العقم الذكرى وعدم التوافق

تنحصر أوجه الاستفادة من ظاهرتى العقم الذكرى وعدم التوافق فى إنتاج بذور الهجن التجارية ، وهو أمر لم يكن له أية أهمية بالنسبة للبطاطس إلى الوقت الحاضر . هذا .. إلا أن التوسع المتوقع -مستقبلاً - فى استخدام البذور الحقيقية فى إنتاج البطاطس يمكن أن يقود إلى إنتاج أصناف هجين تكثر بتلك الطريقة ، ويمكن -حينئذ - الاستفادة من هاتين الظاهرتين فى إنتاج الهجن . كذلك تفيد دراسة الظاهرتين فى تجنب المشاكل التى قد تنشأ من أى منهما عند إجراء التلقيحات بين الأصناف ، أو الهجن النوعية لأغراض التربية .

تنتشر ظاهرة العقم الذكرى فى عدد كبير من أصناف البطاطس ؛ وترجع هذه الظاهرة إلى عامل وراثى واحد سائد فى بعض الأصناف ، وإلى عوامل متنحية فى أصناف أخرى ، وإلى عوامل وراثية وسيتوبلازمية فى مجموعة ثالثة من الأصناف .

كذلك تنتشر ظاهرة عدم التوافق - من النوع الجاميطى - فى عدد كبير من الأنواع الثنائية التضاعف من الجنس Solanum وتشمل أنواعا مزروعة وأخرى برية . وبرغم احتواء البطاطس المزروعة (الرباعية) S. tuberosum على عوامل عدم التوافق .. إلا أنها متوافقة ذاتياً . وربما يرجع ذلك إلى التفاعل التنافسى Competitve Reaction بين عوامل عدم التوافق فى الطرز المتضاعفة ؛ فنجد أن حبة اللقاح ذات التركيب الوراثى S_1 S_2 يمكنها الإنبات على أى ميسم ؛ بما فى ذلك المياسم التى تحمل الأليلين S_1 ، و S_2 مثل S_1 S_1 S_2 S_2 .

أما حبوب اللقاح ذات التركيب الوراثى S_1 S_1 ، أو S_2 S_2 .. فإنها لا تستطيع الإنبات على المياسم ذات التركيب الوراثى S_1 S_1 S_2 S_2 (Howard ١٩٦٩) . وبالرغم من ذلك .. فإن البطاطس المزروعة تتشابه مع الأنواع الثنائية فى كونهما خلطياً التلقيح فى الطبيعة ، وأنهما يتعرضان للتدهور فى قوة النمو إذا ما أخضعتا للتربية الداخلية .

استخدامات مزارع الأنسجة فى مجال تربية البطاطس

تعد البطاطس من أكثر المحاصيل الزراعية التى طبقت عليها مختلف تقنيات مزارع الأنسجة فى مجالات الإنتاج والتربية ، وحفظ وتداول الجيرمبلازم . ونقدم - فيمايلى -

عرضاً سريعاً لأنواع مزارع الأنسجة التى ينتشر استعمالها فى البطاطس ومجالات الاستفادة منها :

١ - مزارع القمة الميرستيمية Meristem Culture

تعد مزارع القمة الميرستيمية هى الطريقة الوحيدة المستخدمة لتخليص أصناف وسلالات البطاطس من الفيروسات - بصورة مؤكدة - دون أن يترتب على ذلك حدوث أية تغيرات وراثية . وتنتشر تلك الطريقة - حالياً - على نطاق واسع لهذا الغرض ؛ بسبب كثرة الفيروسات التى تصيب البطاطس جهازياً . كذلك تعد القمم الميرستيمية المزروعة فى الجزء النباتى المفضل لحفظ الجيرمبلازم فى درجات الحرارة الشديدة الانخفاض ؛ كالحفظ فى النيتروجين السائل على درجة حرارة - ١٩٦°م .

٢ - مزارع القمة الخضرية Shoot Tip Culture

تستخدم مزارع القمة الخضرية - حالياً - على نطاق واسع ؛ كوسيلة سريعة لإكثار السلالات الخضرية الخالية من الفيرس تحت ظروف تسمح باستمرار خلوها منه . كما يمكن بالمعاملة بالمركبات الكيميائية المضادة للفيروسات - مثل رايبافيرن ribavirin -إنتاج نباتات خالية من الفيرس من مزارع القمة الخضرية ، علما بأن تقنياتها أسهل كثيراً من تقنيات مزارع القمة الميرستيمية .

٣ - مزارع العقل الساقية Nodal Segment Cuttings

تستخدم مزارع العقل الساقية - مع القمة الخضرية - فى الإكثار السريع للأصناف والسلالات الخضرية الخالية من الفيروسات .. علما بأن النباتات المكثرة بأى من الطريقتن لاتحدث بها أية تغيرات وراثية ، مقارنة - مثلاً - بالنباتات التى تنتج من مزارع الكالس . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Wooster & Dixon (١٩٨٧) .

٤ - مزارع الكالس Callus Culture

تستخدم مزارع الكالس للحصول على اختلافات وراثية تظهر كطفرات فى مزارع الكالس . وترجع أهمية ذلك إلى أن النباتات التى تظهر بها هذه الطفرات تنشأ - غالباً -

من خلية واحدة ؛ وبذا .. فإن الطفرة تظهر فى جميع أنسجة النبات ، بعكس حالات الكايميرا Chimera التى تشمل جزءاً محدوداً من أنسجة النبات ، والتى تنشأ من طفرات تحدث فى إحدى خلايا النسيج أثناء نموه .

٥ - مزارع المتوك Anther Cltture

تنجح مزارع المتوك بشكل طبيعى مع البطاطس ، ويمكن - عن طريقها - خفض مستوى التضاعف فى الأصناف المزروعة من المستوى الرباعى autotetraploidy (٢ن = ٤س = ٤٨) إلى المستوى الثنائى dihaploidy (٢ن = ٢س = ٢٤) ، ثم إلى المستوى الأحادى monohaploidy (٢ن = س = ١٢) . فإذا تحقق ذلك .. أمكن إنتاج سلالات أصيلة بمضاعفة الكروموسومات . كما يمكن - عن طريق الانتخاب - إنتاج أصناف صادقة التربية تكثر بذرياً ، وسلالات تصلح لإنتاج هجن بذرية تتميز بقوة الهجين . ويسمح ذلك كله بتحويل البطاطس من محصول يكثر بالدرنات إلى محصول يكثر بالبذور ، وبذا .. يمكن التخلص من أكبر مشكلة تواجه زراعة البطاطس فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ، ألا وهى صعوبة إنتاج تقاوٍ محلية تكون خالية من الفيروسات فى الوقت الذى ترتفع فيه أسعار التقاوى المستوردة .

وفضلاً عما تقدم .. فإن الطفرات التى تظهر فى الخلايا الأحادية - من خلال برنامج للتربية بالطفرات ، أو بتقنيات الهندسة الوراثية - يمكن ظهورها بشكل مباشر وعلى مستوى النبات كله حتى ولو كانت متنحية .

إن الطريقة الاعتيادية لخفض مستوى التضاعف فى البطاطس هى اللجوء إلى التوالد البكرى الأنثوى Female Parthenogensis . وبرغم توفر تلك الطريقة إلا أن مزارع المتوك تفضلها للأسباب التالية :

أ - يتوفر - بكل زهرة - عدد من التراكيب الوراثية المختلفة فى حبوب اللقاح أكثر بكثير من تلك التى تتوفر فى البيضات . ويمكن الحصول - من مزارع المتوك - على عدد من النباتات الأحادية ، يزيد عدة أضعاف على عدد النباتات التى يمكن الحصول عليها بالتوالد البكرى الأنثوى .

ب - لا ينتج التوالد البكرى الأنثوى سوى نباتات قليلة جدا فى بعض الأنواع البرية من

الجنس Sloanum ، بينما تنجح مزارع المتوك مع جميع الأنواع ، وتعد هذه وسيلة فعالة للحصول على النباتات الأحادية .

جـ – إن معظم النباتات الأحادية التى تنتج من مزارع المتوك تتضاعف – تلقائيا– إلى الحالة الثنائية ، دونما حاجة إلى المعاملة بالكولشيسين .

٦ - مزارع البروتوبلازم Protoplast Culture

تتميز مزارع البروتوبلازم بأن النباتات التى تنتج منها تنشأ من خلايا مفردة ؛ ولذلك أهميته الكبيرة بالنسبة للتربية بالطفرات ، والهندسة الوراثية ، والتهجينات الجسمية somat-ic hybridization . وقد أمكن – بواسطة مزارع البروتوبلازم – إنتاج أصناف جديدة رباعية التضاعف من البطاطس ، وهجن نوعية جسمية بدمج بروتوبلازم البطاطس مع كل من الطماطم ، والنوع S. chacoense ، كما أنتج هجين جسمى نوعى بين البطاطس الثنائية dihaploid ، والنوع S. nigrum . كذلك أمكن إنتاج هجين جسمى بين أحد أصناف البطاطس والنوع S. brevidens ، وهجين جسمى آخر بين النوع S. brevidens وطراز بدائى ثنائى من البطاطس . وقد كان الهجين الأول عقيما عقما تاماً وسداسى التضاعف ، بينما كان الهجين الثانى خصباً جزئياً ورباعى التضاعف هجينياً .

هذا .. وتتوفر أسباب جيدة لإثارة الشكوك حول الهجن الجسمية بين الأنواع التى لا تهجن جنسيا ، وهى :

١ – قد يحدث فقد لبعض كروموسومات الهجين الجسمى يؤدى إلى العقم .

٢ – إذا لم تفقد بعض الكروموسومات .. فإن التقارن التفاضلى Preferential Pair-ing ربما يمنع تبادل الجينات بين الكروموسومات الأبوية .

٣ – ربما يكون التلقيح الرجعى للبطاطس فى نفس صعوبة التهجين النوعى الجنسى ؛ الأمر الذى يتطلب إنتاج هجين جسمى آخر ، وهو ما قد يزيد من عدد الكروموسومات إلى المستوى الذى لا يتوقع معه أن يكون الانقسام الاختزالى طبيعياً .

وبالرغم من ذلك .. فإن مزارع البروتوبلازم يمكن أن تفيد فى أغراض الهندسة الوراثية لنقل الجينات الهامة من الأنواع البرية إلى البطاطس ، دونما حاجة إلى القلق بشأن أى تدهور فى صفات النبات أو صفات الجودة .

ولكن المشكلة هى أن معظم صفات البطاطس الهامة كمية ، ومن الصعب - كثيراً - نقلها بطرق الهندسة الوراثية .

وعن الاختلافات الوراثية التى تظهر فى مزارع البروتوبلازم .. يراجع Bright وآخرون (١٩٨٣).

٧ - حفظ الجيرمبلازم

إن حفظ الأعداد الكبيرة من سلالات الجنس Solanum التى تكون درنات ، والتى تتوفر فى مراكز وبنوك الجيرمبلازم يتطلب زراعة الدرنات سنويا ، وهو أمر باهظ التكلفة ، ويعرض السلالات للإصابات الفيروسية ؛ لذا .. فإن حفظ الجيرمبلازم - عن طريق مزارع الأنسجة - يعد هو البديل المنطقى لعملية الزراعة السنوية .

وقد أمكن حفظ السلالات الخضرية - بعد تخليصها من الفيرس - كنباتات مزارع صغيرة Plantlets ، أو كدرنات صغيرة microtubers فى مزارع معقمة . ويعد حفظ هذه السلالات في النيتروجين السائل على درجة - ١٩٦°م طريقة فعّالة لتوفير مصدر من السلالات الأصلية لعملية الإكثار الدورية . كذلك تفيد هذه الطرق فى تسهيل تبادل الجيرمبلازم عبر الحجر الزراعى بين الدول . ويمكن الحصول على مزيد من التفاصيل عن حفظ الجيرمبلازم فى صورة مزارع أنسجة بمراجعة Henshaw وآخرين (١٩٨٠) .

ولمزيد من التفاصيل العملية عن جميع أنواع مزارع الأنسجة المستخدمة فى البطاطس.. يراجع Wang & Hu (١٩٨٥) .

٨ - الهندسة الوراثية

تفيد الهندسة الوراثية فى نقل جينات معينة مرغوب فيها من الأنواع البرية - قريبة كانت ، أم بعيدة عن البطاطس - إلى الأصناف التجارية الناجحة من المحصول دونما حاجة إلى الدخول فى تعقيدات التلقيحات الرجعية ، والانتخاب للصفات البستانية وصفات الجودة لسنوات عديدة بعد إجراء الهجين النوعى . هذا .. فضلاً على أن البطاطس - كمحصول خضرى التكاثر - لا يمكن تربيته بطريقة التهجين الرجعى ؛ بمعنى أنه لا يمكن نقل صفة

مرغوب فيها إلى صنف مفضل ، دون أن تحدث تغيرات وراثية جوهرية فى الصنف ، تحيله إلى صنف جديد ، قد يكون أفضل ، أو أقل جودة من الصنف الأصلى ، ولكنه لا يكون مماثلاً له أبداً . ولكن هذا الأمر ممكن – نظرياً – بطريق الهندسة الوراثية .

وقد بذلت محاولات فى هذا الشأن باستخدام البكتيريا Agrobacterium tumfaciens ولكنها مازالت فى طور التجارب . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Flavell (١٩٨٧) ، و Ooms (١٩٨٧) .

طرق التربية

تتبع طرق خاصة فى تربية البطاطس ، ويعتمد اختيار هذه الطرق على الحقائق التالية :

١ – البطاطس محصول خضرى التكاثر

يعد التكاثر الخضرى ميزة كبيرة لمربى البطاطس ، لأنه يمكن المربى من إكثار أى تركيب وراثى مرغوب دونما حاجة إلى جعله صادق التربية ؛ حيث يقنع المربى بالشكل الظاهرى للنبات المرغوب فيه ، مادام هذا الشكل انعكاساً حقيقياً لتركيبه الوراثى ، دون أن يهتم بتوصيل هذا التركيب الوراثى إلى حالة الأصالة الوراثية .

ولكن يعيب التكاثر الخضرى إصابة البطاطس بعديد من الأمراض الفيرسية التى تنتقل من جيل لآخر عن طريق الدرنات . فإذا أصيبت جميع نباتات إحدى السلالات الخضرية بفيرس ما .. لزم تخليصها منه ، ليمكن الاستفادة منها فى برامج التربية .

ويتم تخليص النباتات من الفيروسات ؛ بالإكثار الدقيق بواسطة مزارع القمة الميرستيمية التى تكون خالية من الإصابات الفيروسية . وبسبب مشكلة الإصابات الفيروسية .. فإن برامج تربية البطاطس تجرى غالباً فى المناطق الباردة التى يقل فيها نشاط حشرة المن .. الناقل الرئيسى لعدد كبير من فيروسات البطاطس .

٢ – البطاطس نبات خليط وراثياً

يعد نبات البطاطس على درجة عالية من الخلط الوراثى heterozygosity ؛ وعليه .. فإنه تلزم زراعة عدة آلاف من النباتات فى الجيل الثانى لأى تلقيح ؛ لكى يمكن الحصول

على أحد التركيبات الوراثية المرغوبة .

ويذكر Smith (١٩٦٨) أنه يفحص - فى الولايات المتحدة - نحو ٣٠٠ ألف بادرة بطاطس سنويا (قبل عام ١٩٦٨) ، بينما لا ينتج سوى ستة أصناف كل عام ، ولا ينجح وينتشر فى الزراعة سوى عدد قليل منها .

إن احتمال أن تصبح أية بادرة - من أى تلقيح - صنفاً جديداً لهو احتمال ضعيف للغاية . وأول مايجب على مربى البطاطس أخذه - فى الحسبان - هو الواقعية ؛ لأن " الصنف الكامل " ليس له وجود ، وهناك من الأسباب ما يجعلنا نعتقد باستحالة تواجده . خذ - مثلاً - ما يحدث عند انتخاب البادرات التى يمكن أن تكون إحداها أساساً لصنف جديد بعد إجراء التلقيح المرغوب .

يلزم - أولا - اختيار البادرات التى يكون نضج درناتها فى الموعد المرغوب ؛ لإخضاعها لاختبارات الصفات الاقتصادية الهامة التى نفترض أنها تكون مستقلة فى وراثتها . فإذا افترضنا أن الانتخاب يكون على مستوى ١٠ ٪ (أفضل ١٠ ٪ من السلالات) بالنسبة لصفات المحصول ، وشكل الدرنة ، والتشقق ، والصفات الأكلية ، والمقاومة للندوة المتأخرة ، والمقاومة لفيرس التفاف الأوراق ، والجرب ، وعلى مستوى ٢٠ ٪ بالنسبة لصفات حجم الدرنة ، وطبيعة النمو الخضرى ، واللون الداخلى ، والمقاومة لأربعة أمراض أخرى ، وعلى مستوى ٥٠ ٪ بالنسبة لصفات لون الجلد ، ومقاومة التثأل ، والمقاومة لفيرس Y البطاطس ..فإن السلالة التى تكون مرضية للمربى وتحتوى على السبع عشرة صفة المرغوبة تظهر بمعدل مرة فى كل ١٠ ملايين بادرة . هذا ..مع العلم بأن أشد حالات الانتخاب (على مستوى١٠٪) ليس شديداً فى واقع الأمر ، ولم يفترض حدوثه إلا بالنسبة لسبع صفات فقط. وحتى إذا ماأجرى الانتخاب على مستوى ٥٠٪ بالنسبة لجميع الصفات. فإن احتمال ظهورالتركيب الوراثى المرغوب لايتعدى واحداً فى كل ١٥٠٠٠٠ بادرة .

ويستنتج من ذلك أن على المربى أن يهتم بعدد أقل من الصفات ، أو أن يجرى الانتخاب على مستوى أقل شدة . ومن الطبيعى أن الارتباطات غير المرغوبة بين الصفات تجعل الانتخاب أكثر صعوبة (عن Howard ١٩٧٨) .

٣ - البطاطس نبات رباعى التضاعف

إن كون البطاطس رباعية التضاعف يعنى أن كل جين يوجد ممثلاً أربع مرات . فلو فرض وجود أليلين لجين ما .. فإن ذلك يعنى توفر خمسة تراكيب وراثية مختلفة لهذا الجين . وفى حالة غياب السيادة .. يكون لكل تركيب وراثى شكل ظاهرى خاص به . وقد يمكن التمييز بين هذه التراكيب الوراثية ، ويتوقف ذلك على مدى تأثر الصفة بالعوامل البيئية ، ومدى حساسية الأجهزة المستخدمة فى قياس تلك الصفة .

أما إذا كان عدد الجينات التى تتحكم فى الصفة اثنين ، وكان لكل منهما أليلان .. فإن عدد التراكيب الوراثية الممكنة يصبح ٢٥ . فإذا كان الجينان المتحكمان فى الصفةمتساويين فى تأثيرهما ، ولا يتفاعلان معاً .. فإن الأشكال المظهرية تكون ممثلة كالتالى :

شكل مظهرى واحد يكون ممثلاً بخمسة تراكيب وراثية .
شكلان مظهريان يكون كل منهما ممثلاً بأربعة تراكيب وراثية .
شكلان مظهريان يكون كل منهما ممثلاً بثلاثة تراكيب وراثية .
شكلان مظهريان يكون كل منهما ممثلاً بتركيبين وراثيين .
شكلان مظهريان يكون كل منهما ممثلاً بتركيب وراثى واحد .

ويعنى ذلك استحالة التعرف على التركيب الوراثى من الشكل الظاهرى للفرد ، حتى فى غياب السيادة .

أما إذا كانت الصفة كمية ، ويتحكم فيها - مثلاً - ١٠ جينات ، وكانت الجينات متساوية فى تأثيرها على الصفة ، ولا تتفاعل مع بعضها البعض .. فإن عدد التراكيب الوراثية الممكنة يصبح ٩٧٦٥٦٢٥ ، بينما لا يتوفر سوى ٤١ شكلاً مظهرياً ، منها اثنان فقط يكون كل منهما ممثلاً بتركيب وراثى واحد . فإذا علمنا باحتمال وجود درجات مختلفة من السيادة والتفوق بين مختلف الأليلات والجينات ، واحتمال عدم تساوى الجينات فى تأثيرها .. لأمكننا

تقدير مدى صعوبة التعرف على التركيب الوراثى المرغوب من الشكل الظاهرى للفرد . ومما يزيد من تعقيد المشكلة .. أن معظم الصفات الاقتصادية الهامة – مثل المحصول والكثافة النوعية – ذات درجات توريث منخفضة جدا ، وتتأثر – بشدة – بالعوامل البيئية (Plaisted ١٩٦٦) .

تربية البطاطس بطرق التهجين والانتخاب

تتبع الخطوات التالية – عادة – فى برامج تربية البطاطس بالتهجين والانتخاب :

١ – تختار الآباء التى تهجن معاً لبدء برنامج التربية ، وتكون –عادة – من الأصناف ذات الصفات البستانية المرغوبة والمقاومة للأمراض الهامة . تلقح هذه الأصناف معاً ، ويوصى بإجراء هذه الخطوة فى بيت محمى (صوبة) ؛ لكى لا يحدث أى خلط وراثى . وتفضل خطوة التلقيحات بين الأصناف – هذه – عن التلقيح الذاتى الذى يجرى أحياناً . ويفضل – دائماً – أن يكون أحد الآباء صنفاً تجارياً ناجحاً ذا صفات بستانية مرغوب فيها . يهجن هذا الصنف – الذى يكون من تحت النوع S. tuberosum ssp. tuberosum – مع أحد الأصناف التجارية التابعة لتحت النوع S. tuberosum ssp. andigena إن أمكن . فإن لم يتوفر صنف مناسب من مجموعة Andigena .. استخدم صنف من الأنواع الثنائية المزروعة للجنس Solanum . فإن لم تتوفر الصفة أو الصفات المطلوبة فى أى منهما .. تستخدم الأنواع البرية كبديل أخير لها .

تزرع البذور التى تنتج من التلقيحات فى مواجير أو أحواض لإنتاج الشتلة ، وتبقى فيها البادرات إلى أن تصل إلى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية إلى الرابعة ؛ حيث تشتل – حينئذ – فى قصارى ٨ سم ؛ لتبقى فيها لحين النضج ، أو إلى أن تصلح الدرنات المتكونة فيها للزراعة .

٢ – تزرع – فى السنة الثانية – الدرنات التى كونتها البادرات فى السنة الأولى ، وتنتخب أفضل الجور (hill selection) عند الحصاد على أساس الصفات البستانية ؛ مثل : المحصول الظاهر apparent yield ، وشكل الدرنات ، وعمق العيون ، ولون الجلد ، واللون الداخلى . يستبعد – على أساس هذا التقييم – نحو ٩٧ – ٩٩ ٪ من الجور ،

ويحافظ على درنات بقية الجور لمزيد من التقييم .

٣ – تزرع – فى السنة الثالثة – الدرنات التى سبق انتخابها ، فى خطوط بمعدل ١٠ جور من كل سلالة ، على مسافة ٢٥ سم بين الجور . تقيم – فى هذا العام – صفات النمو الخضرى ، وموعد النضج ، والمحصول ، والصفات البستانية . تنتخب – على أساس هذا التقييم – من ١٥ – ٢٠ ٪ فقط من السلالات ، ويحتفظ بنحو ١٠ كجم من درنات كل سلالة منها .

تؤدى دورتا الانتخاب – فى السنتين الثانية والثالثة – إلى خفض عدد النباتات من ٥٠ ألف بادرة –التى يبدأ بها البرنامج –إلى نحو ٢٥٠ سلالة خضرية ، وتكون الصفات البستانية هى الأساس التى يبنى عليه الانتخاب فى كلتا الدورتين .

٤ – تزرع – فى السنة الرابعة – درنات السلالات التى سبق انتخابها ، فى خطوط بمعدل ٥٠ جورة من كل سلالة ، على مسافة ٢٥ سم بين الجور . تقيم السلالات على أساس المحصول النسبى ، والكثافة النوعية ، وصفات الشبس ، والصفات التصنيعية الأخرى ، كما تقيم مدى حساسية الدرنات للاخضرار ، وتجرى اختبارات حقلية وداخل البيوت المحمية لمقاومة الأمراض المختلفة . وبناء على هذا التقييم .. تنتخب ٣٠ – ٤٠ سلالة فقط للإكثار والاختبار فى مناطق مختلفة .

٥ – يجرى – فى السنة الخامسة ومايليها – مزيد من الاختبارات ، مع خفض عدد السلالات المنتخبة سنوياً ، إلى أن تصل إلى سلالة واحدة أو أكثر ، تكون كل منها أساساً لصنف جديد (Akeley ١٩٦٦) .

هذا .. وتختلف تفاصيل خطوات برنامج التربية من محطة بحثية لأخرى ، ولكنها تتفق فى الإطار العام الذى سبق بيانه . وعلى سبيل المثال .. يعطى Howard (١٩٧٨) الأرقام المبينة فى جدول (٥ – ٢) عن أعداد النباتات أو السلالات المنتخبة سنوياً فى برنامج التربية المتبع فى معهد تربية النبات بكمبردج Cambridge فى إنجلترا . والتفاصيل الخاصة ببرامج تربية البطاطس المتبعة فى هولندا .. يراجع Sneep & Hendriksen (١٩٧٩) .

جدول (٥ -٢) : أعداد النباتات أو السلالات المقيمة أو المنتخبة سنوياً - فى برامج تربية البطاطس فى معهد تربية النباتات بكامبردج - انجلترا .

السنة	عدد البادرات أو السلالات الخضرية المقيمة	عدد السلالات المنتخبة
١	٢٥٠٠٠بادرة	٨٠٠٠ بادرة يحتفظ - من كل منها - بدرنة واحدة
٢	٨٠٠٠ سلالة خضرية تمثل - كل منها - بنبات واحد	١٠٠٠ سلالة خضرية
٣	١٠٠٠ سلالة خضرية تمثل - كل منها - باربعة نباتات	١٢٠ سلالة خضرية
٤	١٢٠ سلالة خضرية تمثل - كل منها - بعشرة نباتات	٤٠ سلالة خضرية
٥	٤٠ سلالة خضرية تمثل - كل منها - بثلاثين نباتا	٨ سلالات خضرية
٦	٨ سلالات خضرية تمثل - كل منها - بمئة نبات	٤ سلالات خضرية
٧	٤ سلالات خضرية تمثل - كل منها - بثلاثمائة وخمسين نباتا	٢ سلالة خضرية
٨	٢ سلالة خضرية تمثل - كل منها - بستمائة نبات	سلالة خضرية واحدة
٩	سلالة خضرية واحدة تمثل بـ ١٤٠٠ نباتا	
١٠، ١١	تجارب التقييم الموسعة	

الاستفادة من الطرز الثنائية التضاعف فى تربية البطاطس

تستخدم الطرز الثنائية التضاعف فى إنتاج أصناف جديدة من البطاطس الرباعية من خلال الخطوات التالية .

١ - إنتاج طرز ثنائية من البطاطس الرباعية .

٢ - إكثار الطرز الثنائية خضرياً ليمكن تقييمها للمحصول ، وصفات الجودة ، ومقاومة مختلف الأمراض .

٣ - دراسة القدرة على التآلف بين السلالات .

٤ - دمج بروتوبلازم السلالات المتفوقة فى صفاتها البستانية ، على أن يكون الدمج بين السلالات التى تظهر قدرة عالية على التآلف .

يمكن إجراء الخطوتين الأولى والثانية بسهولة . أما الخطوة الثالثة فأصعب ما فيها أن معظم الطرز الثنائية تكون عقيمة . أما الخطوة الرابعة .. فهى ممكنة ، ولكنها ليست ميسرة كإجراء روتينى بعد .

أولاً : إنتاج الطرز الثنائية التضاعف وإكثارها وتقييمها

أمكن إنتاج عديد من سلالات البطاطس الثنائية التضاعف الجيدة الخصبة . إلا أنه يجب عدم التفكير فى استخدام مثل هذه السلالات الثنائية كأصناف تجارية مستقبلاً ؛ لأن تعدد الأليلات فى الموقع الجينى الواحد - الأمر الذى يحدث فى الطرز الرباعية التضاعف- يلعب دوراً هاماً فى نجاح زراعة البطاطس ؛ لذا .. فإن الطرز الرباعية يجب أن تبقى - دائماً - كمرحلة وسطية فى تربية البطاطس .

تنتج سلالات S. tuberosum الثنائية (٢ن = ٢س = ٢٤) بأعداد كبيرة بطريقة اكتشفت فى عام ١٩٥٧ بواسطة كل من Hougas & Peloquin (عن Howard ١٩٧٨) ، وفيها تلقح البطاطس بسلالات معينة من النوع الثنائى التضاعف S. phureja ؛ حيث يبدو أنه فى عديد من البويضات - يشارك الملقح بجاميطتين - بكل منهما ١٢ كروموسوما - فى إنتاج نواة الإندوسبرم ؛ وبذا .. لاتتبقى أية جاميطات لإخصاب البويضة ؛ مما يجعلها تنمو بكريا لتكون أجنة ، تحتوى كل منها على ٢٤ كروموسوماً (أى تكون ٢ن = ٢س = ٢٤) ، ويطلق عليها اسم dihaploid ؛ لأنها تعد أحادية بالنسبة للنباتات التى تنشأ منها ، ولكنها - فى الوقت ذاته - ثنائية التضاعف . وتكون نسبة صغيرة من هذه النباتات ذات حبوب لقاح خصبة ، بينما تكون أعداد كبيرة منها خصبة أنثوياً ، ويكون بكل النسل الناتج من تلقيح هذه النباتات معاً العدد الثنائى التضاعف من الكروموسومات (٢ن = ٢٤) .

تكون معظم النباتات التى تنتج بهذه الطريقة ضعيفة النمو ، ولكنها تنتج نسلاً قوى النمو إذا ما لقحت معاً ، أو مع أنواع أخرى ثنائية التضاعف . وترجع طبيعة النمو الضعيف فى هذه النباتات إلى تأثرها بالتربية الداخلية ؛ لأن خطوة إنتاج النبات الـ dihaploid تعادل نحو ثلاثة أجيال من التربية الداخلية .

يحتاج الأمر - لكى يمكن الاستفادة من هذه النباتات الـ dihaploids - أن ينتخب المربى أفضلها - من حيث الخصوبة - جنباً إلى جنب مع الانتخاب للصفات الزراعية والاقتصادية الهامة . وبرغم أن الحصول على نباتات dihaploid تحتوى على كل الجينات المرغوبة - التى توجد فى النباتات الرباعية التى تنشأ منها - يعد أمراً بعيد الاحتمال .. إلا أن هذه النباتات تعطى - عند تلقيحها معاً - نسبة عالية من النباتات التى تحتوى على

الجينات المرغوبة ، مقارنة بما يحدث عند تلقيح نباتات رباعية التضاعف معاً .

وتتميز الطرز الثنائية بمايلى :

١ - يمكن تهجينها بسهولة مع معظم الأنواع البرية الثنائية التضاعف ، التى تعد مصادر هامة لعديد من الصفات الهامة ؛ مثل مقاومة الأمراض ، والتأقلم على الظروف البيئية القاسية .

٢ - لا يلزم - عند تهجينها مع الأنواع البرية - سوى عدد قليل - نسبياً - من التلقيحات الرجعية ؛ للتخلص من الصفات البرية غير المرغوبة .

٣ - يمكن الاستفادة منها فى دراسة وراثة الصفات الهامة .

٤ - يمكن بواسطتها جمع التراكيب الوراثية المرغوب فيها - معاً - بكفاءة أكبر ؛ إذ لا يتطلب الأمر معها عشائر كبيرة الحجم لظهور التراكيب الوراثية المنعزلة المرغوب فيها كما فى حالة الطرز الرباعية .

٥ - يمكن عن طريق السلالات الثنائية - المتحصل عليها من الأصناف الرباعية - التعرف على كل من الجينات المرغوب فيها وغير المرغوب فيها التى توجد فى هذه الأصناف، والتى لا يمكن تمييزها وهى فى الحالة الرباعية ؛ وبذا .. يمكن التخلص من الجينات غير المرغوب فيها .

ثانياً : العودة إلى الحالة الرباعية

بعد التعرف على السلات الثنائية المرغوب فيها .. فإن الخطوة التالية تكون رفع مستوى التضاعف بها إلى الحالة الرباعية ، ولكن دون أن يؤثر ذلك فى تركيبها الوراثى المتوازن . لكن المعاملة بالكولشيسين لاتفيد فى تحقيق هذه الخطوة ؛ نظراً لأن النباتات المتضاعفة الناتجة لا يتوفر بها - فى أحسن الحالات - أكثر من أليلين لأى جين ؛ ولذا .. فإن الحل الأمثل يكون عن طريق دمج بروتوبلازم الخلايا الخضرية للسلالات المتفوقة المتآلفة معاً . وتؤدى هذه الخطوة إلى إنتاج سلالات رباعية تحتوى على جميع كروموسومات وسيتوبلازم السلالتين المندمجتين . ومن مزايا دمج البروتوبلازم أنه يمكن أن يجرى باستعمال نباتات

صغيرة ؛ الأمر الذى يوفر بعض الوقت ، كما لا يتطلب إزهار النباتات ؛ مما يمكن الاستفادة من السلالات العقيمة . ولكن يعيب هذه الطريقة أنها ليست ميسرة – بعد – للتطبيق على نطاق واسع .

هذا .. ويمكن – كحل بديل –الاستفادة من الجاميطات التى تظهر طبيعياً ، وتحتوى على العدد غير المختزل من الكروموسومات ، والتى تنتجها – أحياناً – بعض أنواع الجنس Solanum الثنائية التضاعف . تنتج هذه الأنواع الجاميطات الثنائية غير المختزلة بنسبة بسيطة إلى جانب الجاميطات الأحادية الطبيعية . ويمكن انتخاب الجاميطات الثنائية بسهولة؛ بتلقيح نباتات رباعية عادية بنباتات ثنائية ؛ حيث يكون معظم النسل رباعيا ؛ لأن معظم الأجنة الثلاثية تموت لعدم اكتمال الإندوسبرم بها (Sneep & Hendriksen ١٩٧٩). ولمزيد من التفاصيل عن طرق إنتاج الطرز الثنائية واستخداماتها .. يراجع Howard (١٩٦٩).

إنتاج الهجن التى تكثر جنسيا

يذكر Sneep & Hendriksen (١٩٧٩) أنه إذا أمكن إنتاج هجن تجارية – تتكاثر بالبذور ، وتكون متجانسة ، وتتساوى مع الأصناف التجارية أو تتفوق عليها فى المحصول ، وصفات الجودة ، والمقاومة للأمراض ، وغيرها من الصفات البستانية الهامة – فإن ذلك يكون بمثابة فتح جديد فى مجال تربية البطاطس ؛ ذلك لأن استعمال البذور الحقيقية فى التكاثر يحقق المزايا التالية :

١ – لا ينتقل عن طريق البذور سوى عدد قليل جدا من عشرات الأمراض الفيروسية التى تصيب البطاطس ، والتى تنتقل عن طريق الدرنات .

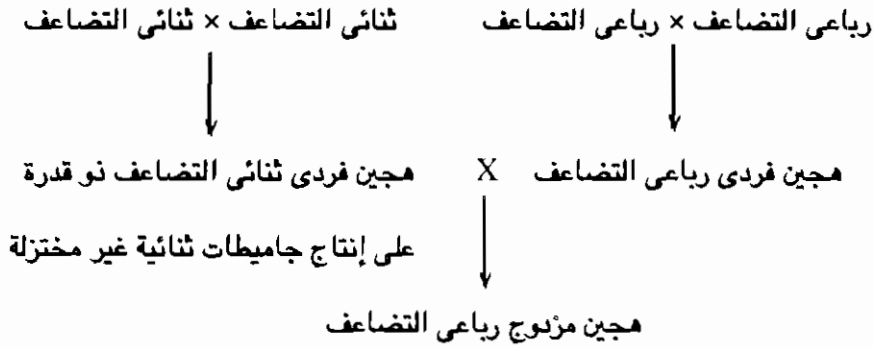
٢ – لا ينتقل مع البذور أى من مسببات الأمراض الفطرية ، والبكتيرية ، والنماتودا التى تعيش فى التربة .

٣ – يمكن نقل وتخزين البذور بسهولة تامة مقارنة بالدرنات .

٤ – يمكن – عند الإكثار بالبذور – توفير الدرنات التى تستعمل – حالياً – كتقاو لأغراض الاستهلاك .

وقد اقترح الباحثان الطريقة التالية لإنتاج هجن البطاطس التجارية :

يستخدم فى إنتاج الهجن طرز رباعية وأخرى ثنائية . يشترط أن تكون الطرز الرباعية لسلالات أو أصناف تعرف بقدرتها على إنتاج نسل متجانس – بدرجة مقبولة – عند إكثارها بالبذور . ويفضل أن تكون الطرز الثنائية أصيلة ، وأن تكون الجاميطات الثنائية غير المختزلة – التى نشأت منها هذه الهجن – قد تكونت أثناء الانقسام الاختزالى الأول ، وليس أثناء الانقسام الاختزالى الثانى . وتستخدم هذه الطرز فى إنتاج الهجن التجارية كما يلى :



وقد يمكن استخدام صنف تجارى جيد (رباعى التضاعف) بدلاً من الهجين الفردى الرباعى التضاعف ؛ حيث يكون الهجين الناتج – فى هذه الحالة – هجيناً ثلاثياً (three way cross) رباعى التضاعف . كما قد يمكن إنتاج البذرة الهجين بالاستعانة بظاهرة العقم السيتوبلازمى التى تتوفر فى النوع S. verrucosum . تؤخذ البذرة الهجين – فى هذه الحالة من الأم الثنائية التضاعف العقيمة ذكرياً ، بينما يستخدم الأب الرباعى التضاعف كمصدر لحبوب اللقاح .

التربية لتحسين المحصول وصفات الجودة والتأقلم

التربية لتحسين المحصول

إن المحصول هو محصلة لعديد من الصفات ؛ فهو يتأثر بكثير من الصفات الأخرى للنبات ؛ مثل : مدى تأقلمه مع الظروف البيئية السائدة (مثل الفترة الضوئية ، وطول موسم النمو) ، ومدى تحمله للظروف البيئية القاسية ، ومدى مقاومته للآفات الهامة ... إلخ ، إلا أننا نعنى بالمحصول – فى هذا المقام – القدرة الإنتاجية للنبات تحت الظروف المثلى للنمو .

ولقد أوضحت الدراسات الوراثية – التى استخدمت فيها البذور الحقيقية – أن صفة المحصول تتأثر – فقط – بالتباين غير الإضافى للجينات . وبالرغم من ذلك .. كانت درجات التوريث المقدرة لبعض صفات مكونات المحصول – مثل عدد الدرنات بالنبات وحجم الدرنات – عالية نسبياً . وقد خلص الباحثون إلى إمكان تحسين محصول البطاطس بالانتخاب للصفات الأخرى ذات درجات التوريث المرتفعة ؛ مثل حجم الدرنة (Thompson وآخرون ١٩٨٣) .

ويراعى – فى هذا الشأن – انتخاب النباتات التى تضع العدد المناسب من الدرنات بالحجم المناسب . فقد يضع النبات عدداً كبيراً من الدرنات ، إلا أنها تكون صغيرة الحجم لا تصلح للاستهلاك ، أو قد يضع عدداً قليلاً من الدرنات ، إلا أنها تكون أكبر حجماً من اللازم ؛ لذا .. يلزم دائماً – عند إجراء التلقيحات – ألا تكون بين أصناف أو سلالات تضع أعداداً كبيرة من الدرنات الصغيرة ، وإلا اضطر المربى إلى استبعاد نسبة كبيرة من النسل؛ لأن درناته تكون أصغر مما ينبغى ؛ بسبب الزيادة الكبيرة فى أعدادها .

وكما سبق أن أوضحنا بالنسبة للطماطم .. فإن طبيعة النمو النباتى قد يكون لها تأثير غير مباشر فى المحصول .

وتعد صفة النمو الطبيعى سائدة على صفة النمو المفترش Prostrate ؛ ويتحكم فيها ٣ أزواج – على الأقل – من العوامل الوراثية (عن Howard ١٩٦٩) .

كذلك يتوقف محصول البطاطس – إلى حد كبير – على المدة التى تلزم لحين نضج الدرنات ، والقاعدة العامة هى أنه كلما تأخر الحصاد ازداد المحصول ؛ لذا .. فمن الضرورى أن يحدد المربى – سلفاً – درجة التبكير أو التأخير فى النضج التى يريدها فى فى الصنف الجديد .. علماً بأنه لا يشترط أن تكون الأصناف المبكرة مبكرة النضج ، بل إن المعيار هو إنتاج محصول اقتصادى مربح مبكراً فى بداية الموسم . ومع ذلك .. فهناك من الأصناف المبكرة ما تنضج درناتها مبكراً . هذا .. إلا أن جميع الأصناف المتأخرة تكون متأخرة النضج ، ولا يمكنها إنتاج محصول اقتصادى مربح مبكراً فى بداية الموسم .

تدل الدراسات الوراثية على أن موعد النضج يعتمد على عدد من الجينات ،

وأن الأصناف خليطة فى معظم هذه الجينات ؛ لذا .. فإن نسبة الانعزالات المبكرة لا تزيد على ٦٠ ٪ فى التلقيحات بين الأصناف أو السلالات المبكرة ، وبعضها البعض ، وتكون فى حدود ٢٠ ٪ فى التلقيحات بين الأصناف المبكرة والمتأخرة .

وأيا كانت الصفات التى ترتبط بالمحصول بصورة غير مباشرة .. فإن القدرة على تثبيت غاز ثانى أكسيد الكربون فى النبات تعد أكثر الصفات التى لها ارتباط مباشر بالمحصول . وفى هذا المجال .. وجد Dwelle وآخرون (عن Dwelle ١٩٨٥) اختلافات كبيرة بين أصناف البطاطس فى معدل البناء الضوئى ، وأمكنهم التعرف على عديد من الأصناف المتفوقة فى تلك الصفة . وبدراسة هذه الأصناف .. تبين أن بعضها كان ذا قدرة عالية على تثبيت غاز ثانى أكسيد الكربون من خلال السطح العلوى للأوراق (مثل الصنف Lemhi Russet) ، بينما تفوق بعضها الآخر فى تثبيت الغاز من خلال السطح السفلى للأوراق (مثل السلالة الخضرية A6948 - 4) . وبتلقيحهما معا .. أمكن التعرف - فى النسل - على كل الانعزالات الوراثية الممكنة بالنسبة للقدرة العالية أو المنخفضة على تثبيت غاز ثانى أكسيد الكربون من خلال أحد سطحى الورقة أو كليهما ، وكان من بينها سلالات قليلة ذات قدرة علية على تثبيت الغاز من كلا سطحى الورقة ، إلا أنها لم تكن جميعها عالية المحصول؛ نظراً لأن بعضها وجهت الزيادة الكبيرة فى الغذاء المجهز نحو إنتاج نمو خضرى غزير ، بينما كان محصول درناتها متوسطاً .

ويستدل من مختلف الشواهد على حدوث ظاهرة قوة الهجين فى محصول البطاطس عندما تكون التهجينات بعيدة ؛ فالبطاطس - كما سبق أن أوضحنا - خلطية التلقيح ، وتتعرض للتدهور فى قوة النمو عند إخضاعها للتربية الداخلية ، فضلاً على أن الأصناف التجارية ذات خلفية وراثية ضيقة . وقد ظهرت قوة الهجين عند إجراء تهجينات بين تحت نوعى البطاطس andigena ، و tuberosum . كما يزيد المحصول فى أصناف البطاطس التى أنتجت من تلقيحات بعيدة ؛ مثل تلك التى انتجت من تلقيح أصناف أوروبية مع أصناف أمريكية ، أو أصناف البطاطس S. tuberosum ssp. tuberosum مع النوع S. demissum .

التربية لتحسين صفات الجودة

إن من أهم صفات الجودة التى يهتم بها مربى البطاطس مايلى :

١ - شكل الدرنات :

توجد عديد من أشكال درنات البطاطس ؛ فمنها المستديرة ، والمائلة إلى الشكل البيضاوى ، والبيضاوية المائلة إلى الاستطالة . ويتحكم فى وراثة هذه الأشكال ٤ أزواج - على الأقل - من الجينات المتساوية فى تأثيرها .

هذا .. ومن المفضل أن تكون أطراف وجوانب الدرنات غير المستديرة مائلة إلى الاستدارة ؛ لتقليل احتمالات تعرضها للأضرار الميكانيكية . ويفضل معظم المستهلكين الدرنات الطويلة البيضاوية وهى صفة سائدة على الشكل المستدير ؛ ولذا يتعين عدم إجراء التلقيحات التى يبدأ بها برنامج التربية بين أصناف ذات درنات طويلة وبعضها البعض ؛ لأن النسل الناتج من تلقيحات كهذه يحتوى على نسبة عالية جداً من النباتات ذات الدرنات الطويلة جداً ، التى تكون رفيعة وعديمة القيمة الاقتصادية .

٢ - اللون الداخلى للدرنات :

يسود اللون الداخلى الأصفر الداكن على اللون الأبيض ، ويتحكم فى هذه الصفة عامل وراثى واحد ، لكنها تتأثر بعوامل أخرى محورة ؛ مما يؤدى إلى ظهور درجات متفاوتة من الاصفرار . ولا يوجد أى ارتباط بين اللون الداخلى للدرنات ولون الأزهار ، التى قد تكون بيضاء ، أو قرمزية ضاربة إلى الحمرة أو إلى الزرقة ، أو زرقاء قاتمة .. علما بأن جميع ألوان الأزهار تسود على اللون الأبيض .

٣ - لون الجلد :

يجب أن يكون لون جلد الدرنة (لونها الخارجى) مناسباً لذوق المستهلك . هذا .. ولا توجد أية علاقة بين لون جلد الدرنة ونوعيتها ، إلا أن المستهلك يربط - دائماً - بينهما فى ذهنه ؛ بسبب اختلاف نوعية الأصناف التى تعود على لونها الخارجى .

٤ – حجم الدرنات :

يختلف حجم الدرنة المناسب باختلاف المستهلكين ، والغرض من الزراعة ؛ فيفضل المستهلك الأوروبى الدرنات المتوسطة الحجم ، ويفضل المستهلك المصرى الدرنات الأكبر من المتوسط ، بينما تفضل الدرنات الكبيرة الحجم لأغراض التصنيع . وكلما زاد عدد الدرنات التى ينتجها النبات .. كانت درناته أصغر حجما ، وتلك صفة وراثية ، ولكنها تتأثر – بشدة – بالعوامل البيئية ؛ حيث يزيد عدد الدرنات التى ينتجها النبات – ويقل حجمها تبعاً لذلك – بزيادة عدد السيقان / نبات . ويحدث ذلك عند الزراعة بتقاوٍ انتهت أو ضعفت فيها حالة السيادة القمية ؛ نتيجة لتخزينها لفترة طويلة .

٥ – عمق العيون :

تفضل – دائماً – الدرنات ذات العيون السطحية ؛ حتى لا يفقد جزء كبير منها عند تقشيرها . يتحكم فى هذه الصفة زوجان – على الأقل – من العوامل الوراثية ، وتدل نتائج بعض الدراسات على سيادة صفة العيون العميقة على العيون السطحية ، بينما يستدل من دراسات أخرى على عكس ذلك . وأيا كانت وراثة الصفة .. فإنه يفضل تجنب إجراء تلقيحات مع سلالات ذات عيون عميقة ، وإلا اضطر المربى إلى التخلص من نسبة عالية من النسل ؛ لأن عيون درناته تكون أكثر عمقاً مما ينبغى . هذا .. بينما تكون درنات بعض النسل ذات عيون متوسطة العمق إذا أجرى التلقيح بين أصناف أو سلالات ذات عيون سطحية .

٦ – الكثافة النوعية :

ترتبط الكثافة النوعية للدرنات بمحتواها من كل من النشا والمادة الجافة ، وهى صفة كمية . ويجب أن تكون نسبة المادة الجافة مناسبة للغرض الذى يزرع من أجله الصنف ؛ حيث يفضل – مثلاً – زيادتها عند الرغبة فى استعمال البطاطس لتصنيع (الشبس) ، أو عندما يكون طهيها فى الفرن ، بينما تفضل الكثافة النوعية المنخفضة بالنسبة للدرنات التى تستعمل فى إنتاج البطاطس المحمرة ، أو عند طهيها بالغلى فى الماء .

استخدم Plaisted & Pearson (عن Smith ١٩٦٨) طريقة الانتخاب المتكرر لتحسين

الكثافة النوعية للدرنات ؛ بتلقيح خمسة أصناف تجارية تميزت بالكثافة النوعية العالية – معـا – ثم انتخاب الانعزالات ذات الكثافة النوعية العالية وتلقيحها معاً ... وهكذا . وبهذه الطريقة .. تمكن الباحثان من زيادة الكثافة النوعية للدرنات من ١٫٠٧٢ فى النباتات الأصلية التى لقحت معاً إلى ١٫٠٧٧ بعد الدورة الأولى من الانتخاب ، ثم إلى ١٫٠٧٩ بعد الدورة الثانية ، بينما كانت الكثافة النوعية لدرنات الصنف كاتادن Katahdin هى ١٫٠٦٤ تحت نفس الظروف .

هذا .. ويفضل دائماً أن تقل نسبة السكريات المختزلة فى الأصناف التى تزرع لغرض تصنيع (الشبس) ، والبطاطس المحمرة المجمدة ، والمنتجات المجففة .

٧ – فترة السكون الطويلة :

يجب أن تكون للأصناف المنتجة فترة سكون مناسبة ؛ ليمكن تخزينها بصورة جيدة . وقد درست وراثة هذه الصفة فى التلقيح :

S. tuberosum (Group Phureja) x S. tuberosum (Group Stenotomum)

كـان كـلا الأبوين من الطرز الثنائيـة ، إلا أن درنات مـجـمـوعـة Phureja تتميز بفترة السكون القصيرة ، بعكس درنات مـجـمـوعـة Stenotomum التى تتـمـيـز بفتـرة السكون الطويلة .

وقد وجد أن التباين الوراثى كان عاليا ، وأن معظمه كان تباينا إضافياً ، وقدرت درجة التوريث على النطاق الضيق بنحو ٧٣ ٪ (Thompson وآخرون ١٩٨٠) .

٨ – قلة النمو الثانوى :

يعتبر النمو الثانوى secondary growth لدرنات البطاطس صفة وراثية ، ولكنها تتأثر بالعوامل البيئية . وطبيعى أنه تفضل الأصناف الأقل استعداداً لتكوين نموات ثانوية .

٩ – قلة ميل الدرنات إلى الاخضرار عند تعرضها للضوء :

تتفاوت أصناف البطاطس فى سرعة اخضرار درناتها لدى تعرضها للضوء . ولما كانت

الدرنات التى تشوبها أية درجة من الاخضرار ليست مقبولة لدى المسهلكين .. فإن بطء ميل الدرنات إلى الاخضرار يعد أحد أهداف برامج تربية البطاطس . وقد تبين من دراسة هذه الصفة فى طرز البطاطس الثنائية أنها صفة كمية ، وكان ٥٩٪ من التباين الوراثى مرده إلى تباين التفوق ، بينما شكل تباين الإضافة الجزء المتبقى من التباين الوراثى ، ولم يسهم تباين السيادة بأى نصيب فيه . وقدرت درجة التوريث - على النطاق العريض - بنحو ٦٦ ٪ ، وعلى النطاق الضيق بنحو ٢٧ ٪ (Parfitt & Peloquin ١٩٨١) .

التربية للتأقلم على وسائل الإنتاج ومختلف الظروف البيئية

نتناول - تحت هذا العنوان - عدداً من أهداف التربية التى تعد - فى الأساس - صفات فسيولوجية :

١ - التربية لمقاومة مبيدات الحشائش :

وجد De Jong (١٩٨٣) أن الحساسية لمبيد الحشائش متريبوزين Metribuzin - فى الطرز الثنائية - يتحكم فيها جين واحد متنح ، أعطى الرمز me . وقد أوضح الباحث أهمية استخدام هذا الجين كجين معلم marker gene فى الدراسات الوراثية .

٢ - التربية للتحكم فى الاستجابة للفترة الضوئية :

تحتاج البطاطس - من تحت النوع S. tuberosum ssp. andigena المزروع فى أمريكا الجنوبية - إلى نهار قصير لتكوين الدرنات . أما البطاطس التجارية (S. tubero-sum ssp. tuberosum) .. فإنها تبكر بتكوين الدرنات فى النهار القصير ، بينما يمكنها إنتاج الدرنات فى النهار الطويل ؛ لذا .. فإنه ينظر إليها على أنها محايدة بالنسبة للفترة الضوئية اللازمة لوضع الدرنات .

وقد أنتج التهجين بينهما نسلاً وسطاً فى احتياجاته من الفترة الضوئية لتكوين الدرنات ، مع سيادة قليلة لصفة الحاجة إلى النهار القصير (Howard ١٩٦٩) .

٣ - التربية لمقاومة الصقيع :

قسم Richardson & Weiser (١٩٧٢) درجة المقاومة للصقيع Frost Tolerance فى

٥٧ نوعاً من الجنس Solanum إلى المجموعات التالية :

١ – أنواع تتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى – ٥°م ، وربما إلى أقل من ذلك ، وهى :

S. acaule

S. chomatophilum

S. commersonii

S. x juzepczukii

S. multidissectum

٢ – أنواع تتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى – ٤ إلى – ٥°م ، وهى :

S. ajanhuiri

S. x curtilobum

S. demissum

S. megistacrolobum

S. microdontum

S. vernei

٣ – أنواع تتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى-٣ إلى -٤°م ، وعددها ٢٤ نوعاً منها :

S. tuberosum ssp. amdigena

٤ – أنواع تتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى – ٢ إلى – ٣°م ، وعددها ١٦ نوعا .

٥ – أنواع تتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى -١ إلى- ٢°م وعددها ٦ أنواع ، منها :

S. tuberosum ssp. tuberosum

كما أمكنهما الحصول على سلالات على درجة عالية من المقاومة للصقيع من بعض الأنواع المزروعة الحساسة للصقيع ؛ مثل :

S. phureja

ومن التلقيح S. phureja x S. tuberosum ssp. andigena

ويدل ذلك على أن المقاومة للصقيع ربما كانت متنحية ، أو يتحكم فيها جينات مكملة لبعضها البعض ، أو يوجد بينها تفاعلات تفوّق . كما تدل على إمكان انتخاب طرز مقاومة للصقيع من الطرز الحساسة .

وفى محاولة أخرى .. قسم Chen & Li (عن Li & Fennell ١٩٨٥) ٢٤ نوعاً من الجنس Solanum إلى خمس مجموعات حسب كونها مقاومة أم حساسة للصقيع والبرودة ، وما إذا كانت تستجيب أم لا تستجيب لمعاملة الأقلمة acclimation على درجة حرارة منخفضة قبل التعرض لمعاملة الصقيع (جدول ٥ - ٣) .

وتبعاً لهذا التقسيم .. فإن أربعة أنواع (هى S. acaule ، و S. commersonii ، و S. multidissectum ، و S. chomatophilum) تتحمل - بعد أقلمتها بالبرودة - الانخفاض فى درجة الحرارة حتى - ٥ ر٨°م إلى - ٥ ر ١١°م ، بينما وضعت البطاطس فى مجموعة الأنواع الحساسة للصقيع ، التى لا تستجيب لمعاملة الأقلمة بالبرودة ، والتى لا تتحمل انخفاض درجة الحرارة لأكثر من ثلاث درجات تحت الصفر .

تركزت معظم الدراسات الوراثية الخاصة للصقيع على التهجين :

S. acaule x S. tuberosum

وقد وضحت سيادة صفة المقاومة للصقيع فى التهجين بين S. tuberosum وأى من الأنواع التالية :

S. acaule

S. bulbasovii

S. x curtilobum

S. demissum

S. x juzepczukii

كما أظهرت هذه التلقيحات أن المقاومة للصقيع صفة كمية ، برغم أنها قد تتضمن جيناً رئيسياً واحداً مع الجينات الأخرى الأقل تأثيراً فى ظهور الصفة .

ولكن ظهر من التلقيح :

S. tuberosum x S. demissium

أن المقاومة للصقيع صفة بسيطة ذات سيادة غير تامة (Richardson &Weiser ١٩٧٢).

جـدول (٥ – ٣) : تقـسيم أنواع الجنس Solanum حسب تحملها للصقيع والبرودة ، واستجابتها لمعاملة الأقلمة بالبرودة .

درجة الحرارة المميتة للنبات (°م) قبل الأقلمة (أ)	درجة الحرارة المميتة للنبات (°م) بعد الأقلمة (ب)	المجموعة والأنواع
		المجموعة الأولى مقاومة للصقيع تستجيب للأقلمة بالبرودة — Group 1: frost resistant, able to cold-acclimate
-٦ر٠	-٩ر٠	*S. acaule*
-٤ر٥٠	-١١ر٥	*S. commersonii*
-٤ ر٠	-٨ر٥	*S. multidissectum*
-٥ ر٠	-٨ر٥	*S. chomatophilum*
		المجموعة الثانية مقاومة للصقيع لاتستجيب للأقلمة بالبرودة — Group 2: frost resistant, unable to cold-acclimate
-٤ر٥	-٤ر٥	*S. bolviense*
-٥ر٠	-٥ر٠	*S. megistacrolobum*
-٥ر٥	-٥ر٥	*S. sanchae-rosae*
		المجموعة الثالثة : حساسة للصقيع تستجيب للأقلمة بالبرودة — Group 3: frost sensitive, able to cold-acclimate
-٣ر٠	-٨ر٠	*S. oplocense*
-٣ر٠	-٦ر٠	*S. polytrichon*
		المجموعة الرابعة : حساسة للصقيع لا تستجيب للأقلمة بالبرودة — Group 4: frost sensitive, unable to cold-acclimate
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. brachistotrichum*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. cardiophyllum*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. fendleri*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. jamesii*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. kurtzianum*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. microdontum*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. pinnatisectum*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. stenotomum*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. stoloniferum*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. sucrense*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. tuberosum*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. venturii*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. vernei*
-٣ر٠	-٣ر٠	*S. verrucosum*
		المجموعة الخامسة حساسة للبرودة — Group 5: chilling sensitive
تموت (←)	-٣ر٠	*S. trifidum*

(أ) كانت ظروف النمو للنباتات غير المؤقلمة بالبرودة – قبل تعريضها للبرودة القاتلة – هى : ٢٠°م نهاراً ، و ١٥°م ليلاً ، مع ١٤ ساعة فترة ضوئية .

(ب) كانت ظروف الأقلمة بالبرودة – قبل تعريض النباتات للبرودة القاتلة – هى : ٢°م ليلاً ونهاراً ، مع ١٤ ساعة فترة ضوئية .

(جـ) كانت النباتات ميتة عقب تعريضها لدرجة حرارة ٢°م ليلاً ونهاراً لمدة ٢٠ يوماً .

٤ – التربية لمقاومة الحرارة العالية :

قيم Reynolds & Ewing (١٩٨٩) ١١٩ سلالة – تنتمى إلى ٥٩ نوعاً تكون درنات من الجنس Solanum – لمقاومة الحرارة العالية Heat Tolerance . درست فى البداية قدرة السلالات على تكوين نمو خضرى قوى فى حرارة ٣٠ – ٤٠°م مع تعريضها لفترة ضوئية طويلة مدتها ١٨ ساعة يومياً لمنع تكوين الدرنات . وتلا ذلك اختبار السلالات التى أعطت نموا خضرياً قوياً تحت هذه الظروف للقدرة على إنتاج الدرنات فى نفس ظروف الحرارة العالية (٣٠ – ٤٠°م) ، ولكن مع تعريضها لفترة إضاءة قصيرة . وبرغم تباين السلالات فى إنتاجها للدرنات تحت هذه الظروف .. فإن عدداً قليلاً منها – ينتمى لأنواع قليلة – أنتج درنات بانتظام فى حرارة ٣٠ – ٤٠°م .

٥ – التربية لمقاومة الجفاف :

توصل Stark وآخرون (١٩٩١) – من دراستهم على ١٤ صنفاً وسلالة من البطاطس – إلى وجود علاقة خطية بين ΔT (وهى الفرق بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة النموات الخضرية أثناء النهار فى الأيام الصحوة) ، والنقص فى ضغط بخار الماء Vapor Pressure Deficit – فى النباتات – فى حالات معاملات الرى المختلفة ؛ وبذا .. أمكنهم استخدام ΔT – بكفاءة – فى تقييم القدرة النسبية على تحمل ظروف الجفاف فى البطاطس .

التربية لمقاومة الآفات

يلزم – قبل الإقدام على برنامج تربية لمقاومة آفة ما – أن تؤخذ الأمور التالية فى الحسبان :

١ – مدى خطورة الآفة ذاتها ؛ حيث تُعْطَى الآفاتُ الأكثرُ خطورةً على المحصول الأولوية.

٢ – طرز المقاومة المتوفرة للآفة ، ومدى شدة أو فاعلية هذه المقاومة ، ومصادرها ؛ حيث تفضل المقاومة التى يمكنها أن تسهم – بشكل فعال – فى حماية المحصول من أخطار الآفة ، وأن تكون متوفرة فى أنواع يمكن تهجينها مع البطاطس المزروعة .

٣ – وراثة المقاومة للآفة ؛ حيث يجب أن يعرف ما إذا كانت المقاومة سائدة أم متنحية ، وبسيطة أم كمية .

٤ – مدى سهولة إجراء اختبارات التقييم لمقاومة النباتات للآفة ؛ حيث يفضل ألا يتطلب إجراء الاختبارات وقتاً طويلاً ؛ نظراً لكثرة عدد البادرات التى يلزم اختبارها .

هذا . ويعد الاتجاه المفضل حالياً هو التركيز على المقاومة العامة general resistance ؛ أى غير الخاصة بسلالات معينة non - race -specific ؛ لأنها أكثر بقاءً بفاعلية من المقاومة الخاصة بسلالات معينة race - specific ، التى تفقد فاعليتها بمجرد ظهور سلالات جديدة من الآفة ؛ الأمر الذى يحدث – غالباً – بعد فترة قصيرة من نشر زراعة الصنف المحتوى على هذا الطراز من المقاومة على نطاق واسع .

وتكون المقاومة المتخصصة – غالباً – من طراز فرط الحساسية Hypersensitivity ، ويتحكم فيها جينات سائدة ؛ مثل الجين Nx الذى يكسب النباتات مناعة ضد فيرس X ، ومجموعة جينات R الخاصة بالمقاومة للندوة المتأخرة ، وكانت تلك من أكثر طرز المقاومة استخداماً فى برامج التربية ؛ نظراً لأنها بسيطة وسائدة ، ولسهولة إجراء اختبارات المقاومة . ولكن – ولسوء الحظ – فإنها – أيضاً – من أكثر طرز المقاومة تعرضاً للفقد ؛ بسبب ظهور سلالات جديدة من الآفات ، تكون قادرة على التغلب على المقاومة التى توفرها هذه الجينات . ولكن هذا الطراز من المقاومة مازال فعالاً بالنسبة للآفات التى تعيش فى التربة soil - borne ، والتى لا تتوفر لها وسائل الانتشار السريع الهائل ، التى تتوفر بالنسبة للآفات التى تحمل مسبباتها بواسطة الهواء air - borne .

وفى المقابل .. فإن المقاومة العامة (تسمى كذلك المقاومة الأفقية horizontal resistance ، ومقاومة الحقل field resistance) التى لا تفقد بسهولة تكون غالباً كمية ، وتصعب

المحافظة عليها – كاملة – فى برامج التربية ، خاصة عند التربية بطريقة التلقيح الرجعى ؛ لأن نسبة النباتات التى تحمل جميع جينات المقاومة – بعد كل تلقيح رجعى – تكون منخفضة للغاية . كما يكون من الصعب تعرف النباتات التى تحمل هذا الطراز من المقاومة .

وقد يكون من الأفضل الانتخاب لمستوى متوسط من المقاومة يتحكم فيه عدد قليل من الجينات عن الانتخاب لمستوى عالٍ من المقاومة يتحكم فيه عدد كبير من الجينات ؛ لأن عدد النباتات المقاومة المنتخبة فى الحالة الثانية يكون قليلاً ؛ بدرجة لا تتوفر معها فرصة جيدة للانتخاب الصفات الجودة ومقاومة الآفات الأخرى .كما يكون من الأفضل استخدام أحد الأصناف المحسنة كمصدر لصفة المقاومة ؛ لكى يسهل الانتخاب لصفات الجودة أيضاً .

ويلزم عند إجراء اختبارات المقاومة لأكثر من آفة ، أو عند الانتخاب للمقاومة مع الانتخاب مع لصفات بستانية أخرى .. مراعاة مايلى :

١ – البدء باختبار المقاومة الذى يكون أسهل إجراء ، والذى لا يتطلب إجراؤه جزءاً كبيراً من النسيج النباتى .

٢ – البدء باختبار حالات المقاومة الكمية التى لا تنتقل إلا إلى نسبة بسيطة من النسل .

٣ – البدء باختبارات الانتخاب للصفات البستانية ؛ لتأمينها أولاً ، ثم إجراء اختبار المقاومة حينما يصبح عدد النباتات التى يلزم انتخابها صغيراً نسبياً .

وكقاعدة عامة .. يجب أن تكون اختبارات المقاومة سهلة وسريعة ، وألا تكون قاسية جداً بحيث تؤدى إلى إصابة النباتات المقاومة ، أو ضعيفة جداً بحيث تؤدى إلى إفلات النباتات القابلة للإصابة من الإصابة بالآفة . ويتحقق ذلك – غالباً – بالاستعانة بثلاثة أصناف أو ثلاث سلالات للمقارنة : قابلة للإصابة ، ومتوسطة المقاومة ، وعالية المقاومة .

التربية لمقاومة الأمراض الفيروسية

تعرف فى البطاطس عدة طرز لمقاومة الفيروسات ؛ هى : القدرة على تحمل الإصابة tolearnce ، ومقاومة انتشار الإصابة infection resistance ، وفرط الحساسية hy-persensitivity (وهى التى تعطى مناعة الحقل field - immunity) ، والمقاومة القصوى extreme resistance (أو المناعة immunity) .

تتميز النباتات القادرة على تحمل الإصابة بأنها تصاب بالفيرس ، إلا أن أعراض الإصابة به لا تكون شديدة ، كما لا يقل المحصول كثيراً من جراء الإصابة . لا يمكن الاعتماد – كثيراً – على هذا الطراز من المقاومة ؛ نظراً لما يمكن أن يحدثه من مشاكل ؛ فهو يُعَقِّد مسألة اعتماد التقاوى ، كما يعد مصدراً كبيراً للفيرس فى الحقل ، يمكن أن تنتشر منه الإصابة إلى الأصناف الأخرى الحساسة للفيرس .

وتعرف مقاومة انتشار الإصابة infection resistance بأنها المقاومة التى يترتب عليها اقتصار الإصابة – تحت ظروف الحقل – على نسبة قليلة فقط من النباتات . يتحكم فى هذا الطراز من المقاومة جينات متعددة غالباً . وتؤدى التلقيحات بين السلالات الخضرية -المتوسطة المقاومة وبعضها البعض إلى انعزال بعض النباتات التى تكون أكثر مقاومة من أى من الأبوين ، بينما تنعزل من التلقيحات بين السلالات العالية المقاومة والسلالات القابلة للإصابة نباتات متوسطة المقاومة .

أما حالات فرط الحساسية والمناعة .. فإنها تكون – غالباً – صفات بسيطة وسائدة ، وتتوفر الجينات التى تتحكم فيها فى أصناف البطاطس التى تنتمى لمجموعتى Tubero-sum ، و Andigena ، وفى الأنواع المزروعة الثنائية التضاعف ، وفى عديد من الأنواع البرية . إلا أنه توجد عدة فيروسات هامة لا تتوفر لها مقاومة من أى من طرازى المناعة ، أو فرط الحساسية .

وبالنظر إلى أن الفيروسات يمكن مقاومتها بفاعلية باستخدام تقاو معتمدة جيدة .. فإن التربية لمقاومة الفيروسات قد تأتى فى الأهمية بعد التربية للآفات الهامة الأخرى التى لا تكافح إلا بزراعة الأصناف المقاومة . ومن أهم الجهود التى بذلت فى مجال التربية لمقاومة الفيروسات مايلى :

١ – التربية لمقاومة فيرس X البطاطس (PVX) :

تتوفر عدة سلالات من فيرس X ، وهو فيرس ينتقل بالملامسة ، ولا يحتاج إلى حشرة المن لنقل الإصابة . وفى المقابل .. تتوفر عدة مصادر لمقاومة الفيرس ؛ منها مقاومة شاملة Comprehensive resistance توجد فى سلالة وزارة الزراعة الأمريكية التى نتجت

من البادرة رقم ٤١٩٥٦، وفى السلالة الخضرية CPC 1673 لتحت النوع S. tuberosum ssp. andigena .

كما تتوفر عدة مصادر لمقاومة معظم سلالات فيرس X البطاطس ، ماعدا السلالة التى تعرف بفيرس B ، ومصادر أخرى تقاوم السلالة B وحدها ، ولكنها تصاب بجميع السلالات الأخرى لفيرس X . ويتحكم فى حالات هذه المقاومة ثلاثة جينات ؛ هى : R_X و N_X ، و N_b . يتحكم الجين Nb فى المقاومة للفيرس B ، وهو جين قليل الأهمية ؛ لأن السلالة B لفيرس X ليست واسعة الانتشار . أما الجين Nx فإنه يوجد فى عديد من الأصناف الإنجليزية القديمة ؛ مثل كنج إدوارد ، وإبيكيور Epicure ، وقد ساعد على بقاء هذه الأصناف خالية من الإصابة بفيرس X . هذا .. بينما يوجد الجين Rx فى عديد من الأصناف الهولندية الحديثة .

٢ - التربية لمقاومة فيرس A (PVA) :

يعد فيرس A البطاطس سلالة شاذة من فيرس Y البطاطس PVY . ينتقل هذا الفيرس بواسطة المن ، ويمكن أن يحدث نقصاً شديداً فى المحصول ؛ خاصة إذا حدثت إصابة - فى نفس الوقت - بفيرس X البطاطس .

وتحدث الجينات التى تقاوم السلالات العادية لفيرس Y البطاطس مقاومة - كذلك - لفيرس A . كما يتوفر فى عديد من أصناف البطاطس الجين السائد Na ، الذى يتحكم فى حالة فرط حساسية (مناعة حقل) للفيرس . يرتبط هذا الجين - بشدة - بالجين Nx الذى يعطى تأثيراً مماثلاً بالنسبة لفيرس X البطاطس . ويعد هذا الارتباط مفيداً للمربى .

٣ - التربية لمقاومة فيرس Y (PVY) :

تتوفر عدة سلالات من فيرس Y البطاطس ، الذى ينتشر فى جميع أنحاء العالم ، ويسبب خسائر كبيرة فى المحصول . وهو فيرس ينتقل بواسطة حشرة المن . وتتوفر عدة طرز من المقاومة للفيرس ؛ هى :

أ - توجد درجة من القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس فى بعض الأصناف ؛ مثل إنترناشيونال كدنى International Kidney .

ب – تتوفر المقاومة لانتشار الإصابة Infection Resistance فى بعض الأصناف مثل بنتلاند كرون Pentland Crown .

جـ – توجد المقاومة القصوى Extreme Resistance فى بعض الأنواع البرية ؛ مثل S. stoloniferum ، ويتحكم فيها جينات سائدة ، ربما تكون ضد كل سلالات الفيرس .

٤ – التربية لمقاومة فيرس التفاف الأوراق :

لا تتوفر مقاومة جيدة لفيرس التفاف أوراق البطاطس Potato Leaf Roll Virus كتلك التى تتوفر بالنسبة لفيروسات X ، و A ، و Y ، برغم أنه من الفيروسات الواسعة الانتشار التى تحدث أضراراً كبيرة للمحصول . وهو فيرس ينتقل بواسطة حشرة المنّ . يعيب طراز المقاومة المتوفرة لهذا الفيرس أنها كمية ، وتتحكم فيها جينات عديدة ؛ لكل منها تأثير بسيط على الصفة ؛ مما يؤدى إلى فقد بعضها أثناء الانتخاب ؛ لذا تصعب التربية لمقاومة هذا الفيرس مع الاحتفاظ – فى نفس الوقت – بالصفات الأخرى المرغوبة .

التربية لمقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية

١ – التربية لمقاومة الندوة المتأخرة :

يسبب فطر Phytophthora infestans مرض الندوة المتأخرة فى البطاطس . ويتوفر طرازان من المقاومة لهذا الفطر ؛ هما :

أ – مقاومة أفقية ، أو عامة ، أو غير متخصصة ، وتوجد فى تحت النوع S. tuberosum ssp. andigena ، وهى صفة كمية ، يتحكم فيها عدة جينات لكل منها تأثير بسيط .

ب – مقاومة رأسية ، أو متخصصة ، وتوجد فى النوع S. demissum .

لا تدوم المقاومة الرأسية لأكثر من موسمين إلى ثلاثة مواسم زراعية ؛ بسبب تكوين الفطر المسبب للمرض لسلالات جديدة تكون قادرة على كسر المقاومة ، بينما تكون المقاومة الأفقية ثابتة ؛ حيث لا يتوفر أى دليل على فقد المقاومة من الأصناف ذات المستوى العالى من المقاومة الأفقية (Thurston ١٩٧١) .

تتوفر فى النوع البرى السداسى التضاعف S. demissum سلسلة من جينات المقاومة للفطر ، تأخذ الرمز العام R مع رقم ؛ مثل R_1 ، و R_2 ، و R_3 ... إلخ . يؤدى وجود هذه

الجينات السائدة إلى إكساب العائل حالة فرط حساسية ، تجعله يبدو منيعاً للإصابة تحت ظروف الحقل . وقد نقلت عدة جينات لمقاومة الفطر من النوع البرى إلى أصناف تجارية من البطاطس . فمثلاً .. يحتوى الصنف Kennebec على الجين R_1 الذى يكسب النباتات مقاومة لسلالات الفطر أرقام : صفر ، و ٢ ، و ٣ ، و ٤ ، ولكنه لا يكون مقاوماً للسلالات أرقام : ١ ، و ٢ر١ ، و ٣ر١ ، و ٤ر١ . وبرغم أن الصنف الواحد قد يحتوى على جينات المقاومة : R_1 ، و R_2 ، و R_3 ، ويقاوم سلالات الفطر أرقام : ١ ، و ٢ ، و ٣ .. إلا أنه يكون قابلاً للإصابة بالسلالة المركبة ٣ر٢ر١ ؛ لذا .. فقد توقف استخدام هذا الطراز من المقاومة للفترة المتأخرة فى برامج التربية .

هذا .. وقد اتضح من دراسة أجريت على ٢٨ سلالة من البطاطس -- فى معهد البطاطس الدولى – وجود ارتباط جوهرى (ر = ٥ر٠) بين مقاومة النموات الخضرية ومقاومة الدرنات للفترة المتأخرة .

٢ – التربية لمقاومة العفن الفيوزارى :

يسبب الفطر Fusarium roseum عفناً لدرنات البطاطس . وتتوفر المقاومة للفطر فى سلالة البطاطس B7200 - 33 . وقد تبين – لدى مقارنة هذه السلالة بالصنف القابل للإصابة Russet Burbank –أن تكوين السيوبرين وبيريدرم الجروح يلعب دوراً هاماً فى مقاومة الفطر . ففى درنات السلالة المقاومة .. يتكون السيوبرين فى طبقة مستمرة حول الدرنة ، بينما يتكون السيوبرين فى درنات الصنف القابل للإصابة فى تجمعات ؛ الأمر الذى يسمح بحدوث الإصابة فيما بين هذه التجمعات . كذلك تكوّن بيريدرم الجروح بسرعة أكبر فى السلالة المقاومة ؛ الأمر الذى أوقف تقدم الفطر وحدوث العفن (O'Brien \& Leach ١٩٨٣) .

٣ – التربية لمقاومة التثآلل :

يسبب الفطر Synchytrium endobioticum مرض التثآلل Wart فى البطاطس . وتتوفر – حالياً – عدة أصناف من البطاطس ، تعد منيعة (أو مقاومة بدرجة عالية) لهذا الفطر ؛ الأمر الذى حد كثيراً من خطورة هذا المرض . وتتوفر عدة مصادر لمقاومة الفطر ،

والمقاومة صفة سائدة . وتوجد فى بعض الدول أكثر من سلالة من الفطر المسبب للمرض ، تستطيع بعضها إصابة الأصناف المقاومة للسلالة العادية الشائعة .

٤ – التربية لمقاومة الجرب العادى :

تسبب البكتيريا Streptomyces scabies مرض الجرب العادى فى البطاطس . وتوجد اختلافات كبيرة بين أصناف البطاطس فى قابليتها للإصابة بالمرض ، ويتحكم فى المقاومة أكثر من جين واحد .

٥ – التربية لمقاومة الذبول البكتيرى :

تسبب البكتيريا Pesudomonas solanacearum مرض الذبول البكتيرى فى البطاطس . وتتوفر المقاومة للمرض فى النوع الثنائى التضاعف S. phureja ، ويتحكم فيها عدة جينات سائدة وأخرى متحورة ؛ مما يُصَعِّب من التربية للمقاومة . ومما يزيد الأمر صعوبة أن المقاومة تقل فاعليتها فى الأراضى الدافئة . وقد اختبر Jaworski وآخرون (١٩٨٠) ٥١ صنفاً من البطاطس لمقاومة المرض ، ووجدوا أن جميعها كانت قابلة للإصابة ، فيما عدا الصنف أونتاريو Ontario ، الذى أظهر أعلى درجة من المقاومة .

التربية لمقاومة الأمراض النيماتودية

١ – التربية لمقاومة النيماتودا المتحوصلة :

تنتشر نيماتودا البطاطس المتحوصلة Potato cyst nemtodes من نوعى Globodera rostochiensis ، و G. pallida فى أجزاء كثيرة من العالم . وتتوفر مقاومة النوع الأول (G. rostochiensis) فى عدة أنواع ؛ منها :

S. vernei، و S. multidissectum ، و S. microdontum ، و S. megistacrobolum .

وقد استعملت مقاومة النوع S. vernei على نطاق واسع فى برامج التربية ؛ نظراً لأنها تقاوم كل سلالات النيماتودا التى اختبرت فى الولايات المتحدة وأوروبا . وقد أدخلت هذه المقاومة فى أنساب عدد من أصناف البطاطس الهولندية والألمانية .

أما بالنسبة لمقاومة نوع النيماتودا G. pallida .. فقد اختبر Chavez وآخرون (١٩٨٨) ١٠٢٣ سلالة خضرية تمثل سبعة أنواع برية ثنائية المجموعة الكروموسومية من الجنس Solanum – إضافة إلى تحت النوع S. tuberosum ssp. tuberosum – وتبين من هذه الدراسة أن أكثر من ٢٥ ٪ من السلالات كانت مقاومة لسلالة النيماتودا P4A ، وأن نحو ٣٠ ٪ منها مقاومة للسلالة P5A . كما تبين – لدى اختبار أكثر من ٢٢٠٠ بادرة هجين نوعى بين هذه الأنواع والبطاطس المزروعة – أن المقاومة للسلالة P4A توجد فى أكثر من ٥٠٪ من نسل الهجن مع أى من S. leptophytes ، أو S. vernei ، أو S. gourlayi ، أو S. capsicibaccatum . كما وجدت المقاومة للسلالة P5A فى الأنواع السابقة ، وفى النوع S. sparsipilum .

وكان Ellenby قد أجرى أول اختبار موسع لتقييم مقاومة النيماتودا G. rostochien-sis وذلك فى عام ١٩٥٢ (عن Holmes ١٩٧٨) ، وتوصل من دراسته إلى توفر المقاومة فى النوع البرى الثنائى S. vernei ، وفى خمس سلالات من تحت النوع S. tuberosum ssp. andigena ، وقد استخدمت إحداها – وهى السلالة CPC 1673 – بنجاح وعلى نطاق واسع فى برامج التربية للمقاومة ، وهى مقاومة يتحكم فيها جين واجد سائد أعطى الرمز H_1 . وترجع مقاومة هذه السلالة إلى أن يرقات النيماتودا لا يمكنها النمو إلى إناث كاملة ؛ الأمر الذى يؤدى إلى نقص أعداد النيماتودا فى التربة .

٢ – التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور :

تتوفر مقاومة نيماتودا تعقد الجذور فى عدة أنواع من الجنس Solanum ، مثل S. sparsipilum . وتبين – لدى تلقيح سلالات خضرية مقاومة وأخرى قابلة للإصابة من نفس النوع – أن المقاومة لنوع النيماتودا Meloidogyne arenaria تورث عن طريق الأم ؛ أى سيتوبلازميا . كما تبين أن السلالة المقاومة للنيماتودا M. arenaria كانت مقاومة – كذلك لكل من نوعى نيماتودا تعقد الجذور M. incognita ، و M. javanica (Gomez وآخرون ١٩٨٣) .

التربية لمقاومة الحشرات

لم تجر محاولات جادة لتربية البطاطس لمقاومة الحشرات ، باستثناء مابذل من جهد للتربية لمقاومة كل من حشرتى المن وخنفساء كولورادو . وقد توقفت جهود التربية لمقاومة خنفساء كولورادو بعد أن أمكن السيطرة عليها بالمبيدات . أما بالنسبة لحشرة المن .. فإن خطورتها لا ترجع - فقط - إلى ما قد تحدثه من أضرار مباشرة ، وإنما ترجع خطورتها - أساساً - إلى كونها وسيلة رئيسية لانتشار ونقل الأمراض الفيروسية .

وتتوفر المقاومة لكل من نوعى المن Myzus persicae ، و Macrosiphum euphorbi-ae فى بعض الأنواع البرية للجنس Solanum (Radecliffe & Lauer ١٩٦٦) ، إلا أن معظم هذه الأنواع المقاومة يصعب تلقيحها مع البطاطس . تجرى اختبارات المقاومة للمن فى الحقل أو فى البيوت المحمية على النباتات الكاملة ، كما يمكن إجراؤها على الأوراق فى المختبر . وقد تبين من الاختبارات المعملية أن صفة المقاومة سائدة جزئياً ، وتتراوح درجة توريثها - فى الأنواع الثنائية والرباعية - من ٥٠ - ٦٠ ٪ .

وقد تبين أن المقاومة لنوعى المن - المشار إليهما آنفا - فى أنواع البطاطس S. poly-adenium ، و S. tarijense ، و S. berthaultii ترتبط بوجود الشعيرات الغدية على أوراق وسيقان النباتات ؛ فعندما يتحرك المن على سطح الأوراق .. تجرح الجدر الخلوية للشعيرات الغدية ، ويخرج منها سائل لزج ، يلتصق بأرجل الحشرة ، ويشل حركتها إلى أن تموت جوعاً . كما وجد أن الأوراق المسنة لهذه الأنواع شديدة القابلية للإصابة ؛ وربما كان ذلك بسبب قلة شعيراتها الغدية ، ونقص إفرازتها . ويذكر أن هذه المقاومة عامة ضد كل أنواع وسلالات المن ، وأنها تفيد - لو نقلت إلى البطاطس - فى مقاومة كل من المن والفيروسات التى ينقلها المن (عن Russell ١٩٧٨) .

ولمزيد من التفاصيل عن جهود التربية لمقاومة الآفات فى البطاطس .. يراجع كل من: Akeley (١٩٦٦) ؛ بخصوص مصادر المقاومة لاثنى عشر مرضا من أمراض البطاطس ، وطرق تقييم المقاومة ، و Smith (١٩٦٨) بخصوص مصادر مقاومة الأمراض والحشرات فى ٦٣ صنفاً من البطاطس وفى الأنواع الأخرى المزروعة والبرية من الجنس Solanum ، و Wiersema (١٩٧٢) فيما يتعلق بجهود التربية لمقاومة الأمراض الفيروسية ، و Rus-