بحوث سيتولوجية فى الفاكهة

للمهندس الزراعى ايهاب عز الدين
الإخصائى بقسم البحوث فى مصلحة البساتين

أجريت عدة أبحاث سيتولوجية لدراسة تركيب الخلية ومكوناتها ومايؤثرعليها ومايقابل تلك المؤثرات من صفات وظواهر. وكانت للابحاث التى أجريت بمحطات التجارب والبحوث بأمريكا أهمية خاصة وظهرلها أثر كبير على انتاج نباتات وأصناف فاكهة جديدة .

وقد تم إجراء كثير من الدراسات السيتولوجية والكيميرا السيتولوجية على نباتات الفاكهة فى محطات تجارب عديدة بأمريكا وأوربا ، وكان ذلك بجهود العلماء البارزين فى هذا المضمار *

وقد ثبت من تلك الدراسات أن براعم الساق الطرفية لكل من الداتورا والعنب والتفاح تحتوي أساسيا على طبقات تشريحية مميزة وكل طبقة تعطى نسيجا أوليا أو عددا من الأنسجة النهائية فى الساق والورقة وأجزاء الزهرة.

وهذه الطبقات هى :

١ — الطبقة الأولى ، ويرمز لها بـ (L-I) وتنتج عنها طبقة الأبيديرمس للسان والورقة والثمرة ، تدخل فى تكوينها حبيبات ومواد التلوين فى الخلايا تحت البشرة مباشرة . وانقسام الخلايا فى اتجاه Antichlinal planc وهذا بواسطة زوايا يمينية للسطح الخارجى للبرعم الطرفى .

---

* (ا) أهم المحطات هى :
Maryland, Minnesota New york Iowa, Ohio, Illinois, California
(ب) أشهر العلماء هم :
Satina et al 1940 Dermen & Bain, 1941, 1944, Satina, & Blakeslee 1941Einset & Imhof,1949Einest et al, 1946Einest, 1950 Dermen1947 Dermen 1948, Darrow 1948, Blaser & Einset, 1948, 1950, Darrow & Dermen1951

٢ ــ الطبقة الثانية : ويرمز لها بـ (L - II) يسلك فى تكوينها سلوكا مختلفا فى مختلف الأنواع وفى مختلف الأجزاء النباتية ، وتنتج عنها أنسجة تحت البشرة والقشرة Hypodermis وتتكون من ١ــ٣ طبقات من الخلايا ، وقد وجد أن الاختلاف فى تكوين تلك الطبقة ذو تأثير على تكوين الطفرات ، وانقسام الخلايا فيها مثل الطبقة الاولى .

٣ ــ الطبقة الثالثة : ويرمز لها بـ (L-III) وهى الطبقة المسئولة عن النمو فى البرعم الطرفى للأفرع فى الأعماق المختلفة ، وفى درجة امتدادها ، وينتج عنها بعض أنواع الكيميرا خصوصا فى التفاح .

ومن تلك الدراسات الأنسجة وتكوينها ، والخلايا ومحتوياتها والكروموزومات وعددها وحجمها وتراكيبها ومدى تزاوجها وتثبيتها ، وبالتالى تثبيت صفاتها التى تدل عليها، وقدأسفرت هذه الدراسات عن أن الأنواع الجديدة تتكون تتدريجيا خلال عدد من السنين نتيجة لتغيرات وراثية طفيفة يتبعها الانتخاب الطبيعي، وبهذا تصبح أنواعا تدخل تحتها الاصناف ، وقد وجد أن طفرات اللون للتفاح وطفرات التأخير والتكبير فى النضج وطفرات العنب وأنواع الـ Berries ذات أهمية كبيرة وغيرها من الأنواع الأخرى للطفرات المهمة التى وجدت حديثا انتجت إنتاجا عاليا من المحصول وزيادة ملحوظة فى حجم الثمار لكل من التفاح والعنب ونباتات أخرى من الفاكهة، وكان ذلك ثمرة للتراكيب الكروموزومية ومدى تزاوجها وتآلفها أو تنافرها أو تضاعف عددها، كما وجد أن أنواعا كبيرة الحجم ولكنها عقيمة ذاتيا قد أصبحت أصنافا خصبة ذاتيا بتضاعف كروموزوماتها .

وبالدراسات السيتولوجية لعدد من الطفرات اتضح أن الانقسامات العادية تكون بدرجة واضحة وبكمية كبيرة فى الأوراق الصغيرة وفى الأجزاء الزهرية فى أدوار تكوينها خصوصا فى كل من الحوائط الخارجية للمتك والمبايض .

وبذلك أمكن تمييز الطفرات الناتجة ونوعها كما فى التفاح مثل :

Diploid Tetraploid Varieties

أصناف ثنائية ــ رباعية :

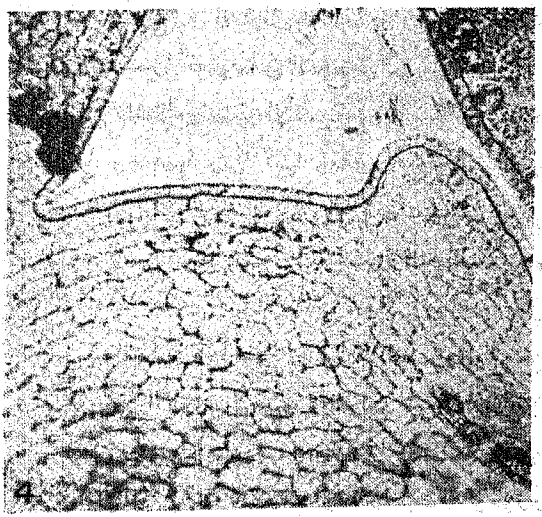
أمكن تمييز ٤ طفرات من التفاح تمتاز بكبر حجم الثمار ، ووجد أنها عبارة عن كيميرا من النوع (Perichinal Chimera) .

ثم أمكن تمييز ست طفرات تشبه السابقة . ومن الفحص الميكروسكوبى وجد أنها تنتمى إلى ثلاثة أنواع مختلفة اختلافا ظاهريا حسب عدد الأنسجة الثنائية الكروموزومات والرباعية الكروموزومات .

وتختلف تلك الأنواع فى صفاتها المميزة ومدى ثبات تلك الصفة بها عند إكثارها ومتابعة دراستها عدة سنين وهى :

١ — النوع الأول

يمتاز بأن جميع أنسجته رباعية الكروموزومات عدا الطبقة الخارجية فهى ثنائية الكروموزومات ، ولهذا تتميز بالمعادلة الآتية [4 - 4 - 4 - 2] وتكتب [٢ — ٤ — ٤ — ٤] أى أن طبقة الـ Epidermis فقط تحتوى فى خلاياها الجسمية على ٣٤ كروموزوما وجميع خلاياها تحتوى على ٦٨ كروموزوما



الشكل رقم ١ — كيميرا « طفرة » من النوع (٢ — ٤ — ٤) تفاح ماكنتوش الكبير الحجم

وظهر أن طفرات هذا النوع تعطى أصنافاً رباعية فى صفاتها وتنتج بذورا رباعية الكروموزومات باتباع التلقيح الذاتى .

أصناف من النوع الأول :

(١) طفرة Large McIntosh عن Dermen & Darrow .

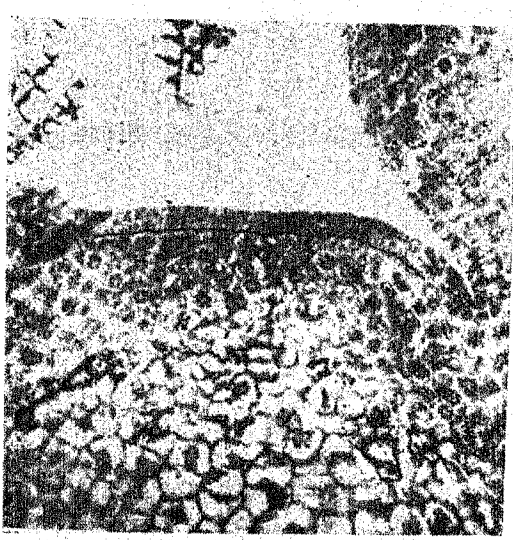
الأشكال ١ و ٢ و ٣ مأخوذة عن الجريدة الأمريكية للأبحاث النباتية المجلد ٣٨ رقم ٩٠ الصادر فى ديسمبر سنة ١٩٥١ .

(ب) بعض طفرات Large yellow Transparent .

(ج) طفرة Ontario .

(د) طفرة (Loop) Giant Wealthy .

٢ — النوع الثانى :



الشكل رقم ٢ — كيميرا « طفرة » من النوع (٢ — ٢ — ٤) تفاح واين ساب

يمتاز بأن جميع أنسجته رباعيـــة عدا الطبقتين الخارجيتين فهما ثنائيتـا الكروموزومات ، ولهذا يتميز بالمعادلة [4-2-4-2] وتكتب [٢-٢-٤-٤] أى أن كلا من طبقتى Epidermis و Sub-epidermis ثنائية الكروموزومات فى خلاياها الجسمية أو تحتوى على ٣٤ كروموزوما بينما خلاياها الجسمية الأخرى تحتوى على ٦٨ كروموزوما .

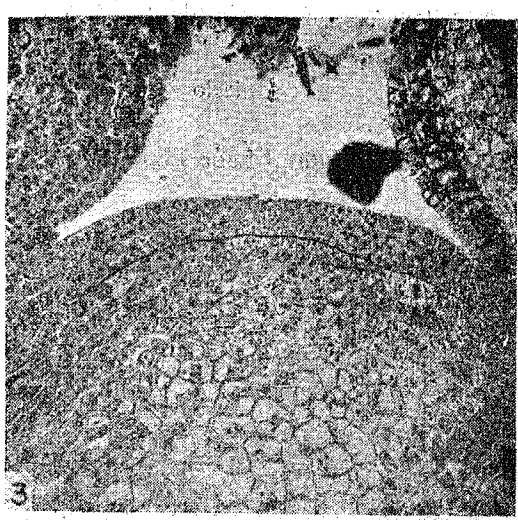
وحيث إن الأنسجة التناسلية تنتج من الطبقة الثانية التى تلى طبقة البشرة فالأصناف التى تنتج من هذا النوع تعطى نباتات ثنائية عند تكاثرها ذاتياً ومنها :

(ا) طفرة (Coombs) Large Wealthy .

(ب) طفرات Large yellow Transparcnt .

(ج) طفرة Jonathan Sport

(د) طفرة (Mc Clintock) Grimes Sport .



الشكل رقم ٣ — كيميرا « طفرة » من النوع (٢ — ٢ — ٢ — ٤) تفاح ماكنتوش معامل بالكولشيسين

٣ — النوع الثالث :

يمتاز بأن جميع أنسجته رباعية عدا الثلاث طبقات الخارجية ، فهي ثنائية الكروموزومات ولهذا يتميز بالمعادلة الآتية [4 - 2 - 2 - 2] وتكتب [٢-٢-٢-٤] وأصناف هذا النوع تنتج نباتات ثنائية عند تكاثرها ذاتياً .

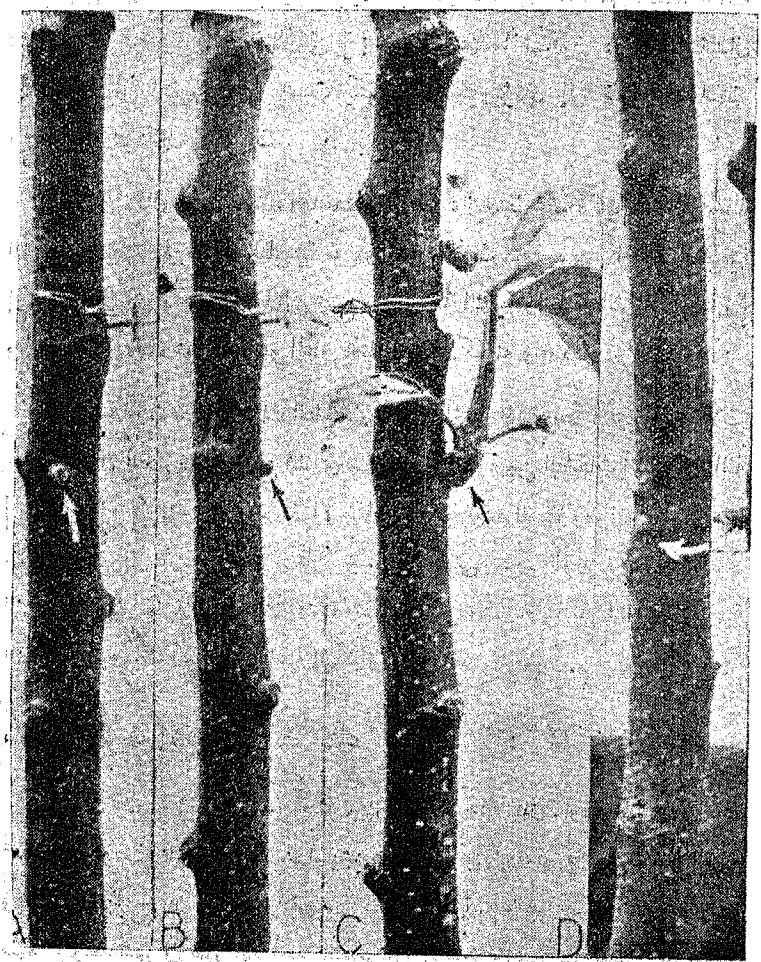
ومن أصناف هذا النوع :

(أ) Large McIntosh (Cornwall)

(ب) Giant Rome

انتاج الطفرات البرعمية فى التفاح ، ونموها خلال البراعم العرضية :

تختلف الطفرة وراثياً أو سيتولوجيا عن باقى النبات الذى يتأثر بالتغيير الذى يحدث فى منطقة الكيميرا ، ومن المهم أن طبيعة الكيميرا لأغلب الطفرات تمكن ملاحظتها ، لسهولة تحول تركيب الكيميرا الداخلى إلى فرع أو نبات متماثل تبعاً لنوع الطفرة ، وعندما تحدث طفرة بالفرع نجد أنها تحدد داخلياً على الأقل ، وهى وحدها طفرة وراثية فى منطقة محددة بالكروموزوم أو طفرة فى عدد الكروموزومات تؤدى إلى زيادة أو نقص عددها ، وتحدث الطفرة غالبا بالطبقة الثانية [L - II] وتكون نتيجة لاختلاف تكوينها وتركيبها ، كما أنها قليلا ما تحدث بالطبقة الثالثة [L - III] إذ أنه قد تستبدل خلايا الطبقة الثالثة [L-III] بطبقة من خلايا



الشكل رقم ٤ — خطوات اخراج البراعم العرضية على أفرع التفاح من صنف ماكنتوش :

(أ) يبين البرعم العرضى (ب) البرعم العرضى ذاته فى وضع جانبى

(ج) يوضح خروج الفرع من البرعم العرضى (د) يبين الجزء السفلى للشجرة ذاتها

الأشكال ٤ و٥ و٦ مأخوذة عن الجريدة الأمريكية للوراثة ـ المجلد ٣٩ رقم ٨ الصادر فى أغسطس ١٩٤٨

الثانية [L - II] وتلاحظ بدرجة كبيرة عنها حين تستبدل خلايا من الطبقة الثانية [L - II] بخلايا من الطبقة الأولى [L - I] وعندما تكون درجة الاستبدال جزئية نجد أن التغيير الذى يحدث يكون جزئيا ويؤدى إلى ظهور مساحات من مختلف الأشكال والمقاسات .

وهذا الانتقال يحدث حسب القاعدة، كما أنه ربما يحدث نتيجة للتحول من الحالة المكونة للطفرة إلى الحالة الطبيعية ، أو تبعاً لحدوث الطفرة من الحالة الطبيعية إلى حالة الطفرة، وعدد الخلايا التى تنتج من الطبقة الثانية والطبقة الثالثة [L - II] و [L - III] أثناء توزيع ونمو الثمار يختلف فى تكوينه وعدده .

ومدى هذا الاختلاف بتلك الطبقات يحدث تأثيراً على حجم الثمرة فى حالات حين تكون الطفرة من النوع الثنائى ـ الرباعى الناتجة من الطبقات الثانية والثالثة [L - II] و [L - III] وحسب الاعتقاد من أن تعدد الكروموزومات فى ثمار التفاح يؤدى إلى ازدياد حجم الثمار نجد أن أقصى حجم للثمار ناتج من تعدد الكروموزومات ينتج كذلك عندما تكون كل الأنسجة بالثمار الثنائية الرباعية الكروموزومات أصبحت رباعية الكروموزومات .

ملخص لطريقة إنتاج الطفرات صناعيا بالصوبة (١) :

انتخبت أشجار (نباتات) من صنف Lady عمرها سنتان ، ووضعت فى براميل عمقها ١٢ بوصة للعامل بالكولسيشين وقرطت على بعد قدمين من سطح التربة وبعد مدة تتراوح بين أسبوع وأسبوعين ظهرت نموات جانبية جديدة على شجرتين منهما ، وبعد شهرين ظهر على أحد الشجرتين انتفاخ واضح فى المنطقة الموجودة بين نمو البراعم الأصلية أدى إلى ظهور فرع نمو خرج خلال القلف ثم ظهر بعد فترة قصيرة نمو مماثل على الشجرة الثانية ، ولكنه لم يكتمل نموه ، وكان لتلك الظاهرة أثر كبير فى التفكير فى إمكان إنتاج الطفرات صناعياً كطفرات برعمية ونموها خلال البراعم العرضية .

---

(١) عن أبحاث Dermen,H.1948

التجربة :

ولإجراء هذا البحث انتخبت أشجار (نباتات) عمرها سنة من طفرات اللون الثابتة التكوين لأصناف مدروسة جيداً Standard Varieties وزرعت فى براميل (أحواض) عمقها ١٢ بوصة وقرطت على بعد قدم من سطح التربة وانتزعت منها كل البراعم الأصلية المتكونة لتشجيع إنتاج البراعم العرضية ودفعها للتكوين ، وانتزع كذلك كل ما ينمـــو خلال الحراشيف التى تغطى منطقة البراعم الأصلية .

وقسمت تلك النباتات إلى ثلاثة أقسام وزعت زراعتها فى مواعيد مختلفة :

١ ــ نباتات من أصناف زرعت فى فبراير :

(ا) Imperial All Red McIntosh انتخبت من أشجار واردة من مشتل تجارى

(ب) No.66 Stayman Winesap انتخبت من أشجار من مشتل محطة الأبحاث والتجارب بولاية Maryland

٢ ــ نباتات من أصناف زرعت فى أوائل أبريل :

(ا) Jonared Jonathan انتخبت من أشجار واردة من مشتل تجارى

(ب) Starking انتخبت من أشجار واردة من مشتل تجارى

٣ ــ نباتات من أصناف زرعت فى منتصف أبريل :

(ا) No.66 Stayman Winesap انتخبت من أشجار اتخذت من مشتل محطة الأبحاث

(ب) Scarlet Red Stayman انتخبت من أشجار واردة من مشتل تجارى ، وحفظت النباتات بالصوبة حتى شهر أغسطس ثم وضعت فى مكان مظلل ومغطى بالقماش Screen house ، فظهرت عليها النموات الواضحة من البراعم العرضية حسب الآتى :

١ ــ نباتات الميعـــاد الأول للزراعة ، نجح منها كل أشجار الصنف (ا) وشجرة واحدة من الصنف (ب) .

٢ — نباتات الميعـــاد الثانى للزراعة نجح منها كل أشجار الصـــنف (ب) ونسبة قليلة من الصنف (ا) .

٣ — نباتات الميعـاد الثالث للزراعة ، نجحت منهـا نسبة قليلة من الصنف (ب) وأقل منها من الصنف (ا) .

ويمكن تمييز البراعم العرضية من طبيعة تـكوينها وسلوكها فى النمو غير الطبيعى حسب الآتى :

١ — تتكون فى المنطقة الموجودة بين البراعم الأصلية لساق الأشجار الصغيرة عندما تـكون البراعم الأصلية غائبة .

٢ — تتكون من اللحاء الخارجى .

٣ — عند تـكوينها يظهر تشقق واضح بالقلف .

٤ — لا يظهر عليها تفريع ورقى عند تـكوينها ويظل ذلك لمدة ملحوظة بعد تمام تـكوينها .

٥ — يتم نمو تلك البراعم وتوزيعها بدرجة بطيئة .

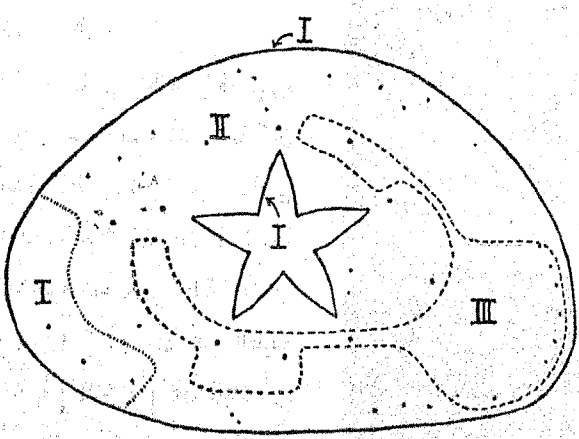
٦ — يغلب أن ينتج أكثر من فرع واحد من برعم واحد .

ومن ذلك يتبين مدى إمكان إنتاج ونمو البراعم العرضية ، وأنها تحتاج إلى دراسة إمكان الحصول عليها خارج الصوبة وفى أجواء مختلفة ، ومدى نجاح هذه الأصناف فى ذلك، وتزداد قيمة هذا البحث فى الدراسة على أنواع الـكيميرا Periclinal Chimera وهى الأنواع الثنائية ـ الرباعية الـكروموزومات التى تحتوى على كروموزومات رباعية فى تـكوين الأنسجة الداخلية مثل طفرات Northern Spy التى أوجدها Dr .Einset et al وغالباً تـكون الأفرع النامية من البراعم العرضية متماثلة الـكروموزومات الرباعية Homogeneously tetraploid .

وقد تنتج من طفرات متماثلة أفرع متماثلة الـكروموزومات الثنائيـة Homogeneously diploid وذلك إذا تم استبدال خلايا الطبقة الثالثة [L - III] بخلايا الطبقة الثانية [L - II] كما سبق تفصيله ، وهذا يكون نتيجة التحقق السيتولوجى بعمل التحضيرات البرافينية للبراعم المتكونة ، كما أجرى البحث على أخذ

تلك البراعم العرضية وتطعيمها على أصول تفاح بذرية للاكثار من تلك الأصناف (الطفرات) الجديدة وثبت نجاحها ، إذ أعطت ثماراً كبيرة الحجم جذابة جيدة الصفات عالية الإنتاج .

ولقد ظهر أن كيميرا Reimer من صنف التفاح Winesap تتركب كروموزوميا حسب الترتيب الآتى [٢ — ٢ — ٤] أى أنها كيميرا من النوع الثانى تؤدى إلى زيادة حجم الثمار نتيجة لتضاعف عدد الكروموزومات فى الأنسجة الداخلية للقشرة وأنسجة النخاع ، وكان لهذا التوزيع للأنسجة ولإنتاج تلك الخلايا الرباعية الكروموزومات دخل كبير فى تقدم تربية التفاح وزيادة محصوله وإنتاجه وزراعته فى مناطق مختلفة ، لأن هذه الأنواع والأصناف الجديدة كانت صالحة للتربية وأمكن استخدامها فى التلقيح مع أصناف أخرى لإنتاج شتلات ثلاثية وأخرى رباعية الكروموزومات للانتخاب من الأصناف المرغوبة الوافرة الإنتاج لتلك الأصناف الرباعية .



الشكل رقم ٥ — قطاع فى طفرة لثمرة تفاح من الصنف الحلو الحمضى المذاق ، وتظهر فيها الطبقات الثلاث

كما أنه أمكن إنتاج طفرات متعددة لصفات مرغوبة ، ومنها ما كان مجالا للبحث العلمى كطفرات زيادة تركيز اللون بقشرة الثمرة حتى تصبح مرغوبة تجاريا ، وطفرات تنوع درجة السكر والحموضة فى الثمرة الواحدة مثل طفرة Sweet & Sour Fruit لصنف Rhoade Island Greening لأنها تعطى ثماراً غير منتظمة الشكل ، ويوجد بها الجزء الحمضى المذاق قريباً من القشرة الخارجية

للثمرة فى الجزء غير المنتظم الشكل بينما الجزء الحلو المذاق منتظم الشكل وأحياناً يكون العكس ، وأغلب ثمار لتلك الطفرة على الشجرة الواحدة تكون غير منتظمة الشكل والمذاق ، فبعضها يكون بدرجة واحدة من المذاق الحلو وكمال الاستدارة والانتظام فى الشكل .

وبفحص تلك الطفـــرة سيتولوجيا اتضح أنه ربما كان المذاق الحمضى ناتجاً من مناطق محددة ، حيث إن بعض الأنسجة الداخلية نتجت من الطبقة الأولى [L - I] أو أن نمو الطبقة الثانية [L - II] كان قليلا حتى أدى إلى زيادة نمو أنسجة الطبقة الثالثة [L - III] وأدى إلى الطعم الحمضى المذاق .

وقد ترتد تلك الطفرة إلى أصلها الطبيعى عن طريق تكوين البراعم العرضية .

وقد ناقش Blake موضوع انتخاب وإيجاد أصناف جديدة من التفاح فذكر أن الملاحظات وتدوين النتـــائج المستمرة

الشكل رقم ٦ — طفرة ثمرة تفاح من الصنف الحلو الحمضى المذاق تبين شكل الثمرة وانبعاجها

والدراسات العلمية تمكن من انتخاب الأصناف والأنواع الجديدة حسب وضعها كالآتى :

١ — الصفات الفردية واتخاذ كل صفة على حدة للوصف والانتخاب .

٢ — الشجرة (النبات) كوحدة كاملة .

فإذا كان غرض المربى هو عزل النباتات الجيدة والتى تظهر عليها صفات جديدة لتقصير المدة اللازمة للتربية وإنتاج صنف جديد وجب تدوين ملاحظات دقيقة ، متتابعة عن النمو والإكثار واستجابة النباتات للعوامل المختلفة والدراسات السيتولوجية .

تضاعف الكروموزومات كوسيلة لإنتاج أصناف جديدة ذات صفات جيدة :

توصل الباحثون إلى تقسيم الأنواع والأصناف حسب تكوينها الكروموزومى وسلوكها فى درجات النمو والإثمار والإنتاج حتى دعا ذلك إلى التوسع فى هذه الدراسة والعمل على إنتاج أصناف جديدة عن طريق زيادة عدد الكروموزومات وتضاعف عددها نتيجة لمعاملات مختلفة :

١ — أثناء انقسام الخلايا الجنينية بحيث يؤدى إلى منع إتمام الانقسام الاختزالى فى طور معين من أطوار الانقسام فلا يتكون الجدار الفاصل بين الخليتين الناتجتين وتصبح الخلية الناتجة ذات عدد متضاعف من الكروموزومات .

٢ — دراسة :

(ا) الطفرات الطبيعية التى تظهر عليها صفات مخالفة للصنف الأصلى ، وأمكن التحقيق من معرفتها عن طريق الفحص السيتولوجى كطفرات الثمار الكبيرة الحجم .

(ب) الطفرات الصناعية التى أمكن إنتاجها عن طريق معاملات مختلفة ، كطفرات الجذور التى تظهر بالخلايا الجسمية somatic cells لشتلات ثنائية الكروموزومات اتضح أنها بنسبة ١ : ٤ أى أن إنتاج تلك الطفرة بنسبة ¼ ، كما أن شتلات النباتات الثلاثية الكروموزومات ذات عدد مختلف

من الكروموزومات ، لأن معظمها أحادية الكروموزومات ويمكن العمل على تضاعفها .

ولقد تمكنت Ellen Myrberg Rasch من التوصل لمعرفة الطرق المختلفة التى تؤدى إلى السلوك المخالف للنواة وانقسام الخلايا بواسطة ظواهر مختلفة منها :

١ — تغيرات مدوسة لدرجات الحرارة .

٢ — التجديد فى تكوين الأنسجة .

٣ — العوامل الوراثية .

٤ — المعاملات الكيماوية .

٥ — عدم التوافق الكروموزومى بين الأنواع وبعض الهجن
Chromsome Incompatibility. between different species & hybrids

٦ — الأمراض وحدوث الجروح النباتية نتيجة لعوامل مختلفة .

٧ — التغيرات الأسموزية .

٨ — الأشعة فوق البنفسجية وأشعة X

٩ — استعمال الإشعاعات المختلفة .

ومن أبحاث Darlington فى عدد من السنين اتضح أنه توجد أنواع تتماثل فى مجموعاتها الكروموزومية بينما تتساوى أنواع أخرى معها فى التربية وفى الصفات ولكنها نتيجة تهجين بين نباتات مختلفة ولها صفات وقيم هامة واضحة الظهور وبنسب مختلفة من درجات الخلط والتهجين ، وناتجة عن أجيال مختلفة ، أى أنها تحمل عوامل لكل من الأبوين تتفاوت فى مدى وجودها ، ولهذا تتكون تبعا لذلك دائرة من النباتات الثنائية والرباعية والعديدة الكروموزومات تختلف فى صفاتها وتعطى أصنافا وأنواعا ينتخب أفضلها .

كما توصل Crane & Lawrence إلى أن الدراسة السيتولوجية والوراثة السيتولوجية للنباتات تكون دائماذات عون كبير فى تمييزها والتوصل لمعرفة صفاتها ، ويؤدى الكشف عن حقيقة تكوينها إلى نتائج قيمة تؤدى إلى العمل على تحسين الصنف والنوع ، كما أنهما اتفقا مع باحثين آخرين على أن الاختلافات فى لون الثمار للتفاح جاءت نتيجة لطبيعة الصنف أو النوع وتكوين أنسجته وتركيب خلاياه الجسمية .

كما تمكن Ness 1921 , 1952 & East 1930 وLongelyx Darrow 1942 من وجود الكروموزومات فى مجموعات متوافقة تحمل صفات مرغوبة وتسلك سلوكا منتظما فى أثناء انقسام الخلية فأدى ذلك إلى الحصول على أصناف تجارية مرغوبة ذات قيمة عالية فى الإنتاج .

وقد يختلف حجم الكروموزومات بينما يتساوى عددها ، وهذا يؤدى إلى تراكيب وصفات مختلفة ، نظرا لنقص أو زيادة الجينات (العوامل) الموجودة ، لظهور نباتات وأصناف متغايرة يعمل على انتخاب أفضلها وتثبيت صفاتها ، وتساعد على دراسة طبائع النوع والصنف النباتى ثم تقسيمهما ووضعهما فى مجموعتهما النباتية .

وقد ساعدت على ذلك دراسة الطفرات الجديدة ومنها Apricot- Plum Sport وغيرها من طفرات التفاح والخوخ والـ Berries كالأصناف Red Rud 2. Rutland 3. Stanford وقد توصل Darrow نتيجة لأبحاثه ودراساته إلى معرفة أسهل الطرق للحصول على ثمار عديدة الكروموزومات بالأصناف المتضاعفة وهى :

١ — استعمال الهرمونات النباتية و الـ Colchicine فى تضاعف عدد كروموزوماتها للصنف والنوع .

٢ — التلقيح الخلطى للأنواع أو الأصناف التى تختلط فى عدد كروموزوماتها لإنتاج أصناف أو أنواع جديدة عديدة الكروموزومات وذات صفات جديدة ، كما اتبع فى التلقيح بين أصناف الـ Blueberry-Blackberry strawberry

٣ — التوافق بين المجموعات الكروموزومية والتماثل الجينى بين الجينات التى تظهر حديثا على الكروموزومات ، وهى التى أمكن معرفتها ودراستها فى الفاكهة الموجودة محليا والتى أدخلت حديثا وقد توصل Larsen , P. & Tung, S, M. بأبحاثهما الى تكوين الهرمونات وطبيعتها فى أنواع وأصناف الفاكهة ومناطق تركيزها والمكونات الأولية لها ، والأنزيمات التى تعمل على استخلاصها من مركباتها أو تحويلها إلى مركبات نشطة فعالة ، والعمل على الاستفادة منهما فى إنتاج الأصناف والأنواع الجديدة ، والعمل على تحسين صفاتها كحالة تغيير صفة الثمار الصلبة إلى ثمار لحمية أو تغيير الصفات الرديئة للثمار إلى صفات جيدة ، كما توصلا إلى أهمية التكوين

الهرمونى ونوعه وحالته التى يتكون عليها فى كل النباتات الثنائية والثلاثية والرباعية الكروموزومات فى التهجين والتوافق بين الأصناف والأنواع المختلفة ، نظرا لأنهما وجدا أن كمية الهرمون بحبوب اللقاح لأصناف التفاح الثنائية والثلاثية تنظم عمليتين مختلفتين هما :

١ — طول الأنبوبة اللقاحية وزيادتها فى الطول والنمو .

٢ — الازدياد فى حجم الثمرة .

ويشيران إلى أن Muir قد توصل إلى أن كمية الهرمون التى تحمل إلى المبيض من عدد من حبوب اللقاح تعمل على زيادة كمية الهرمون فى القلم أثناء الإخصاب وتكون تلك الزيادة كافية لنمو حبوب اللقاح وإخصاب البويضات .

كما أنهما ناقشا النظريات المتعددة لأهمية الهرمون ونشاطه فى التلقيح والاخصاب.

ومما سبق تتضح أهمية تضاعف الكروموزومات فى إنتاج أصناف وأنواع تبشر بالخير الكثير ، لأن لتلك الأصناف الرباعية الكروموزومات مميزات عديدة تميزها عن الأصناف والأنواع الثنائية الكروموزومات وهى :

١ — تحتوى على كمية أعلى من فيتامين (ج) .

٢ — ضخامة حجمها وكثرة تفرعها .

٣ — أكثر خصوبة وأقل عقما ذاتياً عن الأصناف الثنائية .

٤ — تمتاز بأن خشب أشجارها أكثر صلابة وتحملا للتغيرات المختلفة ، نظر الأن :

(ا) خلاياها أكبر حجماً .

(ب) أقل تأخراً فى النمو .

(ج) ضخامة بنائها حيث إنها ذات قمة كبيرة ، متسعة ومنظمة النمو ، فإذا وجدنا القليل منهما أقل صلابة من النباتات الثنائية فذلك نتيجة لظهوره بطريق الصدفة فى مناطق شمالية ذات أجواء معينة .

٥ — وافرة المحصول ، جيدة الصفات الثمرية .

ولهذا أصبحت هذه الأصناف والأنواع الرباعية الكروموزومات من الأهمية بمكان فى كل من أمريكا وأوربا ، وأصبح عددها فى ازدياد مستمر ، وما زالت أبحاثها جارية لما ظهر من فوائدها .