

# PHYTOHORMONES - PLANT HORMONES

الهرمونات النباتية



## الهرمونات النباتية (Plant hormones-Phytohormones)

**الهرمونات :** يطلق لفظ هرمون على تلك المواد العضوية التي ينتجها الكائن الحي بتركيز منخفضة جداً حيث يتم تصنيعها في مكان بجسم الكائن الحي وتنتقل بعد ذلك الى أماكن أخرى في نفس الكائن حيث تحدث فيها تغيرات فسيولوجية ملحوظة .

- 1- مركبات عضوية طبيعية تنتجها النباتات(عبارة عن جزيئات كيميائية صغيرة وليست خلايا).
- 2- تؤثر في عملياتها الايضية والكيميائية، وفي أنشطتها الفسيولوجية والمظاهر المختلفة لنموها ،
- 3- تأثيرها في أجزاء بعيدة عن نقاط تكوينها ولكن بتركيز متدنية جداً ، لتتفاعل مع الأنسجة المستهدفة وتسبب استجابات وظيفية.
- 4- تكون كل استجابة نتيجة لهرمونين أو عدة هرمونات تعمل معا
- 5- تصبح مثبطة للنمو حينما تستعمل بتركيز مرتفعة .
- 6- تؤثر الهرمونات النباتية في قدرة النبات على الاستجابة لمحيطه البيئي
- 5- تتميز هذه المنظمات بأنها غير نوعية التأثير، إذ يُمكن لكل منها أن يتحكم بصفات عدة ، فمثلاً يؤثر الأوكسين في تكوين الجذور ونموها ونمو الثمار اللابذرية والسيادة القمية في الأشجار المثمرة.

## تقسم الهرمونات النباتية

### **أولاً: منظمات النمو المنشطة Promotive plant hormones :**

تضم الهرمونات الطبيعية التي تتكون في مراكز معينة في النباتات المختلفة وتشمل الأوكسينات والجبرلينات والساييتوكاينينات

### **ثانياً: معوقات ومثبطات النمو Inhibitor plant hormones :**

تضم الهرمونات التي تتكون في أعضاء خاصة من النباتات وتشمل الفينولات وحامض الأبسيسيك والإيثيلين.

كما تستجيب النباتات لعوامل عديدة في المحيط البيئي كالضوء والجاذبية والماء والمواد الغذائية غير العضوية ودرجة الحرارة.

- أول اكتشاف للأوكسين في عام 1928 إذ تبين أن القمة السويقية تفرز الأوكسين الذي يؤدي إلى استطالتها.
- أما في عام 1941 اكتشفت السيتوكينينات في حليب جوز الهند.
- تم اكتشاف عام 1926 مصادفة الجبريلينات في مستخلص الفطر التي تسبب استطالة غير طبيعية للمسافات بين العقد في نبات الأرز المصاب بهذا الفطر.
- عام 1901 أمكن تحديد تأثير الإيثيلين في تخفيض استطالة النموات الخضرية، وفي بداية عام 1948 تم اكتشاف مركبات تحفز سقوط الأوراق والفواكه في النبات وفي الخمسينات تم عزل المركب الكيميائي المسؤول وتسميته بحامض الابسك (ABA).

## أهم وظائف وفوائد منظمات النمو كما ذكرها Nickell سنة 1978 في الأتي:



- 1- تساعد في تكوين الجذور أو عملية التجذير بصفة عامة
- 2- تشجيع تكوين الأزهار أو تأخيرها وكذلك عملية تخليقها
- 3- تحوير أو تعديل أو تغير جنس النبات
- 4- التحكم في حجم النبات والعضو النباتي
- 5- التحكم في عقد الثمار وتلونها وإنضاجها وتساقطها
- 6- تنظيم التركيب الكيماوي للنبات وتقليل الفقد في المحتوى المائي
- 7- استطالة الخلايا وزيادة مرونة الجدر الخلوية
- 8- حدوث عملية السيادة القمية او كسرهما.
- 9- التحكم في الانتحاءات المختلفة للنبات.
- 10- انقسام الخلايا وزيادة الإسراع في النمو الخضري.
- 11- زيادة مقاومة النبات وتحمله للعوامل البيئية المختلفة.
- 12- زيادة مقاومة النبات للآفات الضارة



# PHYTOHORMONES

- Auxins
- Cytokinins
- Gibberellins
- ABA
- Ethylene

## أنواع الهرمونات النباتية

### 1- الأوكسينات: "Auxins"

الأوكسينات لفظة أوكسين مشتقة من اليونانية auxein؛ وتعني نمًا، وسمي هذا الأوكسين هرمون النمو. growth hormone .

يصنع في القمم النامية للساق والبراعم الجانبية والأوراق الفتية والبذور لتحفيز تكوين الثمار ونضجها ومنع سقوطها . ويعزى التأثير المنشط للأوكسينات إلى زيادة تكوين البروتينات و RNA

**1880 تشارلز دارون** أول من لاحظ وجود مادة تنتقل من قمة الساق وتؤثر على الانحناء نحو الضوء ، غطى القمة النامية للنبتة بغطاء صغير

ولاحظ انها لا تنحني نحو الضوء ، استنتج ان القمة تستقبل الضوء وترسل إشارة الى اسفل تجعل الساق ينحني لكن لم يعرف هذه المادة ولم يعزلها.

**1913 بويسن جنسن** استخدم اولاً مادة الجلاتين كحاجز يسمح بمرور المواد فلاحظ الانحناء نحو الضوء والثاني ورقة المايكا صلبة لا تسمح

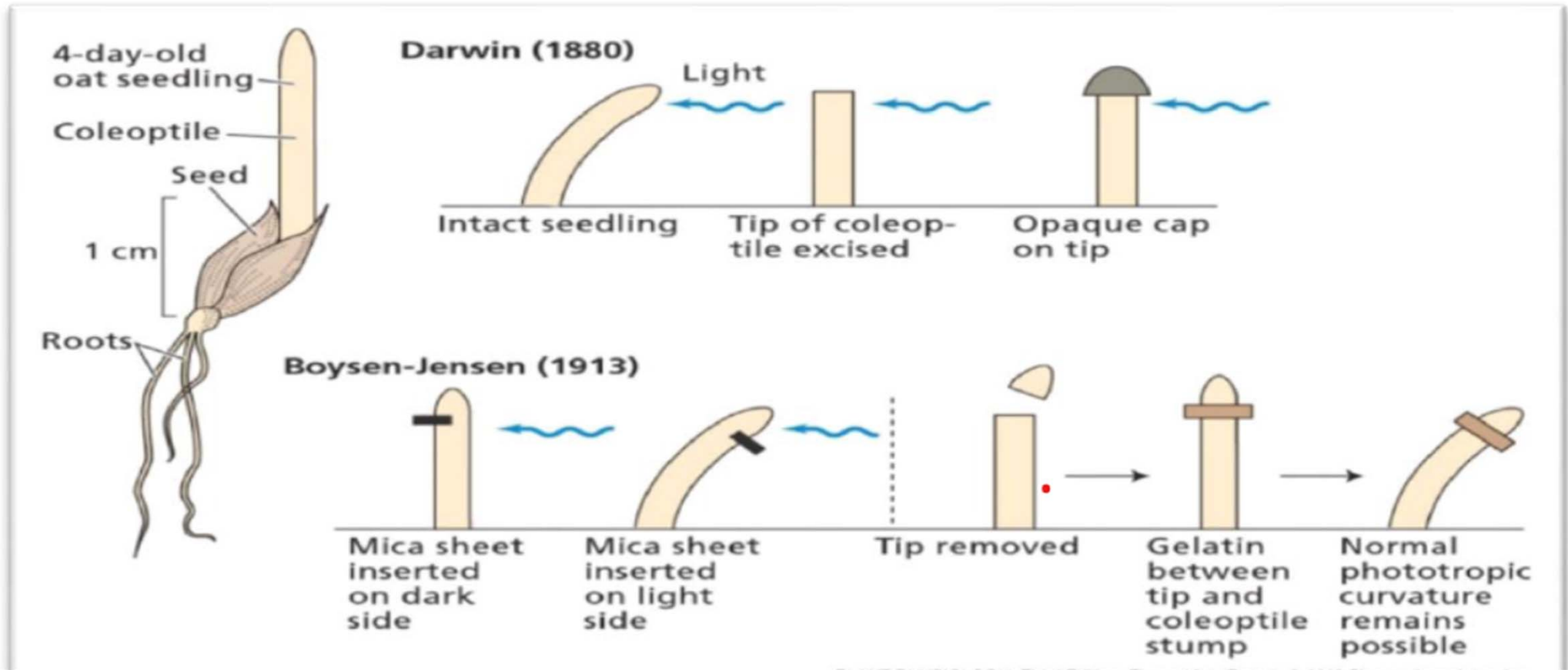
بمرور اي شئ ولم ينحني الساق، استنتج وجود مادة كيميائية تنتقل الى الاسفل وتسبب الانحناء وليس الضوء.

**1928 فريتس وينت** قطع القمة النامية لبادرة الشوفان ووضع القمة فوق قطعة صغيرة من الجلاتين فوجد ان المادة الموجودة في القمة انتقلت الى

الجلاتين، اذ ان الجلاتين حمل مادة نمو حقيقية تسبب استطالة الخلايا وسميت لاحقاً الأوكسين.

**1934 عزل الأوكسين من قبل العالم كوجل وزملائه** وحدد كيميائياً .

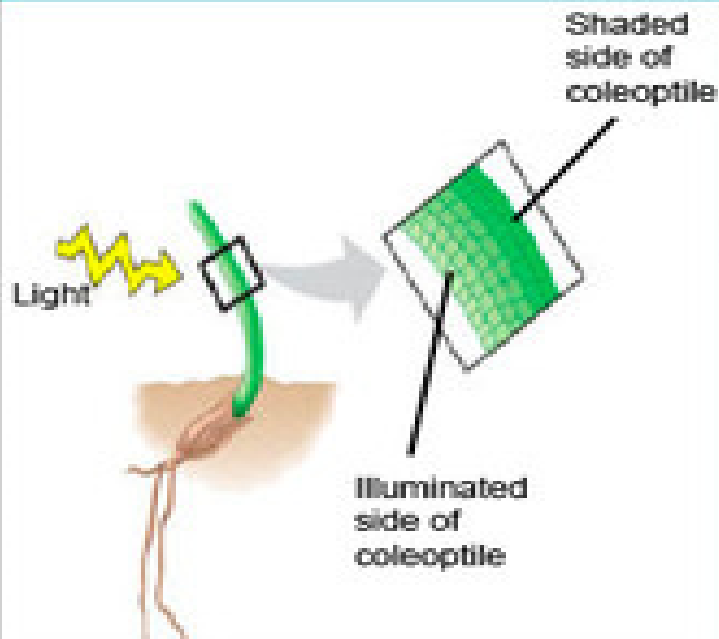
– أشار دارون الى ان تاثير الضوء والجاذبية الأرضية في انحناء الجذور والسيقان يرجع الى تاثير منبه في القمم النامية



# Role of hormones in phototropism...

Measuring phototropism  
Growth toward light

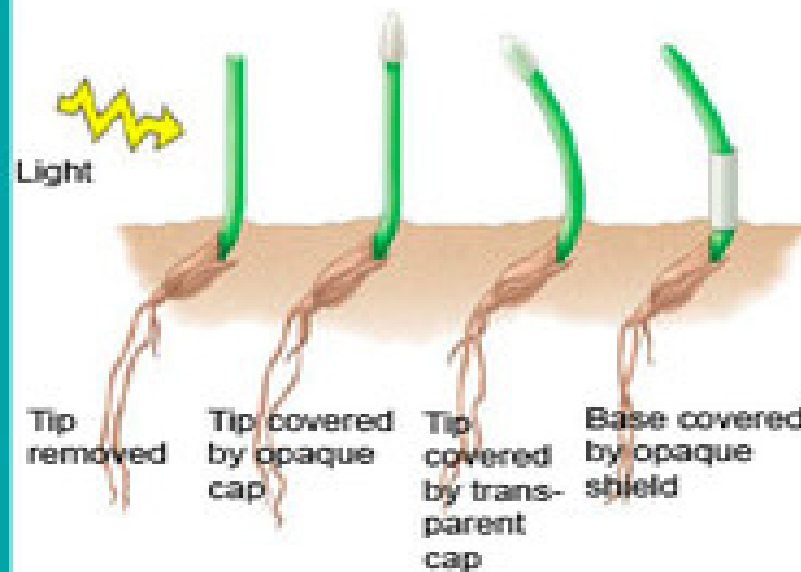
Control



**Conclusion:**  
Tropism toward light

What part of plant perceives signal?

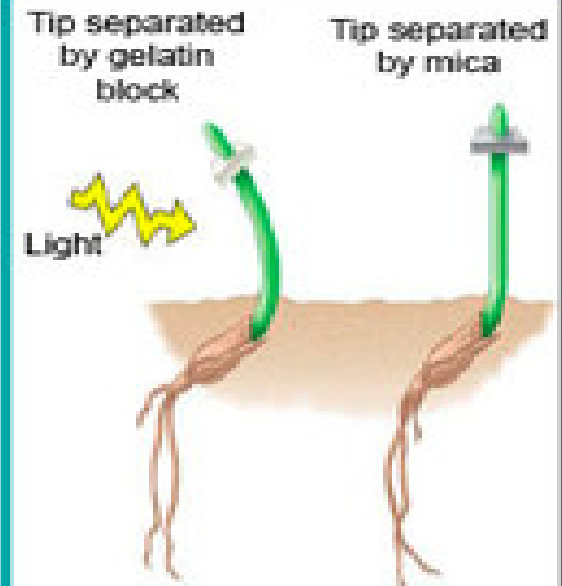
Darwin and Darwin (1880)



**Conclusion:**  
Light signal is perceived by tip

Is the signal mobile?

Boysen-Jensen (1913)



**Conclusion:**  
Signal is a mobile chemical

## \*وظيفة الاوكسين:

1- استطالة الخلايا وزيادة مرونة الجدر الخلوية.

2- يحفز بدء انقسام الخلايا.

3- تنشيط تكون الجذور عند السوق والعقل النباتية الورقية.

4- تنشيط سيادة القمة النامية.

5- يزيد من عدد الثمار ويمنع سقوطها.

-

\*أمثلة عليها :

-أندول حمض الاستيك ( Indoleacetic Acid ) طبيعي.

-مبيدات الأعشاب والعامل البرتقالي " صناعي".



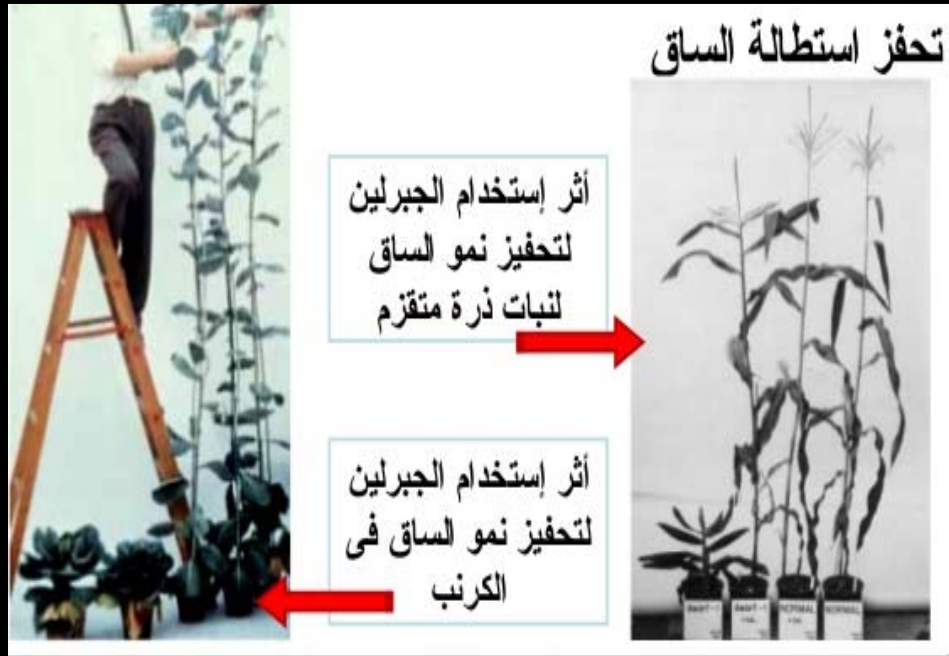
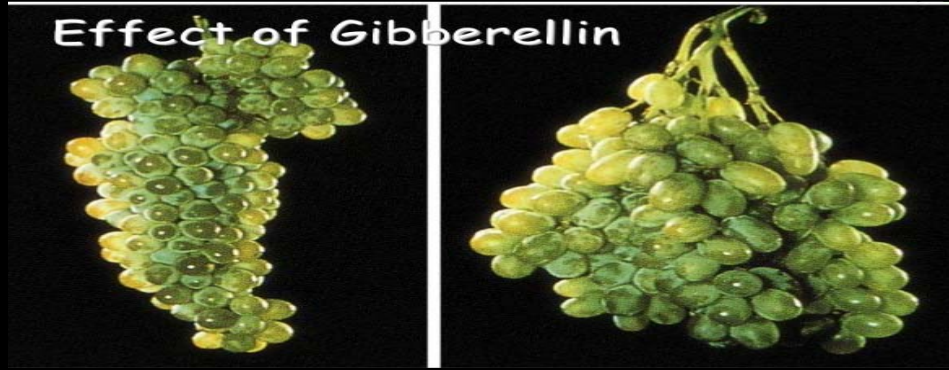


## 2- الجبرلينات : Gibberellins

عبارة عن مجموعة كبيرة من المركبات الكيميائية التي تتكون طبيعيا في النبات و الفطريات . يصنع في المرستيم القمي للساق والجذر والاوراق الفتية والبذور وخاصة اثناء الانبات.

### وظيفة الجبرلين :

- 1- نمو الجذير الى الاسفل والرويشة الى الاعلى اذ يعمل على زيادة الأنزيمات المحللة للمواد الغذائية في اندوسبرم البذرة .
- 2- زيادة حجم الخلايا ونسبة تدفق الماء الى الخلايا و زيادة حجم الثمار ونموها.
- 3- تنشيط النمو الطولي والانبات ونمو البادرات والتزهير.
- 4- التغلب على سبات البراعم.



## AUXINS

- produced mainly in the shoot tips and young leaves of plants
- promote cell elongation, root initiation in cuttings, and responses to light and gravity
- direct resources to developing tissues, ensuring that new growth establishes quickly



## CYTOKININS

- produced primarily in the root tips and travel upward through the plant
- stimulate cell division, encourage shoot branching, and promote fruit development
- support the growth of feeder roots that are responsible for nutrient and water uptake

## 3- السايٲوكاينينات ( Cytokines )

مثل الكيانٲين Kinetin وهي تصنع في منطقة القمة النامية للجذور ثم تنتقل عبر نسيج الخشب الى السيقان والاوراق لتحفز انقسام الخلايا ونمو البراعم الجانبية واجنة البذور .

### \*وظيفة السايٲوكاينين

1- تأخير الشيخوخة وإطالة فترة تخزين الخضر الورقية ،

لأنها تعمل على إحتفاظ الاوراق والسيقان بالكلورفيل .

2-تنشط الانقسام الخلوي.

3 -خفض معدل التنفس لبعض الفواكه والخضر في درجة حرارة

الغرفة ، ويؤدي ذلك الى إطالة فترة إحتفاظها بنضارتها لعدة أيام .

ويؤدي غمس هذه الخضر في محلول سيتوكينين بتركيز 5-10 أجزاء

في المليون الى خفض معدل التنفس بقدر مماثل عند خفض درجة

حرارة التخزين الى 5.6 م

أمثلة عليها: الزياتين (طبيعي)، والكينيتين (صناعي )



## 4- الاثيلين Ethylene

هرمون غازي يصنع في معظم انسجة النبات ويزداد انتاجه في الانسجة المسنة ، والاعضاء المعرضة للاجهاد.

### وظيفة الاثيلين

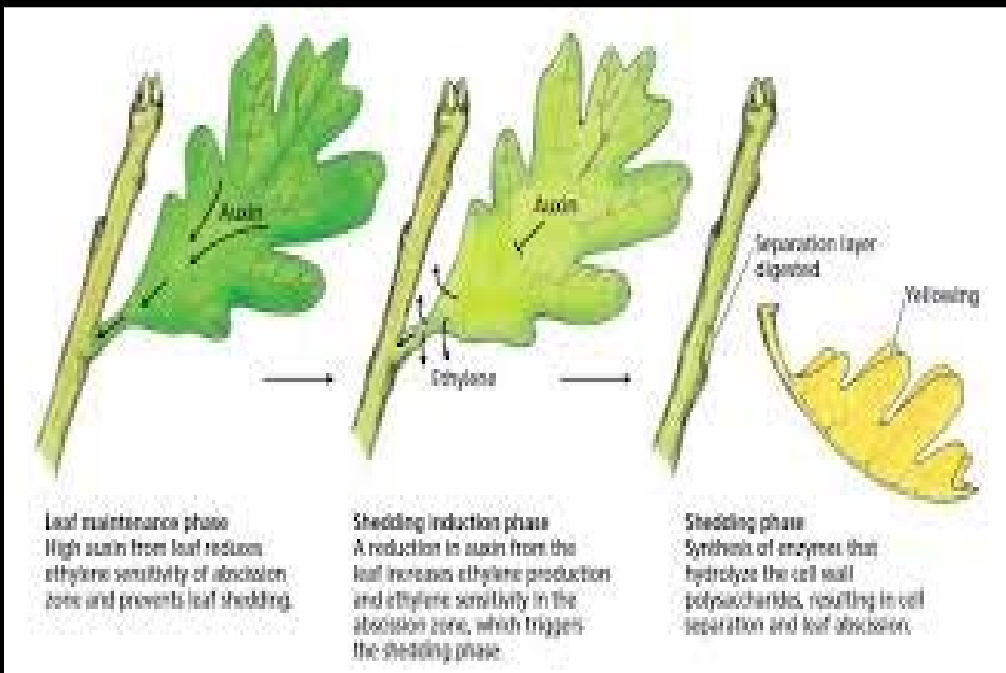
1- يحفز نضج الثمار.

2- سقوط الأوراق والثمار المسنة وذبول الأزهار ، اذ يعجل في فقدان الكلوروفيل الورقي وألوان الأزهار وسقوط بتلاتها وزيادة تركيزه يؤدي الى التقزم.

1- يُسهم في انفصال الغلاف الخارجي (القشرة) لبعض ثمار الجوزيات

4- يثبط نمو براعم البصل والبطاطا لذا يستخدم تجاريا.

5- يزيد تضخم الجذور والساق ويقلل استطالته. ويشجع تكوين الجذور في حالة الاجهاد ونقص الاوكسجين عند غمر النبات بالماء اذ يزيد انتاجه في الاعضاء المعرضة للاجهاد وعند الجروح والكسر أمثلة عليها: الايثيفون ( Ethephon ) صناعي . "





CONTROL

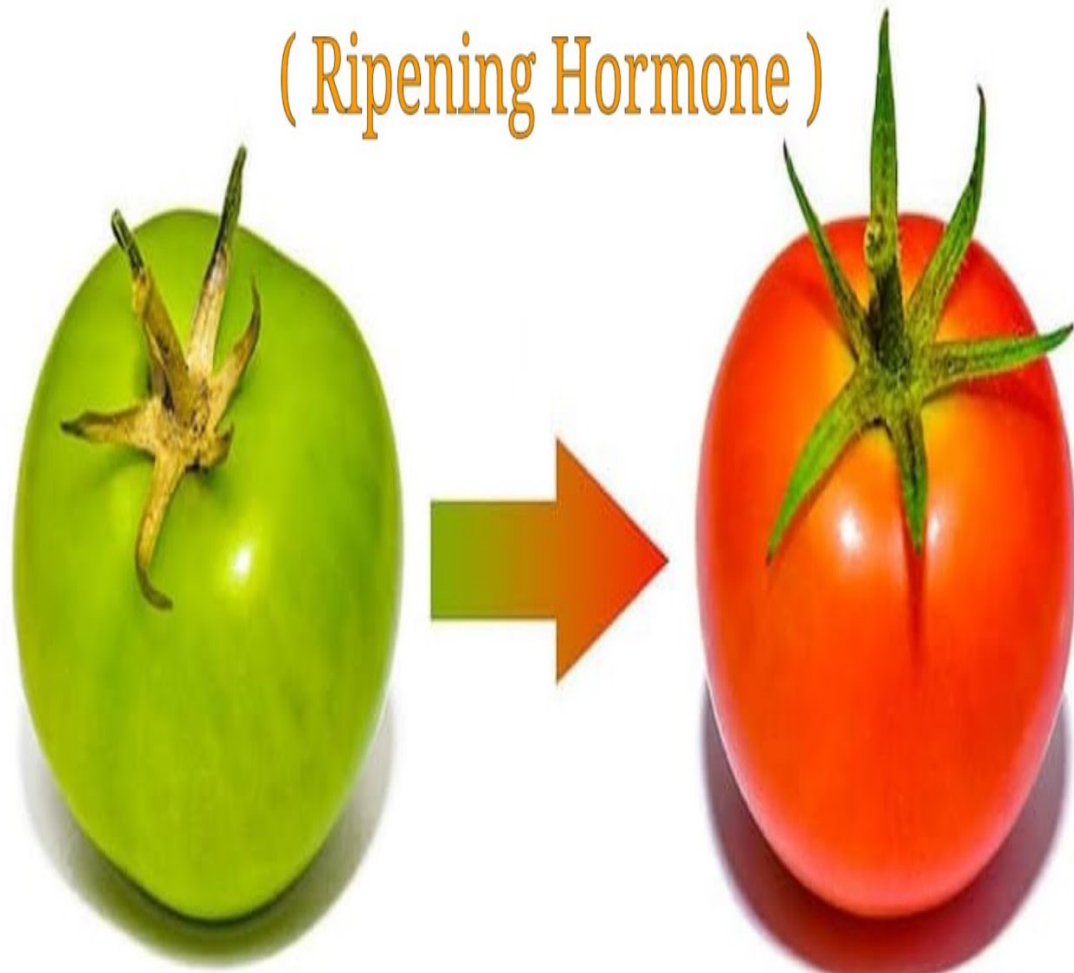
$C_2H_4$  TREATED

AFTER 7 DAYS AT 20°C



# Ethylene Plant Hormone

( Ripening Hormone )







## 5 - حامض الابسيسك (Absciscic Acid)

(Absciscic Acid) : وهو يصنع في الأوراق النشطة فسيولوجيا ، وينتقل في اللحاء الي البراعم الخضرية ، حيث يدفع الأوراق الصغيرة لتكوين تراكيب حرسفية تشبه الأوراق لحماية القمم النامية خلال فصل الشتاء في أوقات معينة عقب الاكتشاف المبكر لهرمونات تنشيط النمو, بدأ علماء فسيولوجيا النبات ربط الدور التنظيمي للهرمونات بتفاعلات التثبيط التي كانت تبدو لهم, و في النهاية و في عام 1949 اكتشف أن البراعم الكامنة (الساكنة) لبعض النباتات و منها البطاطس, تحتوي على كميات كبيرة من مثبطات النمو. هذه المثبطات تمنع التأثير الذي يحدثه إندول حامض الخليك ( IAA ) بالسويقة الجنينية, و عند انتهاء سكون أو كمون البراعم, ينخفض محتواها من هذه المواد المثبطة للنمو.

**وظيفة حامض الابسيسك :**

- ينشط غلق الثغور - يحفز السبات تفعيل سبات البراعم والبذور - يوقف عملية النمو .
- \*أمثلة عليها - : حامض الأبسيسك (طبيعي أو صناعي).

## **التداخل بين الهرمونات النباتية** **Interaction between plant hormones**

هناك أنواع من التداخلات التي تحدث بشكل عام بين الهرمونات النباتية وهذه التداخلات محصلتها عملية تنظيم النمو داخل النبات،

1- فمثلاً إنخفاض نسبة السايٹوكاينينات إلى الأوكسينات تؤدي إلى تكاثر الجذر وتكونه .

2- وقد يكون هناك فعل هرمون يتعارض مع فعل هرمون آخر والسيادة هنا للتركيز ومدى تهيئة النبات للاستجابة

فمثلاً الأوكسين يثبط عملية سقوط الأوراق وظهور الشيخوخة وعلى العكس نجد فعل الإثيلين .

كما هو واضح من الدور المتعدد للهرمونات النباتية فهي تدخل في كثير من العمليات الفسيولوجية النباتية وتكاد لا

تخلو أي مرحلة من مراحل النمو من وجودها .

## مخاطر الهرمونات النباتية على الإنسان والبيئة

منظمات النمو النباتي مواد سامة، ولكن لها آثار إيجابية في العديد من الوظائف الحيوية النباتية وتطبيقاتها العملية فيها، وقد تضرّ بصحة الإنسان والبيئة والحيوان والنبات

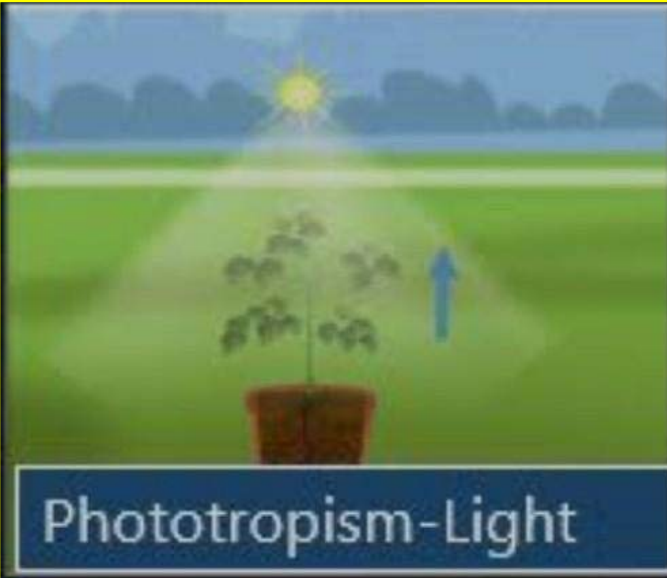
1. حدوث تسمم بالمواد الغذائية التي استخدمت فيها الهرمونات بكميات كبيرة في إنتاجها.

2. قد ثبت أن للعديد من الكيمياويات الزراعية والهرمونية تأثيرات سرطانية على الإنسان حيث تعمل على تدمير الحمض النووي في خلاياه.

3. لها أيضاً تأثيرات جانبية سيئة مثل التشوهات الخلقية والأورام ناجمة عن تراكمها في أعضاء مختلفة من جسم الإنسان والحيوان طوال مدة طويلة لاستعمالها بتركيزات عالية.

4. تؤثر الهرمونات النباتية على المخ والأعصاب وتغيير في التوازن الهرموني الطبيعي عند الإنسان والحيوان.

5. استخدام المنظمات ومخصباتها على نحو مفرط على بعض النباتات والأشجار المثمرة يؤدي إلى تغيير في مذاقها وبنيتها وتماسكها وتسريع فسادها.



## الانتحاء (Tropism)

مصطلح يشير إلى حركة النبات أو بعض أجزائه استجابة لمحفز في المحيط البيئي . يسمى التحرك في اتجاه المحفز في المحيط البيئي انتحاء موجبا. ويسمى التحرك بعيدا عن المؤثر في المحيط البيئي انتحاء سالبا.

كل نوع من الانتحاء يسمى باسم المحفز.

يَعْتَقَدُ أن النباتات ثابتة؛ أي كائنات غير متحركة، لكنها يُمكن أن تَسْتَجِيب في الواقع لمجموعة كبيرة من المؤثرات .

( أيّ تغيّر يُمكن رصده في بيئة الكائن الداخلية أو

الخارجية يتسبب في حدوث تأثير على هذا

الكائن) حركة النباتات أبطأ من حركتنا؛ لأن تحركها

يتطلب نموها، بينما تعتمد تحركاتنا على انقباض العضلات.



## أنواع الانتحاءات

### 1- الانتحاء الضوئي Phototropism

يَسْتَجِيب كُلُّ من النباتات والحيوانات إلى بيئاتها الخارجية من أجل الوصول إلى أفضل الظروف الممكنة لها. وعلى عكس الحيوانات، ليس للنباتات جهاز عصبي يَسْمَح لها بالاستجابة لهذه الظروف. لذا من الضروري أن تتعرَّض النباتات للضوء لكي تبقى حيةً ويستمرَّ نموُّها. لهذا السبب، غالبًا ما نلاحظ أن سيقان النباتات وأوراقها وزهورها تنمو في اتجاه الضوء، كما نلاحظ في تسمى هذه العملية «الانتحاء الضوئي»، وهو ما يعني أن خلايا البناء الضوئي في النبات يُمكنها أن تحصل على المزيد من الضوء لامتناعه وزيادة معدل البناء الضوئي.

كما نلاحظ أن النباتات يُمكنها أيضًا أن تتبع مسار الشمس أثناء تحركها في السماء من الشرق إلى الغرب خلال اليوم. تسمى هذه العملية «الانتحاء الشمسي». ويختلف الانتحاء الشمسي عن

الانتحاء الضوئي، الذي تتحرك فيه النباتات لمواجهة مصدر ضوء ثابت، بينما في الانتحاء الشمسي، يتحرك النبات طوال اليوم. ومن الأمثلة الواضحة على الانتحاء الشمسي نباتات زهرة الشمس التي تُحرك ساقها وزهورها لتواجه الشمس على مدار اليوم. يؤدي ذلك إلى زيادة درجة حرارة الزهور وكمية الضوء التي تتعرض لها. ومن شأن هذه التغيرات أن تزيد من نمو النباتات الصغيرة، وأن تجعلها أكثر جاذبية للملقحات.

### PHOTOTROPISM



Bending of the plant towards light

تُنتج النباتات موادّ تتحكّم في نموّها استجابةً للمؤثرات، ومنها هرمون الأوكسين حيث يُمكن أن يحفّز وجود الأوكسين استطالة الخلايا أو يثبّطها، بناءً على الموضع الذي يؤثر فيه في النبات ومقدار تركيزه.

1- يُمكنك ملاحظة جزيئات الأوكسين التي يُنتجها طرف الساق تنتشر إلى أسفل النبات من خلية إلى أخرى.

2- يتجمّع الأوكسين في جانب النبات الذي لا يتعرّض لضوء الشمس المباشر، ويتسبّب في نموّ هذه الخلايا لتزداد طولاً عن الخلايا التي تمتصّ الضوء. يُسمّى ذلك باستطالة الخلايا، ويعني أن جانب الظلّ من النبات ينمو أكثر من الجانب الآخر،

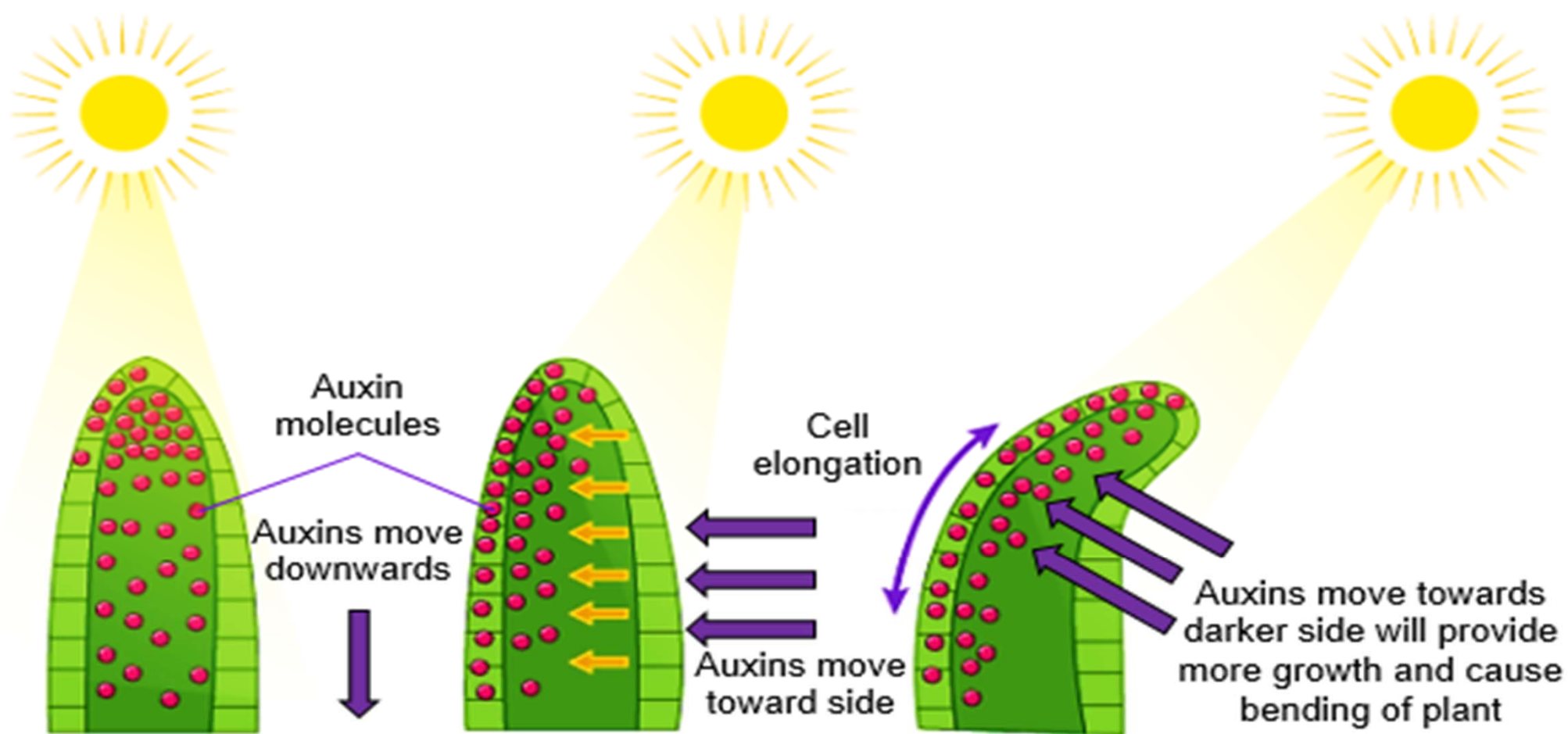
3- وهو ما يؤدّي إلى انحناء الساق في اتجاه الضوء.

4- يُمكن أن تكون الانتحاءات سالبة أو موجبة؛ أي تنمو بعيداً أو نحو المؤثر. تنتحي ساق النبات انتحاءً ضوئياً موجباً. هذا يعني أنها تنمو في اتجاه الضوء.

5- وأُثبت أنها تنتحي انتحاءً ضوئياً سالباً في ظروف معيّنة.

ملاحظة النباتات التي تُوضع في الظلام؛ حيث يزداد نموّها وطولها في محاولة للوصول إلى الضوء .

## Mechanism of “PHOTOTROPISM”





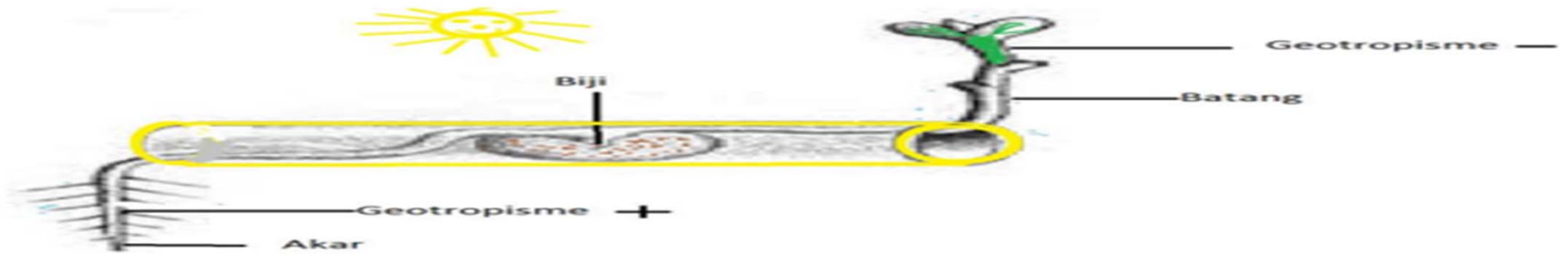
## 2- الانتحاء اللمسي Thigmotropism

هو استجابة النمو في النبات لملامسة جسم صلب . إن محاليق نبات متسلق مثل العنب وسوقه، تلتفان عندما تلامسان جسما ما. ويسمح الانتحاء اللمسي لبعض النباتات المتسلقة بأن تتسلق نباتات أو أجساما أخرى، مما يزيد من فرص تعرضها للضوء، تحقيقا



### 3- الانتحاء الارضي (Geotropism) أو (Gravitropism)

هو استجابة النمو في النبات للجاذبية، حيث ينمو الجذر في اتجاه سفلي، وتنمو الساق في اتجاه رأسي علوي. ويعني ذلك أن الجذور ذات انحناء موجب مع الجاذبية ، والسوق ذات انتحاء سالب مع الجاذبية ويخضع الانتحاء الأرضي كالإنتحاء الضوئي، للضبط والتنظيم بواسطة الأوكسينات.



**تقول إحدى الفرضيات:** أنه عند وضع النبات أفقياً تهبط الحبيبات النشوية إلى القعر الجديد وتسهل بطريقة غير معروفة انتقال الأوكسين نحو القعر الجديد ويصبح تركيزه ضعف التركيز ، بذلك يسبب الأوكسين زيادة نحو الجهة السفلية للساق وبالتالي تنحني لالعلی، أما بالنسبة للجذر يتراكم حامض الأبسيسيك في الجهة السفلية لخلايا الجذر الموضوعة أفقياً وبالتالي يكون النمو نحو الجهة العليا أكبر من الجهة السفلى فيتم الانحناء نحو الأسفل.

#### 4-الانتحاء الكيميائي Chemotropism

هو استجابة النمو في النبات لمادة كيميائية . بعد عملية تلقيح الزهرة، ينمو أنبوب اللقاح في اتجاه سفلي عبر الميسم والقلم، فيدخل البويضة من خلال فتحة النقيير. إن نمو أنبوب اللقاح، استجابة للمواد الكيميائية التي تنتجها البويضة ، هو مثال على الإنتحاء الكيميائي. و الانتحاء المائي هو استجابة النبات بالنمو في اتجاه الماء أو بعيدًا عنه. اذ تحتاج النباتات إلى الماء لأداء عملية البناء الضوئي، باعتباره وَسْطًا لنقل الأيونات المعدنية، وملء الفجوات العصارية للحفاظ على شكل الخلية. يَحْصُل النبات على الماء من التربة بامتصاصه إلى داخل خلايا الشعيرات الجذرية عن طريق الخاصية الأسموزية. ومن ثَمَّ، يجب أن تنتحى الجذور انتحاءً مائيًا موجبًا حتى يتسنى لها النمو في اتجاه الرطوبة في التربة؛ حيث يزيد تركيز جزيئات الماء الذي غالبًا ما يكون مُسَلِّطًا من الأعلى، يُمكن أن يَصِل إلى أجزاء النبات التي تقوم بالبناء الضوئي.

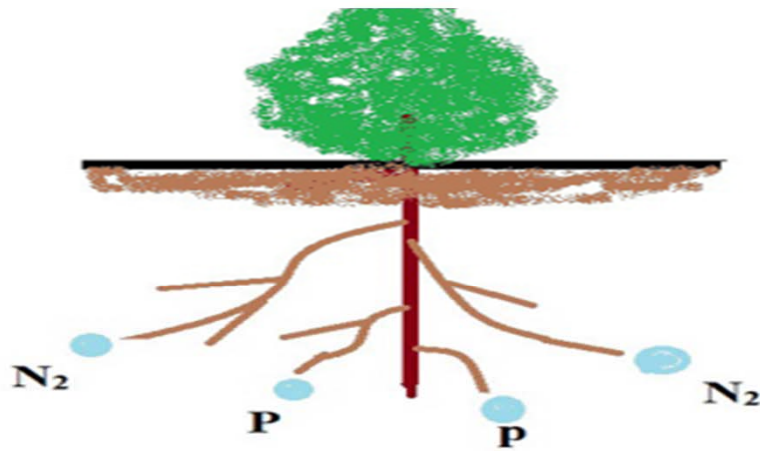
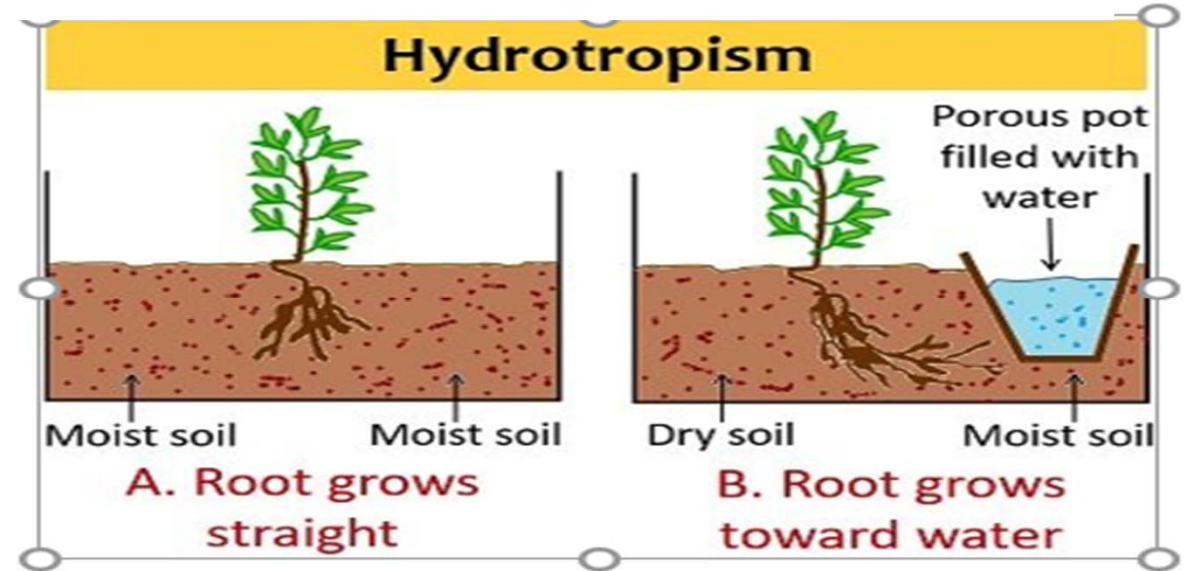
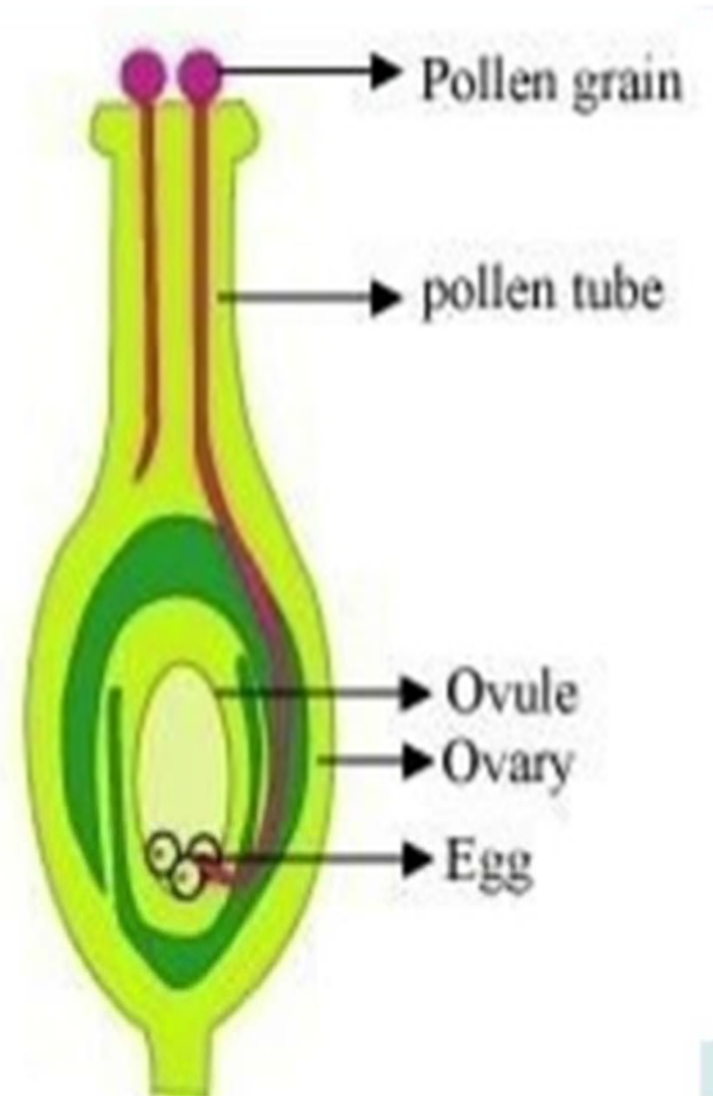
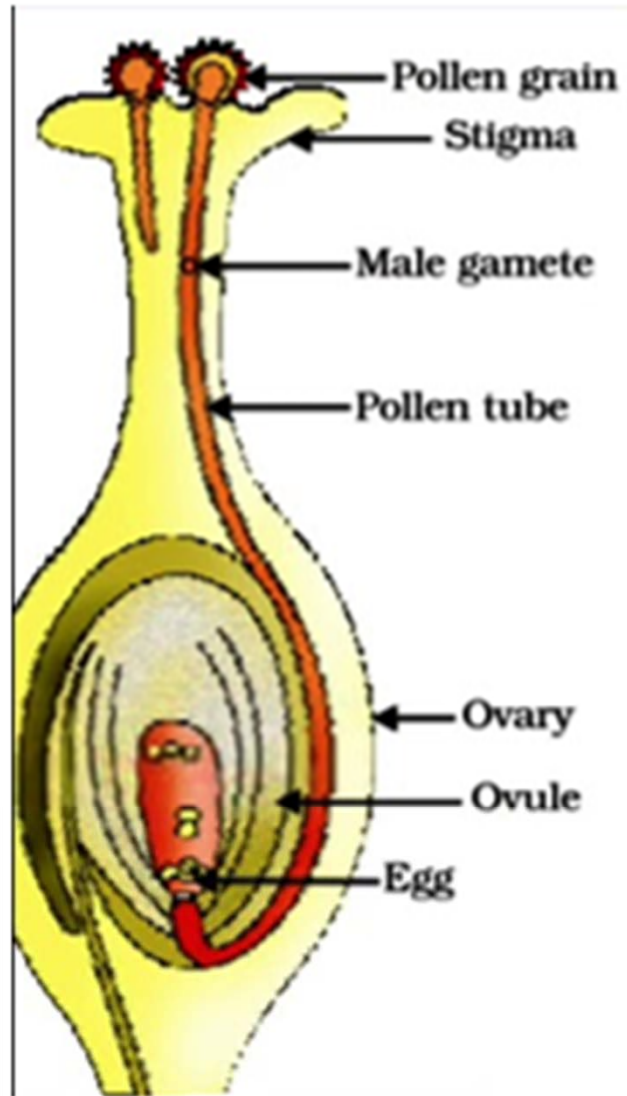


Diagram to show Chemotropism.





## 5- الانتحاء الحراري: Thermotropisme:

الانتحاء الحراري هو تغير اتجاه نمو النبات او احد اجزائه استجابة لتدرج الحرارة .

1-ابتعاد الجذور عن مصدر حراري إذا زاد عن 35م° ، وهي الحرارة التي يتم عندها التحول من الانتحاء الايجابي إلى الانتحاء السلبي.

2- الاوكسين يتحرك نحو الجانب الاقل حرارة ليسبب استطالة الخلايا .

3- عند ارتفاع درجات الحرارة تغلق الثغور لتقليل فقد الماء بمساعدة هرمون حامض الابسك .

4- تغير بعض النباتات زاوية ميل الاوراق لتقليل الاشعاع الحراري او زيادة الضوء في الطقس البارد بمساعدة هرمون الاوكسين والاثلين .

