الفصل الثالث

الأساس الوراثى للعشائر النباتية

تعرف العشيرة Population بأنها أية مجموعة من الكائنات تنتمى إلى نوع واحد وتعيش مجتمعة ، أو تشترك فيما بينها فى صفة أو أكثر ؛ فتطلق – مثلاً – كلمة عشيرة على جميع الأسماك التى تنتمى إلى نوع واحد ، وتوجد مجتمعة فى بحيرة ، وعلى جميع النباتات التى تنتمى إلى نوع معين ، وتنمو برياً فى منطقة جغرافية معينة ، وقد كانت تلك أمثلة للعشائر الطبيعية natural populations . كما تطلق كلمة عشيرة على أفراد الجيل الأول ، أو الأجيال التالية له فى تهجين ما ؛ فيقال عشيرة الجيل الأول F_1 population (ترمز F إلى كلمة filal التى تعنى تتابعاً بعد جيل الآباء) ، وعشيرة الجيل الثانى F_2 population .. إلخ . وقد تكون العشائر لنباتات ذاتية التلقيح ، أو خلطية التلقيح ، أو خضرية التكاثر ، كما قد تكون لجيرمبلازم محسن بوسائل التربية مثل العشائر التركيبية (المخلقة) synthetic populations .. إلخ .

يهتم المربى – بطبيعة الحال – بوصف العشيرة مظهرياً ، أو مورفولوجياً ؛ كما يتعين عليه أن يكون ملماً بالأساس الوراثى للتباينات المظهرية المشاهدة ، وهو ما يقودنا إلى دراسة طبيعة الاختلافات ، أو التباينات فى النباتات .

الإختلافات فى النباتات

أنواع الاختلافات وأهميتها

تعد الاختلافات المشاهدة بين أفراد النوع الواحد الأساس فى استمرار بقائها ، وفى

تطورها ، وفى تحسينها بالتربية ؛ فلولا هذه الاختلافات – لهلكت الأنواع النباتية منذ أمد بعيد ، لدى تعرضها لظروف بيئية قاسية ، أو إصابتها بآفات ، يمكن أن تقضى عليها ، ولما ارتقت وتطورت ؛ لأن التطور لايحدث إلا مع الانتخاب الطبيعى ، الذى يعتمد على توفر الاختلافات ، ولما أمكن تحسينها بالتربية التى لا تجرى هى الأخرى إلا فى وجود الاختلافات ؛ ويعنى بذلك كله الاختلافات الوراثية genetic variations وهى الاختلافات التى تؤرث للنسل ، وتتحكم فيها عوامل وراثية (جينات أو مورثات) معينة أما الاختلافات التى ترجع إلى تأثير البيئة على الشكل المظهرى للفرد – أو الاختلافات البيئية environmental varations – فإنها لاتورّث ، ولايكون لها أى دور فى تطور النوع أو فى تحسين المحصول بالتربية ، ومن أمثلتها .. كافة التأثيرات المظهرية التى تحدثها أى من العوامل البيئية فى النباتات ، سواء أكانت تلك العوامل مناسبة للنمو ، أم غير مناسبة . ويطلق على الحالات التى تغير فيها البيئة من الشكل المظهرى للفرد – بحيث يصبح مماثلاً تماماً مظهرياً للأفراد الحاملة للعوامل الوراثية التى تتحكم فى هذه الصفات المظهرية – اسم المظاهر النسخية phenocopies . ومن أمثلتها نباتات البسلة القصيرة ، التى تصبح طويلة لدى معاملتها بالجيريللين ؛ فهى تعد مظاهر نسخية للنباتات التى تحمل العامل الوراثى الخاص بصفة الطول ، ويكون نسلها قصيراً .

وتقسم الاختلافات المشاهدة – كذلك – إلى اختلافات وصفية qualitative variations ، واختلافات كمية quantitative variations . ويعنى بالاختلافات الوصفية تلك التى يمكن تقسيمها إلى أقسام ، توجد بينها حدود واضحة مثل صفة المقاومة للآفات حينما يكون النبات مقاوماً أو غير مقاوم ، وصفة اللون حينما تكون الثمرة صفراء أو حمراء ، وصفة الطول حينما يكون النبات طويلاً ، أو قصيراً ، وتكون هذه الصفات بسيطة فى وراثتها – عادة – وقليلة التأثر بالعوامل البيئية . أما الاختلافات الكمية .. فإنها تشمل الصفات التى تظهر تدرجاً كبيرا ، بحيث يستحيل تقسيم النباتات إلى فئات مميزة توجد بينها فواصل واضحة.وتقاس هذه الصفات – عادة – بالطرق الكمية (مثل مقاييس الطول ، والحجم ، والوزن ... إلخ) ، وتتضمن أكثر الصفات الاقتصادية الهامة ؛ مثل كمية المحصول ، وقوة النمو ، وموعد التضج ، ويتحكم فى كل منها – عادة – أكثر من عامل وراثى واحد ، ويكون تأثرها بالعوامل البيئية كبيراً . وكمثال على اختلاف تأثر

الصفات الوصفية والكمية بالعوامل البيئية .. نجد أن لون الزهرة – وهى صفة وصفية – لايختلف باختلاف الظروف البيئية التى ينمو فيها النبات (إلا فى حالات قليلة ، يمكن أن يتفاعل فيها أحد العوامل البيئية مع التركيب الوراثى للفرد ، لإظهار لون معين) ، بينما نجد أن قوة النمو – وهى صفة كمية – تتأثر بشدة بالعوامل البيئية السائدة ، سواء أكانت جوية ، أم أرضية .

هذا .. ولاتوجد – أحيانا – حدود مميزة بين ما يمكن اعتباره صفات وصفية ، وما تعد صفات كمية . فصفة اللون .. قد تظهر بها كل التدرجات ؛ من الأبيض الناصع إلى الأسود القاتم ، وصفة المقاومة للأمراض .. قد تتدرج من القابلية التامة للإصابة إلى المقاومة التامة . وإذا كان الأمر كذلك .. فإن هذه الحالات تعد – من وجهة نظر المربى – من الصفات الكمية ؛ لأنها تتماثل مع الصفات الكمية فى متطلباتها . كما يمكن – فى كثير من الأحيان – تقسيم النباتات حسب موعد النضج – وهى صفة كمية – إلى مبكرة ، ومتوسطة ، ومتأخرة ، ولكنها تبقى – بالرغم من ذلك – صفة كمية من وجهة نظر المربى . ويطلق على مثل هذه الصفات الكمية ذات التوزيع غير المستمر اسم Threshold characters وقد تكون الصفة وصفية ، ولكنها تقاس – كمياً – مثل صفة الطول فى البسلة ؛ حيث يمكن تقسيم النباتات إلى فئتين متميزتين : قصيرة وطويلة .. ورغم وجود تدرج فى أطوال النباتات فى كل فئة منهما .. إلا أنه يوجد – دائما – حد واضح ، يفصل بين أطول النباتات القصيرة ، وأقصر النباتات الطويلة ؛ ولذا تظل الصفة وصفية من وجهة نظر المربى .

التفريق بين الاختلافات البيئية والوراثية

يتعين على المربى – دائما – أن يميز بين الاختلافات البيئية والاختلافات الوراثية فى برامج التربية ؛ لأن الاختلافات الوراثية فقط هى التى تُوَرث إلى النسل ، وهى التى يمكن الاستفادة منها فى تحسين المحصول . وقد يضيع على المربى موسم زراعى كامل ، أو انعزالات قيمة ، إن لم يمكنه التمييز بين الاختلافات التى ترجع إلى تأثير البيئة ، وتلك التى يتحكم فيها التركيب الوراثى للفرد ، ومن أمثلة ذلك .. انتخاب نبات خال من الإصابة بمرض ما ، على اعتبار أنه مقاوم ، بينما هو قد أفلت من الإصابة ، لأسباب بيئية مثل عدم وصول المسبب المرضى إليه ، أو عدم توفر الظروف البيئية المناسبة لظهور الإصابة ،

أو انتخاب نبات قوى النمو يوجد فى آخر الخط على اعتبار أنه يحمل العوامل الوراثية الخاصة بقوة النمو ، بينما قد ترجع قوة نموه إلى توفر مجال أوسع لنموه حيث يوجد فى نهاية الخط .

يعد اختبار النسل Progeny test الوسيلة الوحيدة المؤكدة للحكم على نوعية الاختلافات المشاهدة ، من حيث كونها بيئية ، أو وراثية . ويجرى الاختبار بتلقيح النباتات المنتخبة ذاتياً ، وحصاد بذورها كل على حدة ، ثم زراعة نسل كل نبات منها فى الموسم التالى فى خط واحد ، أو فى ٣ - ٥ خطوط قصيرة موزعة عشوائيا ، ويُعد ظهور الصفة التى انتخب النبات على اساسها - فى نسله - دليلاً مؤكداً على أنه يتحكم فيها عوامل وراثية ، ولاترجع إلى أسباب بيئية ، ولكن نظراً لأن اختبار النسل يعد اختبارا مكلفاً ويتطلب كثيراً من الوقت والجهد ؛ لذا .. كان على المربى أن يعتمد على المنطق الاستدلالى لاستبعاد أكبر قدر من الاختلافات التى تدل الشواهد على أنها اختلافات بيئية ، وأن يقصر اختبار النسل على الاختلافات التى تجمع الأدلة على أنها اختلافات وراثية . ومن أهم هذه الشواهد والأدلة - التى يجب أخذها فى الحسبان عند التميز بين الاختلافات الوراثية والبيئية - طبيعة الاختلافات المشاهدة ، وتوزيعها فى الحقل ، ومدى تأثر الصفة المعنية بالعوامل البيئية ، وذلك لأن الاختلافات النوعية تكون أقل تأثرا بالعوامل البيئية عن الاختلافات الكمية ، ولأن تجمع النباتات التى تظهر بها الصفة المعنية فى مكان واحد من الحقل .. يكون دليلاً قويًا على أن الاختلافات المشاهدة بيئية وليست وراثية . كما أن توفر الاختلافات الوراثية يعتمد - إلى حد كبير على طريقة تكاثر المحصول ، وعمر الصنف ، ومدى العناية التى يعطاها ؛ ذلك لأن أهم مصادر الاختلافات الوراثية هى الطفرات والانعزالات الوراثية ، وتكون الطفرات - وهى بنسبة منخفضة - المصدر الوحيد للاختلافات الوراثية فى المحاصيل التى تتكاثر خضريا ، بينما يتوفر كلا المصدرين للاختلافات الوراثية فى المحاصيل التى تتكاثر جنسيًا ، والتى تزيد فيها فرصة ظهور الإختلافات الوراثية عما فى المحاصيل التى تتكاثر خضريا . وكلما ازداد عمر الصنف .. ازداد تراكم الطفرات به وازداد - من ثم - احتمال ظهور الاختلافات الوراثية فيه . وأخيراً فإن فرصة ظهور الاختلافات الوراثية تكون أكبر فى الاصناف غير المحسنة ، وفى الزراعات القديمة غير المعتنى بنقاوتها من النباتات المخالفة للصنف (من نفس النوع المحصولى) مما فى الزراعات الحديثة ، أو المعتنى بها .

وغنى عن البيان .. أنه توجد اختلافات يعرف المربى – سلفاً – أنها اختلافات بيئية ؛ لأنها تحدث عند تعريض النبات لمعاملات خاصة ؛ مثل : تحول نبات الخيار الانثوى إلى وحيد الجنس وحيد المسكن لدى معاملته بالجبريللين ، وقوة النمو غير العادية التى تظهر فى نباتات الجيل الأول M_1 لمعاملات الإشعاع ، والتغيرات التى تنشأ أحياناً نتيجة للتطعيم ، والتى من أمثلتها (عن Briggs & Knowles ١٩٦٧) نباتات الدخان الخالية من النيكوتين ، التى تكون مطعمة على أصول من الطماطم ، ونباتات الطماطم المحتوية على النيكوتين التى تكون مطعومة على أصول من الدخان ؛ لأن النيكوتين يصنع فى الجذور ، ثم ينتقل منها إلى النموات الخضرية . كما يعرف – أيضا – أن تطعيم البطاطس المزروعة على أصول من النوع البرى *Salonun demissum* يؤدى إلى زيادة محصول درنات النوع البرى (الأصل) من ١٧–١٠ جم أصيص إلى ١٣٠ – ١٤٢ جم/ أصيص ، وقد تحدث زيادة أكبر فى محصول درنات النبات البرى لدى تكرار تطعيم البطاطس المزروعة عليه مرة أخرى – كما أن الدرنات الناتجة من هذا التطعيم .. تنبت بسرعة أكبر ، وتعطى نباتات أبكر إزهاراً من النباتات التى تنتج من زراعة الدرنات العادية للنوع البرى ، التى انتجت دون تطعيم ، ولكن محصولها يصبح عادياً ومتماثلاً وتختفى كل التأثيرات التى سبق أن أحدثها التطعيم فى جيل الإكثار الخضرى التالى .

مصادر الاختلافات الوراثية

يمكن حصر المصادر الرئيسية للاختلافات الوراثية فيمايلى :

١– الطفرات Mutations :

تعد الطفرات المصدر الرئيسى للاختلافات المشاهدة فى الصفات ولايمكن بدونها – مشاهدة أى نوع من الاختلافات بين الأفراد . وتزداد الاختلافات بين الأفراد مع ازدياد الطفرات بها . ونجد – أحيانا – أن طفرة واحدة فى أحد الجينات تعنى الفرق بين محصول وآخر ، مثلما هى الحال فى الذرة الشامية التى تحتوى على الجين Su للإندوسبرم النشوى والذرة السكرية التى تحتوى على الأليل su للإندوسبرم السكرى . كما لايختلف الكرنب البرى عن كل من الكرنب المزروع ، والقنبيط ، وكرنب بروكسل ، وكرنب أبو ركبة ، والبروكولى ، سوى فى طفرة واحدة فى جين مسئول عن تحورات ضخمة ، أو طفرات فى عدد قليل من الجينات . ولولا تدخل الإنسان لانتخاب هذه الطفرات .. لما عاشت لأنها تمثل

تحورات نباتية كبيرة عن الحالة البرية الأصلية ، التى لاتزال موجودة فى المناطق الساحلية من أوروبا وشمال أفريقيا .. ويخصص للتربية بالطفرات فصل مستقل من هذا الكتاب .

٢- الانعزالات الوراثية Genetic Recombinaons :

بينما تحدث الطفرات بمعدلات منخفضة للغاية - فى جميع النباتات أياً كانت طريقة تكاثرها - فإن الانعزالات الوراثية لاتحدث إلا عندما يكون التكاثر جنسيًا وتنشأ عنها تباينات عديدة بين الأفراد فيما تحويه من صفات . ولكن هذه الانعزالات لاتحدث إلا فى وجود الطفرات ؛ أى لاتحدث إلا فى وجود أكثر من أليل allele للجين الواحد (مثلاً يعد زوج الجنيات D ، و d فى البسلة أليلَيْن لجين واحد حيث يتحكم الأليل السائد منهما D فى صفة النبات الطويل ، بينما يتحكم الأليل المتنحى d فى صفة النبات القصير ، كما يعد العامل الوراثىW - الذى يتحكم فى لون الأزهار البنفسجى فى البسلة أيضاً - جيناً أليلياً للعامل w ، الذى يتحكم فى لون الأزهار البيضاء ، ولكن العوامل الوراثية D ، W تعد جينات غير أليلية ؛ أى جينات مستقلة ، توجد على مواضع مختلفة من الكروموسومات) . وكلما ازدادت الاختلافات الوراثية بين الأفراد التى تتهجن مع بعضها ازدادت الانعزالات التى تظهر فى النسل . وقد شُرِحَ موضوع الانعزالات الوراثية - بالتفصيل - فى جزء آخر من هذا الفصل ؛ لما له من أهمية كبيرة بالنسبة لتربية النبات

٣- التضاعف Ploidy :

يعد التضاعف الذاتى والهجينى .. أحد المصادر المهمة للاختلافات الوراثية ، وقد خصص للتربية بالتضاعف فصل مستقل من هذا الكتاب .

٤- الهجن النوعية Interspecific Hybrids :

تعد الهجن النوعية - كذلك - إحدى المصادر المهمة للاختلافات الوراثية ، وقد أفرِدَ لها فصل مستقل أيضاً . تفيد الهجن النوعية - غالباً - فى نقل صفات هامة (خاصة صفات المقاومة للآفات والتأقلم على الظروف البيئية القاسية) من نوع الآخر ، خاصة من الأنواع البرية إلى الأنواع المزروعة ، وقد يؤدى الهجين النوعى إلى إنتاج نوع نباتى مستقل ، يزرع كمحصول جديد ، مثل الشليك ، الذى نشأ كهجين نوعى بين النوع البرى *Fragaria virginiana* ، الذى ينمو على الساحل الشرقى من أمريكا الشمالية ، والنوع

البرى *F . chiloensis* ، الذى ينمو على ساحل المحيط الهادى . أجرى التهجين الأول بين النوعين الزرّاع الإنجليز ، منذ أكثر من ١٧٥ عاماً ، وأمكن من خلال مزيد من التهجينات فى النسل – مع انتخاب النباتات المرغوب فيها – الجمع بين صفة الإثمار والنوعية الجيدة التى توجد فى النوع *F . virginiana* ، وصفة الثمار الكبيرة الحجم التى توجد فى النوع *F . chiloensis* ؛ وبذا ظهرت الطرز الجديدة من الشليك المزروع *F . × ananassa* . ولاريب فى أنه حدثت فى الماضى تهجينات نوعية عديدة ، أعقبتها تهجينات رجعية متتالية للهجين النوعى ، ونسله مع أحد أبويه أو كليهما – كل على انفراد – نتج عنها فى نهاية الأمر نقل بعض الصفات من أحد النوعين إلى النوع الآخر ، دون أن يؤثر ذلك فى الوضع التقسيمى للأنواع المهجنة . وتعرف هذه الحالات باسم introgression hybridization وقد يصعب معرفتها فى كثير من الأحيان ، التى لاينتقل فيها سوى عدد محدود من الجينات من نوع إلى آخر ، وأقصى ما يمكن التوصل إليه حينئذ هو التكهن بأن ذلك قد حدث فى الماضى .

وراثة الصفات البسيطة

إن الصفات البسطة هى التى يتحكم فيها عامل وراثى واحد ، يكون ذا تأثير واضح ومحدد على الشكل المظهرى للفرد ، وهى الصفات التى تنعزل فى الجيل الثانى بنسبة ٣ سائد : ١ متنح (فى حالة السيادة التامة) ، وتنعزل فى التلقيح الاختبارى test cross (أى فى التلقيح بين الجيل الأول ، والأب المتنحى فى الصفة) ، بنسبة (١)سائد : (١) متنح . تكون الصفات البسيطة نوعية دائماً ، حتى لو أمكن قياسها كميًا ، وذلك لأنها تتميز – غالباً – بوجود حدود فاصلة فى الشكل المظهرى بين الأفراد المختلفة وراثيا عن بعضها ، فمثلا قد يوجد تفاوت فى أطوال نباتات البسلة ؛ نتيجة لتأثرها بالظروف البيئية ، ولكن يمكن – دائما – التميز بين أطول النباتات القصيرة ، التى يكون تركيبها الوراثى dd ، وأقصر النباتات الطويلة التى يكون تركيبها الوراثى DD أو Dd .. ويعطى كلُّ جين من الجينات التى تتحكم فى الصفات البسيطة رمزًا خاصاً به .

قواعد إعطاء الرموز للجينات

نوجز – فيما يلى – أهم التوصيات الدولية الخاصة بقواعد إعطاء الرموز للجينات (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦ ، Greenleaf ١٩٨٦) .