

ميسم: لأن كل آليل منهما يضعف تأثير الآليل الآخر. أما حبوب اللقاح الثنائية الأصلية .. فإنها تبقى كما هي. غير قادرة على الإنبات على مياسم الأزهار، التي تحمل نفس آليات عدم التوافق.

٢ - الجينات المحورة:

تؤثر الجينات المحورة على التفاعلات الآليلية: وعلى شدة حالة عدم التوافق.

٣ - عمر الزهرة:

تضعف حالة عدم التوافق في البراعم الصغيرة. كما سبق بيانه تحت موضوع التلقيح البرعوى. وتزيد حدة حالة عدم التوافق - تدريجياً - إلى أن تصل إلى أعلى مستوى فى الوقت المناسب للتلقيح.

٤ - مرحلة الإزهار:

وجد Johnson (١٩٧١) أن حالة عدم التوافق الذاتى فى كرنب بروكسل. تكون فى أعلى مستوياتها خلال الفترة من وسط مرحلة الإزهار إلى نهايتها.

٥ - درجة الحرارة السائدة:

سبق أن أوضحنا أن خفض درجة حرارة الأزهار عند التلقيح يساعد - أحياناً - على إجراء التلقيح الذاتى للنباتات غير المتوافقة. كما وجد Johnson (١٩٧١) كذلك أن رفع درجة الحرارة فى مرحلة متأخرة من الإزهار يؤدي إلى زيادة معدل التوافق الذاتى فى كرنب بروكسل؛ حيث صاحب ذلك زيادة فى عدد الأنابيب اللقاحية النابتة فى القلم. بعد ٢٤ ساعة من التلقيح.

طرق إكثار السلالات غير المتوافقة ذاتياً

إن الفائدة الوحيدة للسلالات غير المتوافقة ذاتياً - بالنسبة للمربي - هى استعمالها كآباء عند إنتاج الهجن التجارية؛ حيث تؤدى زراعة خطوط متجاوزة من سلالتى الأبوين، إلى أن تلقح كل منهما الأخرى؛ لأن التلقيح الذاتى لأى منهما غير ممكن؛ وبسبب ذلك .. فإن البذور التى تحصد من أية سلالة من سلالتى الآباء .. تكون بسببها هجينة.

ونظراً لأن محاولة تلقيح هذه السلالات - ذاتياً - بصورة طبيعية لإكثارها لا يُجدى (لأنها لا تتلقح ذاتياً)، لذا .. اتجه التفكير نحو طرق أخرى لتحقيق ذلك؛ حتى يمكن المحافظة عليها. وتعتمد جميع هذه الطرق على محاولة إجراء التلقيح الذاتى بطريقة تسمح بتفادى المواد الموجودة فى الميسم، والتي تمنع إنبات حبوب اللقاح علماً بأن ما يصلح منها لمحصول ما ربما لا يصلح لمحاصيل أخرى.

ومن بين أهم الطرق المستخدمة فى إكثار السلالات غير المتوافقة ذاتياً، ما يلى:

١ - التلقيح البرعمى Bud Pollination :

يؤدى إجراء التلقيح فى الطور البرعمى إلى إفلات حبوب اللقاح من المواد المانعة (الجليكوبروتينات) التى تتكون فى الميسم، والتى يصل تركيزها إلى الذروة فى الوقت المناسب للتلقيح الطبيعى. كما يسمح التلقيح فى هذا الطور بنمو الأنابيب اللقاحية. ووصولها إلى البويضة فى الوقت المناسب.

ويجرى التلقيح البرعمى فى الكرنب للبراعم التى يبلغ طولها حوالى ٤ مم. ويتم بإزالة الجزء العلوى من السبلات والبتلات المحيطة بالقلم؛ حتى يظهر الميسم الذى يلقح بحبوب لقاح زهرة حديثة التفتح من النبات نفسه. والتى تكون قد سبقت حمايتها من التلوث بحبوب لقاح غريبة؛ بوضع كيس عليها قبل تفتحها. ويكرر ذلك على مجموعة من البراعم المتجاورة. ثم تُزال البراعم المجاورة، وتكيس النورة لمدة أسبوع. لأن مياسم الأزهار تكون مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ٤-٥ أيام (عبدالعال ١٩٦٤).

كذلك أمكن التغلب على ظاهرة عدم التوافق الذاتى فى *Lycopersicon peruvianum* بإجراء التلقيح فى الطور البرعمى قبل يومين إلى ثلاثة أيام من بداية تفتح الزهرة، مع توفير بديل للإفرازات الطبيعية لميسم الزهرة - والتي لا تتوفر فى ذلك الطور البرعمى - بوضع طبقة رقيقة من بيئة صناعية لإنبات حبوب اللقاح بين سطح الميسم وطبقة من زيت معدنى تمتزج به حبوب اللقاح. أدى ذلك إلى إنبات حبوب اللقاح ونمو بعضها خلال قلم الزهرة. وحدوث الإخصاب وتكوين البذور (Gradziel & Robinson ١٩٨٩).

٢ - تأخير التلقيح مع استعمال حبوب لقاح حديثة الإنتاج.

٣ - إجراء التلقيحات فى نهاية الموسم.

٤ - الاستفادة من ظاهرة التوافق الكاذب pseudo incompatibility :

تحدث نسبة قليلة جداً من الإخصاب الذاتى فى معظم حالات عدم التوافق - خاصة الجاميطة منها - ويعرف ذلك بالإخصاب الكاذب. ويمكن الاستفادة من هذه الظاهرة بإجراء التلقيح الذاتى المطلوب - يدوياً - مع نقل كمية كبيرة من حبوب اللقاح : ولا تحدث هذه الظاهرة فى الظروف الطبيعية، لأن ميسم الزهرة الواحدة تصل إليه حبوب لقاح متوافقة، وأخرى غير متوافقة؛ فيحدث الإخصاب - سريعاً - بالحبوب المتوافقة التى تنبت فى وقت قصير، بينما لا تستطيع حبوب اللقاح غير المتوافقة منافستها فى ذلك (Williams 1964).

٥ - الاستفادة من ظاهرة تأثر بعض حالات عدم التوافق بدرجة الحرارة:

اكتشفت - على سبيل المثال - سلالات من *Lycopersicon peruvianum* كانت متوافقة ذاتياً على حرارة ٤٠م، بينما كانت عديمة التوافق فى درجات الحرارة الأقل من ذلك (Hogenboom 1972).

٦ - الاستفادة مما يعرف بالـ mentor effects . بخلط حبوب اللقاح غير المتوافقة بأخرى غريبة عن النوع، أو بحبوب لقاح متوافقة، ولكن تم إفقادها لحيويتها. كما فى التفاح. يستفاد من ذلك فى التخلص من حالة عدم التوافق الذاتى فى النظام الجاميطة (عن Hanan وآخرين 1978).

٧ - يفيد هرس المياسم أو إزالتها - أحياناً - فى نجاح التلقيح الذاتى فى محاصيل قليلة، ويؤدى هذا الإجراء إلى التخلص من المواد المانعة لإنبات حبوب اللقاح التى توجد فى الميسم.

٨ - تعريض قلم الزهرة لحرارة عالية بعد التلقيح الذاتى مباشرة:

يتعين عند إجراء هذه المعاملة رفع الحرارة إلى ما يزيد عن ٣٠م، وقد تصل إلى ٦٠م. تفيد تلك المعاملة مع كل من نظامى عدم التوافق: الجاميطة والاسبوروفيتى. ويبدو أن النظام الإنزيمى لخاصية عدم التوافق أشد تأثراً بالحرارة العالية عن النظام

الإنزيمي الخاص بإنبات حبوب اللقاح ونمو أنابيبها اللقاحية (عن Richards ١٩٨٦).

٩ - خفض درجة الحرارة خلال فترة التلقيح والإخصاب:

ربما تؤدي هذه المعاملة إلى إبطاء تكوين المواد المانعة؛ بدرجة تسمح بنمو الأنبوبة اللقاحية، ووصولها إلى المبيض.

١٠ - تمكن Roggen & Van Dijk (١٩٧٢) من كسر حالة عدم التوافق في كرنب بروكسل بتجريح الميسم خلال التلقيح بفرشاة. استبدل فيها الشعر بأسلاك من الصلب؛ يبلغ قطرها ٠.١ مم. وطولها ٤ مم. وقد أعطت هذه الطريقة نتائج قريبة من نتائج التلقيح البرعمرى؛ فبينما أعطى كل تلقيح برعمرى من ١-٣ بذور.. فإن هذه الطريقة أعطت ١.١-٢.٦ بذرة من كل تلقيح. وتتميز هذه الطريقة عن طريقة التلقيح البرعمرى بإمكان تلقيح جميع الأزهار؛ وبذا.. يمكن الحصول على كمية أكبر من البذور من كل نبات.

١١ - تمكن Roggen وآخرون (١٩٧٢) من كسر حالة عدم التوافق في كرنب بروكسل بتوليد جهد كهربائي قدره ١٠٠ فولت بين حبوب اللقاح والميسم في أثناء عملية التلقيح. وقد اختلفت نتائج هذه الطريقة باختلاف شدة حالة عدم التوافق في سلالات كرنب بروكسل، كما يلي:

أ - لم يكن للمعاملة أى تأثير في متوسط عدد البذور من كل تلقيح في سلالة متوافقة ذاتياً.

ب - تضاعف عدد البذور من كل تلقيح في سلالة ضعيفة في حالة عدم التوافق.

ج - تضاعف عدد البذور من كل تلقيح إلى ٣٠ مثلاً في سلالة قوية في حالة عدم التوافق.

د - تضاعف عدد البذور من كل تلقيح إلى ١٣١ مثلاً في سلالة عديمة التوافق.

كما استعمل Roggen & Van Dijk (١٩٧٣) هذه الطريقة بنجاح في إجراء التلقيح الذاتي لعدد من سلالات الكرنب، وأعطت نتائج قريبة لنتائج التلقيح البرعمرى.

١٢ - معاملة الأزهار بغاز ثاني أكسيد الكربون:

درس تأثير المعاملة بغاز ثاني أكسيد الكربون. في خمسة أصناف من الكرنب

الصينى فى معهد بحوث وتنمية الخضر الآسيوى (AVRDC 1987)، وكانت النتائج كما يلى:

أ - أعطت المعاملة بالغاز - بتركيز ٢٪ - عددًا من البذور من الأزهار المتفتحة، مماثلًا للعدد الذى أمكن الحصول عليه من التلقيح البرعى فى بعض السلالات، وكان تركيز ٣٪ لازمًا فى سلالات أخرى، ولم يكن الغاز مؤثرًا فى مجموعة ثالثة من السلالات.

ب - تراوحت الفترة المناسبة للمعاملة بالغاز لإحداث التأثير المطلوب بين ساعتين وثلاث ساعات فى السلالات الحساسة.

ج - كان أقوى تأثير للمعاملة بالغاز عند إجرائها بعد التلقيح مباشرة. ثم قلت الحساسية للغاز - تدريجيًا - بعد ذلك.

د - ازداد عدد الأنابيب اللقاحية التى أمكن عدّها بعد التلقيح الذاتى للأزهار المتفتحة. عند المعاملة بالغاز.

وفى الكاكو *Theobroma cacao* لا يظهر تفاعل عدم التوافق - عادة - إلا بعد بداية اندماج الجاميطات فى الكيس الجنينى. هذا .. إلا أنه تتوفر سلالات من الكاكو يظهر فيها تفاعل عدم التوافق فى مرحلة إنبات حبوب اللقاح، وهذا النوع يمكن التغلب عليه بزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون حول الأزهار الملقحة ذاتيًا، وذلك بإحاطتها بقنينة زجاجية لمدة ٦ ساعات قبل التلقيح، حيث يزداد تركيز الغاز إلى حوالى ٨.٩٪. وقد حُصل بهذه الطريقة على عقد للثمار بنسبة ٤٥٪ (Aneja وآخرون 1994).

١٣ - معاملة الأزهار بمحلول كلوريد الصوديوم:

أمكن التخلص من حالة عدم التوافق فى الكرنب الصينى؛ برش الأزهار بمحلول كلوريد الصوديوم بتركيز ٣٪ بعد نصف ساعة إلى ساعة من التلقيح الذاتى. وقد وجد Monteiro وآخرون (1988) أن معاملة مياسم نباتات الكرنب الصينى غير المتوافقة ذاتيًا بمحلول كلوريد الصوديوم .. أدت إلى التخلص من حالة عدم التوافق، وكان أفضل تركيز هو ٠.١٥٪ مع إجراء المعاملة قبل التلقيح بنحو ١٠-١٥ دقيقة. إما باستعمال ماصة صغيرة (حيث أعطى التلقيح ٨.٢ بذرة/ثمرة)، وإما بواسطة قطعة قطن مبللة بالمحلول (حيث أعطى التلقيح ٧.٢ بذرة/ثمرة). وقد أدت المعاملة بكلوريد الصوديوم إلى زيادة

عدم التوافق

تثبيت حبوب اللقاح على الميسم، وزيادة إنباتها، وتقليل تكوين الكالوز callose على نتوءات الميسم.

كذلك أمكن التغلب على حالة عدم التوافق الذاتى بصورة تامة فى الكرب الصينى برش الأزهار بكلوريد الصوديوم بتركيز ٣٪ فى التاسعة والنصف صباحًا، ثم إجراء التلقيح فى أى وقت من اليوم بعد ذلك (Rui وآخرون ١٩٩٥). ويكفى وضع نقطة واحدة من المحلول الملحى على ميسم الزهرة للتغلب على حالة عدم التوافق فى *Brassica oleracea* (Carafa & Carratu ١٩٩٧).

وقد قارن Wilkins & Beycr (١٩٨٨) تأثير طريقتى المعاملة بغاز ثانى أكسيد الكربون، والمعاملة بكلوريد الصوديوم فى ظاهرة عدم التوافق الذاتى فى سلالة من البروكولى. وكانت النتائج كما يلى:

عدد البذور/١٠ ثمار	طريقة التلقيح
صفر	المقارنة (التلقيح الذاتى)
١,٤٠	إضافة NaCl للميسم بتركيز ٠,١٥٪ بحقنه صغيرة قبل التلقيح بـ ١٥ دقيقة
١,٠٧	إضافة NaCl للميسم بتركيز ٠,١٥٪ بقطعة قطن قبل التلقيح بـ ١٥ دقيقة
٢,٨٠	المعاملة بثانى أكسيد الكربون بتركيز ٥٪ لمدة ٢٤ ساعة تبدأ بعد التلقيح
٠,٤٠	التلقيح البرعى

١٤ - أمكن التغلب على خاصية عدم التوافق الذاتى فى الأزهار المفصولة للنبات *Lilium longiflorum* بالحقن بالكينتين بتركيز ١٠٠ أو ٢٠٠ جزء فى المليون.

١٥ - أفادت المعاملة بتركيزات منخفضة من الإثيفون فى تحفيز نمو الأنابيب اللقاحية فى الخوخ، الأمر الذى ساعد فى التغلب على حالة عدم التوافق الذاتى (عن Hanan وآخرين ١٩٧٨).

١٦ - أدت معاملة أمتعة أزهار *Brassica alboglabra* بحامض الأوكاديك okadaic acid - بتركيز ميكرومول واحد - إلى التغلب تمامًا على حالة عدم التوافق فى إحدى

السلالات؛ مما يدل على اشتراك إنزيم protein phosphatase فى تفاعل عدم التوافق (Scutt وآخرون ١٩٩٣).

١٧ - معاملة أزهار الأمهات بمثبطات تمثيل الرنا RNA، مثل الأكتينومييسين دى actinomycin D و 6-methylpurine، وبمثبطات الإنزيمات. مثل: puromycin (عن Richards ١٩٨٦).

١٨ - تعريض قلم الزهرة لأشعة إكس بعد إجراء التلقيح الذاتى مباشرة.

طرق إجراء التلقيحات غير المتوافقة

يمكن - فى واقع الأمر - التغلب على ظاهرة عدم التوافق فى التلقيحات الخلطية باتباع بعض الطرق التى أسلفنا بيانها تحت موضوع: طرق إكثار السلالات غير المتوافقة ذاتياً؛ إلا أنه تتبع - عادة - بعض التدابير الأخرى لتسهيل إجراء التلقيحات الخلطية.

ومن بين الوسائل التى تتبع لأجل تسهيل إجراء التلقيحات الخلطية، ما يلى:

- ١ - التلقيح المزدوج بخليط من حبوب لقاح متوافقة مع الأخرى غير المتوافقة. أو بحبوب اللقاح غير المتوافقة، بعد فترة قصيرة من التلقيح بحبوب لقاح متوافقة.
- ٢ - رفع درجة حرارة متاع الزهرة حتى ٦٠ م° كما فى الأجناس: *Trifolium* و *Lycopersicon*، و *Brassica*، و *Oenothera* وغيرهم.

وسائل (التخلص من حالات عدم التوافق) الذاتى

يمكن - عند الضرورة - التخلص من حالة عدم التوافق بإحدى الوسائل التالية:

١ - مضاعفة عدد الكروموسومات فى حالات عدم التوافق الجاميطى، كما فى الجنس *Solanum*.

٢ - إنتاج طفرات S_1 بتعريض البراعم الزهرية للأشعة المطفرة، مع استعمال حبوب