دور منظمات النمو فى ظاهرة تساقط الأنسجة مع الإشارة إلى ظاهرة تساقط اللوز الحديث العقد فى نباتات القطن

للدكتور حسن الحموى

من المعروف أن هناك نسبة كبيرة من لوز القطن حديث العقد تتعرض للتساقط لعوامل عديدة غير عامل الإصابة الحشرية ، إلا أنه يجب الإشارة إلى أن معدل تساقط اللوز الحديث العقد لا يعتبر واحداً خلال مرحلة الإثمار . ولقد أوضحت الدراسات أن ظاهرة تساقط اللوز تكاد تكون معدومة خلال مراحل الإثمار الأولى ، بمعنى أن جميع الأزهار المنتجة خلال أوائل مرحلة الإزهار يتم عقدها ونموها طبيعيا إلى أن تصل للتفتح دون أن تتعرض لظاهرة التساقط ، وإن معدل التساقط فى اللوز يزداد بزيادة تقدم النبات فى مرحلة الإثمار وزيادة كمية ما يحمله النبات من عقد . ولقد أوضح McNamara and Hooton (١٩٤٠) هذه الظاهرة حيث قررا أن معظم محصول القطن الزهر ينتج من اللوز المتكون على النبات خلال المرحلة الأولى من الإثمـــار ، وحيث يكون معدل التساقط معدوما أو فى أدنى معدلاته ، وأن معظم المحصول ينتج من اللوز المتكون على الأفرع الثمرية الأولى ، وأن معدل التساقط يزداد بنسبة ٥٠٪ على الأفرع الثمرية التالية وبطريقة التتابع .

أما بخصوص العمر الحرج للوزة الذى يتم عنده تساقط معظم اللوز فقد أوضح Eaton (١٩٥٥) أن الخمسة عشر يوما الأولى من عمر اللوزة هى أحرج فترة من عمرها حيث يتم خلالها تساقط معظم اللوز ، وأن اللوز الذى تسمح له الظروف البيولوجية بالبقاء والاستمرار فى النمو حتى يصل عمره لأكثر من ١٥ يوما فإنه يبقى حتى التفتح ، ونادرا ما يتعرض لظاهرة التساقط .

ويتميز نبات القطن بظاهرة خاصة ، وهى أنه تحت الظروف الطبيعية فإن محصول القطن الزهر يمثل حوالى ٦٠٪ من الوزن الجاف للجزء الخضرى من

● الدكتور حسن الحموى : مدير قسم بحوث فسيولوجى القطن ، بوزارة الزراعة .

النبات الكامل (جميع أجزاء النبات عدا المجموع الجذرى) . ودعت هذه النسبة الكبيرة الكثير من الباحثين الاعتقاد بضرورة وجود حد أقصى لنسبة ما ينتجه النبات من محصول بالنسبة لوزن النبات الجاف وأن الطبيعة لابد وأن تحتم تواجد حد أقصى لهذه الطاقة . ويعتقد Eaton and Ergle (١٩٥٤) أن ظاهرة تساقط اللوز حديث العقد ما هى إلا ظاهرة حماية النبات من حمل كمية من اللوز تفوق إمكانياته الغذائية ، وما يترتب على ذلك من عجز النبات على تزويد هذا اللوز باحتياجاته الغذائية كاملة . وبمعنى آخر يمكن أن تعتبر ظاهرة التساقط على أنها ظاهرة بيولوجية تحتمها الطبيعة ، ووظيفتها الرئيسية الحفاظ على الاتزان الواجب بين ما يحمله النبات من لوز من جهة ، وطاقة النبات الغذائية من جهة أخرى .

ويعزز الاعتقاد السابق ماهو معروف من ارتفاع نسبة التساقط فى أصناف القطن الأمريكى المعروفة بكبر حجم اللوزة عنها فى أصناف القطن المصرى ، ومن ملاحظة أن عمر اللوز المتساقط فى الأصناف الأمريكية أقل من عمر اللوز المتساقط فى الأصناف المصرية (Cook ١٩٢١) . ويمكن تفسير هذه الظاهرة على أساس ارتفاع الاحتياجات الغذائية للوز فى الأصناف الأمريكية (لكبر حجم اللوزة) عنها فى الأصناف المصرية ذات الاحتياجات الغذائية الأقل نسبيا . ويصل Ewing (١٩١٨) فى اعتقاده إلى مدى أبعد مما وصل إليه Eaton and Ergle فيما بعد حيث يقرر تواجد توازن بين كمية ما ينتجه النبات من أزهار وبين معدل التساقط ، ويقرر كذلك أن نباتات القطن يمكنها طبيعيا إنتاج كمية من الأزهار تفوق بكثير طاقتها الغذائية على تموين جميع اللوز الناتج باحتياجاته الغذائية كاملة حتى مرحلة النضج والتفتح . وعليه يقرر Ewing أن ظاهرة تساقط نسبة من اللوز حديث العقد ما هى إلا ظاهرة إعادة التوازن بين كمية ما يحمله النبات من لوز وبين طاقة النبات التموينية وقدرته على تموين حجم معين من هذا الحمل الثمرى .

فإذا انتقلنا للتحدث عن طبيعة العوامل البيئية التى تمت دراستها والتى يمكن اعتبارها عوامل مهيئة أو منبهة لظاهرة التساقط نجد أنه قد ورد بالمراجع عدة عوامل يحتمل أن يكون لها شأن يذكر ، إلا أنه لم يثبت بطريقة قاطعة مدى مسئولية أى منها بالنسبة للظاهرة (الحوى ١٩٦٨) .

وأخيراً ومع بداية عام ١٩٣٣ بدأ الاهتمام بمنظمات النمو بالنبات وبالدور الذى يمكن أن تؤديه هذه المركبات بالنسبة لظاهرة التساقط (Laibach ١٩٣٣).

وبالرجوع إلى معظم ما ورد من دراسات خاصة بهذه المواد نجد أن هناك أكثر من اتجاه فى معالجة هذه المشكلة . فبجانب الدراسات التى استخدمت فيها بعض الهرمونات النباتية كوسيلة لعلاج هذه الظاهرة ، والتى لم تفسر عن وسيلة فعالة فى خفض معدل التساقط (Dunlap ١٩٤٥ ، Wayne ١٩٥٨ ، Eaton ١٩٥٠ ، ١٩٥٣ ، ١٩٥٥) نجد أن هناك اتجاهات أخرى أكثر شيوعا ترمى إلى تفهم الطبيعة الهرمونية للأنسجة خلال مراحل الإثمار ، وخاصة خلال المرحلة التى يزداد فيها معدل تساقط الأنسجة .

وفيما يلى ملخص ما يمكن استخلاصه من نتائج خاصة بالفروض التى تمثل وجوه النظر المختلفة المتعلقة بهذا الموضوع :

(أولا) الانحدار الهرمونى Auxin gradiant :

يقرر Carns et al (١٩٥٥) أنهم لم يستطيعوا قياس أية كمية من الأكسين فى لوز القطن الحديث العقد باستخدام طريقة انحناء بادرة الشوفان (Went ١٩٢٨)، وأنه إذا وضع اللوز حديث العقد على مكعبات من الآجار التى تحتوى على ١٠٠ ميكروجرام من أكسين أندول حامض الخليك فإن نشاط الأكسين سريعا ما يختفى . وباستخدام طريقة العزل الكروماتوجرافى لعزل المركبات المنشطة للنمو والمواد المثبطة للنمو من اللوز حديث العقد والذى يصل عمره إلى أربعة أيام لاحظ Carns et al أن معظم المواد التى تم عزلها من مجموعة المواد المثبطة للنمو Growth-retarding substances . وباستمرار الدراسة تمكن Carns et al من إثبات زيادة مطردة فى تركيز ونشاط المواد المثبطة للنمو فى العصارة الخارجة من اللوزة فى زيادة عمرها . وأن معدل الزيادة يستمر فى الارتفاع حتى يصل أقصاه عندما تصل اللوزة إلى عمر معين يطابق تماما العمر الحرج الذى تظهر عنده ظاهرة التساقط ، وأن نشاط هذه المادة المثبطة يأخذ بعد ذلك فى الهبوط السريع . كما لاحظ Carns et al أن تركيز ونشاط المادة المثبطة فى العصارة الخارجة من اللوزة يختلف باختلاف الصنف .

ولقد وجد Wetmore and Jacobs (١٩٥٣) أنه بتقدم عمر الورقة وقرب دخولها مرحلة الشيخوخة الطبيعية فإن كمية ونشاط الأكسين الخارج من الورقة يأخذ فى التناقص التدريجى . ويعزز هذه النتيجة أبحاث كل من Goodwin (١٩٣٧)، و Went and Thimann (١٩٣٧) . ولقد لاحظ Luckwill (١٩٥٣) بالنسبة لأشجار التفاح أن فترات زيادة نشاط بناء الأكسينات بواسطة البذور داخل الثمرة هى نفسها فترات هبوط معدل التساقط إلى أدنى حد ، أو اختفاء ظاهرة التساقط كلية . كما لاحظ كذلك أن وضع جزء من ساق نبات الفول يحمل قاعدة عنق ورقة بعد إزالة نصلها فى جو مشبع بالرطوبة أن عنق الورقة ينفصل ويسقط عن الساق فى فترة من يومين إلى ١٦ يوما ، إلا أنه لاحظ أنه لو أعيدت نفس التجربة بعد معاملة طرف عنق الورقة فى جهة النصل المزال بأكسين أندول حامض الخليك فإن عنق الورقة لا ينفصل عن الساق بنفس السرعة وأنه يبقى لمدة أطول . كما لاحظ Addicott and Lynch (١٩٥١) أنه بإعادة نفس التجربة مع معاملة قاعدة عنق الورقة من ناحية الساق بنفس الأكسين فإن هذه المعاملة تؤدى إلى سرعة انفصال وتساقط عنق الورقة عن الساق فى مدة أقل بكثير .

هذه النتائج تدل دلالة واضحة على أن العامل الأساسى الذى يتحكم فى ظاهرة التساقط هو درجة الفرق بين التركيز الأكسينى عند طرف عنق الورقة فى منطقة اتصاله بالنصل وتركيز الأكسين عند قاعدة عنق الورقة عند نقطة اتصاله بالساق، أو بمعنى آخر فإن العامل المحدد لتكوين طبقة الانفصال هو درجة الانحدار فى التركيز الفعلى للأكسين بين نقطة اتصال عنق الورقة بالنصل وبين نقطة اتصاله بالساق مارا بطبقة الانفصال Separation layer التى تتكون عادة قرب قاعدة عنق الورقة Addicott and Lynch (١٩٥٥) .

وعليه فإنه فى حالة الأوراق الصغيرة حديثة التكوين ، وحيث يتوافر تركيز أكسينى عال (فى نصل الورقة وفى الجزء من عنق الورقة المتصل بالنصل) يفوق بكثير التركيز الأكسينى عند قاعدة عنق الورقة عند نقطة اتصاله بالساق — أو بمعنى آخر توافر منحدر شديد فى التركيز الأكسينى بين نقطة اتصال عنق الورقة بالنصل من جهة ونقطة اتصاله بالساق من جهة أخرى (انحدار موجب) —

فإن اتجاه الانحدار هذا يمنع تكون طبقة الانفصال ويمنع التساقط . وتنعكس الحالة بتقدم الورقة فى العمر وبداية دخولها مرحلة الشيخوخة الطبيعية فإن تركيز الأكسين فى نصل الورقة يأخذ فى التناقص التدريجى حتى يصل تركيز الأكسين الفعال عند نقطة اتصال عنق الورقة بالنصل إلى مستوى يقل عن تركيز الأكسين عندقاعدة عنق الورقة عند نقطة اتصاله بالساق ، أى إن الانحدار الأكسينى ينقلب من الحالة الموجبة إلى الحالة السالبة ، فقد لوحظ أن هذه الظروف هى ظروف تهيئة وتنبيه تكوين طبقة الانفصال وحدوث التساقط .

ولقد دعت هذه النتائج Addicott et al (١٩٥٥) إلى استنتاج أن الأكسينات هى المواد الفعالة المهيمنة على ظاهرة تساقط الأنسجة ، وأنه بالنسبة لظاهرة تساقط الأوراق فإن أى تغيير يحدث — ويكون نتيجته تحول اتجاه الانحدار من الحالة الموجبة إلى الحالة السالبة — تكون نتيجته تنبيه ظاهرة التساقط ، وإن هذا التغير فى اتجاه الانحدار من موجب إلى سالب يعود أساسا إلى انخفاض معدل بناء الأكسين فى نصل الورقة خلال مراحل النضج والاقتراب من مرحلة الشيخوخة . فى ضوء هذه النتائج يقرر Jacobs (١٩٦٢) أن توقيت حدوث ظاهرة تساقط الأوراق يتم حيويا عن طريق معدل بناء الأكسينات فى نصل الورقة ، وأنه متى انخفض معدل بناء الأكسينات فى نصل الورقة إلى مستوى معين فإن تركيز الأكسين بالساق يصبح له الغلبة والسيادة ويكون نتيجة ذلك حدوث التساقط .

ويشير Gaur and Leopold (١٩٥٥) إلى أن معاملة أى من منطقة اتصال عنق الورقة بالنصل أو منطقة اتصاله بالساق بتركيز منخفض (١٠$^{-٥}$ وزن جزيئى فى اللتر) من مادة النفثالين حامض الخليك يزيد من عملية تنبيه ظاهرة التساقط ، وأن المعاملة بالتركيز العالى (١٠$^{-٣}$ وزن جزيئى فى اللتر) من نفس المادة يؤدى إلى تثبيط أو وقف الظاهرة . وهذه النتائج أمكن إثباتها بمعرفة كل من Biggs and Leopold (١٩٥٧) و Lyon (١٩٦٤) و Chatterjee and Leopold (١٩٦٣) .

ولقد أشار كل من Gaur and Leopold (١٩٥٥) و Haccius and Niess (١٩٥٦) إلى أن التركيز الفعلى للأكسين عند منطقة الانفصال — وليس الانحدار الأكسينى واتجاهه — هو العامل الفعال المحدد لظاهرة التساقط .

(ثانيا) اختلاف الأثر الاكسيني باختلاف عمر النموذج التجريبي (Explant):

يقصد بالنموذج التجريبي هنا النموذج النباتي الذي يحضر للدراسات الخاصة بظاهرة التساقط . وتختلف طريقة تحضير النموذج التجريبي باختلاف النبات التجريبي المستخدم في الدراسة (Mitchell and Livingston ١٩٦٨). ففي حالة نبات القطن مثلا يحضر النموذج التجريبي بالطريقة الآتية (Liu and Carns ١٩٦١) :

١ — تؤخذ بادرة نبات قطن عمرها أسبوعان أو ثلاثة أسابيع .

٢ — يتم إزالة فصل الورقتين الفلقيتين ، وكذلك الورقة القمية الأولى مع ترك خمسة ملليمترات من أعناق هذه الأوراق .

٣ — يتم إزالة المجموع الجذري مع ترك ١٠ ملليمترات من السويقة الجنينية السفلى ، ويتم تحميل هذه النماذج بعد تجهيزها على حوامل خاصة ، وتوضع هذه الحوامل في طبق بترى ، ثم يصب في الطبق محلول آجار ١،٥٪ حتى يصل سمك طبقة الآجار إلى حوالى ٠،٥ سنتيمتر لتغطية مكان القطع في السويقة السفلى .

وباستخدام هذه النماذج التجريبية لاحظ Robinstein and Leopold (١٩٦٣) أنه في حالة استخدام تركيز معين من مادة النفثالين حامض الخليك المحضرة في محلول آجار ١٪ وذلك بوضع نقطة واحدة من هذا المستحضر على قمة القطع سواء بالنسبة لأعناق الأوراق الفلقية أو الورقة الحقيقية ، اختلاف الأثر باختلاف الفترة بين وقت تجهيز النموذج وميعاد إضافة المستحضر الأكسيني . ولقد لاحظ Robinstein and Leopold أنه في حالة إضافة مادة النفثالين حامض الخليك مباشرة بعد تجهيز النموذج التجريبي كان لها أثر واضح في تثبيط ومنع تساقط الأجزاء الباقية من أعناق الأوراق بالنموذج التجريبي ، وأن هذا الأثر على تثبيط ومنع التساقط يقل تدريجيا بزيادة الفترة المنقضية بين تجهيز النموذج التجريبي ووقت المعاملة بالأكسين ، وأنه بزيادة هذه الفترة عن حد معين تنقلب الحالة حيث تؤدي المعاملة بالأكسين إلى تنبيه وزيادة حالة التساقط . ولقد وجد الباحثان أن أثر المعاملة بالأكسين لا يختلف إذا ما تمت المعاملة خلال الفترة من

دقيقة إلى ١٢٠ دقيقة من عمر النموذج التجريبي، ويكون الأثر خلال هذه الفترة مثبطا لعملية التساقط ، ينحدر بعدها الأثر حتى يتلاشى ثم ينقلب من حالة التثبيط إلى حالة تنشيط ظاهرة التساقط . ويقرر الباحثان فى ضوء هذه النتائج أن الأثر الأكسينى على ظاهرة تساقط الأوراق يمكن تقسيمه إلى مرحلتين . الأولى وهى مرحلة تثبيط الأكسين لظاهرة التساقط ، والثانية هى مرحلة تنشيط الأكسين لظاهرة التساقط .

ويمكن تفسير هذه النتائج فى أنه بمجرد إزالة نصل الورقة (مصدر الأكسين) فإنه تنقضى فترة ماقبل بداية تكون طبقة الانفصال ، وأن إضافة الأكسين إلى منطقة قطع النصل يغذى عنق الورقة بكمية من الأكسين تعوضه عما فقده نتيجة إزالة النصل ، وفى هذه الحالة يكون للأكسين أثر مثبط . أما إذا انقضت فترة طويلة نسبية وبدأت منطقة الانفصال فى التكون فإن إضافة الأكسين فى هذه الحالة يؤدى إلى زيادة وتنبيه الظاهرة .

(ثالثا) الاتزان بين المواد المنشطة والمواد المثبطة للنمو :

لقد أوضحت طرق العزل الكروماتوجرافى المركبات المنشطة والأخرى المثبطة للنمو وجود علاقة قوية موجبة بين زيادة تركيز المواد المنشطة للنمو ونقص معدل تساقط الثمار (Wright ١٩٥٦، Luckwill ١٩٥٧، Nitsch et al ١٩٦٠) . ولقد أوضح Carns (١٩٦٢) وجود ثلاث مواد منشطة للنمو ومركبين مثبطين للنمو فى اللوز حديث العقد ، كما قرر Van Steveninck (١٩٥٩) وجود مركب منشط للنمو وثلاثة مركبات مثبطة للنمو فى ثمار الترمس . ولقد قدم كل من Carns (١٩٦٢) ، Van Steveninck (١٩٥٩) دليلا على اشتراك ومسئولية أحد المواد المثبطة للنمو فى عملية تساقط الثمار

ولقد وجد Swets and Addicott (١٩٥٥) سرعة تناقص الأكسينات المستخلصة من نصل الأوراق بتقدم عمرها . كما وجد Storey (١٩٥٧) أنه بتقدم عمر الورقة واقترابها من مرحلة الشيخوخة وبداية مرحلة التساقط يحدث نقص شديد فى كمية الأكسين القابل للاستخلاص من أعناق الأوراق ونقص فى كمية

الأكسين المنتقل من نصل الورقة إلى العنق وزيادة فى معدل هدم فاعلية أكسين أندول حامض الخليك .

(رابعا) مادة الأبسيسين Abscisin :

لقد قدم Osborne (١٩٥٨) أول دليل لوجود مادة قابلة للانتشار فى كثير من النباتات يمكنها تعجيل ظاهرة التساقط . ولقد تلى Osborne كثير من الباحثين الذين قرروا إمكانية استخلاص مـــواد مشابهة فسيولوجيا للمادة التى وجدها Osborne من الأوراق أمثال Hall et al (١٩٦١) و Jacobs et al (١٩٦٢) ، و Rubinstein and Leopold (١٩٦٢) . كما تمكن كل من Van Steveninck (١٩٥٩) و Carns (١٩٦٢) من استخلاص مواد مشابهة فسيولوجيا من الثمار الصغيرة . وتتميز مادة الأبسيسين بقدراتها على تعجيل ظاهرة تساقط الأنسجة وكذلك قدرتها على وقف نشاط وفاعلية أكسين أندول حامض الخليك وتثبيط قدرته على تنشيط النمو . ولقد وجد أن أصناف القطن التى تتميز بزيادة معدل تساقط اللوز حديث العقد تتميز كذلك فى نفس الوقت بزيادة فى نشاط وفاعلية مادة الأبسيسين . كما وجد أن مادة الأبسيسين لها القدرة على تعجيل تساقط أعناق الأوراق العلقية والحقيقية فى النموذج التجريبى لنباتات القطن . وثبت كذلك قدرتها على تعجيل تساقط اللوز حديث العقد تحت ظروف التجارب الحقلية .

ولقد ثبت تواجد مادة الأبسيسين فى جدار اللوز حديث العقد ، وكذلك فى الجدار الجاف للوز مكتمل النضج والتفتح .

ويبدو أن مادة الأبسيسين < تعمل كمادة منبهة ودافعة بدخول الأنسجة فى مرحلة الشيخوخة (Addicott, Smith, and Lyon ١٩٦٥) . فمثلا من المعروف أنه إذا عوملت بعض أجزاء من مساحة نصل الورقة بعد فصلها عن النبات بمادة الكينين فإن المساحات من نصل الورقة المعاملة بهذه المادة تحتفظ بلونها الأخضر بينما تأخذ باقى مساحة النصل غير المعاملة بمادة الكينين فى الاصفرار لدخولها فى مرحلة الشيخوخة نتيجة لفصلها عن النبات . أما إذا عوملت بعض المساحات من نصل الورقة (بدون فصلها عن النبات) بمادة الأبسيسين < فإن المساحات

المعاملة من النصل تأخذ فى الاصفرار سريعا مع بقاء الأجزاء غير المعاملة من النصل خضراء .

ولقد أثبت (Carns ١٩٦٢) وجود مادة الأبسيسين فى المادة القابلة للانتشار والتى يمكن جمعها من قاعدة المبيض فى نفس اليوم الذى تتم فيه عملية الإخصاب ، وأن نشاط هذه المادة يزداد يوميا حتى يصل أقصاه بعد مرور حوالى ١٠ أيام من يوم الإخصاب ، وهذا يوافق نفس العمر الذى يتم خلاله تساقط اللوز حديث العقد فى القطن .

(خامسا) دور الأيثيلين :

معروف عن الأيثيلين منذ زمن بعيد أنه يعجل ظاهرة التساقط ، ولقد تمت دراسة أثره على عملية التساقط بمعرفة Gawadi and Avery (١٩٥٠) حيث افترضا نظاما يجمع بين الأكسين والأيثيلين، وأن هذا النظام ينظم ويقود عملية التساقط . ولقد أوضح Gawadi and Avery أن هناك عدة نباتات يمكن اعتبارها شديدة الحساسية لغاز الأيثيلين ، وأن تواجد هذا الغاز ولو بتركيزات غاية فى الضعف يؤدى إلى تساقط الأوراق حتى الصغيرة فى هذه النباتات .

ومعروف كذلك أن الثمار الناضجة يمكنها تكوين بعض الكميات الدقيقة من الأيثيلين كناتج ثانوى لعمليات الهدم والبناء أثناء مرحلة نضج هذه الثمار . ويعتقد أن الأوراق عند دخولها مرحلة النضج تنتج هى الأخرى بعض الأيثيلين بمعدلات عالية نسبيا كناتج ثانوى، وأن زيادة الأيثيلين تعمل كمعجل طبيعى لعملية تساقط الأوراق . ويعتقد كذلك أن أثر الأيثيلين فى تعجيل تساقط الأوراق يظهر ويتزايد ببداية انخفاض معدل إنتاج الأكسين فى نصل الورقة نتيجة لوصولها إلى مرحلة تمام النضج وبداية مرحلة الشيخوخة (Gawadi and Avery ١٩٥٠). ويعزز Hall (١٩٥٢) هذا الرأى حيث يقرر أن أثر الأكسين يضاد فى فعله أثر الأيثيلين فى قدرته على تعجيل التساقط .

وتشير النتائج المتحصل عليها حتى الآن أن إضافة غاز الأيثيلين خلال فترات مختلفة

من بداية تجهيز النموذج النباتى التجريبى (عمر النموذج التجريبى) يؤدى إلى تنبيه وإسراع تساقط الأجزاء من أعناق الأوراق المتروكة على النموذج التجريبى خلال المرحلة الثانية ، علماً بأنه لم يكن لإضافة الغاز أى أثر على المرحلة الأولى كما سبق أن أوضحنا .

ويقرر Hall and Morgan (١٩٦٤) أن غاز الأيثيلين ينبه نشاط أنزيم IAA-Oxidase فى نباتات القطن . وهذا الرأى يقدم لنا نظاما حيويا يفسر انخفاض تركيز الاكسين فى طرف عنق الورقة المتصل بالنصل .

(سادسا) التنافس بين المراكز القيادية Mobilizing centers بالنبات :

لاحظ كل من Shaji et al (١٩٥١) و Miller (١٩٣٨) و Hall and Lane (١٩٥٢) أن هناك بعض التغيرات الحيوية التى تسبق بداية حدوث ظاهرة تساقط الأوراق . وأهم هـــذه التغيرات الحيوية التى تسبق ظاهرة تساقط الأوراق هى :

١ — تكون وتجمع صبغات الأنثوسيانين .
٢ — بداية انحلال واختفاء صبغة الكلوروفيل .
٣ — انحلال البروتينات وخروجها من الأوراق إلى الأنسجة الأخرى .
٤ — خروج عناصر الفوسفور ، والبوتاسيوم ، والحديد ، والمغنيزيوم من الأوراق وانتقالها إلى الأنسجة الأخرى .
٥ — انخفاض درجة رطوبة النسيج .
٦ — انخفاض تركيز الأكسين ومعدل إنتاجه .

ولقد قدم Mason and Maskell (١٩٣٦) الدليل على قدرة الأنسجة الزهرية والثمرية على تحريك وجذب المواد الكربوايدراتية والآزوتية وكذلك عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم . أما بالنسبة لطاقة وقدرة أنسجة النبات المختلفة على تحريك وجذب المواد السابقة فقد لاحظ Curtis and Clark (١٩٥٠) أن الأنسجة الزهرية والثمرية هى أنشط وأقوى المراكز عامة وأكثرها سيادة ،

يليها فى ذلك البراعم الطرفية ، فالبراعم العرضية ، وأن المجموع الجذرى هو أقل الأنسجة قدرة على التحريك والجذب . ومعنى هذا أن الأنسجة الثمرية هى أعلى وأقوى المراكز قدرة على تحريك وجذب المواد الغذائية .

ولقد وجد Mothes (١٩٦٠) أن أوراق نباتات الدخان المفصولة عن النبات (المحرومة من فاعلية ونشاط المجموع الجذرى) تتعرض سريعا لأعراض الشيخوخة وتفقد لونها الأخضر سريعا بمجرد فصلها عن النبات ، فى حين أن الأوراق فى وجود المجموع الجذرى لا تتعرض لأى أعراض من أعراض الشيخوخة ويعتقد Mothes أن مراكز التحريك والجذب الرئيسية فى النبات تتنافس فيما بينها ، كل حسب طاقته وحجمه ، على تحريك وجذب بعض المواد الغذائية التى تتكون رئيسيا فى الجذور . ويضيف إلى ذلك أنه فى الوقت الذى تدخل فيه النباتات مرحلة الإزهار والإثمار فإن التنافس يبين مراكز التحريك والجذب يبلغ أشد مراحله ويكون هذا التنافس على حساب المجموع الجذرى (أقل المراكز قدرة على التحريك والجذب) الذى يعانى من النقص الغذائى . ويشكل التنافس فى هذه الحالة عاملا من أهم العوامل المحددة لنشاط وكفاءة المجموع الجذرى وربما أدى إلى موت المجموع الجذرى وبالتالى موت جميع أنسجة النبات .

ويرى Wadleigh (١٩٤٤) أن أى تغير فى الاتزان الغذائى بالنبات يترتب عليه توقف أو عدم وصول مركب أو أكثر من المركبات الغذائية الأساسية بالقدر الكافى لنمو اللوز طبيعيا — يؤدى إلى تنبيه العديد من التغيرات الحيوية التى تؤدى فى النهاية إلى تكون طبقة الانفصال فى قاعدة عنق اللوزة أو البرعم الزهرى .

ويعتقد كل من Addicott and Lynch (١٩٥٥) أنه لما كانت الثمار حديثة العقد تنتج كميات من الأكسين أقل نسبياً من الثمار الأكبر عمراً ، وحيث إن العناصر والمواد الغذائية تتحرك وتتجه إلى المراكز الأكثر محتوى أكسينيا فإن الثمار حديثة العقد ذات المحتوى الأكسينى الأقل تحصل بالتالى على مستوى أقل من العناصر والمواد الغذائية الأساسية ، وهذه الحالة من حالات النقص الغذائى

تؤدى إلى ضعف فى طاقة النسيج على بناء الأكسين بالتركيز الملائم وتتعرض بالتالى للتساقط .

لذلك فإنه من المعتقد أن هبوط الطاقة التموينية للغذاء بالنبات إلى مستوى معين مع زيادة الاحتياجات الغذائية للأنسجة الثمرية المتكونة، يؤدى إلى تواجد حالة من التنافس بين مراكز التحريك والجذب بالنبات ، وتكون الغلبة تحت هذه الظروف للثمار ذات المحتوى الهرمونى الأعلى والأكثر نشاطا .

فى ضوء هذا الاعتقاد يمكن تفسير ظاهرة عدم تكون طبقة الانفصال ، وعدم حدوث التساقط ، إذا ما عومل عنق الورقة أو الثمرة بالأكسين فى ناحية اتصال العنق بالورقة أو الثمرة ، والتعجيل بتكوين طبقة الانفصال وحدوث التساقط إذا ما عومل عنق الورقة أو الثمرة بالأكسين فى ناحية اتصال عنق الورقة بالساق ، حيث إنه يمكن القول بأن معاملة عنق الورقة أو الثمرة بالأكسين فى ناحية اتصاله بالورقة أو الثمرة يؤدى إلى رفع التركيز والنشاط الأكسينى فى هذه الجهة من الورقة أو الثمرة ، وهذه الظروف تؤدى بالتالى إلى سهولة وسرعة مرور العناصر والمواد الغذائية الأساسية إلى الورقة أو الثمرة . أما إذا عومل عنق الورقة أو الثمرة بالأكسين فى ناحية اتصاله بالساق فإن هذه الظروف تؤدى إلى مرور العناصر والمواد الغذائية فى الجهة المضادة ، وبمعنى آخر خروج هذه المواد من الورقة أو الثمرة ، وبالتالى تعجيل تساقط هذه الأعضاء .

(سابعا) السيادة القمية Apical Influence.

فيما يختص بشيخوخة الأنسجة لوحظ أن أول الأنسجة تعرضا لظاهرة الشيخوخة ثم التساقط هى الأوراق الفلقية . ولقد ثبت أن سرعة تعرض هذه الأوراق للشيخوخة ليس نتيجة مباشرة لعملية الاستنزاف الغذائى وانتقال معظم المواد العضوية منها إلى الأنسجة الأخرى الحديثة . بل ثبت أن للبرعم الطرفى (القمى) دور سيادى فى تنظيم هذه العملية . فمثلا وجد فى حالة نباتات فول الصويا أن إزالة القمة النامية يؤدى إلى عدم تعرض الأوراق

الفلقية لأى أعراض من أعراض الشيخوخة ، وتبقى الأوراق الفلقية خضراء لمدة طويلة .

ولقد توصل Leopold (١٩٦١) لنفس النتائج ، حيث وجد أن للقمة النامية دوراً رئيسيا فى السيطرة على ظاهرة دخول الأوراق فى مرحلة الشيخوخة. وتشير الأبحاث التى قام بها Robinstein (١٩٦١) إلى نفس الحقيقة، حيث ثبت أن تطويش النباتات يؤدى إلى وقف وعدم تكون منطقة الانفصال فى أعناق أوراق بادرات الفول .

المراجع

(1) Addicott, F. T. and R. S. Lynch (1951) Science, 114 : 688-689.
(2) Addicott, F. T. and R. S. Lynch (1955) Ann. Rev. Plant Physiol., 6 : 211-238.
(3) Addicott, F. T. et al (1955) Science, 121 : 644-645.
(4) Addicott, F. T. et al (1965) Plant Physiol., (Abst.) 40.
(5) Biggs, R. H. and A. C. Leopold (1957) Plant Physiol., 32 : 626-632.
(6) Carns, H. R. et al (1955) Proc. 9th. Ann. Cott. Defol. Conf.
(7) Carns, H. R. (1962) Ann. Rev. Plant Physiol., 17.
(8) Chatterjee, S. K. and A. C. Leopold (1963) Plant Physiol., 38 : 268-273.
(9) Cook, O. P. (1921) Jour. Hered., 12 : 199-204.
(10) Curtis, D. F. and D. G. Clark (1950) **Introduction to Plant Physiology.** New York : McGraw-Hill.
(11) Dunlap, A. A. (1945) Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 677.
(12) Eaton, F. M. and D. R. Ergle (1953) Plant Physiol., 28.
(13) Eaton, F. M. and D. R. Ergle (1954) Plant Physiol., 29.
(14) Eaton, F. M. (1955) Ann. rev. Plant Physiol., 6 : 299-328.
(15) Ewing, E. C. A. (1918) Miss. Agr. Exp. Sta. Bull. 8.
(16) Gaur, B. K. and A. C. Leopold (1955) Plant Physiol., 30 : 487-490.
(17) Gawadi, G. and J. S. Avery (1950) Amer. Jour. Bot., 37 : 172-180.
(18) Goodwin, R. H. (1937) Amer. Jour. Bot., 24.
(19) Haccius, B. and H. Nies (1956) Planta, 47 : 631-24.
(20) Hall, W. C. (1952) Bot. Gaz., 113 : 22.

(21) Hall, W. C. and H. C. Lane (1952) Plant Physiol., 27 : 754-68.
(22) Hall, W. C. and P. W. Morgan (1964) (Cent. Nat. Rech Sci., Paris).
(23) Hall, W. C. et al (1961) Bot. Gaz., 123 : 29-95.
(24) Jacobs, W. P. (1962) Ann. Rev. Plant Physiol., 13 : 403-436.
(25) Jacobs, W. P. et al (1962) Plant Physiol., 37 : 104-106.
(26) Laibach, F. (1933) Ber. Deut. Botan. Ges., 51 : 386-92.
(27) Leopold, A. C. (1961) Science, 134 (3492).
(28) Liu, W. C. and H. R. Carns (1961) Science, 134 : 384-5.
(29) Luckwill, L. C. (1953) Jour. Hors. Sci., 28 : 25-40.
(30) Luckwill, L. C. (1957) Symp. Exptl. Biol., 11 : 63-85.
(31) McNamara, H. C. and D. R. Hooten (1940) USDA Tech. Bull. 110.
(32) Miller, E. C. (1938) Plant Physiology, 2nd. New York : McGra-Hill.
(33) Mitchell, J. W. and G. A. Livingston (1968) Agr. Hand book 336. Agr. Res. Serv., USDA.
(34) Mothes, K. (1960) Naturwissenschaften 47 : 337.
(35) Nitsch, J. P. et al (1960) Am. J. Bot. 47 : 566-76.
(36) Osborne, D. J. (1958) Trop. Agr. 35 : 145-58.
(37) Rubinstein, B. and A. C. Leopold (1963) Plant Physiol., 37 : 398-401.
(38) Rubinstein, B. and A. C. Leopold (1963) Plant Physiol., 38 : 262-67.
(39) Shaji, K., F. T. Addicott and W. A. Sweets (1951) Plant Physiol., 26 : 189-181.
(40) Swets, W. A. and F. T. Addicott (1955) Am. Soc. Hort. Sci., 65 : 291-95.
(41) Van Steveninck, R. F. M. (1959) Jour. Exptl. Bot., 10 : 367-76.
(42) Wadleigh, C. H. (1944) Univ. Ark. Agr. Sta. Bull. 448.
(43) Wayne, C. H. (1958) Texas Agr. Expt. Sta. MP 285.
(44) Went, F. W. (1928) Wuchsstoff und wachstum. Rec. trav. Bot. Neer. 25 : 1-116.
(45) Went, F. W. and K. V. Thimann (1937) Phytohormones Exp. Biol. Monographs. Mcmillan and Co.
(46) Wetmore, R. H. and W. P. Jacobs (1953) Amer. Jour. Bot., 40 : 272-76.
(47) Wright, S. T. C. (1956) Jour. Hort. Sci., 31 : 196-211.