العقم وعدم التوافق

Sterility and Incompatibility

ان تكوين البذور في النباتات من الأمور التي تهم مربي النبات وقد توجد بعض العقبات في انتاجها فقد تكون قسم من هذه البذور عقيمة ذاتيا Self Sterile او عقيمة خلطيا Cross sterile حيث يتعذر السير ببرامج التربية والتحسين بالطرق الاعتيادية هذا وان عدم نجاح النباتات في تكوين البذور يمكن ان يعود الى أسباب عديدة و يمكن ان نلخصها كما يلي:

حالة العقم Sterility:

هي الحالة التي تكون فيها حبوب اللقاح Pollen Grains او البويضات Ovuls غير قادرة على القيام بوظائفها في عملية الاخصاب وهذا راجع لأسباب عديدة منها نقص في تكوين هذه الأعضاء وان هذا النقص يساعد على حدوث العقم. وهذا راجع الى عدم اكتمال نمو الأعضاء الجنسية فمثلا ان أي نقص في تكوين الاسدية او الأقلام او عدم اكتمال أي مرحلة من مراحل تكوين حبة اللقاح او الكيس الجنيني بصورة صحيحة فان ذلك يوقف عملية الاخصاب وتكوين الجنين و البذور.

كما توجد حالات عقم لها أهمية في تربية النبات وغالبا ما تنتج من التهجين (التزاوج) بين الأنواع والاجناس المختلفة بالإضافة الى ظهور العقم قد يكون ناتجاً من اختلاف في عدد الكرموسومات للنوعين الداخلين في التزاوج وفي هذه الحالة لا يتكون الجنين بحالة طبيعية بعد الاخصاب وتكون النتيجة العقم اما في الأنواع المتقاربة جدا فان الجنين ومن ثم البذور تتكون ولكن النبات الهجين الناتج منها قد يكون عقيما او لا يكون بذورا ومن اهم حالات العقم التي تمت الاستفادة منها في تربية النبات هو العقم الذكري الوراثي والعقم الذكري السايتوبلازمي والعقم الذكري الوراثي – السايتوبلازمي. ويمكن تفسير القم الذكري السايتوبلازمي بما يسمى الوراثة السايتوبلازمية حيث توجد من الأدلة ما يشير الى انتقال بعض الصفات لا تعتمد على جينات كائنة في النبات فقط بل وجود عوامل أخرى وراثية في السايتوبلازم ولها القابلية على التوارث والانتقال. ومن الأمثلة على وجود الوراثة السايتوبلازمية هو التزاوج العكسي Reciprocal Croos في بعض الصفات وظهور تاثير للوراثة السايتوبلازمية ولقد تبين بان الام لها تاثير مباشر في الوراثة السايتوبلازمية وفي اظهار

الصفة المسيطرة عليها العوامل الوراثية للسايتوبلازم ويعود السبب الى ان البويضة تحتوي على كمية كبيرة من السايتوبلازم بالمقارنة مع النواة الذكرية (Sperm) والتي تحتوي على كمية ضئيلة جدا منه. والاستنتاج الطبيعي لهذه الظاهرة هو ان سايتوبلازم البيضة يحتوي على جينات لا نووية لها القدرة على التكاثر والانتقال الى خلايا الأبناء وبالتالي ظهور الصفة الوراثية في الجيل الناتج.

لقد تمت الاستفادة من هذه الظاهرة في إيجاد العقم الذكري السايتوبلازمي ودخل مرحلة مهمة في تربية النبات ويمكن توضيح ذلك في الشكل رقم (15) حين يلاحظ ان التزاوج (التضريب) بين نبات سايتوبلازميا ويحمل عوامل وراثية نووية متنحية ms ms مع نبات مذكر خصب سايتوبلازميا ويحمل عوامل وراثية متنحية فان الناتج يكون عقيم بينما عند تهجين الام ms ms مع نبات مذكر عقيم سايتوبلازميا ويحمل عوامل وراثية متغلبة Ms Ms فان النسل سيكون خصبا وبالرغم من كون سايتوبلازمة عقيم وهكذا اذا كان انبات المذكر يحمل عوامل وراثية متغلبة وسايتوبلازم خصب فالنتيجة تكون نسل خصب بالرغم من ان السايتوبلازم عقيم. اما اذا كان النبات الاب يحمل سايتوبلازم عقيم وعوامل وراثية بصورة غير متماثلة فالنسل سيكون 50% نباتات عقيمة و 50% نباتات خصبة.

لقد استخدم العقم الذكري السايتوبلازي السايتوبلازمي في انتاج بذور الذرة الصفراء الهجينة مما قلل من تكاليف انتاجها الى حد كبير وذلك لعدم اجراء عمليات التلقيح او رفع النورات الذكرية بواسطة الايدي وذلك لكون هذه النورات لا تنتج حبوب لقاح فعالة ويطلق على هذه النباتات عقيمة ذكرية وتمثل النبات الام. يتم انتاج الذرة الصفراء الهجينة باستخدام العقم الذكري السايتوبلازمي وذلك بزراعة خطان الى أربعة خطوط من النباتات العقيمة ذكريا (ليست لديها القدرة على انتاج حبوب لقاح فعالة) مع خطان من الذرة الصفراء الاعتيادية (خالية من العقم الذكري) لكي توفر حبوب اللقاح وبذلك يتم التلقيح دون اجراء عملية التلقيح يدويا شكل رقم (16).

لقد ازداد استخدام العقم الذكري نتيجة لاستخدام الأصناف الهجينة والتوسع بزراعتها وهناك ثلاثة أنواع من العقم الذكري والسايتوبلازمي

والعقم الوراثي – السايتوبلازمي وان اشهر نوع من العقم الذكري هو السايتوبلازمي والذي استعمل تجاريا في انتاج الذرة الصفراء وحتى عام 1970 وهو النوع المسمى ب T – Cytoplasm او تكساس العقيم ذكريا. لقد دخل في انتاج الذرة الصفراء كام قلل من كلفة انتاج الذرة الصفراء الهجينة بالمقارنة بالطريقة التقليدية والتي تعتمد على إزالة النورات الذكرية بهدف تأنيث هذه النباتات وجعلها اما بينما النباتات العقيمة ذكريا هي أصلا نباتات مؤنثة. وباكتشاف ظاهرة العقم الذكري السايتوبلازمي انتشرت زراعة الذرة الصفراء الهجينة والحاملة لهذه الجينات في مناطق العالم المختلفة وهنا فقد حصل نوع من التماثل الوراثي لأصناف الذرة الصفراء المختلفة وكذلك بالنسبة لمحاصيل زراعية أخرى و يعرف التماثل الوراثي (زراعة تراكيب وراثي او صنف واحد فقط لمحصول معين في منطقة معينة). في عام 1970 أصيبت نباتات الذرة الصفراء العقيمة ذكريا بمرض لفحة الأوراق والمسبب هو الفطر Heliminthosporium و Helimithosporium turcicum الذي أدى الى القضاء على الذرة الصفراء الهجينة الحاملة الى T – Cytoplasm في الولايات المتحدة الامريكية التي تعتبر من الدول الرئيسية بالنتاج هذا المحصول ونتج عن ذلك خسارة اقتصادية جسيمة حيث هاجم المسبب المرضي الذرة الصفراء الحاملة للعقم الذكري السايتوبلازمي في جميع انحاء الولايات المتحدة الامريكية بينما لم تتأثر الذرة الصفراء الخالية من العقم الذكري بالمرض مما نتج عن ذلك اول كارثة وراثية (Genetic Disaster) في التاريخ الحديث عام 1970 حيث لم يترك المرض حقلا واحدا الا وهاجمه والسبب واضح هو التماثل الوراثي حيث ان معظم الذرة الصفراء الهجينة المزروعة آنذاك تحمل معها العقم الذكري السايتوبلازمي الذي اصبح حساسا لهذا المرض بالرغم من كون المسبب المرضي موجود ومعروف في الولايات المتحدة الامريكية منذ زمن طويل ولم يكن له أي اثر على الذرة الصفراء ولكن الظروف الجوية الملائمة عام 1970 ساعدت على انتشار المرض.

وان هذه الكارثة جعلت معظم المنظمات الدولية ومنها FAO (منظمة الأغذية والزراعة الدولية) تحذر من الاعتماد في الإنتاج على صنف واحد.

عدم التوافق Incompatibility :

من الباحثين الأوائل الذين درسوا هذه الظاهرة هو Correns (1913) ثم جاء East و Mangeisdorf (1925) حيث درسوا بنات التبغ وذكروا بان الأساس الوراثي لعدم التوافق اصبح اكثر وضوحا كما بينوا بان هناك عدم توافق كاميتي.

يطلق هذا الاصطلاح عندما تكون الأعضاء الجنسية في النباتات تامة التكوين بالإضافة الى قدرة حبوب اللقاح والبويضات على الاخصاب الا ان عملية الاخصاب لا تتم بسبب بعض العوائق الفسيولوجية او المورفولوجية وتقسم حالات عدم التوافق الى نظامين Heteromorphic (مغاير الشكل) Homomorphic (متماثل الشكل) وتقسم الى ما يسمى ب النظام الكاميتي (Gametophytic) والنظام النباتي (Sporophytic) ففي حالة الهيترومورفك Heteromorphic) system) الذي هو عباره عن اختلاف الازهار مورفولوجيا والتي تعود الى نباتات مختلفة. ففي نوع معين من النبتات (ا) تكون الاسدية اقصر من القلم والميسم (pin) (ب) تكون الاسدية مرتفعة جدا عن القلم والميسم (thrum) ففي حالة تزاوج

غير متوافق Pin × pin ..... ≫

غير متوافق Thrum × Thrum .....≫

ويمكن توضيح ذلك في شكل (17– أ و ب)

لكن عند تزاوج (متوافق) Pin × Thrum ..... ≫

وذلك لكون الاسدية متوافقة في طولها القلم والميسم للزهرة وهكذا بالنسبة pin x Thrum فهي متوافقة شكل رقم (17– ج). كما قد تختلف هذه الازهار في حجم حبوب اللقاح وحجم خلايا الميسم.

اما في حالة الهمومورفك (Homomorphic System) فان الاختلاف في مورفولوجيا الازهار لا يترابط مع عدم التوافق وقد يكون عدم التوافق له علاقة بحبوب اللقاح وقد تكون متاثرة بالتركيب الوراثي او النبات و نظرا لأهمية هذا النظام فلابد من التحدث عنه بالتفصيل.

ان هذا النظام يسيطر عليه جين واحد S له عدد كبير من الاليلات مما يؤدي الى فشل او النمو البطيء لأنبوب اللقاح Pollen Tube حيث يمكن ان تسقط حبة اللقاح على ميسم الزهرة او زهرة أخرى تحمل نفس التركيب الوراثي ولا تنمو حبة اللقاح او النمو البطيء بسبب كون المواد المتواجدة في الميسم والقلم غير ملائمة لنمو حبة اللقاح او قد تكون سرعة نمو أنبوب اللقاح بما لا يتكافا مع نمو البويضة وبذلك لا تتم عملية الاخصاب بصورة متوافقة ويعود السبب الى ان هذه الحالة مرتبطة وراثيا بالجين S ومجموعة اليلاته S1 ، S2 ، S3.... والخاصة بعدم التوافق ولتوضيح هذه الظاهرة نفرض نظريا وجود نبات ذو تركيب وراثي S1 S2 فاذا لقح هذا النبات نفسه تلقيحا ذاتيا او لقح مع نبات اخر يحمل نفس التركيب الوراثي فان عملية الاخصاب لا تتم بسبب وجود العوامل الفسيولوجية المانعة لنمو حبوب اللقاح وتكوين أنبوب اللقاح داخل القلم وصوله الى البويضة ويطلق على هذه الحالة بعدم التوافق التام (Fully Incompatible) اما اذا لقح نفس النبات والذي تركيبه الوراثي S1S2 بحبوب لقاح ذات تركيب وراثي

تختلف S1 S3 فان أنبوب اللقاح والناتج من حبة اللقاح الحاملة للاليل S3 ينمو مخترقا نسيج القلم وبذلك يتم الاخصاب ويتكون الجنين ثم البذرة اما الانبوبة المحتوية على الاليل S1 فان نموها يكون بطيء بسبب وجود التركيب الوراثي (الاليل S1) في نسيج القلم S1 S2 و يطلق على هذه الحالة نصف عدم التوافق (Half compatibility). اما اذا كان تركيب حبة اللقاح الوراثي S3 S4 فان الاخصاب يتم وترسل انابيب اللقاح مخترقة نسيج القلم S1 S2 بدون أي عائق وبذلك يتم الاخصاب ويطلق على هذه الحالة بالتوافق التام (Compatible Fully) شكل رقم (18) كما يمكن توضيح ذلك كما يلي:

ويمكن توضيح بعض الأمور المتعلقة بعمليتي التلقيح والاخصاب ذات العلاقة بالموضوع السابق: لنأخذ أولا الأعضاء الذكرية والتي تتمثل بالمتك (Anther) فيحتوي المتك غير الناضج على اربع تجاويف تحتوي على العديد من الخلايا الجنسية الابوية وكل خلية تنقسم الى انقسامين متتالين مكونه اربعة خلايا صغيرة وكل خلية تتطور الى حبة لقاح حيث تنقسم نواة الخلية فتتكون منها نواة الخلية الانبوبية والنواة المولدة وبعد تكامل نضج المتك ينتفخ الكيس اللقاحي وتنتشر حبوب اللقاح بكميات هائلة وقد تصل الى الملايين من حبوب اللقاح كما هو الحال في الذرة الصفراء شكل رقم (19).

اما الخلايا الجنسية الانثوية Megaspore Mother Cell فتنقسم نواة الخلية انقسامين متتالين ينتج عنه اربع سبورات كبيرة تبقى واحدة والثلاثة الباقية تتلف او تضمحل. ثم تبدأ نواة الخلية الام بالانقسام والتطور حتى تتكون ثمانية نويات و هذه تمثل محتويات الكيس الجنيني (Embryo Sac) شكل رقم (20).

ونتيجة لتكوين حبوب اللقاح والبويضات فان هذه الأجزاء ستكون جاهزة لعملية التلقيح والاخصاب، و تتم هذه العملية بسقوط حبة اللقاح الناضجة على ميسم احد الازهار الملائمة لنموه ويبدأ أنبوب اللقاح يتكون ويتطور من خلال مروره بأنسجة القلم ثم تلقح نواة الكميت او المشج (Sperm) البويضة وينتج عن هذا التلقيح عند نجاح البضة المخصبة (Zygote) وهذه بدورها تتطور الى الجنين (Embryo) اما النواة الأخرى للكميت الذكري فتلقح النوى الموجودة في وسط الكيس الجنيني (النواتان القطبيتان Polar nuclei) وتكون ما يسمى بالسويداء (3n) ويقصد هنا ب (2n) و (3n) هو ان نصف عدد الكرموسومات قادم من حبة اللقاح (n) والنصف الاخر من البويضة (n) ونتيجة لاتحادها تتكون البيضة المخصبة ثم الجنين (2n) اما السويداء فتتكون نتيجة لاتحاد نواة ذكرية مع النواتان القطبيتان وتركيبها الوراثي (2n) ونتيجة لاتحادهما تتكون السويداء وتركيبها (3n).

ان تكون البيضة المخصبة وتطور الجنين ينتج عنه الحبة وعند توفر الظروف لبيئية الملائمة لانبات هذه الحبة ستتطور الى نبات جديد وهذه مرحلة السبورفايت Sporophyte تطور خضري او لا جنسي. وبعد تقدم النبات و وصوله الى مرحلة التزهير فتبدأ مرحلة تكوين الكميتات الذكرية والانثوية وهذه هي المرحلة الثابتة من حياة النبات او الكميتوفايت (Gametophyte) او الطور الجنسي الكاميتي وهكذا تتم دورة حياة النبات والشكل رقم (21) يبين دورة حياة نبات الذرة الصفراء بطوريه الخضري (اللاجنسي و الجنسي).

المصادر:

1- الأسس العلمية لادارة وإنتاج وتحسين المحاصيل الحقلية. 2018. أ.د. اياد حسين المعيني و أ.د. محمد عويد غدير العبيدي.

2- Principles of Crop Production. 2002. Acquaah. New Dilhi.

استاذ المادة:
الأستاذ الدكتور: محمد عويد غدير العبيدي