الإنسان .

٢ – انتخاب النسب مع اللجوء إلى التكاثر الجنسى ، إلى أن يتم التوصل إلى التركيب الوراثى المرغوب .

٣ – الانتخاب الإجمالى والانتخاب المتكرر ، مع اللجوء إلى التكاثر الجنسى كذلك .

٤ – التربية باستحداث الطفرات .

وعند اتباع إحدى طرق التربية – التى تتطلب اللجوء إلى التكاثر الجنسى – فإنه يفضل دائماً اختيار الآباء – عند إجراء التلقيحات – من بين النباتات التى تزهر بوفرة (على أن تحتوى – بطبيعة الحال – على الصفات المرغوبة) . ويستدل من الخبرة فى هذا المجال على أن النباتات التى تزهر بوفرة – خلال ثلاثة أجيال من التكاثر الجنسى – تستمر فى إزهارها بوفرة بعد ذلك أيضاً (Jones وآخرون ١٩٨٦) . ولا ترتبط القدرة على الإزهار – سلبياً – بأى من الصفات الاقتصادية الهامة .

ولمزيد من التفاصيل عن برامج تربية البطاطا .. يراجع Jones وآخرون (١٩٨٦) .

وراثة الصفات المورفولوجية المميزة

درست وراثة عديد من الصفات المورفولوجية ، التى تستخدم فى وصف وتمييز سلالات البطاطا عن بعضها البعض ، ومن تلك الصفات مايلى :

١ – تفصيص الأوراق .. حيث وجد أن التفصيص العميق صفة كمية سائدة ، قدرت درجة توريثها بنحو ٥٩ر٠ .

٢ – لون الساق .. حيث تبين أن الساق الخضراء صفة كمية سائدة .

٣ – طول النبات .. حيث وجد أن الساق القصيرة صفة كمية سائدة كذلك .

التربية لتحسين صفات الجودة

من أهم صفات الجودة فى البطاطا مايلى :

١ – اللون الخارجى للجنور :

قدرت درجة توريث اللون الخارجى للجنور (من الأبيض إلى القرمزى القاتم) بنحو

٩٧ر٠ على النطاق العريض ، و ٨١ ر٠ على النطاق الضيق .

٢ – اللون الداخلى للجنور :

يسود اللون الداخلى الأبيض سيادة غير تامة على اللون البرتقالى . ويتحكم فى اللون الأصفر عديد من الجينات ، قدرت بنحو ستة على الأقل ، وهى ذات تأثير إضافى (Hernandez وآخرون ١٩٦٥) ، كما قدرت درجة توريث اللون بنحو ٦٦ر٠ (Jones وآخرون ١٩٦٩) .

٣ – شكل الجنور .. وهى صفة تراوحت تقديرات درجة توريثها من ٥ر٠ إلى ٦٢ر٠ .

٤ – عدد الجنور / نبات :

تراوحت تقديرات درجة توريث صفة عدد الجنور / نبات من ٤٠ ر٠ – ٨٣ ر٠ على النطاق العريض ، و ٣٢ ر٠ – ٤٣ ر٠ على النطاق الضيق (عن Jones ١٩٨٦) .

٥ – وزن الجنور :

كانت تقديرات درجة توريث صفة وزن الجنور ثابتة عند ٤١ر٠ (Jones وآخرون ١٩٦٩ ، ١٩٧٨) .

٦ – سمك طبقة القشرة Cortex فى الجنور :

قدرت درجة توريث هذه الصفة بنحو ٤٥ر٠

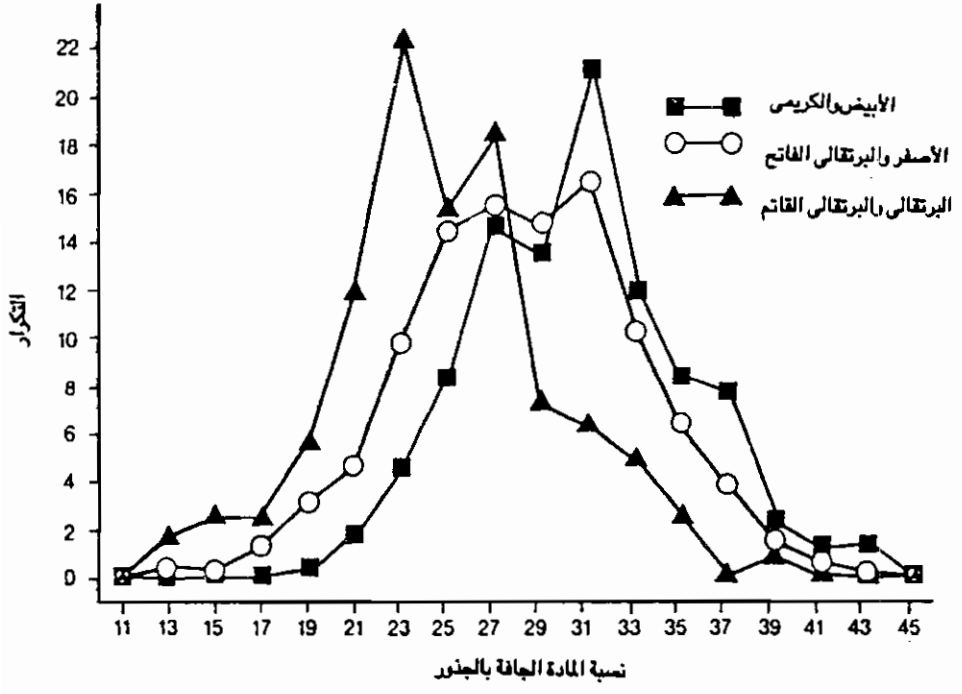
٧ – نسبة الألياف فى الجنور :

أوضحت الدراسات الوراثية وجود مجموعتين من الجينات ، تحتكم إحداهما فى كمية الألياف التى توجد فى الجنور ، وتشتمل على عدد كبير من جينات ذات تأثير هندسى . أما المجموعة الثانية .. فإنها تتحكم فى حجم الألياف ، وتشتمل على عدد قليل من جينات ذات تأثير سائد .

وقد كانت جينات كلتا المجموعتين مرتبطتين (Hammett وآخرون ١٩٦٦) . وقد قدرت درجة توريث هذه الصفة – على النطاق الضيق – بنحو ٤٧ر٠ .

٨ – نسبة المادة الجافة فى الجنور :

تراوحت تقديرات درجة توريث نسبة المادة الجافة فى جنور البطاط – على النطاق الضيق – من ٠٫٤٨ إلى ٠٫٦٥ ويوجد ارتباط عال (r = ٠٫٦١) وجوهرية جداً) بين نسبة المادة الجافة ولون الجنور الداخلى الفاتح (الأبيض والكريمى والأصفر الفاتح) ، ولكن تتوفر عديد من التراكيب الوراثية التى تجمع بين اللون الداخلى البرتقالى القاتم والمحتوى المرتفع من المادة الجافة (شكل ١٤ – ٤) .



شكل (١٤–٤) : توزيع نسبة المادة الجافة فى جنور ثلاث مجموعات من سلالات وأصناف البطاطا : بيضاء وكريمية (ن = ٢٢٢) ، وصفراء وبرتقالية فاتحة (ن = ٥٦٧) ، وبرتقالية ، وبرتقالية قاتمة اللون (ن = ١٢٧) (عن Jones وآخرين ١٩٨٦) .

٩ – نسبة النشا فى الجنور :

يتحكم فى نسبة النشا بالجنور عدة جينات ذات تأثير إضافى (عن Wang ١٩٨٢) وقدرت درجة توريث الصفة – على النطاق الضيق – بنحو ٥٧ر٠ .

١٠ – نسبة البروتين فى الجنور :

قدرت درجة توريث نسبة البروتين فى جنور البطاطا – على النطاق الضيق – بنحو ٥٧ر٠ .

١١ – تشققات الجنور :

تعد تشققات الجنور أحد العيوب الفسيولوجية الهامة التى تظهر فى البطاطا ، وهى صفة تراوحت تقديرات درجة توريثها من ٣٧ر٠ إلى ٥١ر٠ (Jones وآخرون ١٩٦٩ ، ١٩٧٨).

يتضح مما تقدم أن تقديرات درجة التوريث لمعظم الصفات التى درست كانت متوسطة إلى عالية . ويمكن القول إن درجة توريث – على النطاق الضيق – تبلغ ٦ر٠ تعد كافية لإجراء الانتخاب بكفاءة عالية ، وأن درجة توريث تبلغ ٣ ر٠ – ٤ ر٠ تعد كافية لتحقيق تقدم مرض فى عملية الانتخاب .

هذا .. ولا تعتبر البطاطا مناسبة للدراسات الوراثية لكونها سداسية التضاعف ؛ حيث لا تظهر فى الجيل الثانى للتلقيحات انعزالات مندلية واضحة . إلا أن ذلك قد يحدث فى حالات قليلة عندما تكون الصفة سائدة سيادة تامة ويكون الأبوان أصيلين .

ولمزيد من التفاصيل عن التربية لتحسين صفات الجودة فى البطاطا .. يراجع Wang (١٩٨٢) بشأن وراثة صفات الجودة ، و Collins & Walter (١٩٨٢) بشأن التربية لتحسين القيمة الغذائية ، و Li (١٩٨٢) بشأن التربية لتحسين محتوى الجنور من البروتين .

التربية لتحسين المحصول

لا يرتبط محصول البطاطا من الجنور بمعدل البناء الضوئى المقدر لعينة من أوراق

النبات ، وربما كان ذلك يرجع إلى عدة أسباب ؛ منها : اختلاف سلالات وأصناف البطاطا كثيراً فى كثافة نمواتها الخضرية ، واختلاف الوضع النسبى لأوراق النبات الواحد ؛ الأمر الذى يؤثر فى كفاءتها فى التمثيل الضوئى تحت الظروف الطبيعية ، واختلاف وضع الأوراق المستخدمة فى قياس الصفة – تحت ظروف عملية تقدير معدل البناء الضوئى – عما يكون عليه تحت الظروف الطبيعية فى الحقل .. وقد تأكد ذلك من دراسات Bhagsari (١٩٩٠) ، والتى أوضحت وجود اختلافات كبيرة جدا بين أصناف وسلالات البطاطا فى معدل البناء الضوئى ، إلا أن تلك الاختلافات لم تكن مرتبطة بالمحصول . ومن ناحية أخرى .. كان المحصول – فى هذه الدراسة – مرتبطاً بدرجة عالية وجوهرية بدليل الحصاد Harvest Index ($\frac{\text{محصول الجنور}}{\text{الوزن الكلى للنبات}} \times ١٠٠$) ، سواء أكان التقدير على أساس الوزن الطازج (r = ٠ر٩١) ، أم على أساس الوزن الجاف (r = ٠ر٩٥) للجنور .

أما دليل المساحة الورقية Leaf Area Index .. فقد كان أعلى من (٥) – فى معظم السلالات – حتى وقت الحصاد ، ولكن ذلك كان على حساب نمو الجنور الخازنة . وبرغم وجود اختلافات بين السلالات فى دليل المساحة الورقية .. فإن تلك الصفة لم ترتبط – بانتظام – بالمحصول .

وقد اختلفت أصناف وسلالات البطاطا – كذلك – فى معدل البناء الضوئى للنموات الخضرية Canopy photosynthesis (Bhagsari & Ashley ١٩٩٠) ، وارتبطت تلك الصفة جوهريا (r = ٠ر٥٤) بمحصول الجنور الخازنة فى إحدى سنتى الدراسة ، بينما لم يكن المحصول مرتبطاً بمعدل البناء الضوئى المقدر على أوراق مفردة single leaf net photosynthesis .

هذا .. ويذكر Collins وآخرون ١٩٨٧ أن درجات التوريث المقدرة لمكونات المحصول – على النطاق العريض تراوحت من ٠ر٧٥ – ٠ر٩٢ .

التربية لمقاومة الآفات

١ – الذبول الفيوزارى :

يسبب الفطر Fusarium oxysporum f. batatas مرض الذبول الفيوزارى ، أو عفن

الساق فى البطاطا . تتوفر مقاومة الفطر فى عدة أصناف تجارية ؛ مثل Julian ، و Goldrush .

وقد أوضحت دراسات Jones (١٩٦٩) على وراثة المقاومة أن معظم التباين الوراثى فيها إضافى ، وأن درجة توريثها تقدر بنحو ٨٦ ر٠ كما ذكر أن المقاومة كمية ، ويتحكم فيها ستة جينات ذات تأثير إضافى .

ولإجراء اختبار تقييم المقاومة .. يلزم إحداث جروح فى الأوعية الخشبية للنبات بالساق ، أو بالجذور ؛ لكى تحدث الإصابة . ويجرى ذلك بغمر العقل الساقية فى معلق لجراثيم الفطر ، أو هرس قواعدها أثناء غمسها فى المعلق . يلى ذلك .. زراعة العقل فى تربة معقمة ، مع تثبيت درجة حرارة التربة عند ٢٧°م ، والهواء عند ٣٠°م ؛ حيث تظهر الأعراض فى خلال ٧ – ١٥ يوماً (Hanna وآخرون ١٩٦١) .

٢ – عفن الجذور الفيوزارى :

يسبب الفطر Fusarium solani مرض عفن الجذور الفيوزارى فى البطاطا . وعلى خلاف الفطر F. oxysporum .. فإن الفطر F. solani يصيب معظم أنسجة الجذر خارج الأسطوانة الوعائية . وقد اختبر Campbell & Collins (١٩٨٧) عدة سلالات من البطاطا ، ووجدا اختلافات جوهرية – فيما بينها – فى شدة الإصابة ، وكانت أكثرها مقاومة السلالات : NC Porto Rico 198 ، و NC 928 ، و NC 910 ، و NC 925 .

٢ – عفن التربة :

يسبب الفطر Streptomyces ipomoea (وهو من الأكتينوميسيتات Actinomycetes) مرض عفن التربة Soil Rot (أو الجدرى Pox) فى البطاطا . وتتوفر مستويات مختلفة من مقاومة الفطر فى عدة أصناف تجارية ؛ مثل : Acadian (متوسط المقاومة) ، و Jasper (مقاوم بدرجة عالية) ، و Travis (يقاوم الفطر بدرجة جيدة ، كما يعتبر مقاوماً لعفن الساق ، وفيرس الفلين الداخلى ، ونيماتودا تعقد الجذور) .

٤ – نيماتودا تعقد الجذور :

تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne spp. فى عـــدد من أصناف البطاطا التجارية ؛ مثل : Heartogold ، و Nemagold ، و Jasper ، و Travis ، و Jewel ، و Eurek ، و Garnet (عـن Hammett وآخـــريـن ١٩٨٢ ، و Roberts & Scheuerman ١٩٨٤) . كما وجد Abobaker وآخرون (١٩٨٤) مستوى عالياً من المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى الصنف Mississpi Silver ، وأوضحت دراساتهم الوراثية أن تلك المقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد . وقد كانت تقديرات درجة توريث المقاومة – على النطاق الضيق – ٥٧ر٠ ، و ٦٩ ر٠ ، و ٧٥ر٠ (عن Jones ١٩٨٦) . وكانت دراسات سابقة قد رجحت أن المقاومة سائدة – جزئياً – ويتحكم فيها عدة جينات .

٥ – فيرس الفلين الداخلى :

تتوفر عدة مصادر للقدرة على تحمل الإصابة بفيرس الفلين الداخلى Internal Cork Virus فى البطاطا ؛ حيث لاتظهر عليها أعراض الإصابة ، بالرغم من تكاثر الفيرس فيها بصورة طبيعية . وقد أوضحت الدراسات الوراثية أن تلك الصفة سائدة (عن Hammett وآخرين ١٩٨٢) .

٦ – الحشرات :

تصاب البطاطا بأكثر من ١٩ نوعاً من الحشرات التى تعيش فى التربة (عن Jones وآخرين ١٩٨٢) وتسبب أضراراً للجذور ، لاتكتشف – غالباً – إلا عند الحصاد ، كما يصعب تقدير الأضرار التى يحدثها كل نوع منها ؛ لأنها تتداخل مع بعضها البعض ؛ لذا .. فإن من الضرورى توجيه برنامج التربية لمقاومة جميع الحشرات الهامة ، وإن كان من الممكن تقسيم تلك الحشرات إلى أربع مجموعات حسب طبيعة الأضرار التى تحدثها كل منها . وفى هذا الاتجاه .. أوضحت دراسات Jones وآخـرين (١٩٨٧) أن الصنفين : Regal ، وSouthern Delite قاوما الأضرار التى تحدثها ثلاث مجموعات من الحشرات ، ضمت عشرة أنواع حشرية ؛ بنسبة ٢ر٧٩ ٪ ، و ٠ر٨١ ٪ على التوالى . كما أمكن تحقيق تقدم ملموس فى مستوى مقاومة الحشرات باتباع طريقة الانتخاب الإجمالى (Martin & Jones ١٩٨٦) .

هذا .. ويبين جدول (١٤–١) مصادر المقاومة لأهم آفات البطاطا المرضية والحشرية فى

عدد من الأصناف التجارية الهامة .

ولمزيد من التفاصيل عن تربية البطاطا لمقاومة الحشرات .. يراجع Talekar (١٩٨٢) ، و Hahn & Leuschner (١٩٨٢) ، و Jones وآخرون (١٩٨٢) .

جدول (١٤-١) : استجابة بعض أصناف البطاطا التجارية لأهم الآفات المرضية والحشرية (أ) (عن Jones وآخرين ١٩٨٦) .

الحشرات			الأمراض				
White Grub	الخنفساء البرغوثية	WDS(ب)	عفن التربة	نيماتودا تعقد الجذور	الذبول الفيوزارى	الفلين الداخلى	الصنف
S	R	S	S	R	R	R	Jewel
S	S	I - S		I - R	I - S		Redmar
S	S	S		S	S		Georgia Jet
S	I - R	I - S	R	I - R	R	R	Jasper
S	S	I - S		I - R	R	S	Painter
S	R	I		I	R		Carver
S	I	I		S	I		Rojo Blanco
				I	R		Oklamex Red
S	I	I - S		I	R		Caromex
I	I	I - S		R	R	I - R	Pope
S	R	S	I - R	I	I - R	R	Travis
I	R	S	I - R	I	R	R	Eureka
S	S	S	I - S	S	R	R	Vardaman

(أ) S = قابل للإصابة Susceptible .

I = متوسط القابلية للإصابة Intermediate .

R = مقاوم Resistant .

(ب) WDS(ب) = الضرر الذى تحدثه سبعة أنواع حشرية (ثقوب تغذية وآثار جروح تلتئم بحلول موعد الحصاد) ، وهذا الضرر يتشابه مع الضرر الذى تحدثه الديدان السلكية Systena - Diabrotica .

والحشرات السبع هى : دودة البطاطا السلكية الجنوبية ، ودودة الدخان السلكية ، وخنفساء الخيار المخططة banded ، وخنفساء الخيار المبقعة ، والخنفساء البرغوثية ذات الخطوط الباهتة ، والخنفساء البرغوثية المستطيلة ونوع من الخنافس البرغوثية (Systena frontalis) .

مراجع إضافية

لمزيد من التفاصيل عن تربية البطاطا .. يراجع Villareal & Griggs (١٩٨٢) ، و Jones وآخرون (١٩٨٦) ، و Martin & Jones (١٩٨٦) .