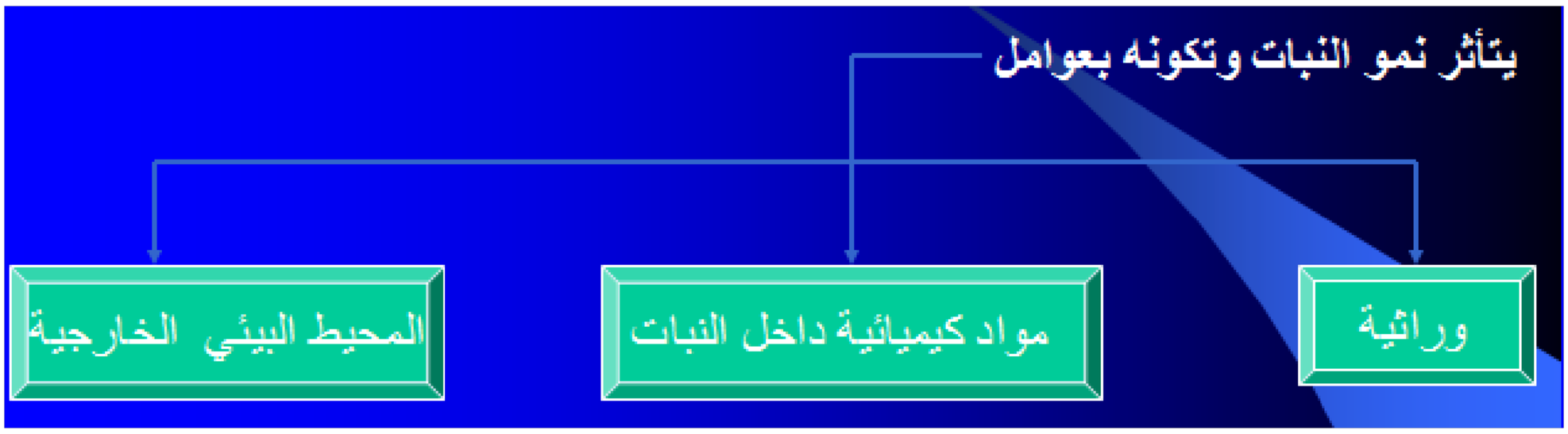
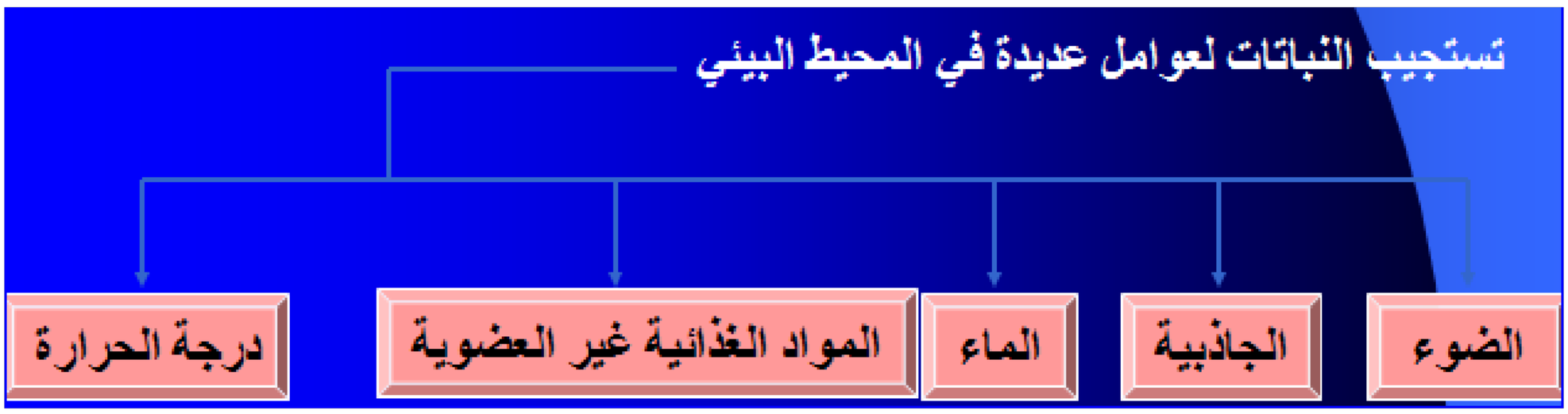
مقدمة:

ذكرنا سابقا أن النمو فى النبات يرتبط بعدة عوامل داخلية و أخرى خارجية نوجزها فى المخطط التالي:

الهرمونات النباتية وارتباطاتها بالنمو





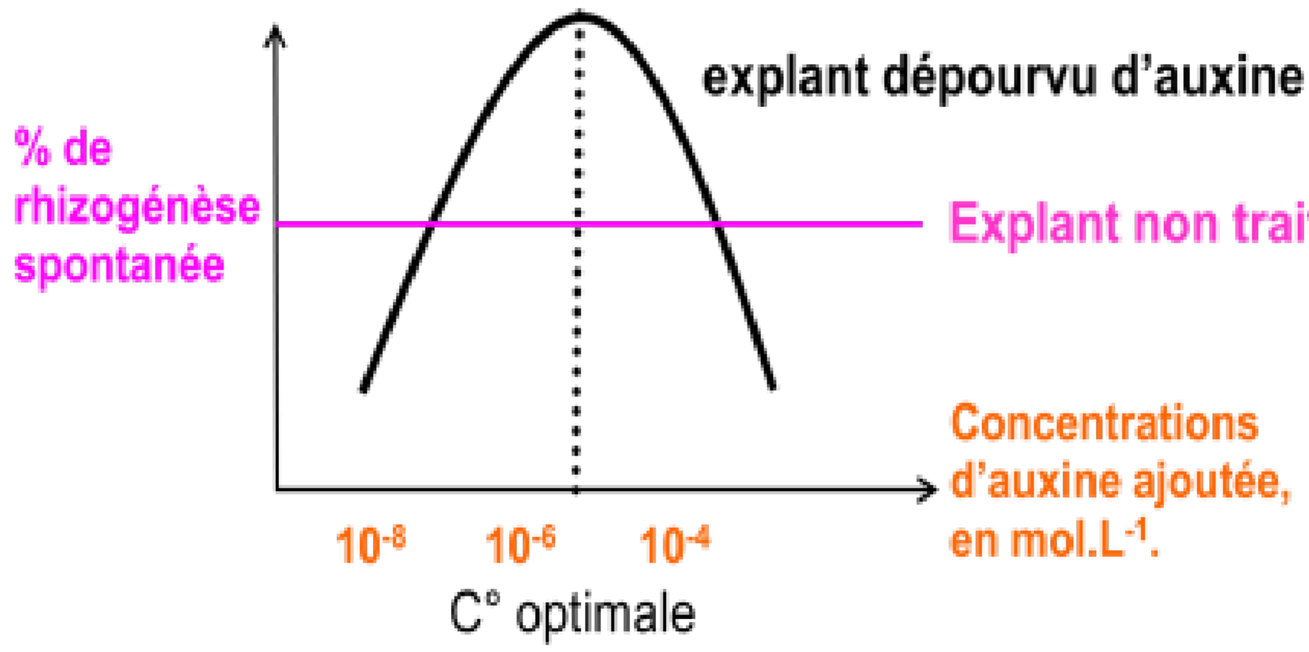
تعد دراسة الهرمونات ومنظمات النمو النباتية وطبيعة عملها و تأثيرها في النبات وأعضائه المختلفة و تطبيقاتها العملية من المواضيع المهمة فى فسيولوجيا النبات . ويمكن تعريف الهرمون النباتى Phytohormon بأنه مادة عضوية تنتجها الأنسجة النباتية النشطة، وتعمل التراكيز القليلة جدا منه على التحكم والتأثير في عمليات فسيولوجية معينة ، كما أنه غالبا ما ينتقل من مكان بنائه إلى مكان تأثيره ولا يمكن أن نطلق لفظ هرمون نباتي على المركبات اللازمة للنمو مثل السكر أو الأحماض الامينية التي على الرغم من انتقالها إلا إنها ليست ذات تأثير فسيولوجي معين ولا يمكنها العمل كهرمون.

يتحكم الهرمون النباتي فى نمو وتطورالأعضاء النباتية المختلفة ولا يقتصر تأثيره على عمليات التمثيل الغذائي بل يتعداه لكثير من العمليات الفسيولوجية المتخصصة.وبناء على طبيعة التأثير تنقسم الهرمونات النباتية إلى مجموعتين:

أ -منشطات للنمو Growth Regulators

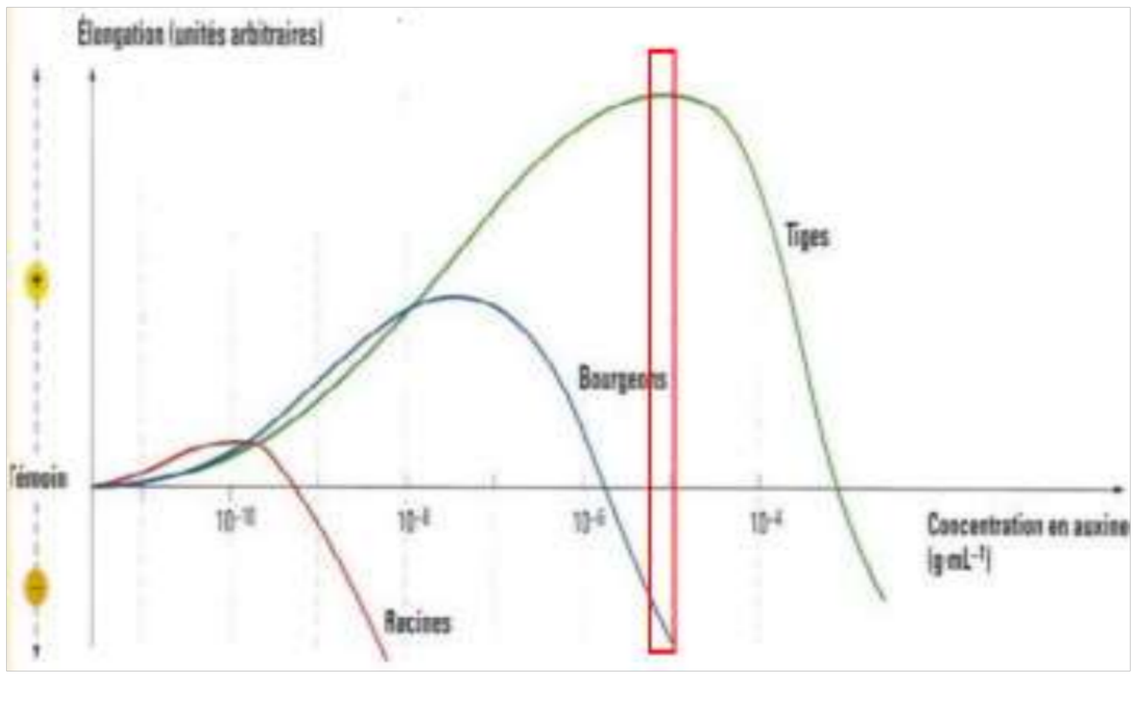
ب -مثبطات للنمو Growth Inhibitors

وان هذا التقسيم يعتمد على التركيز وذلك لأن تأثيرها المنشط أو المثبط يعتمد على التركيز المستعمل كما هو موضح بالشكل (شكل1).



شكل1.

كما إن الأعضاء النباتية المختلفة تختلف استجابتها لنفس الهورمون(شكل 2)، فعندما ينشط النمو الخضري نتيجة تأثير هرمون نباتي(مثل الأوكسين) عند تركيز معين فإن نفس التركيز يثبط نمو الجذور، كما تختلف الاستجابة للهرمون النباتي تبعا لأطوار النمو المختلفة بالنبات، وكذلك لطبيعة النبات فبينما ينشط الهرمون النباتي تكوين الأزهار فى نباتات النهار الطويل نجد أنه يمنعها في نباتات النهار القصير، وبالرغم من ذلك يستعمل مصطلح منشطات ومصطلح مثبطات على أن لكل منهما حدود يعمل فى إطارها وهو نشاط الخلية من انقسام واستطالة، وان الإطار الذي يجمعهما هو تنشيط نمو



شكل 2

النباتات (للمنشطات)فى مدى معين من التركيز وتثبيط النمو(للمثبطات)فى مدى معين من التركيز على شرط أن يكون التأثير ناتج من الهرمون النباتي بمفرده وليس بصحبة غيره من المواد.

تشمل الهرمونات النباتية خمسة انواع:

1- Auxins الاوكسينات

2- Gibberellins الجبريلينات

3- Cytokinins السيتوكنينات

4- Ethylene غاز الاثلين

5- Abscisic acid حمض الابسيسيك

التنظيم الهرموني في النبات

الاستجابة في النبات	
أسبابها	- تستجيب النباتات للمؤثرات الخارجية عن طريق النمو ويحدث النمو نتيجة إفراز هرمونات تنظم وتنسق تفاعل النبات مع متغيرات البيئة. - تصنع الهرمونات في منطقة التنبيه (القمة النامية) بكميات متفاوتة ثم تنتقل لتؤثر على أنسجة حساسة مسئولة عن حركة النبات. * استجابة الحيوانات للمنبهات الخارجية سريعة (لاحتوائها على جهاز عصبي).
أنواعها	توجد استجابات مختلفة للنبات ومنها: 1- <u>الانتحاء الضوئي</u>: وهو تحرك الأوراق والسيقان (المجموع الخضري) نحو الضوء. 2- <u>الانتحاء الأرضي</u>: وهو تحرك الجذر (المجموع الجذري) نحو باطن الأرض. 3- <u>الانتحاء الرطوبي</u>: وهو تحرك الجذر (المجموع الجذري) نحو الرطوبة

الأوكسين	
تعريفه	- الأوكسين: عبارة عن هرمون نباتي يصنع في القمم النامية للنبات وينتقل منها لكي يؤثر على أجزاء النبات الأخرى.
اكتشافه	هرمون النمو وأجرى التجارب عليه وأعطى هذا الهرمون اسم went- لقد استخلص العالم فنت الأوكسين وقد وجد فنت أن الأوكسين يصنع في القمم النامية للنبات وينتقل منها لكي يؤثر على أجزاء النبات الأخرى.

الأوكسينات وتأثيرها على النباتات

يتضح دور الأوكسينات وتأثيرها على النباتات من خلال التجارب التالية:

العالم	التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
العالم داروين	**التجربة 1 :** أخذ مجموعتين من النباتات (مجموعة تنمو في الضوء) و (مجموعة تنمو في الظلام).	وجد أن النبات عند نموه في الظلام يبقى عمودياً إلى أن يجد ضوء فيتجه نحوه.	استنتج داروين من سلسلة التجارب أن هناك عاملاً مؤثراً في القمم النامية يوجه النبات نحو الضوء وإذا أزيلت القمة النامية فإن المؤثر يزول. * يعتبر العالم داروين أول مكتشف لوجود الهرمونات النباتية.
	التجربة 2 : وضع بادرات الشوفان في صندوق مغلق، وقام بفتح ثقب صغير في الصندوق يدخل منه الضوء.	وجد أن القمم النامية لبادرات الشوفان تتجه نحو الضوء.	
	التجربة 3 : قام بتغطية بعض القمم النامية لبادرات الشوفان بورق القصدير وترك بضعها وعرض جميع النبات إلى الضوء.	وجد أن النباتات ذات القمم النامية العارية اتجهت نحو الضوء بينما استمرت القمم المغطاة في النمو إلى أعلى دون أن تتأثر بالضوء.	
	التجربة 4 : قام بقطع القمم النامية لبادرات الشوفان وأبقى على بعضها الآخر.	وجد أن النباتات التي قطعت قممها النامية لم تتجه نحو الضوء بينما بينما اتجهت وانحنت النباتات ذات القمم النامية.	
العالم جنسن	- أحدث جرحاً تحت القمة النامية ووضع فيه حاجزاً من الميكا. - عرض النبات إلى مصدر للضوء مقابل الجرح.	اتجه النبات نحو الضوء.	استنتج جنسن أن المادة الكيميائية (الهرمون) تنفر من الضوء وتتجه إلى الجانب البعيدة عن الضوء مؤثرة فيه.
	- عرض النبات إلى مصدر للضوء من الجهة المعاكسة للجرح.	لم يتجه النبات نحو الضوء. (حيث قامت قطعة الميكا بحجز نزول الهرمون من القمة النامية للجانب البعيدة من الضوء لإحداث النمو وتوجيه البادرة نحو الضوء)	

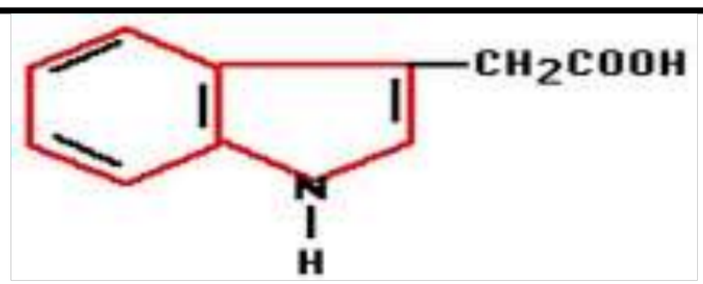
العالم بال	- قام بقطع القمة النامية من بادرة الشوفان ووضعها على الطرف المقطوع (لقد أجرى التجربة في الظلام بدون تعرض النبات لأي مصدر للضوء).	وجد أن النبات ينحني نحو الجانب الذي لا توجد عليه القمة النامية.	أثبت بال أن الهرمون ينتقل من القمة النامية إلى أسفل في الجانب الذي توجد عليه القمة النامية مما يسبب نمواً في ذلك الجانب وانحناء النبات للجانب الآخر تبعاً لذلك.

التنظيم الهرموني في النبات

آلية عمل الأوكسين [هرمون النمو]
تتلخص آلية عمل الأوكسين[هرمون النمو] في الخطوات التالية: 1- يصنع الأوكسين [هرمون النمو] في القمة النامية للنبات. 2- يتجه الأوكسين [هرمون النمو] إلى أسفل القمة النامية [منطقة الاستطالة]. 3- يشجع خلايا منطقة الاستطالة على الانقسام غير المباشر وبذلك ينمو النبات.

التأثيرات الفسيولوجية للأكسينات

تأثير الأوكسينات على الانتحاء الضوئي	
للأوكسينات تأثير كبير في اتجاه النبات نحو الضوء [الانتحاء الضوئي] وذلك كما يأتي:	
موقع الضوء بالنسبة للنبات	التغير الذي يحدث في النبات
عند تعريض النبات للضوء من جميع الاتجاهات	ينمو عمودياً على استطالة واحدة(سبب ذلك يعود إلى هرمون النمو (الأوكسين) يكون توزيعه متساوياً على جوانب البادرة تحت القمة النامية وبذلك تكون عمليات الانقسام والاستطالة متساوية مما يسبب نمواً متوازناً على جميع الجوانب).
عند تعريض النبات للضوء من جانب واحد	ينحني نحو الضوء (سبب ذلك يعود إلى هرمون النمو [الأوكسين] يكون توزيعه غير متساوٍ على جوانب البادرة تحت القمة النامية حيث يصبح تركيز الأوكسين على الجانب البعيد من الضوء أكثر من تركيزه على الجانب القريب من الضوء بذلك تكون عمليات الانقسام والاستطالة غير متساوية مما يسبب نمواً غير متوازن على جانبي البادرة وبالتالي تتجه نحو الضوء).

أول أوكسين تم استخلاصه	
اسمه	نتيجة تقدم العلم تّم التعرف على أنواع عديدة من الهرمونات النباتية كل له تأثيره وخواصه حيث قسمت إلى مجاميع منها مجموعة الأوكسينات. أول أوكسين تم التعرف عليه كان أوكسين إندول حمض الخل
رمزه	ويرمز له بـ (I3 A A)
صيغته الكيميائية	
صفاته	هناك صفتين يجب أن تتوفر في المركب الكيميائي لكي يُسمى هرموناً هما: 1- احتواء المركب الكيميائي على حلقة أو أكثر من الحلقات الكربونية. 2- امتداد سلسلة من إحدى الحلقات الكربونية تحتوي على مجموعة الكاربوكسيل

تأثير الاكسينات على النمو

للأوكسينات أثر على النباتات وذلك من خلال الآتي:		
1- تكوين الثمار	2- سيادة القمة النامية	3- الكمون (السكون)
4- سقوط الأوراق	5- تكوّن الجذور والإنبات	6- الإزهار

1- تكوين الثمار	
كيفية تكوينها	يتم تكوين الثمار بالخطوات التالية: 1- يُفرز المبيض من أنسجته أوكسين. 2- يقوم الأوكسين بإحداث انقسامات واستطالات في الخلايا المحيطة بالمبيض. 3- تتكون الثمرة التي تحيط البذرة. * بعد عملية الإخصاب تتحول البويضة إلى بذرة بداخلها الجنين.
كيفية تكوين ثمار بدون بذور	بعد فهم كيفية تكوين الثمرة بوساطة الأوكسين أصبح من الممكن الآن زراعياً إنتاج ثمار في بعض النباتات بدون إخصاب (دون بذور) وذلك عن طريق: رش الأزهار بالأوكسين مضافاً إليه هرمون آخر من مجموعة أخرى في بعض الأنواع مثل العنب.

2- السيادة القمية	
تعريفها	وجود القمة النامية يمنع نمو البراعم الجانبية التي تليها.
أثرها على النبات	أن سيادة القمة النامية يؤثر على النبات مما يؤدي إلى: 1- عدم نمو الأغصان الجانبية. 2- صغر حجم الثمار. 3- صعوبة العمليات الزراعية من رش وقطف للثمار.
القضاء عليها	يمكن القضاء على سيادة القمة النامية عن طريق تقليم الأشجار. * أن تقليم الأشجار يؤدي إلى: 1- منع نمو الأغصان عمودياً إلى مسافات شاهقة. 2- تشجيع نمو الأغصان الجانبية. 3- زيادة حجم الثمار. 4- يسهل العمليات الزراعية من رش وقطف للثمار. * يتم تقليم القمم النامية للنباتات الاقتصادية * تقليم الأشجار يساعد على نمو الأغصان الجانبية.

3- الكمون (السكون)	
تعريفه	هو عدم إنبات بذور أو براعم بعض النباتات عند زراعتها مباشر إنما تبقى فترة حتى تنبت (تبلغ الأشهر).
سببه	أن سبب كمون البذور والبراعم يعود إلى وجود أوكسين بتراكيز عالية مما يمنع نمو هذه البذور والبراعم.
القضاء عليها	يمكن القضاء على فترة الكمون (تحويل الأوكسين من مانع للنمو إلى أوكسين منشط للنمو) بـ : 1- تخزين البذور لفترة من الوقت (حيث أنه إذا خزنت البذور فترة من الوقت فأن هذا الأوكسين يقل تركيزه). 2- تعريض البذور لدرجة حرارة منخفضة. * عدم نمو البذور داخل ثمارها (البطيخ والطماطم) رغم توفر شروط إنباتها. * عدم نمو براعم التفاح إلا بعد تعرضها لبرد قارس. - أن عدم نمو البذور داخل ثمارها وعدم نمو براعم التفاح سببه (وجود الأوكسين بتركيز عالي مما يمنع النمو ومع مرور الوقت أو توفر الحرارة المناسبة يقل تركيز الأوكسين ويصبح منشطاً للنمو). * لا تنتج أشجار التفاح أزهاراً أو ثماراً في المنطقة الاستوائية (لأن هذه الأشجار تحتاج لبرد قارس للقضاء على فترة الكمون).

4- سقوط الأوراق	
سببه	للأوكسين دور هام في سقوط الأوراق (حيث أنه في <u>الأوراق الغضة</u> [فصل الربيع] يظل الأوكسين يصنع في الأوراق فتبقى الأوراق مثبتة على أغصانها أما الأوكسين في <u>الأوراق المسنة</u> [في فصل الخريف] يتوقف صنعه في هذه الأوراق فتتكون طبقة انفصال بين الأوراق والأغصان مسببة سقوط الأوراق). * طبقة الانفصام: عبارة عن خلايا صغيرة رقيقة الجُدُر سهلة الانفصام تسبب سقوط الأوراق. * يعتبر سقوط الأوراق نوع من التكيف الذي وهبه الخالق سبحانه وتعالى لهذه النباتات لمقاومة الفصول الباردة.

5- تكوّن الجذور والإنبات

للأوكسين دور كبير في تكوين الجذور والإنبات إذ إن غمس عُقَل النبات في كمية ضئيلة من الأوكسين ينشط تكوين الجذور ونموها .

* عملية تنشيط عُقَل النبات تستعمل تجارياً في المشاتل الزراعية وتتم هذه العملية كما يأتي:

1- تغمس العُقَل في محلول يحتوي على أوكسين.

2- توضع العُقَل في رمل رطب أو نشارة خشب رطبة.

3- بعد عدة أيام يلاحظ تكون الجذور على هذه العُقَل.

4- تُنقل العُقَل بعد ذلك لزراعتها في التربة.

التصنيع الحيوى للأكسين