تقوم بمهمة التوزيع .

ونظراً لأن التخزين يكون تحت ظروف جيدة ، لذا .. فإن السلالات لاتعاد زراعتها لحفظ حيويتها إلا على فترات طويلة ، وهو ما يقلل كثيراً من احتمالات تغيرها وراثيًا . وتختبر حيوية البنور على فترات منتظمة ، وتتم إعادة الزراعة - عند الضرورة - فى المناطق المناسبة لكل محصول بتعاقدات خاصة مع المخزن . ومن مهام المخزن - أيضاً - مدّ المحطات ، والمراكز المسئولة عن المجموعات الأخرى بعينات صغيرة من السلالات التى تفقد لديهم .

تقوم مستودعات السلالات الخضرية الوطنية National Clonal Repositories بمهمة إكثار وإدامة عدد من النباتات ، التى تتكاثر – خضرياً – من الفاكهة ، والنقل ، ونباتات أخرى خاصة ، كما يدخل –أيضاً– ضمن مهامها جمع جيرمبلازم هذه النباتات من جميع أنحاء العالم وتقييمه . ومن هذه المستودعات تلك التى توجد فى المدن التالية :

أ– Corvallis بولاية أوريجون ، ويتولى مسئولية جيرمبلازم الكمثرى ، والبندق ، والثمار الصغيرة ، وحشيشة الدينار ، والنعناع .

ب– Davis بولاية كاليفورنيا ، ويتولى مسئولية جيرمبلازم العنب ، والفاكهة ذات النواة الحجرية ، والنقل .

جـ– Miami بولاية فلوريدا ، ويتولى مسئوليه جيرمبلازم بعض الفاكهة الاستوائية ، وشبه الاستوائية ، وقصب السكر .

د– Indio بولاية كاليفورنيا ، ويتولى مسئولية جيرمبلازم نخيل البلح .

هـ – Mayaguez فى بورتريكو(معهد مياجويز للزراعة الاستوائية Mayaguez (Institute of Tropical Agriculture ويتولى مسئولية الفاكهة الاستوائية والمحاصيل الصناعية .

توجد مجموعة الحبوب الصغيرة لوزارة الزراعة الأمريكية The USDA Small Grains Collection ضمن معهد وراثة وجيرمبلازم النباتات PGGI في Beltsville بولاية ميرلاند . وتضم المجموعة نحو ٩٠ ٠٠٠ سلالة من القمح ، والشعير ، والزمير ، والأرز ، والشيلم ، و *Aegilops* ، وتزيد مجموعة القمح وحدها على ٣٥ ٠٠٠ سلالة ، ومجموعة الشعير على ٣٥٠٠٠ سلالة .

أما المجموعات النباتية العملية Working Collections .. فهى مجموعات من جيرمبلازم محاصيل معينة ، والأنواع النباتية القريبة منها ، يُحْتَفَظُ بها لتلبية الاحتياجات اليومية لمربى النبات وغيرهم من علماء النبات الذين قد يرغبون فى استعمالها للأغراض البحثيّة . ويعنى جهاز جيرمبلازم النبات الوطنى NPGS بأن تسجل هذه المجموعات ، ويحتفظ بعينات منها فى مخزن البذور الوطنى . ويكون لكل مجموعة محصولية عالماً قيّماً عليها curator ، يتولى مسئولية المحافظة على السلالات ، وإعادة زراعتها عند الضرورة ، وحمايتها ، وتوزيع عينات منها على الراغبين فى استعمالها ، وتخزينها تحت ظروف جيدة

(درجة حرارة ٥ ,٥م ، ورطوبة نسبية ٤٠٪) ، أو إيداعها أحد مستودعات جيرمبلازم النباتات الخضرية التكاثر ، وتحديث قائمة سلالات المجموعة أولاً بأول .

وتوجد هذه المجموعات فى محطات الإدخال الإقليمية وغيرها من المحطات المهتمة بالمجموعات النباتية . ويكون القيّم مسئولاً عن إرسال فائض البذور المكثرة من كل سلالة إلى مخزن البذور الوطنى . وتحتفظ هذه المحطات بأعداد كبيرة من سلالات الأنواع المحصولية منها – على سبيل المثال – مايربو على ٦٠٠٠ سلالة فاصوليا ، و ٤٨٠٠ سلالة طماطم ، و ١٨٠٠ سلالة فلفل ، و ١٧٠٠ سلالة قاوون ، و ١٥٠٠ سلالة بسلة ، و ١٣٠٠ سلالة لوبيا (Hyland ١٩٧٥ ، Fehr ١٩٨٧) .

وتعتبر المجموعات النباتية التى بها جمعيات وتعاونيات المشتغلين بوراثة المحاصيل وتحسينها جزءاً هاماً من جهاز جيرمبلازم النبات الوطنى NPGS ، ويستفيد منها المشتغلون بهذه المحاصيل فى جميع أنحاء العالم لأغراض التعليم ، والبحث فى مجالات التربية ، والوراثة ، والسيتولوجى ، والفسيولوجى ، والوراثة الجزيئية . وقد سبق أن ذكرنا فى الفصل الأول أسماء معظم هذه التعاونيات ، ونذكر فيما يلى .. أعداد السلالات الوراثية genetic stocks ، التى تحتفظ بها بعضها :

المحصول	عدد السلالات المحتفظ بها	التعاونية الوراثية أو مكان وجود السلالات
الشعير	٣٠٠٠	قسم المحاصيل بجامعة ولاية كلورادو فى Fort Collins
القطن	٣٠٠	مختبر المحاصيل الحقلى بجامعة Texas A & M فى College Station
الشوفان	٢٠٠	مجموعة الحبوب الصغيرة فى Beltsville بولاية ميرلاند
البسلة	٥٠٠٠	قسم علوم البذور والخضر بمحطة تجارب ولاية نيويورك الزراعية فى Geneva .
الذرة	٥١٠٠٠	قسم المحاصيل بجامعة إلينوي في Urbana
الطماطم والأنواع البرية القريبة	١٧٠٠	قسم محاصيل الخضر بجامعة كاليفورنيا فى Davis
القمح	٦٠٠	جامعة ميسورى فى Columbia.

٣- نظام المعلومات Information System :

نظراً للكثرة الهائلة لأعداد السلالات المحتفظ بها ، والبيانات المسجلة عن كل منها ؛ لذا .. ظهرت الحاجة إلى تنمية نظام للمعلومات قائم على استعمال الحاسب الآلى ، وهو ماأدى إلى تكوين مشروع معلومات ثروة الجيرمبلازم Germplasm Resources Information Project ، الذى استكمل تكوين شبكة معلومات ثروة الجيرمبلازم Germ Plasm Resources Information Network

٤- المجموعات الاستشارية Advisory Groups :

يخدم عديد من المجالس واللجان كمجموعات استشارية لثروة الجيرمبلازم ، وهى كما يلى :

أ- مجلس الثروة الوراثية النباتية الوطنى The National Plant Genetic Resources Board وهو يهتم بالجيرمبلازم على مستوى الدولة .

ب- لجنة جيرمبلازم النباتات الوطنية The National Plant Germplasm Committee .

جـ- اللجان الفنية الإقليمية Regional Technical Committees على مستوى محطات الإدخال الإقليمية .

د- لجان المحاصيل الاستشارية Crop Advisory Committees على مستوى المحاصيل .

هـ- المجلس الدولى للثروة الوراثية النباتية IBPGR الذى يتبع المجموعة الاستشارية للبحث الزراعى الدولى (CGIAR) الذى يربط بين جهاز جيرمبلازم النبات الوطنى NPGS ، وشبكة الجيرمبلازم العالمية (Skardla ، ١٩٧٥ Hyland ، ١٩٧٥ Fehr ، ١٩٨٧) .

خطوات عملية إدخال النباتات

نقدم - فيما يلى- أهم الخطوات التى تتبع عادة عند البحث عن الجيرمبلازم وجمعه .

١- الحصر :

يلزم - أولاً - عمل حصر بتوزيع الاختلافات ، والمناطق المهددة بالتعرية الوراثية ،

واحتياجات مربى النبات ، والأنواع النباتية القريبة من المحصول المزروع . ويتطلب الأمر دراسة القرابة النباتية بين المحصول ، والأنواع الأخرى القريبة ، التى قد تكون مصدراً لصفات مهمة ، والعلاقة التطورية بين بعضها البعض ، ويعنى ذلك أن يكون القائمون على عملية الحصر على دراية تامة بتقسيم النبات ، والصفات المحصولية المعروفة والمطلوبة . كما يجب أن يشمل الحصر طرز «الحشائش» المحصولية أيضا ، التى كثيراً ما تستخدم كمصدر لصفات هامة ، خاصة المقاومة للآفات . ويعطى Leppik (1970) المراكز التى تتوفر فيها مصادر المقاومة لمختلف الأمراض النباتية . وإلى جانب الأنواع المزروعة والقريبة منها .. فإن جزءاً من الاهتمام يجب أن يوجه نحو الأنواع البرية التى لايستعملها الإنسان فى الوقت الحاضر . ورغم أن هذه الأنواع ربما لاتكون معرّضة -حاليًا- لخطر الاندثار .. إلا أن ذلك قد يحدث -مستقبلاً- فى الوقت الذى قد تستعمل فيه بعض هذه الأنواع - مستقبلاً - كغذاء ، أو فى الأغراض الصناعية .

٢- الاستكشاف والجمع :

تتم عمليتا الاستكشاف والجمع فى وقت واحد -عادة- إلا إذا تأخر الجمع لحين نضج الثمار ؛ حيث يعهد بعملية الجمع -حينئذ- إلى أحد الفنيين المقيمين فى المنطقة .ويجب أن تكون المهمة الرئيسية للمستكشف هى تمثيل الاختلافات المشاهدة تمثيلاً صادقاً بأقل عدد من العينات ، مع أخذ كمية كافية من البذور أو الجزء النباتى المستخدم فى التكاثر فى كل عينة .

ويجب أن تشمل العينات جميع الطرز النباتية الموجودة فى المنطقة ، وألاّ يقتصر الاهتمام على النباتات ذات الصفات الجيدة الواضحة فقط . فكم من عينات لم يكن فى مظهرها ما يدل على وجود أية قيمة لها حينما جمعت ، ثم اتضحت أهميتها فيما بعد ، ونذكر - مثالاً على ذلك - سلالة القمح رقم P.I. 178383 ، التى جمعت من تركيا فى سنة ١٩٤٨ ، وكانت صفاتها تبدو رديئة ، فسيقانها طويلة ورفيعة وتميل إلى الرقاد بشدة ، وكانت قابلة للإصابة بصدأ الأوراق Leaf Rust ، ولاتتحمل برودة الشتاء ، ويصعب ارتباعها ، كما لم تكن صفات الخبز المصنع منها جيدة ؛ وكان من نتيجة ذلك أن أهملت هذه السلالة لمدة ١٥ عاماً ، إلى أن اكتشفت مقاومتها لأربع سلالات من الفطر المسبب للصدأ المخطط Stripe Rust ، الذى كان قد أصبح خطيراً فى شمال غرب الولايات

المتحدة آنذاك ، ثم تبين أنها مقاومة كذلك لخمس وثلاثين سلالة من الفطر المسبب للتفحم العادى Common Bunt ، وعشر سلالات من الفطر المسبب لمرض التفحم والتقزم Stunt Bunt ، كما تبين أنها ذات قدرة عالية على تحمل الإصابة بمرضى التفحم flag smut ، والعفن snow mould . وكان من نتيجة ذلك أن استعملت هذه السلالة فى عدد كبير من برامج التربية (عن Harlan١٩٧٥) .

ومن الأمور التى تجب مراعاتها ضرورة جلب بكتيريا العقد الجذرية الخاصة بالنباتات البقولية التى تستورد لأول مرة ؛ لأنه يوجد تخصص فسيولوجى بين الأنواع البقولية وأنواع بكتريا الجنس *Rhizobium* التى تعيش معها تعاونيًا . ويتم ذلك بفصل الجذور التى تكثر بها العقد الجذرية ، ثم تجفيفها بسرعة ، دون تعريضها للحرارة ، وحفظها فى حرارة منخفضة فى أوعية منفذة للرطوبة .

ويجب أن ترسل العينات التى يتم جمعها بالطائرة أولاً بأول ؛ حتى لاتتعرض للتلف بفعل العوامل الجوية ، أو بسبب الإصابة بالحشرات . وتعطى عناية خاصة للنباتات الخضرية التكاثر ؛ لأنها ربما لاتحتفظ بحيويتها لحين وصولها إلى محطة الإكثار ؛ فقد تجف ، أو تتعرض للإصابة بالعفن ، وقد ينتهى سكونها ، وتبدأ فى التزريع .

وقد تناول Sykes (١٩٧٥) موضوع جمع جيرمبلازم الفاكهة وحفظها من جميع الجوانب ، وتطرق إلى الاستشعار من بعد بطرق الرادار . والتصوير الجوى ؛ بغرض حصر توزيع الاختلافات ، ورصد التغيرات فى النموات الخضرية ، ومواعيد الإزهار ، ونضج الثمار ، وسقوط الأوراق ، كما ناقش المؤلف طرق الحفاظ على العُقَل ، ومنع جفافها لحين زراعتها ؛ بتعريضها للضباب الصناعى mist ، أو حفظها فى الثلاجات ... وغير ذلك من الطرق . وتعد مشكلة ضخامة المساحات -التى تلزم لزراعة النباتات التى يتم جمعها- من أكبر مشاكل الاحتفاظ بجيرمبلازم نباتات الفاكهة ، وهى المشكلة التى تناولها بالتحليل واقترح تطعيم نحو ٢٠٠ طعم من مختلف السلالات على كل أصل ؛ كحل لهذه المشكلة .

هذا .. ولمزيدٍ من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع كل من Bennett (١٩٧٠) بالنسبة لأسلوب تنظيم العمل وما يلزم من معدات ، و Leon (١٩٧٤) ، الذى تناول كيفية جمع جيرمبلازم عدد من النباتات الاستوائية و Harlan (١٩٧٥) الذى شرح - عن

خبرة – كيفية التجول ؛ للبحث عن الاختلافات الوراثية من النباتات التى تتكاثر جنسيًا ، و Hawkes (١٩٧٥) ، الذى تناول الموضوع بالنسبة للنباتات الخضرية التكاثر ، و Zagaja (١٩٨٣) الذى تناول جمع جيرمبلازم نباتات الفاكهة .

٣- طرق أخذ العينات Sampling Techniques :

يحدد المختصون الهدف عند أخذ العينات فى أن يمثل كل تركيب وراثى –يزيد تكراره فى العشيرة الطبيعية على ٥٪ –مرة واحدة على الأقل فى العينة ؛ بنسبة تأكد إحصائية تبلغ ٩٥٪ ، ويوصون بأخذ عينة مجمعة ، تتكون من بذور ٥٠–١٠٠ نبات معًا من كل موقع (حقل) يتم استكشافه ، على أن يمثل كل نبات فى العينة المركبة بخمسين بذرة ، وأن تختار النباتات بطريقة عشوائية تماماً . ورغم أنه يمكن قبول عينات قليلة متحيزة biased قد يرى المستكشف أنها متميزة مورفولوجياً .. إلا أنه لايمكن قبول العينات التى تكون متحيزة تماماً ؛ لأنه لايمكن تقدير قيمة وأهمية الاختلافات الوراثية المشاهدة بمجرد النظر إليها .

أما بالنسبة للنباتات التى تتكاثر بالدرنات .. فإنه يفضل أخذ عينات عشوائية ممثلة لكل الاختلافات المشاهدة من أسواق القرى مباشرة ، على اعتبار أن المزارعين قد قاموا – بأنفسهم – بانتخاب أكثر الطرز تأقلماً على الظروف البيئية السائدة ، وأكثرها مقاومة للآفات الهامة . ويجب فى حالة جمع عينات النباتات الخضرية التكاثر من الحقل مباشرة عدم تركيز البحث فى منطقة واحدة ؛ حتى لاينتهى الأمر إلى جمع نباتات من سلالة خضرية واحدة .

ويمكن – إن أمكن – جمع بذور النباتات الخضرية التكاثر ، إلا أن ذلك لايتيسر فى كثير من الأحيان ؛ فهى – غالباً – ماتكون عقيمة ، أو عديمة التوافق ، وكثير منها لاينتج بذوراً بالمرة .

٤- التوثيق الحقلى Field Documentation :

يجب تحضير نماذج ملائمة ، تملأ فى الموقع بالبيانات الخاصة بكل عينة يتم جمعها . ويراعى – فى هذه النماذج – ألا تكون مفصلة أكثر من اللازم ؛ حتى لايضيع الوقت فى

ملئها . ومن أهم البيانات التى يجب أن يتضمنها النموذج : اسم القائم بعملية الجمع ، ورقم العينة ، والاسم العلمى للنبات ، والاسم العادى للنبات ، واسم المقاطعة أو البلد ، وخطا الطول والعرض للموقع ، وتاريخ الجمع ، وارتفاع الموقع عن سطح البحر ، ورقم الصورة التى التقطت للنبات ، ونوع العينة النباتية (بذور أو أجزاء خضرية مختلفة) ، وحال النبات (برى - صنف مزروع - حشيشة محصولية ... إلخ) ، وتقدير عام لمعدل ظهور النبات فى الموقع ، والصفات العامة المميزة المشاهدة ، والمميزات المحتملة للعينة .

٥- الإدخال :

إن عملية إدخال النباتات تتطلب المرور بالحجر الزراعى ؛ للتأكد من خلوها من الآفات الممنوع دخولها . ويتطلب ذلك عمليات الفحص الظاهرى ، وزراعتها فى معزل ؛ للتأكد من خلوها من الأمراض وزراعة الأجزاء الخضرية تحت ظروف خاصة من العزل ، مع فحصها فحصاً دقيقاً . وللتفاصيل الخاصة بإجراءات وعمليات الحجر الزراعى عند إدخال النباتات .. يراجع كل من : Khan (١٩٧٠) ، و Hewitt & Chiarappa (١٩٧٧) . كما يعطى Foster (١٩٨٨) شرحاً للنظم المتبعة فى استبعاد الآفات من العينات النباتية المتبادلة دولياً

إكثار الجيرمبلازم وتقييمه

تقع مهمة إكثار الجيرمبلازم وحفظه على عاتق محطات الإدخال ، ومعاهد ومراكز البحوث الدولية والإقليمية والوطنية ، وتعاونيات الوراثة والتربية ، ومستودعات النباتات الخضرية التكاثر المسئولة عن المجموعات المحصولية المختلفة ؛ فتكون هى المسئولة أولاً وأخيراً -عن بقاء السلالات -الموجودة لديها- نقية ، ومحتفظة بحيويتها . ويتحقق ذلك بتخزين بذور السلالات الجنسية التكاثر فى ظروف مثلى للتخزين ؛ بحيث يمكن أن تحتفظ بحيويتها فترات طويلة ، تزيد على عشر سنوات عادة ، مع اختبار حيويتها على فترات ؛ بحيث تعاد زراعتها وإكثارها قبل أن تنخفض نسبة إنباتها بشكل حاد ؛ حتى لاتفقد نهائياً . كما تعاد -أيضاً- زراعة وإكثار السلالات ، التى يقل رصيد المخزون منها عن حد معين ؛ بسبب كثرة الطلب عليها من قبل المربين .

وبينما يسهل إكثار النباتات الذاتية التلقيح فإن النباتات الخلطية التلقيح تكون مشكلة كبيرة ؛ بسبب الأعداد الهائلة من السلالات التى يلزم إكثارها من جانب ، وبسبب انتشار

ظاهرة عدم التوافق الذاتى فى كثير من أنواعها ، أو التدهور فى نباتاتها مع التربية الداخلية من جانب آخر . ويتم التغلب على هذه المشاكل إما بإجراء التلقيح صناعيًا بين نباتات السلالة الواحدة (كما فى القرعيات ، والذرة ، وأنواع الجنس *Lycopersicon* غير المتوافقة ذاتياً على سبيل المثال) ، وإما بوضع عدة نباتات تحت شبكة غير منفذة للحشرات ، وإدخال بعض الحشرات النظيفة من حبوب اللقاح للقيام بعملية التلقيح . وتتبع هذه الطريقة مع بعض المحاصيل الحشرية التلقيح (كالبصل ، والجزر ، والكرفس) .

أما المحاصيل الخضرية التكاثر .. فإنه يحافظ عليها – غالبًا – على صورة خضرية فى مستودعات الجيرمبلازم ومراكز البحوث الخاصة بها . وتمثل الإصابات الفيروسية مشكلة كبيرة بالنسبة للنباتات النامية ، ويتم التخلص منها بإكثار النباتات عن طريق مزارع القمة الميرستيمية . وقد يمكن حفظ جيرمبلازم هذه النباتات بالتخزين بطرق خاصة تحت ظروف معينة – كما سيأتى شرحه فيما بعد – بدلاً من استمرار زراعتها .

وإلى جانب الإكثار والحفظ .. فإن المعاهد ، والمراكز ، والمحطات ، والمستودعات ، والتعاونيات التى سبق بيانها تقوم بدور رئيسى فى تقييم الجيرمبلازم – الذى فى حوزتها – للصفات المورفولوجية الظاهرة ، والصفات المحصولية أو البستانية المهمة ، أما صفات المقاومة للآفات والصفات الفسيولوجية غير الظاهرة التى يحتاج تقييمها إلى اختبارات خاصة .. فإن مهمة تقييمها تقع على عاتق مربى النبات ، أيًا كان موقعهم ؛ لذا .. فإن المؤسسات التى تحتفظ بالجيرمبلازم غالبًا ماترحب بإرسال عينات منها لكل من يرغب من العلماء والمختصين ؛ لتقييمها أو لإجراء الدراسات الوراثية ، أو السيتولوجية ، أو الفسيولوجية عليها .

وتجدر الإشارة إلى ضرورة الاستمرار فى حفظ جميع سلالات الجيرمبلازم ، حتى إن لم يجد مربو النبات فيها ضالتهم من الصفات التى يرغبون فى إدخالها ضمن برامج التربية ؛ ذلك لأن مالاقيمة له اليوم .. قد تكون له أهمية كبيرة فى المستقبل ، خاصة أن أهداف التربية تتغير على الدوام .

ولمزيد من التفاصيل عن الأنشطة الدولية ، والمؤسسات الوطنية والدولية العاملة فى مجال تقييم الجيرمبلازم .. يراجع Sneep & Hendriksen (١٩٧٩) .

حفظ الجيرمبلازم فى البيئة الطبيعية

لاشك فى أن أفضل وسائل حفظ الجيرمبلازم تتم بتوفير المحميات المناسبة له فى البيئة الطبيعية *in situ* ؛ لحمايته من الانقراض ؛ حيث تتكاثر النباتات وتُلَقَّح خلطيًا مع بعضها ، وتحدث فيها الطفرات بشكل طبيعى .. وبينما قد يمكن تطبيق هذه الطريقة بالنسبة للأنواع التى يخشى عليها من الانقراض – وهو أمر ممكن ومطلوب فى هذه الحالة – فإن تطبيقها غير ممكن ، وغير مطلوب بالنسبة للأنواع التى تنتشر زراعتها على نطاق واسع ؛ فهو أمر غير ممكن نظراً للتكاليف الباهظة التى يتطلبها حفظ الجيرمبلازم بهذه الطريقة . حيث تتطلب توفير مساحات كبيرة من المحميات الطبيعية فى المناطق الجغرافية التى تنتشر فيها الأنواع التى يراد حفظها ، كما لا يعد حفظ الأنواع الواسعة الانتشار بهذه الطريقة أمراً مرغوباً فيه لأنه لن يمكن الاحتفاظ إلا بعدد قليل من الاختلافات الوراثية ، التى تتوفر منها فى الطبيعة ، هذا فضلا عن احتمال تعرضها للإصابة بالأوبئة . وتتم الطريقة الأخرى لحفظ الجيرميلازم بالتخزين *ex situ* .

حفظ جيرمبلازم النباتات الجنسية التكاثر بالتخزين

تختلف الطرق المتبعة فى تخزين تقاوى المحاصيل الزراعية التى تستخدم فى الزراعة لسنة أو سنوات قليلة عن تلك التى تتبع فى حفظ الجيرمبلازم وتخزينه لسنوات عديده ؛ سواء أكان الجيرمبلازم على صورة بذور ، أم أجزاء خضرية ، أم مزارع أنسجة ، أم أى جزء نباتى آخر . ومن أهم مزايا حفظ الجيرمبلازم لفترات طويلة مايلى :

١– توفير نفقات إعادة زراعة السلالات على فترات متقاربة قبل أن تفقد حيويتها .

٢– تجنب احتمالات الخلط الميكانيكى لبذور السلالات عند إعادة إكثارها .

٣– تجنب – أو تقليل – احتمال حدوث أى تغير وراثى فى مجمع الجينات gene pool الأصلى للسلالة ، الأمر الذى قد يحدث عند إكثارها من وقت لآخر (عن Stanwood & Roos ١٩٧٩) .

تخزين البذور فى درجات الحرارة المنخفضة

يفضل تقسيم مجموعات الجيرمبلازم البذرية – حسب ظروف التخزين المناسبة – إلى فئتين .

١- المجموعات الأساسية Base Collections :

تخزن بذور المجموعات الأساسية لمدة طويلة ، تحت ظروف مثلى من الحرارة والرطوبة ، لاتستعمل هذه المجموعات فى التوزيع ، وتختبر حيويتها ، على فترات منتظمة ، ويجب أن يخزن من كل سلالة كمية من البذور ، تكفى الاحتياجات المتوقعة منها لاختبارات الإنبات خلال فترة التخزين ، ثم إعادة الزراعة حينما يحين وقت ذلك . وبرغم وجود عينات صغيرة منها لاختبارات الإنبات الدورية .. فإن الجزء الأكبر يبقى فى أوعية غير منفذة للرطوبة ، لاتفتح إلا عند إعادة الزراعة التى تكون عند انخفاض نسبة الإنبات إلى ٨٠ - ٨٥٪ من النسبة الأصلية ، ويوصى بتخزين هذه البذور فى درجة حرارة -١٨م° ، أو أقل من ذلك فى أوعية غير منفذة للرطوبة ، مع خفض رطوبة البذور قبل التخزين إلى ٥ ±١٪ على أساس الوزن الرطب ؛ وهو ما يعنى أن هذه الظروف لاتصلح لتخزين البذور التى تفقد حيويتها عند التجفيف . كما يجب توفر أجهزة توليد كهرباء إضافية ؛ لتعمل تلقائيا عند انقطاع التيار .

٢- المجموعات النشطة : Active Collections :

تخزن بذور المجموعات النشطة لفترات متوسطة المدى ، وهى التى تستعمل فى الإكثار ، والتوزيع ، والتقييم . ويعد الحد الأدنى المقبول - من الظروف التى تلزم لتخزين هذه المجموعات - درجة حرارة ٥م° ، مع خفض رطوبة البذور قبل التخزين إلى ٥ - ٧٪ ، وحفظها إما فى أوعية غير منفذة للرطوبة ، وإما فى أوعية منفذة للرطوبة . لكن مع مراعاة الا تزيد الرطوبة النسبية فى جو المخزن على ٢٠٪ وتحفظ بذور المجموعة النباتية - التى توجد فى مخزن البذور الوطنى فى الولايات المتحدة - على حرارة ٤,٤°م (٤٠°ف) ، مع رطوبة نسبية ٣٢٪ فى غير أوعية منفذة للرطوبة (عن Justice & Bass ١٩٧٩م) . كما تحفظ بذور بعض السلالات على درجة حرارة ١٢-١٠° م تحت الصفر ، فى أوعية منفذة للرطوبة . وتختبر حيوية السلالات المخزنة كل خمس سنوات ، حيث تكثر من جديد إذا وجد أن نسبة إنباتها قد انخفضت عن حد معين (Hartmann & Kester ١٩٨٣) . ولمزيد من التفاصيل عن حفظ الجيرمبلازم بتخزين البذور فترات طويلة فى الحرارة المنخفضة .. يراجع Harrington (١٩٧٠) ، و Roberts (١٩٧٥) ، و Bass (١٩٨٠) .

حفظ البذور بالتجفيد

مازال حفظ البذور بالتجفيد freeze - drying فى مرحلة الدراسة والبحث . يراعى عند اتباع هذه الطريقة .. أن تجفف البذور – أولا – بالطرق العادية إلى أن تنخفض نسبة رطوبتها إلى ١٠٪ ثم تجفف بالتجفيد (أى بالتبريد إلى درجة حرارة أقل من الصفر ، مع التجفيف تحت التفريغ فى آن واحد) إلى أن تنخفض رطوبتها إلى ٥٪ ثم تخزن – بعد ذلك – فى أوعية غير منفذة للرطوبة . تحتفظ البذور المجففة بهذه الطريقة بحيويتها لسنوات عديدة ، فى درجة حرارة الغرفة ، ولمدد غير محدودة ، إذا خزنت فى حرارة التجمد (عن مجلة HortScience – العدد الثانى – المجلد ٢١ لعام ١٩٨٦) .

حفظ البذور وهى مشبعة بالماء

وجد أن بذور بعض النباتات يمكن أن تحتفظ بحيويتها – لفترات طويلة – وهى مشبعة بالماء imbibed ، مع حفظها فى ظروف لاتسمح باستمرار الإنبات . ويحاول الإنسان – بذلك – محاكاة الطبيعة حينما تتشبع البذور التى توجد تحت أشجار الغابات بالماء ؛ ولكنها لاتباشر الإنبات ، لوجودها تحت غطاء سميك من البقايا النباتية غير المتحللة والمتحللة جزئياً ، ولكثافة الغطاء النباتى الذى يقلل كثيرا من وصول الضوء إليها . وربما تصلح هذه الطريقة لتخزين بذور الأنواع النباتية التى يتدهور إنباتها عند تجفيفها . ولمزيد من التفاصيل عنها .. يراجع Villiers (١٩٧٥) .

حفظ البذور فى النيتروجين السائل

لايوجد أى ضرر يمكن أن يحدث للبذور عند تعرضها لدرجات الحرارة الشديدة الانخفاض حتى لو خزنت على درجة الحرارة المطلقة (وهى – ٢٧٣°م) مادام محتوى البذور الرطوبى منخفضاً ، أما البذور ذات المحتوى الرطوبى المرتفع فإنها تضار– بشدة – إذا تعرضت لدرجة التجمد ، ويتناسب مدى الضرر الحادث – طردياً – مع نسبة الرطوبة فى البذور ، ويظهر فى صورة تدهور شديد فى نسبة الإنبات ؛ وبذا .. فإن هذه الطريقة لاتصلح لتخزين البذور التى تفقد حيويتها عند التجفيف (recalcitrant seeds) ؛ كبذور الموالح ، والبن ، والكاكاو ، والمطاط ، ونخيل الزيت ، وجوز الهند .

ويوفر النيتروجين السائل درجة حرارة منخفضة ، مقدارها – ١٩٦°م ، وهى درجة

تتوقف عندها كل العمليات الحيوية التى تقود إلى تدهور حيوية البذور ، فإذا تحملت بذور أى نوع نباتى التعرض لهذه الدرجة الحرارية – ولو لفترة قصيرة – ثم تحملت تدفئتها إلى درجة حرارة الغرفة بعد ذلك ، فإنها يمكن أن تُحْفظ بحالة جيدة فى النتيروجين السائل لفترات غير محدودة .

ولتخزين البذور فى النيتروجين السائل .. تجب مراعاة ما يلى :

١- تجفف البذور – أولا – إلى درجة منخفضة من الرطوبة (حوالى ٥٪ على أساس الوزن الرطب) .

٢- توضع البذور فى أوعية ألومنيومية ، أو بلا ستيكية ذات غطاء .

٣- تغمس الأوعية – بما فيها من بذور – فى النيتروجين السائل .

٤- وتنقل الأوعية – بما فيها من بذور – بعد انتهاء فترة التخزين ، من النيتروجين السائل إلى جو الغرفة مباشرة دون المرور بمراحل وسطية من درجات الحرارة (عن Sakai & Noshiro ١٩٧٥) .

وقد قام Stanwood & Roos(١٩٧٩) بتخزين بذور ١٤ نوعا من الخضر فى النيتروجين السائل لفترات : أسبوع ، وشهر ، وستة شهور – وهى فى أكياس ورقية – وتراوحت نسبة الرطوبة فى البذور المخزنة من ٥ – ٩٪ . وقد تبين من النتائج التى حصل عليها (جدول ٥ – ٢) أن تخزين البذور فى النيتروجين السائل ، ثم إعادة إخراجها منه لم يكن له أى تأثير ضار على نسبة الإنبات ، كما لم تتأثر نسبة إنبات البذور بعد تخزينها لمدة ستة شهور . وقد قام الباحثان – كذلك – بدراسة تأثير حفظ بذور الفاصوليا والبسلة ، والخس فى النيتروجين السائل لمدة أسبوع على قوة الإنبات Vigor ، ولم يجدا أى تأثير للمعاملة على وزن السويقة الجنينية العليا epicotyl ، أو وزن البادرة بعد ثمانية أيام من بدء اختبار الإنبات .

ولمزيد من التفاصيل عن مشاكل حفظ الجيرمبلازم فى النيتروجين السائل .. يراجع Sakai & Nashiro (١٩٧٥) .

جدول (٥-٢) : تأثير تخزين بذور بعض محاصيل الخضر فى النتيروجين السائل على نسبة الإنبات .

المحصول	نسبة رطوبة البذور (٪)	نسبة الإنبات الأولية (٪)	الإنبات (٪) بعد الحفظ فى النيتروجين السائل لمدة		
			أسبوع	شهر	٦ شهور
الفاصوليا	٧	١٠٠	-	١٠٠	-
البنجر	٦,٣	٩٦	٩٦	٩١	-
الكرنب	٦,٢	٩٨	٩٤	٩٥	٩٢
القاوون	٥	٩٠	٨٩	٨٩	٩٢
الجزر	٦,١	٨٧	٨٢	-	-
الخيار	٥,١	٩٥	٩٤	٩٥	٩٢
الباذنجان	٦,٢	٩٥	٩٥	٩٤	٩٢
الخس	٨,٠	٩٩	٩٩	٩٩	-
البصل	٦,٢	٩٨	٩٩	٩٩	٩٨
البسلة	٧,٢	٩١	-	٩٦	-
الفلفل	٦,٢	٩٣	٩١	٩٥	٩٣
الكوسة	٦,٧	٨٢	٧٣	٧٧	٧٩
الطماطم	٥,٣	٩١	٩٦	٩٢	٩٣
البطيخ	٩	٩٤	٩٥	-	-

حفظ جيرميلازم النباتات الخضرية التكاثر

تتبع عدة طرق فى حفظ جيرميلازم النباتات التى تتكاثر خضريا ، منها مايلى :

١- الإكثار الخضرى :

يتطلب حفظ الجيرمبلازم - بطريق الإكثار الخضرى - إعادة زراعة السلالات الخضرية سنويا بالنسبة للمحاصيل الحولية مثل البطاطس ، وكل عدة سنوات بالنسبة للمحاصيل المعمرة . وفضلاً عن أن هذه الطريقة تعد مكلفة للغاية ، وتتطلب جهداً كبيراً ، ومساحات كبيرة لتنفيذها .. فإن الجيرمبلازم يتعرض للإصابة بالأمراض الفيروسية التى تلازمه بعد ذلك ، مما يتطلب جهوداً كبيرة إضافية ؛ للمحافظة عليه .

٢- تخزين الطعوم :

يمكن تخزين الطعوم scions التى تؤخذ من السلالات الخضرية فى درجة حرارة ، تتراوح من الصفر إلى ٥° م ، ولكن يعاب على هذه الطريقة أن فترة التخزين لا تدوم سوى بضعة شهور ، أو سنوات قليلة .

٣- تخزين بذور السلالات الخضرية :

برغم أن البذور الحقيقية (الجنسية) لاتعطى - عند زراعتها - نباتات مشابهة للسلالات الخضرية التى أخذت منها .. إلا إنها تحتوى على جميع الجينات ، التى يظهر تأثيرها فى السلالة الخضرية . وتتبع هذه الطريقة - حاليا - فى حفظ سلالات بعض المحاصيل الخضرية التكاثر ؛ مثل البطاطس . ولقد وجد Barker & Johnston (١٩٨٠) أن بذور البطاطس الحقيقة يمكن تخزينها لمدة ١٠ سنوات تحت الظروف العادية ، دون أن يحدث لها أى نقص فى نسبة - أو قوة - الإنبات ، كما ظلت نسبة إنبات البذور عالية بعد ١٥-٢٠ سنة من التخزين ، إلا أنها كانت أبطأ فى الإنبات ، وأقل فى قوة نمو البادرات . وكما هى الحال بالنسبة لبذور النباتات التى تتكاثر جنسيًا .. فإن بذور السلالات الخضرية يمكن أن تُخزَّن فى النيتروجين السائل (Cryptopreservation) لأمد بعيد .

وتتميز طريقة حفظ جيرمبلازم النباتات الخضرية التكاثر بتخزين البذور بسهولتها وقلة تكلفتها ، كما تفيد فى التخلص من العدد الأكبر من الفيروسات التى تصيبها ؛ إذ لاتنتقل بطريق البذور سوى نسبة قليلة جداً من الفيروسات ؛ بالإضافة إلى سهولة نقل الجيرمبلازم بهذه الطريقة من دولة إلى أخرى (Foldo ١٩٨٧) .

٤- تخزين حبوب اللقاح :

يمكن تخزين حبوب لقاح السلالات الخضرية ؛ إما فى درجات الحرارة المنخفضة ، وإما فى النيتروجين السائل . ويعاب على الاعتماد على حبوب اللقاح - فى حفظ الجيرمبلازم - أنها لاتمثل سوى نصف الجينات التى يحملها الفرد ، فهى لابد أن تستخدم فى تلقيح نباتات أخرى من نفس النوع لدى إخراجها من المخازن ، نظرا لعدم توفر الطور الجاميطى المؤنث لنفس السلالة حينئذ .

٥- تخزين مزارع القمة الميرستيمية :

تتميز طريقة حفظ جيرمبلازم السلالات المخضرية - على صورة مزارع أنسجة - بإمكان تخزين أعداد ضخمة من السلالات فى حيز بسيط ، مقارنة بالزراعة الحقلية . فيمكن - على سبيل المثال - تخزين ٨٠٠ سلالة عنب ؛ بواقع ٦ مكررات لكل منها فى مساحة ٢م٢ ، مقارنة بالحاجة إلى نحو هكتار من الأرض لزراعة نفس العدد من النباتات . ويعاب على هذه الطريقة أن إنتاج مزارع الأنسجة يتطلب وقتاً طويلاً ، كما أن زراعة النباتات بعد ذلك تتطلب وقتا طويلاً أيضا حتى تزهر وتثمر . ولاتخفى علينا الأخطار التى تواجه مجموعات الجيرمبلازم المخزنة من جراء الكوارث الطبيعية ، أو انقطاع التيار الكهربائى أو الإصابة ببعض آفات المزارع ، مثل العناكب mites (Brooks & Barton ١٩٨٣) .

وتعد مزارع القمة النامية الميرستيمية أفضل مزارع الأنسجة لحفظ جيرمبلازم السلالات الخضرية . وتكون النباتات المتحصل عليها - بهذه الطريقة - صغيرة جدا ، وأوراقها دقيقة ، وسيقانها رفيعة للغاية . وبرغم أن نموها يكون سريعاً فى البداية إلا أنه يصبح بطيئاً بمجرد استنفاد العناصر المغذية فى بيئة الآجار ، وتبقى النباتات حية على هذه الصورة - دون نمو يذكر - لعدة شهور . ويمكن استمرار حفظها فى أنابيب الاختبار على بيئة مغذية لمدد غير محدودة ، بتجديد المزارع كل ٦ أشهر إلى١٢ شهراً ؛ ويجرى ذلك بقطع أجزاء صغيرة من المزارع ، تحتوى كل منها على عقدة من الساق ، والورقة التى توجد عندها ، ثم نقلها إلى مزارع جديدة .

تتبع طريقة مزارع القمة الميرستيمية على نطاق واسع لإكثار وحفظ سلالات العنب . تزرع القمة النامية لساق العنب فى أنابيب اختبار تتوافر بها بيئةمغذية ، تحتوى على تركيز مرتفع من أيون البوتاسيوم ، وتركيز منخفض (١ . ٠ جزءاً فى المليون) من منظم النمو إندول حامض الخليك IAA . تحفظ الأنابيب فى حرارة ٢٠°م ، وتعرض لإضاءة ضعيفة (٣٠٠ lux) لمدة ١٢ ساعة يوميًا . تنمو الساق ، وتتكون الجذور فى خلال ٢٠ يوماً ، ويعقب ذلك نقل النباتات الصغيرة Plantlets إلى بيئة تحتوى على تركيز أقل من أيون البوتاسيوم (مثل محلول نوب Knop المغذى) ، وخالية من الأوكسين ، حيث يصل طولها إلى نحو ١٠ سم فى حوالى ١٠ شهور ، ويمكن إكثار هذه النباتات بعد ذلك بالعقل

الساقية ، حيث تؤخذ النباتات الصغيرة من أنبوبة الاختبار ، وتقطع إلى أجزاء صغيرة يحتوى كل منها على عقدة وورقة ، وتنقل هذه الأجزاء – بعد ذلك – إلى بيئة جديدة ، فى درجة حرارة ٢٠°م ؛ حيث تنتج كل منها نباتاً جديداً فى غضون ٥٠ يوماً ، ثم تنقل – بعد ذلك – إلى حرارة ٩م° ؛ حيث يقل معدل نموها تدريجيًا إلى أن يتوقف . وبرغم توقف نمو النباتات إلا أنها تبقى حية . ولو أخذت منها عقل بعد فترات طويلة تصل إلى ٢٩٠ يوماً ، ووضعت فى بيئة جديدة فى حرارة ٢٠°م .. فإنها تبدأ فى النمو فى الحال ، وهو ما يعنى إمكان حفظ النباتات بهذه الطريقة ، مع إعادة زراعتها فى بيئة جديدة سنويًا .

تتميز مزارع القمة الميرستيمية بإمكان استخدامها فى الإكثار الخضرى ، وإنتاج أعداد هائلة من النباتات فى فترة قصيرة ، فيمكن – فى حالة مزارع العنب – الحصول على ٥ أجزاء cuttings من النباتات الصغيرة شهريًا ، وهذا يعنى أنه يمكن إنتاج أكثر من ١٠ مليون نبات صغير من قمة ميرستيمية واحدة فى السنة (تسمى السلالات المنتجة بهذه الطريقة mericlones) . وفضلاً على أن مزارع القمة الميرستيمية تكون خالية من الإصابات الفيروسية .. فإن بقاءها فى بيئة معقمة يحميها من التعرض للإصابة بالفيروسات أو الآفات الأخرى . وتعد هذه المزارع مناسبة لحفظ جيرمبلازم النباتات التى لاتتحمل بذورها التجفيف ، وهى التى لايمكن أن تخزن بذورها . كما تتوفر النباتات الصغيرة طوال العام ، ويمكن نقلها من دولة إلى أخرى دون مشاكل فى الحجر الزراعى .

هذا .. ويلاحظ أن معظم النباتات الصغيرة تعطى – عند زراعة ميرستيمها القمى فى بيئات مغذية – نموات تشبه الكالوس Callus-like outgrowth ، أو سيقاناً مشوهة ، وصفراء ، ولايحدث التميز differentiation إلا عند توفر بعض المواد فى البيئة ، وأهمها حامض الجبريلليك بتركيز ٠,١ جزءاً فى المليون وأيون البوتاسوم بتركيز مرتفع يصل إلى ١٠ ملى مكافئ / لتر ؛ مقارنة بتركيز ٠,٨ ملى مكافى / لتر فى بيئة White ، و ٢,١ ملى مكافى / لتر فى بيئة Gautkeret ، وهى بيئات تستعمل فى مزارع الأنسجة الأخرى (Morel ١٩٧٥) .

وقد تمكن العلماء – بنجاح – من حفظ مزارع القمة الميرستيمية لبعض النباتات فى النيتروجين السائل على درجة – ١٩٦°م (Cryptopreservation) ؛ فمثلا .. تمكن Reed & Lagerstedt (١٩٨٧) من حفظ القمم الميرستمية لخمس سلالات من الـ *Rubus* .

تنتمى لأربعة أنواع ؛ بتبريدها ببطء ؛ بمعدل ٨ و٠°م كل دقيقة إلى أن وصلت حرارتها إلى - ٤٠°م ، ثم بردت بسرعة - بعد ذلك - حتى - ١٩٦°م فى وجود مواد حامية cryptoprotectants . وقد أمكن - بعد ذلك تبريدها بسرعة إلى درجة حرارة الغرفة ، واستعادت القمم الميرستيمية نموها فى بيئة أجار بعد ذلك ، إما بشكل منتظم ، وإما فى صورة كالوس ، وقد كانت أفضل المواد الحامية خليطاً من البلوليثليين جليكول ، والجلوكوز ، والـ dimethylsulfoxide . ولمزيد من التفاصيل عن تخزين جيرمبلازم السلالات الخضرية .. يراجع Henshaw وآخرون (١٩٨٠) بخصوص تخزين مزارع أنسجة البطاطس ، و Withers (١٩٨٠ ، ١٩٨٥) بالنسبة لحفظ مزارع الخلايا والأنسجة فى النيتروجين السائل ، و Brooks & Barton(١٩٨٣) ، و Towill (١٩٨٨) .

التغيرات الوراثية المصاحبة لتخزين الجيرمبلازم

يصاحب تخزين الجيرمبلازم - عادة - نوعان من التغيرات الوراثية ، هما : التغيرات الوراثية التى تحدث بشكل تلقائى ؛ مثل الطفرات العاملية ، والتحورات الكروموسومية ، والتغيرات التى تحدث فى الجينات gene pool ؛ نتيجة الانحراف الوراثى genetic drift وما قد ينتج عنه من تغيرات فى نسب الجينات ، أو فقدان بعضها. هذا .. ويحدث استبعاد تلقائى لحالات التحورات الكروموسومية ؛ لفشل الانقسام الطبيعى فى الخلايا التى تحدث فيها تلك التحورات ، وبذا .. فإن النباتات التى توجد فيها هذه التحورات لاتشترك فى إنتاج البذور للجيل التالى ، أما الطفرات العاملية .. فإنها تعد مفيدة ، وتسهم فى زيادة الاختلافات الوراثية فى الجيرمبلازم . أما الانحرافات الوراثية ، واستعمال عينات صغيرة من البذور فى إكثار السلالات .. فإنها تسهم بشكل خطير فى تغيير نسب الجينات فى العشيرة ، وهو أمر يجب تجنبه تماماً . ولمزيدٍ من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Roos (١٩٨٨) .

مصادر إضافية

سبقت الإشارة إلى عديد من المصادر التى تتناول شتى جوانب عملية استكشاف الجيرمبلازم وجمعه ، وتقييمه ، وتوثيقه ، وحفظه . وبالإضافة إلى ما تقدم .. فإن المراجع التالية تتناول الموضوع بشكل عام ، وتغطى كافة جوانبه ، ويفيد الرجوع إليها فى معرفة

مزيـد مـن المعلومـات ، وهى : Frankel & Bennett (١٩٧٠) ، و Creech & Reitz (١٩٧١) ، و Frankel & Hawkes (١٩٧٥) ، و Hawkes (١٩٨١ ، و ١٩٨٣) ، و Amer Soc. Hort . Sci. (١٩٨٨) .