وقد تنشأ الطفرات فى الأنسجة الجسمية Somatic Tissues، ويطلق عليها اسم طفرات برعمية Bud Sports أو Sport Mutations. وهى قد تكون شاملة لكل أنسجة الفرخ النامى من البرعم، أو توجد فى بعض أنسجته فقط، بينما تبقى بقية الأنسجة على حالتها الأصلية، وتعرف الطفرة فى هذه الحالة باسم كيميرا Chimera.

الطفرات البرعمية والكيميرا

قد تشمل الطفرة البرعمية كل نسيج الفرخ النامى إذا حدثت فى مرحلة مبكرة من نمو البرعم، ويؤدى ذلك إلى احتواء كل خلايا البرعم أو معظمها على هذه الطفرة؛ فتظهر – بالتالى – فى جميع خلايا الفرخ الذى ينمو منه. ورغم انخفاض نسبة حدوث هذه النوعية من الطفرات .. إلاّ أنه يمكن الاستفادة منها بسهولة؛ فالثمار التى تنتج على الفرخ المطفر تحتوى بذورها على العامل أو العوامل الوراثية المسئولة عن الطفرة، وهو ما يعنى إمكان إكثارها جنسيًّا. كما يمكن باتباع طريقة التكاثر الخضرى المناسبة إنتاج سلالة خضرية جديدة من الفرخ المطفر، يمكن أن تصبح صنفًا جديدًا إذا كانت الطفرة جيدة ومرغوبة.

أما الكيميرا فإنها تظهر عندما تحدث الطفرة الجسمية فى مرحلة متأخرة من تكوين البرعم؛ مما يؤدى إلى ظهورها فى بعض خلاياه فقط، ويؤدى نمو هذا البرعم إلى تكوين فرخ يحتوى على الطفرة فى بعض أنسجته، بينما تكون الأنسجة الأخرى على حالتها الأصلية. وكلما تأخر وقت حدوث الطفرة أثناء تكوين البرعم .. قلت نسبة النسيج الذى يحتوى على الطفرة فى الفرع المتكون من هذا البرعم. كما قد تظهر الكيميرا فى عضو نباتى واحد، مثل الورقة أو الثمرة؛ فتبدو الورقة مبرقشة، أو تحتوى الثمرة على جزء مطفر وجزء عادى؛ كان تحتوى ثمرة التفاح – مثلاً – على جزء حامضى وجزء حلو، أو تحتوى ثمرة الخوخ على جزء زغبى وجزء أملس.

ولا يشترط لظهور الكيميرا أن تحدث الطفرة فى البرعم الإبطى الذى يعطى – عند نموه – فرخًا يحتوى على الطفرة فى بعض أنسجته، بل إن الطفرة قد تحدث – كذلك – فى القمم النامية (البراعم القمية) للسيقان؛ مما يؤدى إلى ظهور الكيميرا فجأة فى الساق بعد فترة من النمو الطبيعى.

ولا تكون معظم أنواع الكيميرا ثابتة عند إكثارها.

هذا .. وتظهر حالات الطفرات التى سبق ذكرها – تلقائيًا – فى الطبيعة، كما يمكن إحداثها صناعيًا، بمعاملة الأجزاء الخضرية للنباتات بالعوامل المطفرة.

كيفية ظهور الكيميرا

تحتوى قمم أفرخ النباتات ذوات الفلقتين من مغطاة البذور على ثلاث طبقات (توجد طبقتان فقط فى معراة البذور وذوات الفلقة الواحدة) تعرف معًا باسم تونيكا Tunica، تعلو كتلة من خلايا أقل تنظيمًا، تعرف باسم كوربس Corpus، والطبقات الثلاث هى:

١ – الطبقة الخارجية (تعطى الرمز L-I):

تنقسم خلايا الطبقة الخارجية – محيطيًا – بصفة أساسية، وبذا .. تكون هى المسئولة عن تكوين طبقة البشرة، بينما لا تسهم فى تكوين أنسجة أخرى تحت البشرة إلا فى حالات نادرة.

٢ – الطبقة الوسطى (تعطى الرمز L-II):

تنقسم خلايا الطبقة الوسطى – محيطيًا – أثناء تكوين مبادئ الأعضاء النباتية. كما تنقسم – قطريًا – عند تكوين مبادئ الأوراق، وعليه .. فإن هذه الطبقة تعد مسئولة عن تكوين النسيج الوسطى (الميزوفيل) فى الأوراق، والطبقات الخارجية من القشرة، وبعض أجزاء الأسطوانة الوعائية، كما تنشأ منها الخلايا الجنسية (حبوب اللقاح والبويضات).

٣ – الطبقة الداخلية (تعطى الرمز L-III):

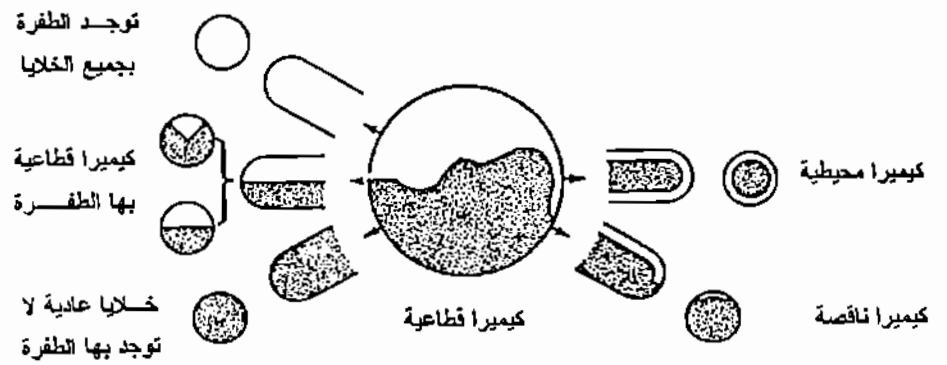
تنقسم خلايا الطبقة الداخلية – قطريًا – بشكل أساسى، وتكون هى المسئولة عن الزيادة فى حجم مبادئ الأعضاء النباتية. تحتفظ الخلية الخارجية – بعد كل انقسام لخلايا هذه الطبقة – بطبيعتها الميرستيمية، بينما تصبح الخلية الداخلية جزءًا من النسيج الداخلى للعضو النباتى، ولذا .. تعد هذه الطبقة مسئولة عن تكوين جميع الأنسجة الداخلية فى السيقان والأوراق، بما فى ذلك الطبقات الداخلية من القشرة والأسطوانية الوعائية والنخاع.

أنواع الكيميرا

توجد ثلاثة أنواع من الكيميرا، تظهر عند عمل قطاع فى العضو النباتى المحتوى على الطفرة، وهى:

الكيميرا القطاعية (أو المخروطية)

يحتوى العضو النباتى الذى تظهر به الكيميرا القطاعية Sectorial Chimera على نسيجين مختلفين فى تركيبهما الوراثى، يكون أحدهما على شكل مخروط، ويمتد هذا المخروط - غالبًا - من البشرة إلى منتصف العضو النباتى، سواء أكان ورقة، أم ساقًا، أم جذرًا. وتختلف النموات التى تنتج من هذا النوع من الكيميرا تبعًا للنسيج الذى تنشأ منه. وقد تظهر مختلف أنواع الكيميرا بهذه النموات كما هو مبين فى شكل (٩-٣).



شكل (٩-٣): تخطيط لقطاع عرضى (الدائرة الوسطى) فى ساق توجد بها كيميرا مقطعية يمثل الجزء الأبيض النسيج الذى توجد فيه الطفرة، بينما يمثل الجزء المظلل النسيج الأصلى للنبات. يبين الشكل أنواع الكيميرا التى يمكن أن تظهر بالفروع، التى تنمو من براعم، تتكون فى مواضع مختلفة من الساق الأصلية، وتبين الدوائر الجانبية شكل القطاعات العرضية لهذه الفروع وهى التى تظهر بها مختلف أنواع الكيميرا (عن Hartmann & Kester ١٩٨٣).

الكيميرا المحيطية

يحتوى العضو النباتى الذى تظهر به الكيميرا المحيطية Periclinal Chimera على نسيجين مختلفين فى تركيبهما الوراثى، يحيط أحدهما بالآخر إحاطة تامة. ويتكون

النسيج الخارجي – عادة – من طبقة واحدة إلى عدة طبقات من الخلايا. وغالبًا ما تكون الطبقة الخارجية هي التي تحتوي على النسيج المطفر، إلاّ أن الطفرة قد تكون في النسيج الداخلي في أحيان قليلة.

الكيميرا الناقصة

تتشابه الكيميرا الناقصة Mericlinal Chimera مع الكيميرا المحيطية في وجود نسيجين مختلفين في تركيبهما الوراثي، يحيط أحدهما بالآخر، ولكن الإحاطة في حالة الكيميرا الناقصة تكون في جزء صغير فقط من النسيج الخارجي للعضو الذي تظهر به الطفرة. ويعني ذلك أن الطفرة تكون قد حدثت أصلاً في إحدى الخلايا المسئولة عن تكوين جزء من نسيج البشرة. وتعتبر تلك هي أكثر أنواع الكيميرا – شيوعًا – في الطبيعة.

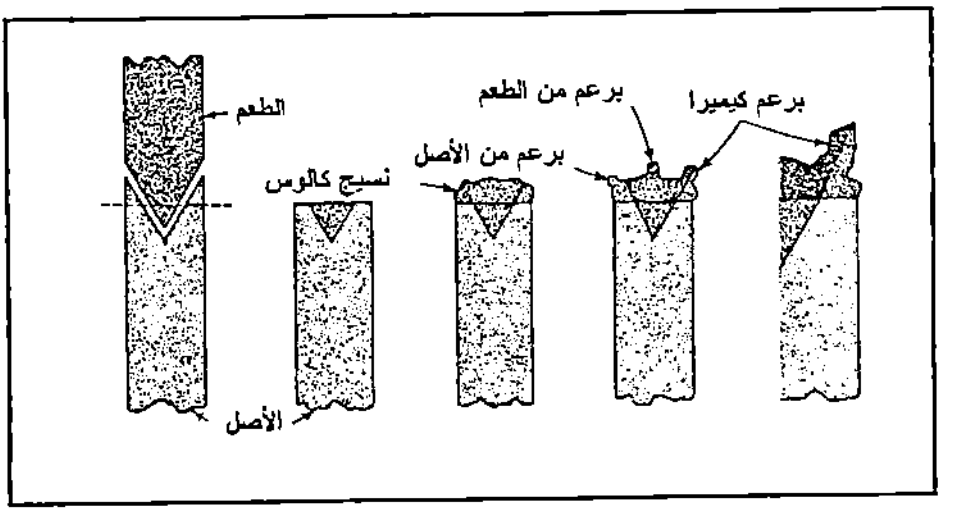
ويتوقف تطور الكيميرا على النبات على موقع البراعم العرضية التي تعطي النموات الجديدة بالنسبة للنسيجين المطفر والعادي. ويبدو ذلك جليًّا في شكل (٩–٣).

وتجدر الإشارة إلى أن كيميرا التطعيم Graft Chimera تتشابه مع كيميرا الطفرات في المظهر العام، وفي إمكان ظهور الأنواع الثلاثة من الكيميرا في أي منهما. وتحدث كيميرا التطعيم حينما ينشأ برعم من منطقة التحام الأصل بالطعم. وتتكون مثل هذه البراعم بصورة طبيعية – أحيانًا – إلاّ أنه يمكن دفعها للظهور بقطع الطعم حتى منطقة الالتحام في النباتات الصغيرة المطعمة. ويتكون – حينئذ نسيج كالوس Callus Tissue على السطح المقطوع، تتكون فيه براعم عرضية، يكون بعضها من نسيج الأصل فقط، وبعضها من نسيج الطعم فقط، إلا أن بعضها يتكون من نسيجي الأصل والطعم معًا، وهي التي تعطي فروعًا تظهر فيها الكيميرا (شكلا ٩–٤، و ٩–٥).

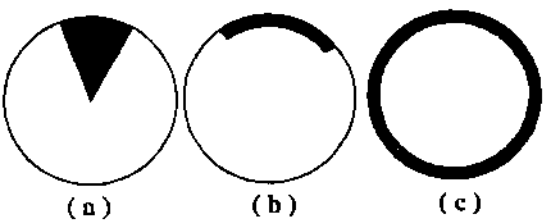
طرق إكثار الكيميرا

سبق أن أوضحنا أن القمة النامية في البرعم تحتوي على ثلاث طبقات من الخلايا، وأن الطبقة الخارجية تنتج نسيج البشرة، بينما تنتج الطبقة الوسطى النسيج التمثيلي في الورقة والأنسجة التناسلية في كل من الطلع والمتاع، وتنتج الطبقة الثالثة الأنسجة الداخلية، وعليه .. فإن ظهور الطفرة في كل خلايا الطبقة الخارجية يعني ظهورها في

طبقة البشرة فقط، ومثل هذه الطفرات لا تنتقل إلى الأنسجة التناسلية، ولا يمكن إكثارها بالبذور، ولكن يمكن المحافظة عليها بالإكثار الخضرى بواسطة العقل الساقية، أو بالترقيد القمى. وتجدر الإشارة إلى أنه لا يمكن المحافظة على هذا النوع من الطفرات بالعقل الجذرية؛ لأن النموات الجديدة التى تتكون من العقل الجذرية تنشأ من الأنسجة الداخلية التى لا تحتوى على الطفرة.



شكل (٩-٤): كيفية ظهور كيميرا التطعيم.



شكل (٩-٥): الأنواع المختلفة للكيميرا التى قد تنشأ عند التطعيم: (a) قطاعية أو مخروطية sectorial، و (b): ناقصة mericlinal، و (c): محيطية periclinal.

أما إذا ظهرت الطفرة فى خلايا الطبقتين الخارجية والوسطى .. فإنها تظهر بعد ذلك فى كل من خلايا البشرة وخلايا النسيج التناسلى، ويمكن - بالتالى - إكثار هذه النوعية من الطفرات - خضريًا بالعقل الساقية، وجنسيًا بالبذور - ولكنها - كسابقتها - لا يمكن إكثارها بالعقل الجذرية.

وإذا ظهرت الطفرة فى خلايا الطبقة الداخلية فقط .. فإنها لا توجد بعد ذلك إلاّ فى الأنسجة الداخلية، ولا يمكن إكثار هذا النوع بالعقل الساقية، أو بالبذور، ولكنه يكثر بالعقل الجذرية التى تنشأ فيها براعم عرضية من الأنسجة الداخلية. وتعطى هذه البراعم نموات تحتوى كل خلاياها على الطفرة، بما فى ذلك البذور التى تتكون عليها. كذلك يمكن إكثار الطفرات الداخلية بالعقل الساقية بعد إزالة براعمها؛ حتى تتكون بها براعم عرضية بديلة من أنسجتها الداخلية المحتوية على الطفرة.

وجدير بالذكر أن جميع خلايا النبات تحتوى على نفس الجينات، إلاّ أن الجين لا يظهر تأثيره إلا فى عضو نباتى معين؛ فقد تحدث - مثلاً - طفرة خاصة بلون مختلف لبتلات الأزهار فى خلايا الطبقة الداخلية، إلاّ أنها لا تظهر على النبات، لأن بتلات الأزهار لا تتكون من خلايا الطبقة الداخلية، ولا يمكن ظهور هذه الطفرة إلا إذا أكثر النبات الحامل لها بالعقل الجذرية، حيث تنشأ النموات الجديدة من الأنسجة الداخلية.

وتحتوى بعض أصناف البطاطس على كيميرا محيطية غير ظاهرة، ويمكن التحقق من ذلك بإزالة العيون من الدرنات لدفعها إلى تكوين عيون عرضية جديدة من الأنسجة الداخلية؛ - فمثلاً - تؤدى إزالة العيون من درنات الصنف نورتون بيوتى Norton Beauty ذى الدرنات المبرقشة إلى تكوين نموات، تعطى درنات ذات جلد أحمر مماثلة لدرنات الصنف ترايمف Triumph؛ وكذلك تؤدى إزالة عيون من درنات الصنف جولدن وندر Golden Wonder ذى الدرنات البنية والجلد السميك الخشن إلى تكوين نموات تعطى درنات ذات جلد رقيق أبيض ناعم، مماثلة لدرنات الصنف لانج ورثى Langworthy.

وجدير بالذكر .. أن حالات التبرقش Variegation - التى تشاهد فى أوراق عديد من النباتات - تعد كيميرا أيضًا، وهى تظهر عند حدوث طفرات فى الجينات السيتوبلازمية Plasmagenes (وهى التى تتحكم فى الصفات التى تورث عن طريق الأمهات)، المسئولة عن محتويات الخلايا من البلاستيدات الخضراء؛ فيقل محتوى الكلوروفيل - بالتالى - فى الخلية التى تحدث فيها الطفرة، وفى جميع الخلايا التى تنشأ منها (Hartmann & Kester ١٩٨٣، Vaughn ١٩٨٣).