الفصل الخامس

تربية البطاطس

تناول موضوع تربية البطاطس عديد من الباحثين ؛ نذكر منهم : Stevenson & Clark (١٩٣٧) ، و Howard (١٩٦٩ ، و ١٩٧٨) ، و Jills & Richardson (١٩٨٧) . هذا .. بالإضافة إلى عديد من المقالات التى تناولت جوانب معينة من الموضوع والتى أشير إليها عند عرض تلك الجوانب فى هذا الفصل .

نشأة وتطور البطاطس والأنواع البرية القريبة منها

يضم الجنس Solanum – الذى تنتمى إليه البطاطس (S. tuberosum) – نحو ٢٠٠٠ نوع ، منها نحو ٢٠٠ نوع فقط تكون درنات ، ومعظمها – أى معظم الأنواع التى تكون درنات – ثنائية التضاعف . وتنمو غالبية أنواع الجنس – برياً – فى جبال أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية . فتنمو معظم الأنواع الثنائية (٢ن = ٢س = ٢٤) – التى نشأت منها البطاطس المزروعة فى منطقة من أمريكا الجنوبية تمتد حتى خط عرض ٤٥° م جنوباً . وتنمو فى منطقة أخرى من أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية – تمتد حتى خط عرض ٤٠° شمالاً – أنواع أخرى ثنائية ، والأنواع الرباعية الهجينية ، والسداسية الهجينية (٢ن = ٢٤ ، و٤٨ ، و ٧٢ كروموسوماً على التوالى) ؛ وهى أنواع لم يكن لها شأن يذكر بتطور البطاطس المزروعة – إلا أن بعضها استخدم فى برامج تربية البطاطس لتحسين المحصول فى صفات معينة . وتحتوى معظم الأنواع البرية التى تكون درنات على كميات سامة من بعض الألكالويدات الاستيرودية Steroidal Alkaloides . لا يزيد عدد الأنواع

البرية – التى لها علاقة بتطور البطاطس المزروعة – على عشرة أنواع ؛ منها ثمانية أنواع تكون درنات ، وترزع على نطاق تجارى فى أمريكا الجنوبية ؛ وهى كما يلى :

١ – أنـــواع ثـنـائـيـــة : S. phureja ، و S. stenotomum ، و S. goniocalyx ، و S. ajanhuiri .

٢ – أنواع ثلاثية : S. chaucha ، و S. juzepczukii .

٣ – أنواع رباعية : S. tuberosum ssp. andigena

٤ – أنواع خماسية : S. curtilobum

ومن المعتقد أن الأصل المباشر للبطاطس الرباعية التضاعف المزروعة S. tuberosum ssp. tuberosum هو تحت النوع الرباعى S. tuberosum ssp. andigena . وبرغم أنه لم يدخل فى الزراعة – فى بداية الأمر – سوى عدد قليل من التراكيب الوراثية لتحت النوع الأخير .. إلا أن أصنافاً كثيرة من البطاطس –ذات درجات مختلفة من التأقلم على ظروف بيئية متباينة – نتجت من هذا العدد المحدود من هذه التراكيب الوراثية (Hersmen ١٩٨٧).

ومن المعتقد أن استئناس البطاطس (أى زراعتها بمعرفة الإنسان) بدأ فى منطقة بحيرة تتيكاكا Titicaca فى مرتفعات بوليفيا وبيرو ، وهى منطقة تنتشر فيها الأنواع الثنائية والرباعية المزروعة والبرية . وقد حلّت الأنواع الرباعية المزروعة محل الأنواع الثنائية فى هذه المنطقة ، وتعرف هذه الطرز الرباعية باسم S. andigena ، أو S. tuberosum ssp. andigena ، وتـنـدرج تحت Group Andigena ، وجميعها متضاعفة ذاتياً (رباعية التضاعف) ، ومتوافقة ذاتياً ، وغنية بالاختلافات الوراثية ، ولاتتحمل التربية الداخلية (Simmonds ١٩٧٦) . وعقب اكتشاف الأمريكتين .. أدخلت فى الزراعة بأوروبا وأمريكا الشمـالية أصناف من تحت النوع S. tuberosum ssp. tuberosum من شـيلى ، وأصناف أخرى من تحت النوع S. tuberosum ssp. andigena من كل من بيرو وبوليفيا .

نقلت البطاطس من موطنها الأصلى فى أمريكا الجنوبية إلى أوروبا بواسطة مستكشفى أمريكا الأوائل من الإسبانيين فى نهاية القرن السادس عشر . وظلت زراعتها مقتصرة على حدائق الخضر المنزلية لمدة نحو قرنين قبل أن يبدأ إنتاجها على نطاق تجارى ، إلا أنها انتشرت سريعاً – بعد ذلك – فى أوروبا الغربية ، وأصبحت أحدأهم الأغذية التى تعتمد

عليها شعوب هذه المنطقة فى معيشتها ؛ وتدل على ذلك المجاعة التى اجتاحت أيرلندا خلال الفترة من سنة ١٨٤٥ حتى سنة ١٨٤٧ ؛ بسبب إصابة البطاطس بمرض الندوة المتأخرة بشكل وبائى قضى على محصول البطاطس ، وتسبب فى موت وهجرة الملايين من سكان أيرلندا فى تلك الآونة :

ومن أوروبا .. نقلت البطاطس إلى عدة أجزاء من العالم ؛ حيث أدخلت إلى أمريكا الشمالية ، وجنوب أفريقيا ، وأستراليا بواسطة المهاجرين الأوائل فى بدايات القرن الثامن عشر ، وربما انتقلت البطاطس إلى الهند فى أوائل القرن السابع عشر .

أما إدخال البطاطس إلى المكسيك .. فمن المرجح أنه حدث مباشرة من أمريكا الجنوبية بواسطة المستكشفين الأوائل فى نفس الوقت الذى أدخلت فيه البطاطس إلى أوروبا . ولمزيد من التفاصيل عن نشأة وتاريخ زراعة البطاطس . يراجع Hedrick (١٩١٩) ، و Sim-monds (١٩٧٦) ، و Hawkes (١٩٧٨) .

ولما كانت البطاطس تتكاثر خضريا ، وتصاب بشدة - فى الوقت ذاته - بعديد من الفيروسات .. فإنها تتدهور بشكل تدريجى سنة بعد أخرى . ولقد كان الاعتقاد السائد - قبل اكتشاف الفيروسات - أن التكاثر الخضرى - ذاته - هو السبب فى هذا التدهور ؛ لذا .. اتجه المزارعون القدامى إلى إكثارها بالبذور من حين لآخر . وبرغم خطأ هذا الاعتقاد .. إلا أن الإكثار الجنسى أعطى النتيجة المرغوبة ؛ لأنه خلص النباتات من الأمراض الفيروسية التى لا ينتقل منها سوى القليل جداً عن طريق البذور ، مثل فيروييد الدرنة المغزلية .

وقد أسهم الإكثار الجنسى - إلى جانب ذلك - فى كثرة التباينات الوراثية لدى المزارعين ؛ وبذا .. كثرت الأصناف المتداولة لدى انتخاب التباينات الجيدة منها وإكثارها خضرياً . كذلك أسهم الهواة - قبل اكتشاف قوانين مندل فى عام ١٩٠٠ فى إنتاج مزيد من الأصناف بنفس هذه الطريقة ، ثم ازداد معدل إنتاج الأصناف الجديدة بواسطة مربى النبات بعد ذلك . وبالرغم من إنتاج مئات من أصناف البطاطس .. إلا أن ما يزرع منها على نطاق واسع قليل للغاية ، ومعظمها من الأصناف القديمة ، ونوضح ذلك بالأمثلة التالية التى تعتمد على إحصاءات عامى ١٩٧٥ ، و ١٩٧٦ (عن Howard ١٩٧٨) :

الدولة	أهم الأصناف المنتشرة في الزراعة	المساحة المزروعة بالصنف من المساحة الكلية (٪)	تاريخ إدخال الصنف في الزراعة
المملكة المتحدة	Pentland Crown	١٨ر٧	١٩٥٩
	Maris Piper	١٣ر١	١٩٦٣
	King Edward	١٢ر٨	١٩٠٢
ألمانيا (الغربية)	Grata	٢٢ر١	١٩٥٥
هولندا	Bintje	٣٢ر٦	١٩١٠
الولايات المتحدة	Russett Burbank	٣٢ر٨	قبل عام ١٨٩٠
	Kennebec	١٩ر٨	١٩٤٨
	Katahdin	١٠ر١	١٩٥٣

يعد هذا الاتجاه نحو استمرار زراعة الأصناف القديمة عائقاً أمام انتشار زراعة الأصناف الجديدة التى لا تجد طريقها إلى الزراعة بسهولة ، وربما لا تنتشر زراعتها على الإطلاق . ويرجع ذلك – أساساً – إلى أن المستهلك يربط الجودة – فى ذهنه – بالأصناف التى تعود عليها .

الجيرمبلازم . وانواع الجنس Solanum . والهجن النوعية

إن أهم مصادر جيرمبلازم germplasm البطاطس الذى يمكن استخدامه فى أغراض تربية وتحسين المحصول هى كمايلى :

١ – الأنواع البرية بما فيها الهجن النوعية الطبيعية .

٢ – الأصناف البدائية المزروعة Primitive Cultivated Cultivars ، وهى التى تكون – غالباً – متأقلمة على الظروف البيئية القاسية .

٣ – الأصناف البلدية land vaieties التى أنتجت قبل معرفة الحقائق العلمية لتربية النبات .

٤ – الجيرمبلازم المستخدم فى برامج تربية النبات الجارية ، والذى يتكون – غالباً – من هجن نوعية ، وهجن بين الأصناف .

٥ – الأصناف المحسنة .

ويستفاد من هذا الجيرمبلازم كمصدر للصفات التالية : المقاومة للآفات والظروف البيئية القاسية ، وهى صفات تتوفر فى الأنواع البرية والأصناف البدائية – صفات الجودة التى تتوفر فى الأصناف البلدية – الصفات المحصولية التى تتوفر فى هجن برامج التربية الجارية ، وفى الأصناف المحسنة .

توجد مراكز الاختلافات الوراثية للجنس Solanum فى أمريكا الجنوبية والوسطى والشمالية ؛ خاصة فى : الأرجنتين ، وبوليفيا ، والبرازيل ، وشيلى ، وكولومبيا ، وكوستاريكا ، وإكوادور ، وجواتيمالا ، والمكسيك ، وبنما ، وباراجواى ، وبيرو ، وأراجواى ، وفنزويلا ، وجنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية (Foldo ١٩٨٧) .

وتجدر الإشارة إلى أن جميع أصناف البطاطس التجارية المنتشرة فى الزراعة فى المناطق الباردة من العالم – والتى تُصَدِّر تقاويها إلى عدد كبير من دول العالم الثالث – ذات قاعدة وراثية ضيقة Narrow Genetiec Base ؛ لسببين رئيسيين ؛ هما :

١ – اندثار جميع الطرز التى لم يمكنها إنتاج درنات فى ظروف الفترة الضوئية الطويلة فى أوروبا ؛ بعد نقلها مباشرة من أمريكا الجنوبية فى القرن السادس عشر .

٢ – اندثار جميع التباينات الوراثية التى لم يمكنها مقاومة وباء الندرة المتأخرة الذى اجتاح أوروبا فى القرن التاسع عشر (Mendoza & Sawyer ١٩٨٥) .

التقسيم السيتولوجى لأنواع الجنس Solanum

إن العدد الأساسى (س أو x) للكروموسومات فى الجنس Solanum هو ١٢ . وقد تبين من الدراسات التقسيمية والسيتولوجية – التى أجريت على أكثر من ١٥٠ نوعاً برياً ، و٢٣ نوعاً مزروعاً منها – أنها تتوزع على خمس مجاميع سيتولوجية ، تختلف فى درجة تضاعفها ونسبة انتشارها بين بقية الأنواع كما هو مبين فى جدول (٥-١) .

جدول (٥ – ١) : مستويات التضاعف الكروموسومى فى الجنس Solanum ، ونسبة انتشارها (عن Hawkes ١٩٧٨) .

مستوى التضاعف وعدد الكروموسومات	نسبة إنتشارها بين باقى الأنواع (٪)
ثنائية diploid ٢ ن = ٢ س = ٢٤	٧٤
ثلاثية triploid ٢ ن = ٣ س = ٣٦	٥ ر٤
رباعية tetraploid ٢ ن = ٤ س = ٤٨	٥ ر١١
خماسية pentaploid ٢ ن = ٥ س = ٦٠	٥ ر٢
سداسية hexaploid ٢ ن = ٦ س = ٧٢	٥
خليط من عدة حالات تضاعف .	٥ ر٢

ونقدم – فيمايلى – نبذة عن هذه المجاميع السيتولوجية :

أولاً : الأنواع الثنائية التضاعف

تشكل الأنواع الثنائية التضاعف نحو ٧٠ ٪ من أنواع الجنس Solanum ، وهى خلطية التلقيح ، وغير متوافقة ذاتياً ، وغير متجانسة وراثياً ، ولا تتحمل التربية الداخلية ، وتُلَقَّح بسهولة فيما بينها (Simmonds ١٩٧٦) .

ومن أمثلة الأنواع الثنائية التضاعف مايلى :

١ – S. tenotomum : وهو نوع مزروع .

٢ – S. vavilovii : وهو نوع مقاوم للجفاف .

٣ – S. phureja ، و S. boyacense : وهما نوعان نوا فترة سكون قصيرة .

ثانياً : الأنواع الثلاثية التضاعف

من أمثلتها مايلى :

١ – S. medians : وهو نوع مقاوم للجفاف .

٢ – S. commersonii : وهو نوع مقاوم للصقيع (Stevenson & Clark ١٩٣٧) .

ثالثاً : الأنواع الرباعية التضاعف

تعد الأنواع الرباعية التضاعف ثانى أكبر مجموعات الأنواع انتشاراً ؛ حيث تتضمن نحو ٥ ر١١ ٪ من أنواع الجنس . وغالبية هذه الأنواع خصبة ذاتياً ، وتتحمل التربية الداخلية ، وتُلقَّح طبيبعياً – فى موطنها – مع الأنواع الثنائية ؛ الأمر الذى يؤدى إلى ظهور أنواع جديدة ثلاثية (Smith ١٩٦٨) .

ومن الأنواع الرباعية الهامة مايلى :

١ – البطاطس المزروعة S. tuberosum ssp.tuberosum : تنتشر زراعتها فى المناطق ذات النهار الطويل نسبياً .

٢ – S. tuberosum ssp. andigena : تنتشر زراعتها فى المناطق الاستوائية بكل من الإكوادور ، وكولومبيا ، وتعد من المحاصيل الهامة فى بيرو ، وفى المناطق الجبلية من المكسيك بين خطى عرض ١٠° شمالاً ، و ٢٤° جنوباً ؛ حيث لا يختلف طول النهار كثيراً عن ١٢ ساعة (Burton ١٩٤٨) . ولهذا تحت النوع أهمية خاصة بالنسبة لمربى البطاطس ؛ نظراً لقربه وراثياً من البطاطس ، ولاحتوائه على عدد من الصفات الهامة للمربى ؛ مثل : المحصول المرتفع ، والنوعية الجيدة ، ومقاومة الصقيع والأمراض الهامة .

٣ – S. acaule : ينمو هذا النوع على ارتفاعات تبلغ ٤٨٠٠م فوق سطح البحر ، وهو يقاوم الصقيع – جيداً – حيث يتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى – ٩ °م ، ويناسبه النهار القصير .

رابعاً : الأنواع الخماسية : التضاعف

من أمثلتها النوع S. curtilobium الذى ينمو برياً فى مرتفعات بيرو وبوليفيا ، ويتحمل الحرارة المنخفضة بدرجة كبيرة . يُلَقَّح هذا النوع بنجاح مع البطاطس المزروعة عند استعماله كأم فى التهجين . كما ينجح التلقيح العكسى (عند استعمال البطاطس المزروعة كأم) بشرط تطعيم البطاطس – أولا – على الطماطم .

خامساً : الأنواع السداسية التضاعف

تعد الأنواع السداسية التضاعف ثالث أكبر مجموعة بين أنواع الجنس Solanum ،

وجميعها خصبة ذاتياً . ومن أمثلتها النوع S. demissum الذى ينمو فى مرتفعات المكسيك ، ويناسبه النهار القصير . ينجح التهجين بين هذا النوع البرى والبطاطس المزروعة عند استخدام النوع البرى كأم . وقد أفاد هذا التهجين فى التوصل إلى عدد من الأصناف التجارية الهامة (Smith ١٩٦٨) .

جيرمبلازم الجنس Solanum واهميته

يوجد فى شتى أنحاء العالم أكثر من ٥٠ معهداً علمياً أو مؤسسة ، تقوم باستكشاف جيرمبلازم البطاطس ، وجمعه ، وتعريفه ، وتوثيقه ، وحفظه ، وتقييمه ، وتوزيعه ؛ نذكر منها – على سبيل المثال – مايلى :

المعهد أو المؤسسة	الدولة
Dutch - German Potato Collectiom	المانيا (مدينة Braunschweig)
International Potato Center (CIP)	بيرو (مدينة Lima)
Commonweath Potato Cllectiom (CPC)	اسكوتلاندا – إنجلترا (مدينة Pentlandfield)
Inter - Regional Potato Introductiom Station	ويسكنس – الولايات المتحدة (مدينة Sturgeon - Bay)
N . I . Vavilov of Plant Industry	روسيا (مدينة بطرسبرج)

يتوفر فى مركز البطاطس الدولى فى ليما ببيرو أكثر من ١٥٠٠ سلالة تمثل ٩١ نوعاً برياً من أنواع الجنس Solanum التى تكون درنات ، فضلاً على أكثر من ٥٠٠ سلالة خضرية من S. tuberosum . أما محطة إدخال البطاطس بالولايات المتحدة .. فيتوفر بها أكثر من ٤٠٠ سلالة تمثل نحو ١٠٠ نوع من أنواع البطاطس التى تكون درنات . ويتوفر فى المركز الألمانى الهولندى بألمانيا أكثر من ٢١٦٣ سلالة من الأنواع البرية ، وأكثر من ١٠٦٠ صنفاً وسلالة من الأنواع المزروعة ، ويتوفر فى مجموعة الكومنولث باسكتلندا أكثر من ١٣٠٠ صنفاً وسلالة من الأنواع المزروعة والبرية (عن Hermsen ١٩٨٩) .

يقع على عاتق معاهد أو بنوك الجيرمبلازم جزء كبير من مهمة تقييم الجيرمبلازم للصفات الهامة المرغوب فيها ، وكذلك الصفات غير المرغوب فيها ؛ لكى يتعرف عليها المربون الذين قد يرغبون فى استعمال هذا الجيرمبلازم . كما تقوم بنوك الجيرمبلازم – أيضاً – بمهمة التربية الأولية pre - breeding للجيرمبلازم الذى تحتفظ به ؛ لكى يصبح فى

حالة يصلح معها للإدخال فى برامج التربية . وقد تتطلب تلك المهمة إجراء بعض التلقيحات ، أو الانتخاب للصفات المرغوبة ، أو إجراء العمليتين معاً . وترجع أهمية التربية الأولية إلى أنها تزيد من كفاءة الاستفادة من الجيرمبلازم ، وتقلل من الجهد الذى يقوم به المربون ، وتمنع تكراره من قبل المربين المستعملين للجيرمبلازم (عن Foldo ١٩٨٧) .

تحتوى مختلف الأنواع البرية التابعة للجنس Solanum على ذخيرة من الصفات المرغوبة التى يمكن أن تفيد فى تحسين البطاطس ؛ ومن أمثلة ذلك مايلى :

١ - المقاومة للآفات :

تتوفر المقاومة للندوة المتأخرة (التى يسببها الفطر Phytopthora infestans) فى كل من الجيرمبلازم المكسيكى ، والجيلامبلازم الذى ينمو برياً فى جبال الإنديز على حد سواء . ويتوفر فى كلا المصدرين كل من المقاومة الخاصة ضد سلالات معينة race specific ، والمقاومة العامة ضد مختلف السلالات race nonspecific . وتوجد المقاومة الخاصة فى أنواع معينة - على وجه التخصيص - منها : S. cardiophyllum ، و S. demissum ، و S. edinense ، و S. stoloniferum ، و S. verrucosum . أما المقاومة العامة ضد مختلف السلالات - التى تعطى اهتماماً متزايداً فى برامج تربية البطاطس - فإنها تتوفر فى أنواع معينة ؛ منها : S. berthaultii ، و S. chacoense ، و S. circaeifolium ، و S. demissum ، و S. microdontum ، و S. pinnatisectum ، و S. stoloniferum ، و S. vernei .

وتتوفر مقاومة الندوة المبكرة (التى يسببها الفطر Alternaria solani) فى الأنواع S. bulbocastanum ، و S. chaoense ، و S. tarjense .

وتوجد المقاومة لمرض تثآلل البطاطس Potato wart (الذى يسببه الفطر Synchytrium endobioticum) فى عدة أنواع ؛ منها : S. acaule ، و S. berthaultii ، و S . boliviense ، و S. gourlayi ، و S. spegazzinii ، و S. sucrense ، و S. verni .

هذا .. إلا أن معظم برامج تربية البطاطس - التى تجرى لمقاومة هذا المرض - تعتمد على المقاومة التى تتوفر فى أصناف البطاطس التجارية .

كما تتوفر المقاومة لعفن الجذر الفيوزارى فى الأنواع : S. sparsipilum ، و S. tari-

jense ، و S. tuberosum ssp. andigena ، والمقاومة للذبول الفيوزارى فى الأنواع : S. acaule ، و S. kurtzianum ، و S. spegazzinii ، ومقاومة ذبول فيرتسيلليم فى النوعين : S. chacoense ، و S. kurtzianum .

وبالنسبة للأمراض البكتيرية .. تتوفر مقاومة مرض الساق السوداء (الذى تسببه البكتيريا Erwinia carotovora) فى الأصناف التجارية ، وفى الأنواع : S. acaule ، S. chacoense ، و S. microdontum ، و S. vernei ، وغيرها ، كما توجد فى S. tuberosum ssp. andigena . كذلك تتوفر مقاومة الجرب العادى الذى تسببه البكتيريا Stereptomyees sp. فى عدة أنواع منها : S. tubercoense ، و S. commersonii ، S. jamesii ، وكذلك فى S. tuberosum ssp. andigena ، وفى بعض أصناف البطاطس التجارية .أما مرض العفن الحلقى (الذى تسببه البكتيريا Corynebacterium sepedonicum) .. فإنه يقاوم –حاليا – بالتشريعات الزراعية ، إلا أن المقاومة تتوفر فى عدة أنواع ؛ منها : S. chacoense ، و S. demissum ، و S. jamesii .

وأخيرا .. فإن مقاومة مرض الذبول البكتيرى (الذى تسببه البكتيريا Pseudomonas solanacearum) تتوفر فى الأنواع S. chacoense ، و S. microdontum ، و S. Phureja (حيث الصفة سائدة ويتحكم فيها عدداً قليل من الجينات) ، و S. sparsipilum .

كذلك توجد مقاومة لمختلف الأمراض الفيروسية فى عدة أنواع من الجنس Solanum . فتتوفر المقاومة لفيرس التفاف أوراق البطاطس Potato leaf roll virus (وهى صفة كمية) فى كل من الأنواع S. acaule ، و S. demissum ، و S. tuberosum ssp. andigena ، S. stolniferum ، وفى نوعين آخرين لايكونان درنات ؛ هما : S. brevidens ، و S. etuberosum . وتتوفر المقاومة التامة extreme resistance لفيرس x البطاطس (PVX) فى الأنواع : S. acaule ، و S. berthaultii ، و S. brevicaule ، و S. rijense ، و S. tuberosum ssp. andigena . وتوجد صفة فرط الحساسية hypersensitivity (أو مقاومة الحقل field resistance) لفيرس Y البطاطس (PVY) فى الأنواع : S. demissum ، و S. phureja ، و S. stoloniferum ، وكما تتوفر المقاومة القصوى extreme resistance لنفس الفيرس (وهى صفة بسيطة) فى الأنواع : S. acaule ، و S. chacoense ، و S. gourlayi ، و S. stoloniferum كذلك تتوفر

المقاومة لفيرس M البطاطس PVM (وهى صفة يتحكم فيها عدد قليل من الجينات) فى النوع S. gourlayi ، وتوجد المقاومة لفيروويد الدرنة المغزلية Spindle tuber viroid فى كل من الأنواع : S. guerreroense ، و S. hjertingii ، و S. ltidissectum .

وبالنسبة للأمراض التى تسببها النيماتودا .. فإن المقاومة للنيماتودا الذهبية Globod-era rostochiensis ، و G. pallida (وهى صفة بسيطة) تتوفر فى أكثر من ٢٠ نوعاً منها : S. berthaultii ، و S. gourlayi ، و S . leptophyes ، و S. multidissecum ، و S. oplocense ، و S. spegazzinii ، و S. sucrense ، و S.tuberosum ssp.andigena .

وكذلك تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne ssp. فى عدة أنواع منها : S. bulbocastanum ، و S. cardiophyllum ، و S. chacoense ، و S. hjertingii ، و S. kurtzianu ، و S. microdontum ، و S. tuberosum ssp. andigena .

أما بالنسبة للآفات الحشرية .. فقد وجدت مقاومة المن (التى تعنى – أيضاً – مقاومة الفيروسات التى ينقلها المن) فى عدة أنواع ؛ منها : S. berthaultii ، و S. neocardenassi . ووجدت المقاومة لفراشة درنات البطاطس فى عدة أنواع ، منها : S. stenotomum ، و S. tuberosum ssp. andigena ، و S. spar-sipilum ، و S. tarijense ، و S. phureja ، و S. sucrense . أما المقاومة لخنفساء كلورادو .. فتوجد فى النوعين S. chacoense ، و S. demissum (عن Foldo ١٩٨٧ ، و Hermsen ١٩٨٧) .

٢ – تتوفر المقاومة للصقيع فى ٣٥ نوعاً – على الأقل – من تلك التى تنمو على ارتفاعات تزيد على ٣٥٠٠م عن سطح البحر ، مثل :

S. acaule (يعد أهم مصادر المقاومة للصقيع)
S. ajanhuiri
S. boliviense
S. curtilobum
S. etuberosum (لا يكون درنات)
S. juzepczkii
S. pumilum
S. raphanifolium
S. sactae - rosea

٣ – تتوفر المقاومة للحرارة والجفاف فى الأنواع التى تنمو فى المناطق الحارة الجافة مثل :

S. chacoense	S. commersonii
S. gourlayi	S. ochoae
S. spegazzinii	S. tarijense

٤ – صفات الجودة :

تتميز درنات النوع S. phureja بارتفاع محتواها من البروتين ، كما تتميز هى ودرنات النوعين : S. chacoense ، و S. goniocalyx بالقدرة على التخزين فى درجات الحرارة المنخفضة ، دون أن يزداد فيها تراكم السكريات المختزلة بشكل ملحوظ ، كما يحدث فى البطاطس التجارية . كذلك تتميز درنات النوع S. vernei بارتفاع محتواها من النشا .

يحفظ جيرمبلازم البطاطس إما جنسياً فى صورة بذور حقيقية أو حبوب لقاح ، وإما لاجنسياً فى صورة سلالات خضرية من خلال مزارع الأنسجة أو الأكثار الخضرى العادى بالدرنات .

يعتبر حفظ الجيرمبلازم بالبذور الحقيقية أسهل وأقل تكلفة من وسائل الحفظ بالأجزاء الخضرية ، كما تجعل من السهل المحافظة على الجيرمبلازم خالياً من الإصابات الفيرسية ؛ نظراً لأنه لا ينتقل عن طريق البذور سوى عدد قليل من الفيروسات ؛ هى على وجه التحديد : فيرس T البطاطس (PVT) ، وفيرس إنديز البطاطس الكامن Andean Potato Latent Virus ، وفيرويد الدرنة المغزلية Spindle Tuber Viroid . كذلك .. فإن حفظ الجيرمبلازم فى صورة بذور حقيقية يسهل حركته وتداوله بين الباحثين ، ويجنبهم مشاكل الحجر الزراعى .

وفضلاً على ذلك . فإن البذور الحقيقية وحبوب اللقاح ذات نسبة الرطوبة المنخفضة .. يمكن حفظها فى درجات الحرارة المنخفضة لسنوات عديدة . هذا إلا أن حفظ الجيرمبلازم على هاتين الصورتين (البذور الحقيقية ، وحبوب اللقاح) لا يكون عملياً إلا عند الرغبة فى مجرد حفظ كل التباينات الوراثية –بشكل عام – دون الاهتمام بتركيب وراثى بعينه .

ونظراً لأن البطاطس على درجة عالية من عدم التجانس الوراثى highly heterozy-gous ، لذا .. فإنه من الأفضل حفظ التركيب الوراثى المرغوب ذاته ، وهو أمر لا يتأتى إلا باتباع وسائل الإكثار الخضرى .

وقد كانت طريقة الإكثار بالدرنات هى السائدة إلى عهد قريب ، حتى بدأ الاهتمام بوسائل حفظ الجيرمبلازم على صورة مزارع أنسجة (خالية أو غير خالية من الفيروسات) .تتميز هذه المزارع بإمكان حفظها لمدة ٢ - ٣ سنوات دون الحاجة إلى شتلها، كما يسهل تداولها (كمزارع القمة الخضرية أو الميرستيمية Shoot tip or meristem cultures ، ومزارع العقل الساقية cultures of nodal cuttings) ، وربما يمكن حفظها لأجل طويل فى درجات الحرارة الشديدة الانخفاض (cryo - preservation)؛ كالحفظ فى النيتروجين السائل (عن Foldo ١٩٨٧) .

الهجن النوعية فى الجنس Solanum

يصعب إجراء عديد من الهجن النوعية فى الجنس Solanum ، وربما لا يمكن إنتاج عدد كاف من البذور لعزل التراكيب الوراثية المرغوبة ؛ لذا .. فإنه يفضل - دائماً - قبل محاولة إجراء التلقيحات النوعية البعيدة اتباع الخطوات التالية :

١ - تقييم النوع البرى جيداً بالنسبة للصفات المرغوبة التى يراد نقلها منه .

٢ - تجميع الجينات المرغوبة التى تتحكم فى صفات مختلفة - والتى توجد فى سلالات مختلفة من النوع البرى - فى سلالة واحدة .

٣ - تجميع وتركيز الجينات التى تتحكم فى الصفة الكمية الواحدة - والتى توجد فى سلالات مختلفة من النوع البرى - فى سلالة واحدة .

٤ - دراسة وراثة الصفات المرغوبة فى النوع البرى ؛ ليمكن تجنب المشاكل التى قد تنشأ من النسب الانعزالية غير العادية .

ويلزم - قبل الحكم على ما إذا كان الهجين النوعى ناجحاً أم غير ناجح - محاولة إجرائه مع سلالات مختلفة من النوع البرى ، وفى ظروف بيئية متباينة . وقد يتطلب الأمر الاستعانة بأنواع قنطرية bridge species لتهجن مع النوع البرى المرغوب ، ثم يهجن الهجين النوعى الناتج من ذلك مع البطاطس ؛ الأمر الذى قد يؤدى إلى فقد نسبة كبيرة من

الجينات المرغوبة إن لم تظهر فى الانعزالات .

هذا .. ولا يعول – كثيراً – عند إنتاج الهجن النوعية فى الجنس Solanum على الهجن الجسمية somatic hybrids ؛ بسبب قصور هذه الطريقة فيما يلى :

١ – تؤدى إلى إنتاج تركيب وراثى واحد جديد دون ظهور أية انعزالات .

٢ – يحتوى الهجين الجسمى الناتج على الهيئة الكروموسومية الكاملة للنوعين المهجنين .

٣ – لا يكون الهجين الجسمى مزهراً فى أغلب الحالات ؛ وإذا أزهر .. فإن أزهاره تكون عقيمة – غالباً – بسبب عدم التوازن الجينى .

٤ – تكون التهجينات الجسمية – غالبا – أصعب من الهجن الأصلية (Sneep & Hen-driksen ١٩٧٩) .

ويتعين – قبل اختيار النوع البرى الذى يرغب فى تلقيحه مع البطاطس – أخذ الأمور التالية في الحسبان :

١ – درجة الصلة بالنوع S. tuberosum :

تساعد القرابة والصلة الشديدتان – بين النوع البرى والبطاطس المزروعة – على سهولة إجراء التلقيحات ، وسهولة نقل الجينات المرغوبة . أما الأنواع البرية البعيدة الصلة بالبطاطس .. فلا ينصح باستعمالها إلا إذا كانت تحمل جينات هامة للغاية لا تتوفر فى أى من الأنواع الأكثر قرباً من البطاطس ؛ ويرجع السبب فى ذلك إلى أن الأنواع البعيدة يصعب – غالباً – أو يستحيل تلقيحها مع البطاطس ؛ الأمر الذى قد يتطلب محاولة إجراء التلقيح على نطاق واسع ، أو تغيير مستوى التضاعف ، أو استعمال أنواع قنطرية للمساعدة على نجاح التلقيح ، أو اللجوء إلى الهجن الجسمية .

٢ – مستوى التضاعف

تعتبر الحالة الثنائية diploidy أنسب مستويات التضاعف لإجراء التلقيحات النوعية لنقل الصفات المرغوبة ؛ ولذا .. فإن من الضرورى تربية سلالات ثنائية جيدة الصفات من S. tuberosum ؛ لاستخدامها كآباء فى التلقيحات مع كل من الأنواع الثنائية والأنواع المتضاعفة هجينياً allopolyploids .

ويذكر أن الأنواع الهجينية التضاعف الرباعية Allotetraploids تتهجن بسهولة مع البطاطس الثنائية diploid ، بينما يكون من الصعب كثيراً تلقيحها مع البطاطس العادية الذاتية التضاعف الرباعية autotetraploids . ويشترط لنجاح التلقيح الأخير مضاعفة البطاطس الرباعية لتصبح ثمانية التضاعف octaploid قبل إجراء التلقيح .

٣ – طرز ومستويات وراثة حالات المقاومة وراثة الصفات الهامة المرغوب فيها :

بينما يسهل نقل الصفات البسيطة السائدة .. فإن الصفات الكمية يكون من الصعب نقلها ، وتزداد درجة الصعوبة مع زيادة عدد الجينات التى تتحكم فى الصفة . هذا برغم أن المقاومة الكمية للآفات تكون أشمل وأعم لمعظم سلالات الطفيل أو كلها ، وتبقى لفترات طويلة دون أن تفقد ، بعكس المقاومة البسيطة التى تكون – غالباً – متخصصة ضد سلالة معينة من الطفيل ، وتفقد فى غضون سنوات قليلة من إدخال الصنف المقاوم فى الزراعة .

واعتمادا على ما سبق بيانه .. فإن أفضلية اختيار الأنواع التى تهجن مع البطاطس فى برامج التربية تكون حسب الترتيب التنازلى التالى :

١ – الطرز الثنائية dihaploid من البطاطس S. tuberosum .

٢ – الطرز البدائية الثنائية والرباعية من البطاطس .

٣ – الأنواع البرية الثنائية من سلسلة Tuberosa .

٤ – الأنواع البرية الثنائية من سلسلتى Commersoniana ، و Megistacroloba .

٥ – الأنواع الذاتية التضاعف الرباعيةalloteoraploid من سلسلة Longipedicellata .

٦ – الأنواع السداسية التضاعف hexap;oid من سلسلة Tuberosa .

٧ – الأنواع السداسية التضاعف من سلسلة Demissa .

٨ – الأنواع الثنائية التضاعف من أنواع السلاسل البعيدة .

٩ – الأنواع العديدة التضاعف من أنواع السلاسل البعيدة (عن Hermsen ١٩٨٧) .

ويوجد اعتقاد لدى مربى البطاطس بإمكان إجراء الهجن النوعية – بين البطاطس المزروعة ومعظم الأنواع البرية – إذا أمكن تعديل مستوى التضاعف فى أى من الأبوين إلى المستوى الذى يسمح بإجراء التهجين النوعى .. إلا أن بعض الأنواع البرية الغنية بمحتواها من الجينات الهامة لم يمكن إخضاعها لتلك القاعدة . ونضرب مثالاً على ذلك .. النوعين

S. brevidens ، و S. etuberosum .. فكلاهما يعد مصدراً ممتازاً لجينات المقاومة لتكاثر فيرس التفاف أوراق البطاطس ، ولم يمكن تلقيحهما مع البطاطس . ولحالات كهذه .. اقترح نظام للتهجين مع البطاطس المزروعة ، يتضمن استخدام أنواع قنطرية ، مع تعديلات فى مستويات التضاعف الكروموسومى كمايلى :

١ – يستخدم النوعان : B_1 ، و B_2 يتميزان – إلى جانب كونهما نوعين قنطريين للتهجين المرغوب – باحتوائهما على جينات مرغوب فيها يمكن أن تنعزل فى الهجين النوعى النهائى . ومن أمثلة الأنواع القنطرية التى يمكن أن تصلح – كآباء ، أو كأمهات فى تهجينات مع أنواع معينة (S) يرغب فى تهجينها مع البطاطس – مايلى :

الأنواع التى يراد تهجينها	الأنواع القنطرية التى يمكن استخدامها	
مع البطاطس(S)	(B_1)	(B_2)
S. bulbocastanum	S. acaule (أم)	S. phureja (أب)
S. pinnatisectum	S. verrucosum (أب)	S. stoloniferum (أب)
S. brevidens	S. pinnatisectum	S. verrucosum (أم)
S. etuberosum	S. jamesii (أب)	S. acaule (أم)

٢ – تجرى سلسلة من التهجينات والتعديلات فى مستويات تضاعف الهيئات الكروموسومية كمايلى (علماً بأن T تشير إلى الهيئة الكروموسومية للبطاطس ، و تشير S إلى الهيئة الكروموسومية للنوع الذى يراد تهجينه مع البطاطس ، وتشير B_1 ، و B_2 إلى الهيئتين الكروموسوميتين للنوعين القنطريين المستخدمين ، و تشير ٢ س ، و ٤ س ، و ٥ س ، و ٦ س إلى مستويات التضاعف الكروموسومى):

أ – يهجن SS (٢س) كأم مع $B_1 B_1$ (٢س) كأب ، لإنتاج الهجين النوعى SB_1 (٢س) الذى يكون عقيماً .

ب – تضاعف كروموسومات الهجين النوعى SB_1 (٢س) ؛ ليصبح SSB_1B_1 (٤س) وخصباً .

جـ – يهجن SSB_1B_1 (٤س) كأم مع B_2B_2 (٢س) كأب لإنتاج الهجين النوعى الثلاثى SB_1B_2 (٣س) الذى يكون عقيماً .

د - تضاعف كروموسومات الهجين النوعى الثلاثى SB_1B_2 (٣س) ؛ ليصبح SSB_1 B_1 B_2 B_2 (٦ س) وخصباً .

هـ - يهجن SSB_1 B_1 B_2 B_2 (٦س) كأم مع البطاطس TTTT (٤س) كأب لإنتاج الهجين النوعى الرباعى SB_1 B_2 TT (٥س) الذى يكون خصباً أنثوياً .

وبمجرد إنتاج هذا الهجين الخماسى التضاعف .. فإنه لا توجد أية معوقات أمام فرص تحسينه بالتهجين الرجعى إلى الأصناف التجارية (عن Hermsen ١٩٨٩) .

ومن بين الأنواع البرية التى استخدمت بالفعل فى التربية وهجنت مع البطاطس المزروعة مايلى :

١ - النوع S. demissum : استخدم كمصدر لمقاومة الندوة المتأخرة وفيرس التفاف أوراق البطاطس منذ نهاية القرن التاسع عشر ، ويدخل فى التركيب الوراثى لعديد من الأصناف التجارية الشائعة .

٢ - السلالات البرية من S. tuberosum ssp. tuberosum التى تنمو فى شيلى : نقلت منها جينات المقاومة للفطر Synchytrium endobioticum ولفيرس Y البطاطس .

٣ - الصنف النباتى S. tuberosum ssp. andigena : استخدم كمصدر لمقاومة النيماتودا المتحوصلة Globodera rostochiensis ، وفيروسات : X ، و Y ، و Z .

٤ - النوع S. phureja : استخدم كمصدر لمقاومة البكتيريا Pseudomonas solanacearum .

٥ - النوع S. vernei : حُصِلَ منه على صفات المقاومة لبعض سلالات النيماتودا المتحوصلة G. pallida ، والمحتوى المرتفع من النشا .

٦ - النوع S. stoloniferum : استخدم كمصدر للمقاومة الأفقية (مقاومة الحقل Field resistance) لمرض الندوة المتأخرة ، ولفيروسى A ، و Y .

٧ - السلالة EBS 510 من النوع S. spegazzinii : استخدمت كمصدر لمقاومة الفطر المسبب للجرب scab ، والفطر Fusarium coeruleum (وقد ظهرت الصفتان فى الأجيال الانعزالية) ، وعديد من سلالات النيماتودا G. rostochiensis .

٨ - النوع S. acaule : استخدم كمصدر لمقاومة فيرس X ، كما ظهرت صفة المقاومة لفيرس التفاف أوراق البطاطس فى الأجيال الانعزالية .

ويقرر Hermsen (١٩٨٩) أن ٧٧ ٪ من أصناف البطاطس يوجد بها جينات من الأنواع البرية . إلا أن عدد الأنواع التى استخدمت فى هذا المجال لم يتعد ١٢ نوعاً من جملة الأنواع البرية المعروفة ، التى وصل عددها إلى ١٧٥ نوعاً .

كما أن الغالبية العظمى من الأصناف التجارية – التى حصلت على جينات من أنواع برية – تلقت تلك الجينات من نوعين فقط ؛ هما : S. demissum ، و S. tuberosum ssp. andigena ؛ حيث استخدم النوع الأول كمصدر لمقاومة مرض الندوة المتأخرة ، والنوع الثانى كمصدر لمقاومة النيماتودا المتحوصلة Globodera rostochiensis . وفيما يلى بيان بأهم الأنواع البرية التى نقلت منها جينات إلى أصناف تجارية من البطاطس ، وعدد تلك الأصناف ، علما بأنها تتضمن – فقط – جميع الأصناف الأوروبية ، باستثناء الأصناف المنتجة فى الاتحاد السوفيتى (سابقا) :

النوع البرى	عدد الأصناف	النوع البرى	عدد الأصناف
S. demissum	٣٣٥	S. spegazzinii	١١
S. tuberosum ssp. andigema	٢٩٨	S. chacoense	١٠
S. vernei	٤١	S. microdontum	٢
S. stoloniferum	٤١	S. verrucosum	٢
S. acaule	٣٩	S. sparsipilum	١
S. phureja	٢٧	S. commersonii	١

ويقرر Ross (١٩٧٨) أنه أمكن – بالفعل – نقل أية صفة جرت محاولة نقلها من الأنواع البرية إلى البطاطس المرغوبة ، وأنه لم تظهر أية صعوبة فى التخلص من الصفات غير المرغوبة بعد عدة أجيال من التلقيحات الرجعية ، بما فى ذلك صفة المحتوى المرتفع من الجلوكوسيدات التى يرتفع تركيزها فى الأنواع البرية ، والتى أمكن – دائماً – خفض تركيزها إلى المستوى العادى بعد عدد من التلقيحات الرجعية . لكن يبقى – بالرغم من ذلك– مجال واسع جداً للاستفادة من الهجن النوعية فى تربية وتحسين البطاطس ؛ نظراً لوجود نحو ٦٠ نوعاً برياً من الجنس Solanum تتهجن بسهولة مع البطاطس ، ويمكن استخدامها

كمصدر لعديد من تلصفات .

ولمزيد من التفاصيل عن كل ما يتعلق بأنواع الجنس Solanum – بما فى ذلك توزيعها الجغرافى ، ووصفها المورفولوجى ، ووضعها التقسيمى ، وأعداد كروموسوماتها ، وإمكانات التهجين بينها – يراجع Ross (١٩٨٠) ، وHawkes (١٩٧٨ ، و ١٩٩٠) .

أساسيات تداول النبات لأغراض التربية

الإزهار وعقد الثمار

تزهر معظم أصناف البطاطس التجارية ، وبعض سلالات تحت النوع S. tuberosum ssp. andigena بوفرة (شكل ٥-١) ، إلا أن بعض الأصناف مثل بنج Bintje ، وكنج إدوارد King Edward نادراً ما تزهر ؛ حيث تنتج براعم زهرية لا تلبث أن تسقط قبل تفتحها (Howard ١٩٧٨) . وفى مصر .. لاتزهر معظم أصناف البطاطس ، وخاصة فى العروة الخريفية (عبد العال ١٩٦٤) .

شكل (٥ – ١) : حقل لأحد أصناف البطاطس فى أوج إزهاره .

وسائل تحفيز نباتات البطاطس للإزهار

يمكن تحفيز نباتات البطاطس للإزهار باتباع إحدى الوسائل التالية :