الفصل الرابع عشر

تربية البطاطا

يطلق على البطاطا اسم " بطاطا حلوة " ، أو " فندال " فى عدد من الدول العربية ، بينما يقتصر استعمال اسم " بطاطا " فى هذه الدول على المحصول المعروف باسم " بطاطس " فى مصر . تعرف البطاطا فى الإنجليزية باسم Sweet Potato ، واسمها العلمى Ipomoea batatas (L) Lam. . وهى أهم محاصيل الخضر التى تتبع العائلة العليقية Convolvulaceae ، التى تضم نحو ٤٥ جنساً ، وحوالى ١٠٠٠ نوع .

الموطن وتاريخ الزراعة

لا يعرف الموطن الأصلى للبطاطا على وجه التحديد ، ولكن يعتقد أنها نشأت فى الأمريكتين . وأغلب الظن أن نشأتها كانت فى المنطقة الممتدة من جنوب المكسيك حتى شمال أمريكا الجنوبية . وقد وجدت بقايا جذور البطاطا فى بيرو ، وأمكن الاستدلال – من تحليل الكربون بها – على أن عمرها يتراوح من ٨٠٠٠ – ١٠٠٠٠ سنة قبل الميلاد (Yen ١٩٧٦) .

وتعتبر أمريكا الجنوبية أكثر المناطق الجغرافية غنى بالطرز البرية من البطاطا . وهى غنية بالاختلافات الوراثية من البطاطا ، والأنواع الأخرى من الجنس Ipomea ، خاصة فى المنطقة المحصورة بين غابات الأمازون ، ومرتفعات جبال الأنديز (Yen ١٩٧٤) . هذا .. ولم تذكر البطاطا فى أى من حضارات العالم القديم ، سواء فى مصر ، أم بابل ، أم الصين ، أم فارس ، أم لدى الإغريق ، أم الرومان . ويعطى Persglove (٩٧٤) ، و Yen

(١٩٨٢) عرضاً لتاريخ زراعة البطاطا ، والطرق المحتملة التى انتشرت بها زراعتها فى المناطق الاستوائية من العالم القديم .

السيتولوجى والتطور والانواع القريبة

إن البطاطا نبات سداسى التضاعف فيه ٢ن = ٦س = ٩٠ كروموسوماً . ونعرض - فيمايلى - دراسة Nishiyama التى قدمها فى عام ١٩٧١ (عن Yen ١٩٧٦) عن سيتولوجى البطاطا والأنواع البرية القريبة منه ، والتى قسم - على أساسها - الجنس Ipomoea إلى الأنواع التالية :

النوع	الاسم المرادف	٢ن (س = ١٥)	البنيةالكروموسومية
I. batatas var. batatas		٩٠	BBBBBB
I. batatas f. trifida	I. trifida	٩٠	BBBBBB
I. batatas var. littoralis	I. littoralis	٦٠	BBBB
I. batatas var. leucantha	I. leucantha	٣٠	BB
I. triloba var. triloba		٣٠	AA
I. triloba f. lacunosa	I. lacunosa	٣٠	AA
I. triloba f. trichocarpa	I. trichocarpa	٣٠	AA
I. triloba f. ramoni	I. ramoni	٣٠	AA
I. gracilis		٦٠	-
I. tiliacea		٦٠	-

ونظراً لأن البطاطا تتشابه مع الطراز trifida ، والصنفين النباتيين littoralis ، و leu-cantha فى احتوائها على مضاعفات للهيئة الكروموسومية B .. لذا يعتقد بأنها نشأت عنها . وقد قدم هذا التفسير نظراً لأن مجرد مضاعفة كروموسومات I. batatas var. leu-cantha إلى المستوى السداسى لا يترتب عليه إنتاج نباتات مشابهة للبطاطا المزروعة . ويبدو أن التضاعف الذاتى لكروموسومات هذا الصنف النباتى قد صاحبها - أثناء حدوثها فى الطبيعة - تغيرات جينية وكروموسومية .

وبالرغم من هذه التغيرات .. فلا يزال يوجد قدر كاف من التشابه ، ليس فقط بين

الكروموسومات المتناظرة homologous chromosomes ، وإنما كذلك بين الكروموسومات شبه المتناظرة homoelogous chromosomes (Nishiyama وآخرون ١٩٧٥) .

وبالرغم من الاجتهادات السابقة عن تطور البطاطا .. فإن نشأتها مازالت غير معروفة على وجه اليقين ، وخاصة أن عديداً من صفات البطاطا المزروعة ليس لها نظير فى الطرز البدائية . ومن أمثلة تلك الصفات : الجنور المتدرنة الخازنة ، والنموات الخضرية غير المتسلقة ، ولون البيديدرم الأحمر ، ولون الجنور الداخلى البرتقالى (عن Martin & Jones ١٩٨٦) .

ولمزيد من التفاصيل عن نشأة وتطور البطاطا .. يراجع كل من :Purseglove (١٩٧٤)، و Yen (١٩٧٦) ، و Yen (١٩٨٢) ، و Nishiyama (١٩٨٢) .

اسس وطرق التربية

فسيولوجيا الإزهار

تخلف أصناف وسلالات البطاطا من حيث قدرتها على الإزهار تحت الظروف المصرية ، فبعضها لايزهر إطلاقاً ، والبعض يزهر ولايعقد بنوراً ، والبعض الآخر يزهر ويعقد بنوراً بوفرة (شكل ١٤ - ١) .

وتعتبر البطاطا من نباتات النهار القصير بالنسبة للإزهار (McCelland ١٩٢٨ عن Piringer ١٩٦٢) ؛ فهى تزهر فى فترة ضوئية طولها ١١ ساعة ونصف الساعة ، أو أقل من ذلك ، ويتوقف إزهارها - تماماً - فى نهار طوله ثلاث عشرة ساعة ونصف الساعة (Kay ١٩٧٣) .

وقد وجد Campbell وآخرون (١٩٦٣) أن إزهار البطاطا كان سريعاً وبوفرة فى فترة ضوئية مدتها عشر ساعات ، بينما حدث نقص جوهرى فى عدد الأزهار التى أنتجها كل نبات بزيادة الفترة إلى ١٦ ساعة ؛ لذا .. فإنه نادرا ما تزهر البطاطا فى المناطق التى تبعد بمقدار ٣٠ درجة شمالا - أو جنوباً - عن خط الاستواء (Purseglove ١٩٧٤) ، وعلى خلاف الإزهار .. فإن تكوين الجنور المتدرنة لا يتأثر بالفترة الضوئية .

شكل (١٤-١) : نبات بطاطا مزهر .

وسائل حث البطاطا على الإزهار

لا تزهر جميع أصناف وسلالات البطاطا بدرجة واحدة ، ولا يزهر بعضها - مطلقا -

خاصة فى المناطق التى تبعد عن خط الاستواء بأكثر من ٣٠ درجة .

وبرغم الاعتقاد بأن جميع الأصناف والسلالات تزهر فى المناطق الاستوائية .. إلا أنها لاتزهر فى وقت واحد ، ولا بدرجة واحدة ، ولاتتساوى من حيث إنتاجها للبذور (Yen ١٩٧٤). ولما كان اللجوء إلى التكاثر الجنسى هو أهم وأكثر الوسائل فاعلية فى مجال تربية النبات .. لذا اهتم المربون باستكشاف الوسائل الكفيلة بحث نباتات البطاطا على الإزهار . وبرغم أنه يمكن تحسين الإزهار فى البطاطا بالانتخاب الوراثى (Martin ١٩٨٢) .. إلا أن ذلك ليس أمرا عملياً ، ولا يجدى عند الرغبة فى الحصول على انعزالات وراثية سريعة من أى جيرمبلازم يتعامل معه المربى . ونذكر - فيما يلى - أهم الوسائل والمعاملات التى أجريت لحث نباتات البطاطا الصعبة الإزهار على الإزهار .

١ - تعريض النباتات لفترة ضوئية قصيرة مناسبة ، إما بالتحكم فى موعد الزراعة ، وإما بحجب الضوء عن النباتات لفترة معينة يومياً .

٢ - الزراعة فى مزارع مائية ؛ حيث لا تتكون للنباتات جذور متدرنة فى تلك المزارع ؛ وبذا .. يبقى محتوى الكربوهيدرات فى النموات الهوائية مرتفعاً ، وهو ما يحفزها على الإزهار (عن استينو وآخرون ١٩٦٣) . هذا .. إلا أن دراسات Lardizabal & Thompson (١٩٨٨) فى هذا المجال أتت بنتائج عكسية ؛ حيث وجدا - فى جميع الأصناف التى درست وعددها أربعة - أن عدد الأزهار المنتخبة كان أقل فى المزارع المائية مما لو كانت الزراعة فى بيئة قوامها البيت موس (Peat -lite Mix) ، برغم أن النباتات لم تكوّن جذورا متدرنة فى المزارع المائية .

٣ - أوضحت الدراسة السابقة أن زيادة مستوى البورون ، والمغنيسيوم ، أو الحديد فى المحلول المغذى - فى أى من بيئتى الزراعة - أدت إلى زيادة عدد الأزهار فى أحد الأصناف المستخدمة ، وهو Southern Delite .

٤ - تحليق سيقان النباتات الصعبة الإزهار قريبا من سطح التربة ؛ لرفع مستوى المواد الكربوهيدراتية فى نمواتها الخضرية ؛ الأمر الذى يحفزها على الإزهار . وقد اتبعت الطريقة التالية فى مصر بنجاح :

أ - تزرع البطاطا - بالعقلة ، أو بالشتلة - فى شهرى مارس وأبريل على خطوط بعرض مترين ، وعلى مسافة متر واحد بين النباتات فى الخط .

ب – تثبت دعائم خشبية بطول ثلاثة أمتار (منها نصف متر فى التربة) ، وعلى مسافة أربعة أمتار من بعضها البعض فى الخط ، ثم تثبت ٥ – ٦ أسلاك رفيعة على هذه الدعائم ؛ بحيث يبعد أول سلك عن الأرض بمقدار ٥٠ سم ، وتكون بقية الأسلاك على مسافة ٢٥ سم من بعضها البعض .

جـ – يـربى كل نبـات على فـرع واحـد ؛ حـتى يصل إلى السلك الأول ، ثم يربى منه فرعان ، ثم يترك لينمو طبيعيا بعد ذلك ، مع التخلص من جميع النموات التى تظهر قريبا من سطح التربة ، وتربط التفرعات العلوية مع الأسلاك .

د – تحلق النباتات فى شهر سبتمبر ؛ حيث تزهر فى شهرى أكتوبر ونوفمبر .

هـ – تحاط النباتات – فى شهر ديسمبر – بوقايات من الحصر ، تثبت بارتفاع ثلاثة أمتار حول المزرعة ، وبين خطوط الزراعة .

و – تزال الحـصـر فى شـهـر مـارس ، وتنزع الأوراق الميـتـة ، ويعـتنى برى النبـاتات وتسميدها ؛ حيث تزهر مرة أخرى فى نفس الشهر .

وقد أمكن – بهذه الطريقة – الاحتفاظ بالنباتات لمدة خمس سنوات ، مع إزهارها مرتين سنويا فى بداية الربيع (شهر مـارس) ، وأثناء الخريف (فى شـهرى أكتـوبر ونوفـمـبر) (مذكرات فى تربية المحاصيل البستانية كلية الزراعة – جامعة عين شمس ١٩٧٢) . وتسمح هذه الطريقة بزيارة الحشرات للأزهار ؛ الأمر الذى يساعد على زيادة نسبة العقد .

٥ – تطعيم السلالات الصعبة الإزهار على السلالات السهلة الإزهار :

أمكن (فى كلية الزراعة – جامعة القاهرة) زيادة عدد الأزهار المنتجة يوميا ، وزيادة نسـبة النباتات المزهرة فى السلالات الصعبة الإزهار أرقام : ٥ ، و٦ – ١١ ، و١ – ١ ؛ وذلك بتطعيمـها على أصول من الصنف مبروكة الذى يزهر بسهولة ، ولكن وجدت اختلافات بين السلالات فى مدى استجابتها للتطعيم .

وعندما طعم الصنف مبروكة على أصول من سلالات صعبة الإزهار .. تأخر ظهور أول زهرة فى الصنف مبروكة بمدة تراوحت من ٧ – ١٢ يوما حسب السلالة المستخدمة كأصل (Stino وآخرون ١٩٦٩) . ويجرى التطعيم بالساق على الساق أو بالجذر المتدرن على الجذر المتدرن ، أو بالساق على الجذر المتدرن (طريقة جعفر وملر) .

٦ – تطعيم السلالات الصعبة الإزهار على أصول من أنواع أخرى من الجنس Ipomoea :

عندما يكون التطعيم على أصول لا تكون جذورا متدرنة .. فإن مستوى المواد الكربوهيدراتية يظل مرتفعاً فى النموات الخضرية للبطاطا ؛ الأمر الذى يحفزها على الإزهار ، ولكن الإزهار قد يرجع إلى " محفزات " أخرى تنتقل من الأصل إلى الطعم – عبر منطقة الالتحام بينهما – وتدفعه إلى الإزهار . فمثلاً أدى استخدام تحت النوع Ipomoea carnea ssp. fistulosa (نبات نجمة الصباح) كأصل للصنف Southern Delite – إلى زيادة كبيرة فى إزهاره Lardizabal & Thompson (١٩٨٨) . وقد استنبط Dukes وآخرون (١٩٩٠) سلالة من هذا النبات تميزت بفاعلية كبيرة فى دفع نباتات البطاطا للإزهار عند تطعيمها عليها .

٧ – المعاملة بمنظمات النمو :

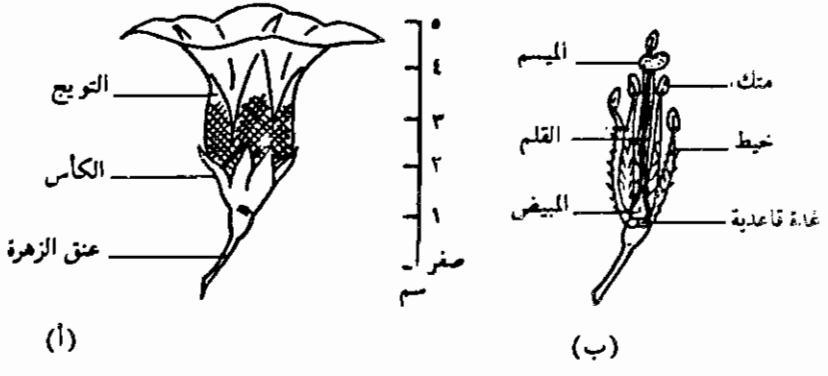
أمكن دفع نباتات الأصناف Goldrush ، و Porto Rico ، و Yellow Jersey إلى الإزهار ؛ بمعاملتها بالأوكسين 2,4-D (عن Edmond وآخرين ١٩٧٥) . كذلك أدت المعاملة بالجبريللين أو الإثيفون إلى زيادة الإزهار فى صنف البطاطا Shore Gold (Lardizabal & Thompson ١٩٨٨) . وفى دراسة أخرى .. وجد Lardizabal &Thompson (١٩٩٠) اختلافات بين أصناف البطاطا فى استجابتها لأربعة منظمات للنمو بالنسبة لكل من عدد الأزهار المنتخبة / نبات ، ونسبة عقد الثمار ، وعدد البذور / نبات ؛ فكان أفضل منظمات النمو تأثيراً فى الإزهار وإنتاج البذور حامض الجبريلليك فى الصنف Jewel ، و 2,4 -D فى الصنف Shore Gold ، و BA (اسمه الكيميائى: (N-Phenylmethyl) - 1 H - Purin - 6 - amine) فى الصنف Vardaman. كذلك كان الإثيفون ذا تأثير جيد على عقد البذور فى الصنف Shore Gold . وأدى التطعيم على أصول من I. carnea spp. fistulosa إلى تحسن فى كل من الإزهار ، ونسبة عقد الثمار ، وعدد البذور المنتجة ، كما كانت معاملة منظمات النمو مع التطعيم ذات تأثير إضافى على نفس القياسات .

هذا .. ويجب حصاد الثمار الناضجة – أولاً بأول – لأنها قد تسقط أو تتفتح ، وتنتثر منها البذور . ويكون نضج الثمار – تدريجياً – متلما يكون ظهور الأزهار .

الأزهار والتلقيح

تحمل الأزهار فى نورات إبطية ، تحتوى كل منها على ١ - ٢٢ برعماً . تتفتح الأزهار فى مجموعات من زهرتين أو أكثر يومياً بعد الشروق بقليل ، وتذبل البتلات غالبا ، وتسقط قبل منتصف النهار، ولكنها تبقى متفتحة لفترة أطول من ذلك فى الجو البارد الملبد بالغيوم. يختلف لون الأزهار من الأبيض إلى درجات مختلفة من اللون الأرجوانى . يتراوح طول التويج من ٢٨ - ٦٣ مم ، وقطره من ٢٦ - ٥٦ مم . تلتحم بتلات الزهرة الخمس ، على شكل ناقوس ، وتتصل بها الأسدية - بالتبادل - عند القاعدة . وتكون الأسدية الخمس - غالباً - بيضاء اللون ، إلا أنها قد تكون على درجات مختلفة من اللون الأرجوانى هى الأخرى .

يتراوح طول الخيوط من ٥ - ٢١ مم فى الزهرة الواحدة ، ويؤثر ذلك فى موقع المتوك بالنسبة للميسم ، وهو ثنائى فصين . يحتوى المتاع على مبيضين ، يحتوى كل منها على بويضتين . أما السبلات الخمس .. فهى ورقية الشكل ومستديمة ، وقد تكون ملساء ، أو شعراء Pubescent . وتوجد غدد رحيقية عند قاعدة البتلات (شكل ١٤-٢) .



شكل (١٤-٢) : تركيب زهرة البطاطا : (أ) زهرة كاملة ، (ب) زهرة منزوع منها الكأس والتويج (عن Jones وآخرين ١٩٨٦) .

تكون المياسم مستعدة للتلقيح لمدة ساعتين فى الصباح الباكر بعد تفتح الزهرة بقليل ، وتنتثر حبوب اللقاح بعد ذلك بنحو ٣ - ٤ ساعات ؛ أى قبل منتصف النهار بقليل . ويمكن

لحبوب اللقاح أن تنبت على الميسم حتى بعد ذبول الأزهار بعدة ساعات .

تنتشر فى البطاطا ظاهرة عدم التوافق الاسبورفيتى ، والتلقيح فيها خلطى بالحشرات خاصة حشرة النحل .

الثمار والبذور

تنضج ثمرة البطاطا بعد شهر واحد من العقد ، وهى علبة ، تحتوى على ١ - ٤ بذور ، وقد تكون ملساء ، أو شعراء ، والبذور الناضجة مبططة من جانبين ، ودائرية من الجانب الآخر ، ويتراوح قطرها من ٣ - ٥ مم ، وذات لون بنى أو أسود . وقصرة البذرة سميكة بدرجة تمنع دخول الماء عند محاولة إنباتها (Purseglove ١٩٧٤ ، Jones وآخرون ١٩٨٦). ولاتستخدم بذور البطاطا إلا فى أغراض تربية المحصول .

طرق إجراء التهجينات

لإجراء التلقيح اليدوى فى البطاطا .. يلزم تكييس البراعم الزهرية فى اليوم السابق لتفتحها ؛ لكى لاتصل إليها حبوب لقاح غريبة (شكل ١٤ - ٣) ، على أن يجرى التلقيح فى صباح اليوم التالى . وليست هناك حاجة إلى عملية خصى الأزهار ؛ نظراً لأن البطاطا عديمة التوافق ذاتياً . وفى حالة الشك فى أن السلالات المستخدمة كأمهات متوافقة ذاتياً .. فإنه يلزم خصى الأزهار حوالى الساعة الخامسة إلى السادسة صباحاً من نفس اليوم الذى تجرى فيه عملية التلقيح (Purseglove ١٩٧٤) . ويستخدم جزء صغير من ماصة شراب لحماية الزهرة المخصبة من التلوث بحبوب لقاح غريبة .

إنبات البذور

لا يكون إنبات البذور منتظما ؛ بسبب شدة صلابة غلافها البذرى ، كما أن بعض البذور تكون فاقدة الحيوية ، ويمكن التخلص منها بتعويمها فى ماء يحتوى على مادة ناشرة مثل مسحوق الصابون . أما البذور المكتملة الحيوية .. فإنها ترسب فى القاع ، ويمكن تحسين إنباتها بإحدى معاملتين :

شكل (١٤-٣) : يشير الملقط إلى طور النمو البرعمى المناسب للتلقيح فى اليوم التالى ، بينما تظهر زهرة معزولة بكبسولة جيلاتينية على اليمين (عن Progeress Report - Asian Veg. Res. & Dev. Center - ١٩٨١) .

١ - خدش جزء من الغلاف البذرى الصلد بآلة حادة ، أو بإمرارها على مبرد ، وهى العملية التى تعرف باسم Scarification .

٢ - نقع البذور فى حامض الكبريتيك المركز لمدة نصف ساعة ، ثم غسيلها بالماء ، وزراعتها مباشرة . وتفضل هذه الطريقة عند الرغبة فى زراعة كمية كبيرة من البذور (Jones & Dukes ١٩٨٢) .

تكون زراعة البذور فى أصص ،أو شتالات (سبيدلنج تراي) ثم تشتل النباتات بعد شهرين من النمو .

ومن المعروف أن بذور البطاطا يمكن تخزينها لفترات طويلة . ففى إحدى الدراسات .. وجد Jones & Dukes (١٩٨٢) أن نسبة إنبات البذور المخزنة لمدة ٢١ سنة كانت مماثلة للبذور الحديثة الحصاد ، وقدرت بنحو ٧٢ ٪ . هذا .. علما بأن ظروف التخزين كانت درجة

حرارة ١٨°م ، ورطوبة نسبية ٤٥ - ٥٠ ٪ خلال السنوات العشر الأخيرة من التخزين ، بينما كانت ظروف التخزين متباينة قبل ذلك . وتحتفظ بذور البطاطا بحيويتها لتلك الفترات الطويلة ؛ بفضل غلافها البذرى الصلد .

عدم التوافق

تنتشر ظاهرة عدم التوافق Incompatibiliy فى البطاطا ؛ الأمر الذى يجعلها عقيمة ذاتياً ، وتوجد الظاهرة - فى البطاطا - على طرازين :

١ - الطراز المعروف باسم heteromorphic incompatibility ، الذى يتميز باختلاف موقع المتوك (طول أقلام الأسدية) بالنسبة لموقع الميسم (طول قلم المتاع) ، والذى يكون أسبورفيتياً فى طبيعته (Simmonds ١٩٧٩) .

٢ - طراز جينات S المعروف باسم S - type ، وهو من النوع الاسبوروفيتى ، الذى يتميز بتفاعلات جينية معقدة ، حسب أليلات S التى توجد مجتمعة فى نفس الموقع الجينى ، والتى يمكن أن يصل عددها إلى ستة أليلات فى النبات الواحد ؛ نظراً لأن البطاطا سداسية التضاعف (Martin ١٩٨٢) .

ومما يزيد مشكلة العقم فى البطاطا تعقيداً أن الاضطرابات الكروموسومية Chromo-somal Aberrations قد تؤدى إلى ضعف فى إنتاج حبوب اللقاح (Yen ١٩٧٦) .

وفى سلالتين من النوع البرى I. trichocarpa .. أدت إزالة ميسم الزهرة إلى التغلب على حالة عدم التوافق ، وإنبات حبوب اللقاح ، إلا أن تلك المعاملة لم تفد فى ثمانية أصناف من البطاطا المزروعة (Hand & Soffe ١٩٧١) .

وتعرف بعض سلالات البطاطا المتوافقة - ذاتيا - مثل سلالة هاواى : HES 107 (Purseglove ١٩٧٤) .

ويمكن التغلب على حالة عدم التوافق الذاتى - أو الخلطى - بمعاملات خاصة ، تعتمد على فهم واضح للأساس الفسيولوجى للعقم ، الذى تسببه أليلات عدم التوافق . فمن المعروف أن ضعف الإخصاب فى التلقيحات غير المتوافقة يكون مرده إلى بطء نمو حبوب

اللقاح ، مع قِصَر الفترة التى تبقى عليها الزهرة – بدون عقد – قبل سقوطها . وقد أمكن التغلب على هذه المشكلة بمعاملة عنق الزهرة بمنظم النمو 2,4 - D بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون ؛ حيث أدى ذلك إلى إطالة حياة الزهرة إلى أن وصلت الأنابيب اللقاحية إلى مبايض الأزهار ؛ مما ترتب عليه نجاح الإخصاب ، والحصول على بعض البذور .

كما أمكن زيادة نسبة الأزهار العاقدة من صفر إلى ٧٥ ٪ ؛ بزيادة عدد مرات المعاملة بمنظم النمو إلى خمس مرات ، بين الواحدة والأخرى منها أربعة أيام ؛ حيث أدت هذه المعاملة إلى إطالة حياة الزهرة بدرجة كافية . ولكن .. وجد – عند فحص البذور الناتجة من حالات العقد السابقة – أنها جميعاً كانت خالية من الأجنة ؛ حيث اضمحلت الأجنة وتلاشت أثناء تكون البذور ، إلى أن اختفت – تماماً – فى البذور الناضجة . وقد أمكن التغلب على تلك المشكلة بزراعة الأجنة – بعد الإخصاب مباشرة – وهى مازالت فى أطوار نموها الأولى – فى بيئات الأجنة . وبهذه الطريقة .. يمكن تربية البطاطا ، مع إجراء التلقيحات الذاتية – أو التلقيحات الخلطية – بين أى صنفين أو سلالتين حسب الحاجة ، كما يمكن إنتاج سلالات بطاطا أصيلة فى عوامل عدم التوافق (Charles وآخرون ١٩٧٤) ، علماً بأن البطاطا لا تفقد قوة نموها بالتربية الداخلية (Purseglove ١٩٧٤) .

وقد أمكن – كذلك – التخلص من حالة عدم التوافق الاسبوروفيتى فى النوع I. cairica؛ بمعاملة مياسم الأزهار أو حبوب اللقاح أو كليهما بإندول حامض الخليك IAA بتركيز ٠,٠١ مول ، حيث أدت المعاملة إلى إنبات حبوب اللقاح ونمو الأنابيب اللقاحية خلال قلم الزهرة (Sood وآخرون ١٩٨٢) .

ولمزيد من التفاصيل عن ظاهرة عدم التوافق فى البطاطا .. يراجع Martin (١٩٨٢) .

الجيرمبلازم ووسائل حفظه

يتوفر جيرمبلازم البطاطا – أساساً – فى ثلاثة معاهد ومراكز بحثية ؛ هى :

١ – المعهد الدولى للزراعة الاستوائية International Institute of Tropical Agriculture (اختصاراً : IITA) فى ١٢٠ Ibaden بنيجيريا .

٢– مركز بحوث وتطوير الخضر الآسيوى Asian Vegetable Research and Devel-

opment Center (اختصاراً : AVRDC) فى Tainan بالصين الوطنية .

٣ – مركز Centro de Agricltura de Investigacion Ensenanza (اختصاراً : CATIE) فى Turrialba بكوستاريكا .

تضم هذه المراكز نحو ٦٩٠٠ صنف وسلالة ، ولكن غير المكرر منها يقدر بنحو ٣٥٠٠ مُدخل (Martin & Jones ١٩٨٦) .

٤ – كذلك يحتفظ مستودع سلالات البطاطا الخضرية Sweet Potato Clonal Repository – الذى أنشىء فى عام ١٩٨٧ بالولايات المتحدة الأمريكية – بنحو ٥٠٠ سلالة خضرية من البطاطا ، تتضمن المدخلات النباتية Plant Introductions ، وسلالات التربية المتميزة ، والأصناف الأمريكية ، علما بأن المدخلات النباتية تشمل السلالات البدائية ، والأصناف المنتجة فى مختلف أنحاء العالم ، والتى ترسل للحفظ فى المستودع .

وقد أعدت مزارع ميرستيمية لنحو مئة من الأصناف الأمريكية وسلالات التربية المتقدمة ؛ لأجل تحريرها من أية إصابات فيرسية ، ولإدامتها على تلك الصورة ، ولتوزيعها دولياً .

تحفظ هذه المزارع تحت ظروف تحدٍ من النمو النباتى فى أنابيب زجاجية صغيرة (٢٫٥ × ١٥ سم) ، تحتوى على بيئة Murashige & Skoog محورة . تحفظ هذه المزارع على حرارة تبلغ ٢١°م ، وإضاءة ١٦ ساعة يوميا ، وتعاد زراعتها كل ٦ – ١٨ شهراً . وإلى جانب سلالات البطاطا الخضرية .. فإن المستودع يحتفظ ببذور عديد من الأنواع النباتية الأخرى التى تتبع الجنس Ipomoea (Jarret ١٩٨٩) .

ولمزيد من التفاصيل .. يراجع Yen (١٩٧٤) بخصوص جمع جيرمبلازم البطاطا ، و Jarret & Florkowski (١٩٩٠) بخصوص حفظ الجيرمبلازم على صورة مزارع أنسجة .

طرق التربية

لتحسين البطاطا .. يذكر Martin & Jones (١٩٨٦) طرق التربية التالية :

١ – الانتخاب فى الأصناف والسلالات المتوفرة ؛ لاحتمال وجود طفرات طبيعية فيها ، أو انعزالات وراثية ، نشأت عن بادرات جنسية تكونت بصورة طبيعية دونما تدخل من

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

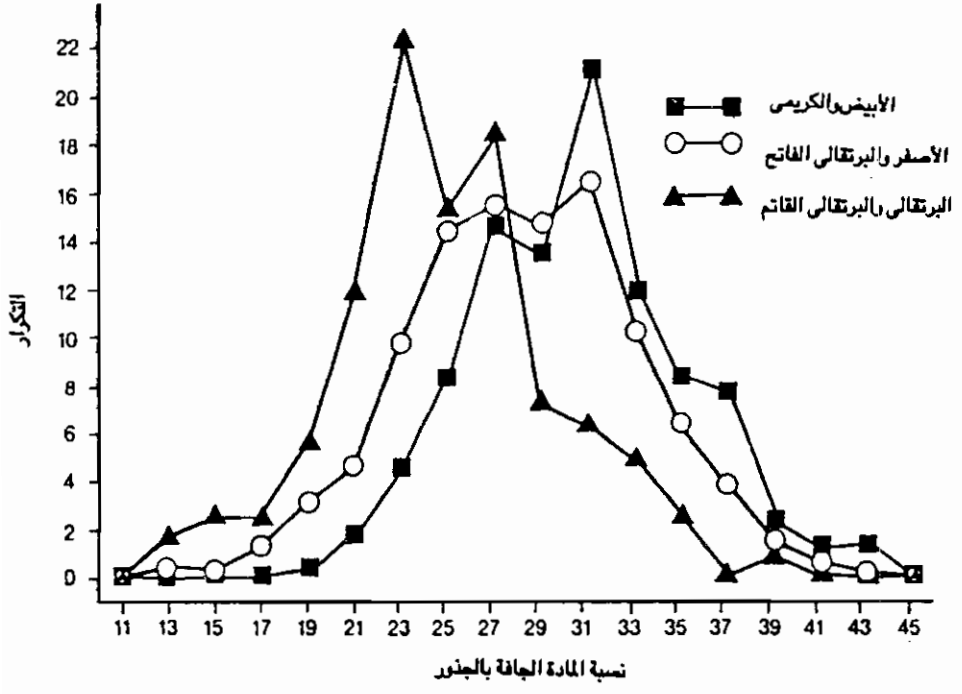
٧ – نسبة الألياف فى الجنور :

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) .