تطور النبات Plant development

من الممكن اعتبار النبات كتركيب الى متكامل له القدرة على النمو و التعقيد بطريقة غير عكسية حيث يمارس دورات منتظمة في مراحل تطوره تتضمن دخوله ككل في اتجاهات معقدة لتغير خلاياه و أنسجته و أعضائه وتبدا الدورة بإنبات البذرة ثم يستمر التقدم خلال مراحل الطفولة و اكتمال النمو (البلوغ) و الازهار والثمار و بوصول النبات الى مرحلة الاثمار فان دورة حياته مره أخرى بعد فترة سكون أو راحة بينما في النباتات الحولية أو ذات الحولين فان مرحلة الاثمار تعتبر المؤشر لدخول الكائن في آخر مرحلة من حياته و هي الشيخوخة ثم الموت.

1. مرحلة الانبات Germination

تعتبر من المراحل الهامة والحساسة في دورة حياة النبات. وتشمل عملية الانبات جميع الخطوات اللاحقة من وقت تشرب البذرة بالماء وحتى اعتماد البادرة على نفسها. وتشمل في أبسط حالاتها التحولات الانزيمية للمواد المخزنة المعقدة الى مواد بسيطة ذائبة تصلح للانتقال الى الجنين لتغذيته. كما يتم أكسدة بعضها خلال عملية التنفس لإطلاق الطاقة. ويجب في هذه المرحلة توفير الاحتياجات الأساسية للبذور كي تنبت من ماء وأكسجين وحرارة مناسبة واضاءة) في حالات معينة مثل بعض أصناف الخس). ويطلق على البذور الحية والتي تفشل في الانبات على الرغم من توفر جميع الظروف البيئية المناسبة أنها بذور ساكنة. وعموما يرجع سكون البذور اما إلى أسباب طبيعية أو فسيولوجية. وقد يرجع السكون الطبيعي للبذور نتيجة لأغلفة البذرة الصلدة وغير المنفذة والتي تشكل عائقا لدخول الماء غالبا والأكسجين في بعض الحالات. ومثال ذلك بذور العائلة البقولية والباميا والفواكه ذات النواة الحجرية. ومثل هذه البذور لا تنبت حتى تقوم الكائنات الدقيقة أو عوامل الطقس في التربة بإضعاف غطاء البذور كي يسمح بدخول الماء. وعلى ذلك فان التهيئة لمرحلة الانبات ربما قد يحتاج الى العديد من السنوات أكثر من احتياجه الى جزء قصير من موسم نمو واحد ويتوقف ذلك بالطبع على طبيعة السكون بالبذرة نفسها. وهناك معاملات عديدة لكسر السكون الطبيعي بالبذور منها الصنفرة Scarification وعمل ثقوب بالبذرة والغمر لمدة محدودة فى محاليل بعض الأحماض المعدنية والمذيبات العضوية وغيرها.

أما بالنسبة للسكون الفسيولوجي فربما يكون نتيجة للعديد من العمليات المانعة والتي تعوق عملية الانبات في لحم أو لب الثمرة وكذلك فى عصير الثمار أ أغلفة البذور أو حتى في اندوسبرم البذرة. ومن النادر حدوث انبات للبذور داخل ثمار الطماطم مثلا ما لم يستبعد اللحم والعصير ثم تغسل البذور جيدا وتعتبر مادة الكومارين من أهم المواد المسؤولة عن ذلك. كما يرتبط السكون في بذور التفاح بوجود الحمض المثبط الابسيسك. وأسلوب عمل الكومارين يتركز في حجب أو وقف فعل الانزيمات المنشطة واللازمة للإنبات مثل انزيم الفا وبيتا أميليز الضرورية للتحليل المائي للنشا الى الصور البسيطة الذائبة والصالحة لامتصاص واستخلاص الجنين. كما أن حامض الابسيسك يثبط تخليق المواد المشجعة للإنبات مثل حمض الجبريليك. وتعتبر عملية الغسيل بالمطر ونشاط الكائنات الدقيقة أمثلة لكيفية ازالة مثبطات الانبات من الثمرة وأغلفة البذرة.

وقد يرجع السكون الفسيولوجي الى عوامل داخلية أخرى مثل الأجنة الغير ناضجة حيث في بعض البذور وفى نفس الوقت الذى تكون فيه الثمرة ناضجة يتكون الجنين فقط من قليل من الخلايا غير المتميزة. وعلى ذلك فلابد من حدوث واتمام عمليات ما بعد النضج والتي يتميز خلالها الجنين على حساب الاندوسبرم. كما أنه في بذور بعض الأنواع الخشبية في المناطق المعتدلة مثل التفاح والكمثرى تكون أسباب السكون الفسيولوجي الداخلي أكثر تعقيدا. فبالإضافة الى توفر المثبطات والتي توقف الانبات فان عدم توفر المنشطات والتي هي شرط أساسى لاتمامه تدخل البذور في طور سكون. وتلعب عملية الكمر البارد Cold Stratification والتي تتعرض خلالها البذور لدرجات حرارة حوالي 5 هم مع توفر الرطوبة حولها في بيئة نمو خاصة من العمليات الهامة والمساعدة في ازالة التأثير المانع للمثبطات وكذلك انتاج منشطات الانبات على السواء.

وفي بعض الأحيان تتواجد كل من الموانع الطبيعية والفسيولوجية للإنبات في أن واحد وتسمى هذه الحالة بالسكون المزدوج Double dormancy ويلاحظ في العديد من أفراد العائلة البقولية. وهنا يجب استبعاد الموانع الطبيعية والفسيولوجية للانبات أولا قبل الشروع في التخلص من الموانع الفسيولوجية. وعادة تحتاج مثل هذه البذور في الطبيعة الى سنتين لإنباتها حيث يتم التخلص من المانع الطبيعي عن طريق الكائنات الحية وعوامل الطقس فى التربة والتي تؤدى لتليين القصرة لتسمح بمرور الماء والأكسجين في السنة الأولى الا أن هذه البذور تكون ما تزال غير مستعدة للإنبات قبل التخلص من السكون الفسيولوجي خلال موسم الشتاء التالي. ومن المعلومات السابقة يتضح أن سكون البذور من العمليات الهامة والتي تؤدى الى درء خطر الانبات حينما تكون الظروف البيئية غير ملائمة لنمو البادرات.

2. مرحلة الطفولة (الحداثة) Juvenility

يطلق على المرحلة التي تبدأ بعملية الإنبات وحتى الوقت الذي تتكون فيه مبادئ الأزهار الأولى بطور النمو الخضري. وإذا لم يكن دفع النبات لإنتاج الإزهار خلال هذه المرحلة وذلك بغض النظر عن الظروف البيئية يطلق على النبات أنه في طور الطفولة والبلوغ تعتبر من الأمور النسبية حيث في كثير من الأنواع تتداخل هذه المراحل معاً. وعموماً تنتهي مرحلة الطفولة عندما يستجيب النبات للنشاط المؤدي لتكوين الأزهار ... وتتميز هذه المرحلة بمعدل النمو السريع في دورة حياة النبات كما تظهر فيها بعض ملامح محددة لتغيرات مورفولوجية وفسيولوجية. وتختلف مدة مرحلة الطفولة فتكون حوالي شهر إلى شهرين في النباتات الحولية. وتبلغ بضع سنوات في معظم أشجار الفواكه وتستغرق عشرات السنين مثل نبات البامبو لتصل إلى مرحلة البلوغ. ومن بين الملامح المورفولوجية المرتبطة بمرحلة الطفولة والتي تزول أو تتغير عند مرحلة البلوغ وجود الأشواك ووجود فصوص الأوراق. ولشرح عملية التحول من حالة الطفولة إلى البلوغ يتضح أن عامل الطفولة يستنفذ تدريجياً مع استمرار نمو النبات أو يصبح غير مؤثر كلما ازدادت المسافة من القمة وحتى المجموع الجذري. ففي التفاح يجب الوصول إلى ارتفاع محدد (حوالي ٦ أقدام) قبل إزهار البادرة بطريقة تتيح لها الوصول إلى أكبر حجم لها بأسرع وقت ممكن. وبوجه عام يمكن القول بأنه على الرغم من أن مدة طور الطفولة تخضع عادة للتحكم الوراثي إلا أنه يمكن اختصار هذه الفترة من خلال برامج التربية عن طريق استخدام آباء تنقل صفة الإزهار المبكر ثم الانتخاب لهذه الصفة.

3. مرحلة اكتمال النمو (البلوغ) Maturity

عندما يصبح النبات قادراً على إعادة الإنتاج أي التكاثر فيعرف بأنه بالغ وفي كثير من النباتات تحدث تغيرات فسيولوجية ومورفولوجية أثناء البلوغ وذلك قبل ملاحظة أية تغيرات ميكروسكوبية في الإزهار. ففي نبات حبل المساكين يطرا تعديل كبير على الورقة عندما يصل النبات إلى حالة البلوغ حيث تفقد الأوراق شكلها المفصص والخاص بمرحلة الطفولة وتصبح كاملة الحافة عند البلوغ. وعندما يصل النبات إلى مرحلة البلوغ فتصبح لديه القدرة على الإزهار وإن لم يفعل ذلك بالضرورة حيث أن ظروف البيئة التي يتعرض لها النبات خلال هذه المرحلة هي التي وف تحدد سلوك النبات الضروري لهذه المرحلة وهو الاستجابة الزهرية.

4. مرحلة الإزهار: Flowering

تحمل عملية الإزهار في طياتها الكثير من التغيرات الفسيولوجية والمورفولوجية وأول هذه التغيرات وأكثرها خطورة وربما أخرها إدراكاً هي تحول المناشيء الخضرية للساق إلى المناشيء الزهرية. وبمرور الوقت تحدث تغيرات بيوكيميائية تؤدي إلى تغيير شديد في طرز التكشف الخاصة بأنسجة الورقة والبرعم والساق إلى الأنسجة التي تنتج الأعضاء التكاثرية مثل الكرابل والأسدية والأجزاء الزهرية الثانوية مثل البتلات والسبلات وعندما يحدث التنبيه الزهري Initiation لكى يتحول من الحالة الخضرية إلى الحالة الزهرية تظهر تغيرات ميكروسكوبية متناسقة حيث يتعطل أو يقل نمو الجزء المركزي من البرعم ويصبح شكله مفرطحاً بدلاً من الشكل المخروطي المميز للحالة الخضرية. وبعد ذلك تتكون نتوءات صغيرة في ترتيب حلزوني حول المرستيم وتؤدي في النهاية إلى عدم استطالة المحاور بين مبادئ الإزهار المتعاقبة بعكس الحال بين مبادئ الأوراق وأثناء تفتح الزهرة تكون مرحلة الانقسام الاختزالي قد انتهت وتم تكوين حبوب اللقاح والكيس الجيني. وفي هذه المرحلة يصبح النبات مهيئ للخطوة الرئيسة التالية في تطوره وهي الإثمار.

5. مرحلة الإثمار: Fruiting

تبدأ هذه المرحلة بعملية التلقيح والتي تعتبر إحدى أهم النقاط الحرجة في نمو وتطور الثمرة.. والعملية التلقيح وظيفتان منفصلتان وغير مرتبطتين على الأقل الأولى هي تنبيه العمليات الفسيولوجية المرتبطة بعقد الثمار وهي منع تساقط الزهرة أو الثمرة. والثانية ي إمدادا الجاميطات المذكرة اللازمة لعملية الإخصاب ولتأكيد انفصال هاتين العمليتين فلقد أدي استخدام حبوب اللقاح الميتة في نبات الأوركيدا إلى عقد الثمار وكذلك بعضا من النمو إلا أن عملية الإخصاب كانت مستحيبة. ولقد أدى ذلك إلى الاعتقاد بأن حبوب اللقاح تحتوي على أكسين، ولا تتأكد عملية الإخصاب حتى بعد اتمام عملية التلقيح وعقد الثمار فقد لا تنبت حبوب اللقاح وإذا نبتت فقد تنفجر أنبوبة اللقاح داخل القلم وعموماً تعتمد عملية إنبات . بوب اللقاح على وجود وسط أو بيئة ذ تركيز أسموزي مناسب كما يتم تنشطيها بتواجد مواد غير عضوية مثل كبريتات المنجنيز وعناصر الكالسيوم والبورون. وإذا كان نمو أنبوبة اللقاح بطيئاً جداً فإن الميسم وربما الزهرة كلها قد تسقط ويمكن منع ذلك صناعياً بإستخدام الأكسينات مثل IAA NAA, وغيرها . كما أن وجود ظاهرة عدم التوافق الوراثي والذي يمنع التلقيح الذاتى داخل نفس السلالة والملاحظ في التفاح والكمثرى يستلزم وجود أكثر من صنف ملقح وذو حبوب لقاح خصبة لتأمين عملية التلقيح حيث تقوم الحشرات بنقل حبوب اللقاح ومن أهمها نحل العسل.

وعقب عملية الإخصاب يدخل النبات في مرحلة نشاط فسيولوجي تأتي شدتها في المرتبة الثانية بعد مرحلة الإنبات مباشرة . ولا تعتمد الثمرة أطول من ذلك على نبات الأم كمصدر لمنبهات النمو حيث تقوم البذور داخل الثمرة بهذا الدور حيث يتم ملاحظة ذلك في الثمار الغير منتظمة الشكل والتى تأتي نتيجة للتوزيع الغير منتظم للبذور بالثمرة. وكما ينشأ غالباً ارتباط مباشرة بين وزن أو طول الثمرة وبين عدد البذور بها. وفي ثمار الفراولة يمتنع نمو التخت عند إزالة الأكينات وهي الثمار الفقيرة والتى تحتوي على بذرة واحدة . ولقد تم عمل مستخلص للأكينات وتبين احتوائها على مستوي مرتفع من الأكسينات بعكس أنسجة التخت وبإضافة IAA أدي إلي تنشيط حاد في نمو التخت عديم الأكينات.

كما تشترك منظمات نمو أخرى في نمو أخرى وتطور الثمار حيث تلعب السيتوكينيات دوراً أساسياً خلال مرحلة انقسام الخلايا تعقبها كل من الاكسينات والجبريلينايت خلال المراحل التالية من النمو. ومن الاستخدامات

التطبيقية في هذا المجال ما نراه في إنتاج علب المائدة للتصنيع حيث أدي الرش بمحلول يحتوي على ٢٠ جزء المليون من حمض الجيريليك إلى مضاعفة حجم ثمار العنب النباتي من الصنف طومسون

وعلى الرغم من أن التحكم المركزي في نمو الثمرة يتركز أساساً في البذور على أن المواد الخام اللازمة لتطورها تأتي من أجزاء النباتات الأخرى. لذا فإن ظروف التغذية والرطوبة المتاحة للنبات تؤثر بطريقة مباشرة على حجم الثمرة. وبطريقة حسابية وجد أنه لإنتاج ثمرة تفاح واحدة يلزم على الأقل ٤٠ ورقة على شجرة تفاح بالغة . وعند اختلاف هذه النسبية نتيجة للحمل الزائد ينخفض حجم مواصفات الثمار.

علاقة نمو النباتات بالكربوهيدرات

يشكل النمو ومراحله في الحاصلات البستانية طورين مميزين هما مرحلة النمو الخضري وطور الثمار ويتميز الطور الخضري بزيادة نمو السوق و الأوراق وجذور الامتصاص وذلك عن طريق انقسام الخلايا وكبر حجمها وتكوين الأنسجة ويؤدي انقسام الخلية إلى إنتاج خلايا جديدة تحتاج إلى كميات كبيرة من الكربوهيدرات فتستخدم في تكوين الجذر السليولوزية - البروتوبلازم. ويعتمد معدل انقسام الخلية على مدي توفر الكميات المناسبة من الكربوهيدرات ولما كان انقسام الخلية يتم في الأنسجة المرستيمية وفي مناطق النمو في قمم السوق والجذور لذلك يجب توفر المواد الغذائية المصنعة في هذه الأنسجة المرستيمية وفي مناطق النمو في قسم السوق والجذور لذلك يجب توفر المواد الغذائية المصنعة في هذه الأنسجة حتى تكون الخلايا الجديدة.

وتؤدي استطالة الخلية إلى زيادة الأنسجة وحجم النبات وتحتاج هذه العملية إلى توفر كميات كبيرة من الماء والكربوهيدرات وعند تكشف الأنسجة الابتدائية تحتاج في نموها إلى الكربوهيدرات وتزيد سرعة نمو السوق والأوراق والجذور عند زيادة معدل انقسام الخلية واستطالتها ومعدل تكوين الأنسجة وعلى العكس من ذلك يبطور نمو السوق والأوراق والجذور عند بطء معدل انقسام الخلية وحيث أن عمليات انقسام واستطالة الخلية وتكوين الأنسجة تحتاج إلى كميات من الكربوهيدرات تستنفذ في تكشف السوق والأوراق والجذور أى في تكوين الطور الخضري لذلك فإن النبات يستنفذ معظم الكربوهيدرات التي يكونها في هذا الطور

توازن النمو الخضري والإثمار وعلاقته بالكربوهيدرات

هناك ارتباط وثيق بين الطورين الخضري والثمرى في النبات فقد تحدث سيادة الطور الخضري على الثمار أو سيادة الاثمار على الطور الخضري أو يكون هناك توازن بين هذين الطورين ولكن ليس من الممكن أن يتكون الطور الخضري دون الإثمار أو يكون هناك إثمار بدون النمو الخضري وبمعنى آخر فإن سيادة النمو الخضري في محصول ما لا عني غياب الإثمار كلية كما أن سيادة طور التكاثر لا يعني غياب الطور الخضري ومما يدل على ذلك أن انقسام الخلية ضرورة لنمو أعضاء التكاثر والتخزين إلا أن عدد الخلايا اللازمة لاكتمال نمو هذه الأعضاء يكون صغيراً إذا قورن بالعدد اللازم لاكتمال نمو السوق والأوراق والجذور ولذلك فإن التوازن بين الطورين الخضري والثمري لا يعنى وجود أو غياب أحداهما .

وعند سيادة الطور الخضري على الطور التكاثري أثناء نمو النبات تسود ظاهرة استهلاك الكربوهيدرات على ظاهرة تراكمها وبذلك تستهلك من الكربوهيدرات كميات أكثر من التي تخزن وعلى العكس عندما يسود طور التكاثر على الطور الخضري تسود ظاهرة تراكم الكربوهيدرات على ظاهرة استهلاكها وبذلك تكون كمية الكربوهيدرات التي تخزن أكثر من التي تستهلك وفي حالة توازن الطورين الخضري والثمرى يكون هناك أيضاً توازن بين الاستهلاك والتخزين فتتساوي كميات الكربوهيدرات المخزنة والمستهلكة وفيما يلي مظهر النباتات في هذه الحالات الثلاثة:

أ. سيادة الطور الخضري

وفيه يكون نمو السوق والأوراق وجذور الامتصاص كبيراً كما تكون السوق غضة والأوراق كبيرة وعليها طبقة من الكيوتين رقيقة وقد لا تتكون الأزهار أو الثمار أو تكون قليلة جداً كما تكون جدر الخلايا رقيقة بمعنى استهلاك معظم الكربوهيدرات لتكشف البراعم الزهرية والأزهار والثمار والبذور وتعبر الحالة السابقة عن سيادة الطور الخضري على طور التكاثر وكذلك سيادة ظاهرة استهلاك الكربوهيدرات على ظاهرة تخزينها وشدة النمو في قمة النبات المصحوبة بنقص في نمو الأزهار والثمار والبذور تتم عندما تكون النباتات في الأطوار الأولى من نموها ويزيد فيها معدل التمثيل الضوئي وتتناسب درجة الحرارة سرعة انقسام الخلية ويوجد الماء والمواد الأولية الأساسية بكميات كبيرة وتتحد كميات الكربوهيدرات المصنعة مع المركبات النتروجينية لتكوين البروتوبلام في القمم النامية للجذور والسوق وبذلك تسود العمليات الخضرية على الأثمار.

ب. سيادة طور التكاثر

يكون النبات ضعيفاً في نموه الخضري ويقل نمو وتكوين الأوراق والسوق وتصبح السوق خشبية وسلامتها قصيرة أما الأوراق فتكون صغيرة نسبياً وعليها طبقة سميكة من الكيوتين وتصبح الأزهار والإثمار واضحين وتكون جدر الخلايا سميكة جداً والأنسجة الناقلة جيدة الـ ة التكشف كما تمتلئ أنسجة التخزين بالنشا ونظراً لأن السوق لازمة لتدعيم الأزهار والثمار ونمو هذه السوق والأوراق ضعيفة نسبياً فإن المحصول يكون بالتالي منخفضاً وتعبر هذه الحالة عن سيادة طور التكاثر على الطور الخضري وسيادة ظاهرة تخزين الكربوهيدات على ظاهرة استهلاكها - وتتكون النباتات الضعيفة القزمية عندما ينخفض معدل التمثيل الضوئي بدرجة كبيرة وعدم مناسبة درجة الحرارة أو عدم كفاية الماء والعناصر الأساسية الانقسام الخلية ويترتب على ذلك تراكم الكربوهيدرات واستنفاذها في عمليات التكاثر بدرجة أكبر من العمليات الخضرية.

جـ حالة توازن الطورين الخضري والإثمار

يكون النبات متوسط في نموه الخضري والثمرى وتكون السوق عصيرية السلاميات متوسطة الطول أما الأوراق تكون كبيرة نوعاً وتغطى بطبقة متوسطة من الكيوتين ويتمشي الإزهار والإثمار مع نمو الساق والأوراق وجذور الامتصاص وتكون جدر الخلايا سميكة نوعاً وتنمو الأوعية الناقلة بطريقة عادية وتكون كمية الكربوهيدرات التي تستنفذ ما يبقى فيها من نمو الإزهار والثمار وأعضاء التخزين وحيث أنه لا توجد سيادة بين الطورين الخضري والثمرى فيكون ما يستهلك من الكربوهيدرات مساوي لما يخزن منها ويحدث المتوسط في قمة النباتات المصحوب بنمو الإزهار والثمار أو البذور عندما يكون معدل التمثيل الضوئي مرتفعاً في النبات وعندما تلائم درجات الحرارة والظروف البيئية معدل انقسام الخلية بدرجة متوسطة ويترتب على ذلك عدم استهلاك جميع الكربوهيدرات في نمو السوق والأوراق ويتبقى جزء منها يستنفذ في نمو الإزهار والثمار.

ويمكن أن نستنتج مما سبق أن استهلاك الكربوهيدرات يلازم نمو السوق والأوراق في حين يلازم تراكم الكربوهيدرات نمو الإزهار والثمار والبذور والأعضاء اللحمية هذا بالإضافة إلى أنه يجب أن تتذكر أن ظاهرة استهلاك الكربوهيدرات يلازم ظهور الصفات المرغوبة في بعض النباتات فتصبح لحمية أو عصيرية كما أن ظاهرة تراكم الكربوهيدرات يلازم صفات أخرى مرغوبة في نباتات أخرى فتصبح خشبية وناضجة تقاوم درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة وكقاعدة عامة فإن جميع النباتات تحتاج إلى سيادة الطور الخضرى خلال مرحلة الإنبات ثقم تقسم الحاصلات البستانية بعد هذه المرحلة إلى: ١- محصولات عشبية تحتاج إلى سيادة الطور الخضري في مراحل النمو الأولى وسيادة الطور الثمرى في المراحل الأخرى مع التلاشي التدريجي لسيادة الطور الخضري في مرحلة النمو الوسطي مثل الكرنب - الكرفس - البطاطس - البصل - القرنفل - الأراولة. ٢ محصولات عشبية لا يلزمها سيادة أى من الطورين الخضري أو التكاثري مثل الطماطم - الفلفل - الباذنجان - الخيار - البسلة – البنفسج النباتات الخشبية التى تحتاج إلى سيادة الطور الخضرى في الجزء الأول من كل موسم نمو ثم سيادة الطور التكاثري في الجزء الأخير منه وأمثلتها جميع الأشجار والنباتات المعمرة مثل التفاح - الخوخ - البيكان.