والتبغ، والفراولة، والبرقوق الأوروبى. كذلك نشأت عديد من أنواع الجنس *Brassica* بالتهجين الطبيعى بين أنواع مختلفة من نفس الجنس.

السلوك السيتولوجى للنباتات المتضاعفة هجينيًّا

سبق أن أوضحنا أن الهجن النوعية – التى تختلف آباؤها كثيرًا عن بعضها – تكون على درجة عالية من العقم؛ لفشل كروموسومات الأبوين فى الاقتران مع بعضها فى أثناء الانقسام الاختزالى؛ حيث تبقى على صورة وحدات أحادية الكروموسوم. أما إذا كانت كروموسومات الأبوين متماثلة جزئيًّا homeologus (كما فى حالات النباتات المتعددة المجموعة الكروموسومية الخليطة جزئيًّا (Segmental Allpoploids) .. فإنها تتقارن فى المناطق المتماثلة، وبذا .. تتكون وحدات ثنائية الكروموسوم فى أثناء الانقسام الاختزالى، وتكون النباتات خصبة نسبيًّا.

وعلى خلاف ما سبق بيانه .. فإن الوضع يصبح معكوسًا تمامًا بالنسبة للنباتات المتضاعفة هجينيًّا (المتعددة المجموعات الكروموسومية الشبيهة بالثنائية) Amphidiploids؛ ففى هذه الحالة .. يحتوى الهجين النوعى على جميع كروموسومات الأبوين؛ فإن لم يوجد أى تشابه بين كروموسومات الأبوين كان الهجين النوعى خصبًا؛ لأن أزواج الكروموسومات المتماثلة تتقارن مع بعضها فى أثناء الانقسام الاختزالى، وتتكون وحدات ثنائية الكروموسوم.

ويعرف التقارن الكروموسومى هذا بالتقارن التفاضلى الكامل Complete Preferential Pairing، ويترتب عليه انعدام العبور بين كروموسومات الأبوين واستمرار احتفاظ الهجين بصفاته المميزة. أما إذا كانت كروموسومات الأبوين متماثلة جزئيًّا .. فإنها تتقارن مع بعضها فى المناطق المتماثلة بطريقة غير منتظمة؛ فتتكون وحدات رباعية الكروموسوم، أو وحدات ثلاثية وأخرى أحادية الكروموسوم، كما قد تتكون وحدات ثنائية الكروموسوم، وهو ما يعرف بالتقارن الاختبارى Selective Pairing. ويترتب على ذلك عدم وصول أجزاء متساوية من الكروماتين إلى الجاميطات، وهو ما يجعل الهجين على درجة عالية من العقم.

وتجدر الإشارة إلى أن درجة التماثل homology بين الكروموسومات مسألة نسبية،

وتتوقف على درجة القرابة بين النوعين المهجنين معًا. وحينما تكون الآباء من نوع نباتي واحد .. فإن التماثل الكروموسومي يكون تامًّا، ويكون التقارن عشوائيًّا تمامًا في الوحدات الرباعية الكروموسوم؛ إلا أن مثل هذه الهجن (التي تحتوى على جميع كروموسومات الأبوين) لا تخرج عن كونها نباتات رباعية المجموعة الكروموسومية tetraploids، ولا تعد من النباتات المتعددة المجموعة الكروموسومية الشبيهة بالثنائية Amphidiploids.

السلوك الوراثي للنباتات المتضاعفة هجينيًّا

يكون جزء كبير من المادة الوراثية في النباتات المتضاعفة هجينيًّا المتعددة المجموعات الكروموسومية الشبيهة بالثنائية) مكررًا، سواء أكانت كروموسومات الآباء مختلفة تمامًا (حالات الـ Alloploidy)، أم مختلفة جزئيًّا (حالات الـ Segmental Alloploidy)، وتلك من الأمور التي يجب الانتباه إليها عند دراسة وراثة الصفات في النباتات الهجينية التضاعف. أما عن الشكل المظهرى لهذه النباتات .. فإنه غالبًا ما يكون وسطًا بين الآباء، وإن كان من غير الممكن التنبؤ بذلك مقدمًا.

التضاعف الهجينى كطريقة لنشأة الأنواع

التضاعف الهجينى الطبيعى

إن من أهم حالات التضاعف الهجينى التى حدثت طبيعيًّا دونما تدخل من الإنسان تلك التى أفرزت عددًا من أهم المحاصيل الزراعية، مثل القمح، والقطن، وقصب السكر، وأنواع الجنس *Brassica*.

نشأة أنواع القمح

يعد القمح مثالاً كلاسيكيًّا لنشأة الأنواع بطريقة تعدد المجموعات الكروموسومية الخلطى. وتقسم الأنواع التابعة لجنس القمح *Triticum* – عادة – إلى ثلاث مجاميع، تبعًا لعدد كروموسومات الهيئة الكروموسومية، الذى يكون دائمًا إما سبعة وإما مضاعفات لهذا العدد كما يلى: