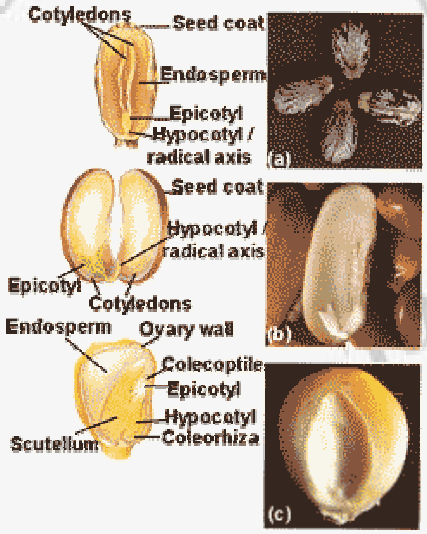
موسوعة علم النبات

- 2 –

فيزيولوجيا النبات

أ.د.محمد حامد ادريس



عقد الثمار

هي عملية تحول الزهرة إلى ثمرة فبعد التلقيح و الإخصاب تبدأ مرحلة جديدة هي مرحلة تكون الثمار وبداخلها البذرة أو البذور فى بداية تلك المرحلة يحدث ذبول للبتلات وتساقطها ثم تساقط الأقلام بما تحملها من مياسم أصابها الجفاف بعد أن أدت دورها .

يتم التحول من حالة الزهرة إلى الثمرة فيما يسمى بالعقد من عدة ساعات كما فى أزهار المانجو إلى عدة أيام كما فى أزهار الطماطم وتحتاج الثمار لتكوينها إلى انقسام خلايا جدار المبيض وهذا يحتاج منشط هرموني تحصل عليه جدر المبيض الثلاثة والمعروفة بالجدار الخارجي **Exocarp** ، و الأوسط **Mesocarp** والداخلي **Endocarp** أما من حبوب اللقاح فهى مصدر غنى بالاكسين أو ببادئ تكوين الاكسين **Auxin precursor** وهو الحمض الأميني التربتوفان والذي يتحول الى اندول حمض الخليك وهو الفيتواكسين الضروري لتنشيط انقسام الخلايا ولا يلعب الأكسين وحدة هذا الدور بل يشترك معه كل من الجبرلين السيتوكينين .

ثم يأتي دور البذرة فعند تكوينها من الزيجوت بعد إتمام عملية الإخصاب ونظرا لتوفر الأحماض الأمينية و الأحماض العضوية و السكريات الواردة من الورقة للثمرة العاقدة فإنه يتم تكوين المزيد من هرمونات النمو مثل ألاوكسن و الجبرلين والسيتوكين اللازم لانقسام تمييز وتخليق خلايا الجنين وعليه يصبح البذرة مصدر لتلك الهرمونات التي يحدث لها تسرب **Release** إلى جدار المبيض من يساعد على إتمام عملية انقسام واستطالة خلاياها ومن ثم تطور الثمرة حتى وصولها إلى مرحلة اكتمال النمو وقد وجد انه كلما زاد عدد البذور زاد حجم الثمرة النهائي حيث ان هناك علاقة بين توزيع البذور وشكل الثمار فى بعض الأنواع .

العقد البكري

يقصد به عقد الثمار بدون إخصاب المبيض وتكوين ثمار بدون بذور يرجع فى الغالب إلى عيب فى الكيس الجنيني فيعرف بالعقد البكري Parthenocarpy تميزا له عن Stemospermocarpy حيث يتم التلقيح والإخصاب ولكن الجنين يضمر ويموت مع استمرار جدر المبيض فى النمو لتكوين الثمرة ، وتنتشر تلك الظاهرة فى عدة سلالات نباتية خاصة تلك التي تتميز بوجود عدة بويضات لكل ثمرة مثل الموز والتين والأناناس وهناك عدة حالات للعقد البكري :

- تكوين الثمار بدون تلقيح الأزهار وبدون إخصاب ويسمى بالعقد البكري الخضري مثل الطماطم والبرتقال أبو سرة والموز والأناناس .
- تكوين الثمار بتشجيع من التلقيح دون وصول أنبوبة اللقاح للمبيض مثل البطيخ ويسمى العقد البكري التنشيطي وقد يحدث فيه التنشيط من زيارة الحشرات للزهرة أو من تجريح الأزهار أو حتى بتأثير ذرات الغبار ويمكن تشجيع ذلك النوع من العقد باستخدام التالي .
- التحكم فى الظروف البيئة مثل تعريض النباتات لدرجات حرارة منخفضة مع شدة إضاءة علية فتكون نسبة التلقيح منخفضة تحت تلك الظروف كما فى الطماطم أو تشجيع اختفاء الجنين بتعريض الثمار للصقيع أو الحرارة المنخفضة كما فى التفاح و الكمثرى .
- تشجيع العقد البكري باستخدام منظمات النمو رشاً على النباتات بالاكسين كما فى الطماطم و بالجبرلين كما فى العنب .

وفى حالات العقد البكري تتميز مبايض الأزهار و الثمار فيما بعد بارتفاع المستوى الهرموني عن مثيلاتها البذرية العادية فيدفعها هذا المستوى الهرموني المرتفع للاستمرار فى النمو وعدم التساقط أما فى الأنواع البذرية فتسقط ثمارها إذا فشل التلقيح و الإخصاب أو عند ضمور إجنتها بالثمار العاقدة ومعادلة تلك الأزهار بالهرمونات من الخارج Exogenous قد يعوض غياب الجنين مما يسمح المبيض الثمرة من الاستمرار فى النمو

العقد والتوازن الهرمونى الداخلي :

الاكسين والعقد : يبدأ الإفراز الهرموني فى الثمرة مع أول خطوة نحو تكوين الثمرة أي عند انتقال حبة اللقاح إلى ميسم الزهرة حيث تنمو أنبوبة اللقاح متوغلة بأنسجة القلم ، تحتوى حبة اللقاح على فيتوهرمونات الاكسن و الجبرلين التي تنشط وتصبح فعالة عند إنبات اللقاح بل الأكثر من هذا أن نمو أنبوبة اللقاح فى أنسجة القلم ينشط بناء الجديد من الاكسين بأنسجة المبيض ويرتفع المستوى الاوكسينى بصورة ملحوظة بالأنسجة المحيطة بقمة أنبوبة اللقاح النامية .

يحدث الإخصاب وينقسم الاندوسبرم سريعا وينمو الجنين فيرتفع المستوى الاوكسينى لزيادة الناتج منه فى نسيج الاندوسبرم و الجنين حيث إنها أنسجة مرستيمية ويرتبط محتوى الثمرة من الاكسين بعد العقد بنموه وتطوره البذور فى الثمار البذرية ارتباطا وثيقا بل يتوقف مدى استمرار الثمرة فى النمو والتطور وبالتالي زيادة حجمها فى دوره نموها الأول بعد العقد على المستوى الاوكسينى بها ويعنى انخفاض هذا المستوى تساقط الثمرة البذرية أو حتى تساقط الزهرة قبل ذلك التي فشلت فى العقد .

يؤجل ألاكسين من تساقط الأزهار بذا تطول الفترة بين وقت استعداد الزهرة للتلقيح وبين وقت تساقطها وبذا تزيد فرصة واحتمال حدوث الإخصاب والعقد الطبيعي بدرجة احسن فقد أدت المعاملة بالا وكسين "عجينه اللانولين 1 % من تحسين عقد البطيخ .

وبالرغم من انه أمكن الحصول على ثمار بالعقد البكري بعد معاملة مبيض الأزهار لأنواع كثيرة بالا كسين إلا أن ذلك لا يمكن تعميمه فمن الثابت انه لم يمكن الحصول على ثمار بكريه فى اكثر من 80 % من الأنواع البذرية فلا بد من توفر الاستعداد الطبيعي الموروث لتكوين ثمار بكريه العقد أي أن فرصة حدوث العقد البكري تزداد فى الأنواع التي تعقد بعض أصناف بكرياً طبيعيا خاصة إذا عوملت بمنظمات النمو الهرمونية .

ولا ينفرد الأكسين بالدور الرئيسي فى دفع الثمرة للنمو و التطور بل يشرك معه هرمونات أخرى مثل الجبرلين .

وقد وجد أن مستوى الأكسين فى الثمار البذرية يكون اكثر ارتفاعا فى طور الأزهار ولعدة أيام بعد حدوث العقد مباشرة عن نظيره بالثمار البذرية لنفس النوع النباتي ، وقد ارتفعت نسبة الثمار المتساقطة بعد العقد بيوم أو بيومين فى الثمار البذرية كنتيجة لانخفاض الأكسين بها فى هذا الوقت بغض النظر عن سبب انخفاضه .

ولنمو البذرة أثره الكبير فى نمو الثمرة وزيادة حجمها حيث تمد البذرة الثمرة بالاكسين القابل للانتشار Diffusible auxin ومثال على ذلك ثمرة الشيلك المتجمعة فان حجمها يتوقف على الثميرات الاكينية nesAche و التي تمد نسيج التخت اللحمي بالاكسين فتنمو وينمو معه الثمرة ، وغياب أحدى الثميرات الاكينية يمنع الإمداد الاكسينى لنسيج التخت وبالتالي يمنع نمو الأنسجة بهذا الجزء وتبدو الثمرة غير منتظمة الشكل . أمكن الاستعاضة عن الثميرة بوضع عجينه اللانولين المحتوية على 2 Naphthoxyacetic acid بتركيز 100 جزء فى المليون فتنمو الثمرة كما لو كانت كل الثميرات موجودة .

ولعدد من البذور فى الثمرة دور كبير فى زيادة مستوى الأكسين بها ومن ثم يرتبط حجم الثمرة بعدد البذور بها فقد وجد أن محتوى الثمار الكبيرة كان خمس أضعاف ما بالثمار الصغيرة و التي سقطت فى مرحلة التساقط الثمري الأول وقد انخفض المستوى الاكسينى بالثمار التي عقدت دون تلقيح عنه فى الثمار التي عقدت بعد تلقحها و إخصابها ثم سقطت فى التساقط الأول وفسر ذلك على أساس ا ن كميات الأكسين المطلقة بالثمرة ليست هي المتحكمة فى التساقط من عدمه ولكن يحدده المستوى الاكسينى بالثمرة وعلاقته بالمستوى الاكسينى بالثمار المتاخمة لها على العنقود بمعنى انه عندما تنتج بعض الثمار من أزهار ملقحة و البعض من أزهار فشل تلقيحها فان الفرق الكبير بين المستوى الاوكسينى إي التدرج الاوكسينى يسبب التساقط السريع للثمار ذات المحتوى الاوكسينى ألاقل وقد لوحظ أن تدهور الجنين فى الخوخ والكريز يؤثر على حجم الثمار وموعد النضج وقد يسبب موته أو ضموره لتساقط الثمرة فى حين يؤدى ضمور الجنين فى آخر مراحل النمو البيريكارب قد يزيد من نمو الثمرة أن لم يكن له تأثير .

مصدر الأكسين بالثمرة : يختلف نوع النسيج المانح للاكسين بالبذرة " نيوسيلة ، اندوسبيرم جنين ،قصره) تبعا للنوع النباتي وعمر البذرة ففي العنب الكونكورد الأمريكي ارتبط نمو النيوسيلة انقسام وتضخم الخلايا لمدة أسبوع بعد الأزهار بنشاطها فى تكوين معظم الأكسين بالبذرة ثم يظهر الاندوسبيرم الخلوي فى اليوم التالي بعد العقد وبذلك يبدأ مصدر آخر للاكسين بالبذرة حتى حين يقل تدريجيا المصدر النيوسيلى ويزيد فى المقابل المصدر الاندوسبيرم ثم يبدأ الجنين فى الانقسام بعد 14 يوم من العقد ثم ينمو ببطيء حتى يصل أقصى نموه له بعد 25 يوم من العقد وذلك يشارك متأخراً فى إنتاج الأكسين أما الأغلفة البذرية فلها أيضاً دور بجانب الاندوسبيرم لكن هناك اعتقاد يرى أن الاندوسبيرم هو مركز إنتاج الاكسين ويصل الإنتاج لأقصاه عند تحول Free nuclear الى Cellular endosperm .

مما سبق يتضح أهمية الفيتو هرمونات فى عقد الثمار من عدمه وحاول كثير من الرش بمنظمات النمو لإسراع إنبات حبة اللقاح و إسراع استطالة أنبوبة وبالفعل نشط IAA، IBA، NAA و الجبرلين و السيتوكينين من نمو حبة اللقاح و بالتالي زيادة العقد وكانت التركيزات المستعملة فى حدود ضيقة للغاية من 1-50 جزء فى المليون بينما تمنع التركيزات العالية من إنبات حبة اللقاح ويستفاد من ذلك فى برامج التربية للحصول على هجن اكثر منه بغرض تحسين العقد .

الجبرلين و العقد : تمد البذرة الثمرة أيضاً بالجبرلين اللازم لنمو أنسجة الثمرة ، أن احتواء جدر المبيض على الفيتو هرمونات يساعدها فى القيام بدور المستقبل فى العلاقة Source Relation/Sink والتى تؤدى الى جذب المواد الغذائية المتكونة فى الأوراق لتخزن فى خلايا الثمرة المتكونة ، وتستجيب نباتات العائلة القرعية لمعاملات الاكسين والجبرلين لأحداث العقد البكري وتتميز التركيزات المستعملة باتساع مداها إذا يقع التأثير فى حدود 10 – 200 جزء فى المليون فى دفع الأزهار المعاملة للعقد البكري . وتدل النتائج أن خلط اكثر من جبرلين يعطى تأثير اكبر فى إحداث العقد البكري فى الثمار الفرعية .

وتختلف الأصناف فى استجابتها إذ بينما لا يحدث أي تحسن فى عقد التفاح صنف Golden delicious بعد المعادلة بتسعة جبريلينات نجد أن العقد زاد 40- 80 % بعد المعاملة ب 100 – 800 ppm فى الصنف Lombartacol villa ، وقد أمكن

الحصول على عقد بكرى للكريز لا تختلف عن الثمار العادية بعد المعاملة بمخلوط من 3GA –NAA– T-2,4,5 – D-2,4 بتركيز 20 فى المليون .

وللتوقيت الصحيح للمعاملة أثره الكبير على نجاح العقد البكري من عدمه وكلما بكر فى الاستعمال كلما زاد عدد الأزهار التي تعقد بكرياً مما يجب معه إجراء خف عناقيد العنب مثلا أو الحبات كما انه تأخير المعاملة لا يتحقق معه الزيادة المرغوبة فى حجم الحبة لذا فاحسن وقت للمعادلة يكون بعد تساقط الأزهار التى فشلت فى العقد مباشرة .

تبدى الأصناف البذرية أو غالبيتها عد استجابة للمعاملة با 3GA بل قد يسبب ضررا مثل انفصال الحبات وقلة المحصول وقلة نمو الأفرع الحضرية فى العام التالي للمعاملة كنتيجة لتأثيره فى تأخير نضج الخشب سنه المعادلة بل قل الأزهار فى العام التالي .

السيتوكينين و العقد : لوحظ وجود السيتوكينين فى ثمار الموز البكرية بينما احتوت الثمار البكرية على القليل من السيتوكينين أو حتى غيابه كليا وقد أعطت المعاملة بمخلوط من 3GA +BA زيادة العقد البكري فى الموز .

معيقات النمو والعقد : أدت المعاملة بCCC على العنب البذري 1-3 أسابيع قبل الأزهار بتركيز 10 – 100 جزء فى المليون الى زيادة عدد الثمار العاقدة بحوالي 20 % و ارتبطت الزيادة فى عدد الحبات العاقدة بالزيادة فى تركيز السيكوسيل المستعمل .

نسبة الثمار

تعتبر نسبة العقد أي عدد الأزهار العاقدة إلى العدد الكلى للأزهار أحد العوامل المحددة لمحصول أي نبات تجارى وهناك عدة عوامل تحدد نسبة العقد وهى :-

Ø عدم كفاية التلقيح حيث تؤثر قلة الإضاءة ودرجات الحرارة المنخفضة على تركيب الأزهار مما يقلل من كفاءة عملية التلقيح الذاتي فيه ، كما تؤثر الظروف الجوية على طول الفترة التي تكون فيها المياسم مستعدة للتلقيح فانخفاض الرطوبة النسبية وزيادة إشعاع الشمس وسرعة الرياح تسبب سرعة جفاف المياسم وبالتالي تقل المدة التي يكون فيها مستعد لاستقبال حبوب اللقاح وتهيئة البيئة الملائمة لإنبات حبوب اللقاح عليها كما يزيد أو يقل عقم حبوب اللقاح تحت ظروف بيئية معينة من كفاءة التلقيح .

Ø تنافس الثمار الصغيرة على الغذاء الممنوح من الأوراق والذي ينتقل للثمار يسبب قلة العقد حيث تسقط الثمار العاقدة الصغيرة والتي لم تحصل على احتياجاتها الغذائية واللازمة للاستمرار حياتها وقد وجد أن التحليق يمنع انتقال المواد الغذائية خارج الفروع وبالتالي يزيد عدد الثمار العاقدة على الفرع وتسبب قلة كمية الماء المتوفر للنبات أيضاً على انخفاض نسبة العقد وذلك إذا وصل النبات إلى حد الاستنزاف المائي فارتخت جدر خلاياه وتوقف عن الانقسام فقد يؤدى ذلك إلى التضحية ببعض الثمار الصغيرة العاقدة للمحافظة على الاتزان المائي ، وقد يتم تساقط الأزهار والثمار الصغيرة العاقدة نتيجة عدم الاتزان الهرموني نتيجة عدم وفرة الهرمونات اللازم لإتمام العمليات الفسيولوجية المختصة بالتطور الثمري والنضج وهذا التوازن الهرموني الضروري للثمار يتأثر بالظروف الجوية من حرارة ورطوبة نسبية ورياح وغيرها ويمكن استخدام الهرمونات رشا لرفع نسبة العقد كاستخدام نفثالين حمض الخليك NAA و مركبات الفينوكس مثل D - 2,4

نمو الثمار

تختلف فترة انقسام الخلايا أثناء نمو الثمار بعد العقد Anthesis من نبات لأخر فبينما تكون 4-8 أيام فى الكوسة ، تكون 4-9 أسابيع فى البرتقال ويستمر انقسام الخلايا حتى اكتمال النمو وتنمو معظم أنواع الثمار حسب منحنى النمو المعروف على شكل S ويسمى Sigmoid curve مثل البرتقال ،البلح ،الطماطم ،البسلة ،القرعيات بينما يتبع عدد أخر من الثمار منحنى نمو ذو دورتين Double sigmoid curve مثل المشمش والخوخ والبرقوق و الزيتون والتين والعنب حيث تتميز الثمار بوجود فترتين للنمو السريع بينهما فترة للنمو البطيء تكون الأولى مرحلة نمو سريع للمبيض ومحتوياته ما عدا الاندوكارب ونمو سريع للاندوسبرم والجنين . ثم يعقبها مرحلة نمو سريع ثانية للطبقة الوسطية للثمرة (الميزوكارب) نتيجة كبر حجم الخلايا وليس لزيادة إعدادها حتى اكتمال النمو .

تنتقل المواد الغذائية أثناء نمو الثمار من الأوراق القريبة القادرة على التمثيل الغذائي إلى الثمار. لذلك نجد أن نمو الثمار يصاحبه زيادة حجم ووزن .إلا أن فى بعض الحالات مثل ما هو موجود فى التفاح نجد أن زيادة الحجم تفوق الوزن ب 25 % وذلك نتيجة تكون فراغات هوائية بين خلايا الثمار . أما فى العنب فيحدث العكس حيث يزيد الوزن عن الحجم نتيجة تراكم المواد الصلبة الذائبة فى الثمار .

اكتمال نمو ونضج الثمار : اكتمال النمو هو وصول الثمرة لعمر فسيولوجي هو نهاية منحنى النمو الثمرى فتصل الثمرة إلى الحجم النهائي وإذا قطفت الثمرة عند تلك المرحلة تستطيع بعيدا عن الأم من الاستمرار فى مراحل التطور لتصل إلى النضج دون نقص فى صفاتها الثمرية من حيث الجودة والطعم وعند ذلك نجد أن الثمرة استعدت للتحول للنضج بمعنى أن كل المواد الداخلة فى تفاعلات النضج قد جهزت و الأنزيمات التي سوف تقوم بالعمل قد أنتجت وسوف يتم البدء فى العمل .

مرحلة النضج هي مرحلة يتم فيها حدوث تغيرات فى اللون والصلابة والطعم والرائحة لتصبح الثمرة صالحة للاستهلاك وصالحة للقطف ، ولكن هناك إستثناءات حيث أن بعض الثمار لا تنضج إلا بعد قطفها كالزبدية ، ويسرع القطف من البعض الآخر من الثمار مثل التفاح والموز والباباظ . ويجب الأخذ فى الاعتبار أن القطف قبل وصول الثمرة إلى مرحلة اكتمال النمو يمنعها من الوصول للنضج بكفاءة فتقل بذلك جودتها وصلاحيتها للأكل .

تلي مرحلة النضج دخول الثمرة فى مرحلة الشيخوخة وبداية حياتها الفسيولوجية ، يصاحب النضج تغيرات منها فقد الصلابة بتحلل المادة اللاصقة بين الخلايا (بكتات الكالسيوم) وهى الميدلاميلا ، كما يحدث تحول المواد النشوية إلى سكرية ، وفقد المواد التانينية والفينولية ، وتكوين صبغات اللون وتكوين الغازات المتطايرة المسئولة عن الرائحة والنكهة والتغير فى معدل التنفس وبالتالي التغير فى محتوى الثمرة من الأحماض فتعدل النسبة بين السكريات إلى الأحماض فيتحدد الطعم المميز للثمرة

اختلاف التركيب الكيميائي للثمار باختلاف نوع الثمار وأصناف النباتات

رغم أنها تسقى بماء واحد تحتوى الثمار على مواد كيميائية عديدة كالماء والكربوهيدرات والفيتامينات.....الخ وتستمد الثمار مكوناتها الكمياوية نتيجة لانتقال المركبات الكيميائية من مواد كربوهيدراتية وبروتينيات ودهون وعناصر وفيتامينات وغيرها من المجموع الخضري خلال الأوعية اللحائية إلى الثمار وبذلك فالثمار تعتبر أعضاء تخزين ، كما يحدث فيها تحول المركبات الكيميائية البسيطة إلى مركبات اكثر تعقيدا .

تنتقل المحاليل الغذائية المتكونة فى الأوراق إلى الثمار وتندفع بخاصية الاندفاع بالضغط فعند تكوين السكريات فى الوراق يزداد ضغطها الاسموزى فتمتص الماء وتنتفخ وتزداد الضغط الناتج عن الانتفاخ (ضغط الانتفاخ) عن الخلايا المجاورة فيندفع المحلول إلى الخلايا المجاورة فيندفع المحلول إلى الخلايا المجاورة خلال البلازمودزما ثم إلى الأنابيب الغربالية وينساب ليصل فى النهاية إلى خلايا الثمار ، وفى الثمار تستهلك والكربوهيدرات فى التنفس لإنتاج الطاقة أو تتحول والكربوهيدرات البسيطة والمسببة للضغط الاسموزى إلى نشا (والمسبب للضغوط الاسموزية المنخفضة) وبذلك يظل ضغط الانتفاخ فى خلايا الثمار منخفضة مما يسبب اندفاع و انتقال المزيد من والكربوهيدرات الذاتية من الورقة إلى الثمرة .

وبالرغم من أن الأنواع المختلفة لثمار الحاصلات البستانية تتشابه فى محتوياتها الكمياوية من الناحية الوصفية إلا إنها تختلف اختلافا كبيرا فى الكميات ويرجع الاختلاف بين أنواع الثمار فى تركيبها الكمياوي فان الثمار داخل النوع الواحد تختلف فى الكميات الموجودة بها من المركبات الكيميائية ويرجع ذلك لعوامل وراثية وعوامل بيئية مختلفة .

ترتبط صفات الجودة من حيث الطعم من كمية النشا و السكر ونسبتها الى الأحماض وكمية المواد البكتينية الذائبة بالصلابة ونوع بكمية الصبغات النباتية باللون وكمية الفينولات والتانينات بالطعم القابض وكمية الأحماض العضوية بدرجة الحموضة وهكذا وترتبط هذه التغيرات الكيماوية مع التنفس .

تعتبر الكربوهيدرات من أهم المكونات الكيماوية للثمار وتشمل السكريات الأحادية الثلاثية والرباعية والخماسية والسداسية كما تحتوى السكريات الثنائية والثلاثية ، ومشتقات السكريات ، الاسترات ، الجليكوزيدات و السكريات العديدة مثل النشا والسيليلوز و

الانيولين تتراوح نسبة والكربوهيدرات فى ثمار الجوافة 7 % ، الموز 23% والمانجو 18 % والخوخ 16 % والعنب 37 % واهم السكريات هي السكروز والجلوكوز و الفركتوز ، يحتوى الخرشوف على الانيولين كمادة كربوهيدراتية بدلا من النشا أما الثوم فيحتوى على نسبة عالية من الدكسترين .

يوجد النشا فى صورتيه ، الاميلوز ويوجد فى الثمار بنسبة 20-25 % بينما تصل نسبة الاميلوبكتين إلى 75-80 % وتختلف شكل حبيبات النشا من نوع من الثمار للآخر ، يوجد فى الثمار نوعين من أنزيم الاميليز المحلل للنشا آلافا اميليز ويعمل على تكسير الروابط الجليكوزيدية الوسيطية ويحول النشا الى دكسترين ، أما البيتا اميليز فيعمل على تكسير الروابط الجليكوزيدية الطرفية لتحويل النشا و الدكسترين إلى مالتوز كما يوجد فى الثمار أنزيم المالتيز الذي يحول المالتوز الى جلوكوز ، كما قد يتحول النشا الى جلوكوز بفعل أنزيم Starch phosphorylase فى وجود حمض الفوسفوريك الغير عضوي وينشط هذا التفاعل على درجات الحرارة المنخفضة .

توجد بالثمار عدد كبير من الأحماض العضوية بكميات متفاوتة خاصة أحماض دورة كربس فى تفاعلات التنفس مثل حمض الستريك فى الموالح والماليك فى التفاحيات والطرطريك فى العنب .

المواد البكتينية وصلابة الثمار :

تلعب دورا هاما فى صلابة الثمار حيث أن الصحفية الوسطية middle lamella تتكون فقط من مواد بكتينية ، أما الجدار الأولى فيحتوى على المواد البكتينية بالإضافة إلى السليولوز وهيمسليولوز و البروتينات والليبيدات ، يلي الجدار الأولى الجدار الثانوي لخلايا الثمار فيحوى القليل من المواد البكتينية ويكون المكون الأساسي هو السليولوز. وعند نضج الثمار يحدث التغيرات فى الصفيحة الوسطى والجدار الأولى بينما لا يحدث أي تغيير فى الجدار الثانوي وما يحدث فى الصحيفة الوسطى والجدار الأولى ما هو إلا تحلل بكتات الكالسيوم الغروية اللاحمة بين الخلايا إلى مركبات تذوب فى الماء فينتهي دورها اللاحم وتلين على أثره تلك الثمار فتصبح سهلة نزع القشرة عن الثمرة أو الأكل المباشر .

تتكون المواد البكتينية فى الصفيحة الوسطى والجدار الثانوي من وحدات متكررة من حمض الجلاكتورونيك مرتبطة بروابط جلوكوزيدية ومجموعات ميثانول وتشمل على كل من:

- حمض البكتيك الذي يتكون من أربع وحدات حمض الجلاكتورونيك بالإضافة إلى سكر خماسي هو الارابينوز وأخر سداسي هو الجالاكتوز وهو يماثل سابقة بالإضافة إلى اتحاد الميثيل بدلا من ذرة أيدروجين على مجموعة الكربوكسيل ليكون مثيل استر

- البكتينات او البكتين يتكون من 25 وحدة حمض بكتيك و البكتينات وهى الصورة المعقدة وهى عبارة البكتينات المرتبطة بالكالسيوم أو السكريات أو بروابط ايدروجينية لتكون مركب ذو وزن جزئي مرتفع ويؤدى إلى صلابة الثمار وتختلف نسبة المواد البكتينية تبعا لنوع الثمار فهي تمثل 35% من وزن قشرة الليمون ، 17 % من وزن قشرة التفاح ، 3 % من وزن قشرة الطماطم، ويوجد تناسب بين الميثلة فى البكتين وصلابة الثمار فكلما نقصت الاسترة نقصت الصلابة .

ويلعب الكالسيوم الدور الأساسي فى تحديد مدى صلابة الثمار حيث أن اتحاده مع البكتين و الأحماض البكتينية يسبب الصلابة وعند تحرره بواسطة أنزيم البكتينيز تفقد الثمرة صلابتها ، ولا يلعب أنزيم البكتين الدور الوحيد فى لين الثمار بل يشاركه عدة أنزيمات أخرى مثل البروتوبكتينيز الذي يحلل البروتوبكتين إلي حمض بكتينيك . وأنزيم البكتين ميثيل استريز الذي يكسر رابطة الميثيل استر فى حمض البكتينيك و البروتوبكتين كما يشارك إنزيم البولي جلاكتورينز فى تكسير الروابط الجليوكوزيدية (1-4) بين حمض الجلاكتوزنيك مما يعمل على تقصير السلسلة وقد وجد أن نشاط تلك الأنزيمات سابقة الذكر يزيد مع تقدم الثمار فى النضج ويعتقد الكثير من الباحثين أن كميه الأنزيمات فى الثمار لا تتغير أثناء مرحلة التطور الثمري إنما تكون فعالة فى مرحلة النمو

لوجود مواد مانعة لنشاط الأنزيمات والتي تقل مع تقدم الثمرة فيظهر نشاط تلك الأنزيمات كما وجد آن نشاط تلك الأنزيمات يتأثر بما تتعرض له من ظروف تشجع على نشاط تلك الأنزيمات مثل ارتفاع درجة الحرارة والمعاملة بغاز الأيثلين

صبغات الثمار (التلوين)

هي مجموعة مركبات مسئولة عن الألوان فى الثمار وتنقسم إلى :

صبغات غير قابلة للذوبان فى الماء وتذوب فى الليبيدات

الكلوروفيلات وتشمل كلوروفيل أ ، ب وهى المسئولة عن اللون الأخضر

الكاروتينات وتشمل صبغات مسئولة عن اللون الأصفر والبرتقالي مثل الالفا كاروتين

والجاما كاروتين والزنثوفيلات وكذلك صبغة الليكوبين الحمراء

صبغات قالبة للذوبان فى الماء

الفلافونول ولونها اصفر أو اصفر مبيض

الفلافونات ولونها اصفر أو كريمي فاتح

الانثيوسيانينات ويسبب الألوان من الأحمر إلى الأزرق وإذا اتحدت هذه الصبغات مع

المركبات الفينولية فى الثمار تظهر الألوان البنية

أما الفلافونينات وهى الأصباغ التي تذوب فى الماء وهى عبارة عن جلوكوزيدات من نوع خاص توجد فى العصير الخلوي وتتكون من السكريات عن طريق حمض الشيكيميك والذي ينتج عنه حمض التيروزين والفينيل الانين ثم يتكون منهما أحماض السينامك ثم الشالكونز الذي يتكون منه الانيوسيانينات والفلافونات وتمتاز الفلافونات عن الانثيوسيانين باحتوائها على الأوكسجين وعند تحللها تنتج السكر واجليكون وتوجد فى البصل و القرنبيط و الكرنب

الانثوسيانينات اى الفلافونينات المؤكسدة ومن أهمها :

_ سيانيدين – 3 جلاكتوزيد وتوجد فى الخوخ و التفاح والبرقوق

_ دلفينيدن 3-جلوكوزيد وتوجد فى الرمان و العنب

_ سياندين 3- مانوزيد وتوجد فى التين

_ بلارجونيدين 3- جلاكتوزين

ومن هنا يتضح أن اللون الأحمر فى التفاح و الخوخ والنكتارين و المشمش و البرقوق والعنب و الرومان و الشليك ويرجع إلى الانثيوسيانيات .

تتكون الكلوروفيلات فى الثمار من اتحاد حمض الجليسن مع حمض السكسينيل المحمول على المساعد الأنزيمي Succinyl)A CO A) لتكوين مركب البروتوبرفرين Protoprophyrin الذي تتحد أربع جزيئات منه مع المغنيسيوم ليكون حمض الكلوروفيلين فتتحد مع تربين يعرف بكحول الريبتول ليكون جزيء الكلوروفيل ، يأخذ الكلوروفيل فى التأكسد و الاضمحلال كلما

تقدمت الثمار فى النضج ومع اختفاء الكلوروفيل تبدأ الصبغات الأخرى فى الظهور ويفقد الكلوروفيل فيتحول الى مركب Pheophytin والذي يتحول إلى مركب Chlorins وهى مواد عديمة اللون

أما الكاروتينات فتنتج من اتحاد مركب الأسيتيل مع حمض اللي وسين لينتج حمض الميفالونيك الذي تتكشف ثمان وحدات منه ليكون phytoene ثم phytofluene ثم Neurosporene عند ذلك الحد تكون الثمار وصلت إلى مرحلة اكتمال النمو

تلك المركبات السابقة الذكر عديمة اللون وعند بداية النضج يتحول المركب الأخير أما إلى الكاروتين أو إلى الليكوبين ثم الزانتوفيل وذلك بمساعدة الضوء فهو يساعد على تغير لون الانثوسيانين تبعا لتغير درجة حموضة المحلول الذائب فى العصير الخلوي فتكون حمراء فى الوسط الحامضى وبنفسجي فى الوسط المتعادل و ازرق فى الوسط القلوي كما يتوقف اللون على نوع السكر المرتبط بالاجليكون وعلية فأن توفر الضوء داخل قلب الشجرة ضروري لتكوين الألوان وجودة الثمار وبالتالي فأن عملية التقليم او فتح قلب الشجرة للسماح للضوء من تخلل قلب الشجرة من المهارات الأساسية للبستانيين للحصول على ثمار ذات جودة عالية من حيث التلوين الذى يعتبر هو الصفة الأساسية فى الجودة

المركبات الفينولية

تشمل عدد من الأحماض العضوية العطرية المنتشرة فى الثمار بالإضافة إلى الفلافونات والليكو- انثيوسيانينات والكاتيكينات وغيرها ، تحدد الفينولات طعم الثمار ومدى صلاحيتها للاستهلاك ويوجد فى الثمار عدد من الأنزيمات التي تؤثر على المواد الفيينولية من أهمها البولى فينول اوكسيديز ، التيروسينيز ، الاوكسجينيز و الفينوليليز.

التانينيات : هي مواد فينولية عديدة Polyphenoles المسئولة عن الطعم القابض قبل اكتمال نمو الثمار وتعتبر استرات سكرية لحمض الجاليك واللاجيك ... وتنقسم التانينيات الى قسمين :

تانينات قابلة للتحلل Hydrolysable tannins

وهى عبارة عن جزيئات حمض الجاليك (حمض الجاليك يتكون من عدد من جزئيات حمض البنزويك) وتنقسم هذه المجموعة الى Gallotannins تعطى عن تحللها حمض الجاليك وسكر الجلوكوز و Ellagitannins تعطى عن تحللها حمض جاليك وحمض اللاجيك (2 جزئي جاليك) وجلوكوز

تانينات غير حرة Condensed tannins

هى أنواع من الفلافينات مثل الكاتيكين والسانيدين و الليكوانثوسيانينات عديمة اللون ، وبصفة عامة تقل كمية التانينات الحرة فى الثمار مع تقدمها فى النضج نتيجة زيادة قابليتها للذوبان وزيادة تحول التانينات الغير حرة إلى أجسام تانينية صلبة غير ذاتية يؤدى إلى تحوصل الخلايا فلا تتهشم أثناء الأكل فلا تنتشر فى الفم و لا تختلط باللعاب وبذلك لا يشعر بالطعم القابض .

محتوى الثمرة من الغذاء :

البروتينيات : تختلف البروتينيات باختلاف الثمار وهى فى الغالب فقيرة بالبروتينيات باستثناء بعض الثمار الغنية بالبروتين مثل الزيتون 3% ، الزبدية 4% ، البيكان 10 % الجوز 16 % اللوز 18 %

وقد يوجد البروتين فى الثمار فى صورة أحماض أمينية حرة . وقد وجد أن هناك تغير نسبى فى نوع الأحماض الأمينية مع تقدم الثمار فى النضج فمثلا يزيد البرولين ويقل الاسبارتيك والجلوتاميك فى الكمثرى ، كما وجد فى ثمار الطماطم أن كمية الأحماض الأمينية ثابتة فى مراحل النضج المختلفة إلا أن كمية الجلوتاميك و الاسبارتيك تزيد مع تقدم الثمار فى النضج ، زيادة الأحماض الأمينية الحرة تنتج نتيجة تحلل البروتين .

الليبيدات : تتكون فى الثمار كمواد مخزنة ولتوليد الطاقة عند الحاجة ويختلف كمياتها أيضا تبعا لنوع الثمار فهي قليلة جدا فى معظم الثمار باستثناء الزيتون 12-20 % الزبدية 16% اللوز 54 % الجوز 64 % البيكان 70 % . وتحتوى الثمار الدهنية على أنزيم الليبيز الذي يحلل الدهون وقد وجد أن هناك علاقة بين هرمون الاثيلين بالثمار وكمية الحمض الدهني اللينوليك .

تدخل الشموع فى تكوين طبقة الكيوتيكل على سطح الثمار التي تعمل على الحد من تبخر الماء وتكسب الثمار البريق اللامع وهى مواد تشبه الدهون فى احتوائها على الأحماض الدهنية ولكن تختلف فى احتوائها على كحولات أحادية الايدروكسيل بدلا من الجليسرول .

المركبات الطيارة : تعرف بالمركبات الطيارة الغير اثيلينية Nonethylenic volatiles تسبب رائحة الثمار ونكهتها وهى مواد طيارة لاحتوائها على روابط زوجية تتكون المركبات الطيارة من التربينات و مواد أخرى مثل ألاسترات و الكحولات و الالدهيدرات و الكيتونات و الأحماض العضوية ، يصل تركيز الغازات المتطايرة غير الاثيلينية حوالي 6 – 4.3 مليجرام / لكل من ثمار التفاح ، الكمثرى على الترتيب

تلون الثمار باللون البني : يحدث ظاهرة التلون البني فى بعض الثمار عند قطعها وذلك لقيام إنزيم Polyphenol oxidase بتأكسد مادة الكاتيكول باستخدام الأكسجين الذي يتوفر عند حدوث القطع أو الجرح فتتحول إلى الارثوكينون ثم تتحول الأخيرة إلى هيدروكسى كينون ثم يتفاعل المركبان معا ليتكون الكاتيكول مرة ثانية بالإضافة إلى هيدروكسى كينون التي تتجمع لتكون صبغة الميلانين البنية اللون ، ويمنع وجود حمض الاسكوربيك أكسدة الكاتيكول بأنزيم البولى فينولاكسيديز .

الفيتامينات : تعتبر ثمار الفاكهة أهم المصادر الطبيعية للفيتامينات وتمتاز بعض الثمار بانفرادها بين أنواع الثمار الأخرى باحتوائها على فيتامين معين مثل الموالح والجوافة و البلح و الطماطم و الفلفل بفيتامين ح أو حمض الاسكوربيك ، كما يتوفر فيتامين (فيتامين أ) فى ثمار المشمش والبرقوق واليوسفي وفيتامين ب بكميات بسيطة فى البرتقال و التفاح و التين و العنب ويوجد النياسين فى البرتقال و التين والجوافة و الرومان و العنب و الموز كما يوجد الستربن (فيتامين أ) فى الموالح خاصة الليمون.

الأملاح : لا تقتل أهمية عن الفيتامينات وتحتوى الثمار على كميات متفاوتة منها كالصوديوم والمغنيسيوم والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمنجنيز والحديد والنحاس والزنك وتتراوح نسبتها فى الثمار ما بين 0.25 إلى 0.64 % على أساس الوزن الجاف . وتوجد الأملاح عادة فى صورة أملاح للأحماض العضوية ذائبة فى العصير وتوجد العناصر كالحديد والنحاس والمنجنيز والمغنيسيوم كعوامل مساعدة لفعل الإنزيمات العاملة فى الثمار

النضج الفسيولوجي للثمار وعلاقته بالتنفس (ظاهرة الكلايمكتريك)

اكتشف West &Kidd فى الثلاثينات عند دراسة تنفس ثمار التفاح أن معدل تنفس الثمار ينخفض عند اكتمال النمو ثم يرتفع أثناء النضج حتى يصل إلى ذروة التنفس يعقبه انخفاض مرة أخرى عند دخول الثمار فى الشيخوخة أطلق على تلك الظاهرة اسم الكلايمتكترك Climacteric

قسمت الثمار إلى ثمار تحدث فيها وثمار لا تحدث فيها ظاهرة الكلايمكتريك

ثم توالت الأبحاث لتحديد مواعيد ذروة التنفس للثمار التي بها ظاهرة الكلايمكتريك فقسمت الثمار إلى :

- ثمار تحدث فيها ذروة التنفس فى نفس الوقت الذي تكون فيه الثمار صالحة للاستهلاك مثل الكمثرى
- ثمار تحدث فيها ذروة التنفس قبل وصول الثمار لدرجة الصلاحية بفترة قصيرة مثل التفاح والموز و المانجو
- ثمار تحدث فيها الذروة قبل النضج بفترة كبيرة مثل الطماطم

لوحظ أن كل الثمار الكلايمكتيرية تنتج اثيلين وان ارتفاع تركيز الاثيلين داخل الثمرة يحدث قبل بدء الكلايمكتيرك وبالتالي فان الاثيلين كهرمون للإنضاج قد يكون مسؤولا عن حدوث ذروة التنفس فى الثمار .

وفى العادة فان الثمار تخزن مواد اكثر من حاجتها المباشرة وتقوم الثمار بأكسدة السكريات للحصول على الطاقة اللازمة لإتمام باقي التفاعلات الحيوية الخاصة بالنضج علاوة على أن أثناء عملية التنفس تتكون مركبات وسطية أثناء التنفس تستخدم فى تكوين الصبغات اللازمة لتلوين الثمار كما أن النقص فى الحموضة ينتج من استخدام بعض الأحماض العضوية فى عملية التنفس

التطور الثمرى نحو النضج

يبدأ تحول الثمرة نحو النضج النهائي Ripening مع تغيرات مصاحبة فى اللون والقوام و لطعم و النكهة ..الخ ويحدث النضج بعد اكتمال نمو الثمرة وتوقفها عن المزيد من النمو ، ونقطة بدء اكتمال النمو يحددها تداخل العوامل الوراثية الخاصة بالصنف مع مؤثرات عوامل البيئة المحيطة بالنبات وتلعب الفيتو هرمونات دورا فى نمو وتطور الثمرة وتؤثر بطريقة ما على حجم التطور المؤدى لظاهرة النضج بصورتها المعقدة

أولاً : منشطات النمو :

الأكسين : عملية التلقيح كما ورد تضيف للمبيض اوكسيناً طبيعيا من تنشيط بناءه فى الأنسجة المجاورة لأنبوبة اللقاح النامية بالقلم وحتى فى الثمار البكرية العقد يحتوى المبيض على مستوى عالي من الأكسين وكما هو معروف فان علاقة حجم الثمرة وعدد البذور بها تفسر على أساس أن البذرة مكان بناء الجديد من الفيتواوكسين كما أن المعاملة بالاوكسين ينشط نموها ويسرع نضجها الفسيولوجي (البلوغ) وقد أدت المعاملة بمنظم النمو ألاوكسيني من اكتمال نمو الثمار التين وكان تأثيرها راجعا إلي تنشيط بناء الاثيلين فى الثمرة ويعتمد الاكسين فى تنشيطه على إنتاج الاثيلين على التوقيت ففي الطماطم زاد الاثيلين بعد المعاملة بالا كسين فى مرحلة اكتمال نمو الثمرة مباشرة ولكن معاملة الثمرة فى طور Pink Stage لم يؤثر على إنتاج الاكسين وفى الموز وجد أن المعاملة بالاكسين D-2,4 بتركيز 200-600 أسرع من النضج .
ومن خلال الاستنتاجات المتحصل عليها من تأثير الاكسين على بناء الاثيلين بنسبه أمكن تفسير تغير المستوى الاكسينى أثناء نمو وتطور الثمرة نحو النضج حيث ينخفض بتقدم الثمرة ويصحب انخفاض مستواه ظهور مركبات أخرى من ارتباطه بغيره من المواد وينتج مثلا Indole acetyl glucose او مثل tryptophan – D – Malonyl يقودنا ذلك إلى ارتباط الاكسين الموجود بالثمرة وقت البلوغ مما يخفض من مستواه ، وقد فسر Zeum ما يحدث للاكسين عند اكتمال النمو مؤداه انه يتحول الى coselndole acetyl glu او Indole acetyl Aspertate او قد يقف إمداد الثمرة بالجديد من الاكسين حيث يتحول مولد الاكسين الى التربتوفان والأخير يتحول الى المالونيل تربتوفان

الجبرلين : سبق أن عرفنا أن الجبرلين اختص وحده فى زيادة عقد ثمار الموالح حيث لم يكن للاوكسين تأثير واختص وحده أيضاً بإحداث العقد البكري بالثمار ذات النواة الحجرية ودور الجبرلين فى نمو ثمار أنواع نبات كثيرة لا يقل فى دوره فى العقد فلقد ثبت احتواء ثمار الخوخ على مواد مشابهة للجبرلين تؤثر على نمو الاندوكارب وتنظم انقسامه وتضخم الخلايا بالميزوكارب .
وقد لوحظ أن الجبرلين يؤخر من اكتمال نمو الثمرة ونضجها لذلك فان مستواه يقل عندما تبدأ الثمرة فى الدخول فى طور اكتمال النمو وأيضاً أخرت وصولها إلى مرحلة النضج وذلك تتلف المعاملة من استجابتها للاثيلين فى إسراع نضجها ، وفى المشمش لوحظ تأخر نضج الثمار حيث انخفض معدل تنفس الثمرة وقد أدت المعاملة بالجبرلين من فقد وتحلل الكلوروفيل بثمار الموالح بل قد تعيد اخضرار الثمار التي تحول اللون بها إعادة الاخضرار Regreening وقد فسر كل الظواهر الناتجة من تأثير الجبرلين على تأخير النضج بان كل من الجبرلين و الاثيلين متعارضا فى تأثيراتهما ، ويقترح Report &Hashimata تحول الجبرلين الموجود بالعضو النباتي أثناء مراحل النمو إلى صورة خاملة غير نشطة عند اكتمال النمو فى حين العكس يظل الاثيلين بمستواه المنخفض أثناء النمو ثم يرتفع ليدفع الثمرة لاكتمال النمو والنضج

السيتوكينين : يؤثر السيتوكينين على الانقسام الخلوي بالثمرة خاصة خطوة Cytokinesis (تضاعف DNA) وأدت المعاملة به أيضاً إلى زيادة حجم حبات العنب اللابذرى إلى ثلاث أضعاف الحجم العادي عندما عوملت الثمار بتركيز 100-500 جزء فى

المليون ، وتأخرت سرعة نضج ثمار المشمش بعد معاملتها بالبنزيل ادينين بعد جمعها عند اكتمال النمو (BA بتركيز 100 جزء فى المليون) .

الاثيلين : عرف بهرمون النضج وفى عام 1954 طرح العلماء سؤالاً للبحث هو هل الاثيلين نتيجة لعمليات النضج أو انه سبب لها ؟

اثبت 1964Leapold أن الاثيلين هو المسئول عن ذروة التنفس وانه حتى فى المانجو يخرج اثيلين بكميات كافية فى مرحلة ما قبل الكليميكتريك لتسبب حدوث الكليمكتريك بها ، وقد أشار 1967Hansen أن للاثيلين دورا فى إحداث الحث على النضج الخاص بالنضج ولابد أن تتأهل الثمرة فسيولوجيا لحدوث هذا التأثير قبل أن يتمكن الاثيلين من إحداث الحث وقد وجد أن الاثيلين ينشط إنتاج الجديد من mRNA اللازم لتكوين أنزيمات معينة ضرورية للتفاعلات الخاصة بالنضج وقد اتضح أن إيقاف تمثيل البروتين باستخدام Cycloheximide يحدث منع لإنتاج الاثيلين الطبيعي بالنبات ومن ثم يمنع تقدم الثمرة نحو عقد النضج . وتتشابه العمليات البيوكيميائية الخاصة بنضج الثمار فى نواحي كثيرة بتلك الخاصة بتساقط الأوراق والشيخوخة وربما يفسر لنا تأثير الاثيلين على إنتاج إنزيم IAA Oxidase فى طور اكتمال نمو الثمرة وضرورة انخفاض مستوى الاكسين الطبيعي بالثمرة عند اكتمال نموها.

وهذا يعنى أن الهرمونات الثلاثة المنشطة تنشط مرحلة انقسام واستطالة الخلايا ثم يقل مستواها ويرتفع مستوى الاثيلين الذي يقوم بالحث اللازم لدفع الثمرة للنضج .

ثانياً : مثبطات النمو :

عرف مثبط النمو الطبيعي ABA بمنع الاستجابة 3GA فهما متضادان فى تأثيرها وقد اقترح أن حمض الابسيسيك يزداد بتقدم الثمرة نحو اكتمال النمو الثمرى والنضج فعند تقاطع منحنى الجبرلين الهابط مع الابسيسيك الصاعد تتحدد نقطة اكتمال النمو الثمرى واسفل نقطة التقاطع هذه تقع تركيزات الجبرلين بمستوى يقل عن اللازم توفره لحدوث التفوق على مستوى الاثيلين بالثمرة وعلى ذلك يبدأ النضج متأثراً بفعل الاثيلين ويرتفع محتوى الثمار من حمض الابسيسيك

تبادل الحمل

تتميز الكثير من أشجار الفاكهة بما يسمى بظاهرة تبادل الحمل وفيها تحمل الشجرة محصولا غزيرا فى سنة ويطلق عليها اسم سنة الحمل الغزير On year مما ينشا عنه قلة في تكوين البراعم الزهرية وبالتالي نقص فى المحصول في السنة التالية والتي يطلق عليها اسم (سنة الحمل القليل Off year والسبب الأساسي في هذه الظاهرة سبب وراثي .. وتوجد تلك الظاهرة فى الأشجار المتساقطة الأوراق مثل التفاح والكمثرى وأيضا فى الأشجار المستديمة الخضرة مثل النخيل واليوسفي وقد فرضت نظريات عديدة لتفسير هذه الظاهرة مثل نظرية التوازن الهرموني والنظرية الغذائية :

تفترض نظرية التوازن الهرموني أن مجموعة الجبريلينات التى تتكون داخل البذور بالثمرة وتنتقل منها إلى البراعم (اسفل الثمرة في الدابرة) ويمنع من تحوله إلى برعم زهري وقد ثبت ذلك بإزالة البذور جراحيا دون الأضرار بالثمرة فى المراحل الأولى من نموها مما أدى إلى تحويل هذا البرعم إلى برعم زهري ومن الطرق المستخدمة لمنع ظاهرة تبادل الحمل إجراء عملية خف شديد للثمار خلال الـ 3- 4 أسابيع التى تلي مرحلة التزهير في سنة الحمل الغزير وقد ثبت أن هذه العملية لها اثر فعال .

أما النظرية الغذائية فتقول بان محصول العام الغزير يؤدي إلى استهلاك الكربوهيدرات المخزنة وبالتالي عدم توافر القدر الكافي منها لتكون البراعم الزهرية بذلك لا تزهر الشجرة ولا تحمل محصولا في الموسم التالي. وغالبا فأن آي عامل بيئي يؤثر بالسلب على عملية تكوين الكربوهيدرات سوف يكون المسبب المباشر على تبادل الحمل لان كمية الغذاء القليلة التى تتكون فى ذلك الموسم المتأثر بالظروف البيئية الغير مناسبة سوف يتجه معظمة الى الثمار مما تحرم تبعا لذلك البراعم الزهرية من التكون مما يؤدى الى أزهار قليل فى العام التالي فتزداد حدة ظاهرة تبادل الحمل

خف الثمار

تجرى عملية الخف بهدف إزالة جزء من الثمار على النبات لزيادة حجم ورفع جودة الثمار للعدد المتبقي من الثمار وتجرى عملية الخف باستخدام مركبات تقتل الأزهار أو تحولها إلى أزهار عقيمة مثل الفينولات ومركبات الدي نيترو ، كما قد تستعمل مركبات تشجع على العقم مثل داى كلورو بيوترات الصوديوم أو بإستخدام مشابهات الاكسين

البذرة والإنبات

يبدأ تكوين البذرة بعد تمام عملية الاخصاب وبعد تكوين الزيجوت يبدأ نمو البذرة وتكوين أجزاؤها المختلفة ثم تبدأ في تخزين المواد الغذائية حتى اكتمال نموها. وإذا استمر تكوين البذور وتخزين المواد الغذائية بها دون عائق تكونت بذوراً ممتلئة.و تتكون البذرة من الأجزاء الآتية:

1- الجنين: يعتبر الجنين منشأ لنبات جديد ويتكون غالباً نتيجة لاتحاد الجاميطة المؤنثة المذكرة وقد تحتوى البذرة على أكثر من جنين واحد ويتركب الجنين من السويقة الجنينية السفلى، الفلقات، السويقة الجنينية العليا والريشة والجذير.

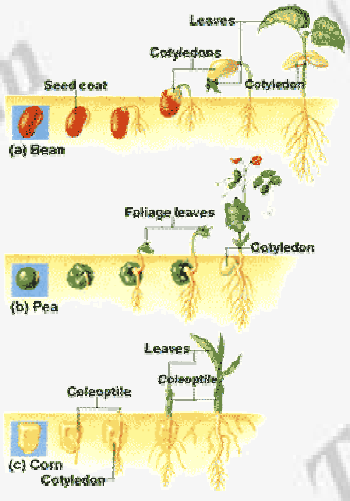
2- الأنسجة المختزنة: تخزن البذور الغذاء اما فى الفلقات أو فى الاندروسبرم أو البرسبرم وتسمى البذور الاندوسبرمية albuminous أما الغير اندوسبرمية فتسمى nousexalbume وفى هذه الحالة يخزن الغذاء اما داخل الفلقات أو أحيانا فى البرسبرم الذى ينشأ من النيوسيلة.

3- الأغلفة البذرية: تتكون من أغلفة البذرة أو بقايا النيوسيلة والاندوسبرم ويتكون غلاف البذرة (القصرة testa) من أغلفة البويضة وهى تتكون من علاف أو اثنين عادة وغالبا ما يتصلب الغلاف الخارجى ويصبح ذو لون غامق فى حين يظل الغلاف الداخلى شفاف رقيق وتبقى النيوسيلة والاندوسبرم داخل الغلاف الداخلى مكونة فى بعض الحالات طبقة واضحة حول الجنين.وانواع البذور هي :

تقسم البذور عادة إلى قسمين من ناحية التركيب التشريحى:

أ- بذور وحيدة الأجنة: وهى التى عندما تنمو تعطى نبات واحد.

ب- بذور عديدة الأجنة: وهى التى تعطى عند إنباتها عدة بادرات إحداها ناتجة من الجنين الجنسى أما النموات الباقية فتنتج خضرياً من نسيج النيوسيلة وتكون متشابه وراثيا تماما لأنسجة الأم لذا يمكن اعتبار هذه النباتات خضرية التكاثر ولو أنها ناتجة من البذور وتعتبر المانجو والموالح والكازمارو من أشهر الأمثلة لهذه البذور عديدة الأجنة.



التكاثر البذرى :

هو إنتاج فرد أو نبات جديد طريق جنين البذرة الجنسى والناتج عن عمليتى التلقيح والإخصاب. وتستخدم البذرة كوسيلة إكثار أساسية . ولكن بالنسبة لأشجار الفاكهة فإنه قد لا ينصح بإتباع التكاثر الجنسي حيث أن معظم أشجار الفاكهة خلطية التلقيح مما يعنىأنها خليط وراثيا أي تختلف وراثيا فيما بينها، حيث أنه عند تكوين حبوب اللقاح والبويضات من خلال الانقسام الاختزالى يحدث الانعزالات الوراثية والعبور والكيازما ومن ثم تختلف الجاميطات الناتجة عن بعضها فى التركيب الوراثى والذى يؤدى إلى إنتاج نسل يختلف كل فرد فيه عن الآخر، أوغير متماثلة.

إنبات البذرة Seed germination:

هو مقدرة البذرة على إعطاء بادرة واستئناف نمو الجنين بعد توقفه عن النمو أو سكونه مؤقتا لحين تهيئ الظروف الملائمة للإنبات وتشمل عملية الإنبات عمليات طبيعية ، وكيميائية فسيولوجية حيوية .

العمليات الطبيعية للإنبات : تبدأ العمليات الطبيعية بامتصاص الماء **Imbibition** وهى عملية طبيعية تحدث سواء للبذور سواء كانت حية ام ميتة فتنتفخ الخلايا ويصبح السيتوبلازم اكثر مائية **Hydrated** وتطرى أغطية البذرة وتصبح اكثر نفاذية للغازات وينتج عن التشرب انطلاق حرارة .

العمليات البيوكيميائية للإنبات : تشمل العمليات الكيميائية للإنبات التنفس وزيادة حجم الخلايا وتنشيط الأنزيمات وتكوين أنزيمات جديدة وهى التى تقوم بهضم الغذاء المخزون فى مناطق تخزين الغذاء **Stored food digestion** بتحويل النشا الى سكريات والليبيدات الى الأحماض الدهنية والجلسرول والبروتينات الى أحماض أمينية والفيتين الى أيونات فوسفات وبذلك يسهل نقلها الى المرستيمات .

يتطلب إنبات البذرة توافر ثلاثة عوامل رئيسية هامة وهى:

* يجب أن تكون البذور حية ، بمعنى أن يكون الجنين حى وله القدرة على الانبات.

* عدم وجود البذرة فى حالة السكون وأن يكون الجنين قد مر بمجموعة تغيرات مابعد النضج، وليس هناك موانع كيميائية أو فسيولوجية تعيق عملية الانبات.

* توافر الظروف البيئية الضرورية للانبات ومنها الماء ودرجة الحرارة والأكسجين وأحياناً الضوء

مراحل الانبات Stages of germination:

يمكن تقسيم عملية الانبات إلى عدة مراحل منفصلة، وذلك بغرض تفهم كل مرحلة منها على حدة، إلا أنها فى حقيقة الأمر مراحل متداخلة مع بعضها، وهذه المراحل هى:

أ- المرحلة الأولى (مرحلة امتصاص الماء): وفيها تقوم المواد الغروية فى البذور الجافة بامتصاص الماء مما يزيد من المحتوى الرطوبى للبذور، ويعقب ذلك إنتفاخ البذور وزيادة أحجامها وقد يصاحب هذا الانتفاخ تمزق أغلفة البذرة. وتجدر الملاحظة هنا أن عملية إمتصاص الماء وإنتفاخ البذرة يمكن أن تحدث حتى مع البذور الغير حية. وعقب إمتصاص الماء وإنتفاخ البذور يبدأ نشاط الأنزيمات التى تكونت أثناء تكوين الجنين، وكذلك تخليق بعض الأنزيمات الجديدة. كما تنشط بعض المركبات الكيميائية الخاصة بإنتاج الطاقة اللازمة لعملية الانبات مثل (ATP) أو الأدينوزين ثلاثى الفوسفات.
وفى نهاية هذه المرحلة يمكن مشاهدة أولى مظاهر الانبات والتى تتمثل فى ظهور الجذير والذى يظهر كنتيجة لاستطالة الخلايا أكثر من كونه نتيجة للانقسام الخلوى. وعادة ما يظهر الجذير من البذور الغير ساكنة خلال عدة ساعات أو أيام من الزراعة وبظهوره تنتهى المرحلة الأولى.

ب- المرحلة الثانية (مرحلة هضم المواد الغذائية): ويحدث فى هذه المرحلة تحول المواد الغذائية المعقدة مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات المخزنة فى الأندوسبيرم أو الفلقات الى مواد بسيطة والتى تنتقل إلى نقط النمو الموجودة بمحور الجنين،

والتى يسهل على الجنين تمثيلها.

جـ- المرحلة الثالثة (مرحلة النمو): وفى هذه المرحلة يحدث نمو البادرة الصغيرة كنتيجة لإستمرار الإنقسام الخلوى الذى يحدث فى نقط النمو المختلفة والموجودة على محور الجنين. وبتقدم مراحل النمو تأخذ البادرة الشكل الخاص بها.
ويتكون الجنين من المحور الذى يحمل واحدة أو أكثر من الأوراق الفلقية، والجذير الذى يظهر من قاعدة محور الجنين، بينما تظهر الريشة من الناحية العلوية لمحور الجنين فوق الأوراق الفلقية. ويقسم ساق البادرة إلى السويقة الجنينية العليا والتى توجد أعلى الفلقات، والسويقة الجنينية السفلى التى توجد أسفل الفلقات.

ويأخذ إنبات البذور صورتين مختلفتين هما:
(أ) الإنبات الهوائى: وفيه تنمو السويقة الجنينية السفلى إلى أعلى، حاملة الفلقات لتظهر فوق سطح التربة، كما فى حالة إنبات بذور الكريز.

(ب) الانبات الأرضى: وفى هذه الحالة تنمو السويقة الجنينية السفلى إلا أنها لا تتمدد بالقدر الذى يسمح برفع الفلقات فوق سطح التربة ولكن الذى يظهر فوق سطح التربة هى السويقة الجنينية العليا، كما هو الحال عند إنبات بذور الخوخ

سكون البذرة Seed Deormancy :

لقد حبا الله البذرة القدرة على تأخير أو تأجيل إنباتها حتى يتهيأ لها الوقت الملائم والظروف البيئية المثلى، وذلك لضمان بقاء الأنواع النباتية جيلاً بعد آخر. هذه الميكانيكية خاصة بالنسبة للأنواع النباتية التى تتواجد بالمناطق الصحراوية أو المناطق الباردة، حيث تكون الظروف غير ملائمة لإنبات البذور عقب نضجها أو جمعها مباشرة. وقبل تناول هذا الموضوع يجب أن نفرق بين سكون البذرة الناتج عن عدم توافر الظروف الضرورية للإنبات وهذا ما يطلق عليه Quiescence وبين السكون الحقيقى true dormancy والذى يمكن تعريفه بأنه عدم قدرة البذور الحية على الانبات حتى مع توافر الظروف المثلى والملائمة لذلك، أى يرجع هذا النوع من السكون إلى عوامل داخلية خاصة بالبذرة نفسها. وهناك نوعين من السكون هما:

أ - السكون الأولى: Primary dormancy
وعادة ما يحدث هذا النوع من السكون بالبذرة أثناء نضجها على النبات.

ب- السكون الثانوى: Secondary dormancy
وهذا النوع من السكون يحدث للبذرة بعد جمعها وفصلها عن النبات الأم. ويحدث هذا السكون نتيجة لتأثير واحد أو أكثر من العوامل البيئية.

أولا: السكون الأولى Promary dormancy

وهو أكثر أنواع السكون شيوعاً. ويحدث السكون الأولى نتيجة لعدد من العوامل الطبيعية والفسيولوجية، وهذه العوامل يمكن إجمالها فيما يلى:

1- السكون الراجع إلى أغلفة البذرة: Seed coat dormancy وفى هذه الحالة يقوم غلاف البذرة بالدور الهام فى عدم إنباتها وقد يرجع ذلك إلى:

أ- السكون الطبيعى: Physical dormancy
ويتمثل فى وجود غلاف البذرة الصلب والذى لايسمح بنفاذية الماء، والسكون هنا لايرجع إلى سكون الجنين، وهذه الظاهرة توجد فى بذور كثير من العائلات النباتية مثل العائلة البقولية والعائلة النجيلية والباذنجانية وغيرها وكثير من النباتات الخشبية.

ب- السكون الميكانيكى: Mechanical dormancy
يتمثل فى وجود الأغلفة الصلبة التى تمنع تمدد الجنين خلال عملية الانبات. ولاشك أن وجود هذا العامل يؤخر من إنبات البذرة.

وتوجد هذه الحالة فى كثير من الأنواع النباتية مثل الجوز والفواكه ذات النواة الحجرية (خوخ، مشمش.. الخ). ولقد لوحظ أن الغلاف الصلب (الأندوكارب) المحيط ببذور الخوخ يقلل من معدل إمتصاص الماء ومن ثم يؤخر من التخلص من المواد المثبطة للانبات والموجودة فى أنسجة البذرة.

جـ - السكون الكيميائى (المواد المثبطة للانبات): Chemical dormancy

ويرجع سكون البذرة فى هذه الحالة إلى وجود مواد كيميائية يطلق عليها مثبطات الانبات توجد فى أنسجة الثمرة وأغلفة البذرة. ولقد لوحظ أن عصير مثل هذه الثمار يثبط إنبات البذور بشدة. وتوجد هذه الظاهرة فى كثير من الأنواع النباتية مثل الموالح (الحمضيات) والقرعيات، والثمار ذات النواة الحجرية والتفاح والكمثرى والعنب والطماطم. ومن أمثلة المواد المثبطة للانبات بعض المركبات الفينولية والكومارين Coumarin وحمض الأبسيسك abscisic acid. وتجدر ملاحظة أن هذه المواد المثبطة يمكن أن تتواجد بالقرب من أجنة بذوربعض الأنواع النباتية الأخرى مثل Atriplex والرجلة.

د- الأغلفة غير المنفذة للغازات gases Impermeability of seed coats to:

على الرغم من أن الماء والأكسجين تتكون من جزئيات صغيرة، إلا أن أغلفة البذرة تتميز بوجود ظاهرة الاختيارية بالنسبة لنفاذية هذه الجزئيات من خلالها، فهى تسمح بمرور جزيئات الماء بينما تمنع مرور جزيئات الأكسجين الضرورى لعملية الانبات. وظاهرة النفاذية الاختيارية توجد فى بذور بعض النباتات مثل الشبيط والتفاح والبسلة. وتجدر ملاحظة أن إنخفاض معدل نفاذية الأكسجين أو زيادته من خلال أغلفة البذرة يرتبط ببعض العوامل الأخرى. فقد لوحظ أن أغلفة بذور التفاح لم تسمح بنفاذ الأكسجين فى حين حدث إمتصاص البذرة للماء وإنتفاخها على درجة حرارة 20هم، بينما يزداد معدل نفاذية الأغلفة للأكسجين عندما تكون درجة حرارة الوسط الذى تم فيه إمتصاص البذرة للماء 4هم.

كما أن هناك بعض البذور تختلف درجة نفاذيتها لغازى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون. فقد وجد Brown1940م أن الغلاف النيوسيلى الداخلى لبذرة الخيار يسمح بنفاذية أكبر لغاز ثانى أكسيد الكربون (15.5مل/سم2/ ساعة) عن غاز الأكسجين (4.3 مل/سم2/ ساعة).

2- السكون المورفولوجى: Morphological dormancy

ويوجد هذا النوع من السكون فى بعض العائلات النباتية التى تتصف بذورها بعدم إكتمال نمو الأجنة وقت جمع البذور، ومن ثم يلزم إستكمال نمو هذه الأجنة عقب فصل البذور وجمعها وقبل الإنبات.

وقد يرجع السكون فى هذه الحالة إلى وجود الحالات التالية:

أ- الأجنة الأثرية:

الأجنة الأثرية عبارة عن أجنة غير متكشفة وقت نضج الثمار. فهناك بعض البذور تحتوى على أجنة غير متكشفة وعادة ما تكون هذه الأجنة صغيرة جداً ومطمورة بين الأنسجة المغذية كالاندوسبيرم كما هو الحال فى بذور المانوليا magnolia وبذور كثير من الزهور وأبصال الزينة مثل الأنيمون enemone وشقائق النعمان ranunculus والأوركيد orchids.

وبالاضافة لوجود الأجنة الأثرية فقد توجد أيضاً مواد مانعة للانبات فى الأندوسبيرم المحيط بهذه الأجنة. ويمكن إجراء بعض المعاملات التى من شأنها أن تدفع الجنين على النمو مثل تعريض البذور لدرجة حرارة 15هم أو أقل، وتعريض البذور لدرجات حرارة مختلفة (مرتفعة أو منخفضة) فى تتابع، أو معاملة البذور ببعض المواد الكيماوية مثل نترات البوتاسيوم أو حمض الجبريليك.

ب- الأجنة غير مكتملة النمو :

فى بعض الحالات تحتوى البذور على أجنة غير مكتملة النمو بحيث نجد أن الجنين لا يشغل سوى نصف فراغ البذرة وذلك عند نضج الثمار ومن ثم لابد أن ينمو الجنين ليشغل هذا الفراغ قبل الإنبات. وتوجد هذه الحالة فى بعض نباتات العائلة الخيمية Umbelliferae مثل الجزر وبعض نباتات العائلة Ericaceae مثل الأزاليا rhodidendron. وهناك عدد من الأنواع النباتية وخاصة وحيدة الفلقة منها والتى تنمو فى المناطق الإستوائية توجد ببذورها مثل هذه الظاهرة. أى تحتوى بذورها على أجنة غير مكتملة النمو، ويمكن المساعدة فى إكتمال نمو الجنين وتمددة وذلك بتعريض البذور لدرجات حرارة مرتفعة حتى يحدث الإنبات. فعلى سبيل المثال نجد أن بذور بعض الأنواع المختلفة من النخيل تحتاج إلى فترة طويلة قد تصل إلى عدة سنوات حتى

يحدث بها الانبات، ولكن يمكن إختصار هذه المدة إلى ثلاثة أشهر فقط وذلك بتعريض البذور لدرجة حرارة تتراوح مابين 38- 40 هم، أو يمكن أن يحدث الانبات خلال 24 ساعة وذلك بفصل الأجنة وزراعتها على بيئات ملائمة. ويمكن معاملة البذور بحمض الجبريليك بتركيز 1000جزء فى المليون وهذه المعاملة تسرع من إنبات بذور النخيل، غير أن أغلفة البذرة تحتاج إلى معاملات خاصة لضمان دخول وتغلغل حمض الجبريليك.

3- السكون الفسيولوجى: Physiological dormancy

وهذا النوع من السكون يتحكم فيه عدة عوامل داخلية خاصة بأنسجة البذرة نفسها. فكثير من بذور النباتات العشبية التى تنمو بالمناطق المعتدلة تتميز بذورها بالسكون الفسيولوجى الذى يكون واضحاً عقب جمع البذور والذى يختفى تدريجياً خلال نقل وتداول البذور وتخزينها تخزيناً جافاً. وقد تمتد فترة السكون فى مثل هذه البذور من 1- 6 أشهر.

وعندما تكون البذور ساكنة فسيولوجياً فإنها تحتاج لكى تنبت إلى عدة عوامل بيئية خاصة تختلف عن تلك العوامل المطلوبة للإنبات فى حالة عدم سكون البذرة. فبذور الأمرنتس الطازجة يمكنها أن تنبت فقط على درجات الحرارة المرتفعة (30هم) فى حين أن بذور الخس يثبط إنباتها عند درجات حرارة أعلى من 25هم. كما أن بذور بعض الأنواع النباتية تحتاج إلى الضوء حتى تستطيع الانبات مثل الخس، بينما بذور بعض الأنواع الأخرى تحتاج إلى فترات إظلام حتى يحدث الإنبات.

ويعتقد بأن السكون الفسيولوجى للبذرة وعلى وجه العموم ينظم بمدى التوازن بين كل من مثبطات ومنشطات النمو الداخلية. ويعزى السكون إلى وجود المواد المثبطة أو غياب المواد المنشطة للنمو، أو لمدى العلاقة بين الاثنين. ويتأثر مستوى هذه المواد سواء أكانت مثبطات أو منشطات بعدد من العوامل البيئية الخارجية مثل الضوء والحرارة. ولتوضيح العلاقة بين هذه المواد وكيفية تنظيمها لحدوث السكون من عدمه فقد إقترح Khan1971م أن هناك ثلاثة أنواع من الهرمونات النباتية تتحكم فى هذه الميكانيكية. النوع الأول وهو الجبريلين وله تأثير تنشيطى على الانبات. ولكى يحدث الانبات لابد من وجود الجبريلين، غير أنه فى وجود المواد المثبطة (النوع الثانى) يختفى التأثير التنشيطى للجبريلين أما النوع الثالث من الهرمونات فهو السيتوكينيين ويعمل على كسر السكون عن طريق منع المواد المثبطة من إظهار تأثيراتها، ومن ثم فإنه إذا وجدت المواد المثبطة فى حالة غير منشطة فإن السيتوكينين لا يصبح له أى دور فى كسر سكون البذرة حيث أن هذه هى وظيفة الجبريلين.

4- سكون الجنين: Embryo dormancy

ويرجع سكون البذرة في هذه الحالة إلى أن الجنين نفسه فى مرحلة سكون، والدليل على ذلك أنه إذا ما فصلت مثل هذه الأجنة لتنميتها على بيئات معقمة لا يمكن أن تنبت بحالة طبيعية. وهذه الظاهرة توجد فى بذور العديد من أنواع نباتات المناطق المعتدلة. ويلزم لكسر هذا النوع من السكون وتحرير الأجنة منه، أن تعرض البذور لدرجة حرارة منخفضة ورطوبة لفترة معينة من الزمن تحدث خلالها عدة تغيرات تؤدى إلى الانبات وهذه التغيرات يطلق عليها تغيرات بعد النضج. وتعرض البذور لدرجات حرارة منخفضة ورطوبة مناسبة مع وجود التهوية الجيدة لفترة زمنية تطول أو تقصر حسب الأنواع. كل هذه الاحتياجات يمكن الابقاء بها عن طريق ما يطلق عليه الكمر البارد Cold stratification وفيه توضع البذور فى طبقات متبادلة مع طبقات من الرمل أو نشارة الخشب المنداه فى صوان أو صناديق، ثم تخزن فى الثلاجة على درجة حرارة منخفضة (2-7هم) لفترة زمنية تختلف بإختلاف الأنواع النباتية، ويحدث خلالها تغيرات ما بعد النضج.

وبذور الأنواع النباتية التى بها هذا النوع من السكون، تحتاج إلى برودة عالية لمدة تتراوح من 1-4 أشهر لكى يحدث الانبات. علاوة على ذلك فإنه عند فصل أجنة هذه البذور وتنميتها على بيئات مغذية، فهى عادة لا تنبت بحالة طبيعية بل تظهر درجات مختلفة من أعراض السكون. فقد تتمدد الفلقات ويحضر لونها مع خروج جذير قصير وسميك، كما لايحدث نمو أو استطالة للسويقة الجنينية العليا. ويمكن إستخدام هذه المظاهر البسيطة للحكم إلى حد ما على مدى حيوية هذه البذور الساكنة.

ولكسر هذا النوع من السكون يجب توافر الظروف التالية:

1- إمتصاص البذرة للماء وإنتفاخها.

2- تعريض البذور للبرودة (ليس من الضرورى أن تكون على درجة التجمد).

3- التهوية الجيدة.

4- الوقت الكافى.

ولحدوث تغيرات مابعد النضج، لابد للبذور من إمتصاص الماء، حيث لوحظ أن البذور ذات الأغلفة الصلبة (مثل الخوخ والمشمش... الخ) تمتص الماء ببطئ شديد مما يؤدى إلى زيادة الفترة اللازمة لحدوث التغيرات المطلوبة.

وخلال تعرض البذرة لدرجة الحرارة المنخفضة، نجد أن المحتوى الرطوبى الداخلى بالبذرة يظل ثابتاً تقريباً أو ربما يرتفع هذا المحتوى تدريجياً، ولكن بنهاية السكون ومع بداية الانبات يبدأ الجنين فى إمتصاص الماء بسرعة. ويجب ملاحظة أن نقص المحتوى الرطوبى للبذور خلال عملية الكمر البارد يؤدى إلى حدوث آثار سيئة. فالجفاف قرب نهاية الكمر البارد يمكن أن يؤدى إلى الأضرار بالجنين. كذلك فإن جفاف البذور خلال عملية الكمر البارد يؤدى إلى إيقاف تغيرات ما بعد النضج، علاوة على أنه يؤدى إلى ما يسمى بالسكون الثانوى (سيأتى ذكره فيما بعد).

وتعتبر الحرارة من أهم العوامل التى تؤثر على معدل حدوث تغيرات ما بعد النضج خلال فترة كمر البذور. وقد وجد أن أنسب درجات حرارة والتى يمكن عندها كسر السكون وحدوث التغيرات المختلفة تتراوح بين 2- 57هم. وقد تحدث درجات الحرارة الأقل أو الأعلى من هذا المدى نقصاً فى معدل تغيرات ما بعد النضج. وقد تؤدى درجات الحرارة المرتفعة إلى فشل الإنبات وحدوث السكون الثانوى. وقد وجد أن تعريض بذور التفاح لدرجة حرارة 17هم يحدث عندها توازن بين العمليات المؤدية الى تغيرات بعد النضج وتلك المسئولة عن السكون الثانوى. وتسمى هذه الدرجة من الحرارة بحرارة التعويض Compensation temperature. وإستجابة بذور التفاح للانبات تختلف بإختلاف درجات الحرارة التى عرضت لها البذور، فعند درجات الحرارة المنخفضة كان إنبات البذور بطيئاً، ولكن نسبة الإنبات كانت مرتفعة، بينما عند درجات الحرارة المرتفعة زاد معدل الانبات غير أن نسبة الانبات إنخفضت، وهذا الانخفاض فى نسبة الانبات يزداد كلما إرتفعت درجة الحرارة.

ولابد من توافر التهوية الجيدة حول البذور أثناء عملية الكمر البارد إذ أن ذلك يؤدى إلى حدوث تغيرات ما بعد النضج بحالة طبيعية. ويختلف طول فترة بعد النضج بإختلاف الأنواع أو الأصناف التابعة لنفس النوع. وقد تمتد هذه الفترة من 1-3 أشهر، إلا أنها قد تزداد إلى 5 أو 6 أشهر فى بعض الأنواع النباتية الأخرى.

5- سكون السويقة الجنينية العليا: Epicotyl dormancy

فى بعض الحالات نجد أن البذور تحتاج إلى عمليات كمر بارد منفصلة لكل من الجذير والسويقة الجنينية السفلى والسويقة الجنينية العليا.

ويمكن تقسيم الأنواع التى تقع تحت هذا القسم الى مجموعتين هما:

أ- بذور يمكن تنشيط إنباتها وذلك بتعريضها لوسط دافئ لفترة تختلف من 1-3 أشهر، وهذه المعاملة تنشط نمو الجذير والسويقة الجنينية السفلى، وبعد ذلك تحتاج البذور للتعرض للبرودة لمدة تتراوح بين 1-3 أشهر أيضاً حتى يمكن للسويقة الجنينية العليا أن تنمو بحالة طبيعية.

ب- وفى هذه المجموعة تحتاج البذور للكمر البارد لأحداث تغيرات بعد النضج فى الجنين، ثم يعقب ذلك تعريض البذور لفترة دفئ للسماح للجذير بالنمو ثم تعرض مرة ثانية لفترة برودة حتى ينشط النمو الخضرى. وفى الطبيعة نجد أن بذور مثل هذه الأنواع تحتاج إلى موسمى نمو كاملين حتى يكتمل إنباتها.

6- وجود نوعين من السكون: Double dormancy

فى بعض الحالات يوجد بالبذرة أكثر من نوع واحد من السكون، فمثلاً فى بعض الحالات تتميز البذرة بالأغلفة الصلبة الغير منفذة للماء، هذا بالإضافة إلى سكون الجنين نفسه، ولتشجيع البذور على الانبات لابد من كسر كلا نوعى السكون. فيمكن معاملة أغلفة البذرة ببعض المعاملات التى تسمح للماء بالمرور من خلاله إلى الجنين، ثم تحدث تغيرات بعد النضج التى من شأنها كسر سكون

الجنين. وأفضل طريقة للتخلص من سكون هذه البذور هو إجراء كمر دافئ لبضعة أشهر تنشط خلاله الأحياء الدقيقة لتحلل غلاف البذرة ثم يعقب ذلك كمر بارد.

وهذا النوع من السكون يوجد فى بذور الأنواع الشجرية والشجيرية والتى تنمو فى المناطق الباردة حيث تتميز بذورها بوجود الأغطية الصلبة. وفى الطبيعة تلعب العوامل البيئية دوراً هاماً فى كسر هذا السكون حيث أنه عند سقوط البذور على سطح الأرض يحدث كسر للسكون الطبيعى (الناشئ عن أغلفة البذرة) حيث تحدث ليونة أو تطرية فى هذه الأغطية، ثم بتعرض البذور لبرد الشتاء تحدث تغيرات بعد النضج.

ثانيا : السكون الثانوى Secondary dormancy

هذا النوع من السكون يحدث للبذور عقب فصلها وجمعها من النبات الأم. وهنا يجب ملاحظة أن البذور فى هذه الحالة عقب جمعها لاتكون ساكنة ولكن نتيجة لتعرضها لبعض الظروف يمكن دفعها إلى دخول السكون.

ويمكن تحرير البذور من السكون الثانوى وذلك بتعريضها للبرودة وأحيانا للضوء وفى كثير من الحالات بمعاملة البذور بالهرمونات المنشطة للانبات خاصة حمض الجبريليك gibberellic acid. كذلك يمكن منع حدوث السكون الثانوى بتجفيف البذور وتخزينها تخزيناً جافاً.

ويلعب السكون الثانوى دوراً هاماً للمحافظة على الأنواع النباتية فى الطبيعة. فكما هو ملاحظ أن بذور نباتات الأنواع المنزرعة تحتفظ بحيويتها لمدة طويلة إذا كانت هذه البذور جافة، كما أنها تفقد سكونها الأولى خلال فترات التخزين، ويمكن لمثل هذه البذور أن تنبت مباشرة عند غمرها بالماء.

المعاملات التى تؤدى إلى كسر سكون البذرة Treatments to overcome seed dormancy :
هناك عدة معاملات تجرى على البذور قبل زراعتها وذلك لإخراجها من السكون وحتى تنبت بصورة طبيعية، وتعطى بادرات قوية النمو. بعض هذه المعاملات تجرى بغرض تطرية أو تليين غطاء البذرة حتى يسهل دخول الماء والغازات من خلاله، والبعض الأخر يجرى لكسر سكون الجنين نفسه أو لازالة المواد المثبطة للنمو والتى تمنع إنبات البذور. وفيما يلى وصفاً موجزاً لهذه المعاملات:

أ- الخدش الميكانيكى: Mechanical searification

ب- الغمر فى الماء الساخن: Hot water scarification

جـ- المعاملة بالأحماض: Acids scaritication

د - الكمر الدافى: Warm moist scariffication

هـ- المعاملة بالحرارة المرتفعة: High temperature scarification

و- جمع الثمار غير مكتملة النمو: Harvesting immature fruits

ز- الكمر البارد: Cold stratification

ح- غسل البذور: Leaching

ط- إستخدام أكثر من معاملة: Combination of treatments

ى- تعريض البذور لدرجات حرارة متبادلة: Daily alternation of tempeature:

ك- تعريض البذور للضوء: Light exposure

ل- الغمر فى محلول نترات البوتاسيوم Soaking in potassium nitrate solution

م- إستخدام الهرمونات وبعض الكيماويات المنشطة other chemical stimulants/Hormones and
توجد بعض الهرمونات والمركبات الكيماوية التى يمكن بإستخدامها كسر سكون بالبذرة وتشجيع إنباتها. ويعتبر حمض الجبريليك أكثر إستخداماً فى هذا المجال. وحمض الجبريليك يؤدى إلى كسر السكون الفسيولوجى بالبذرة وينشط إنباتها بشرط عدم سكون الجنين نفسه. وعادة ما تبلل بيئة إنبات البذور بتركيزات معينة من حمض الجبريليك تتراوح بين 500- 1000جزء فى المليون. كما يستخدم السيتوكينين وهو أحد منظمات النمو بالطبيعية فى تنشيط إنبات البذور وذلك عن طريق إيقافه لنشاط مثبطات الإنبات التى تؤدى إلى سكون البذرة. ويعتبر الكينيتين من أكثر المركبات المستخدمة فى تنشيط إنبات البذور وكسر السكون الراجع إلى درجات الحرارة المرتفعة كما هو الحال فى بذور بعض الأنواع النباتية مثل بذور الخس. ولتحضير محلول من الكينتين تذاب أولا كمية صغيرة منه فى قليل من حمض الهيدوكلوريك ثم تخفف بالماء، وعادة ما تغمر البذور فى محلول تركيزه 100 جزء فى المليون لمدة ثلاث دقائق.

وفـــى بعـض الأحيان يمكن إستخدام محلول ثيويوريا بتركيز 0.5-3% لكسر سكون البذور خاصة تلك التى لاتنبت جيداً فى الظلام التام أو على درجات الحرارة المرتفعة، أو تلك البذور التى تحتاج إلى معاملات الكمر البارد. وحيث أن الثيويوريا تعتبر من مثبطات النمو، لذلك من المفضل غمر البذور فى محلولها لمدة لاتزيد عن 24 ساعة ثم ترفع البذور وتغسل جيداً بالماء.

العوامل البيئية التى تؤثر على إنبات البذرة Environmental fact ors affecting seed germination :
سبق أن ذكرنا أن إنبات البذرة يتطلب توافر عدة عوامل منها وجود الظروف البيئية اللازمة لذلك مثل الماء والحرارة والهواء والضوء وغيرها. وفيما يلى موجزاً لدور كل عامل من العوامل البيئية على حدة:

أولا: الماء: Water
يعتبر الماء من العوامل البيئية الأساسية اللازمة لحدوث الانبات. حيث أن النشاط الأنزيمى وعمليات هدم وبناء المواد الغذائية المختلفة تتطلب لاتمامها وسطاً مائياً. وكما هو معروف فإن إنبات البذرة يتحكم فيه بصفة اساسية محتواها المائى، فالبذرة عادة لا تنبت إذا كان محتواها الرطوبى أقل من 40- 60% (على أساس الوزن الطازج). وعند زراعة البذور الجافة تقوم بإمتصاص الماء بسرعة فى بادئ الأمر حتى يحدث التشبع والانتفاخ، ثم يعقب ذلك إنخفاض فى معدل إمتصاص الماء والذى لايلبث أن يزداد بظهور الجذير وتمزق الغلاف. وقدرة البذرة على إمتصاص الماء تتوقف على عدة عوامل هامة منها نفاذية أغلفة البذرة للماء والماء المتاح بالوسط المحيط بالبذرة وأيضاً درجة حرارة الوسط أو البيئة، فنجد أن إرتفاع درجة حرارة البيئة يزيد من معدل إمتصاص البذرة للماء. وبانبات البذرة وتكوين الجذير تبدأ البادرة الصغيرة فى الاعتماد على مجموعها الجذرى ومقدرته على تكوين شعيرات جذرية صغيرة أخرى تساهم فى إمتصاص الماء من الوسط المحيط وكمية الماء التى تمتصها البذرة خلال فترة الانتفاخ وحتى ظهور الجذير تعتبر من الأهمية بما كان حيث أنها يمكن أن تؤثر على كل من نسبة ومعدل إنبات البذور.

وتستطيع بذور كثير من الأنواع النباتية أن تنبت فى مدى من الرطوبة الأرضية يقع بين السعة الحقلية Field capacity (FC) ونقطة الذبول المستديمة Permanent wilting point (PWP) ومع ذلك فإن إنبات بذور بعض الأنواع بالنباتية الأخرى مثل الخس والبنجر يتوقف عند مستويات الرطوبة المنخفضة بالتربة. ومثل هذه البذور تحتوى على مواد مثبطة للانبات يلزم للتخلص منها توافر رطوبة أرضية عالية.
وتجدر ملاحظة أن معدل ظهور البادرات الصغيرة يتأثر كثيراً بمحتوى الرطوبة الأرضية، حيث يقل إلى حد كبير مع إنخفاض الرطوبة فى الوسط المحيط بالبذور. ويمكن تسهيل إنبات البذور وذلك بغمرها فى الماء لعدة ساعات قبل الزراعة.

ثانيا: الحرارة: Temperature
ربما تعتبر الحرارة من أهم العوامل البيئية التى تنظم عملية الانبات وتتحكم بدرجة كبيرة فى نمو الشتلة أو البادرة. وعموما فان للحرارة تأثير على نسبة ومعدل إنبات البذور. حيث أنه عند درجات الحرارة المنخفضة يقل معدل الانبات وبإرتفاع درجة الحرارة يزيد هذا المعدل حتى يصل إلى المستوى الأمثل، ولكن بزيادة درجة الحرارة عن هذا الحد يقل معدل الانبات نتيجة للضرر الذى

يحدث للبذرة. وعلى العكس من ذلك فإن نسبة الانبات ربما تظل ثابتة الى فترة محددة بارتفاع درجة الحرارة وحتى تصل هذه الدرجة إلى المستوى الأمثل وحتى يتوفر الوقت الذى يسمح بحدوث الانبات. وتقسم درجة الحرارة التى يحدث عندها الانبات إلى ثلاث درجات هى:

أ- درجة الحرارة الصغرى: وهى أقل درجة حرارة يحدث عندها الإنبات.

ب- درجة الحرارة المثلى: وهى درجة الحرارة التى يحدث عندها أكبر نسبة إنبات وأعلى معدل إنبات. وتتراوح درجة الحرارة المثلى للبذور الغير ساكنة لمعظم الأنواع النباتية بين 25- 30هم.

جـ- درجة الحرارة القصوى: وهى أعلى درجة حرارة يحدث عندها الانبات. وأى ارتفاع فى درجة الحرارة عن الدرجة القصوى ربما تضر البذور أو تدفعها إلى دخول السكون الثانوى.

وعموماً تختلف إحتياجات بذور الأنواع المختلفة لدرجات الحرارة التى تشجع إنباتها، ومن ثم يمكن تقسيم النباتات تبعاً لدرجة الحرارة اللازمة لانبات بذورها إلى:

أ- بذور تتحمل درجات الحرارة المنخفضة: يمكن لبذور كثير من الأنواع النباتية- وخاصة البرية منها- النامية فى المناطق المعتدلة من الانبات خلال نطاق حرارى واسع يتراوح مابين 4.5هم (وفى بعض الأحيان قرب درجة التجمد) حتى حدود درجات الحرارة المميتة (30- 40هم). وتشمل هذه المجموعة بذور كثير من النباتات منها على سبيل المثال بذور الخس والكرنب.

ب- بذور تحتاج إلى درجات حرارة منخفضة: وتحتاج بذور نباتات هذا القسم الى درجة حرارة منخفضة حتى تنبت. وغالباً ما يفشل الانبات إذا تعرضت البذور لدرجة حرارة أعلى من 25هم. وعدم قدرة البذور على الانبات فى ظروف درجات الحرارة المرتفعة ظاهرة شائعة الوجود فى البذور حديثة الحصاد لكثير من الأنواع النباتية. وتشمل هذه المجموعة بذور كثير من الأنواع النباتية مثل البصل والبرمبولا والدلفينيوم.

جـ- بذور تحتاج إلى درجات حرارة مرتفعة: تحتاج بذور عديد من الأنواع النباتية خاصة تلك التى تنمو فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية الى درجة حرارة مرتفعة نسبياً حتى تستطيع الانبات، فأقل درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها إنبات بذور الاسبرجس والطماطم هى 1-هم، فى حين أن درجة 15هم تعتبر أقل درجة تلزم لانبات بذور بعض المحاصيل الأخرى مثل الباذنجان والفلفل والفول... الخ.

د - بذور تحتاج إلى درجات حرارة متبادلة: تذبذب درجات الحرارة خلال الليل والنهار تعطى نتائج أفضل إذا ما قورنت بدرجات الحرارة الثابتة بالنسبة لانبات البذور ونمو البادرات. وبذور قليل من الأنواع النباتية لايمكن أن تنبت على درجات الحرارة الثابتة، بل يلزم تعريض البذور لدرجات حرارة متبادلة بحيث يكون الفرق بين درجتى الحرارة التى تعرض لهما البذور لايقل عن 10هم.

ثالثا: التهوية Areation

كما هو معروف فان الهواء الجوى يحتوى على ثلاث غازات أساسية ضمن مكوناته وهى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون والنيتروجين. ويمثل الأكسجين 20% بينما يشكل ثانى أكسيد الكربون 0.03% أما غاز النيتروجين فيمثل مايقرب من 80% من مكونات الهواء الجوى. ويعتبر الأكسجين ضرورى جداً لانبات بذور كثير من الأنواع النباتية. أما إذا ارتفع تركيز ثانى أكسيد الكربون عن 0.03% فى البيئة، فغالباً ما يثبط إنبات البذور. ومن ناحية أخرى فإن غاز النيتروجين ليس له تأثير على إنبات البذور بصفة عامة.

ويزداد معدل تنفس البذور زيادة كبيرة خلال الانبات، والتنفس عملية أساسية لاتمام عمليات الأكسدة اللازمة لنمو وتمدد الجنين ومن ثم فإن توافر الأكسجين بالبيئة يعد ضرورياً لحدوث الانبات الجيد. لذلك فإن أى نقص فى تركيز الأكسجين الموجود بالبيئة عن تركيزه فى الهواء الجوى يؤدى إلى إعاقة أو تثبيط إنبات بذور كثير من النبات.

ونقص الأكسجين اللازم للجنين خلال الانبات ينتج أساساً من ظروف ببيئة الانبات خاصة إذا كانت تلك البيئة مغمورة بالماء. أو قد يرجع نقص الأكسجين إلى عدم نفاذية أغلفة البذرة له، حيث أنه فى كثير من الحالات فإن أغلفة البذور لاتسمح بتبادل الغازات بين الجنين والهواء الخارجى. ويتأثر مستوى الأكسجين فى بيئة النمو بمقدار ذائبيته القليلة فى الماء وعمق الزراعة، حيث يقل تركيز الأكسجين بشدة كلما زاد عمق زراعة البذور.

أما بالنسبة لغاز ثانى أكسيد الكربون (ك أ2) وهو يمثل ناتج عملية التنفس- فيتجمع ويزداد تركيزه خاصة فى البيئات سيئة التهوية، كما يزداد تركيزه بازدياد عمق الزراعة ومن ثم فإنه يعمل على تثبيط إنبات البذور.

رابعا: الضوء Light

يمكن للضوء أن يؤثر على إنبات البذور- وتختلف احتياجات بذور الأنواع النباتية المختلفة للضوء- فهناك بعض النباتات مثل نوع التين Strangling Fig (Ficus aurea) تحتاج بذورها إلى ضوء تام ومستمر حتى تنبت، وتفقد هذه البذور حيويتها خلال بضعة أسابيع إذا لم تعرض للضوء. كما يشجع الضوء إنبات بذور مجموعة أخرى من الأنواع النباتية تشمل كثير من أنواع الحشائش والخضر والزهور. وقد يثبط بالضوء من إنبات بذور بعض الأنواع النباتية الأخرى مثل البصل. وتستجيب بعض النباتات لطول النهار (الفترة الضوئية) فهناك بذور تحتاج إلى نهار طويل لكى تنبت مثل بذور البتولا ولكن يلزم أيضاً تعريض هذه البذور لفترة برودة معينة حتى تساعد على إنباتها، بينما يثبط النهار الطويل إنبات بذور بعض الأنواع الأخرى.

ان التشكل المورفولوجى للنبات كما سبق الاشارة اليه عملية مستمرة تبدأ بالانبات مرورا بالنمو الخضرى والجذرى ثم الزهرى والثمرى وتنتهى بالشيخوخة والموت. فأشجار الفاكهه المتساقطة الأوراق تنمو نموا خضريا عديد الحول أى أنها تتبع في نموها دورات سنوية تبدأ بتفتح البراعم في الربيع وتنتهي بسكون النبات وتساقط أوراقه ثم تعاود النمو في الربيع التالي وتستمر علي هذا المنوال لعدة سنوات.

أن الاشجار المتساقطات تتداخل فيها دورات النمو مع دورات التزهير سنويا ويعمل النبات دائماً على التوازن بين الهرمونات الزهرية وهرمونات النمو الخضرى حيث أن اختلال هذا التوازن يؤدى إلى الوصول إلى مرحلة الشيخوخة بسرعة وهى المرحلة النهائية من عمر الشجرة وفيها يقل النمو الخضرى والزهري والثمرى وقد ثبت أن حمض الأبسيسيك ABA يزداد فى هذه المرحلة كما وجد ان الأشجار المتساقطة المطعومة على اصول مقصره تصل الى هذه المرحلة في فترة اقصر من المطعومة على اصول منشطة ، كما إن الزراعة فى تربة غير ملائمة او بيئة غير مناسبة وسوء عمليات الخدمة والتقليم وعدم التوافق بين الأصل والطعم يؤدى إلى سرعة الوصول إلى هذه المرحلة .

سكون البراعم فى النباتات المعمرة :

خلال دورة حياة النبات يتوقف النبات احيانا عن النمو مؤقتا رغم نشاطه الأيضى الحيوى لكن بمعدلات دنيا لدرجة قد يصعب معها قياسها ، وقد أستخدم العلماء مصطلح السكون dormancy لوصف توقف نمو البراعم على الاشجار او توقف استئناف نمو الجنين وهو ما يعرف بالسكون. قد يكون توقف النمو المؤقت نتيجة الظروف البيئية الغير مواتية للنمو مثل ظروف الجفاف او لعدم الظروف الملائمة لنمو البراعم حيث انها تحتاج الى ظروف خاصة من الضوء والحرارة خاصة للاشجار المتساقطة الاوراق والذى ينظم فيه السكون عن طريق التأقت الضوئى والحرارى ولكن هناك فرق بين توقف النمو نتيجة عامل بيئى او اكثر غير ملائم وبين التوقف عن النمو او السكون الناشئ عن عوامل داخلية Internal limitation وقد اتفق العلماء على انه اذا كانت الظروف المؤدية الى ايقاف النمو ظروف خارجية فيطلق علي هذة الحالة الكمون Dormancy ، اما اذا كانت الظروف متعلقة بالعضو النباتى فيسمى ذلك فترة الراحة الداخلية Endogenus Rest Period .

يحدث الكمون على مستوى الجينات بأبطال مفعول بعضها ويؤثر فى ذلك فترات الاضاءة وبرودة الشتاء وبعض الهرمونات ، ويساعد فى فهم الكمون معرفة ميكنة التحكم الوراثى فى النمو والتطور ويعتبر سكون البذور والابصال والدرنات والحشرات من الاشكال المشابهة لكمون الاشجار

ونظرا لان معظم النباتات لا تستطيع البقاء على قيد الحياة تحت ظروف حرارة الشتاء الباردة فى حالة خضرية او زهرية لذلك تلجأ عديد من النباتات الى الدخول براعمها وبذروها فى طور السكون مع بداية الشتاء البارد للمرور خلال الشتاء وبدون ضرر على

حياة النبات . وفى المناطق الجافة تنمو النباتات خلال فترات سقوط الامطار القصيرة نسبيا وتظل البذور ساكنة لا تنبت حتى يتهيأ لها فرصة جيدة للبقاء والحياة وذلك عند هطول الامطار بالقدر الكافى والسؤال كيف يمكر الله لها ؟ ذلك بأن يكون سبب سكون البذور لمثل تلك البذور هو وجود مواد كيميائية مانعة للانبات على سطوح تلك البذور وعند غسلها بماء المطر الوفير يزال سبب المنع فتنبت البذور لتجد التربة مبتلة بالقدر الكافى لنمو جذور البادرات وبسرعة حتى تصل الى مستوى الماء الأرضى فتتحمل بعد ذلك الجفاف اعتمادا على الماء الأرضى ، وسكون البذور قد يلائم الانسان ليتمكن من حصر البذور وتخزنها فترة ملائمة لحين استخدامها او لحين زراعتها مرة اخرى.

سكون البراعم فى النباتات العشبية :

يعتبر سكون براعم درنات البطاطس من الامثلة الجيدة لسكون البراعم فى النباتات العشبية حيث ان الدرنات هى عبارة عن ساق ارضية متحورة متشحمة لحمية تحتوى على براعم فى اماكن يطلق عليها العيون وتكون البراعم ساكنة وهى ليست بسبب السيادة القمية لان كل برعم وان فصل يظل ساكنا حتى تتعرض الدرنات للتخزين الرطب على درجة 20 م او التخزين الجاف على درجة 35 م ليزال السكون . ويبدو هنا ان الحرارة المنخفضة ليس لها تأثير على السكون

وقد درست عدة محثات على كسر سكون البراعم درنات البطاطس مثل 2 كلورو ايثانول والثيويوريا والجبرلينات ، كما اقترح ان المعاملة باثيلين كلورو هيدرين تسبب كسر سكون الدرنات نتيجة اسراعها فى تمثيل الاحماض النووية . وقدمت عدة اقتراحات فى تفسير دور كاسرات السكون لدرنات البطاطس ولكن على الارجح يبدو ان عمل معظم الكاسرات مثل 2 كلورو ايثانول والجبرلينات يرجع الى منع او تثبيط الكابح الذى ينتجة الجين المنظم والذى من شأنه فتح الجينات التركيبية المسئولة على انتاج الانزيمات الخاصة بخروج البراعم من السكون وبداية نموها .

تتابع النمو ومراحل الكمون :

يتبع النمو والكمون مراحل حيث يتدرج النبات فى الدخول من مرحلة الى اخرى فلا تحدث الظاهر الفسيولوجية فجأة وفى حالة النمو والكمون تتبع تلك المراحل :

1- مرحلة النمو The steady state condition of growth

فيها يزداد نمو الاشجار ويحدث استطالة وانقسام الخلايا للنموات الخضرية الحديثة وكذلك الاوراق ، ثم خروج النموات الزهرية وتكون الثمار واثنائها يحدث استطالة لسلاميات النموات الخضرية ونضجها وكذلك اكتمال نمو ونضج ثمارها

2 - مرحلة الحث على الدخول فى طور الراحة Rest induction

هى المرحلة التى تقترب الاشجار من الدخول فى السكون فيقف النمو نسبيا كما يبطء تكوين السليولوز ويسرع تكوين الجنين ويتجمع النشا والدهون فى انسجة التخزين وتنمو البراعم متخذه شكل القبة ، فى تلك المرحلة يتأثر النبات بقصر النهار فيتكون فيها بعض المواد الغير ثابتة فى الظلام فى الاوراق المسنة وتنتقل الى القمم المرستيمية فتؤدى الى ايقاف بنائها بأستعمال وميض من الضوء يقطع الظلام فيعمل بذلك عمل النهار الطويل فى استمرار النمو وقد اتضح ان ادراك الحث الضوئى Perception of light stimulus يتم فى الاوراق فهى المستقبل للحث الضوئى فى تأثيرة على سكون البراعم . الا انة وجد فى بعض النباتات ان غياب الاوراق لا يعيق تلك النباتات على ادراك التأقت الضوئى وقد استقبل التاثير الضوئى فيها الحراشيف البرعمية Bud scales وكان الفيتوكروم هو المستقبل الكيميائى الذى يقود الى انتاج الهرمونات المحثة للسكون ، فقد صاحب تعريض النباتات المتساقطة الاوراق للنهار القصير بشكل متوازى الزيادة فى معدلات المثبطات الهرمونية فى البراعم والاوراق مثل حمض الابسيسيك وان نمو البراعم لا يبدأ من جديد الا بعد هبوط مستواها مرة اخرى او التغلب عليها بأضافة هرمون مضاد مثل 3GA

3 - مرحلة السكون الحقيقى True Dormancy =Main =Mid

وهى مرحلة السكون الحقيقية او الرئيسية الغير رجعية وتصبح المواد المانعة للنمو فى حالة ثابتة ويكون النبات فى حالة عدم نشاط والامتصاص معدوم فى الجذور

4 - مرحلة ما بعد السكون العميق Post dormancy

فيها يزداد تركيز منشطات النمو ويزداد معدل التنفس وتستقبل الاوراق الحرشفية التى تحيط بالبراعم تأثيرا منشطا للضوء لتبدأ البراعم فى التفتح فتخرج النموات الخضرية الحديثة والنموات الزهرية مع بداية الربيع وارتفاع درجة الحرارة وطول النهار وبذا يكون النبات خرج من طور السكون. وعلى ذلك فالكمون يبدأ بمرحلة حث على الكمون فتحدث اولا تغيرات فسيولوجية غير مرئية على النبات تتعلق بعمليات الايض حيث تتكون هرمونات او تنشط هرمونات التى تساعد فى انتاج الانزيمات المحللة للسليولوز والبكتينيز اللذان يعملان على تحلل الصفيحة الوسطى بمنطقة الانفصال عند قاعدة اعناق الاوراق وتنتقل المواد الغذائية وتهاجر العناصر من الاوراق الى الاجزاء المستديمة بالشجرة اى الى الجذوع والافرع والجذور ، ثم تسقط الاوراق وتغلف الاوراق الحرشفية ذات الاوبار الصوفية البراعم وكأنها البستها المعاطف الواقية من برودة الشتاء القارصة والمتوقعة حينئذ تكون الاشجار قد تمت استعدادها لمواجهة الشتاء وقادرة على مقاومة البرد وتحملة وتظل كذلك حتى تستوفى احتياجاتها من الحرارة المنخفضة لتخرج تدريجيا من السكون.

سلوك اجزاء الشجرة المختلفة اثناء فترة الراحة:

لا تعتبر كل اجزاء الشجرة الكامنة فى راحة حقيقية اثناء الشتاء فيعتقد البعض ان الكامبيوم ليس له راحة حقيقية وكذلك فليس هناك خمول للبراعم فقد لوحظ ان البراعم تكبر فى الحجم واحيانا تحتوى على خلايا تنقسم وتتغير نوعيه الانزيمات بها . فيقل تركيز الفينولات وتزداد تركيز انزيمات الكتاليزوالهيدروليزات كما يقل تركيز الدهون والانثوسيانين والنارثجين وحمض الابسيسيك وتستمر عمليتى التمثيل والتنفس اثناء الشتاء وخاصة اذا ارتفعت درجة الحرارة الى اعلى من 5 م و تظهر هذه الحالة رئيسياً في البراعم. ويفترض Chandler أن المؤثر الذي يسبب هذه الحالة يبدأ ظهوره في الأجزاء القاعدية من الأفرع ثم ينتقل ببطء إلى أعلا القمم الميرستيمية الموجودة على تلك الأفرع ويسبب دخولها في طور الراحة.فقد لاحظ انتقال المؤثر من الفرع الذي لم يتعرض لاحتياجات البرودة اللازمة إلى الأقلام المطعومة عليه وسبب توقف نموها بالرغم من أن الأقلام كانت قد استوفت احتياجات البرودة اللازمة لإنهاء دور الراحة في براعمها قبل تطعيمها والجدير بالذكر أن دخول البراعم في طور راحتها لا يعني سكون جميع أجزاء النبات حيث أن الجذور و الثمار تستمر في نموها في أواخر الصيف عندما تكون البراعم قد دخلت راحتها. كما يجب ملاحظة أنه بينما تكون العلامات الظاهرية الدالة على حدوث النمو غير موجودة خلال دور الراحة إلا أن العمليات الحيوية الهامة الأخرى اللازمة لبقاء النبات تكون نشطة.

انواع السكون :
وقد قسم السكون إلى ثلاثة أنواع هي :

السكون الداخلي Endodormancy : هو حالة السكون التي تنشأ نتيجة لوجود مسبب للسكون داخل البرعم نفسه (العضو نفسه) وقد كان يشار إلى هذه الظاهرة فيما سبق بدور الراحة الشتوية.

السكون المتلازم Paradormancy : ينشأ هذا السكون في بعض الحالات نتيجة لإشارة تنشأ من عضو آخر وتأثر على البرعم المعني فيمكن اعتبار السيادة القمية والتي فيها يؤدي وجود برعم في طرف الفرع إلى عدم نمو البراعم الجانبية حالة من حالات السكون المتلازم كما أن السكون الناشئ من وجود الحراشيف حول البراعم سكون متلازم أيضاً

السكون البيئي Ecodormancy : ينشأ السكون البيئي نتيجة لوجود ظروف بيئية محيطة بالنبات تمنع من نمو البراعم بالرغم من أن عدم وجود أى سكون داخلي فيها ، فنشاهد عدم نمو البراعم في التفاح و الكمثرى في أواخر الشتاء بعد انتهاء السكون الداخلي بها نتيجة من عدم توافر الكمية الملائمة من الحرارة اللازمة لتفتح البراعم ويعتبر في ذلك الوقت سكوناً بيئياً .

التميز بين دور الراحة وحالات السكون :
مما سبق يتضح بأن دور الراحة يتميز بما يلي :-

1- ظهوره فى براعم الأشجار المتساقطة فى فترة معينة غالبا ما تكون أثناء الخريف والشتاء.

2- حدوثه لأسباب فسيولوجية داخلية تتحكم فى ظهورها العوامل الوراثية الخاصة بالنوع

3- حدوثه بالرغم من توفر الظروف البيئية الملائمة للنمو وهذه العوامل قد تؤثرفى ميعاد حدوثه.

4- وجوب تعرض براعم الأشجار المتساقطة الأوراق التى دخلت فى دور الحرارة للجو البارد أثناء الشتاء لفترة معينة تختلف حسب النوع والصنف وبعض العوامل الأخرى وذلك حتى يزول المسبب لحدوث هذه الحالة والذي يعتقد بأنه وجود مواد مانعة للنمو فى البراعم وبذا تكون البراعم مستعدة للخروج بحالة نشطة عند دفء الجو فى الربيع.

أما حالات السكون فهي غالبا ما تنشأ نتيجة لعدم ملائمة أحد العوامل البيئية المحيطة بالنبات كعوامل الجو و التربة ، ولو أنها قد ترجع إلى أسباب داخليه كما فى حالة السيادة القمية.

هذا وقد يتداخل حدوث دور الراحة مع حالات السكون فمثلا تكون براعم أشجار بعض الأنواع المتساقطة الأوراق فى المناطق الشمالية الباردة فى حالة سكون أثناء الصيف بعد تكونها بتأثير فعل الأوكسين من القمم الطرفية. هذا بينما تكون فى حالة عدم نشاط فى أواخر الصيف وخلال الخريف وجزء من الشتاء نتيجة لوجودها فى دور الراحة. وعادة ما تستوفى البراعم احتياجاتها من البرودة اللازمة لإنهاء دور راحتها قبل نهاية فصل الشتاء بوقت ما إلا أنها تبقى ساكنة لعدم توفر الظروف البيئية الملائمة وبذلك تنتقل البراعم من دور الراحة الى حالة سكون ناتجة عن تأثير برودة الجو التي تمنع استئناف النمو وتنتهي حالة السكون هذه وتتفتح البراعم عند دفء الجو فى الربيع.

كيفية تفاعل البيئة مع الجهاز الخلوى :
تتفاعل البيئية مع الجهاز الخلوى عن طريق صبغة الفيتوكروم phytochrome فهى الميقانى الذى يقيس طول الفترة الضوئية عن طريق صورتيه PFR، PR ففى نهاية موسم النمو وبداية الخريف حيث تنخفض درجة الحرارة ويقل طول النهار يستقبل هذا المؤثر صبغة الفيتوكروم ثم تنقل هذه المعلومات عن طريق هرمونات خاصة فتؤدى الى انتاج الانزيمات المحللة لتكون منطق الانفصال وعند نهاية طور السكون وبداية موسم النمو وعندما ترتفع درجة الحرارة ويطول النهار وعن طريق نفس الجهاز الذى يتحكم فى قياس طول فترة الاضاءة اليومية تتكون المواد المنشطة الهرمونية بنفس الكيفية والمستقبل هنا هى الاوراق الحرشفية فتخرج البراعم من السكون.

بداية السكون و استمراره :
يهمنا في هذا المجال السكون الداخلي في غالبية الأحوال والسكون المتلازم في البعض الآخر وقد أوضحنا في بداية هذا الفصل أن السكون الداخلي يبدأ في الحدوث عند الدرجة 5180من دورة النمو السنوية ويجدر بنا أن نعلم متى تحدث هذه الدرجة ؟ وعموماً فان تاريخ حدوثها يختلف حسب الأنواع والأصناف والأصل المطعوم عليه الأشجار وهي تكون محصلة لعدد كبير من العوامل الجينية كما أن حالة نمو النبات و تساقط أوراقه ومستواه الغذائي قد يؤثر تأثيرا كبيرا في هذا الموعد. وقد أثبتت الدراسات أن هذا السكون الداخلي يحدث في اصناف التفاح التي تنجح في مصر مثل الآنا في منتصف ديسمبر في حين أن الأصناف التي لا تلائمها الظروف الجوية فانه يبدا في الحدوث في أوائل فبراير. وتختلف فترة السكون الداخلي في الطول وتبقى مستمرة ولا تنتهي إلا إذا ما توفرت عوامل أو حدث ما يؤدي إلى انتهاء مسبب السكون الداخلي في المتساقطات " توفر كمية مناسبة من البرودة في الشتاء " حيث أن هذه البرودة تؤدي إلى حدوث تغيرات داخل البرعم سواء تغيرات فيزيائية مثل التغير في الماء الحر والماء المرتبط في

البرعم او تغيير في المواد الكيماوية الداخلية أو زيادة منشطات النمو كالجبرلينات وقلة المثبطات مثل (حمض الابسيسيك) أو النسبة بينهما أو نتيجة للتحول الغذائي للبرعم او نشاطه الإنزيمي مما يسمح بنموه.

أسباب حدوث دور الراحة في براعم الأشجار المتساقطة الأوراق :
أجريت الكثير من الأبحاث في محاولة لمعرفة سبب أو أسباب حدوث الراحة كما أعطيت الكثير من التفسيرات لحدوث هذه الحالة منها :-

اولا : التغيرات الكربوهيدراتية : ربط بعض العلماء اسباب الكمون بوجود تغيرات فى المواد الكربوهيدراتية فى انسجة النبات حيث انة فى فترة النمو يتراكم النشا وعند انخفاض درجة الحرارة يبدأ تحول النشا الى سكر فيتراكم فى الشتاء بقدر كافى لدفع النبات لبدء النمو والنشاط ويعمل على انهاء طور الراحة الداخلى . تم الاعتراض على تلك النظرية حيث انه وجد ان اى نسيج لا يخلو من السكر تماما سواء كان فى فترة النمو او فى السكون ولا يمكن منع دخول البراعم فى طور السكون بمعاملة القمم النامية بمعاملة تزيد من نسبة السكر الذائب

ثانيا : تأثير الأوكسين الطبيعي : يربط الكثيرون بين حدوث دور الراحة وبين كمية الأوكسين الطبيعي في البراعم. فمن المعروف أن للأوكسين تأثير مزدوج على نمو البراعم فبينما تشجع التركيزات المنخفضة منه نمو البراعم ، تعمل زيادة تركيزه على وقف نموها. و إزاء ذلك اختلفت الآراء حول الدور الذي يلعبه الأوكسين الطبيعي في حدوث دور الراحة إلا أنها انحصرت في الاتجاهات التالية ....

أولاً : يعتقد البعض أن زيادة تركيز الأوكسين في البراعم هي السبب في حدوث دور الراحة كما يحدث في حالة السيادة القمية. فقد لوحظ ان زيادة تركيز الأوكسين الكلي Total Auxin (الحر والمرتبط) في براعم الكمثرى والتفاح أثناء دور الراحة و تناقصه قرب نهاية هذا الدور وبالعكس من ذلك توجد أدلة كثيرة تشير إلى خطأ الرأي السابق فقد ثبت أن البراعم لا تحتوي أثناء دور الراحة إلا على كمية صغيرة جداً من الاوكسين الحر Free or Diffusible Auxin لا يمكنها أن تسبب منع النمو. و في حالات كثيرة لم تلاحظ زيادة الاوكسين القابل للانتشار في البراعم إلا قبيل تنبه البراعم بوقت قصير فقد لاحظ Bennett& Skoog سنة 1938 عدم وجود الاوكسين القابل للانتشار في البراعم الساكنة لكل من الكريز والكمثرى. بتعرض البراعم للبرد تتكون بها بادئات الاوكسين Auxin Precursor، ثم يبدأ ظهور الاوكسين نفسه تدريجياً بعد ذلك ، و كان ظهوره مصحوباً بانتهاء دور الراحة. و تتفق هذه النتائج مع ما ذكره Bonner &Thimann سنة 1938 من أن نمو البراعم يكون مصحوباً بزيادة كبيرة في كمية الاوكسين و ان زيادة البراعم في الحجم عند نموها ينتج عن كبر حجم الخلايا الذي يكون محكوما بتأثير الاوكسين.

ثانياً : فسرت الظاهرة على ان النباتات تتأثر بأنخاض درجة الحرارة عند بداية الشتاء ونهاية الخريف وكذلك تتأثر بقصر طول النهار فتتكون مواد معيقة للنمو فى الاوراق المسنة على الاشجار تلك المواد تعمل على تضاد فعل منشطات النمو الهرمونية مثل الاكسين والجبرلين ، او انه خلال موسم النمو تتكون مثبطات النمو بكميات ضيلة لكنها تتراكم الى ان تصل الى التركيز الفسيولوجى المؤثر واللازم لاحداث السكون وذلك فى نهاية موسم النمو ثم بتأثير برودة الشتاء تتكسر المواد المثبطة لتصل الى التركيز الاقل من التركيز الفسيولوجى وفى نفس الوقت تزداد الهرمونات المنشطة الدافعة للنبات على الخروج من السكون واستئناف النمو الخضرى والزهرى.

احتياجات البرودة للفواكه المتساقطة وأثرها فى تحديد مناطق زراعتها :
يحدد توفر أو عدم توفر احتياجات البرودة للأنواع المتساطقة الأوراق التى يمكن زراعة هذه الأنواع فيها بنجاح فتحتاج بعض أنواع الفواكه المتساقطة الأوراق مثل التفاح والكمثرى والكريز والخوخ والبرقوق الأوربى والجوز لفترة طويلة من الجو البارد أثناء فصل الشتاء لإنها الراحة فى براعمها، ولذلك لا تجود زراعتها فى المناطق الواقعة بين خطى عرض 33°شمالاً وجنوباً والتى تتميز بالشتاء الدافىء إلا إذا كانت المنطقة مرتفعة إرتفاعاً كافياً لتوفير احتياجات البرودة. فالمعروف أن كل ارتفاع مقداره 165 متر عن سطح البحر يعوض خطاً من خطوط العرض. كما أن كل ارتفاع قدره 100 متراً ينتج عنه انخفاض فى درجة الحرارة

مقداره درجة فهرنهيتية. هذا بينما تتميز بعض الأنواع كالعنب والتين والرومان بقلة احتياجاتها للبرودة شتاءاً بدرجة كبيرة مما ساعد على زراعتها بنجاح فى المناطق المعتدلة الدافئة والتحت استوائية.

كيف تتحمل النباتات برودة الشتاء ؟

سبق ان ذكرنا ان النباتات خوفا على النموات الخضرية الحديثة من برودة الشتاء فانها تدفعها للسكون حتى لا تخرج تلك النموات الرهيفة فتؤذى بالبرودة وكذلك تحمى النباتات براعما الساكنة بألباسها معاطفها الصوفية التى تكون على هيئة اوراق حرشفية وبرية ، ثم تسقط الاشجار ما تبقى عليها من نموات بتكوين منطقة انفصال عند قواعد الاوراق والازهار والثمار المتبقية على الشجرة فى نهاية الخريف . عندئذ لا يبقى سوى الاجزاء الرئيسية من الشجرة والتى تقوم بحمايتها بأحداث عديد من التغيرات الايضية التى من شأنها حماية الماء داخل هيكل النبات الاساسى وذلك بتحويل الماء داخلة الى ماء مرتبط والذى من خصائصة عدم تجمدة على درجةالصفر المئوى وبذلك تحمى الخلايا من تجمد مائها والحفاظ على اغشيتها من التمزق . وتلك هى اهم العمليات الايضية التى يحدثها النبات ليواجة بها برودة الشتاء

ماذا يحدث لو زرع نبات ما فى منطقة لا يستوفى فيها احتياجاتة من البرودة ليخرج من طور الراحة ؟

* تأخير البراعم فى التفتح مما يعرضها لشدة الحرارة صيفا فيقل المحصول حتى اذا عقدت الثمار فأنها تتأخر فى النضج وتكون الثمار اقل جودة

* جفاف تدريجى للنبات حيث تقل كمية النموات الخضرية وقد تصاب الاشجار بلفحة الشمس او ضربة الشمس

* قد يؤدى عدم توفر Chilling Requirement عدم نمو الاعضاء الزهرية (تكون ازهار ناقصة احد الاعضاء الاساسية) كما يحدث فى المشمش مما ينعكس على المحصول بالنقص

* التأخير فى الخروج من طور الراحة يتبعة تأخير فى الدخول فى طور الراحة فى العام التالى فينشأ عن ذلك خلل فسيولوجى ينتج عنة ضعف تدريجى يؤدى الى الموت

زيادة النفقات لاستعمال الكيماويات اللازمة للمساعدة على خروج البراعم (كاسرات السكون) من طور السكون مثل تعريض النباتات للاثير او الكلوروفورم او الاثيلين او رش البراعم بالزيوت المعدنية مثل زيت الكتان 2 – 5 % او الرش GA بتركيز 100 – 1000 جزء فى المليون او استعمال الثيويوريا او الدورمكس ....الخ.

كسر السكون بالمعاملات الصناعية :

1-استخدام المواد الكيميائية: عمل الكثير من الباحثين من بداية القرن فى محاولة التغلب على السكون الشتوي للاشجار المتساقطة فى المناطق الدافئة الشتاء والتى لا يتوفر فيها البرودة المطلوبة وذلك للمساعدة على إنهائه فى الموعد المناسب وانتظام تفتح البراعم فى الربيع وتقصير فترة التفتح وقد أدت كثير من هذه المعاملات على نجاح كبير فى الأصناف المتوسطة الاحتياج للبرودة.

اول ما استخدم فى هذا المجال هو رش الزيوت المعدنية بتركيزات تتراوح من 2- 4% فى الشتاء ثم استخدمت هذه الزيوت مخلوطة ببعض المركبات مثل مركبات الداينيترو (مثل زيت اليونيفيرسال والكفروسال ثم استخدمت مركبات الثيويوريا أو نترات البوتاسيوم بتركيزات مختلفة ومركب الثيويوريا هو احد مركبات اليوريا والذى يستخدم بتركيز حوالى 0.5 % فى حين ان مركب نترات البوتاسيوم فيستخدم بتركيز 1% وهو يعتبر من المواد المتفجرة والذى يستعمل باحتراس كما انه يمكن استخدامها كمخلوط من مادتين بمفردها أو مع زيت معدني بتركيز ضئيل للحصول على نتائج طيبة فى بعض الحالات. استخدم فى الفترة الأخيرة فى غالبية البلدان الدافئة الشتاء مركبات جديدة من اهمها مادة سينامايد الهيدروجين " 2CN2H" والذى يباع تجارياً تحت اسم (دورمكس) بنسبة تتراوح بين 2- 4 %. كما جرب أيضاً مادة Thidiazeron (الثايدوزرون) بتركيزات ضئيلة.

إسقاط الأوراق صناعياً: لاتتساقط أوراق المتساقطات فى المناطق الدافئة غالباً بل يتأخر سقوطها حتى بداية الشتاء وقد وجد فى حالة الشتاء الدافئ جداً بقاء الكثير من الأوراق ملتصقاً بالأشجار حتى بداية الربيع. وقد أثبتت التجارب أن بقاء الأوراق على الأشجار يؤخر من بدأ السكون الداخلي للبراعم وبالتالي يؤجل نموها فى الربيع. وقد أجريت تجارب عديدة فى كثير من البلدان بإسقاط الأوراق صناعياً فى أواخر الخريف وقد ثبت أن الإسقاط اليدوي الصناعي ليس له تأثير على عملية السكون فى حين ان الإسقاط باستعمال المواد الكيميائية مثل سينامايد الهيدروجين (الدورمكس) او الإيثيفون أو مركبات النحاس أو اليوريا له تاثير فعال بدرجة كبيرة.

3- تعطيش الأشجار : وجد من البحوث المبدئية والمشاهدات الحقلية أن إعطاء الأشجار حاجتها الكاملة من الماء فى الخريف والشتاء يؤخر من استغراق براعمها فى السكون الداخلى وينصح حالياً بمنع الرى فى الأراضى التى تروى بالغمر مبكراً أما التى تروى بالتنقيط فتعطى الحد الأدنى للماء الذى يبقى على حياة الأشجار خلال الخريف والشتاء.

4- التقليم : سبق أن اوضحنا أن سكون الكثير من البراعم فى أصناف التفاحيات قليلة الاحتياج للبرودة هو سكون متلازم ينتج من وجود البراعم الطرفية على الأفرع. وإن إزالة البرعم الطرفى من الأفرع عمر سنه فى التفاح (Anna) يؤدى إلى كسر سكون البراعم التى تلية مباشرة إلا أنها لا تؤثر على البراعم التى تقع أسفل هذا البرعم لأنه يؤثر عليها نفس تأثير البرعم الطرفى وبذلك فالتقليم مفيد فى المساعدة على خروج البراعم من السكون

تفتح البراعم Bud burst :

تبدأ البراعم فى التفتح فى بداية الربيع إذا انتهت حالة السكون بها وتوفرت لها الظروف الجوية اللازمة للنمو ومن أهم هذه الظروف هى توفر كمية كافية من الحرارة لتساعد على حدوث التفاعلات الكيماوية التى تؤدى إلى تكوين المواد اللازمة للنمو. وتحسب كمية الحرارة بطرق مختلفة وأكثر الطرق استخداما الآن هى الطريقة التى تعرف بطريقة (حساب درجات النمو بالساعة Growing Degree Hours(GDH) وعند استخدام هذه الطريقة تحدد درجة الحرارة التى يبدأ عندها النمو وتحدد غالباً فى التفاح مثلا بدرجة o4.4 م ثم يتم الحصول على درجات الحرارة السائدة فى المنطقة كل ساعة خلال الفترة من انتهاء السكون الداخلى حتى تفتح البراعم ويقدر GDH طبقاً للمعادلة الأتية :

GDH = مجموع (درجة حرارة الساعة – درجة بدء النمو).

وعموماً فكلما توفرت كمية الحرارة المطلوبة فى منطقة ما بسرعة.. كلما كان التفتح أكثر تبكيراً بشرط انتهاء السكون الداخلى ولذلك فإن الذى يحدد التبكير أو التاخير فى التزهير ليس السكون الداخلى وكمية الحرارة اللازمة للتفتح بمفردهما على ذلك فإن موعد بدء تفتح البراعم والتزهير يختلف من موسم لأخر طبقاً للظروف الجوية السائدة واختلاف الصنف ومدى احتياجاته للبرودة وتوفر الظروف الحرارية المناسبة.

بعض العوامل الأخرى التى تساعد على إنهاء السكون :

الضوء : هناك عوامل أخرى تساعد على إنهاء السكون الداخلى منها الضوء حيث أن طول فترة النهار تؤثر على فترة السكون وقد ثبت أن البراعم تبدأ سكونها الداخلى عندما يقصر النهار كما أن زيادة طول النهار تساعد على كسر السكون فى الربيع.

الامطار: تدل الأبحاث الحديثة على أن هطول الأمطار فى الشتاء يساعد على كسر السكون وقد ثبت ذلك من تجربة أجريت على الكمثرى البارتليت، تفاح استارك كريمسون ومن المحتمل أن ذلك يحدث نتيجة لإذابة مادة مانعة للنمو توجد داخل البراعم أو حراشيفها تذوب فى الماء.

الحرارة : يعتبر انخفاض درجة الحرارة أثناء فصل الشتاء عاملاً أساسياً فى إنهاء دور الراحة فى براعم الأشجار المتساقطة الأوراق. وقد لوحظ أن تأثير درجات الحرارة المنخفضة يكون مقصوراً على الأنسجة المعرضة للجو البارد فقط، فعندما وضعت شجرة Blueberry داخل صوبة مدفأة أثناء فصل الشتاء وعرض أحد فروعها للجو البارد خارج الصوبة نمت البراعم الموجودة على هذا الفرع فى أوائل الربيع بينما ظلت باقى براعم الشجرة ساكنة. هذا وقد ذكر العالم Chandler أن لارتفاع درجة الحرارة

ارتفاعاً غير عادى إلى حوالى 113 ف فى أواخر الصيف والخريف أثر فى إنهاء حالة الراحة. فقد لاحظ تزهير بعض أشجار التفاح فى أحد المزارع فى مدينة لوس أنجلوس بولاية كاليفورنيا بعد تعرضها لفترة من الجو الحار خلال الفترة الواقعة فى أوائل شهر سبتمبر ، خاصة فى الأصناف المعروفة باحتياجات البرودة القليلة.

التظليل : ظهور الغيوم والضباب فى المنطقة تؤثر على درجة حرارة البراعم وبذلك فهى تؤثر على احتياجات البرودة اللازمة لإنهاء دور الراحة. فعادة ما تكون درجة حرارة البراعم فى المناطق ذات الشمس الساطعة أعلى نوعاً عن درجة حرارة الجو المحيط بها، بينما لا يوجد هناك فارق فى المناطق المظللة أو التى تكثر بها الغيوم والضباب. ولذلك يلاحظ عادة أن الأشجار الموجودة فى الأماكن الأخيرة كثيراً ما تستوفى احتياجاتها بدرجة أسرع نوعاً عن أشجار نفس الصنف المجاور لها والمعرضة لأشعة الشمس المباشرة.

الرياح : تساعد الرياح على زيادة النتح من الأنسجة النباتية مما يكون له أثر فى خفض درجة حرارة البراعم وفى تقليل احتياجات البرودة اللازمة لها نوعاً.

الليبيدات : اكتشف العلماء زيادة الاحماض الدهنية الغير مشبعة وذلك لزيادة نشاط لانزيمات Esterases وتغيرات فى الاغشية الخلوية بما تحتوية من ليبيدات تغير من نفاذيتها فتؤدى تلك التغيرات فى الاغشية الى اعادة توزيع الماء بين وداخل الخلايا مما يحافظ على الماء دون تجمد وهى من اساسيات تحمل البرودة

الكربوهيدرات : وجد ان توفر السكروز يكون حاميا Protectant ضد فعل التجمد المدمر لطبيعة البروتين Denaturation بالاضافة الى دورة كمنظم اسموزى Osmoregulators ويسبب انحدار الجهد المائى ويعمل على ربط الماء Water binding وهو الضرورى لتحمل البرودة . وقد وجد ان البرودة تنشط انزيم الاميليز المحلل للنشا وان هذا الانزيم لا يعمل تحت درجات حرارة الصيف

الاحماض النووية : تزداد الاحماض النووية خلال عمليات التقسية خاصة RNA وهى خطوة اساسية فى ميكانيكية او آلية الحماية فقد اقترح Weiser &Li ان الزيادة فى الاحماض النووية ترجع الى التغيرات الايضية الخاصة بالانزيمات اللازمة لتخليق المكونات الجدارية والتى تعتبر ذات اهمية فى مقاومة درجات الحرارة المنخفضة

البروتينات : يبدو ان للبروتينات علاقة وثيقة بتحمل النبات للبرد وذلك من خلال الوظيفة المزدوجة للبروتين فهو يعمل كمنظم من خلال الانزيمات ويعمل كواقى من خلال زيادة البروتينات الذائبة فى القلف الحى والذى يساعد على تحمل البرد كما اظهرت الدراسات زيادة النشاط الانزيمى للانزيمات المحللة للبروتين فى النباتات المقساة . ويظهر التخطيط التالى علاقة الانزيمات ونواتج التحليل الايضى للمركبات وبين عملية مقاومة او تحمل البرد .
حيث يتضح من التخطيط ان عملية التحفيز تتأتى عن طريق استقبال النباتات للتغيرات فى الفترة الضوئية وانخفاض درجة الحرارة فيكونان عاملان مؤثران على النظام الجينى المعروف Gene on and off وتكوين mRNA ثم تخليق الجديد من البروتين الذى يكون منه الانزيمات الهاضمة والتى منها المحلل للاكسين الداخلى IAA والذى يؤدى تناقصة الى تناقص النمو الخضرى وتوقفة ثم يتراكم السكروز وتحدث التغيرات الاسموزية فيترتبط الماء وتتغير الاغشية وتؤدى كل تلك التغيرات الى زيادة قدرة النباتات على مقاومة وتحمل البرد .

تساقط الثمار Fruit drop " منعه او الحد منه " :
تتساقط الثمار البذرية فى فترات يقل فيها الامداد الاوكسينى من الانسجة المختلفة المانحة للاوكسين بالبذرة فينخفض مستواة دون المستوى اللازم لاستمرار نموها .

فشل الازهار فى العقد : فشل الاجنة فى النمو يؤدى الى تساقطها ويزداد احتمال تساقط الثمرة كلما قل عدد البذور بها حيث يترتب علية انخفاض المحتوى الاكسينى للثمرة وبالتالى انخفاض قدرتها على المنافسة للحصول على المواد والعناصر الغذائية اللازمة لنموها اذ ان الافراز الهرمونى يحدث مناطق جذب لهذه العناصر .
لذا فتساقط الثمار يكون اما بعد العقد او قبل الجمع والاخير اهم لما يحدثة من خسائر وتلف لمحصول الثمار .

وقد وجد ان تلك الاقات يكون مستوى الاثيلين مرتفع والذى يسبب ضعف وتكسر الصفيحة الوسطى فتحدث منطقة الانفصال والذى يختلف مكانة بأختلاف النوع النباتى التابعة لة الثمرة فتنفصل ثمرة البرقوق بجزء من العنق فى التساقط الاول اما تساقط ما قبل الجمع فتنفصل بدون عنق اما الكريز فيحدث منطقة الانفصال اما بين عنق الثمرة وحامل الثمرات او بين حامل الثمار والدابرة .

ويفترض تكون منطقة الانفصال بنشاط انزيمى هادم لمحتويات جدر الخلايا مثل المواد البكتينية والسليولوزية والسكريدات العديدة غير السليولوزية ويحدث هجرة لعنصر الكالسيوم والمغنسيوم من جدر الخلايا فى تلك المنطقة قبل او عند نهاية الطور المؤدى للانفصال ولا يشمل هذا التغير الحادث فى منطقة الانفصال الخلايا الخاصة بالحزم الوعائية مما يجعل الثمرة ملتصقة دون انفصال فترة حتى تتمزق هذه الحزم طبيعيا Physically ويختفى البكتين سواء المثيلى Methylated Pectins او الكلى من خلايا الانفصال وتتلجنن الخلايا فى انسجة الثمرة عند منطقة الانفصال ويستمر بتقدم ظاهرة الانفصال حتى التساقط .

دور الاكسين فى منع التساقط :

يمنع الاكسين تكون وتخلق طبقات الانفصال ويرجع ذلك الى دورة فى منع تكوين الانزيمات الهادمة للبكتين مثل Pectin methyl esterase وايضا لدورة فى التدرج الاكسينى gradient Auxin عند النهاية القمية للعنق Proximal end) اتصال العنق بالثمرة) وقد افادت تلك المعلومات فى منع التساقط باستعمال الاوكسينات .

استعمل Naphthalen acetamide بتركيز 15 – 20 جزء فى المليون عند تساقط اول ثمرة تفاح ثم تكرار المعاملة حتى الجمع ويستعمل D - 2,4 بتركيز 8 – 10 جزء فى المليون لمنع تساقط ثمار الموالح " ابو سرة " والتفاح والكمثرى . وقد وجد ان الرش البرتقال ابو سرة قبل الازهار بستة اسابيع زاد الحجم وقل التساقط اى ان تأثير دام سبعة شهور

اما عن دور الجبرلين فعند المعاملة بة على ثمار التفاح eliciousRed d فقد قل التساقط بنسبة 20-50 % وكانت المعاملة بعد 6 اسابيع من تساقط البتلات الزهرية بتركيز 25 – 100 جزء فى المليون غير ان الجبرلين لم يعطى نتائج ايجابية اخرى فى منع تساقط كثير من الثمار للانواع الاخرى .

9B اثر فى منع التساقط او التقليل منه بالتفاح عند الرش به بعد ثلاث اسابيع من التزهير وتساقط البتلات بتركيز 2.5 جم / لتر

التساقط هو أحد مظاهر الشيخوخة أو هو أحد مظاهر انتهاء عمر العضو داخل منظومة النبات حيث إن جميع النباتات الراقية ءهاوخاصة الأشجار مستديمة الاخضرار أو متساقطة الأوراق قد تتخلص من أعضا المسنة سواء أكانت أوراقا أو أزهار أو ثمارا بعد وصول كل منها طور الشيخوخة والتحلل والهدف من تساقطها هو استبدالها بأخري حديثة ونشطة

فسيولوجيا وكيميائيا. ويتم سقوط هذه الأعضاء خاصة الأوراق إما منفردة و علي فترات متباعدة علي تديمة الخضرة أو تسقط الأوراق دفعة واحدة خلال فصل الخريف و تصبحمدار العام كما في الأشجار مس الأشجار عارية تماما

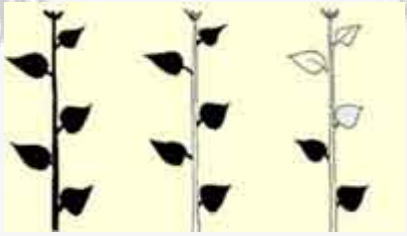
في الشتاء كما في متساقطة الأوراق التي تمر نباتاتها بفترة السكون أو الراحة نتيجة انخفاض كلاهما مع الحرارة شتاء ثم تستأنف نموها بعد تكشف براعمها لتتحول الي الأوراق الحديثة أو الأزهار أو تكوين النموات الخضرية خلال فصل الربيع . لارتفاع معدل الحرارة و سريان العصارة و توفير الماء و حتي الأزهار و الثمار تسقط منفردة أو علي دفعات بعد عملية الإخصاب . الغذاء أو العقد أو تكوين الثمار وفي بعض الحالات الشاذة . الرياح الشديدة الصغيرة و يتم سقوط كل منها طبيعيا أو بعوامل المناخ مثل قد تسقط هذه الأعضاء دفعة واحدة نتيجة الاستعمال الخطأ بفعل مبيدات الحشائش أو الفطريات المرضية.

العوامل المؤثرة علي سقوط الأوراق

راتوبالنسبة لسقوط الأوراق سواء أكانت للأشجار المستديمة أو المتساقطة لابد من حدوث بعض التغي

المورفولوجية تركيبيا و التفاعلات الكيميائية داخليا من خلال مراحل و خطوات متتالية تؤدي في النهاية الي سقوط الورقة و التي تتلخص خطوات هذه المتغيرات تبعا للأتي :

التغيرات التشريحية: تتلخص في التالي

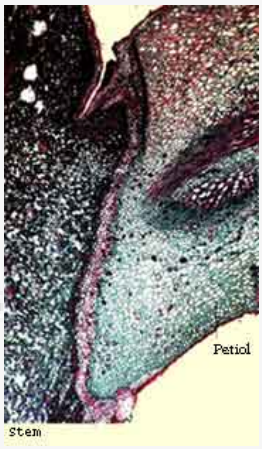


قعر الشكل في صورة حلقة خارجية عميقةعند دخول الورقة مرحلة شيخوختها يبدأ ظهور اختناق دائري م نوعا حول

قاعدة عنق الورقة ويأخذ لونا خاصا دون باقي العنق خارجيا
عند عمل قطاع طولي في الجزء الحلقي المقعر حول قاعدة الورقة يتميز بوجود الأوعية الناقلة ضيقة القطر وشكلها منضغط الي الداخلمع قلة خلايا العنق

سواء أكانت خلايا كولنشيمية او اسكلورانشيمية أو تكاد تكون منعدمة مع وجود طبقتين أو أكثر من الخلايا البارنشيمية ذات الجدر الرقيقة غير المنتظمة شكلا وغير المتساوية حجما والمنضغطة طوليا واحتواءها علي كثير من الانوية والميتوكوندريا. عندما يتصف هذا الاختناق بهذه الصفات التركيبية يطلق عليها طبقة الانفصال **Separating layer** أو منطقة التساقط **Abscission zone**

تحلل طبقة الانفصال أو منطقة التساقط بفعل أنزيمات التحلل التي تعمل تحطيم وتحلل وإذابة الجدر الخلوية وخاصة الصفائح الوسيطة أو تتمزق الأخيرة بفعل الضغط الناشئ نتيجة التزاحم بين يا الكبيرة و المجاورة لمنطقة التساقط و تصير طبقة هذه المنطقة علي هيئة شكل منتفخ و فيالخلا حشوة جيلاتينية لامتلائها بالعصير الخلوي والسيتوبلازم مما يكسب هذه الطبقة اللون الداكن و المظهر فقط لإختفاء اللزج و تصبح الورقة متصلة بالساق عن طريق خلايا طبقة البشرة والأوعية الناقلة خلايا طبقة البشرة نتيجة عمليات التحلل والإذابة مما يساعد ذلك علي سقوط الأوراق بسهولة بفعل ثقل وزنها أو بفعل الرياح العادية
قبل سقوط الأوراق و بعدها مباشرة تتكون طبقة أو طبقتين من الخلايا البارنشيمية القريبة من الناقلة و تصبح محكمة القفل لمنع خروج العصارة النيئة من منطقة الانفصال لغلق فوهة الأوعية الخشب و الطازجة من اللحاء مع إضافة بعض المواد اللزجة و المنتجة ذاتيا من المواد التيلوزية لتكوين غشاءا أو غلافا وافيا ليزيد من إحكام القفل لفوهة الأوعية بفعل طبقتي الخلايا المتكونة حديثا و عد ذلك الي خلايا فللينية بعد ترسيب مواد تدعيمية مثل اللجنين و السيوبرين بينهاالتي تتحول ب لشدة تماسك الطبقة الفللينية و عدم اتصال عصارة الأوعية الناقلة بالوسط الخارجي .
عقب سقوط الأوراق مباشرة تتخلف عنها ندبة صغيرة الحجم مثلثة الشكل و لامعة المظهر ممثلة نقطة بين الورقة و الساق الحامل لها الاتصال



ب- التفـــاعلات الكيميائيـــة :

وتتلخـص خطـوات العمليـات الكيميائيـة الـتي تحـدث داخـل خلايـا منطقـة الانفصـال فـي عنـق الأوراق قبـل تسـاقطها فـي التـالي :

1- بعـد دخـول الأوراق مرحلـة شـيخوختها يبـدأ ظهـور علامـات الشـيخوخة علـي نصـل الأوراق نتيجـة ظهـور الاصـفرار الكامـل و سـرعة ذبولهـا و يـرجع ذلـك الـي تحلـل الكلورفيلـل و المـواد البروتينيـة و الأحمـاض بفعـل نشـاط الأنزيمـات المتخصصـة اللازمـة لعمليـات الهـدم السـريع مصـحوبا ذلـك RAN النوويـة خاصـة ا سـبق نكـوينبـالبخر السـريع لسـرعة النفاذيـة مـن خـلال الأغشـية لجـدر الأوراق المسـنة بالإضـافة الـي م الأزهـار و الثمـار تعمـل علـي سـحب معظـم الغـذاء مـن الأوراق و الجـذور فـي صـورة ذائبـة معـدنيا أو عضـويا لاكتمـال أجزاءهـا و تكـوين ثمارهـا و نضـج بـذورها ممـا يـدفع ذلـك الأوراق علـي دخولهـا مرحلـة شـيخوختها مبكـرا و العمـل بينمـا النباتـات العشـبية . ة أو متسـاقطة الأوراقعلـي سـرعة سـقوطها سـواء أكانـت أشـجارا مسـتديمة الخضـر و المعمـرة مثـل الأبصـال و الـدرنات والريزومـات تقـوم بـدورها علـي سـحب الغـذاء المجهـز سـواء كـان عضـويا أو معـدنيا فـي صـورة ذائبـة و سـهلة الامتصـاص و انتقالهـا مـن الأوراق الـي الأعضـاء المتحـورة أرضـيا لكـي امهـا و تثقـل أوزانهـا ممـا تـدفع الأوراق بـأن تـدخل مرحلـة الشـيخوخة المبكـرة بنـاءاتتجمـع بـداخلها و تـزداد أحـج علـي مـا سـبق يمكـن اسـتغلال الظواهـر السـابقة فـي مجـال الإنتـاج الـزراعي لتقليـل التنـافس علـي الغـذاء ىبيـن الأعضـاء النباتيـة و لتـأخير مرحلـة الشـيخوخة لهـا مـع عـدم سـحب الغـذاء مـن أحـد الأعضـاء الـي الأخـر وعلـي سـبيل المثـال عمليـات إزالـة الـبراعم الخضـرية قميـا او جانبيـا حـتي الـبراعم الزهريـة فـي نبـات الـدخان بغـرض تشـجيع النمـو خضـريا و تحسـين صـفات الأوراق مظهريـا وزيـادة محتواهـا الكيميـائي داخليـا و رفـع ميـا مـن نبـات فـول الصـويا قـد تـؤديكمـا أثبتـت الدراسـات أن إزالـة الـبراعم الزهريـة يـو . النكهـة و الرائحـة بهـا الـي إطالـة عمـر الأوراق وتأجيـل شـيخوختها وعمليـة خـف الأزهـار أو الثمـار الصـغيرة لنباتـات الفاكهـة تعمـل علـي كـبر حجـم الثمـار و رفـع صـفاتها الطبيعيـة و الكيميائيـة مـن حيـث الطعـم و اللـون و خفـض الحموضـة و زيـادة السـكريات .

2- ة لـلأوراق النباتيـة تحـدث بـداخل طبقـة الانفصـال فـي قاعـدة الورقـة بعـضخـلال مرحلـة الشـيخوخ التغـيرات الكيميائيـة ممـا ينتـج عنهـا تحليـل وهـدم الجـدر الخلويـة والأغشـية البروتوبلازميـة والصـفائح الوسـيطة لخلايـا القشـرة مصـحوبة بإذابـة المـواد البكتينيـة والهيميسـليولوزية والمـواد السـكرية المعقـدة ، لأنزيمـات الداخلـة فـي التفاعـل والمتعلقـة بالتحلـل والهـدم هـي أنـزيم البكتينـيز ، السـليوليزواهم ا ، الفوسـفاتيز ، البيروكسـيديز ، حمـض السكسـينيك ديهيـدروجينيز ، حمـض الماليـك ديهيـدروجينيز بعـد الانتهـاء مـن عمليـات التحلـل تصـبح طبقـة الانفصـال . البروتـيز ، اكسـيديز حمـض أنـدول الخليـك متكونـة مـن الخلايـا المفككـة والجـدر الممزقـة ذات المظهـر الجيلاتيـن نتيجـة نشـاط أنـزيم بكتيـن ميثايـل الاسـتريز وأنـزيم حـامض RAN ase

3- زيـادة معـدل التنفـس بفعـل الأنزيمـات المتخصصـة و بالاشـتراك مـع أنزيمـات التحلـل الأخـرى قـد تعمـل معـا

مانعات التنفس تشترك بدورها في عدم أحداث التساقط علي سرعة التساقط في الأوراق فقد وجد أن فعند إعطاء جرعات من المواد السكرية خفيفة التركيز لمنطقة التساقط أسرعت من تساقط الأوراق مبكرا مما يؤكد أن عملية الأنفصال تحتاج الي طاقة حرارية تكون مصدرها الطبيعي عملية التنفس

4- أندول حمض الخليك في منطقة التساقط يعتبر عاملا محددا لهذه نقص المحتوي الكلي من الأوكسين وتفاعلات الأكسدة الناتجة بفعل أنزيم أوكسيديز حمض أندول الخليك تؤدي بدورها علي سرعة . الظاهرة التساقط نتيجة خفض الأوكسين و عند أضافته علي طبقة الأنفصال فأنه يمنع أو يؤخر تساقط الورقة .

5- مرتبطا بالنشاط الأنزيمي المحلل لكل منهما RNA حتوي البروتيني و الحامض النووىانخفاض الم وأنزيم الريبونيوكليز ، protease ويعزى ذلك الى ارتفاع معدل النشاط أنزيم البروتيز على التوالى والمحللة لهما فى منطقة الانفصال Ribonuclease

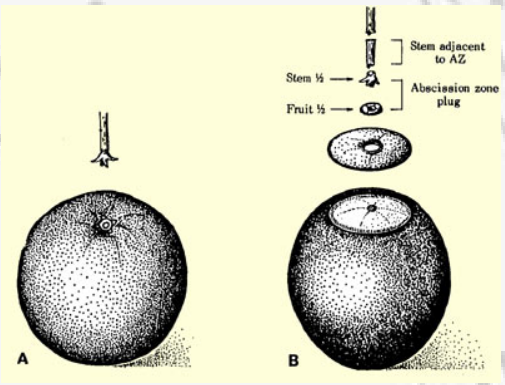
تأخير سقوط الأوراق

لحديثة تزداد فيها تركيزات الاوكسينات الطبيعية وتقل معدلها مع تقدم الأعضاءمن المعروف أن الأوراق ا فى العمر وبالتالي يسهل سقوطها بعد تكون منطقة الانفصال لذلك يمكن منع تساقط الأوراق أو تأخير تساقطها بالرش بالاوكسينات وربما يرجع ذلك المنع الى زيادة سرعة الانقسام الخلوى وتجديدها عند قاعدة الورقة ووقف النشاط الأنزيمي المحلل لجدر خلاياها

Fruit drop تساقط الثمار

ظاهرة سقوط الثمار المنتشرة طبيعيا في أشجار الفاكهة تحدث عادة عقب عملية الإخصاب والعقد مباشرة اقط الثمريمع العلم أن النسبة المرتفعة في ظاهرة التس , أو أثناء نضج و اكتمال التسوية في الثمار يسمي الأول . ويتم التساقط علي فترتين كما في أشجار التفاح . تحدث في النباتات ذاتية التلقيح بالتساقط المبكر الذي يحدث بعد انتفاخ المبيض و تكوين الاندوسبرم البذري للثمرة و الثاني يعرف وع آخر من التساقط يعرفبتساقط يونية الذي يحدث خلال الفترة السريعة لتكوين الجنين وهناك ن بتساقط ما قبل الجمع حيث تسقط الثمار وهى على وشك النضج

تحدث منطقة الانفصال فى الثمرة إما فى منطقة اتصال العنق بالثمرة أو قد تحدث فى طبقة القشرة والبشرة للثمرة قرب العنق بمسافة نصف ملليمتر فى العنق أو عمقا فى الثمرة والذي يختلف مكانة باختلاف النوع النباتي التابعة له الثمرة فتنفصل ثمرة البرقوق بجزء من العنق فى التساقط الأول آما تساقط ما قبل الجمع فتنفصل بدون عنق آما الكريز فيحدث منطقة الانفصال اما بين عنق الثمرة وحامل الثمرات أو بين حامل الثمار والدابرة



ضرار بالثمار الساقطة على سطح الأرض حول جذوع أشجارها حيثتساقط ما قبل الجمع يؤدى الى الأ تتعرض هذه الثمار للإصابة البكتيرية و الفطرية نتيجة حدوث بعض الجروح الميكانيكية علي الثمار

بعد سقوطها وتصبح بعد ذلك غير صالحة للاستهلاك أو البيع و يمكن تجنب مثل هذه الحالات بقطف ها وتلوينها بالرغم من عدم صلاحيتها للاستهلاك والأفضل ترك هذه الثمارالثمار قبل اكتمال تسويت فوق الأشجار حتي تصبح مكتملة النضج والتسوية ولا يتأتي ذلك إلا باستخدام بعض المنظمات النباتية للعمل علي منع سقوطها أثناء النضج وبعده كما في ثمار التفاح و المشمش لأن ظاهرة التساقط مرتبطة بالنقص فى معدل الأوكسين ويمكن التغلب عليها Pre-harvest dropالقطف الثمري قبل بشرط أن يستخدم الأوكسين (جزء في المليون 10) باستخدام الرش لمحاليل نفثالين حامض الخليك رمرة واحدة رشا علي الأشجا (الآلار) أيام قبل سقوط الثمار لأشجار التفاح ، كما يستعمل 5-6 مرتين كل قبل سقوط الثمار بحوالي شهر واحد ويمكن استخدام بعض المواد الصناعية من الأوكسينات لنفس الغرض السابق مثل مركب ثلاثي كلورو الفينوكسي حامض البروبيونيك

يرجع تساقط الأزهار الى فشلها فى التلقيح والإخصاب فالفشل فى العقد يؤدى الى أن تحرم الأزهار من كما إن فشل الأجنة فى النمو , الذى يعينها على البقاء والاستمرار فى القيام بدورها المدد الاوكسينى يؤدى الى تساقطها أيضا لنفس السبب وهو ما يحدث عادة بعد ذلك للثمار البذرية فى فترات يقل فيها ستوىالإمداد الاوكسينى من الأنسجة المختلفة المانحة للاوكسين بالبذرة فينخفض مستواه دون الم اللازم لاستمرار نموها

وهناك العديد من البحوث التى أثبتت أن ظاهرة التساقط الثمري تعزي الي انخفاض مستوي الأوكسينات في الثمار أو الى التدرج الاوكسينى على جانبي منطقة الانفصال فأن كان مستوى الأوكسين على حالة لا يحدث التساقط آما أن قل المستوىالجانب الداخلى اكبر منه على الجانب الخارجي فى هذه ال الاوكسينى الداخلى ليتساوى مع مستواه الخارجي البعيد عن منطقة التساقط فى هذه الحالة تتكون منطقة الانفصال
ويزداد احتمال تساقط الثمرة كلما قل عدد البذور بها حيث يترتب علية انخفاض المحتوى الاوكسينى قدرتها على المنافسة للحصول على المواد والعناصر الغذائية اللازمة لنموها إذ للثمرة وبالتالي انخفاض إن الإفراز الهرموني يحدث مناطق جذب لهذه العناصر

وقد وجد أن فى أوقات التساقط عادة ما يكون مستوى الاثيلين مرتفع والذي يسبب ضعف وتكسر نطقة الانفصال بنشاط أنزيمي هادمالصفيحة الوسطى فتحدث منطقة الانفصال ويفترض تكون م لمحتويات جدر الخلايا مثل المواد البكتينية والسليولوزية والسكريدات العديدة غير السليولوزية ويحدث هجرة لعنصر الكالسيوم والماغنسيوم من جدر الخلايا فى تلك المنطقة قبل أو عند نهاية الطور فى منطقة الانفصال الخلايا الخاصة بالحزم الوعائية مما المؤدى للانفصال ولا يشمل هذا التغير الحادث ويختفى Physically يجعل الثمرة ملتصقة دون انفصال فترة حتى تتمزق هذه الحزم طبيعيا او الكلى من خلايا الانفصال وتتلجنن الخلايا فى Methylated Pectins البكتين سواء المثيلى . مر بتقدم ظاهرة الانفصال حتى التساقطأنسجة الثمرة عند منطقة الانفصال ويست
حيث وجدوا زيادة إنتاج الاثيلين طبيعيا فى (1972) Addicott Davies &Morgan وقد أيد ذلك كل من الصغير بينما ارتفع حمض الأبسيسك خلال سقوط ثماره مما (الثمرة) ثمار القطن قبل سقوط اللوز ا فى ظاهرة التساقط الثمرىنستنتج أن المركبين السابقين يشتركان مع

دور الهرمونات فى منع تساقط

يمنع الاكسين تكون وتخلق طبقات الانفصال ويرجع ذلك الى دورة فى منع تكوين الأنزيمات الهادمة عند Auxin gradient وأيضا لدورة فى التدرج الاوكسينى Pectin methyl esterase للبكتين مثل وقد أفادت تلك المعلومات فى منع (اتصال العنق بالثمرة) Proximal end النهاية القمية للعنق جزء 20 – 15 بتركيز Naphthalen acetamide فقد وجد أن استعمال .التساقط باستعمال الاوكسينات

10 – 8 بتركيز 2,4 - D فى المليون عند تساقط أول ثمرة تفاح ثم تكرار المعاملة حتى الجمع ويستعمل وقد وجد أن الرش البرتقال . والتفاح والكمثرى " أبو سرة " ون لمنع تساقط ثمار الموالحجزء فى الملي أبو سرة قبل الأزهار بستة أسابيع زاد الحجم وقل التساقط أي أن تأثير دام سبعة شهور و 98 % فى أشجار المانجو و أصنافها المختلفة تصل نسبة تساقط الثمار غير تامة النضج حوالي و يمكن التغلب على نقص العقد 2% من الثمار العالقة بالأشجار حتي تنضج تماما حوالي يتبقي ت – 4 ، 2 لارتفاع التساقط بالاستخدام الأمثل من نفثاليك حمض الخليك أو مركب

وكانت 20-50 % أما عن دور الجبرلين فعند المعاملة به على ثمار التفاح فقد قل التساقط بنسبة جزء فى المليون غير ان 100 –25 أسابيع من تساقط البتلات الزهرية بتركيز 6 المعاملة بعد الجبرلين لم يعطى نتائج إيجابية أخرى فى منع تساقط كثير من الثمار للأنواع الأخرى

فى منع التساقط أو التقليل منه بالتفاح عند الرش به بعد ثلاث B9 أشارت الأبحاث الأخيرة أيضا اثر لتر / جم 2.5 لتزهير وتساقط البتلات بتركيزأسابيع من ا

الخف Thinning

أمكن استغلال ظاهرة سقوط الأوراق أو الأزهار أو الثمار الطبيعية صناعيا وذلك بتحفيز او تسريع تكوين طبقة الانفصال لأحداث التساقط المبكر وذلك باستعمال الأوكسين أيضا فكما أن له دورا فى منع أن له أيضا دورا فى الإسراع من حدوث التساقط وهو تعديل التدرج الاوكسينى لصالح التساقط فقد وجد . حدوث الانفصال

كما توجد بعض المحاولات لتقليل الإنتاج الثمرى للمحافظة على النوعية الثمرية لأشجار الفاكهة Flower Induction بإضافة حمض لجبريللين على الأشجار خارجيا فى وقت إحداث التنبية الزهرى إلا أن الهرمون يعمل على . لأزهار الموسم التالى والذى يسبب تقليل عدد البراعم الزهرية وتكشفها وعلية يفضل استخدام . تشجيع النمو الخضرى على حساب النمو الزهري فى بعض الأشجار الخشبية ما فى التفاح والخوخالأوكسينات مثل نفثالين حامض الخليك عقب العقد وتكوين الثمار الصغيرة ك كما يفضل استخدام الأوكسين فى صورة نفثالين حمض الخليك أثناء العقد الثمرى لنبات , والعنب العنب ، بينما يفضل استعمال حامض الجبريلليك قبل تفتح الأزهار للعتب لتقليل ظاهرة العناقيد العقد مما يسبب زيادة الإنتاج المزدحمة ومنع تعفن الثمار مصحوبا باستطالة العناقيد وخفض نسبة الثمري لكبر حجم الحبات العالقة حتي مركبات المورفاكتين و الاثيفون قد تستخدم لنفس الغرض السابق في أشجار العنب لأنها تعمل علي سقوط حبات أو ثمار العنقود لتقليل تزاحمه مؤديا في النهاية أن استخدام مركب الايثيريل أثناء عقد الثمار الي كبر حجم الثمار المتبقية علي العنقود وقد وجد لأشجار الخوخ يعمل علي تقليل الثمار الناتجة مع زيادة أحجامها و أوزانها وتحسين صفاتها الطبيعية والكيميائية

على أشجار الجوز قبل ميعاد (جزء في المليون 1000) وجد أن استخدام محاليل الرش لمركب الايثيرل وأمكن Martin (1971) بحوالي أسبوعين يؤدي الي سهولة القطف ميكانيكيا تبعا لدراسة الجمع الثمري تطبيق هذه الطريقة بنفس المركب السابق على أشجار التفاح والمشمش والبرتقال لتسهيل سقوط الثمار العالقة بالأشجار عندما تهز فروعها وسوقها مع استقبال الثمار الساقطة علي مشمعات من ستيك لتقليل الجروح الميكانيكية نتيجة عملية التساقط لذلك شاع استعمال بعض المركباتالبلا الكيميائية الصناعية مثل الايثيرل، البيوتايل كابتاكس الآزاجيرانين ،البيوتيفوس وكلوريد صفاتالمنجنيز للرش علي النبات خلال موسم الأزهار أو الأثمار لخف الأزهار والثمار للمحافظة علي ال الطبيعية والكيميائية للثمار المتبقية بشكل افضل من حيث كبر الحجم وزيادة الوزن واللون وزيادة

المحتوي السكري لتتناسب مع الذوق الاستهلاكي وفى القطن يتم إسقاط الأوراق صناعيا للتخلص من رف بالحمل المتبادل كماكما توجد فى بعض أشجار الفاكهة ظاهرة تع , الأوراق لسهولة الجمع الميكانيكي فى النخيل والمانجو والتفاح بأن تعطى الأشجار إنتاجا ثمريا مرتفعا فى عام ثم تنتج ثمارا قليلة فى العام التالي وهكذا ، ويتم التغلب على هذه الظاهرة بإزالة الثمار الصغيرة خلال أطوار نموها الأولى مما يؤدى مع ملاحظة أن عملية الخف اليدوي . لا من الإنتاج الثمري الثقيلالى الحصول على حمل متوسط الإنتاج بد للأزهار أو الثمار فى أشجار الفاكهة لم تكن مجدية عمليا بل الأفضل استخدام وسائل الخف الكيميائي باستعمال المركبات الكيميائية مثل مركب داى نيتروارثوكريسول (DNOC) Dinitroorthocresol ن التفاح والخوخ عندما ترش على الأشجار ذات الأزهار المتفتحة ، لأن عملية خف الأزهارلخف الأزهار لكل م أفضل من خف الثمار غير الناضجة .

و يمكن توضيح ميكانيكية عمل المركبات الصناعية و المستخدمة في خف الثمار لأشجار الفاكهة المختلفة نتيجة العوامل التالية :

أ- ح و عدم تكوين الأنابيب اللقاحية فيهامنع أنبات حبوب اللقا .

ب- إعاقة حركة و انتقال المواد الغذائية من الأوراق و باقي أجزاء النبات الي الثمار خلال مراحل تكوينها و نضجها

ج- تشجيع تداخل النمو لكل من الجنين و الاندسبرم يؤدي الي ظهور البذور المختزلة .

د- سرعة سقوط الثمار مباشرة

إن حركة النبات كثيرا ما يهملها الفسيولوجيون نظرا لبطئها غير أن ما ظهر من تقنيات حديثة فى التصوير وكاميرات الفيديو الرقمية الحديثة التى تلقط صورة كل عدة ثوان وتسجلها داخل الكاميرا ليتم نقلها للكمبيوتر ليتم عرضها بالسرعات التى تظهر حركة النبات بشكل جيد للوقوف على حركة الأعضاء النباتية بدقة وإظهار واقعية الحركات الذاتية للأوراق والسوق . وبتلك الطريقة أمكن ملاحظة أن أوراق الدخان تبدو وكأنها ترتفع وتنخفض وكأنها أجنحة طير أثناء الطيران ، كما يمكن رؤية الساق وهى تتحرك حركات حلزونية منتظمة ، كما يمكن إظهار الحركات التى تحدث أثناء تفتح البراعم سواء كانت براعم ورقية او الزهرية . كذلك اهتم الفسيولوجيون بدراسة إيقاع النبات الداخلى والبحث عن كيفية تنفيذ النبات لبرنامجه فى التطوير وإحساسه بالليل والنهار وبقياسه درجة الحرارة واوضاع النبات عن مجاورته لأخرى وشن حربة للدفاع عن نفسه إذا تعرض لهجوم بكتيري او فيرسى او أصابته حشرة او حتى إذا وقع تحت وطأة الإجهاد البيئي من حر او برد او تعرض للملوحة او الجفاف ... الخ .

حركات النمو :

هى التغيرات فى وضع الأعضاء نتيجة زيادة حجم الخلايا وزيادة أعدادها وانحنائها ويحدث الانحناء نتيجة زيادة عدد وحجم الخلايا الغير متساوى فى الأجزاء التى تحدث لها النمو والانحناء ، فالحركة الانتحائية هى الحركات التى تحدث بتأثير العوامل البيئية مثل الانحناء للضوء الساقط على السوق والجذور (الانتحاء الضوئى) والانتحاء بتأثير الجاذبية الأرضية (الانتحاء الأرضي) أو اتخاذ أوضاع حركية بتأثير اختلافات المحتوى المائى للتربة (الانتحاء المائى) والانتحاء نتيجة التلامس الفيزيائى او التلامس الكيميائي (الانتحاء التلامسي) أو(الانتحاء الكيميائي) . وتعتبر الحركة موجبة حينما ينحنى العضو فى اتجاه المؤثر وسالبا حينما ينحنى العضو فى الاتجاه المضاد

الحركات الانتحائية :

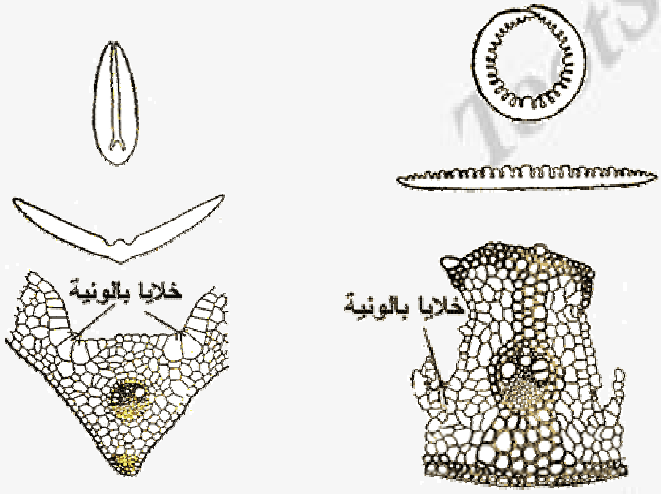
هى الحركة التى تحدث فى العضو نتيجة تساوى العامل المؤثر على العضو من جميع الاتجاهات بالتساوى ، فحركة الأوراق الحديثة أثناء النمو وحركة حراشيف البراعم وبتلات الأزهار عند التفتح أمثلة للحركات الانتحائية وتنتج من نمو السطح السفلي للعضو أسرع من السطح العلوى مما يجعلها تنحنى الى أعلا مثلا لتغليف قمة الساق أو حدوث زيادة النمو فى السطح العلوى اكبر فيحدث تفتح البراعم ، آما قمة الساق فتنمو حلزونيا رغم أن ظاهر الأمر إنها تنمو راسيا وينتج التثني من عدم تساوى معدلات النمو فى الأجزاء الرأسية المختلفة حول محور الساق بعض الحركات الانتحائية تحفزها عوامل بيئية كالحرارة والضوء فتتهدل الأوراق ليلا فى بعض الأنواع وتتعدل أوضاعها فى أثناء النهار وهذه الحركات عادة تكون مرتبطة بتوزيع الاوكسينات فى الأنسجة المتأثرة

حركات الامتلاء :

وهى التى تنتج نتيجة التغيرات والتغيرات العكسية فى امتلاء الخلايا بالماء وعادة تكون الأعضاء المتأثرة بتلك الحركات الامتلائية ذات خلايا رقيقة الجدر تسمى أعضاء الحركة أو الوسائد مثل حركة النوم للنبات ميموزا بوديكا وهو أحد البقوليات ، وكذلك فتح وغلق الثغور وحركة الأوراق الناتجة عن الذبول والشفاء منه ، وعادة تحدث حركات الامتلاء التى تؤدى الى التفاف الأوراق من وجود خلايا كبيرة فى الحجم تسمى الخلايا البالونية توجد على السطح العلوي للورقة عند قاعدتي أخدودين فى محاذاة العرق الوسطى .

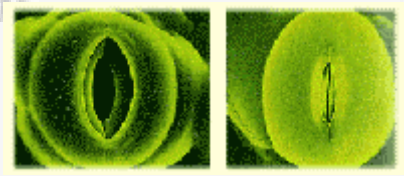
فعندما يكون الامتلاء كبيرا تكون الاوراق منبسطة وعندما يكون ينخفض ضغط الامتلاء ترتخى جدر تلك الخلايا البالونية فتنطبق الورقة (كما فى نبات حشيشة الرمال) وعندما تعيد الخلايا المرتخية امتلائها تنبسط الورقة مرة اخرى ، وتستغرق الاوراق ما بين 8 – 20 دقيقة لاعادة امتلائها وبالتالى انبساطها

آما عن الآليات التى تفسر الحركة الامتلائية فكلها ترجع الى إفراز مواد ذات نشاط اسموزى عالي يسمح بدخول الماء أو خروجه الى المسافات البينية من خلال الأغشية السيتوبلازمية وهى تغيرات عكسية بعضها بيوكيميائى والبعض الآخر فيزيائي مثل التعرض للغازات والصدمة الكهربية والارتجاج والانتقال من الضوء الى الظلام والعكس



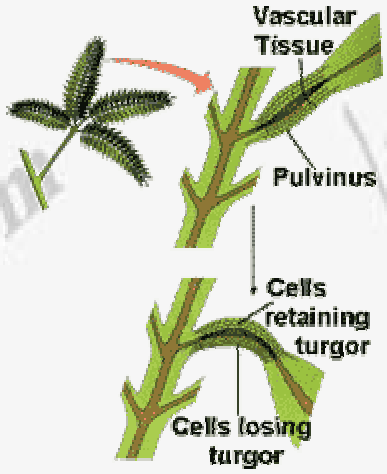
وسوف يتم مناقشة العوامل المؤثرة على الحركة الامتلائية عند التحدث عن حركة الماء والية حركة الثغور

يسبب ضغط الامتلاء بالزيادة أو بالنقص الى انتفاخ الخلايا الحارسة الموجودة على حافتي الثغر أو الى ارتخائها فينتج عن ذلك حركة فتح وغلق الثغر



كما تظهر حركة الامتلاء عند انتصاب الأوراق أو الورقات بعد رى النباتات وعند ارتخاء الأوراق وتهدلها عند جفاف التربة وكذلك تظهر تلك الحركة على الأوراق بوضوح فى الصباح الباكر حيث تكون الخلايا فى تمام الاختلاف ثم يقل الضغط الجدارى فترتخى الخلايا لخروج الماء الى المسافات البينية خاصة فى الخلايا السفلية لاعناق الأوراق فينتج عن ذلك حركة الارتخاء كما هو موضح بالصورة .

توضح الصورة حركة الامتلاء فى الخلايا العلوية والسفلية المحيطة بعنق الورقة فعند تساوى ضغط الامتلاء فى كل الخلايا ينتج عن ذلك انتصاب الأوراق



وانبساطها وعند فقد انتفاخ الخلايا السفلية اكثر من الخلايا العلوية ينتج عن ذلك الارتخاء فمن المعروف أن تغير الامتلاء فى خلايا الأعناق هو الذى يسبب حركات الأوراق التى تتبع مسار الشمس أثناء النهار

حركات التميؤ :

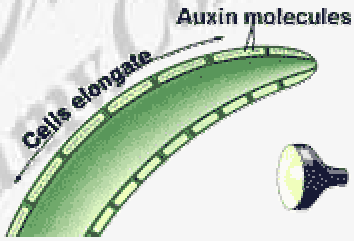
وهى الحركة التى تحدث فى الأنسجة الغير حية من النبات نتيجة تميؤ أو جفاف جدر الخلية وهى التى تسبب انشقاق القرنيات وتفتح الثمار العلبية والحركات السريعة للحوافظ الجرثومية الناضجة فى السراخس .

الانتحاء الضوئى :

ينتج الانتحاء الضوئى نتيجة التعرض للإضاءة الغير متساوية على جانبي العضو النباتي، وعادة تنحنى السوق فى اتجاه الضوء الأقوى كما أن الأوراق تتخذ وضعا معينا بالنسبة لمصدر الضوء وكثيرا ما تتخذ أوراق بعض النباتات مثل الخس أوضاعا بحيث تواجه أنصالها الشرق والغرب حتى لا تواجه أنصال الأوراق الشدة الكاملة لشمس الظهيرة سوى حواف الأوراق فتعرف عندئذ تلك النباتات بنباتات البوصلة ، تلك الحركات التى تضع الأوراق والسوق فى مواضع معينة بالنسبة للضوء ترجع لأختلاف فى معدلات النمو فى الأجزاء المضاءة عن الأجزاء المظللة فى السوق والأعضاء

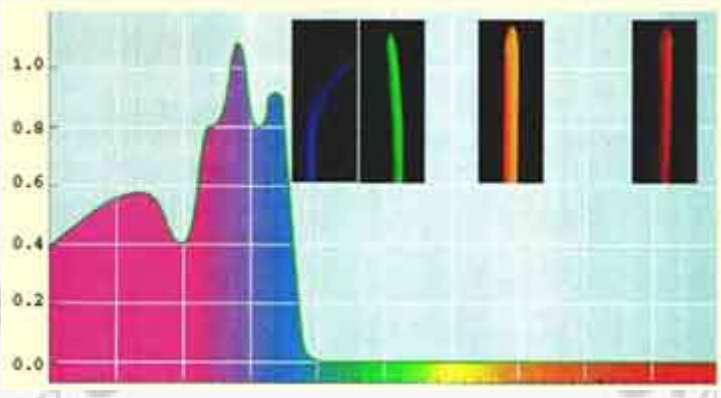
فقد أشارت تلك التجارب إن قمم الغلاف الورقى للشوفان تمد البادرة بالاوكسين ونتيجة توزيعه الغير متساوى نتيجة تعرض الجزء المقابل للضوء و الذى يؤثر سلبيا على الأوكسين حيث يؤدى الى أكسدته ضوئيا فيقل تركيزه فى الجزء المقابل للضوء مقارنتا بالجزء المظلل او البعيد عن الضوء . وهناك رأى آخر يرى أن للضوء تأثير على هجرة الأوكسين من الجانب المعرض للضوء الى الجانب المظلل ونظرا لأرتفاع تركيزات الاوكسينات فى الجزء الغير مقابل للضوء

وقد عرفت آلية حركات الانتحاء الضوئى من دراسة سلوك الغلاف الورقى لنبات الشوفان وذلك لحساسية وبساطة تركيبة فقد عرف أن المنطقة التى تتأثر بالضوء اذا عرض من جانب واحد هى المنطقة التالية للقمة النامية لبادرات الشوفان بدليل عند ازالة القمة فان الانحناء يكون قليلا ولكن عند وضع القمة او قطعة من الجلاتين محتوية على الاوكسين سببت الانحناء بشدة فيحدث استطالة لتلك الخلايا بمعدل أعلى من الخلايا المقابلة للضوء والأقل تركيزا للاوكسين مما يسبب انحنائها ناحية الضوء



وعلى ما يبدو انه ليس لزيادة تركيز الأوكسين فى الجانب المظلل سببا فى زيادة الاستطالة فى الخلايا وبالتالى الانتحاء ولكنينتج الانحناء نتيجة نقص استطالة الجانب المضى لنقص الاكسين به وهو ما اثبتته القياسات الفوتوغرافية

وجد أن ليست جميع الأطوال الموجية للطيف المرئى متساوية التأثير فى إحداث الانتحاء الضوئى فالموجات الأقصر هى الأكبر تأثيرا كما نجدها فى الصورة التالية فيتأثر النبات بالأطوال الموجية الزرقاء والبنفسجية اكثر من غيرها ولا يتأثر بالموجات الطولية لألوان الطيف الأحمر والبرتقالي والأخضر وهناك صبغة ما فى الأنسجة الحساسة تمتص هذه الموجات وهى غالبا صبغة البيتا كاروتين ومن الممكن تن تكون الصبغة المستقبلة للإحساس بالضوء إحدى صبغات الريبوفلافين الذى يقترب طيف امتصاصه من الطيف الخاص بالبيتا كاروتين



ولقد أثبتت التجارب أن هناك حدا من شدة الإضاءة لكي يستجيب النبات للانتحاء الضوئى فبمجرد تعرض النبات للقيمة الدنيا من شدة الإضاءة لبادرات الشوفان فأنها تنتحى ناحية مصدر الضوء وتكون درجة الانحناء متناسبة مع مقدار الإضاءة وذلك فى حدود مجال ضيق من شدة الإضاءة ، غير انه إذا زادت كمية الضوء على ذلك فأن هذه العلاقة تتغير فتقل درجة الانحناء الى أن يحدث انحناء سالب ، وإذا زادت شدة الإضاءة اكثر تبدأ موجة أخرى من الانحناء .

جدول يوضح اختلاف نسب توزيع الأوكسين فى كل من جانبي بادرات الشوفان نتيجة تعرضها للضوء من جانب واحد وتأثرها بالانحناء تبعا لشدة الإضاءة

الانتحاء الأرضي

إذا وضع نبات أصيص فى وضع أفقي بضعة أيام فأن السوق تبدأ فى الانتحاء الى أعلى بعيدا عن الجاذبية الأرضية أما قمم الجذور الابتدائية تتغير وضعها فى الاتجاه المضاد أي الى مركز الأرض

ويمكن مشاهدة سلوك الجذور بسهولة اكبر فى البذور النابتة وتفشل الجذور فى الانتحاء إذا ثبتت البذور على حافة عجلة تدور فى مستوى أفقي لإلغاء قوة الجاذبية الأرضية . يسمى اتجاه الجذور الى مركز الأرض بالانتحاء الموجب Positive Geotropism وإذا كان عكس ذلك سمى الانتحاء الأرضي السلبي Negative Geotropism اما اذا كان نمو الجذور مائلا دون تعامدها على الجاذبية فتعرف بالانتحاء الأرضي المائل Plagiogeotropic كما فى الجذور الثانوية أما إذا كانت نامية أفقيا عرفت بالانتحاء الأفقي Diageotropic

ويبدو أن الجاذبية الأرضية تشبة الضوء فى تأثيرها على توزيع الأوكسين فتحدث الانتحاء الى أعلى بتأثير الجاذبية الأرضية إنما ينتج من زيادة تركيزات الهرمون على الجانب السفلى للغلاف الورقى الأفقي الوضع . ويختفى هذا التأثير بعد 40 دقيقة فقط ، اما عن تأثير الضوء على توزيع الأوكسين فأنه يزول المؤثر بعد 6 ساعات (بعد استبعاد الضوء).

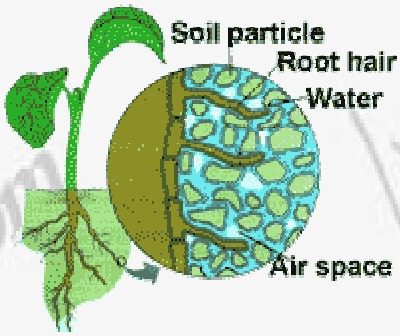
الانتحاء التلامسي :

هي حركات النمو التي تؤديها النباتات نتيجة ملامستها للأجسام بتأثيرات الانتحاء التلامسي مثل حركة نمو المحاليق و هي أعضاء رفيعة أسطوانية تمثل سوقا و وريقات متحورة مثل ما توجد في العنب و البازلاء حيث تنثني قمم المحاليق الحديثة نتيجة اختلاف معدلات النمو في الجانب الملامس للجسم الصلب عن الجزء المقابل والذي ينمو بمعدل اعلي مما يؤدي الي التفاف المحلاق حول الدعامة و نتيجة سرعة الالتفاف يصعب تفسير الانحناء ويعتقد إن الأمر يتعلق بضغط الامتلاء ثم بعد الالتفاف يبدأ تغليظ الجدر وثبات شكل الخلايا بعد تكون الجدر الثانوية فيتحول الحلاق الي جسم دعامي متين

الانتحاء المائي :

هو انتحاء قمم الجذور النامية الي الاماكن ذات المحتوي المائي العالي . فتظهر الجذور على أنها باحثة عن الماء وهى الخاصية التى يتبعها البستانى الماهر فى تربية مجموع جذرى قوى لنباتاته بأن يباعد فى كل عدة ريات بين فترات الرى آي يعرض الجذور

الماصة لقليل من الجفاف مما يدفعها الى البحث عن الماء فى طبقات التربة الأبعد والتى ما زالت محتفظة بالرطوبة الأرضية فوق مستوى الاستنزاف



الحركات في النباتات أكلة الحشرات :

وهي الحركات التي تستخدمها النباتات أكلة الحشرات في اقتناص الحشرات ففي نبات خناق الذباب (ديونيا موسكيبيولا) ينطبقان سطحى الورقة كفكي فخ إذا لمست الشعيرات الزنارية (تشبة الزناد) الموجودة علي سطح الورق لمسا خفيفا و قد تستغرق عملية الإغلاق اقل من ثانية . و يرجع ذلك الي وجود توترات نتيجة اختلافات في نمو السطحين العلوي و السفلي لنصل الورق غير ان تحرر التوترات بشكل مفاجئ غير معروف علي وجه الدقة .

مقاومة اللمس :

تتأثر النباتات باللمس وتختلف درجة الحساسية تبعا لنوع النبات فقد تكون الحساسية عالية فى النبات صائد الحشرات حيث تصبح الاوراق بمثابة الفخاخ او قد يكون التويج فى الزهرة هو الفخ . وفى حالة ملامسة الامطار وهجمات الرياح المتكررة للاشجار نجد ان جانبيها غير متماثلين نتيجة تعرض هما للمس الهواء او الماء فيؤدى التلامس الى تمدد الساق وتضخم نصف قطره ويصبح اكثر صلابه فى الجزء المعرض للمس .

ويمثل رد الفعل عند التلامس انبعاث موجات كهربية عبر الغشاء الخلوى وتتدفق ايونات داخلية وخارجية لتعديل سيولة ونفاذية الغشاء على غرار ما يحدث فى الخلايا العصبية فى الانسان فيزيد دخول ايونات الكالسيوم لداخل الخلايا وتنشط بعض الجينات ، فقد وجد خمس جينات تتأثر وتنشط عن تعرض النبات للريح او البرد او الاجهاد البيئى او الاصابة المرضية او الحشرية و تسبب الظلمة أيضا إغلاقا للوريقات كما فى نبات الحميض ونبات المستحية وكذلك بعض الأزهار كزهرة شب الليل التى تتفتح قبل المغيب وبعدة ، وقد يشعر النبات بالدفء ولو لدرجة واحدة فتنفرج بتلاته كما فى التيوليب . اما الزعفران فيتأثر بأرتفاع درجة او دف الجو وبدرجة قليلة للغاية تصل الى 0.2 درجة مئوية للغرض نفسه وقد وجد أن النباتات المتحملة للحرارة العالية تنتج بروتينات خاصة تسمى بروتينات الصدمة الحرارية لتحميها من التأثيرات السامة للحرارة العالية.

الحيل الدفاعية للنبات الحساس :

* عند تعرض الجذور للنترات تنتج جذورا جانبية عرضية .

* عند تعرض النبات للإصابة تقوم الخلايا بإرسال إشارات كهربائية بعيدة عن منطقة الهجوم لتحث الخلايا الأخرى على القيام بردود للأفعال على طول الخط الدفاعي .

* بعض النباتات عندما تهاجمها الحشرات تقوم بإفراز ابر على الأوراق لتقلل من شهية الحشرات المهاجمة .

* تنتج أشجار الزان مركبات مثبطة ضد الحشرات العسلية التى تتغذى عليها .

* تدافع أشجار الصنوبر ضد الحشرات الحافرة للممرات داخل لحائها بإفراز الراتنج الصمغي المقاوم لانتشار الحشرات داخل الأنفاق .

* تنتج بعض النباتات الفينول وقلويدات لمقاومة الغزاة .

* عندما يتدفق لعاب ديدان الفراشات أكلة العشب تفرز بعض النباتات روائح خاصة تجذب الزنابير المتطفلة على يرقات هذه الديدان المهاجمة فتمنعها من مهاجمتها .

كل ما سبق يدل على قدرة النبات على الإحساس والحركة والتفاعل مع البيئة المحيطة بة فسبحان من قدر وهى ومنحها تلك التقنيات لليسر لها العيش فسبحان الله الخالق العظيم الذى احسن كل شئ خلقة فهو احسن الخالقين

يلى طور النضج الثمرى طور الشيخوخة Ageing والذى ينتهى بنشاط بيو كيميائى ينتج عنه تحلل الأنسجة ثم الموت ، وهى مرحلة أخيرة فى مراحل تطور اى عضو نباتى وهى كآى تغير فسيولوجى يطرأ على النبات يبدأ بسلسلة من التغيرات والعمليات الغير رجعية والتى تقود فى النهاية الى الموت والتحلل . والشيخوخة مثلها مثل اى عملية فسيولوجية تنظمها أنزيمات متخصصة يتحكم فيها ميكانيكية وراثية تحدث إما تدريجيا او قد تحدث بمعدل سريع جدا لذلك فهى تختلف من نبات لآخر .
يعتبر البعض أن الشيخوخة لا تأتى فجائية أبدا حيث إنها تأتى نتيجة تراكم تغيرات ليست فى صالح الكائن الحى مثل الطفرات الغير مرغوبة ، وتغير نشاط الأغشية الخلوية وحدوث نسخ خاطئ فى انقسام الخلايا يتجمع مع تقدم العمر ، ثم انخفاض فى معدل العمليات الفسيولوجية البانية وزيادة العمليات الفسيولوجية الهادمة .

تختلف أيضا أعضاء النبات الواحد فى مواعيد شيخوختها فتختلف شيخوخة الجذور عن شيخوخة باقي النبات أما فى النباتات الحولية فالموت يكون شامل للنبات كله فى وقت واحد ، فى حيث نجد فى الأعشاب المعمرة والتى لها أعضاء تخزين مثل الأبصال والكورمات والريزومات فان المجموع الخضرى هو الذى يصاب بالشيخوخة بعد تكون الأزهار والثمار الموسمى ثم تهاجر المواد الكربوهيدراتية والبروتينية بعد هدمها الى مواد بسيطة الى أماكن التخزين التى تزداد فى الحجم وتظل حية من اجل أن تعاود النشاط واعطاء مجموع خضري مرة أخرى للموسم التالي . لذلك نجد أن هناك ارتباط بين النمو التكاثري والشيخوخة ففى النباتات العشبية ذات الحول الواحد حيث تشيخ الأوراق والسيقان أثناء نضخ الثمار بينما تظل السوق والأوراق حية خضراء أثناء النضج

فى النباتات المعمرة التى تزهر اكثر من مرة polycarpic ولكن يحدث أثناء نضخ الثمار هدم للمركبات المعقدة فى الأوراق وانتقالها الى أماكن التخزين فى لبذور والثمار او السيقان ليبدأ بها الموسم الجديد من النشاط فى إنتاج النموات الخضرية والزهرية

أهم مظاهر الشيخوخة :

اصفرار الأوراق وتكسر الكلوروفيل مما يزيد من ظهور الصبغات الأخرى مثل الزانثوفيل والكاروتينات فتظهر الأوراق بألوان أخرى غير الأخضر مثل الأصفر والبرتقالي والأحمر

من علامات الشيخوخة أيضا اختفاء الريبوزومات وتكسر الشبكة الاندوبلازمية وتهدم البلاستيدات فقد أشار Vicentini واخرون سنة 1995 الى إن الهدم يتم عن طريق إزالة طرف جزئ الفيتول باستخدام أنزيم chlorophyllase ثم إزالة ذرة الماغنسيوم بواسطة إنزيم dechelatase -Mg ثم تفتح حلقة البروفرين بواسطة أنزيم dioxgenase مع تدفق البروتين المرتبط والمتبقي من هدم الكلوروفيل ليذهب مع باقي المكونات الى الفجوات العصارية من اجل عمليات هدم مستقبلية كما يحدث اختفاء للميتاكوندريا . ثم هدم البروتينات ونقص محتوى الأوراق من الأحماض النووية الريبوزية وزيادة التنفس وبالتالي هدم الكربوهيدرات ويصاحب تحلل البروتين زيادة مستوى الاميدات والامونيا بدليل استخدام الأحماض الأمينية فى التنفس بعد نزع مجموعات الأمين وتحولها الى امونيا واستخدام الأحماض العضوية الكيتونية فى الأكسدة فى دورة الأحماض الثلاثية.

من علامات الشيخوخة على التركيب الداخلى للخلايا هو انحلال الغشاء البلازمي الداخلي Tonoplast للفجوات العصارية و إبطال دور الفجوة وتدفق الأنزيمات المحللة يصاحب شيخوخة الأوراق ارتفاع مستوى حمض الابسيسيك والذى يصاحب ذلك إغلاق الثغور وخروج أيونات الكالسيوم من الخلايا الحارسة .

ميكانيكية النضج والشيخوخة :

تعتمد ميكانيكية الشيخوخة أولا على التنفس حيث انه مصدر للطاقة اللازمة لأتمام التفاعلات الحيوية ثم بناء أنظمة أنزيمية جديدة التى تعمل على إحداث التغيرات اللازمة للنضج والشيخوخة ثم تكسر الخلايا وتحللها وموتها .

أما دور الهرمونات يكون على التأثير على تخليق الجديد من الرنا RNA تحت تأثير نظرية الهستون و التى تفترض أن البروتين الهستونى ينظم فعلها فى كل مرحلة من كل المراحل ابتدأ من المراحل الجنينية حتى الموت فالمادة الوراثية DNA المسئولة عن إنتاج RNA تثبط بأتحادها مع البروتين الهستونى وتنشط عن تحررها منه ويقع التنشيط والتثبيط تحت تأثير توازن هرمونى وهذا التوازن يقع تحت تأثير توازن حيوى يخضع لتوازن بيئى .

تنظيم الهرمونات للشيخوخة :

الأوكسين والشيخوخة :

يعمل الأوكسين على تأخير الشيخوخة من خلال زيادة معدل اتحاد أو ارتباط القواعد النيتروجينية ثلاثية الفوسفات ATP بالأحماض الأمينية أثناء ترجمة mRNA وبالتالي زيادة المنتج منه وقد وجد أنه يزيد من ارتباط الأحماض العطرية الأمينية خاصة Aromatic amino acids فى البروتين وبالتالي زيادة المحتوى البروتيني وهو عكس عملية الهدم أثناء الشيخوخة يصاحب شيخوخة الخلايا سواء فى الثمار والأوراق والبتلات نقص فى معدل الأوكسين الطبيعى فالأوكسين يحافظ على طفولة الخلايا ولقد وجد أن المعاملة بنقالين حمض الخليك NAA يعيق ليونة الثمار ويعمل على زيادة الأحماض الفوسفاتية . وبالرغم من ان ألاكسينات تنبه إنتاج الاثيلين لكنها تعيق النضج وان التأثير المثبط على النضج يفوق إي تأثير ناتج الاثيلين وعندما تبدأ الثمار فى النضج والشيخوخة فلأن الاثيلين ينشط الأنزيمات الهادة والتى تؤدى الى خفض مستواه

الجبرلين والشيخوخة :

يؤخر الجبرلين من طور الشيخوخة وذلك بتأثيره على تنشيط عمليات بناء RNAm والبروتين كما يعيد اخضرار الثمار الناضجة والمتجهة الى الشيخوخة كما يعوق هدم الكلوروفيل ويعوق ليونة الثمار وتراكم الكاروتينات كما وجد أن له علاقة بزيادة استهلاك الأكسجين وارتفاع مستوى الفوسفات . كما أدت المعاملة به الى تأخير شيخوخة المشمش عندما رش بتركيز 10 – 100 جزء فى المليون قبل الجمع

ولقد لوحظ زيادة مستوى ABA عند التقدم نحو الشيخوخة يعقبة نقص مستوى GA ، ولقد ذكر أن هناك تأثيرا مثيرا للجبرلين على الشيخوخة فى أوراق الخيار وهو تأثير يرتبط بالقدرة على التكوين الشكل اللولبى لل DNA ثنائى الخيط DNA loop rmingfo وانه فى وجود حمض الجبرلين يظهر اثر عكسى فقد احتفظت الخلايا بقدرتها على تكوين الشكل اللولبى او الحلقى نتيجة اتصال GA ب DNA عند موقع خيوط DNA وحيدة الخيط وان أهمية ذلك غير معروفة ألان

السيتوكينين و الشيخوخة :

أشارت الدراسات أن للسيتوكينين دور فى المحافظة على عدم هدم البروتين بل يزيد من معدل بناءها وقد استعمل السيتوكينين لتأخير شيخوخة ثمار الفراولة وكذلك أدت المعاملة به الى تحمل المحاصيل الورقية للتخزين دون تدهور كما فى السبانخ والاسبرجس ، كما أعاقت المعاملة به من التغير فى اللون فى ثمار البرتقال الخضراء ويعتقد أن السيتوكينين يعمل من خلال المحافظة على مستوى الجبرلين الداخلي أو إعاقة الزيادة فىABA like compounds

اكتشف أهمية السيتوكينين فى تأخير الشيخوخة والحفاظ على الكلوروفيل 1957 فهو من خلال تثبيط أنزيم RNA ase وتثبيط عمليات التحلل وتشجيع نشاط أنزيم RNA-s-noacylami وهو ما يفسر قلة كمية الأحماض الأمينية فى الأنسجة المعاملة بالكينيتين بالمقارنة بالغير معاملة كما ينظم من عمليات إنتاج الطاقة وذلك بزيادة محتوى الأوراق من الجلوكوز فوسفات والادينوسين فوسفات عن طريق نشاط أنزيم الانفرتيز invertase كما تشجع ormationtransf من الليبيدات الى سكريات .

كما وجد أن للكينيتين دورا على تحول حمض الابسبسيك من الصورة الحرة الى الصورة المرتبطة الغير نشطة . كما لوحظ أن السيتوكينين يقلل من تنفس الأوراق الزائد عند بداية شيخوختها وذلك بإيقاف سريان تدفق الإلكترونات داخل الميتوكوندريا وبذلك يقل تأكسد المركبات السكرية والذي من شأنه تأخير عمليات الهدم . كما يساعد السيتوكينين على توفر المواد الايضية وكثير من المركبات وفيها الأوكسين من خلال ميكانيكية sink /relation ship /source والتى تجذب المركبات من خارج الورقة الى حيث مكان احتفاظ الأجزاء المعاملة والمحتوية على تركيز عالي من السيتوكينين ة بحيوتها لفترة أطول . فقد وجد أن الفوسفور ينتقل الى الأماكن الذى يرتفع فيها هرمون السيتوكينين خلال اللحاء دون الارتباط بحركة الماء فى الخشب

الاثيلين والشيخوخة:

يلعب دور فى تنظيم عمليات تساقط الأزهار والثمار والأوراق عند نضخ الثمار وشيخوخة الأوراق فالمعاملة به تؤدى الى غلق الأزهار التى على وشك التفتح وان تفتحت فان ألوانها تبهت وتسقطت ويساعد الاثيلين على شيخوخة الأوراق من خلال منعه انتقال الأوكسين من نصل الورقة الى قاعدتها فينتج التدرج الاوكسينى فى منطقة الانفصال وتتكون منطقة الانفصال كما يزيد من نشاط IAA oxidase فيقل مستوى الأوكسين الطبيعى ويزيد من نشاط أنزيم السليوليز فى منطقة التساقط والذى يعمل على تحلل جدر الخلايا فى منطقة الانفصال مما يؤدى الى انفصال العضو مثل انفصال الورقة عن الساق . يزيد أيضا الاثيلين من نشاط أنزيم chlorophyllase لذلك ينهدم الكلوروفيل وتصفر الأوراق عند بداية شيخوختها

حمض الابسيسك :

يزداد مستوى حمض الابسيسك مع تقدم الأوراق فى العمر وبداية تحولها الى طور الشيخوخة ويقل تركيز الجبرلين ويرتبط ما هو موجود بالورقة ليكون جلوكوزيدات غير نشطة للجبرلين

مثبطات النموالاخرى :

آدت المعاملة بال 9B الى تأخير حدوث ذروة التنفس فى التفاح وبالتالى زادت مقدرة الثمرة على التخزين والتداول

حمض الجاسمونك عرف مؤخرا أن حمض الجاسمونك والاستر الجاسمونى مع الميثيل (MJA)Methyl Jasmonic acid وهما من مشتقات حمض اللينولينك بأنه من مؤخرات النمو أو أحد الهرمونات المؤدية للشيخوخة حيث انه يقلل من مستوى التعبير الجينى إلا إن اعتباره هرمون شيخوخة قابل اعتراضا حيث وجد بتركيزات عالية فى منطق النمو والمرستيمات الورقية الصغيرة، إلا إن المؤيدين يرونه كذلك حيث إنه يزداد انتقاله من الأوراق الى السيقان الأرضية Stolen لنبات البطاطس مما يدفعها لتكوين الدرنات والتخزين وهو مظهر من مظاهر بداية الشيخوخة حيث يتبع تكون الدرنات وانتهاء التخزين الكربوهيدراتي بها بداية شيخوخة المجموع الخضرى (العرش)

يصاحب الشيخوخة نقص شديد فى الكربوهيدرات نتيجة زيادة التنفس ونتيجة نقص المدد منة نتيجة تكسير الكلوروفيل ونقص البناء الضوئى عند إذن تعتمد الخلايا فى تنفسها على البروتينات بعض تحللها الى أحماض أمينية ثم تهدم الأحماض الأمينية فينفرد الامونيا وتستخدم الأحماض الكيتونية كوقد للتنفس يعقبها استخدام الدهون عن طريق استخدام جزيئات الدهون الموجودة بالأغشية السيتوبلازمية مما يؤثر على تلك الأغشية فتفقد دورها فى تنظيم المرور ولذلك يستخدم جزء من جزيئات الدهن وهو حمض اللوينولنيك فى التحول الى الجاسمونك بمساعدة أنزيم phospholipidase acyl hydroxylase كما أن MJA يعمل على تثبيط بناء البروتين الداخل فى بناء البلاستيدات بعض هدمها ، كذلك شجعت المعاملة به من الخارج من هدم الكلوروفيل والبروتين وأكسدة الليبيدات .

الشيخوخة والاجهاد :

الجهاد المائي أو الجفاف Water Stress

عند تعرض الأوراق لنقص الماء (الإجهاد المائى) يتبعة نقص البروتين والأحماض النووية والكلوروفيل ثم زيادة مستوى ABA ونقص نشاط GA ويتأثر ذلك بدرجة الحرارة فأنخفاض درجة الحرارة يعطل ذلك التغير فى المستوى الهرمونى وارتفاع درجة الحرارة يسرع منه وهذا من شأنه إسراع شيخوخة الأوراق ويؤدى الإجهاد المائى الى انخفاض الضغط الانتفاخي لخلايا الأوراق وإيقاف الانقسام الخلوي لتراخى الجدر الخلوية ، كما يؤدى ألاجها المائى الى نقص نشاط إنزيم glutamine synthetase nitrate reductase

الإجهاد الملحي Salinity stress

تسرع الملوحة من دخول الأوراق الى مرحلة الشيخوخة ويزاد فيها مستوى ABA وقد لوحظ فيها أيضا نقص مستوى السيتوكينين حيث تؤثر الملوحة على نشاط أنزيمmailc dehydragenase وهو ما يؤثر على نشاط المركبات الوسطية لدورة الستريات .

الشيخوخة والامونيوم

هناك علاقة بين تمثيل الأمونيوم ammonium assimilation والشيخوخة حيث jتراكم الأمونيوم فى الأوراق أثناء تقدم عمر الورقة وشيخوختها وذلك راجع لنقص إنزيم glutamine synthetase وزيادة معدل اختزال النترات وقد فسر ذلك أو تشجيع الأمونيوم للشيخوخة على انه ربما يرجع الى انه ربما يرجع الى انه يعمل كحاجز لمنع تدفق أيون الكالسيوم الى السيتوبلازم وكذلك يتراكم الامونيا عن طريق نزع مجموعة الأمين من الأحماض الأمينية وهدم الأحماض النووية وتحولها الى جلوتامين .

الكالسيوم والشيخوخة :

وجد عند توفر الكالسيوم فى أنسجة الثمار يتكون ذلك من شأنه تأخير نصخ الثمرة وانخفاض معدل تنفسها وقلة إنتاج الاثيلين وبالتالى تأخر ليونة الثمار وشيخوختها . وقد أدت المعاملة به الى تأخير هدم الكلوروفيل وتأخير تراكم البيروكسيديز ، وان تلف الأغشية أثناء الشيخوخة مرتبط بعمليات هموم الفوسفوليبيدات الذى يشجعها وجود الكالسيوم.

الشيخوخة والأجسام الدقيقة بالخلية :

الأجسام الدقيقة micro bodies هى جسيمات صغيرة توجد فى سيتوبلازم الخلايا ذات أقطار صغيرة (2و- 1.5 ميكرون) ذات غشاء فردى تختلف عن البلاستيدات والميتوكوندريا فى عدم احتوائها على تراكيب داخلية . وعادة تكون مرتبطة بالشبكة الاندوبلازمية وهى ثلاث أنواع هى البيروكسوزوم Peroxisome يوجد قريب من البلاستيدات الخضراء يتم فيه تمثيل الجليكولات glycolate المنتج في البلاستيدات (من خلال عملية التنفس الضوئى فى النباتات ثلاثية ورباعية الكربون)

والجليكسوزوم Glyoxysomes التى تتواجد فى أنسجة البذور الزيتية حيث يمثل فيها الدهون الى كربوهيدرات أثناء الإنبات (بذور فروع) والاسفيروزم Spherosome وتحتوى على أنزيمات التحلل مثل Hydrolase، Esterase، Phosphatase، Rilonuclease، Protease

التنفس الضوئى فى البيروكسوزوم يسحب ناتج التمثيل الضوئى لأكسدته ضوئيا لذلك يعد خسارة دون الحصول على مكسب ، ثم تخليق المادة الكربوهيدراتية سواء للتخزين أو للاستخدام فى التنفس لانتاج الطاقة أو فى بناء المركبات الأخرى ومن الجدير بالذكر انه عند الشيخوخة يزداد التنفس الضوئى داخل البيروكسوزوم الى الدرجة التى تهدم معظم الكربوهيدرات المنتجة بالتمثيل الضوئى كما أن عمليات الهدم يدخل من ضمنها عمليات الانتقال واعادة التوزيع remobilization للمركبات الناتجة من الهدم ويمثلها انتقال الاميدات كالجلوتامين والاسبرجين والأحماض الأمينية والسكروز من الأماكن التى وصلت فيها الأعضاء الى الشيخوخة الى الأماكن الأخرى حيث تخرج الأعضاء الحديثة أو الأزهار أو الثمار

يبدو أن عمليات الهدم لا تحدث إلا فى حالة توفر الشوارد الحرة Free radicals والتى تقوم بدور العامل المساعد للأنزيمات الهاضمة فتقوم بهدم المركبات الأساسية فى الخلية بالإضافة الى أكسدة الكلوروفيل . كذلك توفر الأكسجين النشط (2O2H) hydrogen peroxide الناتج عن الإجهاد البيئى يكون هو الفاعل الأول فى عمليات الهدم

ولكن تسير بجنب عمليات الهدم السابق ذكرها عمليات أخرى تثبط الشيخوخة وتؤخر من الوصول للموت لتبقى الخلايا المسنة حية الى أقصى مدى ، من هذه الميكانيكيات المقترحة قيام بعض الجينات بإنتاج بروتينات تعمل على مجابهة تراكم الشوارد الحرة بالارتباط بها ، وكذلك إبطال سمية detoxify فوق أكسيد الهيدروجين الناتج من التنفس الضوئى بواسطة تلك البروتينات أو الأنزيمات مثل أنزيم Catalase.

العوامل المؤثرة على الشيخوخة :

أثناء مراحل تطور النبات ووصول النبات الى مرحلة بداية الشيخوخة يؤدى اى عامل من عوامل الإجهاد البيئى الى الإسراع من الشيخوخة مثل الإجهاد الحرارى أو الجفاف أو الإضاءة الضعيفة أو نقص التغذية او الأصابة المرضية والحشرية

الهرمونات النباتية الداخلية التى تساعد على التطور الثمرى تساعد أيضا على بداية الشيخوخة مثل السيتوكينين و الاثيلين وبعض المركبات التى تنتمي الى الهرمونات مثل حمض الجاسمونك وعلى ما يبدو إن التحكم الذى يبديه السيتوكينين على الشيخوخة يكون على مستوى عملية النسخ بحيث يثبط كل التغيرات الجينية التى لها علاقة بالشيخوخة . أما الاثيلين فيمثل استجابة النبات الى العوامل الخارجية مثل الجروح والمسببات المرضية والتلوث والإجهاد البيئى حيث ينتج عنها جميعا ارتفاع محتواة ثم يسرع هو من التعبير الجينى للأنزيمات التى تعمل على شيخوخة الخلايا او الإنضاج فى الثمار فتجد فى

على العكس من ذلك نجد تتميز نباتات الطماطم بإنتاج الاثيلين بمستوى عالى ورغم ذلك لا يحدث شيخوخة للأزهار ولا للثمار والأوراق وذلك لتضاءل الإشارات الأخرى الواردة لإحداث الشيخوخة هذا يدفعنا الى الاعتقاد بأن دور الاثيلين ربما لا يقوم به الى بعد ورود الإشارات الأخرى للشيخوخة والتى منها نقص معدل تثبيت الكربون فى الأوراق أو زيادة حساسية الأوراق للتأثيرات الخارجية وذلك بعد تنشيط جينات فرط الحساسية Hypersensitive response مثل جين 54LSC والذى يكون من تأثيره نشاط الخلايا الزائد لردود الأفعال ضد العدوى بالمرض والتى تؤدى الى قتل الخلايا المصابة لنفسها وللخلايا المحيطة لوقف تقدم المرض فتكون المقاومة بحصر مكان الإصابة نتيجة فرط الحساسية للإصابة بالموت.

نظريات الشيخوخة :

المحاولة الوحيدة لاعطاء تفسير لحدوث الشيخوخة في النبات أجريت بواسطة العالم Molisch(1938) علي أساس تجاربه التي عدل فيها من حدوث الشيخوخة بإزالة الأزهار والثمار وقد اقترح بأن أنشطة الإكثار في النبات وخاصة نمو وامتلاء الثمار بالمواد الغذائية الذي يؤدي الي تفريغ بقية النبات من المواد الغذائية والتي تحدث من انتقالها للثمار وهذا الافتراض أثبتته الدراسات التي أجريت علي انتقال المواد الغذائية للثمار التى قام بها كل من Mothes(1931) وبعده Petrie(1940) علي تتبع المواد النتروجينية في نبات الدخان في مختلف أجزاء النبات خلال نموه . فقد لاحظوا انه يمكن تقليل انتقال المواد النتروجينية من أوراق نبات الدخان الي الثمار بواسطة التطويش. وقد تبين لهم أن نمو النورات الزهرية سببت نقص المواد البروتينية في أجزاء النبات خاصة الأوراق ووجد كذلك أن قطع النورات الزهرية أوقفت لحد كبير فقد الأوراق للمواد البروتينية.كما أثبتت القدرة الهائلة للأعضاء التكاثرية لجذب المواد الغذائية من بقية أجزاء النبات إليها ، كما أظهرت التجارب أن تنبيه حدوث الشيخوخة يزداد تدريجياً خلال فترة التكاثر من أولها لأخرها. فقد أظهرت تجارب علي فول الصويا أن تأثير منبه الشيخوخة يزداد حتي في فترة الأزهار وقبل أن تتكون أي ثمار وتمتلئ بالمواد الغذائية. وان هذا التأثير يكون في اعلي مراحله خلال فترة النضج الثمرى وبعد

اكتمال انتقال المواد الغذائية إليها.

وجد Varner(1961) انه بزيادة العمر يمكن أن يحدث تغيرات جوهرية في تركيب الأغشية البلازمية الحية فمن دراسة التغيرات في الخلايا خلال تساقط الأوراق أدت الي استنتاج إن تدهور الأغشية الحية يمكن أن تكون السبب في تدهور الخلايا كلها فقد وجد oldDas and Leop أن هناك زيادة في نفاذية أنسجة أوراق الفول كلما اقتربت من الشيخوخة وقد بينت نتائجهم انه لا يحدث زيادة في فقد العناصر فقط من الأوراق بزيادة العمر ولكن وجد أن تطويش النبات بؤخر شيخوخة الأوراق ويوقف أيضا زيادة نفاذية الخلايا وبزيادة العمر تزداد نفاذية الأوراق حيث تزداد درجة التوصيل الكهربي للمحاصيل عند تطوش النبات بعد 9 أيام قد يكون التدهور فى النظام الحيوى للخلايا والأنسجة والأعضاء عند الشيخوخة نتيجة لزيادة المسببات للتدهور مثل زيادة أنزيم RNA ase أو لاضعاف أنشطة بناء RNA والبروتين أو الكلوروفيل فإن ارتباط تدهور الكلوروفيل مع تدهور البروتين وRNA يؤكد إن تنظيم أو التحكم في الشيخوخة أحد وظائف لـRNA.

تأثير انتقال العناصرeffect Mobilization اصبح الأكثر أهمية عند دراسة ظاهرة الشيخوخة وذلك عندما لاحظ Richmand and Lang أن الكينيتين عند معامله الأوراق به يؤخر حدوث الشيخوخة فيها ، بعد ذلك لاحظ العالم Moths(1959) أن نفس المادة يمكن أن تكون مناطق جذب لانتقال العناصر المغذية إليها من الأنسجة المحيط الى الأوراق عند معاملتها مثل جذب الكربوهيدرات والأحماض الأمينية ومختلف أيونات العناصر الغذائية وبذلك تحتفظ الأوراق المعاملة بأخضرارها وبمحتواها من البروتين عن الأوراق الغير معاملة والتي تدخل في طور الشيخوخة أسرع منها. مما يثبت إن الكينيتين يؤخر حدوث الشيخوخة عن طريق قدرته على جذب وانتقال العناصر الغذائية.

الجفـــاف :

يقصد بالجفاف نقص ماء التربة الميسور الذي يؤدي إلى نقص كمية الماء الداخلي للنبات بدرجة تقلل من نموه . وبالرغم من أن ضرر الجفاف يسببه أساسا نقص ماء التربة ألا أن الضرر يزداد بالعوامل الجوية المختلفة مثل درجة الحرارة المرتفعة والرطوبة المنخفضة والرياح التى تزيد من سرعة النتح التي تعجل بدورها من حدوث نقص الماء الداخلي .

وهناك نوع آخر من الجفاف هو الجفاف الفسيولوجي Physiological Drought ينتج فيها نقص ماء النبات الناتج عن برودة التربة أو ارتفاع الضغط الاسموزي للمحلول او حدوث الغرق وقلة امتصاص الأوكسجين اللازم للتنفس والامتصاص فيقل بذلك امتصاص الماء رغم توفرة فى التربة حيث يعانى النبات الجفاف لعدم قدرته على امتصاصه.

وقد وضعت عدة تفسيرات لتحمل ومقاومة النبات للجفاف نورد منها الأتي :

1- سرعة فقد الماء في تلك الأنواع تكون منخفضة لقلة الماء المفقود بالنتح ولكن هذا الرأى انتقد حيث أن كثير من النباتات التي تتحمل الجفاف تنتح بسرعة إذا ما زودت بالماء وبذلك يبدو أن انخفاض سرعة فقد الماء في تلك الأنواع يعزي أساسا لنقص كمية الماء الموجودة أصلا والميسورة للنبات .

اتجه الرأي الى أن العامل الأساسي في مقاومة الجفاف هو مقدرة البروتوبلازم علي تحمل الجفاف وليس الصفات التركيبية التي تقلل من فقد الماء ويوجد اتجاه لقبول الراي بأن سبب مقاومة الجفاف يرجع لعدة عوامل منها تلك العوامل التي تؤجل جفاف البروتوبلازم بالإضافة إلى تلك العوامل التي تزيد من مقدرته علي تحمل الجفاف .

يحدث الجفاف في كل حالات المناخ فتسبب فترة قصيرة غير ممطرة في المناطق الرطبة اثر فترة طويلة في مناخ شبه جاف ولا يتسبب الجفاف عن قلة المطر فحسب فقد تسبب الحرارة المرتفعة جفاف المناخ بسبب حاجة النبات بدرجة كبيرة الى الماء لذلك تعمل الطرق الإحصائية المستعملة لكفاءة المطر فى انواع المناخ المختلفة كأساس لقياس جفاف الجو .

أنواع ودرجات المقاومة للجفاف

يمكن تقسيم انواع ودرجات المقاومة للجفاف الي ما ياتي :-

1- بعض النباتات لا تتحمل الجفاف وتتأثر بسرعة او تموت بمجرد نقص الماء وذلك لأنها سريعة الجفاف مثل نباتات الظل .

2- نباتات كالصبار وغيرها من النباتات العصارية تختزن كميات كبيرة من الماء وفى نفس الوقت يفقد منها الماء ببطء لصغر سطحها الى حجمها وسمك الكيوتين وقلة الثغور فتكون مقاومتها للجفاف عالية.

3- نباتات تتحمل الجفاف لان بروتوبلازم خلاياها يمكن تجفيفه بدون حدوث ضرر مستديم مثل الحزازيات وبعض النباتات البذرية .

4- نباتات ذات مقدرة معتدلة او محدودة لمقاومة الجفاف مصحوبة بميزات تركيبية تقلل من سرعة فقد الماء حيث تزيد الماء الممتص وبذلك تؤجل حدوث نقص حرج فى الماء الداخلي وتضم هذه المجموعة معظم المحاصيل .

التوازن المائي فى النباتات Water balance in plants :

من المعتقد أن النباتات البدائية قد نتجت فى البحار حيث لا يوجد نتح ولا ذبول ولا جفاف وحدثت الملائمات التى تيسر التوازن بين الفقد وامتصاص الماء فى اتجاهين :

أ ـ تكوين الأغطية غير المنفذة حيث يعيق السوبرين والكيوتين فقد الماء من سطح الورقة كما يمنع تبادل الغازات ولكن أمكن التغلب على هذه الصعوبة عن طريق الثغور والعديسات.

ب ـ توفر الجذور ذات القدرة الفائقة على سحب الماء .

- لا يجب أن ينظر لوظيفة الثغور على أنها تعمل على فقد الماء ولكن هذا الفقد أمر لابد منه عند نتحها لتسمح بتبادل الغازات CO_2 + O_2 للنتح فائدة أخرى فهو يرفع معدل صعود المواد الغذائية المعدنية لأجزاء النبات ولكن إذا حدث النتح بدرجة أعلى اللازم كان أثره سيئا على النبات فتفقد الخلايا ضغطها لابتدائي وتتعطل الوظائف المعتادة للبروتوبلازم .

- قد تسبب زيادة النتح بدرجة كبيرة تجفيف البروتوبلازم لأقل من الحد الأدنى الذي يسمح ببقائه حيا ويتغير معدل النتح بتغير القوة التبخيرية للهواء التى يحددها نقص تشبع الهواء ودرجة تشبع انسجة الورقة بالماء التى تؤثر على فتح الثغر وقدرة غرويات البروتوبلازم على إعطاء الماء واستجابة الخلايا الحارسة للضوء الذي يعمل على فتح الثغور وزيادة نفاذية البروتوبلازم

- تعرف النسبة بين امتصاص الماء بواسطة الجذور وفقده من خلال المجموع الخضري (بالتوازن المائي للنبات) وتوجد مظاهر خارجية وأخرى داخلية للتوازن المائي بالنبات والمظاهر الخارجية هي كمية الماء المتاح للأعضاء الماصة والعوامل التى تساعد على زيادة النتح وينخفض المحتوى المائي لدرجة قد تصل الى 40% من الوزن الرطب فى بعض النباتات فى المناطق الجافة ويحدث عكس ذلك فى الليل فينعكس اتجاه توازن الماء لدرجة قد تصل به الى الإدماج .

- يظهر أن تركيب النباتات يتأثر بظروف التوازن المائي أثناء نموها اكثر من تأثيرها بأي عامل آخر للبيئة وتتميز النباتات النامية تحت ظروف غير ملائمة للتوازن المائي بالخصائص آلاتية :

مظاهر تركيبية

أ ـ اختزال حجم المجموع الخضري .

ب ـ زيادة حجم المجموع الجذري .

ج ـ صغر حجم خلايا الأوراق وصغر مساحة النصل وصغر حجم الثغور وزيادة عدد الشعيرات في وحدة المساحة .

د ـ سمك الأدمة وجدر الخلايا وزيادة كمية الليبيدات على الأسطح .

هـ -تكون جيد للنسيج العمادى وضعف تكوين النسيج الإسفنجي .

و-صغر المسافات البينية.

ز-صغر نسيج الخشب وزيادة نسبة الأنسجة الملجننة.

مظاهر وظيفية

1- معدل سريع للنتح لوحدة المساحة رغم قلة النتح .

2- معدل سريع للبناء الضوئي بالنسبة لوحدة المساحة .

3- نسبة قليلة للنشا : السكر

4- ضغط أسمو زي مرتفع

5- لزوجة منخفضة البروتوبلازم

6- ارتفاع نفاذية البروتوبلازم

7- زيادة نسبة الماء الموجودة بوحدة الوزن الجافة للأنسجة

8- أزهار واثمار مبكر

تحسين التوازن المائي للنباتات المنزرعة

من الممكن تحسين التوازن المائي للنباتات المنزرعة بالطرق آلاتية

1-زيادة الماء بالري وتقليل معدل البخر بإضافة القش او الملش بالبولى اثيلين وعمل مصدات الرياح او تقليل مساحة الأوراق

بالتقليم أو إضافة مادة دهنية شمعية لتقليل النتح.
2-زيادة مقاومة النباتات للجفاف بتربية سلالات مقاومة للجفاف وزيادة المدة الزمنية بين فترات الري لتكوين الجذور العميقة الباحثة عن الماء فينتج عن تلك المعاملات فى البروتوبلازم تزيد من مقاومته للجفاف.

مقاومة الجفاف Drought resistance :

من الأهمية بمكان دراسة مدي مقاومة الأنواع المختلفة بل والأصناف المختلفة من النباتات المنزرعة وخاصة عند الزراعة في المناطق الجافة او التي تتعرض من فترة إلى أخرى لظروف الجفاف حيث يتوقف علي مدي مقاومة الصنف المنزرع للجفاف مدي نجاح زراعته في هذه المناطق والتي يطلق عليها مناطق جافة Arid Zonesاو مناطق نصف جافة Semiarid Zones وإصطلاح مقاومة الجفاف يمكن أن تطلق للإشارة إلى المعاني المختلفة والتي يتعرض لها النبات لفترات من نقص الماء او إلى الإجهاد المائى Water Stress في البيئة المحيطة به.
بصفة أساسية فان النباتات المقاومة للجفاف هي النباتات التي تكون قادرة علي الحياة أي البقاء حية أما لان البروتوبلازم فيها قادرة علي احتمال انتزاع الماء منه Dehydration دون حدوث ضرر دائم له او لان له تركيب خاص او أن من صفاته الفسيولوجية تجنب او تحتمل ذلك المستوي المميت من نقص الماء او فقده Water Stress .
وقد أشار Parker . 1968 الى العوامل المختلفة التي تعمل علي مقاومة النبات للجفاف ومنها:-

أ- تحمل البروتوبلازم للتجفيف :-Desiccation Tolerance

كما هو الحال في الكثير من الطحالب والاشن وحتى بعض النباتات البذرية فان البروتوبلازم فيها يمكنه أن يظل حيا عند نزع الماء منه tionDehydra ويمكن أن نلاحظ ذلك بسهولة في الكثير من الأعشاب والشجيرات التي تنمو في المناطق الجافة . ويلاحظ انه بالنسبة لهذه النباتات أن الصفات الخاصة بمقاومة النبات تحتل المكانة الأولى ، تعتبر اكثر أهمية من كمية المحصول . ومن أمثلة النباتات ويعتبر من احسن الأمثلة في هذا الشأن الزيتون . حيث يمكنه أن ينمو حيث يكون الجفاف علي اشده ولا تناسب البيئة أي نوع آخر من الأشجار . وقد وجد أن من صفاته أن أوراقه تقاوم نزع الماء منها بشدة ، كما أن أوراقه مغطاة بطبقة سميكة من الكبوتين وكذلك مغطاة بطبقة من الزغب كما انها جلدية وصغيرة . ويعتبر هذا النبات من اقدر النباتات علي المعيشة في ظروف الجفاف

ب- تجنب الجفاف او تأخير حدوثه :-

ولذلك أهمية اقل في تحمل الجفاف ، ويوجد ذلك في معظم النباتات ألMesophytes وقد يرجع ذلك إلى بعض الصفات المورفولوجية والفسيولوجية ، والتي ينتج عنها تجنب حدوث نقص الماء Water Stress وذلك يكون بطرق كثيرة منها

جـ-تعديل موسم النمو:-

وذلك كما في حالة الكثير من الحوليات التي تنمو وتزهر خلال اسابيع قليلة ، فبعد نزول الأمطار علي سطح التربة لا يلبث النبات أن ينمو ويكتمل نموه ويزهر ويكمل حياته قبل أن يحدث النقص الشديد في الماء Water Stress وبذلك أمكن للنبات أن يقاوم الجفاف ، ولكن عن طريق تجنب الفترة التي يحدث فيها الجفاف حيث أن فترة حياته قصيرة وينمو في خلال اسابيع محددة ،وكذلك لوحظ انه في بعض أعشاب البحر الأبيض انه يحدث بها سكون خلال موسم الجفاف Dry Seson وخلال ارتفاع درجات الحرارة . (McWillam .1968)

د-المجموع الجذري المنتشر :-

المجموع الجذري المنتشر من اكثر العوامل المؤثرة في حماية النباتات ضد ضرر الجفاف . فالعمق والانتشار الواسع والتفريغ الكثير للجذور ويعمل علي وقاية النبات من الجفاف لان جذوره في هذه الحالة تكون قادرة علي امتصاص الماء من طبقات التربة ولذا يتجنب النبات ضرر الجفاف ، فمثلا يلاحظ أن النباتات ذات الجذور المتفرقة والمتنوعة والتي لا تمتد كثيرا مثل البطاطا والخس انها تعاني من نقص الماء اكثر من تلك النباتات ذات الجذور المتعمقة والكثيفة كالطماطم والتي تتمكن من امتصاص الماء اكثر من طبقات التربة المختلفة .

هـ-التحكم في معدل النتح:-

من الطرق التي يحتملها النبات لتأجيل حدوث نقص الماء في النبات Plant Water Stress حيث يتفاعل النبات مع الظروف

المحيطة به لكي يعمل علي تقليل معدل النتح مثل نبات Larrea حيث يعمل التفاف أوراقه فيقلل ذلك من معدل النتح . كم ا أن الكثير من النباتات تتفاعل مع Water Stress عن طريق إغلاق ثغورها . ويبدو أن تلك المجموعة من النباتات انها اكثر تحملا . واكثر مقدرة علي المعيشة تحت ظروف الجفاف . واستجابة النباتات أل Water Stress في هذه الحالة وإغلاقها لثغورها يكون بمجرد بدء حدوث النقص المائي Water Stress كما أن وجود طبقة من الكيوتين علي الأوراق والتي ينتج عنها تحكم شديد فعال في معدل النتح وبذا يمكن للنبات مقاومة أو تجنب حدوث الجفاف ، وقد وصف 1966Tal طفرة من الطماطم Wilty tomato والتي من الضعف أن تنمو حتي ظروف الجو المشبع بالرطوبة أو تحت ظروف المراقد الزجاجية وذلك لان ثغورها لا يمكن أن تغلق علي الإطلاق . وذلك يوضح أهمية إغلاق الثغور للتقليل من معدل فقد الماء في النبات . وقد وصف Waggones & 1966Simmonds طفرة مشابهة من البطاطا .

كفاءة استخدام النبات للماء ficiency of Water useEf

كفاءة استخدام الماء عبارة عن عدد الوحدات من الماء والتي تستخدم للحصول علي وحدة واحدة من الماء الجافة .

ولكفاءة استخدام النبات للماء أهمية قصوى وخاصة عندما يكون الإمداد بالماء Water Supply قليل .

وقد ذكر 1964Sletyer. أن كفاءة استخدام الماء تختلف من 200-500 للحصول علي اعلي محصول وقد يبلغ 2000 أو اكثر في المناطق الجافة ، وبصفة عامة فان المحصول العالي في المادة الجافة دليل علي كفاءة عالية في استخدام الماء وفي هذه الحالة فان إنتاج المادة الجافة يتم بسرعة اعلي من فقد النبات للماء .

لذلك فان كفاءة استخدام النباتات ذات الجذور المتعمقة مع وجود تغذية كافية وتحت ظروف مثالية تكون من 200-500 وحدة من الماء تستخدم لإنتاج وحدة واحدة من المادة الجافة . وزيادة كفاءة استخدام النبات للماء ترجع لكفاءة عملية البناء الضوئي والتي تتسمح بدخول كميات كبيرة من ك أ وخروج كميات كبيرة من بخار الماء خلال الثغور.

وفي نبات ألـ pimeappie نجد انه ينتج كميات كبيرة من المادة الجافة كل عام بينما يحدث أقل فقد في الماء حيث أن الثغور في ألـ pimeappie تكون مغلقة معظم اليوم ويعتبر هذا من الأمثلة علي كفاءة عالية في استخدام الماء لتكوين كميات كبيرة من المادة الجافة ؛وقد يرجع ذلك أيضا إلى قدرة هذا النبات علي تمثيل حمض crassuiacean وفي هذه الحالة يكون النبات قادر علي تخزين ك كمادة عضوية خلال الليل ثم يحوله إلى كربوهيدرات خلال النهار . فيلاحظ دائما انه لزيادة كفاءة استخدام الماء فأن النبات يعمل علي زيادة المادة الجافة وليس العمل علي النقص في استخدام الماء. وقد أشار viets ، 1966 انه من الجائز أن يزيد المحصول مع تكرار عمليات الري. ولكن المحصول لكل وحدة من الماء من الجائز أن تقل في النسب العالية من الري؛ وقد لوحظ أن التسميد يزيد من كفاءة استخدام النبات للماء.

التقسية :

يعتقد الكثير أن الزيادة الفجائية أو الارتفاع الفجائي والقاسي في أل Water Stress يرجع إليه اكثر ضرر عكس الزيادة التدريجية في أل Water Stress لفترة طويلة من الزمن .

والنباتات التي تتعرض لفترة أو اكثر من النقص المتوسط للماء ate Water StressModer ويطلق عليها أن تقسية Hardened وهذه النباتات عادة يمكن أن تبقي حية تحت ظروف الجفاف دون حدوث ضرر عكس النباتات التي لم تتعرض للمعاملة السابقة. وقد ذكر البحاث أن التقسية Hardening تحدث تغيرات رئيسية في البروتوبلازم كزيادة في أل Water pacityBinding Ca أو الماء المرتبط بجانب زيادة لزوجته ونقص في النفاذية وقد ذكر ذلك 1964Henckei . وقد قادت تلك الفكرة – التقسية – العلماء للمحاولة زيادة مقاومة النباتات للجفاف وذلك بمعاملة البذور قبل الزراعة . فيمكن تقع الجذور قبل الزراعة في الماء ثم تجفف هوائيا أو تنقع في محلول ملحي . وقد أشار 1962May ان التغيرات التي تحدث في البروتوبلازم أمكن ملاحظتها في النباتات التي تعرضت للجفاف وان هذه التغيرات في الغالب ناتجة عن أل Water Stress . وقد وجد ان الزيادة في نسبة الجذور إلى الأفرخ ، وكذلك صغر حجم الأوراق وسمك طبقة الكيوتين من الصفات التي توجد في النباتات التي عرضت إلى Water Stress ولذلك أهميتها حيث ان النباتات التي تتعرض مرة Water Stress تحمل من الصفات التي تعمل علي زيادة جيدة في الإمداد المائي لأنسجة الورقة . كما تتميز بمعدل نتح اقل لكل واحدة من سطح الورقة حيث ان الثغور تغلق عند حدوث أل Water Stress ولذا ظن هذه النباتات تكون قادرة علي التحكم في فقد الماء عن تلك النباتات التي لم تتعرض ل water Stress . وكمثال لتوضيح ذلك نبات فول الصويا فانه بعد تعرضه ل water Stress يكون سطح الأوراق به نسبة اعلي من الدهون ولذلك فان معدل النتح يكون اقل وبذلك تكون هذه النباتات اكثر قدرة علي مقاومة الجفاف Levitt &Ciarck ، 1956 .

وقد ذكر Kelly et al ان نباتات ألGuagule والتي عرفت بالHigh Water Stress يمكنها ان تسترد قوة نموها بسرعة ويمكن ان تنمو احسن من تلك النباتات التي لم تتعرض لwater Stress والتي أعطيت كميات وفيرة من المياه . وقد قدر Orchard ،1967 ان أوراق نبات ألBrassila Olerace Var-Icale. Fruticosa والتي تتفتح خلال فترة الجفاف يمكن ان تبقي حية وتتحمل اكثر ظروف الجفاف اكثر من تلك التي تفتحت بينما النبات يروي بصفة دائمة . وبالرغم من ان ألStress Water يقلل من النمو فانه لوحظ ان النباتات التي تتعرض لmoderate Water stress في بعض الأحيان يكون نموها اكثر وبسرعة وخاصة عند إعادة ريها فأنها تنمو اكثر من تلك النباتات التي لم تتعرض ل Water Stress وربما يحدث تجمع للكربوهيدرات و المركبات النيتروجينية في ألtressed PlovS فتكون بعد ذلك في متناول النبات وتعمل علي تنشيط نموه عند توفر الماء.