الفصل الحادى عشر

الثروة الوراثية النباتية والجيرمبلازم وأهميتهما

يعنى بالثروة الوراثية النباتية genetic plant resources كل ما يتوفر لدى الإنسان من مصادر وراثية نباتية متنوعة، سواء أكانت على صورة جينات، أم سلالات، أم أصناف، أم أنواع، وسواء أكان توفرها فى أماكن تاجدها فى الطبيعة، أم فى بنوك خاصة، تعرف باسم بنوك الجيرمبلازم germplasm banks.

وقد سبق أن عرفنا الجيرمبلازم germplasm بأنه: أى مصدر لصفة معينة، أو لمجموعة من الصفات الوراثية المحددة، ويتسع استعمال المصطلح ليشمل عشرات الآلاف من السلالات والأصناف المعروفة من محصول معين.

ويعدُ 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 ملمًا بتطور المحاصيل المزروعة والأنواع النباتية القريبة منها، وبمناطق النشوء والارتقاء وتنوع الصفات، وهى أمور تعد بمثابة المدخل الطبيعى لهذا الفصل.

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 – أيضًا – 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 نوعًا فقط

الصفات المميزة للنباتات المزروعة مقارنة بالأنواع البرية

إن النباتات التى زرعها الإنسان منذ آلاف السنين (مثل القمح، والذرة، والبطاطس) لتختلف كثيرا مورفولوجيًا وفسيولوجيًا - عن الأنواع البرية التى يعتقد أنها قد نشأت منها ويتبين لدى مقارنة المحاصيل الزراعية التى توجد الآن بين أيدينا بأطرز البرية التى نشأت منها – وجود تغيرات معينه، أحدثتها عملية الاستئناس عبر العصور، بحيث أصبحت الأنواع المزروعة تشترك معًا فى صفات عامه مميزة. نذكر منها ما يلى (عن Hawkes ١٩٨٣)

١ – ضعف القدرة على منافسة الأنواع الأخرى

تجدر الإشارة - فى هذا المقام إلى أن هذا الضعف فى القدرة على منافسة الأنواع الأخرى ليس مقصورا على المحاصيل الزراعية فقط، بل يشمل – كذلك أسلافها التى نشأت منها، بينما تتميز الأنواع البرية بالقدرة القوية على المنافسة - تحت الظروف الطبيعيه - بحيث يمكنها الانتشار السريع، والسيادة على 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 ظروف الطبيعة دون تدخل الإنسان وتعد جميع الأنواع المزروعة وأسلافها غير لقادره على المنافسة فى الطبيعه بمثابة "حشائش" من الوجهة البيئية، لأنها تنتشر سريعا فى غياب المنافسه، وتختفى بالسرعة نفسها إذا ما تعرضت لمنافسة من أحد الأنواع البريه المعمرة

٢ – التعملق Gigantism

حدث التعملق نتيجة استمرار انتخاب الإنسان للطرز الأكبر حجما من البذور، والدرنات والجذور، والأوراق إلخ.

٣ – المدى الواسع من الاختلافات المورفولوجية:

بينما يندر وجود اختلافات مورفولوجية كبيرة بين سلالات الأنواع البرية من النباتات فإننا نجد مدى واسعا 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:

اندثرت الوسائل التى تنتشر بها البذور، وتنتشر بها النباتات فى الطبيعة، بفعل استمرار انتخاب الإنسان للطرز التى تناسبه وهى التى يمكنه الحصول عليها قبل أن تنتثر، 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 لا تسهم 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 طرزًا حلوة المذاق من اليام فإن الطرز البرية ذات الجذور 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 طرزًا ذات جذور سطحية.

جـ – اندثرت – نماما – الأشواك التى توجد فى ثمار الأصناف المزروعة من التفاح، والكمثرى، والبرقوق، والموالح، والباذنجان. وهى التى تتوفر بكثرة كوسائل دفاعيـة فـى الطرز البرية من هذه الأنواع

٧ – ضعف الخصوبة فى المحاصيل التى تكثر خضريًا:

تنتشر ظاهرة العقم فـى المحـاصيل التـى تكـثر خضريًـا، وربمـا يرجـع ذلـك إلى أن الإنسان دأب – عبر تاريخه مع الزراعة – على انتخاب الطفرات ذات الأعضاء النباتيـة الأكبر حجما والأقوى نمـوًا، والتـى يوجـه إليـها الغـذاء المجـهز، ممـا أدى إلى ضعـف خصوبتها كما تظهر بعديد من هذه المحاصيل درجات عالية من التضاعف، وتوجد بها – أحيانا – كروموسومات زائدة أو ناقصة عن الهيئـة الكروموسـومية الكاملـة، كمـا فـى البام، وقصب السكر، ممـا يساعد علـى استمرار العقم، وما كـانت هـذه الاختلافـات الكروموسـومبه لتبقى لو أن هذه المحاصيل كانت تكثر جنسيًا

٨ – تغير طبيعة النمو

تختلف النباتات المزروعة عن أسلافها البرية فى طبيعة النمو، حيث تتمـيز الأخـيرة بالسيقان الطويلة، والنمو غير المحدود، وطبيعة النمو المعمرة، بينما انتخب الإنسـان مـا 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 بذورهـا بطيئًـا وغـير متجانس وهى التى لا تتعرض للاندثار إذا ما عصفت بها ظروف بيئية قاسـية – فـإن 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 الذاتيه التلقيح (كالقمح، والطماطم) تكـثر بها ظاهرة التلقيح الخلطى، وقـد كـان التغير مـن التلقيـح الخلطـى إلى التلقيـح الذاتـى مصاحب بالتجانس فى الطرز الذاتيـة التلقيح، مكـان الاختلافـات فـى الطـرز الخلطيـة التلقيح

موطن المحاصيل الزراعية، ومناطق النشوء والارتقاء والاختلافات

اعتقد Decandolle أن بالإمكان التعرف على مكان بداية استئناس المحصول وزراعته من أماكن نموه بريًّا، ولكن يصعب فى كثر من الأحيان معرفة ما إذا كانت النباتات النامية بريًّا هى بريّة حقيقة، أم أنها فلتات مما كان يزرع فى المنطقة ذاتها. ولا يمكن - أحيانا - تحديد موطن المحصول إطلاقًا، كما فى الفول الذى لم يعرف له أية أسلاف برية، كما لم يُفدْ التعرف على مناطق النمو البرى للأسلاف فى بعض الحالات كما فى الطماطم، فبينما يكثر نمو الأنواع 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 لا تربطها به صلة قرابة، ومن أمثلة ذلك . البطاطس التى كان يعتقد أن أسلافها هى الطرز البرية التى تنمو فى شيلى، وأورجواى، والمكسيك، ثم ظهر أنها أنواع أخرى تبعد - تقسيميًّا - عن البطاطس المزروعة ، وتختلف عنها فى عدد الكروموسومات. وتوجد حالات انتشر فيها النوع - بريًّا - 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 (سابقًا)، وقد شعر فافيلوف بأن تحقيق هذا الهدف يستلزم استكشاف الاختلافات الوراثية بين النباتات المزروعة والطرز البرية القريبة منها فى جميع أنحاء العالم، ولذا قام فافيلوف برحلاته خلال العشرينيات والثلاثينيات من القرن العشرين، 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 فيه 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

بعث 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 السابق. ثم قاموا بإجراء دراسات مورفولوجية وسيتولوجية مستفيضة، توصلوا من خلالها إلى أن الأنواع المزروعة قد تميزت خلال مراحل انتشارها من موطنها الأصيلة إلى طرز تختلف عن بعضها البعض مورفولوجيًا وبيئيًا

وقد تبين لفافيلوف أنه توجد مناطق معينه من العالم، تكثر فيها الاختلافات النباتية بشدة، أطلق عليها اسم مراكز الاختلافات Centers of Diversity، بينما توجد مناطق أخرى أقل من سابقتها فى هذا الشأن وقد أعتقد فافيلوف أن المناطق التى تكثر فيها الاختلافات الوراثية لمحصول ما هى مواطنها الأصلية، وأطلق عليها اسم مراكز النشوء Centers of Origin

تقسيم فافيلوف لمناطق نشوء المحاصيل الزراعية

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 اختلاف ثانوية secondary centers of diversity بالنسبة لبعض المحاصيل، والتى لم يعتبرها مراكز نشوء لها

ونقدم – فيما يلى – تقسيم فافيلوف لمناطق نشوء المحاصيل الزراعية،

١ – منطقة الصين

يشمل هذا المركز المناطق الجبلية فى غرب الصين، والسهول المجاورة لها، وتكثر فيه الاختلافات الوراثية للشوفان وفول الصويا، وفاصوليا أدزوكى. ولبرقوق. 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

٢أ - منطقة الهندو - ملايو

وجدت فى هذه المنطقة اختلافات كبيرة لنبام والموز وجوز الهند

٣ - منطقة وسط آسيا

يضم هذا المركز مناطق شمال غرب الهند وأفغانستان، وبعض الولايات (الدول حاليًا) السوفيتية (سابقًا) المتاخمة (طاجيكستان وأزوبكستان)، 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 الآسيوى من تركيا، والقوقاز، وإيران، والمناطق الجبلية من تركستان، وتوجد به وفرة من الاختلافات الوراثية لأنواع القمح المحتوية على ٧ أزواج - أو ١٤ زوجا - من الكروموسومات، والشعير، والشيلم، والشوفان الأحمر، والعدس، والبسلة، والبرسيم الحجازى، والسمسم، والكتان، والقاوون، واللوز، والتين، والرمان، والعنب، والمشمش، والفستق، كما اعتبرت هذه المنطقة مركزًا ثانويًا للحمص

٥ - منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط:

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

٦ - منطقة الحبسة.

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، والتبغ

٨أ – منطقة شيلى

يوجد بهذا المركز اختلافات كثيرة من البطاطس

٨ب منطقة البرازيل وباراجواى

يوجد بهذا المركز اختلافات كبيرة 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 مصراعيه لدراسة الموضوع بعد ذلك، كما خدم علم تربيه 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

قانون السلسلة المتناظرة

توصل فافيلوف من دراساته إلى ما أسماه بقانون السلسلة المتناظرة Law of Homologus Series، الذى ينص على أنه يمكن العثور على نباتات نباتية متشابهة فى أنواع نباتية مختلفة فى منطقة جغرافية واحدة، فإذا وجدت صفه معينه فى محصول ما فمن الموقع العثور على صفات مماثلة فى الأنواع الأخرى القريبة منه، والتى تنمو معها فى المنطقة ذاتها، وهو أمر يبدو منطقيًا من الناحية البيولوجية على الاقل بالنسبة لمقاومة الآفات

ولقد ثبتت صحة هذا القانون بعد ذلك، فمثلا وُجد 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 في أنواع كثيرة من جنس البطاطس في جبال الأنديز الوسطى في بيرو، وبوليفيا وشمال غرب الأرجنتين

التمييز بين المحاصيل الأولية والثانوية

ميز فافيلوف بين المحاصيل الأولية Primary Crops، والثانوية Secondary Crops، على اعتبار أن المحاصيل الأولية هي المحاصيل المزروعة منذ القدم (مثل القمح، والشعير، والأرز، وفول الصويا، والكتان، والقطن)، وأن الثانوية تضم المحاصيل التي بدأت كحشائش مصاحبة للمحاصيل المزروعة، ثم أصبحت من المحاصيل المزروعة في وقت لاحق، بعد أن تأقلمت على نمو المحاصيل الأولية، وحاكتها في عدد من الصفات الفسيولوجية والمورفولوجية من خلال عمليات الانتخاب غير الواعية التي قام بها الإنسان

ويمكن أن نذكر في هذا الشأن الأمثلة التالية:

١ - نشأ الشليم كمحصول ثانوي - كان مصاحبًا كحشيشة للقمح - كمحصول أولي في جنوب غرب آسيا

٢ - نشأ الشوفان كمحصول ثانوي - كان مصاحبًا كحشيشة للشعير - كمحصول أولي في أوروبا، وغرب آسيا

٣ - نشأ الفول والبسلة كمحصولين ثانويين - كانا مصاحبين كحشائش للحبوب الصغيرة كمحاصيل أولية في جنوب غرب آسيا

ويرجع إلى فافيلوف الفضل في الربط بين المحاصيل المزروعة وأسلافها من الحشائش، ولذلك أهميته التطبيقية إلى جانب قيمته النظرية، فهذه الحشائش تذخر بالطفرات الهامة وتُلقّح طبيعيًا - أحيانًا - مع المحاصيل التي نشأت منها، كما يستخدمها مربو النبات كمصدر لعديد من الصفات الهامة في برامج التربية

التمييز بين مراكز الاختلافات الأولية والثانوية

حاول فافيلوف 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 كانت كذلك بالنسبة للبعض منها فقط، ولا شك 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 محدوده، مقارنة بما يمكن أن يظهر من اختلافات خلال الفترة نفسها وفى منطقة أخرى تقل فيها حدة الإنتخاب (Hawkes ١٩٨٣)

إسهامات الآخرين لتحديد مراكز النشوء

إسهامات شوكوفسكى

اقترح سوكوفسكى Zhukovsky وهو أحد الذين عملوا مع فافيلوف سلسلة من ١٢ مركزا كبيرا 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 زراعه 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

إسهامات هارلان

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

إسهامات هوكس

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

ونعرض – فيما يلي – تقسيم هوكس لمراكز النشوء

قسم هوكس العالم إلى أربعة مراكز نواة Nuclear Centers (جدول ١١–١)، 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 المتدة 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 ولا تختلف هذه المناطق فى مجملها عن

مركز الاختلافات على ذكره فافيلوف وبالإضافة إلى ذلك فقد قسم هوكس كل منطقة للاختلافات مركزاً أو عدة مراكز ثانوية Minor Centers، اعتبرها مراكز حديثة، ويعتمد ما يطلق عليها اسم microcenters حتى لا تختلط مع مفهوم هذا المصطلح في تعريف سوكوفسكي وهارلان وهي مناطق لم ينشأ فيها سوى محصول واحد أو محاصيل معدودة ومن المراكز الثانوية المذكورة في جدول (١١-١) بعد اليابان موطناً للأرز، وحلب الجديدة موطناً لقصب السكر، وأوروبا موطناً للسليم، والولايات المتحدة موطناً للطرطوفة.

جدول (١١-١) تقسيم هوكس Hawkes لمراكز النواة nuclear centers والمناطق التي بدأت فيها الزراعة، ومناطق الاختلافات regions of diversity (المناطق التي امتدت إليها الزراعة وتكثر فيها الاختلافات)، وما تضمه من مراكز ثانوية outlying minor centers (امتدت إليها الزراعة حديثاً ونسب فيها محاصيل قليلة)

مركز النواة	مناطق الاختلافات	المراكز الثانوية
أولاً شمال الصين	١ - الصين	أ - اليابان
	٢ - الهند	ب - غينيا الجديدة
	٣ - جنوب شرق آسيا	جـ - جزر سليمان - جزر فيجي - جزر جنوب المحيط الهادي
ثانياً الشرق الأدنى	٤ - وسط آسيا	د - شمال غرب أوروبا
	٥ - الشرق الأدنى	
	٦ - حوض البحر الأبيض المتوسط	
	٧ - الحبشة	
	٨ - غرب افريقيا	
ثالثاً جنوب المكسيك	٩ - أمريكا الوسطى	هـ - الولايات المتحدة - كندا
		و - مناطق البحر الكاريبي
رابعاً وسط إلى جنوب بيرو	١٠ - شمال جبال الأنديز (من الإكوادور إلى بوليفيا)	ز - جنوب شيلي
		ح - البرازيل

التقسيم المتفق عليه - حالياً - لموطن بعض النباتات الاقتصادية

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

١ - وسط آسيا:

نشان فى وسط آسيا التفاح، والجوز، والقنب، والدخن، والدخن الإيطالى، والمسترد، 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 بيحون، والأرز، والقلقاس

٤ - جنوب شرق آسيا:

نشأ فى هذه المنطقة الخيزران، والموز، وشجرة الخبز، والقرفة، وجوز الهند، والقطن، والزنجبيل، والليمون البنزهير، والليمون الأضاليا، 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، والخسخاس، والبسلة، والرمان، والبرقوق، والسفرجل، والسبانخ، والقمح

٦ الحبشة

تعد الحبشة موطنًا 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 gooseberry، وحجل الحصان، والسوفان، وبنجر السكر

٩ حوض البحر الأبيض المتوسط

نشأ فى هذه المنطقة الحرشوف، والبلبون، والفول، والبروكولى، وكرنب بروكسل، والكرنب، والقنبيط، والكرفس، والكستناء، والهندباء، والثوم، وحشيشة الدبنار (الجنْجُل)، وكرنب أبو ركبة، والخس، والسوفان hulled oats، والزيتون، والبصل، والبقدونس، والسلق السويسرى

١٠ أمريكا الوسطى

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

١١ – أمريكا الشمالية

نشأ فى هذه المنطقه البلوبرى، والكرانبرى، والطرطوفه، والبيكان، والراسبرى، والفراولة، وعباد الشمس

١٢ أمريكا الجنوبية

نشأ فى أمريكا الجنوبية فاصوليا جاك، وفاصوليا الليما، والبلاذُر Cashew، والكاسافا، والكاكاو، والقطن، والجوافة، والباباظ، والفول السودانى، والأناناس، والبطاطس، والكينين، والمطاط، والفراولة، والتبغ، والطماطم

مصادر إضافية فى موضوع نشأة الأنواع وتطورها

لمزيد من التفصيل 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 Zhukovsky & Zeven (١٩٧٥)، و Hawkes (١٩٨٣)، و Simmonds & Smartt (١٩٩٩)

أهمية المحافظة على الثروة الوراثية النباتية

تنبع الأهمية القصوى لحتمية المحافظة على الثروة النباتية الوراثية من احتمالات فقد الإنسانية لها، فيما يعرف بالتعرية الوراثية، مما يستدعى ضرورة جمعها والمحافظة عليها، لكى تكون موردًا دائمًا للتحسين الوراثى - بالتربية - فى كل الأنواع النباتية التى تستفيد منها البشرية.

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 التقليدية، 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 ما تبقى من ذخيرة الاختلافات الوراثية فأرسلت عديد من الرحلات الاستكشافية، التى جمعت عشرات الآلاف من السلالات النباتية.

ومن غرائب الصدف أن النجاح الكبير الذى حققته الأصناف المحسنة التى أنتجها مربو النبات كان له دور بارز فى التعرية الوراثية، فقد حلت هذه الأصناف تدريجيًا محل الأصناف المحلية فى المناطق التى كانت تذخر بالاختلافات الوراثية، وهو أمر حدث نتيجة تقبل المزارعين لها، لما تميزت به من إنتاج عال 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 متوقفًا على الإنسان الذى كان يتولى زراعتها عامًا بعد آخر وقد صاحب ذلك - أيضًا - اختفاء مماثل للأنواع البرية القريبة، وسلالات الحشائش من المحاصيل المزروعة، لأن "الثورة الخضراء" التى رافقت إدخال الأصناف الجديدة المحسنة .. صاحبها - أيضًا - 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 الوراثى السيتوبلازمى (هو سيتوبلازم تكساس العقيم الذكر)

فى إنتاج معظم هجن الذرة فى الولايات المتحدة، حيث نُقِل 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 مقال Ochoa فى هذا الموضوع

جمع الجيرمبلازم

لن نتطرق – فى هذا المقام – إلى تفاصيل عملية جمع الجيرمبلازم، فهى موضوع الفصل التالى، ولكننا نكتفى – حاليًا – بإبراز أهمية الموضوع للمربى.

لقد 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 ما يجد ضالته فى ذخيرة الجيرمبلازم العالمى للمحصول، الذى يعمل على تحسينه

هذا ولا يقتصر جمع الجيرمبلازم على تباينات وسلالات الأنواع المزروعة فقط، ولكنه يمتد كذلك إلى جميع الأنواع البرية التى يجب أن تكون محل اهتمام جامعى الجيرمبلازم، ليس فقط لاحتمالات نقل جينات هامة منها إلى الأنواع المحصولية، وإنما كذلك لاحتمالات استعمالها كمصادر لإنتاج مركبات هامة. ومن الأمثلة على ذلك نقل الجين المسئول عن إنتاج حامض اللوريك lauric acid من النبات البرى *Umbellularia californica* إلى جينوم الكانولا canola، وكذلك الاستفادة من الجنسين البريين *Lesquerella*، و *Cuphea* فى إنتاج أحماض دهنية نادرة (Bretting & Duvick ١٩٩٧).

ويُعرّف النوع البرى بأنه النوع الذى ينمو برياً فى مناطق لم تتعرض لتدخل الإنسان

أما أنواع محاصيل تعنى الأنواع غير المزروعة التى تنمو فى مناطق تستخدم فى إنتاج الزراعى (عن Fehr ١٩٨٧)

هذا ويعرض فيما تبقى من هذا الفصل نتائج متعددة لأوجه الاستفادة من الجيرمبلازم، ومثلة واقعية لبعض الإنجازات التى تحققت فى هذا المجال

أوجه الاستفادة من الجيرمبلازم

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

الاستئناس

يعرف الاستئناس Domestication فى مجال الزراعة بأنه إدخال محاصيل جديدة فى زراعة مسالح البشرية. بعد أن كان وجودها مقصورا على الحالة البرية فى البيئة الطبيعية ويلاحظ أن هذا التعريف للاستئناس يستبعد - بالطبع - إدخال زراعة محصول ما من بلد إلى بلد آخر، فذلك يدخل تحت مفهوم إدخال النبات Plant Introduction ولاشك فى أن بداية زراعة كل محصول كانت استئناس له من قبل الإنسان

ومن أمثلة النباتات أو المجموعات النباتية التى استئنست حديثًا ما يلى:

١ الكينتاو الدفيقة 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 الجوايول guayule (اسمه العلمى *Parthenium argentatum*) بغرض إنتاج المطاط، وهو نبات شجيرى صحراوى، ينمو برياً فى شمال وسط مكسيك، وجنوب غرب الولايات المتحدة ورغم أن هذا النبات قد استعمل

على نطاق ضيق فى إنتاج المطاط خلال الحرب العالمية الثانيـة .. إلا أن الاهتمـام بـه – على نطاق واسع – لم يبدأ إلا فى السـنوات الأخيرة، خاصـة أنـه محصـول صحـراوى يتحمل الجفاف. ويمكن زراعته فى كثير من المناطق التـى لا تتوافـر فيـها ميـاه الـرى، بالقدر الذى يلزم لزراعة المحاصيل العادية وتتوفر البيانات عن هذا المحصول وزراعتـه فى مصادر خاصة، مثل Fangmeier وآخرين (١٩٨٤)، و Estilai وآخرين (١٩٨٨)

٣ – استئناس أنواع نباتية أخرى كثـيرة مقاومـة للملوحـة، أو الجفـاف، أو مقاومـة لهما معًا وزراعتها لأغراض مختلفة لصالح الإنسان وحيواناته الزراعية كمحاصيل زيتية، أو محاصيل علف وعلى سبيل المثال قام خبراء مـن جامعـة أريزونـا بتجربـة زراعـة أحد النباتات المحبة للملوحة halophytes، والتى تسقى بماء البحر مباشرة فـى مصـر، والإمارات العربية، والمكسـيك بغـرض اسـتعمالها علفًـا للماشـية واسـتخراج الزيـت مـن بذورها.

٤ – استئناس شجيرات الهوهوبا، وهـو نبـات صحـراوى يتحمـل ظـروف الجفـاف الشديد، ويُستخرج من بذوره زيوت، تجمع بين خصائص الدهـن، والشـمع، وتسـتعمل فى صناعة مواد التجميل، كما تستخدم كزيوت لتشحيم الطائرات، كبديل لزيـت عنـبر الحوت

٥ – يعتبر نوع الخشخاش *Papaver bracteatum* – الذى ينمو بريًّا فى شمال غرب إيران والمناطق المتاخمة لها مـن الاتحـاد السـوفيتى السـابق – مصـدرًا جديـدًا للكوديـين codein يمكن أن يحل محل خشخاش الأفيون *P somniferum* يعد الكوديين أحد أهم الأدوية المستخدمة فى تخفيف الآلام والسـعال، ويعـد تصنيعـه المـبرر الرئيسـى للإنتـاج القـانونى لخشـخاش الأفيـون الـذى يسـتخلص منـه الكوديـين حاليًـا. أمـا أهميـة *P bracteatum* فترجع إلى أنه لا ينتـج أفيـون opium أو مورفـين morphine (وهـو بـادئ الأفيون)، وإنما ينتج المادة شبه القلوية: الثيبين thebaine، وهى مادة يمكن تحويلها إلى كودين بنفس السهولة التى يحول بها الأفيون إلى كوديين، ولكن بصعب كثـيرا تحويـل الثيبين إلى أفيون أو مورفين وبذا يمكـن بالاسـتفادة مـن *P. bracteatum* فـى إنتـاج الكوديين الحد من التجارة غير المشروعة للأفيون

٦ من بين النباتات التى يؤمل عليها كمصادر طبيعية للمركبات الكيميائية البيولوجية تلك المنتجة للبن النباتى latex (مثل الجوايال guayule – الذى أسلفنا الإشارة إليه وعديد من أنواع الـ *Euphorbia*) لاستخلاص المطاط والوقود. وكذلك المنتجة لكل من الشموع waxes (مثل *Candelilla*، و *Calathea lutea*)، والزيوت (مثل جورد البقر buffalogourd، والـ cramble، والهوهوبا jojoba – الذى سبقت الاشارة إليه والـ meadowfoam، والفيرونيا veronia، والـ stokes aster وغيرهم)

٧ – تعد زراعة الخلايا النباتية مباشرة دونما حاجة إلى تنمية النباتات ذاتها من احدث الوسائل للاستفادة من جيرمبلازم النباتات التى تزرع لأجل محتواها الكيميائى، مثل النباتات الطبية، والزيوت الأساسية، ومكسبات الطعم الحلو، والمبيدات الحشريه إلخ (عن Prescot-Allen & Prescott-Allen ١٩٨٨)

ولمزيد من الأمثله لحالات الاستئناس السابقة وغيرها يراجع Ladig وآخرين (١٩٨٤)

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 تقدما، بغرض تقييمها وإدخالها فى الزراعة مباشرة، إذا ثبت أنها تفوق الأصناف المحلية

هذا ويعرف الجيرمبلازم الذى يكون جديدًا على منطقة ما – بعد فله إليها من منطقة أخرى – باسم exotic germplasm، وهو يكون – عادة – منخفض المحصول فى المنطقة التى تنقل إليها، مقارنة بما يزرع فيها من أصناف أخرى، وقد يفيد كمصدر للصفات فى برامج التربية (عن Fehr ١٩٨٧).

استعمال الجيرمبلازم كمصدر للصفات فى برامج التربية

تتنوع كثيرًا أنشطة مربى النبات فى استعمال الجيرمبلازم كمصدر لصفات هامة فى برامج التربية، الأمر الذى نتناوله بالشرح فى هذا المقام.

الانتخاب فيما يتم جمعه من جيرمبلازم

عندما يكون الجيرمبلازم المجموع غير متجانس وراثيًّا، ويتضمن عديدًا من التراكيب الوراثية، فإن الانتخاب الطبيعى والصناعى ينتج عنه ظهور آلاف من الأصناف تعرف – عادة – باسم land races، وهى تعد مصدرًا قيمًّا للتباينات الوراثية لتحسين الأنواع المزروعة هذا .. إلاّ أن تلك الأصناف هى فى طريقها إلى الانقراض، حيث إنها تُستبدل – تدريجيًّا – بالأصناف الجديدة المحسنة

التربية المبدئية

إن نقل الجينات المرغوب فيها – مثل تلك المسئولة عن المقاومة للأمراض والحشرات، أو تحمل ظروف بيئية معينة قاسية – من الأنواع البرية القريبة من المحاصيل المزروعة إلى المحاصيل المزروعة لهى عملية شاقة وتتطلب سنوات عديدة لإتمامها وفى بعض الأحيان يتطلب إجراء التهجين النوعى الأول اللجوء إلى تقنيات خاصة ولذا يقوم المربون فى المؤسسات المسئولة عن المحافظة على الجيربلازم وتسهيل الاستفادة منه بعملية نقل بعض الجينات المرغوب فيها إلى خلفية وراثية مقبوله زراعيًا لكلى يسهل على الآخرين القيام ببرامج التربية بعد ذلك. وتعرف الخطوة الأولى تلك باسم "ما قبل التربية"، أو "التربية المبدئية" pre-breeding. وحقيقة الأمر أن الـ pre-breeding هى الخطوة الأولى فى أى برنامج تربية يهدف إلى الاستفادة مما يوجد فى الأنواع البرية من جينات مرغوب فيها، ولذا فإن تلك الخطوة يطلق عليها أسماء أخرى، مثل "تعزيز أو تحسين الجيربلازم" germplasm enhancement، و "التربية التطورية" developmental breeding.

وقد لا تكون السلالات التى تنتج من الـ pre-breeding صالحة للزراعة التجارية، ولكنها تكون – بكل تأكيد – أنسب للاستعمال فى برامج التربية عن الأنواع البرية (Chahal & Gosal ٢٠٠٢)

أمثلة لأنواع برية استخدمت في تحسين بعض المحاصيل الزراعية

نعرض في جدول (١١-٢) أمثلة لعديد من الأنواع البرية التي استخدمت بالفعل في تحسين ٢٤ محصولا زراعيًا هامًا

أصناف القمح القصيرة

بعد إنتاج أصناف القمح القصيرة وانتشار زراعتها في مختلف أنحاء العالم من فصص النجاح المتميزة لتبادل الجيرمبلازم والاستفادة منه. بدأ القصة في اليابان حيث تسمى النباتات حينئذ مسئولين عن تقصير طول نبات (dwarfing genes) في أحد الأصناف اليابانية. ويلقبحه مع الصنفين الأمريكيين Fultz، و Turkey أنتج الصنف القصير Norin 10 في عام ١٩٣٥. وانتشرت زراعته في اليابان وباستعمال هذا الصنف في برنامج للتربية في جامعة ولاية واشنطن بالولايات المتحدة انتج الصنف شبه القصير semi-dwarf جينز Gaines الذي انتشرت زراعته على نطاق واسع في شمال غرب الولايات المتحدة. وقد أرسلت سلالة من هذا البرنامج الذي استخدم فيه الصنف Norin 10 إلى المكسيك حيث لقحت مع الأصناف المحليه هناك في برنامج للتربية أفرز عديد من أصناف القمح القصيرة، التي استعملها مزارعوا المكسيك لأول مرة في عام ١٩٦٢، مما أدى إلى زيادة محصول القمح. وقد أدخلت تلك الأصناف ذاتها إلى كل من الهند، وباكستان، والولايات المتحدة، ودول أخرى واليوم يستفيد من تلك الجينات المقزمة للقمح أكثر من ربع سكان العالم (عن Fehr ١٩٨٧)

المقاومة للأمراض والآفات أمثلة من محصول الأرز

لعل أكثر استخدامات الجيرمبلازم كانت – ولا تزال – هي البحث في تلك النباتات عن مصادر لمقاومة مختلف الأمراض والآفات والسلالات الجديدة منها، والأمثلة على ذلك كثيرة (Lenné & Wood ١٩٩١، و Innes ١٩٩٢، و Clement & Quisenberry ١٩٩٩)

جدول (١١-٢): أهم الأنواع البرية التى استخدمت فى تحسين المحاصيل الزراعية الرئيسية (عن Prescott-Allen & Prescott-Allen ١٩٨٨)

المحصول الزراعى	الأنواع البرية التى استخدمت فى تحسينه	موطن الأنواع البرية
القمح	*Triticum turgidum dicoccoides*	تركيا وفلسطين
	Aegilops umbellulata	تركيا
	Aegilops ventricosa	إيطاليا وإسبانيا
	Agropyron elongatum	(غير محددة)
الأرز	*Oryza nivara*	الهند
الذرة	*Tripsacum dactyloides*	الولايات المتحدة وفنزويلا
الشعير	*Hordeum spontaneum*	تركيا
الشوفان oats	*Avena sterilis*	فلسطين والبرتغال وتونس والجزائر
البطاطس	*Solanum acaule*	الأرجنتين وبوليفيا وبيرو
	S. demissum	المكسيك
	S. spegazzinii	الأرجنتين
	S. stolonilerum	المكسيك
	S. vernei	الأرجنتين
الكاسافا	*Manihot glaziovii*	البرازيل
البطاطا	*Ipomoea trifida*	المكسيك
دوار الشمس	*Helianthus annuus*	الولايات المتحدة
	H. petiolaris	الولايات المتحدة
نخيل الزيت	*Elaeis guineensis*	ساحل العاج ونيجيريا وزائير
السمسم	*Sesame orientale malabaricum*	الهند
الطماطم	*Lycopersicon esculentum cerasiforme*	الإكوادور وبيرو
	L. cheesmanii	الإكوادور
	L. pimpinellifolium	الإكوادور وبيرو
	L. chmielewskii	بيرو
	L. hirsutum	الإكوادور وبيرو
	L. peruvianum	بيرو وشيلى
البسلة	*Pisum fulvum*	فلسطين والأردن وسوريا ولبنان وتركيا
الجزر	*Daucus carota*	الولايات المتحدة
العنب	*Vitis amurensis*	الاتحاد السوفيتى (سابقاً)

تابع جدول (١١-٢):

الحصول الزراعى	الأنواع البرية التى استخدمت فى تحسينه	موطن الأنواع البرية
	V. aestivalis	الولايات المتحدة
	V. berlandieri	الولايات المتحدة
	V. lincecumii	الولايات المتحدة
	V. riparia	الولايات المتحدة
	V. rupestris	الولايات المتحدة
	V. labrusca	الولايات المتحدة
التفاح	*Malus baccata*	الاتحاد السوفيتى (سابقا)
	M. floribunda	اليابان
الكمثرى	*Pyrus* sp.	الاتحاد السوفيتى (سابقا)
الفراولة	*Fragaria chiloensis*	الولايات المتحدة وكندا وتيلى
	F. ovalis	الولايات المتحدة
	F. virginiana	الولايات المتحدة
قصب السكر	*Saccharum robustum*	غينيا الجديدة
	S. spontaneum	الهند وإندونيسيا
بنجر السكر	*Beta maritima*	إيطاليا
التبغ	*Nicotiana debneyi*	أستراليا
	N. glutinosa	بيرو
	N. longiflora	الأرجنتين وبوليفيا والبرازيل وباراجواى وأورجواى
	N. plumbaginifolia	الأرجنتين وبوليفيا والبرازيل وباراجواى وأورجواى وبيرو
المطاط	*Hevea brasiliensis*	البرازيل
الكاكاو	*Theobroma cacao*	بيرو
القطن	*Gossypium anomalum*	الكاميرون وجمهورية أفريقيا الوسطى وتشاد والحبشة والنيجر ونيجيريا والصومال والسودان وأنجولا وناميبيا
	G. hursutum mexicanum	المكسيك
	G. tomentosum	الولايات المتحدة

ولعل من أبرز الأمثلة على جهود تقييم الجيرمبلازم لأجل التوصل إلى مصادر لمقاومة الأمراض الهامة تلك التى بذلت وكللت باكتشاف الجين Gsv المسئول عن مقاومه الأرز لفيرس grassy stunt فى سلاله من النوع *Oryza nivara* كانت قد جمعت من ولاية Utter Pradesh بالهند، وذلك بعد قيام الباحثين فى معهد بحوث الأرز الدولى بالفلبين بتقييم ١٧٠٠٠ سلالة من *O. stavia* وأكثر من ١٠٠ طراز برى من الـ *O. sativa* complex على مدى ٤ سنوات. ولقد أسفر هذا البحث عن اكتشاف المقاومة فى ثلاث بادرات فقط من بين ٣٠ بادرة ثم اختبارها من *O. nivara*، وهى التى استعملت فى برامج التربية لإنتاج أصناف مقاومة لهذا المرض الخطير وقد عاود الباحثون - بعد ذلك محاولة اكتشاف أى مصادر أخرى لمقاومة الفيرس فى عدد من الأنواع البرية. وفى أكثر من ١٠٠٠٠ صنف محسن وسلالة تربية، ولكن دون جدوى (Chang ١٩٨٩)

ونعرض فى جدول (١١-٣) ملخصا للجهود التى بذلت - فى معهد بحوث الأرز الدولى بالفلبين - فى محاولة للعثور على مصادر لمقاومة أهم الحشرات التى تصيب محصول الأرز - وذلك حتى عام ١٩٩٣

استعمال الجيرمبلازم كمصدر لصفات هامة فى برامج تحسين محاصيل الخضر

كانت مجموعات الجيرمبلازم العالمية للمحاصيل الزراعية - ولاتزال - هى المصدر الأول لعديد من الصفات الهامة التى نقلت إلى الأصناف التجارية المحسنه 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، نوضح 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.

جدول (١١-٣) ملخص بحيارات تقييم المقاومة للحشرات فى معهد بحوث الأرز الدولى حتى عام ١٩٨٤ (عن Holden وآخرين ١٩٩٣)

طراز سلالات الأرز والنوع الحشرى	عدد السلالات المختبرة	عدد السلالات المقاومة	النسبة المئوية للسلالات المقاومة
أ - أصناف لارز مزروعة			
Striped stem borer (*Chilo suppressalis*)	١٥٠٠٠	٢٣	٠ ١٥
Yellow stem borer (*Scirpophaga incertulas*)	٢٢٩٢٠	٢٦	٠ ١١
Whorl maggot (*Hydrellia philippina*)	١٦٩١٨	١	٠ ٠١
Green leafhopper (*Nephotettix nigropictus*)	٥٢٧	٦٦	١٢ ٥٣
Green leafhopper (*Nephotettix malayanus*)	١٥٨	١٢٩	٨١ ٦٥
Zigzag leafhopper (*Recilia dorsalis*)	٢٣٨٣	٣٦	١ ٥١
Leaffolder (*Cnaphalocrocis medinalis*)	٢٠٨١٦	١١٧	٠ ٥٦
Caseworm (*Nymphula depunctalis*)	٥١٨٣	صفر	صفر
Thrips (*Stenchaetothrips biformis*)	٢٣٧	٧٨	٣٢ ٩١
Rice bug (*Leptocorisa oratorius*)	٤٠٦	صفر	صفر
Black bug (*Scotinophara coarctata*)	٣٠٠	٢	٠ ٠١
ب - سلالات وأنواع الأرز البرية			
Brown plant hopper (*Nilaparvata lugens*)			
Biotype 1	٤٤٦	٢٠٤	٤٥ ٧
Biotype 2	٤٤٥	١٦٨	٣٧ ٨
Biotype 3	٤٤٨	١٧٨	٣٩ ٧
Whitebacked plant hopper (*Sogatella furcifera*)	٤٤٩	٢٠٨	٤٦ ٣
Green leafhopper (*Nephotettix virescens*)	٤٤٧	٢٣٩	٥٣ ٤
Green leafhopper (*N. nigropictus*)	٩١	٥٤	٥٩ ٣
Green leafhopper (*N. malayanus*)	٣٠	٢٦	٨٦ ٧
Zigzag leafhopper (*Recilia dorsalis*)	٤٢٢	٢١٨	٥١ ٧
Striped stem borer (*Chilo suppressalis*)	٢٤٣	١٣	٥ ٣
Yellow stem borer (*Scirpophaga incertulas*)	٣٢٢	٧٠	٢١ ٧
Leaffolder (*Cnaphalocrocis medinalis*)	٣٣٨	٨	٢ ٤
Whorl maggot (*Hydrellia philippina*)	٣٣٩	٧	٢ ١
Caseworm (*Nymphula depunctalis*)	٣٠٤	صفر	صفر
Thrips (*Stenchaetothrips biformis*)	٨٥	١٢	١٤ ٠

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، و PMR6 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 لفيرس تبرقش البطيخ رقم (١) فى السلالة الهندية P I 180280.

هـ – اكتشفت المقاومة لفيرس موزايك القاوون فى سلالة شرقية، تستعمل فى التخليل.

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

٣ – الخيار:

أ – اكتشفت المقاومة لفيرس موزايك الخيار فى الصنف الصينى ساينيز 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.

جـ – 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

حـ – أما صفة الثمار البكرية فهى توجد فى أصناف خيار البيوت المحمية الأوروبية، ونقلت منها إلى الأصناف الأخرى.

٤ – الكوسة.

أ وجدت المقاومه 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* الهندية P I 135893

جـ – وجدت المقاومه لفيرس موزايك الخيار فى سلالة *C. pepo* رقم P I 176959 من تركيا

د وجدت المقاومة لفيرس موزايك 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 الموزايك المحمول بالبذور seed-borne mosaic virus فى إحدى السلالات المستورده

٦ – الخس

أ - اكتشفت المقاومة للبياض الزغبى فى إحدى سلالات النوع *Lactuca serriola* من

روسيا وهى التى جمعت فى سنه ١٩٣٢، واستعملت فى إنتاج ١٨ سلالة مقاومة من الخس، ووزعت على مربى المحصول فى عام ١٩٥٨ كما وجدت المقاومة لنفس المرض فى سلالة الخس P.I. 167150 من تركيا فى سنة ١٩٤٩، وقد استُعمل المصدران السابقان للمقاومة فى إنتاج الصنفين المقاومين فالماين 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 وماتلاه من أصناف مقاومة

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

د اكتسفت 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 السلالة رقم P I 261653 من *L. saligna*

ز – وجدت المقاومة لمرض الجذر الفلينى فى عدة سلالات مستوردة

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

٧ – الفاصوليا

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

ب – وجدت المقاومة لعفن الجذر الفيوزارى فى السلالة P I 20. 958 التى استخدمت فى إنتاج أصناف الفاصوليا الجافة فيفا Viva، وروزا Rosa

جـ – وجدت المقاومة لثلاث سلالات من بكتيريا الذبول 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، و P I 151014 من شيلى

ط – وجدت سلالات عالية فى محتواها إما 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 الأوروبية كمصدر لمقاومة الندوة المتأخرة

٩ - البطاطا

أ - استخدمت أكثر من ثلاثين سلالة مدخلة (P.I) من اليابان، وبورتوريكو كمصادر لمقاومة العفن الأسود، 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، وردكلف Radcliffe، وجوليان Julian

١٠ – السبانخ

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

١١ – لبطيخ.

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

١٢ – الكرنب

أ – أدخلت المقاومة للعفن الأسود من صنف يابانى.

ب – أدخلت المقاومة للصدأ الأبيض، وتعقد جذور الصليبيات، وفيرس موزايك 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 موزايك القنبيط من السلالتين P I 225858، و P I 225860 من الدانمرك، و P I 229747 من إيران

١٣ - الطماطم

أ – اكتسفت المقاومة للذبول الفيوزارى فى 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 *Stemphyllum*، وفيرس ذبول الطماطم المبقع.

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

هـ – اكتشفت درجة عالية من المقاومة لفيرس موزايك 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

ط اكتشفت المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى النوع *L. peruvianum* سلالة رقم P I 128657، واستعملت فى إنتاج عشرات الأصناف المقاومة (عن Peterson ١٩٧٥)

ولمزيد من التفاصيل عن مصادر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى مختلف الأنواع البرية من الجنس *Lycopersicon* . يراجع Ammati وآخرون (١٩٨٦)

يتضح مما تقدم أن الجيرمبلازم كان مصدرا لعديد من الصفات الهامة، التى استخدامها المربون فى برامج التربية، خاصة صفات المقاومة للآفات ويذكر Skardla (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 مقاومه لآفة أو أكثر فى ٢٥٠ سلالة منها، وظهر فى عديد منها مقاومة لنحو ٨–١٢ آفة، وكان فى إحداها مقاومة لثلاث عشرة آفه هذا ويعطى Knott & Dovrak (١٩٧٦) بيانًا بمصادر المقومة للأمراض فى جيرمبلازم الأنواع البرية عامة

مصادر إضافية

لمزيد 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 كذلك أوجز Prescott-Allen & Prescot-Allen (١٩٨٨) أوجه التحسينات التى أدخلت على نتى المحاصيل الزراعية، والتى تمت الاستفادة فيها بالسلالات والأنواع البرية القريبة من تلك المحاصيل