

الفصل الأول

الطماطم: السيتولوجى-الجيرمبلازم -

الهجن النوعية - طرق التربية

تعد الطماطم أحد أهم محاصيل الخضر ، وهى تتبع العائلة الباذنجانية Solanaceae . تضم هذه العائلة نحو ٩٠ جنساً ، وحوالى ٢٠٠٠ نوع من النباتات . تنتمى الطماطم إلى الجنس *Lycopersicon* الذى يضم ثمانية أنواع برية أخرى . وتعرف الطماطم - علمياً - باسم *Lycopersicon esculentum* Mill ، وفى اللغة الإنجليزية باسم Tomato .

الموطن

يعتقد أن الطماطم المزروعة ترجع فى نشأتها إلى سلالات الطماطم ذات الثمار الصغيرة جداً من الصنف النباتى *L. esculentum* var. *cerasiforme* ، التى تنمو بحالة برية فى أمريكا الجنوبية . ومن المعروف أن موطن الطماطم هو أمريكا الجنوبية - خاصة بيرو - وأن بداية استئناسها كانت فى المكسيك ، التى انتقلت منها الطماطم إلى الفلبين وأوروبا فى القرن السادس عشر - حيث ذكرت لأول مرة فى إيطاليا فى عام ١٥٥٤م - ومنها انتقلت إلى بقية قارات العالم القديم .

كما انتقلت الطماطم - أيضاً - من أوربا إلى أمريكا الشمالية (شكل ١-١) ؛ حيث ذكرت هناك لأول مرة فى عام ١٧١٠م .

وقد ظل الإقبال على زراعة واستهلاك الطماطم محدوداً ؛ بسبب انتشار اعتقاد غير صحيح ، وهو أن ثمارها سامة للإنسان . وربما كان السبب فى هذا الاعتقاد أن ثمارها

قريبة الشبه من أنواع باذنجانية أخرى ذات ثمار سامة . وقد بقى الوضع على هذه الحال حتى منتصف القرن التاسع عشر ، حينما بدأ التوسع فى زراعة الطماطم وتصنيعها واستهلاكها فى الولايات المتحدة ؛ ومن ثم فى بقية أرجاء العالم . ولمزيد من التفاصيل عن موطن زراعة الطماطم ونشأتها وتاريخها .. يراجع Hedric (١٩١٩) ، و Boswell (١٩٣٧) ، و Rick (١٩٧٦ ، ١٩٧٨) ، و Kaloo (١٩٨٥) ، و Tigchelaar (١٩٨٦) .

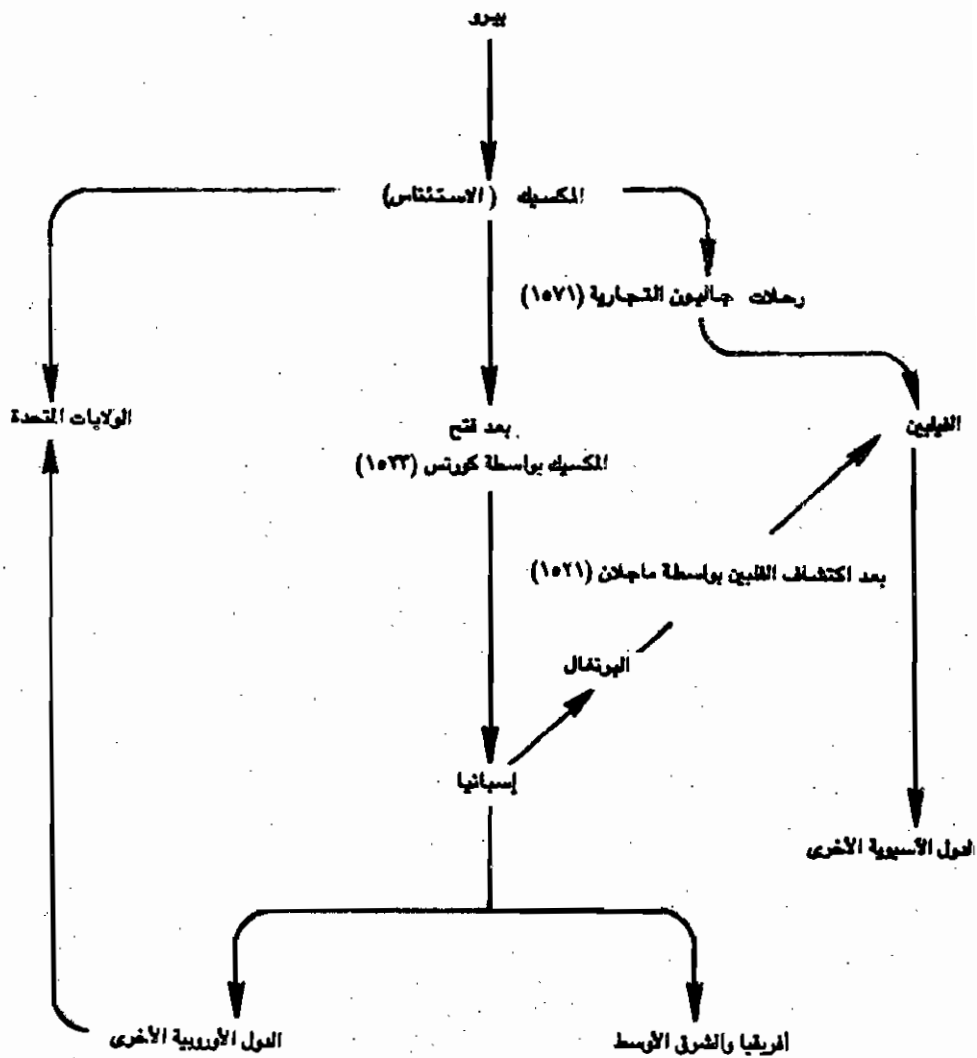
التكاثر

تتميز الطماطم بأنها تتكاثر جنسياً مع سهولة إكثارها خضرياً . فالنبات الواحد الكامل النمو يمكنه إنتاج من ١٠ ٠٠٠ إلى ٢٥ ٠٠٠ بذرة . ولا يخفى ما لذلك من أهمية كبيرة للمربي ، سواء فيما يتعلق بزيادة فرص الحصول على الانعزالات الوراثية المرغوبة - خاصة بالنسبة للصفات الكمية - أم بالنسبة لسرعة إكثار السلالات الجديدة . كما تتكاثر الطماطم بسهولة بالعقل الساقية ، وبالتطعيم ، وبمزارع المتوك وحبوب اللقاح .

فَتُجَدِّز العقل الساقية بسهولة كبيرة ؛ مما يسهل من سرعة إكثار التراكيب الوراثية المرغوبة ، ويجعل من الممكن إكثار التراكيب الوراثية العقيمة ؛ مثل النباتات العقيمة الذكر ، وبعض الهجن النوعية ، وغيرهما ، وكذلك إكثار النباتات التى يلزم الاستعانة بمجموعها الجذرى فى دراسات خاصة ؛ مثل تقدير الألويزيمات allozymes . أما التكاثر بالتطعيم فهو سهل وميسور ، ويفيد من جهة فى مكافحة آفات التربة بتطعيم الأصناف المرغوبة القابلة للإصابة على سلالات أو أنواع برية مقاومة ، كما يفيد - من جهة أخرى - فى دراسة مواضع إنتاج مواد نباتية معينة ، ومسارات تحركها فى النبات .

كذلك أمكن الاستفادة من التطعيم فى إنتاج الهجن النوعية . فمثلاً .. أمكن إنتاج كيميرا Chimera كان نسيجها الداخلى - المسئول عن تكوين الجاميطات - من النوع *L. peruvianum* ، والنسيج الخارجى من *L. esculentum* ، الأمر الذى جعلها تكتسب خاصية التوافق Compatibility المرغوبة التى توجد فى النوع الثانى ، وأفقدها خاصية عدم التوافق incompatibility غير المرغوبة التى توجد فى النوع الأول .

كما يفيد التطعيم - أحياناً - فى التغلب على حالة عدم التوافق الوراثى التى قد توجد



شكل (١-١) : مسارات انتشار الطماطم من موطنها الأصلي في بيرو إلى مختلف بقاع العالم منذ القرن السادس عشر (Esquinas - Alcazar 1981).

بين الطعم والأصل ؛ فيصبح بالإمكان تهجين نوع الطعم بحبوب لقاح من النوع المستخدم كأصل . أما الإكثار بواسطة مزارع المتوك وحبوب اللقاح فقد تقدم كثيراً ؛ وبهذا أصبح فى الإمكان إنتاج نباتات أحادية بسهولة ، وهى التى يمكن الاستفادة منها فى إنتاج السلالات النقية pure lines ، وفى الدراسات الوراثية .

السيولوجى ووراثه الصفات

عدد الكروموسومات

تتشابه جميع الأنواع التى تتبع الجنس Lycopersicon - بما فى ذلك الطماطم - فى كونها ثنائية التضاعف ، وفى احتوائها على ١٢ زوجاً من الكروموسومات التى تتميز بسهولة عن بعضها البعض فى اللون الضام بالطول النسبى للأذرع الكروموسومية ، وتوزيع الكروماتين الخامل heterochromatin والكروماتين الفعال euchromatin ، وعلامات سيولوجية أخرى . وتشابه كروموسومات الأنواع المختلفة مورفولوجياً ، وتعتبر كروموسومات متناظرة homologous .

ويستدل من ذلك على أن نشأة الأنواع المختلفة التابعة للجنس Lycopersicon كانت بطريق الطفرات وليس بطريق التمايز الكروموسومى (Robinson ١٩٧٤ ، و Rick ١٩٧٦) .

عدد الطفرات

كان عدد الطفرات المعروفة فى الطماطم ٩ طفرات فقط فى عام ١٩١٧ ، وارتفع الرقم إلى ٢٠ طفرة فى عام ١٩٣١ ، ثم إلى ٤٩ طفرة فى عام ١٩٤٧ ، و ١١٨ فى عام ١٩٥٦ ، و ٦٩٠ فى عام ١٩٦٧ ، ونحو ٨٠٠ طفرة فى عام ١٩٧٥ ، وحوالى ١٢٠٠ طفرة فى عام ١٩٨٦ . يتبين من هذه الأرقام الزيادة الكبيرة التى تطرأ سنوياً على عدد الجينات المعروفة فى الطماطم . ومن بين هذه الطفرات .. أحدثت نحو ٣٠٠ طفرة بواسطة المعاملة بأشعة X ، وأدخلت نحو ٢٠٠ طفرة من النوع القريب L. pimpinellifolium ، واستحدثت طفرات أخرى كثيرة بالمعاملة بأشعة جاما أو بالنيترونات السريعة ، إضافة إلى عديد من الطفرات التى نتجت من المعاملة بالمركبات الكيميائية المطفرة ؛ مثل الـ ethylene imine ، والـ ethyl methansulfonate ، والـ diepoxybutane ، والـ acridine orange . هذا .. ولا يتضمن

الحصر المذكور أنفأً لجينات الطماطم عديداً من الجينات الأخرى التى تتحكم فى الصفات الكمية .

أمثلة للطفرات الاقتصادية

من بين الطفرات البسيطة الهامة التى أمكن التعرف عليها فى الطماطم مايلي :

١ - الجين (self pruning) الذى يتحكم فى النمو المحسود ، والذي ربما كان أهم الطفرات التى أمكن التعرف عليها فى الطماطم . اكتشف هذا الجين عام ١٩١٤ كطفرة طبيعية فى ولاية فلوريدا الأمريكية ، ونقل إلى الأصناف الجديدة المحسنة منذ الأربعينيات ، ويعد حالياً أكثر الجينات انتشاراً - فى جميع أصناف الطماطم التى تزرع فى الحقول المكشوفة من أى جين طفرى آخر .

٢ - جين النضج الأخضر المتجانس ug (uniform green) الذى تختفى معه الاكتاف الخضراء القائمة اللون فى الثمار الخضراء الناضجة ، أو غير الناضجة ، ويحل محلها لون أخضر متجانس .

٣ - جين عدم وجود المفصل فى عنق الثمرة J أو J-2 (jointless pedicel) ، وهو المسئول عن عدم بقاء جزء من العنق متصلاً بالثمرة بعد الحصاد ، وتبقى - بالتالى - بحالة جيدة فى العبوات أثناء التداول . أما الأصناف العادية .. فتشاهد فيها أعناق الثمار ، وقد اخترقت الثمار المجاورة لها فى العبوات ؛ مما يؤدى إلى تلفها فى الغالب .

٤ - نحو ٥٠ جيناً مختلفاً لصفة العقم الذكري ، يكفى أى منها لجعل النبات عقيم الذكر .

٥ - عدد من الجينات التى تتحكم فى مكونات الطعم فى الثمرة .

٦ - عديد من الجينات التى تتحكم فى المقاومة لكثير من الأمراض . وتعتبر الطماطم من المحاصيل الهامة التى تكثر بها الأصناف المتعددة المقاومة للأمراض ، والتى تصل إلى خمسة أمراض فى بعض الأصناف الثابتة وراثياً ، وإلى ١٠ - ١٢ مرضاً فى بعض الهجن .

ويشتمل جدول (١-١) على قائمة بعدد من جينات الطماطم الهامة ، التى استخدمت فى

برامج التربية لإنتاج أصناف محسنة ، وأمثلة للأصناف التي توجد بها الجينات .

جدول (١-١) : أمثلة لبعض جينات الطماطم التي استخدمت في برامج التربية لإنتاج أصناف محسنة
(عن Tigchelaar ١٩٨٦) .

اسم الجين	رمز الجين	أمثلة للأصناف التي يوجد بها الجين
النمو المحدود (التقليم الذاتي) self pruinig النمو المتقزم dwarf ورقة البطاطس potato leaf العنق عديم المفصل jointless pedicel	<u>طبيعة النمو</u> sp d c j - 1 j - 2 <u>المقاومة للأفات</u> Cf - 1 Cf - 2 Cf - 3 Cf - 4 I - 1 I - 2 Ve Ph - 1 Ad Sm Tm, Tm -2 Tm -2 ² ? Mi	UC 82 , Cal Ace Epoch , Tiny Tim Geneva 11 Penn Red عدة أصناف Sterling Castle Vetamold V121 Purdue 135 Pan American Walte: VR Moscow Targinnie Red New Yorker Southland Tecomseh, Chio III عدة أصناف C5, Columbia Rossoll, VFN Bush

أسم الجين	رمز الجين	أمثلة للأصناف التي يوجد بها الجين
النضج المنتظم - uniform ripening	صفات الثمار u	Heinz 1350
الصبغة العالية high pigment	hp	Redbush
التخطيط الأخضر green stripe	gs	Tigerella
صبغة البيتا كاروتين العالية high beta	B	Caro - Rich
اللون القرمزي - old gold crimson	ogc	Vermillion
الكاروتين المنخفض low total carotene	r	Snowball
اللون البرتقالي المحمر tangerine	t	Sunray, Jubilee
الجلد الشفاف colorless peel	y	Traveller
عدم النضج nonripening	norA	Long Keeper
العقم الذكري parthenocarpy	جينات كثيرة pat -2	Severianin

ولقد حدث تقدم كبير في تربية الطماطم - وغيرها من المحاصيل الزراعية - بفضل اكتشاف وجود ارتباطات قوية بين بعض الجينات التي تتحكم في صفات هامة ، وبين أليلات تتحكم في إنتاج إنزيمات معينة allozyme markers ، ومن أمثلة ذلك مايلي :

١ - الارتباط بين الألويزم Aps -1 ، و الجين Mi الذي يتحكم في المقاومة لنيماتودا تعقد الجنور .

٢ - الارتباط بين الألويزم Prx -2 ، و ms-10 وهو أحد الجينات الجيدة لصفة العقم الذكري .

ويمكن استعمال أى نسيج من أى عضو نباتي (مثل البنور ، أو الأوراق الفلقية ، أو الأوراق الحقيقية الأولى ... إلخ) في الكشف عن الإنزيم المرتبط بالجين المرغوب يوماً حاجة إلى تنمية النبات إلى عمر معين ، أو تحت ظروف معينة ، أو إجراء اختبارات خاصة لإظهار الصفة المرغوب فيها . ويعرف - حالياً - أكثر من ٢٠ جينا لعشرة إنزيمات ،

يكشف عنها بسهولة بطريقة الفصل الكهربائي Starch - gel electrophoresis .

أمثلة للطفرات غير العادية

من بين الطفرات الغريبة والعجيبة فى الطماطم مايلى :-

١ - طفرة النمو الخضرى الصوفى Wo (Wooly foliage) .

٢ - طفرة النمو الورقى الملف Cu (Curl) .

٣ - الطفرتان at ، و r اللتان تعطيان ثماراً صفراء اللون .

٤ - الطفرة y التى تنتج ثماراً وردية اللون .

٥ - الطفرتان r ، و y اللتان تنتجان - عند توحيدهما معاً - ثماراً بيضاء اللون .

٦ - الطفرة t التى تنتج ثماراً ذات لون برتقالى محمر (tangerine) .

٧ - الطفرة B التى تنتج ثماراً برتقالية اللون .

٨ - الطفرة d الخاصة بالنمو المتقزم dwarf التى تستخدم للزراعة فى أصص الزينة.

٩ - الطفرة gh (ghost أو الشبح) : تثبت بنور النباتات الأحسيلة فى الطفرة (ghgh) ،

لتننتج بادرآت ذات أوراق فلقية طبيعية أو مصفرة قليلاً ، إلا أن الورقة الحقيقية الأولى تبدو باللونين الأخضر العادى والأبيض ، ثم تكون الأوراق التالية طبيعية أو مبرقشة كذلك باللونين الأخضر والأبيض (Rick ١٩٨٦) .

وقد عثر المؤلف عام ١٩٨٨ على طفرة ظهرت ككيميرا فى أحد نباتات سلالة الطماطم P.I.433198 ، وبدت فيها جميع الأجزاء النباتية بيضاء اللون ؛ نظراً لأن الأجزاء المطفرة كانت مغطاة بشعيرات كثيفة بيضاء . وقد انتشرت هذه الشعيرات على السيقان ، والأوراق ، وسبلات الأزهار ، والثمار (شكل ١-٢ ؛ يوجد فى آخر الكتاب) . هذا .. إلا أن البنور التى حصل عليها من الثمار الحاملة للطفرة أعطت نباتات طبيعية ؛ مما يدل على أنها كانت كيميرا محيطية .

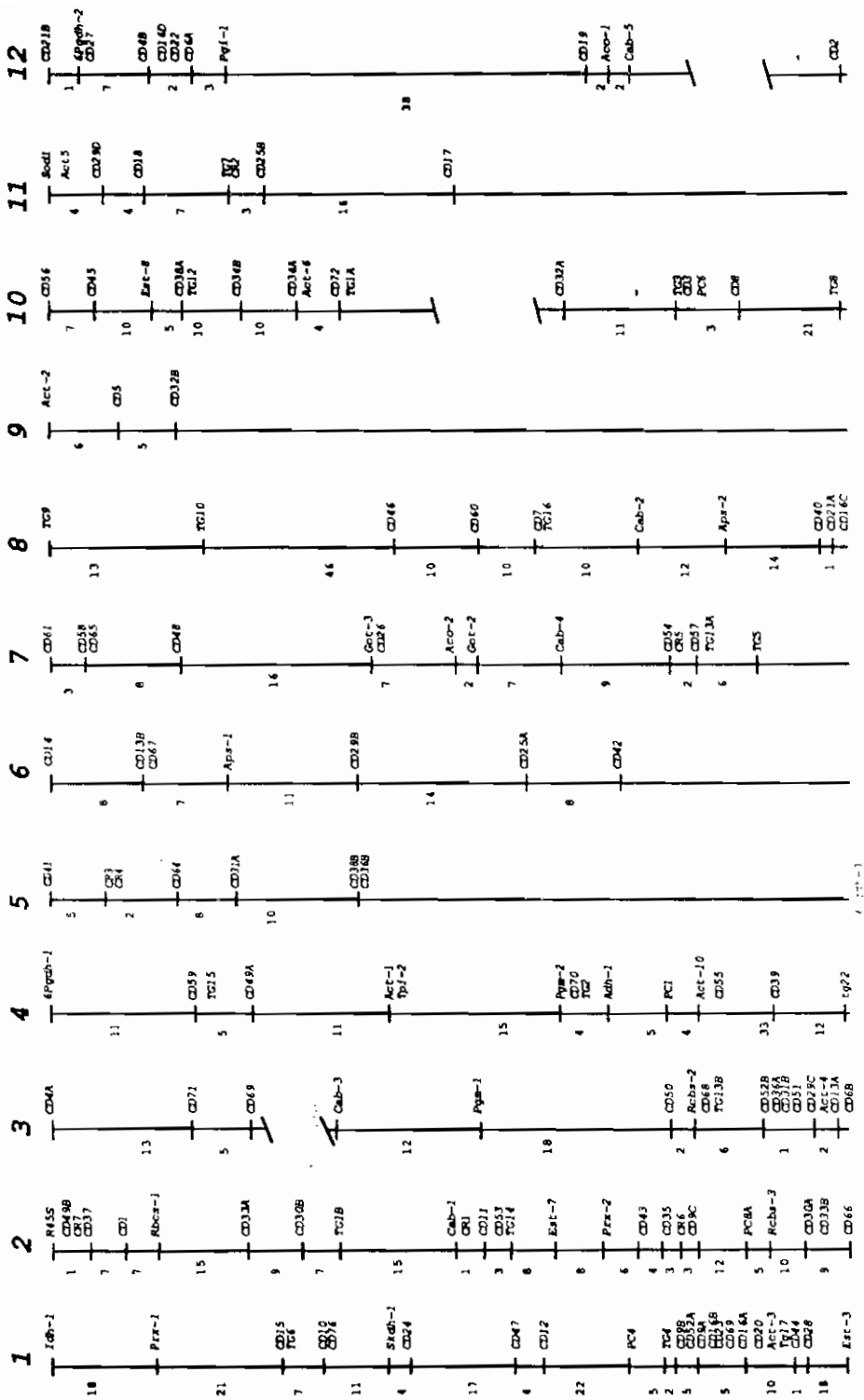
قوائم الجينات والخريطة الكروموسومية

تهتم تعاونية وراثية الطماطم Tomato Genetics Cooperative بنشر قوائم كاملة بالجينات المعروفة التى تتحكم فى الصفات النوعية فى الطماطم ، والتى كان آخرها فى عام

وكان قد نشر قبلها قوائم أخرى عديدة كتلك التي أعدها RicK (١٩٧٤) ، و Stevens & Rick (١٩٨٦) . كما يهتم المشتغلون بتربية ووراثة الطماطم كذلك بإعداد خرائط كروموسومية كاملة بمواقع جميع الجينات المدروسة ؛ كتلك المبينة فى شكل (١-٣) . وتظهر بالشكل جميع الجينات التى أمكن تحديد مواقعها فى أماكنها المحددة على الكروموسومات . كما تظهر بالشكل كذلك الجينات التى أمكن تحديد الكروموسومات الحاملة لها دون أن تحدد مواقعها عليها . وقد وضحت أسفل كل كروموسوم . أما مواقع السنتروميترات . فقد حددت بالرمز O- وتعتبر هذه الخريطة شاملة لنتائج جميع الدراسات التى أجريت فى هذا المجال حتى أول يناير ١٩٨٧ ، وتعرف بـ " الخريطة الكلاسيكية " ؛ تميزا لها عن الخريطة الجزيئية .

أما الخريطة الجزيئية Molecular Map ، أو ما يسمى بال RFLP Map .. فهى تحضر على أساس الاختلافات الأليلية التى توجد لأطوال الأجزاء المقيدة المتعددة الأشكال (Restriction Fragment Length Polymorphisms) لبعض المواقع الجينية التى يمكن التعرفها بواسطة تقنيات تهجين الـ DNA . وتعطى Martha وآخرون (١٩٨٧) تفاصيل هذه الخريطة الجزيئية فى الطماطم (شكل ١-٣) . وتعد هذه النوعية من الخرائط - حالياً - أداة رئيسية لتحديد المواقع الكروموسومية الخاصة بالجينات التى تكون مسئولة عن تصنيع بروتينات معينة (إنزيمات متشابهة isozymes) يمكن فصلها بأجهزة الفصل الكهربائى . electrophoresis ، ثم التعرفا بصبغات خاصة لتحديد وجود أليلات معينة أو غيابها .

وقد أفادت دراسات الإنزيمات المتشابهة بالفعل - فى الدراسات الوراثية وبرامج التربية لعدة محاصيل . وبالنسبة للطماطم .. وضعت بالفعل خريطة للارتباطات الأيزو إنزيمية ، تشتمل على ٤١ جينا مسئولاً عن ١٥ تفاعلا إنزيمياً مختلفاً . وقد رصدت - بالفعل - الكروموسومات الخاصة بستة وثلاثين جيناً منها . وقد أفادت هذه النوعية من الدراسات فى



شكل (٣-١) : الخريطة الكروموسومية الجينية للعامل

١ - تعليم الجينات الهامة اقتصادياً : بما في ذلك الجينات المسؤولة عن الصفات الكمية، التي يحصل عليها من الأنواع البرية للجنس *Lycopersicon* .

٢ - التأكد من النقاوة الوراثية للبذرة الهجين .

٣ - تعرف الهجن الجسمية (عن Hille وآخرين ١٩٨٩) .

حالات التباين الكروموسومي

استخدمت أنواع كثيرة من حالات التعدد الكروموسومي غير التام aneuploids في تحديد المواقع الكروموسومية لجينات الطماطم ، وكانت السلالات الثلاثية الكروموسوم trisomics أكثرها استخداماً في هذا الشأن . وتتوفر حالياً مجموعة كاملة من السلالات الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى primary trisomics ؛ أي يتوفر ١٢ سلالة ، يوجد بكل منها كروموسوم واحد زائد من كروموسومات الطماطم الاثنى عشر . وقد عُرِفَت هذه السلالات سيتولوجياً ، ووراثياً ، ومورفولوجياً ، وذكرت Mutschler وآخرون (١٩٨٧) وصفاً مورفولوجياً كاملاً لكل منها .

وتم - إلى جانب السلالات الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى - تحورات أخرى من النباتات الثلاثية الكروموسوم ؛ منها الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثانية secondary ، والثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثالثة tertiary trisomics . أما النباتات الأحادية فهي نادرة في الطماطم . وعلى العكس من ذلك فإن النباتات الثلاثية الذاتية autotriploids تعد شائعة ، وتظهر تلقائياً كطفرات غير مثمرة في الحقول التجارية . كما تظهر النباتات الرباعية الذاتية autotetraploids تلقائياً بنسبة أقل ، ولكنها تنتج - بسهولة - بالمعاملة بالكلولشيسين ، ويعيبها ضعف إنبات بنورها ، وبطء نموها ، وارتفاع نسبة العقم بها .

وتؤكد جميع الدراسات السيتولوجية على الطبيعة الثنائية التضاعف diploidy لنبات الطماطم ، فهو لا يتحمل كثيراً من عدم التوازن الكروموسومي . فعلى سبيل المثال .. يؤدي وجود كروموسوم واحد زائد إلى تغيرات مورفولوجية كبيرة ، ونقص متنوع - حسب الكروموسوم الزائد - في قوة النمو والخصوبة . أما وجود كروموسومين زائدين فإنه يعيق تطور النبات . ويعد وجود ثلاثة كروموسومات زائدة هو الحد الأقصى الذي يمكن لنبات

الطماطم تحمله ، ولا يكون ذلك ممكناً إلا بالنسبة لبعض الكروموسومات الصغيرة من الهيتة الكروموسومية للطماطم . ولا يتحمل نبات الطماطم نقص كروموسوم كامل إلا بالنسبة لثلاثة من الكروموسومات الصغيرة . هذا .. ويحدث أى نقص فى الكروماتين الفعال تأثيراً سيئاً على عملية تكوين الجاميطات المذكورة والمؤنثة على حد سواء (Stevens & Rick ١٩٨٦) . هذا .. ويعد Kaloo (١٩٨٦) من المصادر الهامة ، التى يمكن الرجوع إليها بخصوص التفاصيل الدقيقة لسيئولوجى الطماطم ، وحالات التباين الكروموسومى التى توجد بها .

وراثه الصفات الفسيولوجية

حظيت الطماطم بدراسات عديدة فى مجال الوراثة الفسيولوجية ، وأمكن التعرف على عديد من الجينات التى تتحكم فى صفات فسيولوجية معينة ، منها - على سبيل المثال - مايلى :

١ - الجين Del ذو السيادة غير التامة : يتحكم هذا الجين فى إنتاج كميات كبيرة من الدلتا - كاروتين delta - carotene على حساب بقية الصبغات الكاروتينية التى تتكون طبيعياً فى النباتات العادية ؛ ويعنى ذلك أن كاروتينات الطماطم يتم تمثيلها - كل على انفراد - من مادة أولية مشتركة بينها Common Precursor .

٢ - تبين أن المركبات الرئيسية المسئولة عن النكهة والطعم المميزين فى الطماطم - وهى : 2- isobutylthiazole ، و methylsalicylate ، و eugenol ، و citrate ، و malate يتحكم فى كل منها جين واحد .

٣ - أظهرت النباتات الحاملة للجين btl نقصاً واضحاً فى البورون بالنموات الخضرية . وقد تبين من دراسات التطعيم أن الطفرة تمتص البورون بصورة طبيعية ، إلا أنها قليلة الكفاءة فى نقل البورون الممتص من الجنور إلى بقية أجزاء النبات . كما اكتشفت طفرة مماثلة (fer) بالنسبة لعنصر الحديد .

٤ - ظهرت كذلك طفرات ذابلة wilted mutants فى الطماطم أعطيت الرموز flc ، و not ، و sit . وقد أوضحت الدراسات الفسيولوجية أن ذبولها يرجع إلى سلوك غير طبيعى للثغور . كما تبين كذلك أن جنور الطفرات الثلاث تقاوم حركة الماء بها ، وأنها تعاني حالة

عدم توازن هرمونى ؛ حيث وجد أن بها نقصاً واضحاً فى حامض الأبسيسيك abscisic acid . وقد أدت معاملتها بحامض الأبسيسيك إلى رجوعها إلى الحالة الطبيعية ، فيما يتعلق بالذبول ، وحالة الثغور والجذور . كما وجد أن حالة الذبول فى -النباتات الحاملة لطفرتين مجتمعين من هذه الطفرات الثلاث - كانت أشد مما فى النباتات الحاملة لطفرة واحدة .

٥ - تبين أن نباتات الطماطم الطبيعية تنتج صبغة الأنثوسيانين المسماة بيتانين Petanin . وقد اكتشفت ثلاثة جينات غير آليية ، هى ag ، و al ، و Pn تسمح بتمثيل الأنثوسيانين ، ولكنها تنظم ذلك زمنياً خلال مختلف مراحل النمو النباتى . ويمثل الأنثوسيانين خلال المراحل الوسطية فى التراكيب af ، و ah ، و aw ، و bls . كما اكتشفت طفرتان أخريان تتحكمان فى تركيب الصبغة الأنثوسيانينية ، هما : a وفيها الأجليكون aglycone عبارة عن بيونيدن Peonidin ، و ai التى توجد فيها الصبغة فى صورة بيتونيدن Petunidin .

٦ - تعاني الطفرة dgt من الاستجابة غير الطبيعية للجاذبية الأرضية فى كل السيقان والجذور .

وأوضحت دراسات التطعيم أن سبب هذه الظاهرة يوجد فى النموات الخضرية ، وقد وجد أن هذه الطفرة تستجيب للمستويات المنخفضة من الإيثيلين ؛ مما يدل على أن نموها غير الطبيعى يرجع إلى خلل فى تمثيل الأوكسين والإيثيلين .

٧ - ظهرت طفرة عقم ذكرى غير منتظمة فى ظاهرة العقم (vms) variable male sterile . تزهر الطفرة بصورة طبيعية فى الجو البارد ، بينما تكون عقيمة فى درجة حرارة ٣٠ - ٢٢ م . وقد تبين أن مرحلة النمو الحساسة للحرارة المرتفعة هى قبل الانقسام الميوزى فى المتوك بنحو ١٠ أيام .

٨ - وجدت طفرة (La) أظهرت تأثيرات متنوعة على النمو الخضرى للنباتات الحاملة لها ؛ فالتركيب الوراثى LaLa كان طبيعياً ، بينما ظهرت النباتات الحاملة للتركيب الوراثى LaLa بثلاثة أشكال مورفولوجية حتى فى أفراد السلالة النقية الواحدة ؛ والأشكال هى : نباتات خالية تماماً من الأوراق ، وأخرى ينتهى نموها بتكوين ورقة فلقية واحدة ، وثالثة تستمر فى

النمو ولكنها لاتزهر ، وتبين أن نسب هذه الأشكال المظهرية فى النباتات ذات التركيب الوراثى La La تختلف باختلاف عمر البنور المستخدمة فى الزراعة .

٩ - وجدت طفرة لا يمكنها تمثيل الحامض الأمينى ثيامين thiamine ، ويلزم تزويدها به ، وقد أخذت الرمز (tl) كما وجدت طفرة أخرى هى spa ، و ten بها نقص غير كامل فى الثيامين ، وكانت تعاني الطفرة الأولى منهما (spa) من نقص آخر فى البريميدين -Pyrimi- dine .

١٠ - ظهرت طفرة طماطم ذات احتياجات عادية جدا من البوتاسيوم تصل إلى ١٠٠ - ٢٠٠ ضعف التركيز الطبيعى للتغذية بالبوتاسيوم فى النباتات العادية ؛ حتى لا تظهر عليها أعراض نقص العنصر ؛ علماً بأن محتوى نباتات هذه الطفرة من العنصر عادى ، وهو ما يدل على أن أعراض نقص العنصر بها لا ترجع إلى ضعف فى قدرتها على امتصاصه أو نقله فى النبات . ويظهر ذلك خطأ الاعتماد على تحليل النموات الخضرية فى تقدير نقص العناصر (عن Rick ١٩٨٦) .

جيرمبلازم الطماطم ومصادر الصفات

تنتشر تعاونية وراثية الطماطم بصورة دورية قوائم كاملة بما يتوفر لديها ولدى وزارة الزراعة الأمريكية من سلالات وأصناف ، وقوائم أخرى بالسلالات التى يتوفر بها طفرات معينة . فوزارة الزراعة الأمريكية - ممثلة فى محطة إدخال النباتات الإقليمية فى الشمال الشرقى NE Regional Plant Introduction Station فى جينيفر Geneva بولاية نيويورك - تحافظ على مجموعة الطماطم العالمية التى تربو على الخمسة آلاف صنف وسلالة من مختلف أنواع الجنس Lycopersicon ، جمعت من جميع أنحاء العالم وأعطيت أرقاماً تعرف بأرقام المدخلات النباتية Plant Introduction Numbers .

وتحتفظ تعاونية وراثية الطماطم بأكثر من ١٠٠٠ مدخل من الطماطم وجميع أنواع الأخرى التابعة للجنس Lycopersicon جمعت أساساً من موطن الطماطم فى أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية ، وأعطيت أرقاماً تعرف بأرقام مداخل الجنس ليكوبرسكون Lycopersicon Accessions ، وتكثر هذه السلالات فى قسم الخضر بجامعة

كاليفورنيا بديفز . وقد نشرت آخر قائمة لهذه السلالات فى التقرير التاسع والثلاثين لعام ١٩٨٩ لتعاونية وراثية الطماطم . وكان قد سبقها فى عام ١٩٨٨ (التقرير رقم ٣٨) نشر قائمة بـ ٧٦٨ مدخلاً ، مقسمة حسب الصفات المميزة التى توجد بكل منها ، مثل : مصادر التباين الإنزيمى allazymic variants ، والتباين السيتوبلازمى Cytoplasmic variants ، والمعلومات الكروموسومية Chromosome markers ، ومختلف الطفرات ، ومختبرات الارتباط linkage testers ، والانتقالات translocations ، ومصادر القدرة على تحمل مختلف الظروف البيئية القاسية ، والسلالات المتضاعفة ذاتياً ، والثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى ... إلخ .

كما اشتمل العدد السابع والثلاثون لعام ١٩٨٧ لتعاونية وراثية الطماطم على قائمة مرتبة أبجدياً بمصادر ٧٢٠ طفرة من الطفرات المدروسة فى الطماطم والأنواع البرية القريبة منها ، ومقسمة فى الوقت ذاته إلى ٢٦ طرازاً طفرياً . وإلى جانب ذلك .. فإن المركز الآسيوى لبحوث وتطوير الخضر Asian Vegetable Research and Development Center يحتفظ بأكثر من ٥٠٠٠ صنف وسلالة من الطماطم والأنواع البرية القريبة .. إلا أن نسبة كبيرة منها تعد تكراراً لتلك التى تحتفظ بها وزارة الزراعة الأمريكية .

وتوجد مجموعات أخرى من جيرمبلازم الطماطم تضم عدة آلاف من الأصناف والسلالات التى تكثرها وتحتفظ بها هيئات أو مؤسسات خاصة أو حكومية فى مختلف بقاع العالم (الولايات المتحدة ، واليابان ، وألمانيا ، وبيرو ، وكوبا ، وهولندا ، والاتحاد السوفيتى سابقاً ، والمجر ، والأرجنتين ، وغانا ، وأستراليا ، وكندا) .

وليزيد من التفاصيل عن طبيعة مجموعات جيرمبلازم الطماطم وعناوينها .. يراجع Esquinas - Alcazar (١٩٨١) .

الأنواع التابعة للجنس ليكوبرسكن

التقسيم العام للجنس ليكوبرسكن

كان C . H . Muller أول من قدم دراسة مفصلة عن تقسيم الجنس Lycopersicom وذلك فى عام ١٩٤٠ . وتبعاً لذلك التقسيم .. فإن الجنس Lycopersicon يتضمن تحت

جنسين two subgenera ، هما: Eulycopersicon ، و Ericopersicon ، وقد ذكر Muller تحتها ٦ أنواع ، و ٦ تقسيمات تحت نوعية (جدول ١-٢) وتلا ذلك - مباشرة - تقسيم L . C . Luckwill فى عام ١٩٤٣ ، الذى اتبع التقسيم العام للجنس Lycopersicon إلى تحت جنسين ، ولكنه ذكر تحتها ٧ أنواع ، و ١٧ تقسيماً تحت نوعى (جدول ١-٣) . وقد اشتمل تقسيم Luckwill على ٨ تحت أنواع للطماطم L. esculentum ، ظلت سائدة لفترة طويلة .

وقد اعتمد كلا التقسيمين السابقين للجنس Lycopersicon على اشتمال تحت الجنس Eulycopersicon على الأنواع ذات الثمار الملساء الحمراء ، واشتمال تحت الجنس Ericopersicon على الأنواع ذات الثمار الوردية الخضراء ، أو البيضاء ، أو المصفرة اللون . ونظراً لسطحية هذه الصفات التى اتخذت أساساً للتقسيم .. فإن هذين تحت الجنس لم يعروا مستخدمين . واعتماداً على الكم الهائل من المعلومات التى تجمعت عن الجنس Lycopersicon منذ الأربعينيات .. فإنه يقسم حالياً إلى ٩ أنواع (منها ٨ برية ، وواحد برى ومنزوع) تتضمن ١٠ تقسيمات تحت نوعية تشتمل ٦ أصناف نباتية (منها ٣ تمثل طرزاً نوعية type species) ، و ٤ طرز Forms (منها اثنان يمثلان طرزاً نوعية) (جدول ١-٤) . ويتجه أغلب الباحثين إلى تقسيم هذه الأنواع التسعة إلى مجموعتين مركبتين two complexes ، تتضمن إحداهما الأنواع : L. esculentum ، و L. hirsutum ، و L. pimpinellifolium ، و L. chmielewskii ، و L. parviflorum ، و L. pennellii ، و L. cheesmanii ؛ وتتضمن الأخرى النوعين : L. peruvianum ، و L. chilense . وبالرغم من أن هذا التقسيم إلى مجموعتين مركبتين لا يعتد به من الوجهة التقسيمية .. إلا أنه يفيد في تجنب استعمال التقسيم السابق للجنس إلى تحت جنسين (Warnock ١٩٨٨) .

وقد ذكر فى أوقات سابقة أنواع أخرى ضمن الجنس Lycopersicon ، منها : L. humboldtii الذى يشبه الطماطم المزروعة (عن Hedrick ١٩١٩) ، و L. minutum (عن Hogenboom ١٩٧٢) .. إلا أنه لا يؤخذ بها حالياً .

جدول (٢-١) : تقسيم Muller للجنس *Lycopersicon* (نشر في عام ١٩٤٠) .

النوع	سنة إعطاء الاسم
<i>Lycopersicon</i> Miller	١٧٥٤
<i>Eulycopersicon</i> Muller	
<i>L. esculentum</i> Mill.	١٧٦٨
<i>L. esculentum</i> f. <i>pyriforme</i> (Dun.) Mull.	١٩٤٠
<i>L. esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> (Dun.) Gray	١٨٨٦
<i>L. pimpinellifolium</i> (Jusl.) Mill.	١٧٦٨
<i>Eriopersicon</i> Muller	
<i>L. peruvianum</i> (L.) Mill.	١٧٦٨
<i>L. peruvianum</i> var. <i>dentatum</i> Dun.	١٨٥٢
<i>L. peruvianum</i> var. <i>humifusum</i> Mull.	١٩٤٠
<i>L. cheesmanii</i> Riley	١٩٢٥
<i>L. cheesmanii</i> f. <i>minor</i> (Hook. f.) Mull.	١٩٤٠
<i>L. hirsutum</i> Humb. and Bonpl.	١٨١٦
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> Mull.	١٩٤٠
<i>L. glandulosum</i> Mull.	١٩٤٠

جدول (٣-١) : تقسيم Luckwill للجنس *Lycopersicon* (نشر في عام ١٩٤٣) .

النوع	سنة إعطاء الاسم
<i>Lycopersicon</i> Miller	١٧٥٤
<i>Eulycopersicon</i> Mull.	
<i>L. esculentum</i> Mill. sub - sp. <i>typicus</i>	١٧٦٨
<i>L. esculentum</i> sub - sp. <i>typicus</i> var. <i>commune</i> Bailey	
<i>L. esculentum</i> sub - sp. <i>typicus</i> var. <i>grandifolium</i> Bailey	
<i>L. esculentum</i> sub - sp. <i>typicus</i> var. <i>validum</i> Bailey	
<i>L. esculentum</i> sub - sp. <i>typicus</i> var. <i>pyriforme</i> Alef.	
<i>L. esculentum</i> sub - sp. <i>goleni</i> (Mill.) Luck.	١٩٤٣
<i>L. esculentum</i> sub - sp. <i>humboldtii</i> (Dun.) Luck.	١٩٤٣
<i>L. esculentum</i> sub - sp. <i>intermedium</i> Luck.	١٩٤٣
<i>L. pimpinellifolium</i> Mill.	
<i>Eriopersicon</i> Mull.	
<i>L. peruvianum</i> Mill. sub - sp. <i>typicus</i>	١٧٦٨
<i>L. peruvianum</i> sub - sp. <i>typicus</i> var. <i>regulare</i> (Dun.) Luck.	١٩٤٣
<i>L. peruvianum</i> sub - sp. <i>commutatum</i> Walp.	١٨٩٤
<i>L. peruvianum</i> sub - sp. <i>puberulum</i> (Phil.) Luck.	١٩٤٣
<i>L. peruvianum</i> sub - sp. <i>dentatum</i> (Dun.) Luck.	١٩٤٣
<i>L. pissisi</i> Phil.	١٨٦١
<i>L. cheesmanii</i> Riley sub - sp. <i>typicus</i>	١٩٢٥
<i>L. cheesmanii</i> sub - sp. <i>minor</i> (Hook.) Mull.	١٩٤٠
<i>L. hirsutum</i> Humb. and Bonpl.	١٨١٦
<i>L. hirsutum</i> var. <i>agrimoniaefolium</i> (Dun.) Luck.	١٩٤٣
<i>L. hirsutum</i> var. <i>glabratum</i> Mull.	١٩٤٠
<i>L. glandulosum</i> Mull.	١٩٤٠

جدول (٤-١) : التقسيم الحالي للجنس Lycopersicon .

النوع	سنة إعطاء الاسم
<i>Lycopersicon</i> Miller	١٧٥٤
<i>L. esculentum</i> Mill.	١٧٦٨
<i>L. esculentum</i> mill. var. <i>esculentum</i>	
<i>L. esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> (Dun.) Gray	١٨٨٦
<i>L. pimpinellifolium</i> (Just.) Mill.	١٧٦٨
<i>L. cheesmanii</i> Riley	١٩٢٥
<i>L. cheesmanii</i> Riley f. <i>cheesmanii</i>	
<i>L. cheesmanii</i> f. <i>minor</i> (Hook. f.) Mull.	١٩٤٠
<i>L. hirsutum</i> Humb. & Bonpl.	١٨١٦
<i>L. hirsutum</i> Humb. & Bonpl. f. <i>hirsutum</i>	
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i> Mull.	١٩٤٠
<i>L. pennellii</i> (Corr.) D'Arcy	١٩٨١
<i>L. pennellii</i> (Corr.) D'Arcy var. <i>pennellii</i>	
<i>L. pennellii</i> var. <i>puberulum</i> (Corr.) D'Arcy	١٩٨١
<i>L. chmielewskii</i> Rick, Kes., Fob. & Holle	١٩٧٦
<i>L. parviflorum</i> Rick, Kes., Fob. & Holle	١٩٧٦
<i>L. peruvianum</i> (L.) Mill.	١٧٦٨
<i>L. peruvianum</i> (L.) Mill. var. <i>peruvianum</i>	
<i>L. peruvianum</i> var. <i>humifusum</i> Mull.	١٩٤٠
<i>L. chilense</i> Dun.	١٩٥٢

كما ظل النوع *L. pennellii* تابعاً للجنس Solanum تحت الاسم العلمي *S. pennellii* إلى أن نقل إلى الجنس Lycopersicon في عام ١٩٨١ . هذا .. ويعرف نوع آخر يتبع الجنس Solanum ويتلقح بسهولة نسبية مع بعض أنواع الجنس Lycopersicon وهو النوع *S. lycopersicoides* Dun. ، الذي وجد أنه يتلقح مع كل من *L. esculentum* و *L. cheesmanii* ، و *L. pimpinellifolium* ، و *L. pennellii* .

ويعد *S. lycopersicoides* نوعاً وسطاً بين كل من الجنسين Lycopersicon و Solanum ، بالرغم من أن كل الدراسات التقسيمية تضعه في الجنس Solanum .

ومن الأنواع الأخرى القريبة للطماطم : *S. juglandifolium* Dun و *S. ochranthum* Dun. و *S. Rickii* (Rick ١٩٨٨) .

تعتبر جميع أنواع الجنس Lycopersicon أعشاباً حولية أو معمرة لفترة قصيرة ، وثنائية التضاعف فيها $2n = 2x = 24$ كروموسوماً . ولا تنمو أي من هذه الأنواع - برياً - إلا في غرب أمريكا الجنوبية في منطقة تمتد شمالاً إلى شمال شيلي وجنوب كولومبيا ، وغرباً إلى المحيط الهادئ وجزر جالاباجوس Galapagos Islands ، وشرقاً إلى تلال

الإنديز (Rick ١٩٧٢) .

ويتوفر في الوقت الحاضر ما يزيد على ٣٠٠٠ سلالة من مختلف الأنواع البرية ، وهي الأنواع وتحت الأنواع المذكورة في جدول (١-٤) فيما عدا الطماطم L. esculentum var. esculentum ، وتكثر نحو ١٠٠٠ منها بواسطة قسم الخضر في جامعة كاليفورنيا بديفن ، بينما تكثر نحو ١٠٠٠ أخرى بواسطة محطة إدخال النباتات الإقليمية في الشمال الشرقي الأمريكي في جينيفر بولاية نيويورك . وقد نشرت آخر قائمة بأرقام سلالات جامعة كاليفورنيا في التقرير السابع والثلاثين لعام ١٩٨٩ لتعاونية وراثية الطماطم . تضمنت هذه القائمة ٩٨٧ سلالة مقسمة حسب الأنواع التي تنتمي إليها . كما ذكر Esquinas - Alca zar (١٩٨١) أعداد مختلف سلالات الأنواع البرية التي تحتفظ بها المؤسسات المعنية بها في شتى بقاع العالم .

النوع L. esculentum Mill.

تدخل الطماطم المنزرعة ضمن هذا النوع وتحت الصنف النباتي esculentum ليصبح اسمها العلمي الكامل L. esculentum var. esculentum . وقد دافع بعض العلماء عن الاسم العلمي القديم للطماطم الذي وضعه Linnaeus وهو : Lycopersicon lycopersi- Karsten (L.) cum وتمسكوا به ، وظل هذا الأمر موضع خلاف بين العلماء ، إلى أن حسم الموضوع نهائياً لصالح الاسم Lycopersicon esculentum Mill. في مؤتمر النبات النوى الرابع عشر ، الذي عقد في برلين في يوليو ١٩٨٧ .

يتضمن هذا النوع كذلك الصنف النباتي L. esculentum var. cerasiforme الذي يُعتقد أنه الأصل البري الذي نشأت منه الطماطم المزروعة (Rick ١٩٧٦ أ) . ينمو هذا الصنف النباتي برياً في بيرو وأكوادور ؛ كما يعتبر هو الوحيد الذي وجد حالياً بحالة برية خارج موطن الجنس Lycopersicon في أمريكا الجنوبية ، وقد انتشرت زراعته في شتى أنحاء العالم من خلال الأصناف المحسنة ذات الثمار الكريزية الشكل (Purseglove ١٩٧٤) .

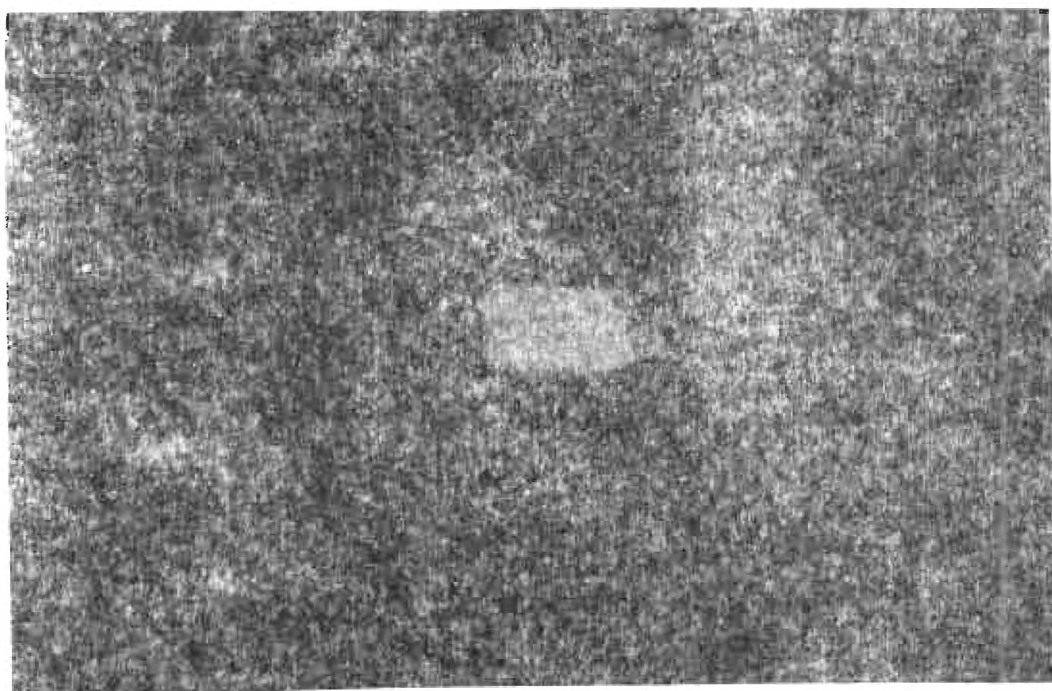
يشتمل هذا الصنف النباتي على مدى واسع من الطرز البرية التي يقترب بعضها من النوع L. pimpinellifolium . ويعتمد في كثير من الأحيان على صفة حجم الثمرة للتمييز

بينهما ؛ حيث يتضمن النوع L. pimpinellifolium الطرز التي يقل قطرها عن ١ سم ، بينما يتضمن الصنف النباتي cerasiforme الطرز التي يتراوح قطر ثمارها من ١ - ٣ سم ، ويتضمن الصنف النباتي esculentum الطرز التي يزيد قطر ثمارها على ٣ سم . نباتات هذا الصنف النباتي (cerasiforme) تتحمل الانحرافات الكبيرة في الظروف البيئية ؛ فبعض سلالاته تتحمل ظروف الجفاف ؛ حيث تنمو برياً في صحراء بيرو الغربية ، وبعضها الآخر يتحمل ظروف الغرق ؛ حيث تنمو في مناطق استوائية يتراوح معدل الأمطار السنوي بها من ٤ - ٥ أمتار . كما تتوفر منه سلالات تتحمل أمراض الذبول ، وأعفان الجذور ، وتبقعات الجنور (Rick ١٩٧٢) . يبرز المسيم قليلاً من الأبنوبة السدائية في بعض سلالات هذا الصنف النباتي ؛ مما يتيح حدوث نسبة من التلقيح الخلطي . وبالرغم من صغر حجم ثماره .. إلا أنها تستخدم كخضار في أجزاء كثيرة من المكسيك (Taylor ١٩٨٦) .

وقد تضمن تقسيما Miller (جدول ١-٢) ، و Luckwill (جدول ١-٣) طرزاً (forms) وأضافات نباتية (Varieties) أخرى تحت النوع L. esculentum ، لعل أبرزها الطراز E. pyriforme الذي شاع استخدامه لفترة طويلة ، إلا أن المتفق عليه الآن أن كل هذه التقسيمات تحت النوعية سطحية ، ولا يوجد مبرر لاستخدامها .

النوع L. pimpinellifolium (Jusl.) Miller

يطلق على نباتات هذا النوع الاسم الإنجليزي Current tomato ، وهو ينمو برياً في أمريكا الجنوبية - خاصة في بيرو والبرازيل - ويتميز بعناقيده الزهرية الكبيرة ، وثماره الصغيرة الحمراء اللون عند النضج ، ونباتاته القوية النمو (شكل ١-٤) . ويعد هذا النوع صورة مصغرة (miniture أو diminutive) للنوع L. esculentum . وهو يتداخل مع الصنف النباتي L. esculentum var. cerasiforme في الحدود الشمالية والشمالية الشرقية لمجال انتشاره ، حيث يصعب التمييز بينهما أحياناً ؛ مما يجعل الباحثين مضطرين إلى اللجوء إلى صفة الثمرة كأساس للتمييز .



شكل (١ - ٤) : النمو الخضري للنوع L. pimpinellifolium .

التلقيح في النوع L. pimpinellifolium ذاتى بدرجة عالية ، وجميع سلالاته متوافقة ذاتياً ، وتعتبر نباتاته على درجة كبيرة من الأصالة الوراثية ، إلا أنه تحدث به نسبة من التلقيح الخلطى ، تزيد أحياناً - فى شمال غربى بيرو - إلى درجة قد تصل إلى ٤٠ ٪ . تتميز السلالات التى يشيع فيها التلقيح الخلطى ببيروز المسيم بوضوح من الأبنوبة السدائية . يتلقح هذا النوع بسهولة تامة مع الطماطم المزروعة ، وتحدث الهجن الطبيعية بينهما فى بيرو وإكوادور . ويعتبر هو النوع البرى الوحيد الذى يتلقح طبيعياً مع الطماطم . يعد النوع pimpinellifolium مصدراً جيداً لمقاومة عديد من الأمراض ، ولعدد من صفات الجودة الثمرية مثل اللون الجيد ، والـ pH المنخفض ، وارتفاع نسبة المواد الصلبة

الذائبة الكلية ، ومحتوى الفيتامينات (Rick ١٩٧٩ ، ١٩٨٠) .

النوع *L. cheesmanii* Riley

ينتشر هذا النوع فى جزر جالاباجوس Galapagos ، وليس له وجود فى بيرو .. الموطن غير المشكوك فيه للجنس *Lycopersicon* ؛ ويوجد منه طرازان ؛ هما : الطراز الممثل للنوع *f. cheesmanii* ، والطراز *f. minor* (جدول ١-٤) . وينتشر الطراز الثانى بكثرة فى الجزيرة ، خاصة فى المناطق غير المرتفعة ؛ حيث يكون الجو أكثر جفافاً ودفئاً . وتتعرض نباتات هذا الطراز - دائماً - لزئاذ المحيط وزيادة ملوحة التربة ، ويشاهد أحياناً نامياً على ارتفاع مترين ومسافة ٥ أمتار من خط مد ماء المحيط ، وتنمو النباتات بصورة طبيعية تحت هذه الظروف من الملوحة العالية ، ولكنها ضعيفة وبطيئة النمو بشكل عام .

ويعتقد Rick (١٩٧٢) أن نباتات هذا الطراز البرى تحتوى على جينات الضماطم المزروعة لتعطى نباتات مقاومة للملوحة .

ثمار هذا النوع صغيرة ، يبلغ قطرها سنتيمتراً واحداً ، ولونها أصفر أو برتقالى ؛ ويتلقيح بسهولة مع الطماطم ، والتلقيح الذاتى هو السائد بنسبة تكاد تصل إلى ١٠٠ ٪ ، ونباتاته أصلية وراثياً بدرجة عالية . ويذكر Rick (١٩٨٠) احتياج نباتات هذا النوع إلى نهار قصير حتى تزهر . وقد لاحظ المؤلف أن نباتات الجيل الأول بين هذا النوع والطماطم (صنف 86 Peto) - والتي كانت نامية تحت ظروف محافظة الجيزة - أزهرت بصورة طبيعية على امتداد ألفترة من يونيو إلى فبراير ، مما يدل على عدم سيادة صفة الحاجة إلى النهار القصير للإزهار فى هذا النوع .

يبلغ قطر الثمار المكتملة النمو حوالى سنتيمتراً واحداً ، ويكون لونها برتقالياً عند النضج ؛ نتيجة لتحول صبغة الليكوبين إلى بيتاكاروتين . ولكن لون الثمار الناضجة قد يتراوح ما بين الأصفر ، والأصفر الضارب إلى الخضرة فى بعض السلالات . كما توجد

سلالة واحدة (هي LA 424) ذات ثمار قرمزية اللون .

وقد نقلت عدة جينات من *L. cheesmanii* إلى الطماطم ، ومنها الجين 2j الذي يتحكم في صفة العنق الثمري الخالى من المفصل jointless . ولم يستخدم هذا النوع كمصدر لصفات المقاومة للأفات ؛ وربما كان ذلك بسبب انعزال نشأته فى جزيرة جالاباجوس بعيداً عن الآفات التى تنتشر فى قارة أمريكا الجنوبية . ويعتبر المحتوى الثمري المرتفع من المواد الصلبة الذائبة من الصفات الهامة فى هذا النوع ، والتى يمكن الاستفادة منها فى الطماطم . وجدير بالذكر أن الطراز *L. cheesmanii* f. *minor* يعد مصدراً أفضل لهذه الصفة عن *L. chmielewskii* ، المعروف بارتفاع محتواه من المواد الصلبة الذائبة (Rick وآخرون ١٩٨٧) .

النوع *L. hirsutum* Humb. & Bonpl.

ينمو هذا النوع برياً فى منطقة تمتد من وسط بيرو إلى شمال إكوادور ، ويوجد نامياً على ارتفاعات تتراوح من ٥٠٠ - ٢٢٠٠م عن سطح البحر ، ولكن يكثر انتشاره فى المناطق الرطبة وعلى ضفاف الأنهار . تحتاج النباتات إلى نهار قصير حتى تزهر .

وقد لاحظ المؤلف أن هذه الصفة سائدة ؛ إذ ظهرت فى نباتات الجيل الأول الهجين بين هذا النوع والطماطم .

تنتشر فى نباتات هذا النوع شكل (١ - ٥) ظاهرة عدم التوافق incompatibility ، إلا أن بعض سلالاته تعد متوافقة ذاتياً ، وتكون هذه السلالات أكثر تجانساً من غيرها غير المتوافقة . وتكون الثمار خضراء ، معرجة بخطوط أرجوانية عند النضج .

تتميز طرز هذا النوع التى تنمو على ارتفاعات كبيرة بمقاومتها للصقيع . كما يعد هذا النوع أقل أنواع الجنس *Lycopersicon* تعرضاً للإصابة بالآفات ؛ فتوجد به صفات المقاومة لنوعين من العناكب ، وعدد من الحشرات الهامة ؛ منها : بودة ثمار الطماطم ،

والمن ، ونافقات الأوراق ، وذبابة البيوت المحمية البيضاء ... وغيرها (Rick ١٩٧٢ ،
١٩٧٩ ، ١٩٨٠) . وقد وجد أن النباتات تحتوى على مبيد حشرى طبيعى هو
2-tridecanone . كما اكتشفت فى بعض سلالاته صفات المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور ،
والتبقع السببى ، وفيرس تبرقش الدخان .



شكل (١-٥) : النمو الخضري للنوع L. hirsutum

يتوفر هذا النوع على أحد طرازين ، هما :

١ - الطراز الممثل للنوع ، وهو L. hirsutum f. typicum :

يتميز هذا الطراز بالشعيرات الكثيفة التى تنتشر على السيقان ، والأوراق ، والثمار ؛ وبالأزهار الكبيرة التى يبرز فيها الميسم بوضوح من الأنبوية السدائية (شكل ١-٦) .
وتنتشر ظاهرة عدم التوافق الذاتى فى الغالبية العظمى من نباتات هذا الطراز ، ولكن توجد سلالات قليلة أمكن تلقيحها ذاتياً يدوياً .



شكل (١-٦) : ظاهرة بروز الميسم من الأنبوية السدائية اتي تنتشر فى الأنواع الخلطية التلقيح من الجنس Lycopersicon .

٢ - الطراز L. hirsutum f. glabratum :

يتميز هذا الطراز - مقارنة بالطراز الممثل للنوع - بقلة كثافة شعيراته ، وصغر حجم

أزهاره ، وميل نباتاته إلى التلقيح الذاتي .

يتلقح الطرازان معاً ، كما يتلقحان بسهولة مع الطماطم ؛ ولكن يشترط في حالة التلقيح مع الطراز الممثل للنوع *f. typicum* أن تستخدم الطماطم كأم في التهجينات في (Taylor ١٩٨٦) .

النوع *L. pennellii* (Correll) D'Arcy

ظل النوع *L. pennellii* (شكل ١-٧) تابعاً للجنس *Solanum* تحت الاسم العلمي *S. pennellii* حتى عام ١٩٨٢ حينما نقل إلى الجنس *Lycopersicon* بناء على دراسات D'Arcy (١٩٨٢) التي بين فيها أن هذا النوع أقرب إلى الجنس *Lycopersicon* منه إلى الجنس *Solanum* . فبالرغم من احتوائه على كثير من الخصائص التقسيمية للجنس *Solanum* ، إلا أنه يتشابه مع الطماطم في صفات أخرى ، ويتلقح معها بسهولة إذا استخدمت الأخيرة كأم في التهجينات . كما أنه يتلقح بسهولة - كذلك - مع جميع الأنواع التي تتبع مجموع اسكيولنتم المركبة *esculentum* complex .

تنمو نباتات النوع *L. pennellii* - برياً - في المنحدرات الغربية لجبال الإنديز في وسط بيرو ، وهي مناطق شديدة الحرارة والجفاف ، وتنتشر فيها بعض أنواع الصباريات . يعتبر المجموع الجذري لنباتات هذا النوع ضعيفاً للغاية ؛ إذ لا يتعدى نموه ٥ ٪ من نمو المجموع الجذري لنباتات الطماطم العادية التي من نفس العمر . وترجع مقاومته العالية لظروف الجفاف إلى قدرة أوراقه على الاحتفاظ بالماء - بدرجة كبيرة - دون أن تظهر عليها أعراض الذبول ، إلا بعد أن تجف أنسجتها كثيراً - مقارنة بالأنواع الأخرى - كما يبدو أن جزءاً من قدرته على تحمل ظروف الجفاف يرجع إلى قدرة أوراقه على امتصاص احتياجات النبات من الرطوبة والندى والضباب . وقد أمكن - تجريبياً - مد النباتات باحتياجاتها من الرطوبة لعدة أيام بالتضبيب الصناعي *misting* على السطح العلوي للأوراق . وقد تبين أن تلك القدرة ترجع إلى وجود نسبة عالية من الثغور على السطح العلوي للأوراق . ويعد هذا النوع - كذلك - مصدراً جيداً لمقاومة بعض الآفات ؛ مثل من البطاطس ، والعنكبوت الأحمر . النباتات غير متوافقة ذاتياً ، ولكن أمكن التعرف على سلالة واحدة على الأقل متوافقة ذاتياً . التلقيح الخلطي هو السائد ، وتكون الثمار خضراء اللون عند النضج (Taylor ١٩٨٦) .



شكل (١ - ٧) : النمو الخضري والزهرى للنوع L. pennellii .

النوعان L. parviflorum و L. chmielewskii Rick, Kes. Fob. & Holle
Rick, Kes. Fob. & Holle

كانت سلالات هذين النوعين تعد - سابقاً - تابعة لنوع مركب أطلق عليه اسم L. minutum . وظل استخدام هذا الاسم سارياً إلى أن قام C.M Rick وآخرون في عام ١٩٧٦ بتوزيع السلالات التي كانت ضمنه على النوعين L. chmielewskii و L. parviflorum ؛ اللذين اعتبرا نوعين شقيقين أقرب إلى مجموعة esculentum المركبة منها إلى مجموعة peruvianum (Warnock ١٩٨٨) .

وقد ذكر عن النوع *L. minutum* - قبل استبداله بالنوعين المذكورين آنفاً - أن ثماره ذات لون أبيض مخضر ، طرية عند النضج ، وترتفع بها نسبة السكر ؛ إذ يصل محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى ١٠ - ١١ ٪ .

وقد أمكن - بتلقيح هذا النوع (سلالة من *L. chmielewskii*) مع الطماطم من صنف VF 145 - B - 7879 - الحصول على سلالات كانت ثمارها ذات حجم ولون مناسبين ، وبها نسبة مرتفعة من السكر وصلت إلى حوالي ٧٥ ٪ (عن Rick ١٩٧٢) .

تنمو نباتات النوع *L. chmielewskii* - برياً - فى أودية جبال الأنديز فى بيرو . والثمار صغيرة لا يزيد قطرها على سنتيمتر واحد ، وهى ذات لون أبيض مخضر عند النضج ، ولا يتكون بها أية صبغات كاروتينية ، وتعد مصدراً جيداً للمحتوى المرتفع من المواد الصلبة الذائبة . وتتميز النباتات بأنها متوافقة ذاتياً ، إلا أنه تحدث بها نسبة من التلقيح الخلطى الطبيعى ، وأزهارها كبيرة ، ويبرز فيها الميسم بوضوح من الانبوبة السدائية ؛ ولذا .. فهى ليست على درجة عالية من التجانس الوراثى .

تشارك بنات النوع *L. parviflorum* مع النوع السابق فى أماكن تواجدها ، إلا أنه أكثر انتشاراً ؛ كما يتشابه النوعان فى الصفات العامة التى سبق بيانها ، إلا أن نباتات النوع *L. parviflorum* تعد مصدراً أفضل للمواد الصلبة الذائبة ، وأزهاره صغيرة وليست جذابة للحشرات ، وتتلقح نباتاته ذاتياً بدرجة عالية ؛ ولذا .. فهى على درجة عالية من التجانس الوراثى . ويبدو أن هذا النوع قد تطور من النوع *L. chmielewski* ، ثم انعزل عنه بسبب خاصية التلقيح الذاتى التى يتميز بها .

يتلقح النوعان معاً ، كما يتلقحان بسهولة مع الطماطم . وقد تبين أن بعض سلالات *L. parviflorum* تحمل أليلاً سائداً هو Df ، يؤدى إلى سقوط أوراق النبات (defoliator gene) ، وهو ذو تأثير مميت متنج - ولكن تأثيره لا يظهر إلا بعد التهجين مع الطماطم .

ينتج النوع *L. parviflorum* عدداً قليلاً من الأوراق قبل أول عنقود زهرى ، ثم ينتج بعد ذلك ورقتين بين كل عنقودين زهرين ، وتلك صفة هامة ، يمكن الاستفادة منها فى أصناف الطماطم التى تربي رأسياً

النوع *L. peruvianum* (L) Miller

تتميز نباتات هذا النوع بنموها الخضري القوي (شكل ١ - ٨) ، وثمارها الخضراء الضاربة إلى البياض التي تصبح طرية ومعرجة بخط واحد أرجواني اللون عند النضج . تزهر النباتات بغزارة ، إلا أن بعض السلالات لا تزهر بسهولة ، ويمكن - بالرغم من ذلك - تهيتها للإزهار بتعريض النباتات لدرجة حرارة ١٥/١٠ م (ليلاً / نهاراً) لعدة أسابيع . وتنتشر في هذا النوع ظاهرة عدم التوافق الذاتي ، مع التلقيح الخلطي وبرزو الميسم قليلاً من الأنبوبة السدائية ؛ لذا .. فإنه يعد من أقل الأنواع تجانساً من الناحية الوراثية . يمكن تهجين نباتات هذا النوع مع الطماطم إذا استخدمت الأخيرة كأم في التلقيحات مع زراعة الأجنة المتكونة - وهي في مرحلة مبكرة من تكوينها - في بيئات صناعية .



شكل (١ - ٨) : النمو الخضري والزهرى للنوع *L. peruvianum* .

يعتبر النوع *L. petruvianum* مصدراً لمقاومة عديد من الأمراض ، كما يعد أفضل مصادر المحتوى الثمري المرتفع من فيتامين ج . وقد نقل منه إلى أصناف الطماطم التجارية الجينات المسؤولة عن مقاومة عدة أمراض ؛ منها : نيماتودا تعقد الجنور (الجين Mi) ، وعفن التاج والجذر الفيوزاري (الذي يسببه الفطر *pyrenochaeta lycopersici*) ، وفيرس تبرقش أوراق الدخان ، وفيرس التفاف القمة (عن Boukema & Den Nijs ١٩٨٤).

يتميز الصنف النباتي *L. peruvianum* var. *humifusum* - عن الصنف النباتي الممثل للنوع *L. peruvianum* var. *peruvianum* - بأن شعيراته الغدية قصيرة وكثيفة ، وسيقانه رفيعة ، وأوراقه صغيرة ، يقل فيها عدد الوريقات الأولية ، وتخلو تماماً من الوريقات الثانوية . وقد اكتشفت سلالة واحدة متوافقة ذاتياً من الصنف النباتي *himifusum* ، وهي LA2157 ؛ أما جميع السلالات الأخرى من *L. peruvianum* .. فهي غير متوافقة ذاتياً .

النوع *L. chilense* Dun .

تنمو نباتات هذا النوع (شكل ١ - ٩) برياً في وسط بيرو وشمال شيلي في مناطق صحراوية شديدة الجفاف . وترجع قدرته العالية على تحمل الجفاف إلى قوة نمو جنوره وتعمقها في التربة . تتميز الأزهار ببروز الميسم من الأنبوبة السدائية ، وهي خلطية التلقيح . وتنتشر في النباتات ظاهرة عدم التوافق الذاتي ، إلا أنها تعد أكثر تجانساً من نباتات النوع *L. peruvianum* . تكون الثمار خضراء اللون ، وبها خطوط أرجوانية عند النضج . يتهجن هذا النوع مع الطماطم بسهولة أكبر مما يحدث بين الطماطم والنوع *L. peruvianum* ، ولكن تلزم زراعة الأجنة الهجين في بيئات صناعية ، كما هي عليه الحال مع هجن النوع *L. peruvium* .

يمكن إجراء التهجين بين النوعين *L. chilense* ، و *L. peruvianum* ، إلا أنه لا يتكون في الثمار العاقدة سوى عدد قليل من البذور لا يزيد على ٤ ٪ من العدد المتوقع . ولكن توجد ٣ سلالات من *L. peruvianum* - هي LA 107 ، و LA 1373 ، و LA 1677 - تتلقح بسهولة تامة مع النوع *L. chilense* ، ويمكن استخدامها كقنطرة للتهجين مع السلالات الأخرى من *L. peruvianum* .



شكل (٩-١) : النمو الخضري للنوع L. chilense .

وقد استخدم هذا النوع كمصدر لأفضل جينات المقاومة لفيرس بترقش الدخان ، وهو الجين $Tm2^2$ ، الذى يعتمد عليه فى مقاومة الفيرس فى معظم أصناف الطماطم الأوروبية التى تستخدم فى الزراعات المحمية . ونظراً للسهولة النسبية التى يتجهن بها هذا النوع مع الطماطم .. فإن بعض العلماء يميلون إلى الاعتقاد بأنه قد يمكن الاستفادة منه كمصدر لجينات المقاومة للآفات أكثر من النوع L. peruvianum الذى يصعب تهجينه مع الطماطم .

أنواع الجنس Solanum القريبة من الجنس Lycopersicon

توجد أربعة أنواع من الجنس Solanum قريبة الشبه من الجنس Lycopersicon ،

ويمكن تقسيمها إلى مجموعتين كما يلي :

١ - النوعان *S. lycopersicoides* ، و *S. rickii* :

يقترّب هذان النوعان - كثيراً - من الجنس *Lycopersicon* ، ويتشابهان كثيراً ؛ وهما ينتشران في مناطق شديدة الجفاف قريبة من منطقة انتشار النوع *L. chilense* . وكلا النوعين متوافق ذاتياً . وتكون الثمار الناضجة سوداء اللون في النوع *S. lycopersicoides* ، وصفراء باهتة في النوع *S. rickii* .

هذا .. ولا تعرف سوى سلالة واحدة من النوع *S. rickii* ، وهي لا تتلقح إلا مع النوع *S. lycopersicoides* . أما النوع الأخير (*S. lycopersicoides*) .. فإنه يتلقح - بسهولة نسبية - مع *L. esculentum* ، و *L. pimpinellifolium* ، و *L. cheesmanii* ، و *L. pennellii* إذا استعملت الأنواع الأخيرة كأهبات في التهجينات ، ورغم سهولة التهجين مع الطماطم .. إلا أن الهجين الجنسي الناتج يكون عقيماً بدرجة عالية ؛ بسبب اختلاف كروموسومات الجنسين .

يعتبر *S. lycopersicoides* مصدراً جيداً لصفة القدرة على النمو والعقد في درجة حرارة مقدارها ١٠°م . كما أن بعض سلالاته تتحمل الب ، الشديد بدرجة أكثر مما في *L. hirsutum* ، و *L. chilense* ؛ ويتحمل بعضها الصقيع . ولكن تبقى مشكلة عقم الجيل الأول الهجين - لهذا النوع مع الطماطم - حائلاً أمام الاستفادة من هذه الصفات في إلى الطماطم . هذا .. ويعد النوع *S. rickii* مقاوماً لقلوية التربة .. إلا أن نقل صفة كهذه للطماطم يتطلب اللجوء إلى تقنيات الهندسة الوراثية .

٢ - النوعان *S. juglandifolium* ، و *S. ochranthum* :

يتشابه هذان النوعان معاً ، ويختلفان عن النوعين السابقين ؛ وهما يتميزان ببعض الصفات الهامة ؛ مثل : المقاومة لبعض الحشرات ، والقدرة على النمو في الأراضي الغدقة (Taylor ١٩٨٦) .

طبيعة التلقيح السائدة في الجنس *Lycopersicon* والأتواع القريبة منه

يلخص Rick (١٩٨٨) طبيعة التلقيح السائدة في مختلف أنواع الجنس ليكوبرسكن والأنواع الأخرى القريبة منها كما يلي :

١ - أنواع ذاتية التلقيح ، وتشمل كلا من : *L. cheesmanii* ، و *L. asculentum* ، و *L. parviflorum* .

٢ - أنواع اختيارية تتفاوت فيها نسبة التلقيح الذاتى والخلطى ، وتقسم إلى :

أ - أنواع متوافقة ذاتياً وتشمل : *L. chmielewskii* ، و *L. pimpinellifolium* :
لاتزيد نسبة التلقيح الخلطى الطبيعى - فى معظم سلالات أى من النوعين - على ١٥ ٪ .

ب - أنواع توجد منها سلالات متوافقة ذاتياً ، وأخرى غير متوافقة ذاتياً ، وتشمل :
L. hirsutum ، و *L. pennellii* ، و *L. peruvianum* . ويحدث التلقيح الخلطى بين سلالات كل نوع ، ولكنه لا يحدث بين الأنواع المختلفة . ويقوم النحل بعملية التلقيح الطبيعى فى الموطن الاصلى لهذه الأنواع .

٣ - أنواع خلطية التلقيح ، وجميع سلالاتها عديمة التوافق ذاتياً ، وتشمل :
L. chilense ، و *S. juglandifolium* ، و *S. lycopersicoides* ، و *S. rickii* .

ظاهرة عدم التوافق فى الجنس *Lycopersicon* والأتواع القريبة منه

سبقت الإشارة إلى الأنواع التى تنتشر فيها ظاهرة عدم التوافق ، وهى :

١ - أنواع توجد الظاهرة فى جميع سلالاتها المعروفة ، وهى : *L. chilense* ، و *S. juglandifolium* ، و *S. lycopersicoides* .

٢ - أنواع توجد الظاهرة فى كثير من سلالاتها ، إلا أن بعض سلالاتها متوافقة ذاتياً ، وهى *L. hirsutum* ، و *L. pennellii* ، و *L. peruvianum* (Rick ١٩٨٨) .

إن ظاهرة عدم التوافق فى هذه الأنواع هى من النظام الجاميطة gametophytic system ، وهى صفة بسيطة سائدة ، تظهر فى الجيل الأول للتلقيحات بين هذه الأنواع

والطماطم ، وتعرقل برنامج التربية في مراحله الأولى (Rick ١٩٧٢) .

وقد وجد Hogenboon (١٩٦٢) حالة عدم توافق في النوع *L. peruvianum* كانت حساسة لدرجة الحرارة ؛ حيث كانت النباتات متوافقة ذاتياً في درجة حرارة ٤٠ ° م ، بينما كانت غير متوافقة ذاتياً في درجات الحرارة الأقل من ذلك . وتبين أن حساسية الظاهرة لدرجة الحرارة كانت صفة بسيطة ومتنحية .

جمع جيرمبلازم الأنواع البرية

يراعى عند جمع بنور الأنواع البرية للجنس *Lycopersicon* والأنواع القريبة منه من موطنها الأصلي أن كمية البذور التي يلزم جمعها لتمثيل السلالة الواحدة تتوقف على طريقة التلقيح السائدة . فبينما يكفي جمع عدد محدود من نباتات كل سلالة من الأنواع الذاتية التلقيح لتمثيلها جيداً ، فإنه يلزم أخذ كميات متساوية من بنور عدد كبير من نباتات الأنواع الخلطية التلقيح لتمثيل كل سلالة منها ؛ لأنها لا تكون متجانسة وراثياً .

ونجد - تحت الظروف الطبيعية - أن البذور الناتجة من التلقيح الخلطي الطبيعي لأية سلالة تكون صالحة التربية إن لم يوجد قريباً منها - لمسافة ٢٠٠ م - نباتات لأية سلالة أخرى من نفس النوع . تحصد الثمار بعد اكتمال نضجها ، ويعرف ذلك باكتسابها لوناً أحمر في النوعين *L. esculentum* var. *cerasiforme* و *L. pimpinellifolium* ، ولوناً أصفر أو برتقالياً في النوع *L. cheesmanii* . أما بقية الأنواع البرية ، فإنها تظل خضراء اللون ، ولكنها تصبح معرجة بخطوط أرجوانية اللون ، وتفقد صلابتها عند النضج . ويمكن - عند الضرورة - جمع الثمار قبل تمام نضجها . ثم تركها لتتضج أثناء رحلة العودة . كما يمكن رش هذه الثمار بالإيثيفون بتركيز ٢٥ - ٥٠٠ جزء في المليون ؛ لإسراع نضجها . ويجب - في جميع الحالات - عدم قطف الثمار قبل اكتمال نضجها الطبيعي بأكثر من ١٠ - ١٤ يوماً .

وأفضل وسيلة لاستخلاص البذور - خلال رحلة جمع الجيرمبلازم - هي نشر محتويات الثمرة على ورق ترشيع ، ثم تركها لتجف ؛ حيث تبقى البذور عالقة بالورقة . ويمكن كتابة البيانات اللازمة على ورقة الترشيح مباشرة (Rick ١٩٧٤ ب) .

إنبات البذور فى الجنس *Lycopersicon* والأتواع القرية منه

توجد أربعة أنأتاع من الجنس *Lycopersicon* ، ونوعان من الجنس *Solanum* تحتأج بنورها إلى معاملات خاصة لكى تنبت ، وهى : *L. chilense* ، و *L. cheesmanii* ، و *L. hirsutum* ، و *L. peruvianum* ، و *S. lycopersicoides* ، و *S. juglandifolium* . إلا أن هذه الأنأتاع ليست متأانسة فى هذه الخاصية . فبينما تحتأج بنور أجميع سلالات النوع *L. cheesmanii* إلى هذه المعاملات لكى تنبت .. نجد أن بنور بعض السلالات من الأنأتاع الأأرى تنبت دونما أأاجة إلى هذه المعاملات . كما أن نسبة بسيطة من بنور السلالات - التى تحتأج إلى هذه المعاملات - قد تنبت كذلك دونما أأاجة إلى تعريضها لهذه المعاملات .

ومن المأاولات الأولى التى بذلها العلماء تلك التى أأريت لاستنبات بنور النوع *L. cheesmanii* . فقد وجد أن معالجة البذور - بالحرارة المنأفضة ، أو المرتفعة ، أو بأماض الكبريتيك ، أو الجبريلليك - لم تكن مؤأرة فى الإنبات . ثم تبين أن العامل المسبب لسكون البذور يكمن فى الغلاف البذرى ، وأن إزالة هذا الغلاف كان ضرورياً للإنبات . وقد أمكن إزالة الغلاف البذرى بمشروط أاد ، إلا أن تطبيق ذلك لم يكن عملياً ؛ لدقة العملية ، وأأاحتياأها إلى وقت كثير . كذلك وجد أن مرور البذور ألال الجهاز الهضمى لسلاحف جزيرة ألاباجوس - التى ينتشر فيها هذا النوع - كان أكثر فاعلية فى التخلص من حالة السكون ، إلا أن هذه العملية كانت شاقة ، ومقززة . وبأاستمرار المأاولات .. وجد أن أفضل المعاملات كانت بنقع البذور فى مألول هيبوكلوريت الصأديوم Sodium hypochlorite (Na OCl) بتركيز ٢.٧ ٪ (وهو نصف تركيز التحضير التجارى " كلأراكس " المأستخدم للأغراض المنزلية) لمدة ٣٠ دقيقة ، ثم شطف البذور أيداً فى الماء وزراعتها مباشرة ، أو أأفيفها وزراعتها بعد ذلك بأأام قليلة عند الرغبة فى ذلك . وقد يتطلب الأمر - أأياناً - معالجة بنور النوع *L. cheesmanii* بهذه الطريقة - أسبوعياً - إلى أن يتم الإنبات ؛ وقد يستغرق ذلك مدة شهرين . ونظراً لاستأالة إأراء المعاملة بعد زراعة البذور فى التربة .. فإنه يلزم - بعد كل معالجة أسبوعية بهيبوكلوريت الصأديوم - أأفظ البذور على ورق ترشيع مبلل فى أطباق بترى على درجة حرارة ٢٥°م نهاراً ، و ١٨°م ليلاً ، إلى أن يبدأ أأذير فى

الظهور؛ حيث تنقل البنور - بعد ذلك مباشرة - إلى التربة (Rick & Borgnino ١٩٨٠) .

وقد وجد Rush & Epstein (١٩٧٦) أنه يمكن الحصول على إنبات جيد لبنور النوع *L. cheesmanii*؛ بنقعها لمدة ٧٠ دقيقة في محلول هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز ٣٪؛ لإذابة الغلاف الخارجى للبنور ، ثم غسل البنور فى الماء لمدة ٣٠ دقيقة ، ثم فى محلول هـ مللى مول من كبريتات الكالسيوم لمدة ٣٠ دقيقة أخرى ؛ لإزالة بقايا هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم زراعتها بعد ذلك .

إكثار بذور الاتواع البرية

لا تتطلب سلالات الأنواع الذاتية التلقيح مسافة عزل خاصة عند إنتاج بنورها . حيث تكفي مسافة ٣ - ٥ م ، وهى التى تلزم لمنع الخلط الميكانيكى بينها . أما الأنواع المعزولة التلقيح .. فإن سلالاتها تكثر بزراعة عدد كاف من نباتات كل سلالة منها ، معزولة عن نباتات السلالات الأخرى من نفس النوع ، حتى تتلقح طبيعياً بواسطة الحشرات ، مع ضمان عدم حدوث تلقيح خلطى بين السلالات ، وتلزم لذلك مسافة ٢٠٠ م - أو أكثر - بين السلالات ، حسب درجة النشاط الحشرى . ويجب أن تكون كل سلالة ممثلة بعدد كاف من النباتات للمحافظة على الاختلافات الوراثية التى توجد فيها . ويمكن زراعة الأنواع البرية المختلفة متجاورة ؛ لأنها لا تتلقح فيما بينها (Rick ١٩٧٧) .

وتُحدد طريقة التلقيح السائد عدد النباتات أنسى تجب زراعتها لإكثار السلالات . فلا تجوز - مثلاً - زراعة مساحة كبيرة من سلالات الأنواع الذاتية التلقيح ؛ حيث تكفى نباتات قليلة لتمثيل السلالة ؛ بينما يؤدي خفض أعداد النباتات - التى تزرع لإكثار السلالات الخلطية التلقيح - إلى فقد جزء كبير من التباين الوراثى الذى يتوفر فى هذه السلالات . والأفضل هو تحديد أعداد النباتات على أساس نسبة التلقيح الخلطى السائدة ؛ حيث تزيد بزيادتها .

ويتراوح المدى المناسب لعدد النباتات اللازم لإكثار السلالة الواحدة من خمسة فى حالة التلقيح الذاتى التام إلى ٥٠ نباتاً - كحد أدنى - فى حالة السلالات العديمة التوافق ذاتياً ، مع زيادة العدد على هذا الحد إذا توفرت إمكانات ذلك . وتلقح هذه السلالات - يدوياً - بجمع أكبر كمية ممكنة من حبوب اللقاح من جميع النباتات بواسطة آلة يدوية صغيرة تعمل

البطارية . تجرى هذه الخطوة عندما تكون النباتات فى أوج إزهارها . يلى ذلك خلط حبوب لقاح نباتات كل سلالة بشكل جيد ، ثم استعمالها فى تلقيح جميع نباتات نفس السلالة . ويفضل - دائماً - إنتاج كميات كبيرة من بذور هذه السلالات الخلطية التلقيح : لتمثيل أكبر قدر من الاختلافات الوراثية المتوفرة بها .

تقييم جيرمبلازم الطماطم والاتواع القريبة للصفات الاقتصادية الهامة

اقترح Esquinas - Alcazar (١٩٨١) قائمة طويلة ، تشمل كافة الصفات المورفولوجية والفسيولوجية التى تجب العناية بدراستها وتقييمها فى جيرمبلازم الطماطم والأنواع الحديثة القريبة منه ، وهى التى يوصى بمراجعتها عند إجراء دراسات علمية هذا الموضوع . ونعتمد فى هذا المقام لبعض الأمور التى تجب العناية بها . للاستدلال على أهمية الاتواع القريبة كمصادر للصفات الاقتصادية الهامة ، وهى كما يلى :

١ - فحص السلالة بعناية : للتعرف على الصفات المورفولوجية التى لا تتسوف فى الطماطم ، والتى قد يكون لها أهمية اقتصادية .

٢ - تقييم السلالات من واقع دراسة نموها فى البيئة التى وجدت فيها ، وهو ما يعرف باسم autoecolgy ، ومن أمثلة ذلك ما يلى :

أ - اكتشفت المقاومة للملوحة فى بعض سلالات النوع *cheesmanii* . L ، وكانت هذه السلالات قد وجدت نامية على بعد أمتار قليلة من ماء المحيط فى جزر جالاباجوس ؛ حيث كانت معرضة لرذاذ الأمواج بصفة دائمة .

ب - اكتشفت المقاومة للجفاف فى سلالات النوع *pennellii* . L التى وجدت نامية فى مناطق شديدة الجفاف .

ج - اكتشف المحتوى المرتفع للمواد الصلبة الذائبة الكلية فى ثمار النوع *chmielewskii* . L . وقد تبين - لدى ملاحظة نباتات هذا النوع فى بيئتها الطبيعية - أن نموها الخضرى والزهرى والثمرى كان جيداً ، إلا أنها لم تكن تحمل ثماراً ناضجة ، وقد أدى ذلك إلى الاعتقاد بأن نسبة السكر فى هذه الثمار مرتفعة ؛ مما يجعلها محببة لدى الطيور التى تلتقطها - أولاً بأول - وهو ما تأكد بالملاحظة ، وبعد قياس نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بالرفراكتومتر .

٢ - تقييم السلالات البرية كمصدر للصفات الوراثية الهامة التى تظهر فى الانعزالات الناتجة بعد تلقيح هذه السلالات مع الطماطم ، وليس قبل ذلك . ومن أمثلة ذلك مايلي :

أ - حدوث تفاعل جيني Genic interaction ، يؤدي إلى ظهور صفات معينة ، كما حدث بالنسبة للجينين : (B) الذى يتحكم فى المحتوى المرتفع للبيتاكاروتين ، و (Ip) المسئول عن زيادة درجة تلون الثمار؛ علما بأن كليهما حُصل عنه من النوع hirsutum . L . ذى الثمار الخضراء التى لا تتلون عند النضج .

ب - حدوث تفاعل بلازمى plasmic interaction ، يظهر عندما تصبح كروموسومات الطماطم فى سيتوبلازم النوع البرى ، وهو ما يحدث عند استخدام النوع البرى كأم فى التلقيحات .

ج - ظهور اختلافات وراثية متأخرة latent variations فى الأجيال التالية للهجن النوعية مع الطماطم ، بسبب ظاهرة عدم التوافق الذاتى التى تنتشر فى بعض الأنواع ، وتمنع حدوث التلقيح الذاتى فيها ؛ مما يمنع ظهور الطفرات المتنحية بها ؛ لعدم وجودها بحالة أصيلة . إلا أن ظاهرة عدم التوافق تختفى بعد أجيال قليلة من التهجين النوعى ؛ مما يسمح بظهور هذه الطفرات . ومن أمثلة ذلك : صفات العقم الذكري التى ظهرت فى نسل الهجن النوعية بين الطماطم ، وكل من النوعين chilense . L ، و peruvianum . L .

د - قد تزداد نسبة الطفرات بعد إجراء الهجين النوعى ، وهى ظاهرة قد يمكن الاستفادة منها (Rick ١٩٨٠) .

٤ - قد تحدث تفاعلات غير مرغوبة عند نقل الجين المرغوب من النوع البرى إلى الطماطم . ومن أبرز الأمثلة على ذلك التغيرات غير الطبيعية التى ظهرت فى كأس زهرة الطماطم بعد ما نقل إليها الجين 2 - J (المسئول عن صفة عنق الثمرة الخالى من العقدة) من cheesmanii . L (Rick ١٩٨٢) .

هذا .. ولطبيعة التلقيح السائدة أهمية كبيرة عند تقييم السلالات للصفات الاقتصادية التى يهتم بها المربي ؛ حيث يكون من الضروري زراعة عدد كبير من نباتات السلالات الخلطية التلقيح ؛ لمحاولة العثور على التركيب الوراثى المرغوب من بين الاختلافات الوراثية المتوفرة بها .

أمثلة للصفات الاقتصادية الهامة التي وجدت في الجنس *Lycopersicon* والتنوع القرية منه

من الصفات الهامة التي اكتشفت في الجنس *Lycopersicon* ما يلي :

١ - القدرة على تحمل الظروف البيئية القاسية ؛ وكمثال على ذلك ما يلي :

أ - توجد صفة المقاومة للبرودة الشديدة والصقيع ، والقدرة على العقد في درجات الحرارة المنخفضة في بعض سلالات النوع *L. hirsutum* ، التي وجدت نامية على ارتفاعات كبيرة في جبال بيرو ؛ وكذلك في النوع *S. lycopersicoides* ، الذي نستطيع بعض سلالاته النمو والعقد في درجات حرارة شديدة الانخفاض .

ب - توجد صفة المقاومة للجفاف في بعض السلالات من الأنواع التالية :

(١) سلالتين من *esculentum* var. *cerasiforme* . *L.* وجدتا ناميتن تحت ظروف الجفاف الشديد في الصحراء الغربية لبيرو .

(٢) النوع *L. chilense* . ذى المجموع الجنري القوي ، والذي ينمو في مناطق شديدة الجفاف ، بالرغم من ضعف نموه الجنري . وترجع قدرته على تحمل ظروف الجفاف إلى قدرة أوراقه على تحمل النقص الشديد في رطوبتها قبل أن تظهر عليها أعراض الذبول ، وإلى استطاعتها امتصاص الرطوبة الأرضية اللازمة لها من الضباب الذي يوجد في الهواء الجوى . ولا تقتصر هذه الصفة على سلالة معينة من هذا النوع ، بل إنها توجد في جميع سلالاته (Rick ١٩٧٢) .

وقد أمكن نقل هذه الصفة إلى الطماطم ، والمحافظة عليها خلال عدة تلقيحات رجعية .

ج - توجد صفة القدرة على النمو في الأراضي الغدقة وتحمل ظروف الفرق في *esculentum* var. *cerasiforme* . *L.* ، الذي ينمو بريا في بعض المناطق الاستوائية التي يتراوح معدل التساقط السنوي للأمطار فيها من ٤ - ٥ أمتار . ومن أمثله السلالة LA 1421 .. تلك التي وجدت مقاومة لظروف الفرق في اختبارات أجريت لهذا الغرض ضمت مئات السلالات من طماطم والأنواع البرية الأخرى (Rick ١٩٨٢) .

د - توجد صفة القدرة على تحمل الملوحة فى *cheesmanii f. minor* L. التى استطاعت نباتاته البقاء والنمو فى مزارع مائية زيدت فيها نسبة ماء البحر (بدلاً من الماء العذب) فى المحلول المغذى تدريجياً ، إلى أن وصلت إلى ١٠٠ ٪ ، بينما تداعت نباتات الطماطم عند مستوى ٥٠ ٪ ماء البحر فى المحلول المغذى .

ولقد أوضحت الدراسات أن مقاومة هذه النباتات للملوحة كانت بسبب قدرة خلاياها على البقاء ، بالرغم من ارتفاع محتواها من الصوديوم ؛ إذ لم تكن لهذه النباتات أية قدرة غير عادية على خفض امتصاصها لأيون الصوديوم (Rush & Epstein ١٩٧٩) ؛ حيث وصل تراكم الصوديوم فى أنصال وأعناق أوراقها إلى ٢٠ ٪ من الوزن الجاف ، بينما لا يحدث ذلك فى الطماطم ؛ لأن الصوديوم يصبح ساماً - ويموت النبات - إذا زاد تركيزه على ٥ ٪ من الوزن الجاف لأنسجة الأوراق . كما وجد أن الجيل الأول الهجين بين هذا النوع والطماطم ، وكذا السلالات المنعزلة فى الأجيال التالية .. يتراكم فيها الصوديوم بحرية كما فى النوع البرى ؛ مما دفع الباحثين إلى اقتراح تقييم قدرة النباتات على تحمل الملوحة ؛ من خلال تقدير مستوى الصوديوم المتراكم فى النموات الخضرية (عن Rick ١٩٨٢) .

هـ - توجد صفة القدرة على تحمل قلوية التربة فى النوع *S. rickii* .

٢ - مقاومة الآفات ؛ ومن أمثلة ذلك ما يلى :

أ - مقاومة الأمراض :

تتوفر بمختلف الأنواع البرية للجنس *Lycopersicon* جينات تتحكم فى المقاومة لثمانية وعشرين مسبباً مرضياً ؛ نقل منها - بالفعل - إلى أصناف الطماطم التجارية جينات المقاومة لستة عشر مسبباً مرضياً منها (جدول ١ - ٥) . كما اكتشفت فى هذه الأنواع كذلك صفات المقاومة لبعض العيوب الفسيولوجية ؛ مثل تعفن الطرف الزهرى ، والتلون الفضى . وجدير بالذكر أن المقاومة لبعض المسببات المرضية وجدت فى أكثر من نوع برى ، كما فى حالة المقاومة للتسوس البكتيرى ، وفيرس اصفرار والتفاف أوراق الطماطم ، بينما وجدت المقاومة فى نوع واحد فقط كما فى حالة المقاومة للذبول الفيوزارى ونيماتودا تعقد الجنور . وغنى عن البيان أن هذه القائمة لجينات المقاومة للأمراض فى ازدياد مستمر ؛

بما يضيفه إليها الباحثون .

ب - المقاومة للحشرات والعناكب :

تتوفر بمختلف الأنواع البرية للجنس Lycopersicon جينات تتحكم في المقاومة لما لا يقل عن ست عشرة أفة حشرية وأكاروسية .. تصل المقاومة في بعضها إلى مستوى المناعة، وهي مبينة في جدول (١-٦) (عن Rick ١٩٨٢) . وهذه القائمة لجينات المقاومة للحشرات والعناكب - كسابقتها - في ازدياد مستمر . وقد أضيف إليها - على سبيل المثال لا الحصر - مقاومة كل من الآفات التالية في النوع L. pennellii (عن Lemke & Mutschler ١٩٨٤) :

• الأكاروس (Tetranychus cinnabarinus (carmine)

• الأكاروس (T. urticae (2 - spotted spider mites)

• ذبابة البيوت المحمية البيضاء (Trialeurodes (greenhouse whitefly)

• vaporariorum .

• من البطاطس (Macrosiphum euphorbiae (potato aphid)

يعتبر النوع L. hirsutum - وحده - مصدراً لمقاومة أربع عشرة حشرة ؛ كما يعد المصدر الوحيد المعروف لمقاومة تسع من هذه الحشرات . تختلف طبيعة مقاومة الحشرات في هذا النوع ، ومن بين مسببات المقاومة التي اكتشفت فيها ما يلي :

(١) سمية مركب tridecanone - 2 (وهو من الـ sesquiterpenoids) ، الذي تفرزه الشعيرات الغدية ، لحشرة Manduca sexta (أو tobacco hornworm) .

(٢) احتواء النموات الخضرية للنوع البري على اثنين آخرين من الـ sesquiterpenoids ، التي تجعل النبات مقاوماً للأكاروس Tetranychus urticae (أو two - spotted spider mite) .

جدول (٥-١): مصادر المقاومة للأمراض في الجنس *Lycopersicon* (عن Rick وآخرين ١٩٨٧).

المرض	المسبب	الأنواع التي تتوفر فيها مصادر المقاومة
الأمراض البكتيرية: التسوس البكتيري الذبول البكتيري النقطة البكتيرية البقع البكتيرية	BACTERIA *Bacterial canker *Bacterial wilt *Bacterial speck Bacterial spot	<i>L. hirsutum, peruvianum, pimpinellifolium</i> <i>Corynebacterium michiganense</i> <i>L. pimpinellifolium</i> <i>Pseudomonas solanacearum</i> <i>L. pimpinellifolium</i> <i>Pseudomonas tomato</i> <i>L. esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> <i>Xanthomonas vesicatoria</i>
الأمراض الفطرية عفن الرقبة	FUNGI Collar rot	<i>L. hirsutum, peruvianum, pimpinellifolium</i> <i>Alternaria solani</i>
تلف الأوراق	*Leaf mold	<i>L. esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> <i>Cladosporium fulvum</i>
الانثراكنوز	*Fruit anthracnose	<i>L. esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> <i>Colletotrichum coccodes</i>
البقع الورقية تسوس بايديلا الذبول الفيوزاري لفحة قوما اللفحة المتأخرة	Target leaf spot Didymella canker *Fusarium wilt Phoma blight *Late blight	<i>L. pimpinellifolium</i> <i>Corynespora cassiicola</i> <i>L. hirsutum</i> <i>Didymella lycopersici</i> <i>L. pimpinellifolium</i> <i>Fusarium oxysporum</i> <i>L. hirsutum</i> <i>Phoma andina</i> <i>L. pimpinellifolium</i> <i>Phytophthora infestans</i> (encestry suspected)
عفن الثمار الفيثوفثوري عفن الجذور الفيثوفثوري الجذر القلبي التبقع الورقي	Phytoph. fruit rot Phytoph. root rot *Corky root *Leaf spot	<i>L. pimpinellifolium</i> <i>Phytophthora parasitica</i> <i>L. esc. var. cerasiforme</i> <i>Phytophthora parasitica</i> <i>L. peruvianum</i> <i>Pyrenochaeta lycopersici</i> <i>L. esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> <i>Sentoria lycopersici</i>
تبقع الأوراق الرمادي ذبول فيتوسيليم ذبول داليا	*Grey leaf spot *Verticillium wilt Dahlia wilt	<i>L. pimpinellifolium</i> <i>Stemphylium solani</i> <i>L. esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> <i>Verticillium albo-atrum</i> <i>L. peruvianum</i> <i>Verticillium dahliae</i>
الأمراض النيماتودية نيماتودا البطاطس المتحصلة نيماتودا بنجر السكر نيماتودا تعقد الجذور	NEMATODES Potato cyst nematode Sugarbeet nematode *Root-knot nematode	<i>L. hirsutum</i> <i>Globodera pallida</i> <i>L. pimpinellifolium</i> <i>Heterodera schachtli</i> <i>L. peruvianum</i> <i>Meloidogyne incognita</i>
الأمراض الفيروسية فيروس تبرقش الخيار فيروس التفاف القمة فيروس Y البطاطس	VIRUSES Cucumber mosaic virus *Curly top virus *Potato Y virus	<i>L. peruvianum</i> CMV <i>S. lycopersicoides</i> CTV <i>L. peruvianum</i> PYV <i>L. esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> <i>L. pimpinellifolium</i> SWV
فيروس الذبول المبقع فيروس تبرقش الدخان	*Spotted wilt virus *Tobacco mosaic virus	<i>L. peruvianum</i> TMV
فيروس اصفرار والتفاف أوراق الطماطم	Tomato yellow leaf-curl virus	<i>L. cheesmanii, hirsutum, peruvianum, pimpinellifolium</i> TYLCV

* نقلت الجينات عن المقاومة لهذه المسببات المرضية إلى أصناف تجارية من الطماطم.

جنول (٦-١) : مصادر المقاومة للحشرات والعناكب في الجنس *Lycopersicon*

الأنواع المقاومة	الآفة	
	<i>Coleoptera</i>	
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Colorado potato beetle)	خنفساء كولورادو
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	<i>Epitrix hirtipennis</i> (Tobacco flea beetle)	
	<i>Diptera</i>	
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	<i>Liriomyza munda</i> (Leafminer)	نافقات الأوراق
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	<i>L. sativae</i> (Vegetable leafminer)	
	<i>Homoptera</i>	
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	<i>Aphis coccivore</i>	
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	<i>A. gossypii</i>	من القطن
<i>L. peruvianum</i> , <i>S. pennellii</i>	<i>Macrosiphon euphorbiae</i> (Potato aphid)	من البطاطس
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	<i>Myzus persicae</i> (Peach aphid)	من الخوخ الأخضر
<i>L. hirsutum</i> , <i>S. pennellii</i>	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	ذبابة البيوت المحمية البيضاء
<i>L. pimpinellifolium</i> , <i>chilense</i>	(Greenhouse whitefly)	
	<i>Lepidoptera</i>	
<i>L. hirsutum</i> , <i>L. h.</i> f. <i>glabratum</i>	<i>Heliothis zea</i> (Tomato fruitworm)	بودة ثمار الطماطم
<i>L. cheesmanii</i> f. <i>minor</i> , <i>L. hirsutum</i> , <i>L. peruvianum</i> (<i>glandulosum</i>)	<i>Keiferia lycopersicella</i> (Tomato pinworm)	
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	<i>Manduca sexta</i> (Tobacco hornworm)	
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	<i>Scrobipalpula absoluta</i> (Leafminer)	نافقات الأوراق
<i>L. pimpinellifolium</i> , <i>L.</i> <i>esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i>	<i>Spodoptera exigua</i> (Sugarbeet armyworm)	
	<i>Acarina</i>	
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	<i>Tetranychus cinnabarinum</i> (Carmine spider mite)	أكاروس
<i>L. pennellii</i>		
<i>L. hirsutum</i> f. <i>glabratum</i>	<i>T. urticae</i> (Two-spotted spider mite)	أكاروس

(٢) تعد الشعيرات الكثيفة التي تغطي مختلف النموات الخضرية للنبات مسئولة عن مقاومته لحشرة ذبابة البيوت المحمية البيضاء Trialeurodes vaporariorum .

ويتميز النوع S. ochranthum - كذلك بمقاومة عديد من الآفات .

وليزيد من التفاصيل عن جيرمبلازم الطماطم ، والأنواع الأخرى التابعة للجنس Lycopersicon ، والأنواع القريبة منها التي تتبع الجنس Solanum ، والصفات الهامة التي تتوفر فيها .. يراجع Rick (١٩٧٤ ، ١٩٧٨ ، ١٩٧٩ أ ، و ١٩٨٠ ، و ١٩٨٢) ، و Rick وآخرون (١٩٨٧) ، و Esquinas - Alcazar - (١٩٨١) ، و Stevens & Rick (١٩٨٦) ، و Taylor (١٩٨٦) ، و Mutschler وآخرون (١٩٨٧) ، و Warnock (١٩٨٨) ، وتقارير تعاونية وراثية الطماطم Tomato Genetics Cooperative رقما ٢٧ ، و ٢٨ لعامي ١٩٨٧ ، و ١٩٨٨ .

الهجن الجنسية بين الجنسين Lycopersicon ، و Solanum

بالرغم من أنه أمكن دمج بروتوبلازم الطماطم مع بروتوبلازم البطاطس ، وأنتجت نباتات هجين تحمل الهيئتين الكروموسوميتين الكاملتين لكل من البطاطس والطماطم .. إلا أن هذه النباتات كانت عقيمة عمقاً تاماً ، ولم تكن مبشرة ؛ حيث عانت من تغيرات مورفولوجية كثيرة غير طبيعية . ومع ذلك .. فإن ما يهمنا هنا هو الهجن الجنسية (بين الجنسين) التي تجرى بالطريقة الجنسية (بالتلقيح والإخصاب) ، وهي التي لا يعرف منها إلى الآن سوى الهجين بين النوع S. lycopersicoides ، كآب ، وبين أنواع مجموعة esculentum المركبة esculentum complex ، والتي منها L. esculentum ، و L. pimpinellifolium ، و L. pennellii ، و L. cheesnani .

وبالرغم من سهولة إجراء التهجين بين الطماطم L. esculentum ، كآب ، والنوع S. lycopersicoides ، كآب ، والحصول على بنور من هذا الهجين الجنسي .. إلا أن نباتات جيل الأول تكون عقيمة عمقاً تاماً . وقد أمكن مضاعفتها بالكلوشيسين ، وإنتاج نباتات مصاعفة هجينياً allopolyploids ، تحتوي على الهيئتين الكروموسوميتين الكاملتين للأنوين ، وإكثار هذه النباتات بالتلقيح فيما بينها .. إلا أن ذلك لم يغد في تحسين الطماطم ؛ إذ

فشلت التلقيحات الرجعية إلى الطماطم . وقد أمكن مؤخراً إنتاج نباتين ثلاثيين متضاعفين هجيناً allotriploids ، يحتوى كل منهما على الهيئة الكروموسومية الكاملة للطماطم مع العدد الأحادى لكروموسومات النوع *S. lycopersicoides* . استخدم فى إنتاج هذا الهجين الثلاثى السلالة LA 1964 من النوع البرى .. وهى التى وجدت نامية فى بيرو على ارتفاع ٣٢٥٠ متراً ، والتى تتحمل الصقيع بدرجة عالية . وتهدف هذه المحاولات إلى نقل صفة القدرة على تحمل الصقيع من *S. lycopersicoides* إلى الطماطم . ولزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Rick وآخرون (١٩٨٧) .

الهجن النوعية في الجنس *Lycopersicon*

التهجين بين مختلف أنواع الجنس

يلخص جدول (١ - ٧) مدى إمكانية نجاح الهجن النوعية بين مختلف أنواع الجنس *Lycopersicon* (عن Hogenboom ١٩٧٢ ، و Taylor ١٩٨٦) . يتضح من الجدول أن معظم أنواع مجموعة *ascuentum* المركبة (وهى *L. esculentum* ، و *L. pimpinellifolium* ، و *L. cheesmainii* ، و *L. parviflorum* و *L. chmielewskii* ، و *L. pennellii*) تتلقح مع بعضها البعض ، ومع الأنواع الأخرى بدرجات متفاوتة من التعقيد .

جدول (١ - ٧) : مدى إمكانية نجاح الهجن النوعية بين مختلف أنواع الجنس *Lycopersicon* (١).

الأمهات \ الآباء	<i>L. esc.</i>	<i>L. pimp.</i>	<i>L. chmi & L. parv.</i>	<i>L. chees.</i>	<i>L. penn.</i>	<i>L. hirs.</i>	<i>L. chi.</i>	<i>L. peruv.</i>
<i>L. esc.</i>	C	C	C	C	C	C	EA	EA
<i>L. pimp.</i>	C	C	C	C	C	C	EA	EA
<i>L. chmi & L. parv.</i>	C,UI,EA	C,UI	C	C	C	EA	EA	EA
<i>L. chees.</i>	C	C	C	C	?	?	EA	EA
<i>L. penn.</i>	UI	UI	UI	?	SI	EA	EA	EA
<i>L. hirs.</i>	C,UI	C,UI	C,UI	?	EA	C,SI,UI	?	EA
<i>L. chi.</i>	UI	UI	UI	UI	EA	?	SI	EA
<i>L. peruv.</i>	UI	UI	UI	UI	EA	UI	EA	SI

(1) C : التلقيح متوافق ولا توجد موانع .

SI : يوجد عدم توافق ذاتي Self Incompatibility .

UI : يوجد عدم توافق عند إجراء التلقيح في هذا الاتجاه Unilateral Incompatibility .

EA : يفشل الجنين في إكمال نموه Embryo Abortion .

? : لا تعرف إمكانات نجاح هذا التهجين .

معوقات نجاح الهجن النوعية في الجنس *Lycopersicon*

تتساوى جميع أنواع الجنس *Lycopersicon* في عدد الكروموسومات ، كما تتشابه كروموسوماتها المثيلة إلى حد كبير ؛ لذا فإن موانع نجاح الهجن النوعية لا يمكن إرجاعها إلى أسباب كروموسومية ، وإنما لا بد أنها ترجع إلى الاختلافات الجينية الكبيرة ، التي نشأت بين الأنواع المختلفة خلال مراحل تطورها . وتقسم معوقات نجاح الهجن النوعية إلى قسمين ، هما : المعوقات السابقة للإخصاب presyngamic ، والمعوقات التالية للإخصاب postsyngamic .

١ - المعوقات السابقة للإخصاب .. من أهمها مايلي :

أ - عدم قدرة الأنثوية اللقاحية على النمو في قلم زهرة من نوع آخر ؛ مما يمنع الإخصاب ، وعقد الثمار . تعتبر تلك أكثر أنواع المعوقات شيوعا ، وهي تتشابه - إلى حد كبير مع حالات عدم التوافق التي توجد في الأنواع *L. pennellii* ، و *L. chilense* ، و *L. peruvianum* ، إلا أنهما تختلفان في عدة نواح ، لذا وجب تمييز كل منهما عن الأخرى . وقد اقترح Hogenboon (١٩٧٢) اسم inconguity لهذا النوع من العوائق .

ب - حالات عدم التوافق التي تؤدي إلى عدم إنبات حبوب اللقاح ، كما يحدث عند تلقيح من النوعين *L. chilense* ، و *L. peruvianum* بحبوب اللقاح من أي من الأنواع *L. esculentur* ، أو *L. pimpinellifolium* ، أو *L. cheesmanii* ، أو *L. chmie* ، أو *L. parviflorum* ، إلا أن اكتشاف سلالات متوافقة ذاتيا من *L. peruvia* ، أو *lewskii* ،

num جعل من الممكن استخدامها كأمهات فى التهجينات السابقة الذكر .

٢ - المعوقات التالية للإخصاب .. من أهمها مايلي :

أ - فشل الجنين فى إكمال نموه embryonic breakdown بعد إجراء التهجين . يحدث ذلك عند تلقيح أى من الأنواع L. esculentum ، و L. pimpinellifolium ، و L. cheesmanii ، و L. chmielewskii ، و L. parviflorum بحبوب لقاح من أى من النوعين L. chilense ، و L. peruvianum . وفى هذه التهجينات .. يتوقف نمو الجنين فى المراحل المبكرة جدا من نموه عندما يكون الأب L. peruvianum ، وفى مراحل متأخرة إلى حد ما عندما يكون الأب L. chilense . ويتم التغلب على هذه المشكلة بفصل الأجنة وزراعتها فى بيئات خاصة ، إلى أن تنمو البادرات الهجين ، حيث تشتل بعد ذلك فى التربة. وتعد هذه المشكلة أكثر تعقيدا فى الهجن النوعية مع L. peruvianum التى تتوقف فيها الأجنة عن النمو فى مرحلة مبكرة من تكوينها ، مقارنة بأجنة الهجن النوعية مع L. chilense ، التى لا تبدأ فى الاندثار إلا بعد بلوغها حجما مناسباً ، بحيث يمكن فصلها وزراعتها بسهولة نسبياً .

ب - عدم حدوث انعزال وراثى حر ، بحيث يصعب استرجاع صفات النوع المرغوب . فمثلا يكون الهجين النوعى L. pennellii x L. esculentum خصبا بدرجة تسمح بإنتاج نسل منه ، ويكون من السهل إجراء التهجين الرجعى للجيل الأول إلى الطماطم ، إلا أنه لا يحدث انعزال حر للجينات فى المواقع القريبة من السنترومير ، مما يعيق استرجاع صفات الأب الرجعى ، ويبطئ من التقدم فى برنامج التربية .

وبالإضافة إلى ماتقدم ذكره من عوائق أمام نجاح الهجن النوعية .. فإنه قد توجد - أحيانا - عوائق أمام نجاح الهجن بين الأصناف النباتية لنفس النوع . فالصنف النباتى L. peruvianum var. humifusum لا يلقح مع معظم سلالات الصنف النباتى الممثل للنوع L. peruvianum var peruvianum . فعند إجراء التلقيحات بينهما .. تعقد الثمار بصورة طبيعية ، إلا أن الأجنة تتوقف عن النمو بعد فترة من بداية تكوينها ، وبذا .. لا تتكون أية بنور مكتملة النمو . ويحدث ذلك أيا كان اتجاه التهجين (Rick ١٩٧٩ ب) .

كذلك توجد عوائق أخرى نشأت من العزل الجغرافى لنوع ما عن بقية الأنواع ، ويعد النوع cheesmanii L. أفضل مثال على ذلك . ينتشر هذا النوع - منفردا - في جزر جالاباجوس ، كما لا يوجد ناميا برى في أى مكان آخر . ويمكن التهجين بسهولة بينه وبين الأنواع القريبة من مجموعة esculentum المركبة مثل esculentum L. و pimpi- nellifolium ، ويكون الجيل الأول الهجين والأجيال التالية تامة الخصوبة ، فلا تفشل الجاميطات في التكوين بنسبة أكبر مما يحدث في الآباء ؛ إلا أن كثيرا من النباتات المنعزلة تكون غير مثمرة ، وضعيفة النمو ، مما يدل على وجود حالة من عدم التناسق بين جينات نوعي الآباء ، ترتبت على تطور كل منهما منفصلا ومعزولا - كليا - عن النوع الآخر .

الهجين النوعي بين L. peruvianum و L. esculentum

تؤدى حالة عدم التوافق - التى توجد في النوع L. peruvianum - إلى استحالة استخدامه كأم في التلقيحات مع الطماطم ، حيث يتوقف نمو الأنابيب اللقاحية قبل حدوث الإخصاب ، كما لا يحدث تخصيب للبيضات حتى لو وصلت أية أنبوبة لقاحية في نموها إلى موضع البيضات في المبيض ، وبذلك لا تعقد الثمار ، ويطلق على استحالة إجراء التهجين بين النوع L. peruvianum والطماطم - عند استخدام النوع البرى كأم - اسم unilateral incompatibility أما عند استخدام النوع البرى كآب في تلقيحات مع الطماطم .. فإنه يحدث إخصاب ، وتعقد الثمار ، وتستمر في نموها ، إلا أنها تكون خالية من البذور ، نظرا لأن الأجنة الهجين تتوقف عن النمو في مرحلة مبكرة من تكوينها ، ثم تتدثر . ويطلق على ظاهرة اندثار الأجنة اسم embryo abortion .

وقد أمكن العثور على سلالات متوافقة ذاتيا من L. peruvianum ، كانت تجهيناتها مع الطماطم خصبة عندما استخدم النوع البرى كأم ؛ وبهذا .. أمكن الحصول على بنور الجيل الأول الهجين ، إلا أن نباتات الجيل الأول الهجين لم يمكن تهجينها رجعيا إلى الطماطم ، الأمر الذى يجعل هذه الهجن بغير ندى فائدة في تحسين الطماطم .

ولقد حظى الهجين النوعي بين الطماطم والنوع البرى L. peruvianum عند استخدام الأخير كآب - باهتمام كثير من الباحثين ، في محاولة منهم للتغلب على مشكلة اندثار الأجنة . ومن أهم المحاولات التى أمكن التوصل إليها في هذا الشأن مايلي :

١ - تمكن P. G. Smith في عام ١٩٤٤ من نقل الأجنة المتكونة - وهي في بداية مراحل تكوينها - إلى بيئات خاصة ، إلى أن أكملت نموها ، وأعطت بادرات الجيل الأول الهجين في أنابيب الاختبار ، ثم شتل البادرات بعد ذلك وراعاها ، إلى أن أكملت النباتات نموها . وجدير بالذكر أن نباتات الجيل الأول الهجين لا يمكن تهجينها - رجعيًا - إلى الطماطم ، إلا بعد اللجوء إلى مزارع الأجنة مرة أخرى . أما التهجينات الرجعية التالية .. فإنها تتجح دونما حاجة إلى مزارع الأجنة ، وتعطى بذورا مكتملة النمو (عن Thomas & Pratt ١٩٨١) . وقد نجح اتباع هذه الطريقة واستخدمها الكثيرون (مثل Saccardo وآخرون ١٩٨١) في التغلب على ظاهرة اندثار الأجنة في هذا الهجين النوعي .

وتكمن صعوبة هذه الطريقة في ضرورة فصل الأجنة عن الإندوسبرم وهي مازالت في مرحلة مبكرة جدا من تكوينها إلى درجة يصعب معها تداولها . وقد وجد Barbano & Topoleski (١٩٨٤) أن الإندوسبرم يختفى تماما بعد ١٠ أيام من التلقيح ، إلا أن الجنين يستمر في النمو ككتلة غير متميزة من خلايا الكالوس callus ، إلى أن يندثر - تماما - بعد مرور ٢٤ يوما على التلقيح .

٢ - استخدام Laterrot طريقة مخلوط حبوب اللقاح pollen mixture technique ، وفيها تلقح أزهار الطماطم بخليط من حبوب لقاح نفس صنف الطماطم مع حبوب لقاح النوع البري . ويراعى - عند اتباع هذه الطريقة - أن يكون صنف الطماطم المستخدم في التلقيح حاملا لجين مُعلم marker gene متتج يظهر تأثيره في البادرة ، حتى يمكن تمييز النباتات التي نتجت من التهجين النوعي عن تلك التي نتجت من التلقيح الذاتي . وتنتج بذور الجيل الثاني بتلقيح نباتات الجيل الأول الهجين بخليط من حبوب لقاح جميع هذه النباتات . ويجرى التهجين الرجعي الأول بنفس طريقة إنتاج بذور الجيل الأول الهجين (عن Makkouk & Laterrot ١٩٨٣) . وقد تمكن Saccardo وآخرون (١٩٨١) من تطبيق طريقة مخلوط حبوب اللقاح لإنتاج بذور التهجين الرجعي الأول باستعمال مخلوط من حبوب لقاح عدد كبير من أصناف وسلالات الطماطم ، التي تختلف في خلفيتها الوراثية في تلقيح نباتات الجيل الأول الهجين .

٣ - تمكن Nirk (١٩٥٩) من إجراء التهجين النوعى بين الطماطم وسلالة من النوع L. peruvianum (كانت - حينئذ - تتبع الصنف النباتى dentatum) - بعد تطعيمهما معا بطريقة التطعيم اللسانى المتبادل - مع استخدام الطماطم كأم فى التهجين . وقد حصل بهذه الطريقة على بذور الجيل الأول الهجين . ثم على بذور الهجين الرجعى الأول . كما تمكن E. Gunther فى عام ١٩٦٤ (عن Rick ١٩٧٩ ب) من إنتاج كيميرا من L. esculentum و L. peruvianum ، كان فيها نسيج قلم الزهرة من L. esculentum ، بينما كانت الأنسجة الجنسية (طبقة L₂ التى تعطى الـ sporogenous tissue) من L. peruvianum . وقد ساعدت هذه الكيميرا كثيرا من الباحثين على إنتاج الهجن النوعية مع سلالات أنطماطم التى يفضلونها .

٤ - أمكن استخدام النوع L. chilense كنوع قنطرى bridge species بين الطماطم والذرع L. peruvianum . وقد اتبعت هذه الطريقة فى نقل صفة المقاومة للبكتيريا Corynebacterium michiganense المسببة لمرض التسوس البكتيرى من النوع الأخير إلى الطماطم . وقد تم ذلك بتهجين الطماطم كأم مع L. chilense كآب ، واستخدام الجيل الأول الهجين الناتج كأم فى تهجينات مع L. peruvianum ، ثم استخدام الهجين الثلاثى الناتج كآب فى تهجينات رجعية إلى الطماطم (عن Taylor ١٩٨٦) .

٥ - نجح Thomas & Pratt (١٩٨١) فى إجراء الهجين النوعى بين صنف الطماطم VFNT Cherry كأم ، والسلالة LA1283-4 من L. peruvianum كآب ، بالجوء إلى مزارع الأنسجة من كالوس أجنة الهجن النوعية . فقد حصل الباحثان - لدى زراعتهم للبويضات الكاملة (بما تحتويه من أجنة غير مكتملة النمو للهجين النوعى) - على نسيج كالوس هجين فى ١٢ ٪ من الحالات ، أمكن دفعها لتكوين نباتات منها . وتأكد لدى الباحثين أن هذه النباتات كانت هجناً نوعية ، وذلك من خلال صفاتها المورفولوجية ومن دراسات الطرز الإنزيمية . وقد كانت النباتات المتكونة ثنائية التضاعف أو رباعية التضاعف ، وظهر نبات ثنائى واحد على الأقل فى ٤٠ ٪ من مزارع أنسجة الأجنة ؛ وبذا .. أمكن الحصول على نبات ثنائى واحد على الأقل فى ٤ ٪ من حالات زراعة الأجنة غير المكتملة التكوين . وبالمقارنة .. لم يعثر الباحثان على جنين واحد يصلح للزراعة فى مزارع الأجنة لدى

تشريحهما لأكثر من ٤٠٠ بذرة غير مكتملة التكوين لهذا الهجين النوعي . وقد تمكن الباحثان من إجراء التهجين الرجعي الأول للطماطم بنفس طريقة كالوس الأجنة embryo callus .

٦ - تمكن Imanishi & Chen (١٩٨٩) من الحصول على هجن نوعية بين الطماطم كأم والنوع L. peruvianum كآب ، باستخدام مزارع البويضات غير الناضجة immature ovules من الثمار الملونة الناتجة من التلقيحات النوعية ، على بيئة MS Agar . وقد أجرى الباحثان التهجينات بين أصناف الطماطم Early Pink ، و Kyoryoku Toko ، و Sekaiichi ، و Giban N0.1 وكل من السلالتين P.I.128652 ، و P.I.1270435 من L. peruvianum ، و السلالة P.I. 128644 من L. peruvianum ، و var. glandulosum .

٧ - وجد C.M. Rick سلالتين من L. peruvianum (هما : LA1708 و LA2172) تتجهجان بسهولة تامة مع الطماطم ؛ وتبين أن الجيل الأول الهجين كان متوافقاً ذاتياً جزئياً ، وأمكن تهجينه رجعياً إلى الطماطم . وقد ذكر Lindhout & Purimahua (١٩٨٨) أن هاتين السلالتين لا تتلقحان مع أية سلالة أخرى من النوع L. peruvianum ، بالرغم من انتمائهما - مورفولوجيا - إلى هذا النوع ؛ ولم يمكن استعمالهما كقنطرة للتقحيع بين الطماطم والسلالات الأخرى من L. peruvianum . إلا أن Lobo & Marulanda (١٩٨٩) وجدوا أن الهجين بين السلالة LA2394 من L. esculentum var. cerasiforme ، والسلالة LA1708 من L. peruvianum كآب كان خصباً ، وكانت نباتات الجيل الأول الهجين خصبة في تهجيناتها مع السلالات الأخرى من L. peruvianum ، وأعطت التلقيحات بينها أعداداً كبيرة من البنور الجيدة ؛ مما يسمح باستعمال هذا الهجين النوعي كقنطرة وراثية بين كل من الطماطم ، و L. peruvianum .

وقد وجد أيضاً - أن السلالة PE-23 من L. peruvianum كانت متوافقة مع الطماطم بدرجة عالية . وقد تمكن Ayuso وآخرون (١٩٨٧) من استخدام الهجين النوعي بينهما كقنطرة وراثية للتهجين بين الطماطم والسلالات العديدة التوافق معها من L. peruvianum . ويفضل الباحثون استخدام الهجين النوعي القنطري كأم في التلقيحات مع السلالات الأخرى . وتجدر الإشارة إلى أن نسبة كبيرة من هذه التلقيحات لا تنجح ، وأن عدد البنور

فى الثمار العاقدة يتراوح من ٢.٠ - ١٠.٠ بنور / ثمرة ، إلا أن هذه البنور تكفى للتغلب على مشكلة العقم بين الطماطم والنوع *L. peruvianum* . وقد تمكن الباحثون من استخدام الهجين النوعى القنطرى كأب كذلك فى التلقيحات مع السلالات الأخرى من *L. peruvianum* . حيث أعطت هذه التلقيحات بعض البنور التى احتوت على أجنة .

كما حصل على بذرة واحدة من هجين بين الطماطم كأب مع السلالة PI 127828 من *L. peruvianum* var. *humifusum* كأب ، واستخدم الهجين النادر فى إنتاج سلسلة من السلالات القنطرية bridging lines للتهجين بين الطماطم وجميع سلالات النوع *L. peruvianum* .

ولزيد من التفاصيل عن الوسائل المتبعة للتغلب على مشاكل العقم فى الهجين النوعى بين الطماطم ، و *L. peruvianum* .. يراجع Boukema & Den Nijs (١٩٨٤) ، و Taylor (١٩٨٦) .

تداول الطماطم لأغراض التربية

يتطلب الإلمام بطرق تربية الطماطم التعرف على كيفية تداول النبات لأغراض التربية (مثل كيفية إجراء التلقيحات وجمع واختبار حبوب اللقاح ... إلخ) ، ويستلزم ذلك بالضرورة دراسة طبيعة الإزهار فى نبات الطماطم . وتشكل هذه الموضوعات الثلاثة غالبية الجزء المتبقى من هذا الفصل .

طبيعة النمو

تقسم أصناف الطماطم - حسب طبيعة نموها growth habit - إلى قسمين : محدودة النمو determinate ، وغير محدودة النمو indeterminate ؛ وذلك حسب طريقة نمو ساق النبات ، وطبيعة تكوين النبات للعناقيد الزهرية ؛ ففي الأصناف المحدودة النمو (والتي يطلق عليها أيضاً اسم ذاتية التقليم self pruning) .. تظهر النورات على ساق النبات بمعدل نورة كل ورقة ، أوورقتين . وبعد فترة من النمو تتكون نورة طرفية ، ويكمل النبات نموه من التفرعات الجانبية التى تتكون عليها نورات بنفس الطريقة . ونتيجة لذلك .. ينتج النبات عدداً كبيراً - نسبياً - من النورات لكل طول معين من الساق ، كما تنضج ثماره فى فترة

وجيزة بالمقارنة بالأصناف غير المحدودة النمو ، ففي الأخيرة .. تظهر النورات على أساس معدل نورة لكل ثلاث أوراق ، وتستمر الساق في النمو ما دامت الظروف البيئية مناسبة .

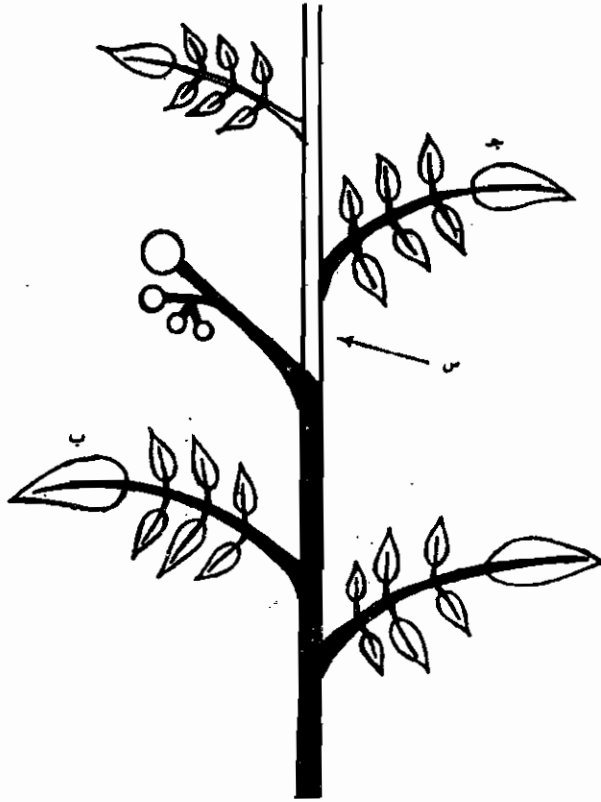
ويعطى نبات الطماطم - عادة - سبع أوراق على الأقل قبل أن يبدأ في إعطاء أول عنقود زهرى . ولا تختلف الطماطم القزمية Dwarf عن الطبيعية النمو إلا في قصر سلامياتها كثيراً مما في الأصناف العادية .

نورة الطماطم . وطريقة تكوينها

يطلق على نورة inflorescence الطماطم اسم عنقود زهرى Flower cluster ، أو cuss . وهي تعد - من الناحية النباتية - نورة محدودة وحيدة الشعبة - mon-ochasial cyme برغم أنها تبدو كنورة غير محدودة عنقودية بسيطة simple raceme .

تنشأ نورة الطماطم - دائماً - من القمة النباتية ، وذلك بعد أن تتكون منها (أى من القمة النامية) عدة مبادئ أوراق . وعند تكون النورة يتغير شكل القمة الميرستمية ، فتميل إلى الاستطالة ، وتزيد في القطر ، وبذلك تتحول من الحالة الخضرية إلى الحالة الزهرية ، وتنتج عنقوداً من البراعم الزهرية ، يعطى - فيما بعد - أول عنقود زهرى . وبعد تحول القمة النامية إلى عنقود زهرى بهذه الطريقة .. يكمل النبات نموه الخضرى من النسيج الميرستيمى secondary dome الموجود فى إبط آخر مبادئ الأوراق التى سبق تكوينها . وتتكون مبادئ الأوراق الجديدة من هذه القمة الثانوية - التى تأخذ وضع النمو الطرفى - قبل أن تتميز مرة أخرى ، معطية ثانى العناقيد الزهرية ، ثم يعقب ذلك تكوين قمة نامية خضرية جديدة ... وهكذا يستمر نبات الطماطم فى نموه ، معطياً سلسلة متعاقبة من النمو الخضرى الجانبى . وتعرف هذه الطريقة من النمو باسم النمو الكاذب المحور Sympodial Growth . ويلاحظ أن آخر الأوراق المتكونة - قبل تكون العنقود الزهرى - تنمو لأعلى على محورها ؛ فتبدو بذلك فى وضع أعلى من العنقود الزهرى الذى يدفع جانباً أثناء نمو الفرع الجديد من القمة النامية الجديدة ؛ وبذلك يبدو النمو الخضرى كما لو كان مستمراً من القمة النامية للنبات ، وتبدو العناقيد الزهرية كما لو كانت محمولة جانبياً على السلاميات . ويوضح شكل (١ - ١٠) طبيعة هذا النمو .

ويلاحظ في الشكل أن الأوراق أ ، ب ، ج تنشأ قبل تكون الأزهار ، إلا أن الورقة (ج) تحمل إلى أعلى محورها (س) ، دافعة العنقود إلى أحد الجوانب . أما الورقة (د) .. فإنها ستكون أول ورقة نشأت من النمو الجانبي (Calvert ١٩٧٣) . ولزيد من التفاصيل عن النمو الكاذب المحور لنبات الطماطم .. يراجع Atherton & Harris (١٩٨٦) .

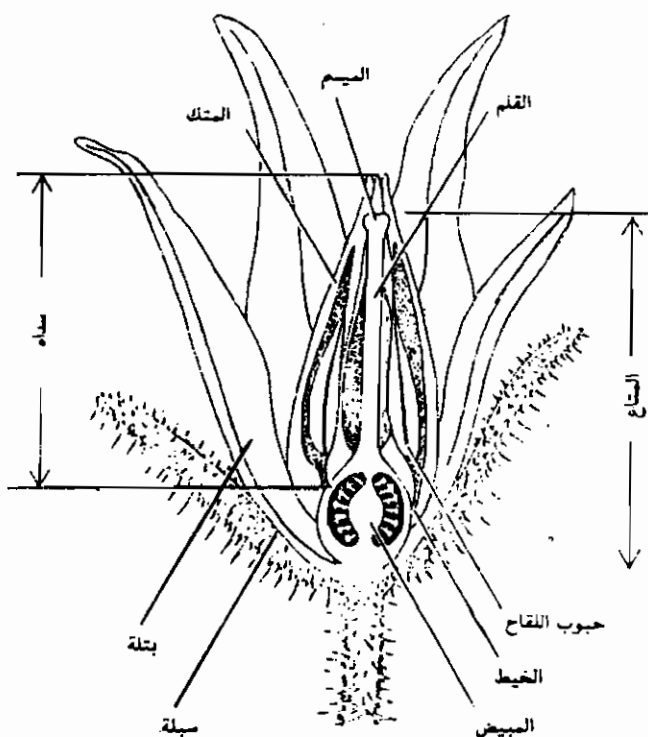


شكل (١-١٠) : طبيعة النمو الكاذب المحور Sympodial Growth في الطماطم .

الأزهار

تتكون زهرة الطماطم من ٥ - ١٠ سبلات منفصلة ، تبقى خضراء حتى تنضج الثمرة ، وتزداد معها في الحجم . ويتكون التويج من خمس بتلات أو أكثر ، تكون ملتحمة في

البداية ، وتكون أنبوية قصيرة حول الطلع والمتاع ، ثم تتفتح البتلات ، ويظهر الطلع المتكون من خمسة أسدية أو أكثر ، فوق بتلية تكون خيوطها قصيرة ، ومتوكها طويلة ملتحمة ، ومكونة لأنبوية سدائية anthredial cone تحيط بالمتاع . يتكون المتاع من مبيض عديد المساكن ، ويكون القلم طويلاً ورفيعاً يصل إلى قمة الأنبوية السدائية ، وقد يبرز خارجها بمقدار يصل في بعض الأصناف - تحت ظروف خاصة - إلى مسافة ٣ مم . ينتهى القلم بميسم بسيط ، أو منتفخ قليلاً . وتتكون البراعم الزهرية بالتوالى على العنقود الزهرى الواحد ، ويكون أحدثها فى قمة العنقود . وكثيراً ما يشاهد العنقود الواحد وبه براعم زهرية ، وأزهار متفتحة ، وأزهار عاقدة ، وثمار صغيرة فى آن واحد . ويبين شكل (١ - ١١) تخطيطاً لزهرة الطماطم .



شكل (١-١١) : تركيب زهرة الطماطم (عن Rick ١٩٧٨)

تتفتح زهرة الطماطم بين الساعة السابعة والساعة الثامنة صباحاً ، ويصل انتشار حبوب اللقاح وتفتح المتوك إلى أقصاه بين الساعة التاسعة والساعة الحادية عشرة صباحاً (Sood & Saimi ١٩٧٨) .

التلقيح

تتلقيح الطماطم ذاتياً فى الطبيعة ، ويساعد على ذلك وجود الميسم داخل الأنبوبة السدائية الذى يعمل على ضمان وصول حبوب اللقاح إلى ميسم نفس الزهرة بعد تفتح المتوك . إلا أنه قد تحدث - أحياناً - نسبة من التلقيح الخلطى ، وتبلغ هذه النسبة ١ ٪ تحت ظروف ولاية كاليفورنيا (Tanksley & Jones ١٩٨١) ، ونادراً ما تزيد نسبة التلقيح الخلطى على ٥ ٪ باستثناء المناطق الاستوائية ؛ حيث تصل النسبة فيها إلى ١٥ ٪ - ٢٥ ٪ (Purseglove ١٩٧٤) .

تخلو زهرة الطماطم من الرحيق ، وإذا زارتها الحشرات .. فإن ذلك يكون بغرض جمع حبوب اللقاح . وتعتبر الحشرات مسئولة عن التلقيح أيا كانت نسبته . ومن أهم الحشرات فى هذا الشأن : نحل العسل ، والنحل الطنان (McGregor ١٩٧٦) .

ومن أهم الظروف التى تؤدى إلى زيادة التلقيح الخلطى فى الطماطم ، مايلى :

١ - زيادة نشاط الحشرات كما هى فى المناطق الاستوائية .

٢ - بروز الميسم من الأنبوبة السدائية ، وهى الظاهرة المعروفة باسم Stigma Exertion . وتتوقف حدثها - أى مدى بروز الميسم من الأنبوبة السدائية - على السلالة ، والصنف ، والظروف الجوية . فهى تحدث طبيعياً فى بعض السلالات والأنواع كما فى *L. hirsutum* ، و *L. chilense* ، و *L. peruvianum* ؛ حيث تزيد الظاهرة من فرصة التلقيح الخلطى ، خاصة عند زيادة النشاط الحشرى . وبالرغم من أن معظم الأصناف التجارية الحديثة من الطماطم ذات أقلام زهرية قصيرة ، إلا أن ميسم الزهرة لبعضها يكون فى مستوى قمة الأنبوبة السدائية . وتسمح هذه الحالة بعقد الثمار ، ولكنها تزيد - أيضاً - من فرصة التلقيح الخلطى . وتعمل بعض الظروف البيئية - مثل : ارتفاع درجة الحرارة ، أو قصيرة فترة الإضاءة مع انخفاض شدة الضوء - على بروز الميسم قليلاً من الأنبوبة

السدائية في الأصناف التجارية ؛ ويؤدى ذلك إلى انخفاض نسبة العقد بدرجة كبيرة ، مع احتمال حدوث بعض التلقيح الخلطى إذا توفرت حشرات ملقحة من حقول الطماطم المجاورة .

٣ - زيادة فرصة التلقيح عند خصى الأزهار ؛ بغرض إنتاج بذرة الأصناف الهجين .

هذا .. وتكون المياسم مستعدة للتلقيح قبل تفتح الزهرة بيوم أو يومين إلى ما بعد تفتحها بأربعة أيام إلى ثمانية أيام - وتصل حبوب اللقاح إلى المياسم عند تفتح المتوك طولياً من الداخل (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤ ، و George ١٩٨٥) .

كيفية إجراء التلقيح اليدوى

من الطبيعى أن يكون إجراء التلقيح اليدوى عند تفتح الزهرة أكثر نجاحاً مما لو أجرى قبل ذلك ، إلا أن هذا التوقيت يزيد كثيراً من نسبة التلقيح الذاتى (Sood & Saimi ١٩٧٨) ؛ لذا .. فإن التلقيح اليدوى يجرى - دائماً - قبل تفتح الزهرة ؛ أى وهى مازالت فى طور النمو البرعمى . وأنسب وقت من اليوم لإجراء عملية التلقيح هو ما بين الساعة الحادية عشرة والنصف صباحاً ، والساعة الثانية بعد الظهر (عن Scott & George ١٩٨٠) وتجرى عملية التلقيح اليدوى كما يلى :

١ - تختار الأزهار التى يرغب فى تلقيحها قبل تفتحها بيوم أو يومين . لا يظهر من البرعم الزهرى - حينئذ - سوى الكأس التى تكون محيطة بالتويج ، الذى يكون بدوره ملتصقاً ومحيطاً إحاطة تامة بأعضاء الزهرة الجنسية . تزال إحدى السبلات برفق بملقط ذى أطراف مدببة ، ثم يدفع سن الملقط برفق من أحد جوانب البرعم خلال التويج الملتحم ، ويستمر الدفع إلى أن يخترق سن الملقط الأنبوبة السدائية كذلك ، ثم يجذب التويج والأنبوبة السدائية معاً إلى أعلى بواسطة الملقط . يراعى الحرص الشديد عند إجراء هذه الخطوة - التى تعرف بعملية الخصى emasculation - حتى لا يحدث أى ضرر لمناخ الزهرة .

٢ - تختار زهرة متفتحة من النبات الذى يراد استخدامه كأب للتلقيح ؛ حيث تقطف بعنفها . تفتح الأنبوبة السدائية بإمرار سن الملقط طولياً بين متكين ، ثم تقرد المتوك - وهى ما زالت متصلة ببقيّة أجزاء الزهرة - على ظفر إبهام اليد اليسرى ، ويطرق عليها برفق

بسبابة اليد اليمنى ؛ فتسقط حبوب اللقاح على ظفر الإبهام .

٣ - تستخدم حبوب اللقاح المتجمعة فى تلقيح الأزهار المخصبة ؛ بإمرار مياسمها برفق على ظفر الإبهام ، الذى تجمعت عليه حبوب اللقاح .

٤ - يراعى تعقيم الملقط وأطراف الأصابع ؛ بغمسها فى الكحول قبل البدء فى تلقيح جديد يختلف عن سابقه فى أى من الأبوين .

٥ - لا توجد ضرورة لحماية الأزهار الملقحة من حبوب اللقاح الغريبة إذا أجرى التلقيح داخل البيوت المحمية . أما إذا أجرى التلقيح فى الحقول المكشوفة .. فإنه تفضل حماية الأزهار الملقحة من التلوث بحبوب لقاح غريبة بإحدى طريقتين :

أ - بلف قطعة صغيرة من القطن حول الزهرة الملقحة .

ب - بإحاطة الزهرة الملقحة بكبسولة جيلاتينية ذات حجم مناسب (عن McArdle & Bouwkamp ١٩٨٠) . ويجرى ذلك بعمل قطع فى أحد نصفي الكبسولة على الزهرة ، بعد إمرارها من الفتحة ، التى لايتبقى منها - بعد غلق الكبسولة - سوى ما يكفى لعنق الزهرة فقط .

ج - باستعمال الكبسولات الجيلاتينية مع القطن - وهى أسهل وأسرع من سابقتها - حيث تلف قطعة صغيرة من القطن حول الزهرة الملقحة ، ثم تُبل بالماء ، وتحاط بأحد نصفي كبسولة ذات حجم مناسب بحيث تلامس الكبسولة قطعة القطن المبللة ، الأمر الذى يؤدي إلى التصاقهما معاً . وعند التأكد من نجاح التلقيح .. يمكن التخلص من الكبسولة - بسهولة - ببيل قطعة القطن بالماء مرة أخرى ، ثم جذب الكبسولة . ولهذه الطريقة ميزة أخرى ، وهى أنه يمكن بل قطعة القطن بأحد منظومات النمو المناسبة ؛ للمساعدة على نجاح التلقيح . ومنع سقوط الأزهار . وقد أدى اتباع طريقة الكبسولات الجيلاتينية هذه إلى زيادة نسبة نجاح التلقيحات فى الطماطم ، والفلفل ، والفاصوليا ، والخيار ، مع استعمال كبسولات بأحجام تتناسب مع حجم الزهرة الملقحة فى كل محصول منها (McArdle & Bouwamp ١٩٨٠) .

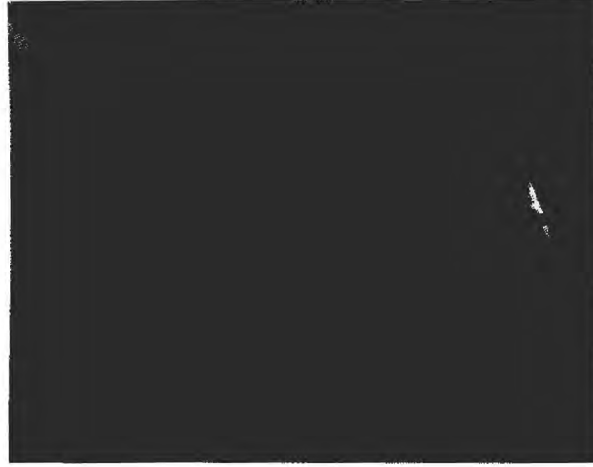
د - يعرف نجاح التلقيح بنمو المبيض قليلاً فى الحجم فى غضون (٢ - ٤) أيام من التلقيح (شكل ١ - ١٢) .



شكل (١-١٢) : ثمرة طماطم عاقدة بعد نحو ثلاثة أيام من التلقيح .

جمع حبوب اللقاح

يتطلب الأمر أحياناً جمع حبوب اللقاح بكميات كبيرة ؛ كما هي الحال عند إنتاج الهجن التجارية ، أو عند استخدام صنف أو سلالة معينة في تلقيح عدد كبير من الأصناف ؛ ففي حالات كهذه .. تجمع حبوب اللقاح من الصنف أو السلالة المستخدمة كأب باستعمال جهاز خاص - يعمل ببطارية - يسمى هزاز vibrator ، يهتز فيه قضيب معدني بتردد عال لدى تشغيل الجهاز . ويؤدي لمس عنق الزهرة بطرف القضيب - أثناء تشغيل الجهاز - إلى سقوط حبوب اللقاح من الزهرة . وتجمع حبوب اللقاح - آنذاك - في كبسولة جيلاتينية (شكل ١-١٣) تغطي الكبسولة بمجرد الانتهاء من جمع الكمية المطلوبة من حبوب اللقاح ، ثم تثبت الكبسولات الممتلئة بحبوب اللقاح في فتحات مناسبة تصنع لهذا الغرض في قطعة من الاستيروفوم ، لكي يسهل تداولها . تجرى التلقيحات بسهولة - بعد ذلك - بغمس ميسم الزهرة المخصية في الكبسولة المحتوية على حبوب اللقاح (شكل ١-١٤) ثم هزها برفق ؛ لإسقاط حبوب اللقاح الزائدة (Angell & Robbins ١٩٦٨) . ويعطى Villareal & Lai (١٩٧٨) طريقة تصنيع الهزاز (الذي يسمى أيضاً جامع حبوب اللقاح pollen grain collector) من الخامات البسيطة .



شكل (١-١٢) : جمع حبوب اللقاح في كبسولة جيلاتينية بواسطة الهزاز vibrator .



شكل (١-١٤) : تلقيح زهرة طماطم مخصية بغمس ميسم الزهرة في كبسولة جيلاتينية تحتوي على حبوب لقاح سلالة الأب .

تخزين حبوب اللقاح

أمكن تخزين حبوب لقاح الطماطم - مع حفظ حيويتها بشكل جيد - لمدة ثلاثة أسابيع؛ بوضعها داخل كبسولات جيلاتينية في الثلاجة ، مع الحذر من وصول الرطوبة إليها (Angell & Robbins ١٩٦٨) .

وفى دراسة خزنت فيها حبوب لقاح الطماطم فى درجات حرارة صفر ، أو ١٠ ° ، أو ٢٠ ° م ، وفى رطوبة نسبية منخفضة (على كلوريد الكالسيوم) ، أو مرتفعة (فى الجو العادى) .. وجد أن فترة احتفاظ حبوب اللقاح بحيويتها تزداد مع انخفاض كل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية . وفى هذه الظروف .. احتفظت حبوب اللقاح بحيويتها بصورة جيدة لمدة ستة شهور . ويمكن زيادة فترة التخزين بجمع حبوب اللقاح فى الأوقات التى تسود فيها درجة حرارة معتدلة ، ورطوبة نسبية منخفضة . وقد نجحت حبوب اللقاح المخزنة لمدة سنة فى إحداث عقد بثمار سلال طماطم عقيمة الذكر ، إلا أنها كانت بكمية (McGuire ١٩٥٢) .

اختبار حيوية حبوب اللقاح

استخدم Al-Ahmadi (١٩٧٧) - لاختبار إنبات حبوب لقاح الطماطم - بيئة صناعية تحتوى على ٥ ٪ سكروراً فى محلول مائى من حامض البوريك بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون . وتتلخص خطوات تقدير نسبة الإنبات فيما يلى :

١ - توضع قطرة من البيئة المجهزة لهذا الغرض فى منخفض بعمق ٨ ر.م فى شريحة زجاجية خاصة .

٢ - تستعمل إبرة تشريح فى نقل حبوب اللقاح إلى البيئة . يحتفظ بحبوب اللقاح على طرف الإبرة التى تطرق بلطف فوق قطرة البيئة . يجب الحذر عند إجراء ذلك : نظراً لأن حبوب اللقاح التى تتجمع معاً تتحرك بسرعة نحو حافة البيئة .

٣ - توضع الشرائح بعد ذلك داخل أكياس بلاستيكية ، مع إبقاء الرطوبة النسبية مرتفعة بداخلها ؛ باستعمال ورق ترشيح مبلل تكون أطرافه مغمورة فى الماء .

٤ - تقدر نسبة الإنبات بعد ذلك بتسجيل عدد حبوب اللقاح التى باشرت فى الإنبات ، والعدد الكلى لحبوب اللقاح فى حقلين منفصلين تحت الميكروسكوب (binocular) . وقد اعتبر الباحث أن حبوب اللقاح نابذة عندما زاد طول الأنبوبة اللقاحية فيها على ٠.٧ ر.م ، واستخدم ميكرومتر ocular micrometer لقياس أطوالها . هذا .. ويمكن استخدام البيانات الصلبة لتحقيق نفس الهدف . ولزيد من التفاصيل فى هذا الشأن ..

تعتبر طرق اختبار حيوية حبوب اللقاح التى تعتمد على الإنبات الفعلى لهذه الحبوب - كالطريقة التى سبق شرحها - من أفضل الطرق التى تتبع فى هذا الشأن ، وتعد وسطاً بين الاختبار الفعلى لحبوب اللقاح باستخدامها فى تلقيح الأزهار ، والاختبارات السريعة التى تعتمد على الأصباغ الحيوية vital staining . فمن ناحية .. يتطلب اختبار التلقيح وقتاً طويلاً وجهداً كبيراً ، فضلاً على أنه لا يعطى نتائج دقيقة عن نسبة حبوب اللقاح التى تحتفظ بحيويتها فى العينة المختبرة . ومن ناحية أخرى .. فإن طريقة الصبغ تعطى - غالباً - نتائج مبالغاً فيها عن الحيوية الحقيقية لحبوب اللقاح .

تعد صبغتا الأسيتوكارمن acetocarmine ، وأزرق القطن cotton blue أكثر الصبغات التقليدية التى استخدمت لاختبار حيوية حبوب لقاح الطماطم . وتسمح هاتان الصبغتان بالتمييز الواضح بين حبوب اللقاح التى تحتوى على سيتوبلازم وتلك التى تخلو منه . هذا .. إلا أن حبوب اللقاح التى تحتوى على سيتوبلازم لا تكون بالضرورة كاملة الحيوية ، كما تؤكد ذلك اختبارات الإنبات فى البيئات الصناعية .

وقد ذكر Peterson & Taber (١٩٨٧) طريقة أخرى سريعة لاختبار حيوية حبوب اللقاح ، تعتمد على حالة الغشاء البلازمى الخارجى ، ومدى احتفاظه بكيانه كاملاً . ويعتبر ذلك دليلاً جيداً على مدى احتفاظ حبوب اللقاح بحيويتها . ويستعمل فى هذا الاختبار الصبغة الحيوية Fluorescein diacetate . وتتحلل هذه الصبغة مائياً إلى Fluorescein فى السيتوبلازم ، وتتراكم داخل الخلايا (حبوب اللقاح) ؛ مما يجعلها تظهر بوضوح ؛ لقدرتها على الاستشعاع .

وقد استخدمت هذه الصبغة بنجاح مع أكثر من ٣٠ نوعاً نباتياً منها البصل والطماطم . يجرى الاختبار بإذابة مليجرامين من الصبغة فى ١٠٠ مل أسيتون ، ثم تخلط نقطة من هذا المحلول مع نقطة من ٥ ر ٠ مولاراً من محلول السكرورز . توضع نقطة من مخلوط الصبغة والسكرورز فى وسط شريحة زجاجية ، ثم تضاف إليها حبوب اللقاح . ويفضل وضع نقطة من محلول الصبغة فى مركز الشريحة الزجاجية ثم تركها لمدة دقيقة حتى يتبخر الأسيتون . ويتم - أثناء ذلك - إضافة خمس نقط من محلول السكرورز إلى عينة حبوب اللقاح المختبرة

لعمل معلق منها ، تؤخذ نقطة من هذا المعلق ، وتوضع فى مركز الشريحة الزجاجية على نقطة الصبغة ، ثم يوضع غطاء الشريحة فوقها .

طرق تربية الطماطم

تناسب الطماطم جميع طرق تربية المحاصيل الذاتية التلقيح . وتعتبر التربية بطرق التهجين الرجعى ، وانتخاب النسب ، وإنتاج الأصناف الهجين من أكثر الطرق التى استخدمت فى تحسين الطماطم ، إلا أن كافة الطرق الأخرى قد استعملت بدرجات متفاوتة . ويمكن الرجوع إلى أحد المصادر المناسبة (مثل حسن ١٩٩١) ، للاطلاع على تفاصيل تلك الطرق . وبينما تعتبر طريقة التحدر من بذرة واحدة single seed descent من أحدث الطرق التى اتبعت فى تحسين الطماطم (Tee وآخرون ١٩٧٩) .. فإن التربية بإنتاج الأصناف الهجين هى الطريقة القديمة التى تتبعها شركات إنتاج البذور حالياً - على نطاق واسع - لإنتاج الأصناف الجديدة . ولاشك فى أن قوة الهجين التى تتميز بها هذه الأصناف ليست هى السبب الرئيسى الذى دفع شركات البذور إلى التوسع فى إنتاجها ، وإنما هو قدرة هذه الشركات على التحكم فى إنتاجها وتحقيق أرباح عالية من وراء ذلك .

تقييم النباتات فى الأجيال الانعزالية لبرامج التربية

يتطلب الأمر فحص النباتات المتنحية فحصاً دقيقاً فى الأجيال الانعزالية لبرامج التربية . وتعتمد الصفات المدروسة على الهدف من البرنامج . فمثلاً .. تدرس - فى جامعة كاليفورنيا - بعض الصفات فى الأجيال الانعزالية لبرامج تربية الطماطم لإنتاج أصناف تصلح للتصنيع ، وهذه الصفات هى :

١ - صلابة الثمار : تقدر الصلابة بطريقة وصفية على مقياس وصفى ؛ حيث يضغط على الثمار الناضجة الملونة باليد لمعرفة مدى مقاومتها للتفلق ، وتعطى قيمة عالية للصلابة العالية .

٢ - طبيعة النمو : يرمز إلى صفة النمو غير المحدود بالرمز (+) ، وصفة النمو المحدود بالرمز (sp) .

٣ - المساحة التى يشغلها النبات : تقدر المساحة التى يشغلها النبات الواحد وقت

الحصاد ، علماً بأن النباتات تزرع على مسافة ٦٠ سم من بعضها البعض .

٤ - مدى تغطية النموات الخضرية للثمار : وبعد ذلك دليلاً على مدى حماية الثمار من الإصابة بلفحة الشمس ، وتعطى النباتات - التى تتعرض ثمارها للشمس بدرجة كبيرة - قيمة منخفضة .

٥ - طراز الأوراق : تعطى الأوراق الكبيرة أرقاماً عالية ، ويرمز إلى الأوراق الملتفة بالرمز (w) مع العلامة (+) ، أو (-) حسب شدة الالتفاف .

٦ - لون الأوراق : تقدر شدة اللون الأخضر قبل الحصاد مباشرة على مقياس وصفى من ١ - ١٠ ، يأخذ فيه اللون الأقتم قيمة أعلى .

٧ - المحصول : يقدر المحصول الكلى على مقياس وصفى من ١ - ١٠ فى نهاية الموسم ، يأخذ فيه المحصول المرتفع قيمة أعلى ؛ علماً بأنه تزرع من كل عائلة أو سلالة ثلاث مكررات ، تتكون كل منها من ١٠ نباتات .

٨ - تركيز عقد الثمار : يقدر ذلك على مقياس وصفى من ١ - ١٠ ، يُعطى فيه العقدُ المركز - الذى تنضج فيه الثمار فى وقت واحد - القيم العالية .

٩ - موعد النضج : يقدر موعد النضج على مقياس وصفى تأخذ فيه الأصناف القياسية UC82 ، و VF145 - B-7879 القيمة (٥) ، بينما تأخذ السلالات المتأخرة عنها قيمة أقل .

١٠ - لون الثمار غير الناضجة : يعنى بذلك مدى دكنة اللون الأخضر فى الثمار المكتملة النمو غير الناضجة ؛ حيث يقيم اللون فى طرف الثمرة الزهرى على مقياس وصفى تعطى فيه ثمار الصنف UC82 القيمة (٥) ، بينما تأخذ الثمار الأفتح لونا منها قيمة أقل .

١١ - تجانس اللون الأخضر فى الثمار غير الناضجة : يعطى النبات أو السلالة إما الحرف (u) للنضج التمرى المتجانس uniform ripening ، ولما العلامة (+) فى حالة وجود أكتاف خضراء green shoulders بالثمرة .

١٢ - اتصال العنق بالثمرة sternness تسجل نسبة الثمار التى تبقى متصلة بعنق

الثمرة بعد الحصاد اليدوى . يؤخذ لذلك متوسط عينتين ، بكل منهما ٢٠ ثمرة .

١٣ - نسبة طول الثمرة L أو (عمقها) إلى عرضها W (أو L/W) : ويحسب ذلك فى عينة من ٢٠ ثمرة . تعتبر هذه النسبة دليلاً على شكل الثمرة كما يلى :

أ - تأخذ الثمار المنضغطة oblate قيمياً أقل من الواحد الصحيح .

ب - تأخذ الثمار الكروية والمربعة الدائرية square round قيمياً قريبة من الواحد الصحيح .

ج - تأخذ الثمار الكمثرية والمستطيلة elongated قيمياً أعلى من الواحد الصحيح .

١٤ - سمك جدار الثمرة : يحسب لذلك متوسط سمك الجدار الثمرى الخارجى pericarp فى عينة من ٢٠ ثمرة .

يؤخذ قياس سمك الجدار مرتين لكل ثمرة فى موضعين مختلفين ، مع تجنب القياس مقابل الجدر الفاصلة بين المساكن .

١٥ - عمق (D) ، وعرض (W) ، ومساحة $D \times W$ قلب core الثمرة ، وهو النسيج الأبيض اللون ، الذى يظهر كامتداد لعنق الثمرة عند قطع الثمرة طولياً . وتحسب المساحة فى عينة من ٢٠ ثمرة .

١٦ - قطر أثر scar عنق الثمرة ونسبته إلى قطر الثمرة : يحسب متوسط قطر الأثر (وهو موضع اتصال العنق بالثمرة والنسيج الفلينى المحيط به) فى عينة من ٢٠ ثمرة ، مع تسجيل قطر الأثر فى موضعين مختلفين لكل ثمرة . وعندما يكون الأثر غير منتظم الشكل .. يسجل القطر عند أكبر وأصغر موضعين .

١٧ - عرض النسيج الفلينى المحيط بأثر العنق ونسبته إلى قطر الأثر كله (مكان العنق مضافاً إليه النسيج الفلينى المحيط به) . يقدر عرض النسيج الفلينى فى موضعين مختلفين ، مع أخذ البيانات على عينة من ٢٠ ثمرة .

١٨ - كافة الصفات المرغوبة الأخرى ، مثل المقاومة للأمراض ، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية ، والحموضة المعايرة ، والـ pH ... إلخ .

هذا .. ويمكن الاطلاع على نموذج آخر لتقييم نباتات الطماطم المنتجة فى برامج التربية : بالرجوع إلى Villareal & Li (١٩٧٩)

إنتاج الأصناف الهجين

تنتج بذور أغلب الهجن التجارية من الطماطم بواسطة التلقيح اليدوى ، ولو أنه يمكن الاستفادة من عدد من الظواهر فى إنتاج بذور الهجن ، دونما حاجة إلى عملية خصى الأزمار . ويتطلب إنتاج الصنف الهجين توفر سلالتين على درجة عالية من التالف ، وهما اللتان يتم التوصل إليهما من خلال برنامج التربية ، الذى يسبق الخطوات الفعلية لإنتاج الهجن التجارية الصنف .

خطوات إنتاج البذور التجارية للأصناف الهجين

يراعى عند إنتاج بذور الأصناف الهجين مايلى :

١ - تخصص للسلالة المستخدمة كأم مساحة تعادل ثلاثة إلى خمسة أضعاف المساحة المخصصة للسلالة المستخدمة كآب .

٢ - نظراً لأنه توجد دائماً احتمالات حدوث تلقيح ذاتى بطريق الخطأ .. فإنه يجب أن يستخدم كأم الصنف المحتوى على صفات المقاومة للأمراض والصفات الثمرية والمورفولوجية المميزة للصنف .

٣ - تنتج معظم بذور هجن الطماطم فى الحقول المكشوفة ، لكن بعض الأصناف غير المحدودة النمو تنتج بذورها فى البيوت المحمية ، كما فى هولندا وإنجلترا .

٤ - لا تجب زيادة مساحة العزل بين سلالتى الأبوين على مترين ؛ ففى ذلك الكفاية . وقد تقل المسافة عن ذلك إذا أنتجت الهجن فى البيوت المحمية .

٥ - تزرع السلالة المستخدمة كآب قبل السلالة المستخدمة كأم بنحو ثلاثة أسابيع ؛ لضمان توفر حبوب اللقاح اللازمة لتلقيح السلالة الأم عند إزهارها . ويتخذ عدد الأيام من الزراعة إلى الإزهار مقياساً مناسباً لاختيار موعد الزراعة فى السنوات التالية .

٦ - تربية السلالات غير المحدودة النمو رأسياً . أما السلالات المحدودة النمو .. فتفضل تربية سلالات الأمهات منها رأسياً بطريقة مناسبة ، بينما تترك سلالات الآباء لتنمو على سطح التربة .

٧ - يفضل - دائماً - أن تكون سلالات الأمهات عقيمة الذكر ؛ لكي تنتفى الحاجة إلى عملية الخصى .

٨ - عند جمع حبوب اللقاح من سلالات الآباء .. تقطف أزهارها أولاً ، ثم تترك لساعات قليلة في الشمس ، إلى أن تفقد جزءاً من رطوبتها ، ثم تجمع منها حبوب اللقاح بواسطة الهزاز . ويفضل في هذه الحالة شق الأنبوبة السدائية طولياً بسن الملقط . وقد تجمع بفرك الأزهار على منخل ذي ثقوب سعتها ٥٣ ملليمكروناً ؛ لفصل حبوب اللقاح عن الأجزاء الزهرية الأخرى . وتخزن حبوب اللقاح - إذا لزم الأمر - كما سبق بيانه .

٩ - تجرى عملية التلقيح للأزهار المخصية (أو غير المخصية بالنسبة لسلالات الأمهات العقيمة الذكر) ؛ بواسطة فرشاة من شعر الجمل في نفس يوم إجراء عملية الخصى ، التي تكون عادة في الصباح الباكر ، أو بعد ٢٤ - ٣٦ ساعة من عملية الخصى . يتم المرور على النباتات يومياً أو كل يومين ؛ لخصى وتلقيح البراعم الزهرية التي وصلت إلى مرحلة مناسبة ، مع إزالة الثمار التي تكون قد عقدت دون تلقيح يدوي .

١٠ - توضع علامة ورقية tag على الأزهار الملقحة ، أو تزال منها ٢ - ٣ سبلات لتمييزها ، على أن يتم التأكد من ذلك عند الحصاد (George ١٩٨٥) .

ظاهرة العقم الذكري واستخدامها في إنتاج الهجن

توجد عدة أنواع من العقم الذكري في الطماطم . ويمكن التعرف على النباتات العقيمة الذكر - بسهولة - في حقول الطماطم ؛ بفحص النباتات في موسم الحصاد ؛ حيث تكون النباتات العقيمة الذكر إما غير مثمرة ، وإما حاملة لعدد قليل من الثمار الناتجة من التلقيح الخلطي الطبيعي . كما يكون النمو الخضري لهذه النباتات غزيراً ومنتشراً رأسياً وأفقيّاً بدرجة أكبر من بقية النباتات في الحقل . وقد تمكن C . M . Rick ومساعدوه من التعرف على ٢٥٠ نباتاً غير مثمر في حقل للطماطم مزروع بالصنف San Marzano ، وكان معدل

ظهورها بنسبة ٠.١ ٪ . لم تكن هذه النباتات مختلفة عن بقية النباتات فى الحقل سوى فى شكل ولون أسديتها ، ونموها الخضرى الغزير ، بالإضافة إلى كونها غير مثمرة . وبالتحليل الوراثى لهذه النباتات .. وجد أن بها من ٣٠ - ٤٠ جيناً للعقم الذكري (عن Mann ١٩٦٢) . وقد ارتفع هذا الرقم - حالياً - إلى أكثر من ٥٠ جيناً مختلفاً (Rick ١٩٨٦) .

ومن أمثلة طفرات العقم الذكري المعروفة فى الطماطم ما يلى :

١ - طفرة دايلتك Dialytic (بمعنى انفصال separation) : يتحكم فى هذه الطفرة عامل وراثى واحد متنح ، ويكون النبات الحامل لها - فى حالة أصيلة - غير مثمر تحت ظروف الحقل ، برغم أنه ينتج حبوب لقاح وبويضات خصبة وطبيعية . ويرجع عدم قدرتها على الإثمار إلى أن أسديتها لا تكون أنبوية تحيط بالقلم والميسم - مثلما تكون عليه الحال فى النباتات الطبيعية - وإنما تكون الأسدية منفرجة قليلاً عن بعضها البعض . وبدراسة هذه الطفرة .. وجد Rick أن الجين المسئول عنها يحدث تغيرات بالشعيرات فى جميع أجزاء النبات ، بما فى ذلك الشعيرات التى توجد على المتوك ، والتى تعمل - فى حال وجودها - على التحام المتوك ببعضها البعض ، ولكن بغياب هذه الشعيرات .. تنفجر المتوك عن بعضها البعض ، ويقلل ذلك من فرصة عقد الثمار بدرجة كبيرة ، إلى حد أن محصول هذه الطفرة يقل عن محصول النباتات الطبيعية بنسبة ٩٠ ٪ . ولا يبدو أن هذه الطفرة يمكن أن تفيد فى إنتاج الهجن ؛ لأنها تسمح بحدوث نسبة من التلقيح الذاتى الطبيعى تصل إلى ١٠ ٪ (عن Mann ١٩٦٢) .

٢ - عقيمة الأسدية Stamenless : يتحكم فى هذه الطفرة عامل وراثى واحد متنح ، ويكون النبات الحامل لها خالياً من الأسدية . إلا أنه لم يمكن الاستفادة من هذه الطفرة فى إنتاج الهجن ؛ لأن محصول البنور كان منخفضاً ، ولأن ثمار الهجن كانت مفصصة (عن Sackett ١٩٧٥) . وقد أمكن دفع نباتات هذه الطفرة إلى إنتاج متوك بها حبوب لقاح خصبة ؛ برىها بمحلول جبريللين بتركيز ٢٥ جزءاً فى المليون ، كما وجد أن المعاملة بال CCC منعت استجابة النباتات لمعاملة الجبريللين (عن Weaver ١٩٧٢) .

٣ - العقم الموضعى Positional Sterility : يتحكم فى هذه الطفرة عامل وراثى واحد متنح (ps) ، يؤدي إلى عدم تفتح المتوك ؛ ومن ثم .. إلى عدم انتشار حبوب اللقاح .

تصل نسبة التلقيح الذاتى فى السلالات الحاملة لهذا الجين إلى ٥٪ فى الأيام الدافئة . وقد تمكن Gueorguiev & Atanassova (١٩٨١) من انتخاب طفرة جديدة ذات عقم موضعى يتحكم فيها جين آخر (هو الجين 2 ps) لا تزيد فيها نسبة التلقيح الذاتى على ٢.٠٪ . وقد أدخل الباحثان هذه الطفرة فى سلالة جديدة من الطماطم (هى السلالة 24 Start) ومن الصفات المميزة لهذه السلالة أن ميسم الزهرة منخفض عن مستوى مستوى ٥٠ سم . مم ؛ وبذا .. فإنه يمكن خصى أزهارها بسهولة . بواسطة السمان غير المهرة . بجانب قامة الأنثوية المتكبة مع البتلات ، كما تلقح أزهارها وهى كاملة التفتح ، حيثما تكون ميسمها فى أوج مرحلة استعدادها للتلقيح ؛ مما يؤدى إلى زيادة محصول البذور .

٤ - جينات أخرى كثيرة متنحية ، يؤدى وجود أى منها بصفة أسيلة إلى جرس المتكرب ضامرة ، أو خالية من حبوب اللقاح ، أو جرس حبوب اللقاح ضامرة ، وهى التى تعرف بجينات العقم الذكري Male Sterility ، ويرمز إلى كل منها بالرمز (m s) مع رقم خاص به ليميزه عن غيره .

هذا ويعطى Stevens & Rick جدولاً يضم ٧ جيناً للعقم الذكري فى الطماطم ، مع مواصفات حالة العقم التى يحدثها كل منها . إلا أن نسبة عالية من هذه الجينات لا يمكن الاعتماد عليها فى إنتاج الهجن للأسباب التالية :

١ - لا تعطى بعض الجينات عقماً ذكرياً تاماً . وهو شرط أساسى ؛ حتى لا يحدث أى تلقيح ذاتى عند إنتاج الهجن .

٢ - تؤثر بعض جينات العقم الذكري فى خصوبة أعضاء التانيث كذلك ، أو فى قدرة النبات على إنتاج الأزهار ، أو صغر حجم الأزهار المنتجة ؛ مما يجعلها غير مناسبة لإنتاج الهجن ؛ لأن الإنتاج الاقتصادى لبذور الهجن يتطلب أن تكون سلالات الأمهات خصبة أنثوياً وطبيعية النمو .

وبالإضافة إلى ما تقدم بيانه .. فإن جينات العقم الذكري - التى تستخدم فى إنتاج الهجن - يجب أن تكون متنحية تماماً ؛ حتى لا تظهر فى الجيل الأول الهجين .. وهو شرط يتحقق فى كل الجينات المعروفة . كما يفضل أن يكون تأثير الجين اختيارياً ؛ بحيث لا

يحدث الجين حالة العقم فى ظروف خاصة ؛ حيث يمكن - حينئذ - إكثار السلالات الحاملة لهذا الجين بالتلقيح الذاتى الطبيعى . كذلك يفيد - كثيراً - أن يكون للجين تأثير متعدد فى صفات أخرى ، أو أن يكون مرتبطاً بشدة بجين أو جينات أخرى ، يظهر تأثيرها فى طور ألبادرة ؛ لكى يمكن تمييز النباتات الخصبة الذكر من النباتات العقيمة الذكر فى خطوط سلالات الأمهات فى حقول إنتاج بنور الهجن .

وللاستفادة من ظاهرة العقم الذكرى فى إنتاج البذرة الهجين .. يجب مراعاة ما يلى :

١ - اختيار حالة العقم الذكرى المناسبة للظروف البيئية فى منطقة إنتاج البنور .

٢ - إدخال صفة العقم الذكرى التى وقع الاختيار عليها فى السلالات المستعملة كمهات للهجن .

٣ - إكثار السلالات العقيمة الذكر بتهجين نباتات أصيلة فى صفة العقم الذكرى مع نباتات أخرى من نفس السلالة ، تكون خليطة فى هذه الصفة (أى Ms ms) . ويعتبر موضوع إكثار السلالات العقيمة الذكر من أكبر المشاكل التى تحد من استخدام هذه الظاهرة فى إنتاج الهجن التجارية . وفى محاولة للتغلب على هذه المشكلة .. تمكن Rick (١٩٨٠) من إعادة الخصوبة إلى نباتات عقيمة الذكر برش العشرين سنتيمتراً الطرفية من سيقانها بمحلول مائى لحامض الجبريلليك بتركيز ٢٠٠ جزئى فى المليون ؛ حيث أدت هذه المعاملة إلى إنتاج متوك طبيعية بعد ٣ - ٤ أسابيع من إجرائها . وقد جُربت هذه المعاملة - بنجاح - مع السلالات الحاملة لجينات العقم الذكرى ms - 15 ، و ms - 1526 ، ms - 33 .

٤ - تزال النباتات الخصبة الذكر من سلالات الأمهات فى حقول إنتاج البنور بمجرد التعرف عليها ؛ علماً بأن ٥٠ ٪ منها تكون خصبة ؛ ولذا فإن زراعة هذه السلالات فى حقول إنتاج البنور يجب أن تكون كثيفة نوعاً ما .

وجدير بالذكر أن الإصابة الطبيعية بفيروس تبرقش الخيار cucumber mosaic virus تحدث عقماً كلياً لحبوب لقاح الطماطم (Robinson & Hodossy ١٩٨٨) ، إلا أن الإصابة الفيروسية - فى حد ذاتها - تجعل من غير الممكن الاستفادة من هذه الظاهرة فى إنتاج الهجن .

ظاهرة عدم التوافق والاستفادة منها في إنتاج الهجن

توجد ظاهرة عدم التوافق الذاتي في الأنواع البرية *L. hirsutum* و *L. pennellii* ، و *L. chilense* . وقد جرت محاولات لنقل هذه الصفة من *L. chilense* إلى الطماطم المزروعة ؛ لتسهيل إنتاج البذرة الهجين . إلا أنه لكي تنجح هذه المحاولات .. يجب أن تتقل - مع صفة عدم التوافق - الصفات الأخرى التي تعمل على جذب الحشرات الطفيلية ، وهي الصفات الخاصة بشكل وتركيب الزهرة ، وهي صفات كمية تورث مستقلة عن صفة عدم التوافق . كما يلزم - أيضاً - التأكد من أن الهجن المنتجة بالاستعمانة بهذه الظاهرة - والتي تكون خليطة في عامل عدم التوافق - خصبة ذاتياً ومثمرة بدرجة عالية . ويتبين من ذلك أن الاستفادة من ظاهرة عدم التوافق في إنتاج هجن الطماطم التجارية لا يبدو أمراً ميسوراً (Rick ١٩٨٢) .

ظاهرة بروز الميسم والاستفادة منها في إنتاج الهجن

يبرز ميسم الزهرة من الأنبوبة السدائية بنحو ملليمتريين في أنواع الطماطم البرية غير المتوافقة ذاتياً المنتشرة في أمريكا الجنوبية ، ويكون ميسم الزهرة في مستوى قمة الأنبوبة السدائية تقريباً في الطماطم البرية *L. esculentum* var. *cerasiforme* ، وفي معظم أصناف الطماطم الأمريكية والأوروبية . أما الأصناف الحديثة المنتجة في كاليفورنيا .. فإن مياسم أزهارها تكون في مستوى منخفض قليلاً داخل الأنبوبة السدائية . ويعتقد أنه قد جرى الانتخاب لهذه الحالة الأخيرة - دون قصد - مع الانتخاب لزيادة نسبة عقد الثمار . وقد ازدادت الحاجة إلى إنتاج أصناف ينخفض فيها مستوى ميسم الزهرة - خاصة في أصناف الزراعات المحمية - حيث لا توجد داخل الصويات تيارات هوائية ، أو حشرات يمكن أن تساعد على إتمام عملية التلقيح (Rick ١٩٧٦) . وقد وجدت علاقة عكسية بين المسافة التي يبرزها الميسم من الأنبوبة السدائية ، وبين نسبة عقد الثمار . فلم يحدث عقد طبيعي - تحت ظروف البيوت المحمية - عندما برز الميسم لأكثر من ملليمتريين .

أما تحت ظروف الحقل .. فقد حدث تلقح ذاتي طبيعي وعقد للثمار مع أقصى حد لوحظ لبروز الميسم وهو ٣.٧ مم وقد أمكن تثبيت صفة بروز الميسم بالانتخاب . وعندما استخدمت السلالات التي تحتوي على هذه الصفة كأمهات عند إنتاج الهجن .. كانت نسبة

البذرة الهجين تحت ظروف الحقل - فى ثمار مختلفة - من صفر - ٧٠ ٪ (Rick ١٩٨٠).

ومن أهم المشاكل التى تواجه الاستفادة من ظاهرة بروز الميسم فى إنتاج الأصناف الهجين ما يلى :

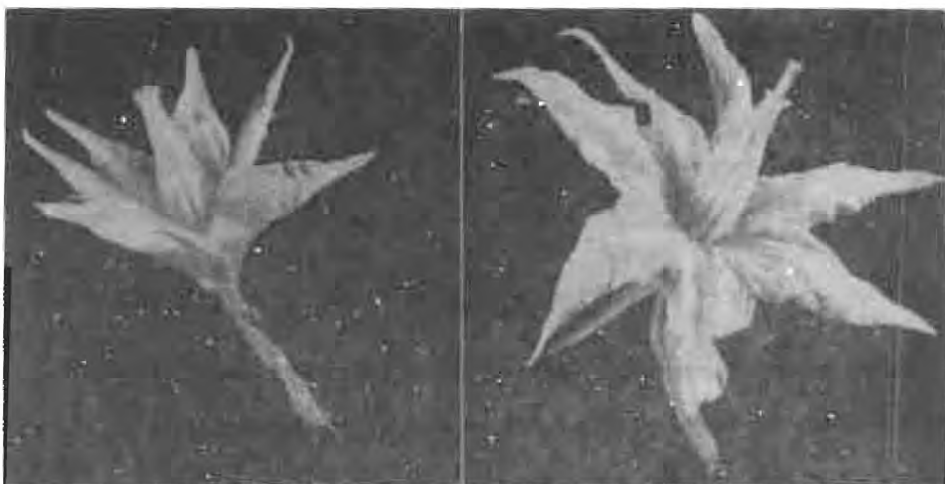
١ - صعوبة إنتاج بذور السلالات المستخدمة كأمهات - التى لا توجد بها هذه الظاهرة - نظراً لضعف التلقيح الذاتى الطبيعى فيها .

٢ - احتمال حدوث نسبة عالية من التلقيح الذاتى فى سلالات الأمهات عند إنتاج الهجن.

٣ - تورث صفة بروز الميسم غالباً إلى نباتات الجيل الأول الهجين (لأنها صفة سائدة جزئياً) ؛ مما يؤدي إلى ضعف نسبة العقد فيها (عن Gueorguiev & Atanassovo ١٩٨١ ، و Scott & George ١٩٨٠) ولتغلب على هذه المشكلة .. اقترح استخدام سلالات للآباء تكون فيها الأنثوية السدائية طويلة ، والميسم بداخلها inserted ، وسلالات للأمهات تكون فيها الأنثوية السدائية قصيرة والميسم بارزاً منها exerted ؛ بدأ .. لا يكون الميسم بارزاً من الأنثوية السدائية فى نباتات الجيل الأول الهجين (عن Scott & George ١٩٨٠ ب) .

هذا .. وأمكن إحداث ظاهرة بروز الميسم من الأنثوية السدائية - صناعياً - برش البراعم الزهرية قبل تفتحها بنحو ٤ - ٦ أيام بالجبريللين ، بتركيز ٠.٠١ ٪ - ٠.٠٥ ٪ . مولاراً وهى معاملة لم يكن لها أى تأثير فى حيوية حبوب اللقاح أو البويضات . وقد اختلفت أصناف الطماطم فى استجابتها لهذه المعاملة ، وكان أكثرها استجابة الصنف Indian River (شكل ١ - ١٥) ، ووجد أن صفة الاستجابة هذه بسيطة وسائدة (Honma & Bukovac ١٩٦٦) . تفيد معاملة الجبريللين فى تسهيل عملية التلقيح التى يمكن إجراؤها - حينئذ - دونما حاجة إلى عملية الخصى . ولكن يعيب هذه المعاملة أن تأثيرها وقته ، ويلزم - لكى تكون فعالة - تكرارها عدة مرات ؛ مما يؤدي إلى إنتاج نمو خضرى غزير غير مرغوب ، ونقص محصول البذرة الهجين التى يراد إنتاجها .

وقد اقترح Scott & George (١٩٨٠ أ) الاستفادة من ظاهرتى بروز الميسم وعدم تفتح المتوك مجتمعين كبديل لعملية خصى الأزهار عند إنتاج الهجن ؛ واستعملاً لذلك



شكل (١-١٥) : زهرة طماطم من الصنف Indian River غير معاملة (على اليسار) ، وأخرى سبقت معاملتها بالجبريللين في الطور البرعمي (على اليمين) وقد برز فيها الميسم بوضوح من الأنبوبة السدائية .
سلالتين تميزتا بظاهرة بروز المياسم ، إلا أن متوك إحدهما كانت طبيعية (ps^+) ، بينما كانت متوك الأخرى لا تتفتح ولا تنتثر منها حبوب اللقاح (ps) . أجرى الباحثان التلقيحات في كلا الاتجاهين ، وكانت النتائج كما يلي :

١ - كان إنتاج البنور أعلى ما يمكن عندما لقحت الأزهار وقت تفتحها ، وحينما كان يسود الجو - وقت التلقيح - درجة حرارة $24^{\circ}C$ ، ورطوبة نسبية مقدارها ٧٠٪ ، وسماء ملبدة بالغيوم .

٢ - كان إنتاج البنور ضعيفاً عندما لقحت الأزهار قبل تفتحها بثلاثة أيام ، وحينما كان يسود الجو - وقت التلقيح - درجة حرارة $32^{\circ}C$ ، ورطوبة نسبية ٤٨٪ وسماء صافية .

٣ - كانت نسبة التلقيح الذاتي الطبيعي في السلالة ذات المتوك غير المتفتحة أقل من ١٪ ، أيام كان موعد إجراء التلقيح أو الظروف البيئية آنذاك .

٤ - كانت نسبة التلقيح الذاتي الطبيعي في السلالة ذات المتوك الطبيعية أقل من ٤٪ ،

عندما لقحت أزهارها وقت تفتحها ، و ٣٥٪ عندما لقحت قبل تفتحها بثلاثة أيام ، وكانت الظروف البيئية - آنذاك - مناسبة للتلقيح .

الهجين الثلاثية التضاعف

عثر Kagan - Zur وآخرون (١٩٩١) على نبات طماطم عقيم وقوى النمو فى صنف الطماطم الهجين FC1 21 ، وتبين بدراسة عدد الكروموسومات به أنه هجين ثلاثى التضاعف (٣ ن) ، وينحدر من أم أحادية ، وأب ثنائى . ولما كانت نباتات الطماطم الثلاثية عقيمة فى الطبيعة .. فقد اتجه الباحثون إلى دفعها إلى إنتاج ثمار بكرية ؛ بمعاملة أزهارها بمنظم النمو بيتا نفتوكى حامض الخليك . وقد تبين أن الثمار الثلاثية كانت أكبر حجما بمقدار ٥٠٪ ، وأغنى فى محتواها من الحامض النووى دى إن أى بمقدار ٥٠٪ ، ومن البروتين بمقدار ٣٠٪ ، وأفضل طعما من نظيرتها الثنائية ، بينما كان طراز الثمار الثلاثية والثنائية متشابهين فى الصفات الأخرى التى شملتها الدراسة . ويرى الباحثون إمكانية استخدام هذا الهجين الثلاثى لغرض الإنتاج التجارى .

استخدامات الهندسة الوراثية ومزارع الاتسجة فى تحسين الطماطم

عرض Fobes (١٩٨٧) التقدم فى مجال الهندسة الوراثية لنبات الطماطم فى مقال موجز ، يتضح فيه أن الطماطم تعد من أفضل النباتات الراقية المناسبة لهذه النوعية من الدراسات والتقنيات . وبالرغم من ذلك .. فلم ينتج صنف واحد منها بطريق الهندسة الوراثية حتى تاريخ نشر هذا المقال . ويتوقع الباحث - فضلاً على ذلك - أن تمر سنوات عديدة قبل أن يصبح لدى المزارعين صنف طماطم تجارى محسن منتج بالاستعانة بتقنية الهندسة الوراثية .

ومن أهم المعيزات التى تجعل الطماطم نموذجاً جيداً لدراسات الهندسة الوراثية مايلى :

١ - سهولة زراعة الطماطم تحت كل من الظروف الطبيعية والمصطنعة .

٢ - اكتشاف وجمع عديد من طفرات الطماطم .

٣ - يوجد كم هائل من النباتات الوراثية فى الأنواع البرية للجنس Lycopersicon .

٤ - سهولة إجراء التلقيحات الذاتية والخلطية ، وإمكانية إنتاج عدة أجيال من الطماطم سنوياً .

٥ - سهولة زراعة خلايا وبروتوبلازم الطماطم ، وسهولة إنتاج نباتات خصبة من هذه المزارع .

٦ - يعرف الكثير عن فسيولوجيا وكيمياء نبات الطماطم .

٧ - تعد الطماطم محصولاً بستانياً هاماً .

وقد أمكن - بانتخاب خلايا الطماطم - إنتاج سلالات مقاومة وراثياً لبعض مسببات الأمراض ومبيدات الحشائش ، ولظروف بيئية خاصة . كما أمكن دمج بروتوبلازم سلالات الطماطم مع بعضها البعض ، ومع أنواع أخرى من نفس الجنس ، ومع نباتات من أجناس أخرى كالبطاطس .

ويمكن تلخيص أهم إنجازات مزارع الخلايا والبروتوبلازم في الطماطم فيما يلي :

أولاً : عزل اختلافات وراثية على مستوى الخلية الواحدة :

استخدمت مزارع الخلايا في الحصول على نباتات وراثية لعدد من الصفات ؛ منها مايلي :

١ - المقاومة للتركيزات العالية من الألومنيوم ، والبوايثيلين جليكول polyethylene glycol ، وحامض الفيزاريك Fusaric Acid .. وحصل عليها من مزارع خلايا الطماطم L. esculentum .

٢ - المقاومة للتركيزات العالية من الكاديوم Cadmium .. وحصل عليها من مزرعة لمعلق خلايا L. peruvianum .

٣ - المقاومة لكل مبيد الحشائش جلايفوسيت Glyphosate ، وباراكوات Paraquat وحصل عليها من مزارع خلايا الهجين L. peruvianum x L. esculentum .

هذا .. إلا أنه كان من الصعب - غالباً - إنتاج نباتات كاملة من هذه التباينات الوراثية

الخلوية ، وكثيراً ما ظهرت بها حالات من عدم الثبات الكروموسومى ؛ وبذا .. فإن أهمية هذه الاختلافات تعد محدودة بالنسبة لتحسين الطماطم .

ثانياً : إنتاج هجن جسمية بين الطماطم *L. esculentum* والأنواع الأخرى :

أمكن - بالفعل - إنتاج هجن جسمية ؛ بدمج بروتوبلازم الطماطم مع كل من الأنواع التالية :

L. peruvianum

L. pennellii

S. tuberosum

S. lycopersicoides

S. rickii

S. nigrum

P. hybrida

هذا .. إلا أن هذه الهجن الجسمية لم يكن لها - إلى الآن - شأن فى تحسين الطماطم (عن Hille وآخرين ١٩٨٩) .

وقد أمكن عزل دى إن أى DNA الطماطم ، وتم إخضاعه لتقنيات الهندسة الوراثية . كما أمكن إخضاع الطماطم للتحويل الوراثى genetic transformation ؛ حيث أدخل فيها دى إن أى غريب على نبات الطماطم من عدة مصادر بعدة وسائل ، منها طرق الحقن الدقيق microinjection ، وبواسطة النوعيين البكتيريين *Agrobacterium tumefaciens* ، و *A. rhizogenes* ، وأمكن - باستخدام البكتيريا *A. tumefaciens* - إدخال جينات فى الطماطم من أصناف أخرى من الطماطم ، ومن أنواع أخرى مختلفة ؛ مثل البقوليات ، والباذنجانيات الأخرى ، والذرة ؛ فضلاً على نقل جينات إلى الطماطم من مض الأنواع البكتيرية والفيروسات .

ومن أكبر المشاكل التى تواجه تقنيات الهندسة الوراثية للطماطم - حالياً - اكتشاف الجينات التى تمه المريس بالدرجة الأولى وعزلها وتداولها ، وإدخالها فى سلالات الطماطم

المرغوبة فى النسيج المناسب ، وفى المكان المناسب ، وفى الوقت المناسب ، وبالجربة المناسبة .. وجميعها أمور يعكف على دراستها الباحثون فى مختبرات الهندسة الوراثية ؛ كوسيلة من وسائل تربية وتحسين الأصناف التجارية (عن Fobes ١٩٨٧) .

هذا .. وقد لخص Hille (١٩٨٩) أهم إنجازات الهندسة الوراثية - فى الطماطم - فى عدد من حالات التحول الوراثى ، أدخلت فيها الجينات التالية :

١ - المقاومة للكاناميسين Kanamycin .

٢ - المقاومة لمبيد الحشائش glyphosate ، و L-phosphinothricin .

٣ - (الجينات المسئولة عن) تصنيع الغلاف البروتينى للفيروسين TMV ، و AMV؛ بغرض الحماية من الإصابة بهما .

٤ - (الجين المسئول عن) تركيب البروتين فى الكلوروبلاستيدات .

٥ - المقاومة للحشرات .. وقد أمكن - فى هذا المقام - تعرف جين معين فى البكتيريا Bacillus thuringiensis ، هو المسئول عن تصنيع مركب بروتينى (poly peptide) سام لعدد من الحشرات . وقد عزل هذا الجين وأدخل فى الخلايا النباتية ، وكانت النباتات الناتجة منها مقاومة لتغذية يرقات هذه الأنواع الحشرية .