

## النمو والتكشّف في النبات: Growth and development

**مقدمة:** يعتبر النمو من أهم المميزات البارزة في الكائنات الحية، ومن أهم صفات النشاط الفسيولوجي ومن الظواهر الطبيعية فيها. وهو الزيادة في حجم الكائن الحي وتكوين أعضاء جديدة للنبات والتغير في شكله أثناء دورة حياته.

إنّ العالم سيواجه في السنين القليلة القادمة زيادة هائلة في عدد السكان وهذا يتطلب إدخال العلوم والتكنولوجيا الحديثة في تنمية وزراعة النبات والتحكم في نموه. وقد نجح الكثير إلى حد ما في هذا المجال، إلا أنه يتطلب المزيد من الجهد والتقصي لتحسين نمو وإنتاج النبات لسد الحاجة المتزايدة على الغذاء خاصة أنّ المنتجات النباتية ستصبح بديلة عن الحيوانية لأن الأخيرة لا تفي الزيادة في متطلبات العدد السكاني المرتقب فيما إذا استمرت الموارد الغذائية على هذا النمط. وعليه فقد اهتم فريق من علماء فسيولوجيا النبات بدراسة النمو في النبات والعوامل الداخلية والخارجية التي تتحكم فيه وأطلق على هذا الحقل من الدراسات ومجموعة الأعمال الأخرى المتناسقة والمتعلقة بالنمو باسم فسيولوجيا النمو. Physiology of plant growth.

ومن الجدير بالذكر أنّ النبات النامي يمر أثناء دورة حياته بسلسلة متصلة من العمليات الحيوية والفسيولوجية المعقدة والتي ترافقها العديد من التغيرات الفيزيائية والكيميائية تؤدي إلى تكوين خلايا وأعضاء جديدة.

ولقد قام العلماء بالتفريق عادة بين النمو Growth والتكشّف أو التطور Development ولو أنّ البعض يجد صعوبة وتداخلاً في إيجاد المفهوم المميز لظاهرة النمو.

فالتكشّف هو: التغير في شكل الكائن الحي أو صورة أو درجة تنوعه أو تعقيد تركيبه.

والنمو هو: تقدير كمي لما يريده النبات أو الكائن الحي أو مجموعة من الكائنات الحية من مواد بروتينية أو كربوهيدراتية أو دهنية أو زيادة في وحداته طولية كانت أو عرضية خلال فترة زمنية محددة.

وبما أنّ النمو هو من أكثر العمليات الفسيولوجية تعقيداً، فهو إذن لا يخضع لتعريف دقيق لأنّه بحد ذاته عملية معقدة ويتم بطريقة ثابتة ومحكمة ويتوافق دقيق في كل خطواته. لذلك أطلق بعض علماء علوم الحياة عدة تعاريف ومفاهيم للنمو (Salisbury & Ross, 1969) فمنهم من عرف

- النمو: بأنه التضاعف في كمية السيتوبلازم، أي تضاعف ذاتي للمادة الحية في الخلية.
- والبعض الآخر أطلق على النمو
- "بأنه الزيادة الدائمة في حجم الخلايا".
- والتعريف الثالث "بأن النمو هو الزيادة في الوزن الجاف للكائن الحي".
- في حين عرف فريق رابع "بأنه تضاعف في عدد خلايا الكائن الحي أو العضو النامي، أي زيادة في انقسام الخلايا وحجمها".

## عوامل وانواع النمو

يتم النمو بضوابط ودقة متناهية تتحكم فيها ضوابط وعوامل داخلية ومن ضمنها العوامل الوراثية. فشكل الأوراق البالغة مثلاً يكون ثابت في كل صنف من النبات، وتخرج الأزهار على السيقان وليس على الجذور مما يؤكد دقة وضوابط عمليات النمو والتي غالباً ما تكون حساسة إلى عوامل البيئة المحيطة.

والنمو أما أن يكون محدد (Determinate Growth أي أن النبات ينمو بحجم معين ثم يتوقف عمليات النمو وأخيراً يصل إلى الكبر aging فالشيخوخة فالموت. فنمو الأوراق والأزهار والثمار هي خير مثال على النمو المحدود والغالبية العظمى من الحيوانات تنمو على هذا النمط.

أما النمو غير المحدود (Indeterminate Growth فهو يتمثل بنمو الجذور والسوق لأن نمو مثل هذه الأعضاء يتم بواسطة المرستيمات التي تزود نفسها باستمرار بخلايا جديدة فتبقى فتية مثل النبات السنوبري المسمى بذنب الثعلب (Foxtail pine) ينمو حتى عمر ٤٠٠٠ سنة بعدها يمكن أن تؤخذ منه عقل Cuttings لتنمو واعطاء شجرة جديدة وهكذا.

## انواع النمو

النمو المتناثر Diffuse Growth: وهو ما يشاهد في تكوين الثغور والسلاميات في السوق. حيث يكون النمو غير منتظم نتيجة لحدوثه في بعض المواضع. وقد يحدث هذا النوع في أوراق بعض النباتات خاصة العشبية نتيجة لوجود المرستيم البيئي.

النمو الشاذ Anomalous Growth يحدث في بعض النباتات الوعائية بما في ذلك السرخسيات و عاريات البذور ومغطاة البذور وفي ذوات الفلقتين ويحدث النمو الشاذ في هذه النباتات أما نتيجة لتكوين الكامبيوم الوعائي في مواقع غير طبيعية بحيث ينشأ من ذلك توزيع الأنسجة الوعائية بطريقة شاذة، أو في بعض نباتات ذوات الفلقة التي ينعدم فيها النمو الثانوي إلا أن بعضها يظهر نمو ثانوي خاص يمثل نمواً شاذاً.

النمو المنتظم: لا يحدث دائماً بل يحدث من قطع بعض الأجزاء النباتية أو نتيجة للسطوح النباتية المجروحة.

النمو الترابطي Correlative Growth وهو ما يطلق على تأثير أحد أعضاء النبات على نمو عضو أو أعضاء أخرى في نفس النبات. مثل التحكم في تمايز Differentiation بعض الأنسجة كالخشب والكامبيوم، وتمايز الجذور والبراعم وظاهرة السيادة القمية والانتحاءات وظاهرة سقوط الأعضاء.

كذلك تعطل النمو الخضري لكثير من النباتات أثناء فترة الإزهار وفترة الثمار. كذلك تأثر المجموع الجذري بعملية البناء الضوئي التي تجري في الأوراق.

التمايز أو النمو التمايزي: Differentiation or Differential Growth وهي التغيرات التي تطرأ على شكل أو هيئة الخلية أو الكائن الحي ككل، أو تحدث تغيرات وعمليات حيوية في الخلية أو النسيج أو الكائن الحي متميز إلى خلايا وأنسجة وأعضاء. وإن للعوامل الوراثية وخاصة DNA الموجود بوفرة في نواة، ومايتوكوندريا وبلاستيدات كل خلية دور كبير في نمو وتكشف وتمايز الخلية أو الكائنات الحية بصورة عامة وعادة ما يتبع التمايز عملية انقسام الخلايا. ويمكن مشاهدة ذلك بسهولة في المزارع النسيجية للكاس. Callus Culture.

#### منحنيات النمو: Growth Curves:

يعبر عن النمو أما زيادة طول النبات أو الزيادة في الوزن الطري والوزن الجاف. وعند التعبير عن معدل النمو في صورة منحنى يمثل التغير في النمو الكلي (التراكمي) مع الزمن فإن هذا المنحنى يتخذ شكلاً يشبه الحرف الأنكليزي S المائل ويسمى بالمنحنى السكمويدي Sigmoid Curve. والمنحنى السكمويدي للكائن الحي بأكمله ما هو إلا محصلة منحنيات سكمويدي لأعضائه المختلفة.

وقسم النمو السكمويدي إلى ثلاثة مراحل هي:

يكون معدل النمو بطيئاً في المرحلة الأولى.

يسرع النمو في الفترة الثانية حتى يصل أقصاه.

يأخذ بالنقصان أو يتلاشى نهائياً وعند ذلك يتوقف النمو ويحدث الموت.

وإذا استخدم الوزن الجاف كأحد التعابير عن معدل النمو لبذرة في طور الإنبات فإن المنحنى السكمويدي (الشكل أعلاه) يظهر تناقص في الوزن الجاف للنبات بسبب كون معدل التنفس عالياً ولا يكون معدل البناء الضوئي قد بلغ قيمة محسوسة، بعد ذلك تأتي فترة النمو الكبرى، ففي هذه الفترة تزداد مساحة الورقة بشكل سريع مما يؤدي إلى الزيادة في عملية البناء الضوئي التي ينتج عنها زيادة في الوزن الجاف للنبات كله. وأخيراً تقل الكفاءة الفسيولوجية للأوراق والتي ينتج عنها انخفاض في المقدرة النباتية وتنتقل معظم الأغذية المجهزة إلى البذور والثمار الناشئة خلال هذه الفترة مما يفسر انخفاض النمو الخضري للنبات كله ويصبح إنتاج الأوراق الفتية أقل مما يكفي لتعويض الانخفاض في عملية البناء الضوئي في الأوراق المسنة ثم يدخل النبات في طور الشيخوخة.

عند دخول النبات طور الشيخوخة يفقد في وزنه الجاف ثانياً. ولهذا فكلما اقترب الكائن من حجمه النهائي فإن معدل نموه لا بد من أن يتناقص. أما أن يصبح الحجم النهائي للكائن الحي محدد يفسر ذلك بسبب استفاد بعض المغذيات الضرورية أو ربما بسبب تراكم نواتج التحول الغذائي معوقة للنمو أو لنشاط بعض الأنزيمات أو الهرمونات وغيرها.

## أماكن (مواقع) النمو: Location or Sites of Growth

نموات مرستيمية : في مواقع أو مناطق مختلفة من الساق والجذر والأعضاء الأخرى. وكذلك في المرستيميات البينية ( Intercalary Meristem) في قواعد أوراق وسلاميات نباتات ذوات الفلقة الواحدة.

في ذوات الفلقتين وعاريات البذور يحدث نتيجة لنشاط مرستيمات وعائية وفيلينية حيث تصيف نمو قطري.

ومن الجدير بالذكر أن النباتات غير محدودة النمو لا يمكن تقسيم حياتها إلى مراحل بينما تلك المحدودة النمو يمكن تقسيم حياتها إلى مراحل.

**نمو الخلية: Cell Growth:** تحتوي الخلية 80-90% ماء ولهذا يعتبر امتصاص الماء من أهم عمليات النمو فيها لأنه يعمل على انتفاخها مما يزيد من حجمها ويؤثر في تمددها. ويرافق الزيادة في حجم الخلية في أغلب الأحيان أثناء وبعد الانقسام بناء مواد ذات أهمية كالأحماض الأمينية و النوية والمواد الدهنية والسكرية وأملاح بمعدل يوازي تقريباً معدل الزيادة في الحجم حيث تساهم هذه المواد بدورها في بناء جدار الخلية والبروتوبلازم علاوة على توليد الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية المختلفة.

## حركات النمو: Growth Movement:

من مظاهر النمو الأخرى والتي تحدث في النباتات هي الحركة الموضعية للأعضاء أو الحركة عموماً في النبات وتسمى بحركات النمو وأكثرها وضوحاً في النباتات الأولية كالبكتريا وبعض أنواع الطحالب مثل الكلاميدوموناس. ومن أمثلة الحركة في النباتات الراقية تفتح الأزهار في الضوء وغلقها في الظلام والتفاف وريقات بعض النباتات وانفرادها في النهار كما في نبات الترمس Lupine وتحرك نورات عباد الشمس طوال النهار لتضل متعامدة مع الشمس وذبول أوراق المستحية Minosa عند لمسها وكذلك حركة نباتات قانصة الحشرات عند تلامسها مع حشرة أو مادة بروتينية وتقسّم الحركة في النباتات إلى:

**حركة ذاتية: Autonomic Movement:** نتيجة لنمو أجزاء معينة من النبات مثل الرايزومات والسوق الجارية Runners. أما حركة بعض المحاليق والجذور والكورمات والابصال فتسمى بحركة الشد Contractile Movement حيث تلتف هذه المحاليق في الهواء إلى أن تلمس جسماً صلباً فتلتف حوله.

**حركة تأثيرية: Panasonic Movement:** تحدث نتيجة لمؤثر خارجي، أما نتيجة لتركيبة خاص بالنبات وتسمى Nastic Movement مثل انضمام أوراق بعض النباتات في الليل، وحركة أوراق قانصة الحشرات. أو تأثير مؤثر خارجي وتسمى بالحركة الإنتحائية Tropistic Movement مثل الانتحاء الضوئي، والانتحاء الأرضي، والانتحاء الأفقي، والانتحاء المائي، والانتحاء الكيميائي، والانتحاء التلاسمي، والانتحاء الجرحي.

**الحركة القطبية: Polar Growth:** مثل اتجاه الجذور إلى الأسفل و إلى أعلى والسبب الانتقال القطبي للوكسينات وبعض الهرمونات.

## تآقت النمو Growth Periodicity

هو تكرار النمو بصفة منتظمة إلى حد ما تحدث فيه اختلافات منتظمة في المعدل يومياً وموسمياً ولهذا يحدث تآقت يومي في النمو مثل معدل الزيادة اليومية في طول الساق واستطالة الأوراق الفتية واتساعها واستطالة أقطار الثمار النامية وهذه الاختلافات اليومية تؤثر فيها إلى حد كبير العوامل البيئية الرئيسية مثل درجة الحرارة والعلاقات المائية والضوء.

وكذلك التآقت الموسمي في النباتات الخشبية النامية في المناطق المعتدلة حيث تكون الاستعادة الدورية للنمو في كل ربيع واضحة. والتآقت الموسمي يكون محكوماً بعوامل بيئية (خارجية) وأخرى وراثية أو هورمونية (داخلية).

## فترة الحداثة (النمو الفتى) Juvenile Growth

يختلف باختلاف النباتات ودرجة رقيها والعوامل المحيطة: وهي فترة النمو الأولى (بعد انبات البذور مباشرة) - تكون فيها زيادة سريعة في الحجم وزيادة كفاءة العمليات الفسيولوجية والتي لا تؤدي بالضرورة إلى تكوين أزهار أو تعرف بأنها قابلية النبات المستمرة على النمو المغذي وتكوين أعضاء مورفولوجية خضرية ومن أن يرافق ذلك ظهور الأزهار في النبات.

إلا أن الدراسات الحديثة على هذه الظاهرة أكدت بأنها ليست بالضرورة هي فترة النمو التي لم يحدث فيها تكون الأعضاء التكاثرية وإنما هي تعتمد على نوع النبات والعوامل الداخلية التي تتحكم في النمو بصورة عامة علاوة على الدور الهام للظروف المحيطة.

## الشيخوخة Senescence

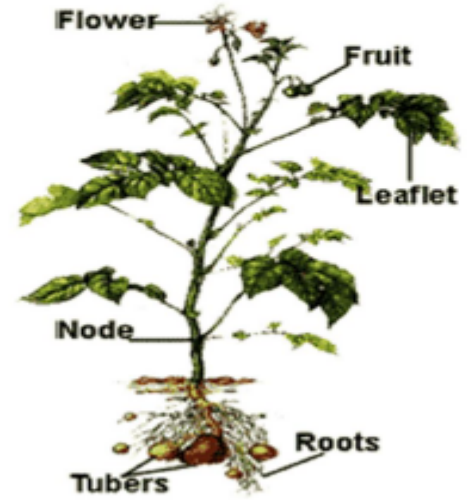
هي المرحلة التي تكون فيها العملية الهدمية عالية حيث تؤدي بالأخير إلى انتهاء الحياة الوظيفية للعضو النباتي بصورة عامة ولكون جميع الكائنات الحية منها النباتات تنتهي بالموت، إلا أن هناك في عدد كبير من النباتات يحدث الموت في بعض من أعضائه قبل أن يتم موت النبات بصورة كاملة. وتبدأ مظاهر الشيخوخة بالأوراق السفلى وتسمى بالشيخوخة المتعاقبة Sequential Senescence بعكس الشيخوخة الأنية Simultaneous Senescence أو Synchronous S. حيث تسقط الأوراق مرة واحدة وذلك في فصل الخريف نتيجة لتغيرات داخلية وبيئية.

## النمو التكاثري Reproductive Growth

وهي العمليات التي تتضمن بصفة عامة تكوين الأزهار والثمار والبذور وفي النباتات البذرية. وتتأثر بتوفر المواد الغذائية والعوامل الداخلية والتي تلعب الهورمونات النباتية دوراً رئيساً فيها. وأثناء تحول المستيم الخفري إلى مرستيم تكاثري تحدث تغيرات فسيولوجية وكيموحيوية Biochemical حيث تعتبر أكثر التغيرات الفسيولوجية والتطورية وضوحاً في حياة النبات.

## مكان النمو The localization of Growth

يتأتى النمو من مقدرة الخلايا والأعضاء على امتصاص او الحصول على المواد البسيطة من ماء واملاح وثاني أكسيد الكربون من البيئة المحيطة بها واستخدامها في تكوين مركبات مختلفة ومعقدة والتي تشكل بها مكونات تلك الخلايا فيؤدي تراكمها الى النمو المستمر كذلك يؤدي ذلك التراكم من تلك المركبات الى إضافة مادة الحياة للخلايا الجديدة المتكونة من الانقسام وتكوين الخلايا الجديدة مع الأخذ في الاعتبار انه ليست كل خلايا أعضاء النبات تستمر في النمو والانقسام ولكن تتحول الخلايا القابلة للانقسام والاستطالة إلى خلايا بالغة وتحاط بخلايا ذات جدر سميكة نسبيا وعديد من الخلايا الميكانيكية والأوعية الناقلة الغير حية.



وتبقى الخلايا القابلة للانقسام والاستطالة في مناطق النمو المرستيمية وفي الأنسجة الجنينية مع ملاحظة انه سوف يظل للخلايا البالغة القدرة على استعادة قدرتها للانقسام والاستطالة اي العودة للحالة المرستيمية وذلك تحت ظروف معينة.

يحدث النمو من انقسام واستطالة في عديد من المناطق المرستيمية المختلفة وهي تشمل ثلاث انواع من المرستيمات هي المرستيمات القمية مثل التي توجد بقمم السيقان والأفرع وقمم الجذور والمرستيمات البينية وهي المسببة Apical meristems وهي المتسببة في نموها الطولي للزيادة في القطر او السمك او الزيادة في حجم الورقة وسمكها وتعرف أحيانا بالكامبيوم البيني كما انه موجود بين العقد والسلاميات ولو ان البعض يعتبر المرستيم بين العقد والسلاميات جزء من المرستيم القمي اما النموات الخضرية الجانبية والأزهار والثمار فتنتج من المرستيمات كما في البراعم الابضية التي توجد في آباط الأوراق والتي Lateral meristems الجانبية يتحول بعضها الى براعم زهرية في عملية الأزهار كما يوجد نوع آخر من المرستيمات تعرف هو المسئول عن تكوين القلف وقد تختفي تلك المرستيمات بأن Phellogen بالكامبيوم الفليني تتحول الى أنسجة غير مرستيمية اي خلايا بالغة او تظل على حالتها المرستيمية الى الأبد كما يحدث في المرستيمات البينية المعروفة بالكامبيوم ويتوقف نشاط المرستيم في وقت معين على الظروف البيئية والداخلية فمثلا يحدث خمول للمرستيمات القمية في اشهر الشتاء ونتيجة وجود مثبطات للنمو ويتم النمو في المرستيمات على ثلاث مراحل تعرف بمراحل النمو

## مراحل النمو: Growth Stages

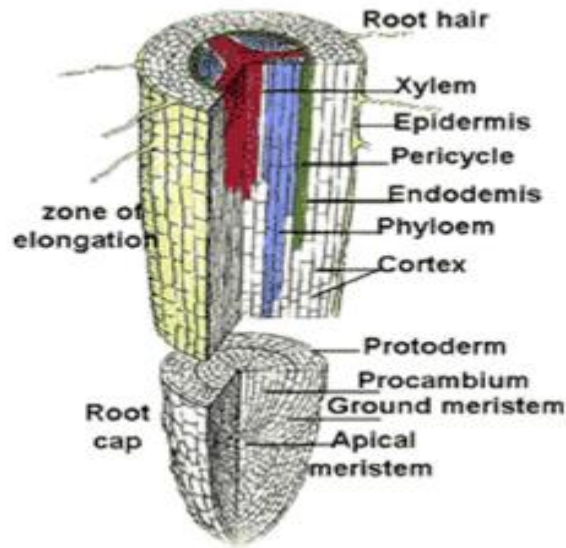
تنقسم مراحل النمو الى : مرحلة الانقسام الخلوى ومرحلة الاستطالة والزيادة فى الحجم والمرحلة الأخيرة هى مرحلة التميز

### 1-انقسام الخلية Cell Division

تنمو النباتات وتزداد رأسيا تبعا لعملية الانقسام الحادثة فى القمم الطرفية المرستيمية للنباتات عن طريق الانقسام الميتوزى وكذلك فى الخلايا الإنشائية فى الكميوم بسيفان النباتات ثنائية الفلقة وفى الخلايا الإنشائية فى الأوراق الحديثة تنقسم الخلايا فى القمم النامية وتحدث الاستطالة على بعد عدة ملليمترات اسفل منطقة القمة النامية وتعرف المنطقة اسفل منطقة الانقسام او منطقة القمة Dome بمنطقة الاستطالة اما الأعضاء المحددة النمو مثل الأوراق والثمار يكون الانقسام والاستطالة كعمليتى منفصلتين زمنيا تبدا بالانقسام وتنتهى الزيادة العددية لتبدأ مرحلة الاستطالة وتكون الأوعية الناقلة ونضج الخلايا وتخصصها وتكون الخلايا صغيرة نسبية وذات نواة كروية مركزية بالنسبة للسيتوبلازم وبدون فجوات عصارية والجدر رقيقة ليس معروف الى ألان لماذا تظل بعض الخلايا محتفظة بقدرتها على الانقسام او اى مرستيمية او جنينية فى حين تتحول الأخرى الى خلايا متخصصة.

### 2- مرحلة الزيادة فى حجم الخلية Cell Enlargement

ثم تأتى العملية التالية للانقسام والزيادة العددية بعملية الاستطالة الخلوية حيث يزداد حجم الخلية زيادة غير رجعية نتيجة الضغط الاسموزى وضغط الامتلاء المرتفع وقلة الضغط الجدارى ثم زيادة محتواها العصري ومكوناتها العضوية وتكوين الفجوات العصارية بها متحولة بذلك من الحالة المرستيمية الى الحالة البارنشيمية البالغة تزداد الخلايا فى الحجم قد تصل الزيادة فى الحجم من ٣٠ - ١٥٠ مرة من حجم الخلايا الإنشائية حيث تزداد قدرتها على امتصاص الخلايا للماء وانتقال المواد الغذائية والايضية التى تتكون فى الأوراق الى مناطق النمو حيث الخلايا المرستيمية التى انتهت من الانقسام فتظهر الفجوات العصارية اذ تعمل قوة الامتصاص الازموزية على امتصاص قدر كبير من الماء مما يتسبب فى تمدد الخلية حتى يتساوى ضغط الامتلاء مع الضغط الاسموزى للخلية والذى يسببها تكون السكريات وامتصاص الأملاح وتكوين الأحماض العضوية بالخلية ويتكون الجديد من البروتوبلازم لذلك فالمحصلة الكلية هى زيادة المادة الجافة Dry matter وعملية تكوين الجديد من البروتوبلازم يلزمها بالطبع زيادة العمليات المنتجة للطاقة وإنتاج البروتينات لذلك فعمليات النمو تتطلب ظروف هوائية وامداد بالكربوهيدرات كمصدر للطاقة ومواد أساسية للبناء فضلا على الهرمونات النباتية والتى لها دور هام فى عمليات الانقسام والاستطالة والتى سوف يتم مناقشتها لاحقا فأذا كان الجدار الخلوى من المرونة بدرجة كافية تمدد مما استوجب إضافة مواد جدارية من السليلوز والهيميسليلوز عليها ويبدو ان البروتوبلازم كطبقة رقيقة بجوار الجدار وأغشية الخلية السيتوبلازمية ويصحب الزيادة أيضا بناء الجديد من البروتوبلازم .



### 3- مرحلة التميز الخلوي Cell Differentiation

تبدأ تلك المرحلة بتغيرات تشريحية وفسولوجية والخلايا البرانشيمية هي أقل الأنواع تميزا حيث لا تختلف كثيرا عن الخلايا الإنشائية سوى زيادة الحجم ودرجة نمو فجواتها ولا تتكون فيها الجدر الثانوية عادة بل تظل ذات جدر رقيقة وتنتشر تلك الخلايا في القشرة والنخاع والأشعة النخاعية، أما الخلايا التي تتحول الى عناصر وعائية كالأنابيب الغربالية والأوعية الخشبية والألياف فتعرض الى تغيرات اذ تزداد في الحجم كثيرا وترسب على جدرها جدرًا ثانوية تتخذ أشكالًا مختلفة منها الحلقي والحزوني والمنقر ويترسب خلال ذلك مادة اللجنين بين المواد الجدارية الثانوية وفي الأنابيب الغربالية تختفى الانوية ويستمر السيتوبلازم في أداء وظائفه في حين تظل النواة في الخلية المرافقة .

#### قياس النمو: Growth Measurement

يقدّر معدل نمو النبات أو أي نوع آخر من التعبير الكمي للنمو الذي يقوم به النبات خلال فترة زمنية محددة بقياس الزيادة في:

طول بعض أعضائه كالساق أو الجذر.

الزيادة في قطر الساق أو غير من الأعضاء.

الزيادة في مساحة الأوراق.

الزيادة في حجم البذور أو الثمار.

الزيادة في الوزن الطري أو الوزن الجاف للنبات كله أو لأحد أعضائه.

الزيادة في كمية البروتوبلازم أو البروتين التركيبي.

الزيادة في عدد أفراد مستعمرة من البكتريا أو الخمائر أو الطحالب وغيرها.

هذا وقد استخدمت في السنين الأخيرة أجهزة متطورة ودقيقة في قياس وحساب معدلات النمو على مستوى الخلية أو العضو النباتي.



## الإنبات والكمون: Germination and Dormancy

الكمون هو تعطل النمو لفترة زمنية مؤقتة حيث لا يمكن ملاحظة أي ظاهرة من الظواهر النمو المعروفة. ويحدث في البذور لعدم قدرتها على الإنبات بالرغم من توفر الظروف الملائمة لإنباتها، حيث يعزى ذلك لعوامل داخلية مثل وجود صفيين غير مكتمل النمو أو عوامل وراثية أو هورمونية أو وجود بعض المثبطات في غلاف البذرة أو وجود غلاف غير منفذ للماء أو الهواء أو الأنتين معاً. ومن العوامل الخارجية هي درجة الحرارة غير الملائمة أو نقص في كمية O<sub>2</sub> أو التعرض إلى ظروف إضاءة غير ملائمة.

ويطلق تعبير "السكون" عندما يكون عدم إنبات البذور أو نمو البراعم ناجم عن عوامل خارجية (بيئية). وهناك تداخل بين المصطلحين ولكن كلمة كمون أشمل.

إن السبب الرئيس لكمون البذور والبراعم وجود بعض مثبطات النمو في كل من البذرة والبراعم وجود بعض مثبطات النمو في كل من البذرة والبرعم الكامن تعمل على إعاقة النمو وتعطيله لفترة محددة. وعليه تستخدم مواد كيميائية لإبطال مفعول المواد المثبطة. وبصورة عامة كمون البذرة يرجع إلى:

- عدم نفاذية الماء.
- عدم نفاذية الأوكسجين O<sub>2</sub>.
- أغلفة البذرة تكون قوية بدرجة تمنع الجنين من التمدد والنمو وبالتالي فشل عملية الإنبات.

### تأثير بعض العوامل البيئية على الكموت والإنبات:

نوع الضوء: يختلف تأثيره باختلاف البذور: بذور الخس يكون ذات إنبات جيد إذا ما عرضت للضوء. بالعكس من ذلك بذور البصل وبذور نباتات العنبيبة الزنبقية يتوقف إنباتها إذا ما عرضت للضوء. ان السبب في هذا هو الطبقة النباتية الفيتوكروم Phytochrome حيث إن الفايثوكروم تمتص الضوء في نطاقين أحدهما من الموجة الحمراء (٦٦٠ نانومتر Pr) والأخرى عند ٧٣٠ نانومتر Pfr أي الأحمر البعيد (Far red).

تأثير الحرارة: تختلف باختلاف الظروف البيئية والعوامل الداخلية (خاصة الوراثة). نقل حساسية البذور للضوء في بعض الأنواع عندما ترتفع لأكثر من ٢٥ م. بعض الأنواع النباتية لا يحدث بها إنبات مالم تتعرض إلى برودة Chilling لفترة زمنية معينة وإن لعملية التنضيد Stratification الطبيعي والصناعي يحدث أفضل إنبات عند درجة ٢٠ م.

إن فاعلية الحرارة في كسر الكمون مرتبط في بعض الأنواع بمعدل التنفس أو O<sub>2</sub> و CO<sub>2</sub> وإن نفاذية البذور تلعب دوراً كبيراً في هذا المجال. وإن الحرارة قد تؤثر على الإنبات من خلال تأثيرها على أجنة مثل هذه البذور وعلى طبيعة بعض المواد التي يحتويها أو قد تؤثر في ابطال فعل بعض معوقات النمو أو زيادة نشاط بعض معجلات الإنبات وغيرها.

### الارتباج: Vernalization

هو تحفيز القدرة على الازهار بواسطة معاملة البرودة.

موقع حدوث الارتباج: هو القمم النامية. واطلق على المادة الناتجة بسبب الارتباج اسم فيرنالين Vernalin. إلا أن الفيرنالين لم يستخلص لحد الآن حتى بصورة غير نقية.

## تشبيط الارتباج: الأكثر كفاءة في التشبيط هو درجة الحرارة العالية.

**الجيرلين والارتباج:** إن الجيرلين يستحث استطالة الساق فقط بصورة غير مباشرة. ومن خلال تحفيزه لنمو الساق فهو بطريقة غير مباشرة قد يحفز تطور العوامل المؤدية إلى تكوين الأزهار خصوصاً في النباتات ذات الشكل التوردي Rosette Plant. أما في النباتات الاعتيادية والمتطلبة للبرودة فقد عجز الجيرلين من أن يعوض عن الحاجة للبرودة لإحداث الأزهار

### عملية التنضيد:

تعرف عملية التنضيد بأنها احد الطرق المتبعة في معاملة البذور الساكنة والتي من خلالها يتم كسر طور سكون البذور وتهينتها للإنبات وذلك بتعرضها لدرجات الحرارة المنخفضة في وسط رطب وتتم بخلط البذور مع واحد إلى ثلاثة أمثال حجمها من الرمل والبيت موس أو خليط من الاتنين معا أو أي وسط آخر يحتفظ بالرطوبة ويمكن الإسراع بانتفاخ البذور قبل التنضيد وذلك بنقعها بالماء لمدة ١-٣ أيام مع تغيير الماء يوميا . توضع البذور بشكل طبقات بسمك ١-٧ سم بالتبادل مع الوسط المستعمل ويجب أن لا يتجاوز سمك طبقة الرمل والبذور عن ٣٠-٤٠ سم في التفاحيات ( التفاح والكمثرى والسفرجل ) و ٥٠-٦٠ سم في بنور الفاكهة ذات النواة الحجرية ( الخوخ والمشمش والأجاص ) ويغطي الخليط في النهاية بطبقة من الرمل بسمك ٣-٤ سم . يتم وضع البذور إما في الحقل (خلال فصل الشتاء) أو داخل الثلجات المنزلية أو في مخازن مبردة على درجة حرارة من ١-٧ م . وهناك طريقة أخرى للتنضيد وهي خلط البذور مع ٢-٣ أمثال حجمها مع خليط من الرمل والبيت موس بنسبة ١ : ١ ووضعها في أكياس من النايلون ثم توضع في الثلجة . يفضل معاملة البذور قبل تنضيدها ببعض المطهرات الفطرية بتركيز ووقت يختلف باختلاف النوع والصنف وعادة يستعمل مبيد الكابتان Captan 5٥ بتركيز يتراوح بين ١ - ٥ % لمدة ٥ دقائق تقريبا . وبعد انتهاء فترة التنضيد يتم فصل البذور عن الوسط من خلال وضع البذور على مشابك ذات فتحات تسمح بخروج الوسط فقط .