الفصل الثالث

التربية للقدرة على العقد البكرى

يُعد عقد الثمار بكريًّا parthenocarpic fruit set بديلاً لعدم قدرة الثمار على العقد فى الحرارة العالية أو المنخفضة.

وقد استخدمت الأوكسينات ونظائر الأوكسينات لإنتاج ثمار طماطم بكرية العقد، ولزيادة حجم الثمار غير الملقحة جيدًا. هذا إلاّ أن الأوكسين يجب أن تُعامل به العناقيد الزهرية كل على انفراد لأنه يسبب تشوهات شديدة بالنموات الخضرية إذا ما عُوملت به، كما أنه يثبط استمرار الإزهار، وغالبًا ما تكون الثمار الناتجة من المعاملة به رديئة النوعية.

إن تكوين البذور يمثل جزءًا رئيسيًّا من تكون الثمار؛ فالبذور النامية تحفز زيادة الخلايا فى الحجم من خلال تمثيلها للأوكسين وجزيئات أخرى غير معروفة. وتتحكم نواتج النشاط الأيضى المصاحبة لنمو الجنين فى معدل انقسام الخلايا فى أنسجة الثمرة المحيطة بالبذور. ويؤثر عدد البذور المتكونة فى حجم الثمرة النهائى ووزنها. وبذا.. فإن خلو الثمار من البذور قد يكون مصاحبًا بتغيرات غير مرغوب فيها فى صفات جودة الثمار (عن Martinelli وآخرين ٢٠٠٩).

والحل البديل لمشكلة عقد الثمار اللجوء إلى صفة العقد البكرى الاختيارى facultative parthenocarpic fruit set الوراثى الذى يسمح بعقد ثمار بذرية إذا حدث الإخصاب، وثمار غير بذرية فى الظروف التى لا تناسب التلقيح.

مصادر ووراثة القدرة على العقد البكرى

تتوفر صفة القدرة على العقد البكرى فى عدد من أصناف وسلالات الطماطم. وقد حُصِلَ عليها – غالبًا – من أحد مصدرين؛ هما: الهجن النوعية بين الطماطم وكل من

النوعين *S. habrochaites*، و *S. peruvianum*، وباستحداث الطفرات. فمثلاً.. حُصِلَ على الصنف الروسى سيفيريانين Severianin ذى القدرة العالية على العقد البكرى من الهجين النوعى: (*S. habrochaites* × Grnutovij Gribovskuj) × Byzon.

يتميز هذا الصنف بالقدرة على العقد البكرى فى جميع الظروف غير المناسبة للعقد، وبأن أعضاء أزهاره الجنسية – الذكرية والأنثوية – خصبة بدرجة عالية (Philouze & Maissonneuve ١٩٧٨). وقد وجدت Philouze (١٩٨١) أن هذه الصفة يتحكم فيها جين واحد متنح أعطى الرمز pat-2، تمييزًا له عن الجين pat (نسبة إلى Parthenocrpy أى العقد البكرى)، الذى وجد فى سلالات أخرى تعقد بكريًّا. وقد تأكدت وراثة صفة العقد البكرى فى الصنف سيفيريانين فى دراسات أخرى لكل من Lin (١٩٨٢)، و Hassan وآخرين (١٩٨٧). هذا.. إلا أن Vardy وآخرين (١٩٨٩ أ) توصلوا من دراستهم إلى أن صفة العقد البكرى فى الصنف سيفيريانين يتحكم فيها جنيان متنحيان، أحدهما الجين pat-2 – وهو جين رئيسى – والآخر هو الجين mp، وهو ثانوى، ويؤثر فى ظهور صفة العقد البكرى عند وجود الجين pat.

وقد عقد هذا الصنف بكريًّا فى مصر خلال شهرى يناير وفبراير بالقناطر، وتفوق على الأصناف UC 82، و Peto 86، و VF 145-B-7879، و Floradade، وسلالة التربية UC 78W29 فى كل من نسبة العقد تحت ظروف الحرارة المنخفضة، والمحصول المبكر خلال شهر أبريل (Hassan وآخرون ١٩٨٧). وقد أوضحت دراسات Lin وآخرين (١٩٨٤) أن العقد البكرى فى الصنف سيفيريانين صفة اختيارية؛ حيث إنها تنتج ثمارًا عادية فى الظروف المناسبة للعقد، وثمارًا بكرية فى الظروف غير المناسبة لذلك، مثلما تكون عليه الحال فى ظروف ارتفاع درجة الحرارة ليلاً ونهارًا. هذا.. برغم أن الحرارة العالية لم تكن لها تأثيرات سيئة على الجاميطات أو تركيب الزهرة؛ وهو ما يعنى أن الظروف البيئية المحفزة للعقد البكرى تؤثر فى الأنسجة الجرثومية sporophytic tissues للزهرة، وليس فى أنسجتها الجاميطية gametophytic tissues.

وتأكيدًا لذلك.. وجد Scott & George (١٩٨٤) أن المعاملات التى تمنع التلقيح (مثل الخصى، وإزالة الميسم، وإزالة الأطراف البعيدة لكل من قلم الزهرة والأسدية) منعت تكوين البذور، ولكنها لم تمنع عقد الثمار. هذا بينما لم يكن للتلقيح – بحبوب لقاح فقدت حيويتها بمعاملة حرارية – أى تأثير فى نسبة العقد البكرى. وقد استخدم الباحثان فى هذه الدراسة الصنف سيفيريانين وسلالة أخرى – هى PSET-1 – تحمل نفس الجين pat-2، وسلالة ثالثة ألمانية تعقد بكريًّا – هى RP 75/59 – وتختلف فى جينات العقد البكرى.

هذا.. وكان الجين pat قد ظهر كطفرة فى أحد أصناف الطماطم الإيطالية (عن Mapelli ١٩٧٩) لدى معاملتها بالـ ethylmethane sulphonate. تبعد هذه الطفرة بمقدار ٠,١٢ وحدة عبور من الجين sha (نسبة إلى short anthers أى الأسدية القصيرة). كما ظهرت طفرة آليلية لهذا الجين (sha) أعطيت الرمز sha-pat؛ نتيجة للمعاملة بالمركبات الكيميائية المطفرة فى السلالة رقم 2524. وكلتا الطفرتين pat، و sha-pat تنتج ثمارًا بكرية، وتتميز بالعقم الأنثوى.

وظهرت كذلك طفرة طبيعية قادرة على العقد البكرى – أطلق عليها اسم Montfavet 191 فى إحدى سلالات الطماطم الطبيعية. وتتميز هذه الطفرة بأن متوكها قصيرة – كما فى طفرة sha – ولكنها تعقد بكريًّا – كما فى الطفرة sha-pat (السلالة 2524).

ويتلقح هذه الطفرة مع السلالة sha–pat الأصلية كانت نباتات الجيل الأول ذات أسدية قصيرة، وأنتجت ثمارًا بكرية؛ مما يدل على أن الطفرة Montfavet 191 – التى ظهرت تلقائيًا – تحمل نفس الجين sha-pat الذى يوجد فى السلالة الأصلية (Pećaut & Philouze ١٩٧٨).

ويستفاد من الدراسات التى أُجريت على صفة العقد البكرى للسلالة الألمانية 75/59 تحكم جينين (pat-3، و pat-4) فيها، وأنهما ينعزلان بصورة مستقلة عن بعضهما

البعض، وأن التركيب الوراثى المتنحى الأصيل، والتركيبين pat-3 pat-3, pat-4+، و pat-4 pat-4 ,pat-3+ جميعها تعطى ثمارًا بكرية (Nuez وآخرون ١٩٨٨).

تتميز سلالة الطماطم الألمانية RP75/59 (وهى التى أُنتجت فى ألمانيا من التلقيح: Atom × Bubjekosoko) بقدرتها العالية على العقد البكرى الاختيارى طوال العام، وبأن ثمارها البكرية العقد لا تختلف فى مظهرها أو وزنها عن الثمار البذرية التى تعقد بعد التلقيح اليدوى، وذلك فى مختلف الظروف البيئية باستثناءات قليلة، وهى تتشابه فى ذلك مع الصنف سيفريانين.

ولقد تبين باختبارات الآليلية أن تلك الصفة ليس مردها إلى الجين pat 1، أو الجين pat 2 – اللذان يوجدان فى الصنفين Montfavet 191، وSeverianin، على التوالى – ولا إلى الجين sha. ويستدل من تلك الدراسة أن صفة العقد البكرى فى 75/59 يتحكم فيها ما لا يقل عن ثلاثة (وربما أربعة أو خمسة) جينات متنحية تعمل مستقلة وبتأثير تراكمى (Philouze & Maisonneuve ١٩٧٨ أ، و Philouze ١٩٨٩).

يتبين مما تقدم أن أفضل مصدرين للعقد البكرى الاختيارى فى الطماطم هما الصنف الروسى Severianin الذى يحتوى على الجين pat-2، والسلالة الألمانية التى تحتوى – كما بينت دراسات أجريت عليها – على الجينين pat-3، و pat-4. لكن يُعاب على هذين المصدرين عدم وجود معلمات وراثية لهما، وصعوبة إكثار السلالات البكرية العقد بسبب قوة الظاهرة فيها، كما يُعتقد بأن تلك الجينات لها – كذلك – تأثيرات سلبية على جودة الثمار (عن Carmi وآخرين ٢٠٠٣).

وفى الولايات المتحدة.. أنتج Baggett & Fraizer (١٩٨٢) السلالة Oregon 11 التى تُعطى ثمارًا بكرية فى الجو البارد بنسبة ٦٦٪. تتميز ثمارها البكرية بأنها صلبة ولحمية، ونادرًا ما تكون مفصصة، أو تظهر بها جيوب. يبلغ متوسط وزن الثمرة حوالى ٣٠ جم، ومتوسط قطرها من ٣,٥–٤ سم، ويوجد بها ٣–٤ مساكن؛ وهى جيدة الطعم واللون، ذات جلد سميك ولكنه يتشقق أحيانًا.

كذلك أُنتجت السلالة Oregon T5-4 التى تعقد ثمارًا بكرية بنسبة ٣٠٪ فى الجو البارد، وثمارًا عادية فى الجو العادى، إلا أنها تختلف عن الصنف سيفيريانين فى احتياج أزهارها إلى التلقيح لكى تعقد بكريًّا فى الجو البارد. وقد اكتسبت سلالتى أوريجون صفة العقد البكرى من الصنف الكندى Farthest North.

وقد وجد أن صفة العقد البكرى فى صنف الطماطم Oregon T5-4 تنعزل فى الجيل الثانى بنسبة ٩ ثمار بذرية: ٧ ثمار لا بذرية؛ بما يعنى أن العقد البذرى الطبيعى يتطلب زوجان من الجينات السائدة المكملة لبعضها البعض.

وعندما هُجِّن الصنف Oregon T5-4 مع الصنف Severianin كان الانعزال فى الجيل الثانى ٢٧ ثمار بذرية: ٣٧ ثمار لا بذرية؛ بما يعنى تحكم ٣ أزواج من العوامل الوراثية المكملة لبعضها البعض فى الصفة، وأن صفة العقد البكرى يتحكم فيها جينات مختلفة فى الصنفين (Kean & Baggett ١٩٨٦).

وتبعًا لـ Ho & Hewitt (١٩٨٦)، فإن صفة العقد البكرى تتوفر فى عدة مصادر، يمكن تقسيمها – حسب درجة العقد البكرى بها، كما يلى:

١- درجة العقد البكرى منخفضة، وتتوفر فى: Atom، و Bubjekosoko، و Sub Arctic Plenty، و Oregon Cherry، و Pobeda.

٢- درجة العقد البكرى متوسطة، وتتوفر فى: Lycopera، و Earlinorth، و Oregon T5-4، و Parteno.

٣- درجة العقد البكرى عالية، وتتوفر فى: RP 75/59، و Severianin.

وقد أُنتجت سلالتان – IVT1، و IVT2 – ذواتا قدرة عالية على العقد البكرى عما يوفره الجين pat-2. وتستمد IVT1 صفة العقد البكرى من تهجين نوعى مع *S. habrochaites*، بينما تستمد IVT2 قدرتها على العقد البكرى من تهجين نوعى مع *S. peruvianum*. والصفة فى كلتا السلالتين سائدة جزئيًّا

(Zijlstra ١٩٨٥)، إلاّ أن نتائج دراسات أخرى تتعارض مع ما تقدم بيانه بشأن وراثة صفة العقد البكرى فيهما، كما سيأتى بيانه.

إن من مصادر العقد البكرى الأخرى فى الطماطم الجين pat الذى يتوفر فى الصنف Sorcssi (أو Montfavet 191)، وسلالتى IVT رقما ١، ٢ اللتان تعطيان مستوى أعلى وأكثر ثباتًا من العقد البكرى عما توفراه كلا من Sorcssi، و Severianin. ولقد طوِّرت السلالة IVT-1 – كما أسلفنا – من تهجين بين *S. habrochaites* والطماطم (*S. lycopersicum*) أُتبع بعدة تهجينات رجعية للطماطم (عن Harza & Dutta ٢٠١٠).

وعلى خلاف ما تقدم بياته.. يسود الاعتقاد بأن العقد البكرى فى السلالة IVT-1 يتحكم فيه جين واحد متنحٍ. أما فى السلالة IVT-2 (التى حُصل عليها من تهجين بين *S. peruvianum* والطماطم) فقد افترض أن صفة العقد البكرى فيها كمية.

كذلك وجد أن العقد البكرى فى السلالة IL5-1 – التى طوِّرت من تهجين بين *S. harbochaites* والطماطم يتحكم فيه جينات أحدهما على الكروموسوم ١ (pat 4.1 والآخر على الكروموسوم ٥ (pat 5.1).

وعلى الرغم مما ثبت من أن العقد البكرى فى الصنف Severianin يتحكم فيه جين واحد متنح (pat-2)، فإن جينًا آخر (mp) يؤثر وهو فى الحالة المتنحية الأصيلة – كما أسلفنا – على تعبير الجين pat-2. ولقد وجد أن الجين pat يقع على الذراع الطويل للكروموسوم الثالث.

ولقد استخدم الجين pat-2 فى إنتاج الأصناف البكرية العقد Oregon Pride، و Oregon Star، و Siletz (عن Hazra & Dutta ٢٠١٠).

وتبين من دراسات أجريت على صنف الطماطم Oregon Pride أن العقد البكرى فيه اختيارى (صنِّفت الثمار التى تحتوى على ٢٠ بذرة منه على أنها بكرية العقد)، وأنه يوجد جين آخر – أُعطى الرمز ii – يؤثر فى الجين pat-2 المسئول عن العقد البكرى، ولا يوجد ارتباط بينهما (Hazra & Dutta ٢٠١٠).

وتعقد ثمار صنف الطماطم Nadja – الذى أُنتج فى جامعة أسيوط – ثمارًا بكرية فى الظروف غير المناسبة للعقد، سواء أكانت تلك الظروف حرارة عالية، أم حرارة منخفضة، وتتماثل الثمار البكرية العقد فى شكلها وحجمها وفى امتلاء مساكنها بالمادة الجيلاتينية مع الثمار غير البكرية العقد التى تتكون فى الظروف المناسبة للعقد. وقد تبين أن صفة العقد البكرى فى هذا الصنف بسيطة ومتنحية (Mohamed وآخرون ١٩٩٨).

ويستنتج مما تقدم بيانه توفر ثلاثة مصادر رئيسية للعقد البكرى الاختيارى فى الطماطم، هى: pat، و pat-2، و pat-3/pat-4، وجميعها يمكن أن تُفيد فى الإنتاج الزراعى، وفيها جميعًا يزداد تركيز الأوكسينات والجبريللينات فى مبايض الأزهار بما يكفى لتحفيز نمو الثمار دونما حاجة إلى تلقيح وإخصاب.

ولمزيد من التفاصيل حول تلك الظاهرة.. يُراجع Gorguet وآخرين (٢٠٠٥).

طبيعة القدرة على العقد البكرى

درس Hassan وآخرون (١٩٨٧) الاختلافات بين الصنف سيفيريانين والأصناف التجارية UC 82، و VF 145-B-7879، والهجن بينها فى محتوى مبايض الأزهار من الجبريللينات الكلية الحرة، ووجدوا أنها تبلغ فى الصنف سيفيريانين نحو ثلاثة أمثال أىٍّ من الصنفين الآخرين. ولم تلاحظ فروق واضحة بين نباتات الجيل الأول ونباتات الآباء البذرية، أو بين محتوى الهجن والهجن العكسية فى محتوى مبايض الأزهار من الجبريللينات الكلية الحرة؛ الأمر الذى يتمشى مع نتائج الدراسات الوراثية من أن الصفة متنحية، ويدلل على أهمية المحتوى المرتفع من الجبريللينات للعقد البكرى للثمار فى الطماطم.

ويعد إنتاج الأوكسينات والجبريللينات فى مبايض الأزهار الحاملة لأى من الطفرات pat، و pat-2، و pat-3/pat-4 العامل الأساسى فى العقد البكرى فيها (Gorguet وآخرون ٢٠٠٥).