

PHYTOHORMONES - PLANT HORMONES

الهرمونات النباتية

الهرمونات النباتية (Plant hormones-(Phytohormones)

الهرمونات : يطلق لفظ هرمون على تلك المواد العضوية التي ينتجها الكائن الحى بترابكز منخفضة جداً حيث يتم تصنيعها فى مكان بجسم الكائن الحى وتنقل بعد ذلك الى أماكن أخرى فى نفس الكائن حيث تحدث فيها تغيرات فسيولوجية ملحوظة .

- 1- مركبات عضوية طبيعية تنتجها النباتات(عبارة عن جزيئات كيميائية صغيرة وليس خلايا).
- 2- تؤثر في عملياتها الایضية والكيمياوية، وفي أنشطتها الفسيولوجية والمظاهر المختلفة لنموها ،
- 3- تأثيرها في أجزاء بعيدة عن نقاط تكوينها ولكن بترابكز متدنية جداً ، لتفاعل 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 يمكن لكل منها أن يتحكم بصفات عده ، فمثلاً يؤثر الأوكسجين في تكوين الجذور ونموها ونمو الثمار الالاذرية والسيطرة القمية في الأشجار المثمرة.

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

تقسيم الهرمونات النباتية

- أولاً: **منظمات النمو المنشطة** : Promotive plant hormones تضم الهرمونات الطبيعية التي تتكون في مراكز معينة في النباتات المختلفة وتشمل الأوكسينات والجبريلينات والسايتوكينيات
- 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.

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



- 1- تساعد في تكوين الجذور أو عملية التجذير بصفة عامة
- 2- تشجيع تكوين الأزهار أو تأخيرها وكذلك عملية تخليقها
- 3- تحوير أو تعديل أو تغيير 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- استطاله الخلايا وزيادة مرونة الجدر الخلوية
- 8- حدوث عملية السيادة القيمية أو كسرها.
- 9- التحكم في الانتهاءات المختلفة للنبات.
- 10- انقسام الخلايا وزيادة الإسراع في النمو الخضري.
- 11- زيادة مقاومة النبات وتحمله للعوامل البيئية المختلفة.
- 12- زيادة مقاومة النبات للافات الضارة

أنواع الهرمونات النباتية

:

"Auxins"

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

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

PHYTOHORMONES



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

والاحظ انها لاتتحنى نحو الضوء ، استنتاج ان القمة تستقبل الضوء وترسل اشارة الى اسفل يجعل الساق ينحني لكن لم يعرف هذه المادة ولم يعزلها.

1913 بويسن جنسن استخدم اولاً مادة الجلاتين ك حاجز يسمح بمرور المواد فلاحظ الانحناء نحو الضوء والثاني ورقة المايكا صلبة لاتسمح

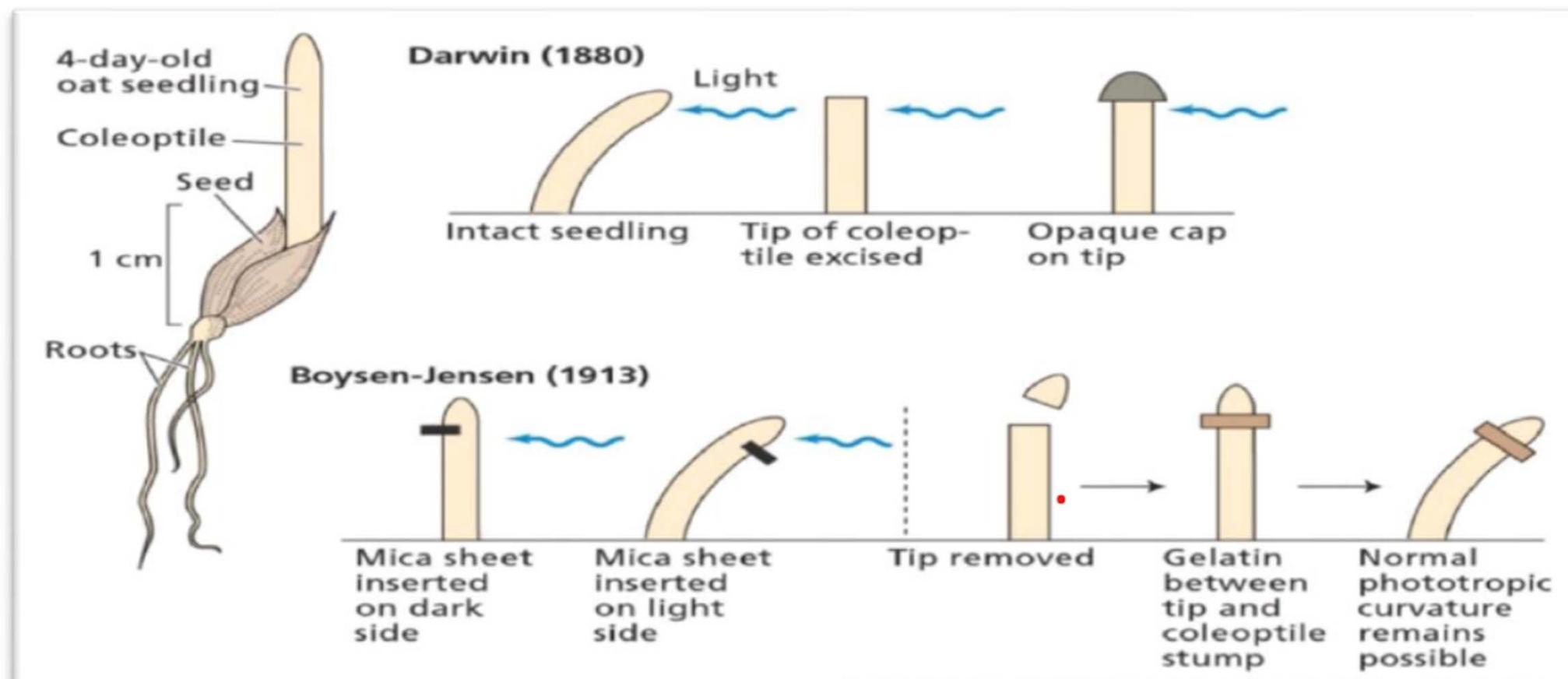
بمرور اي شئ ولم ينحني الساق، استنتاج وجود مادة كيميائية تنتقل الى الاسفل وتسبب الانحناء وليس الضوء.

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 حقيقة تسبب استطاله الخلايا وسميت لاحقا الاوكسين.

1934 عزل الاوكسين من قبل العالم كوجل وزملائه وحدد كيميائيا .

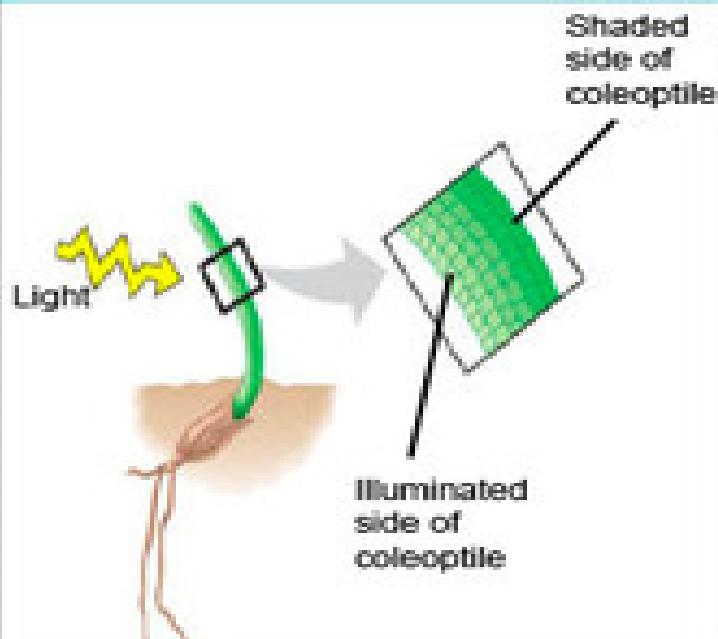
- أشار دارون الى ان تاثير الضوء والجاذبية الأرضية في انحناء الجذور والسيقان يرجع الى تاثير منبه في القمم النامية



Role of hormones in phototropism...

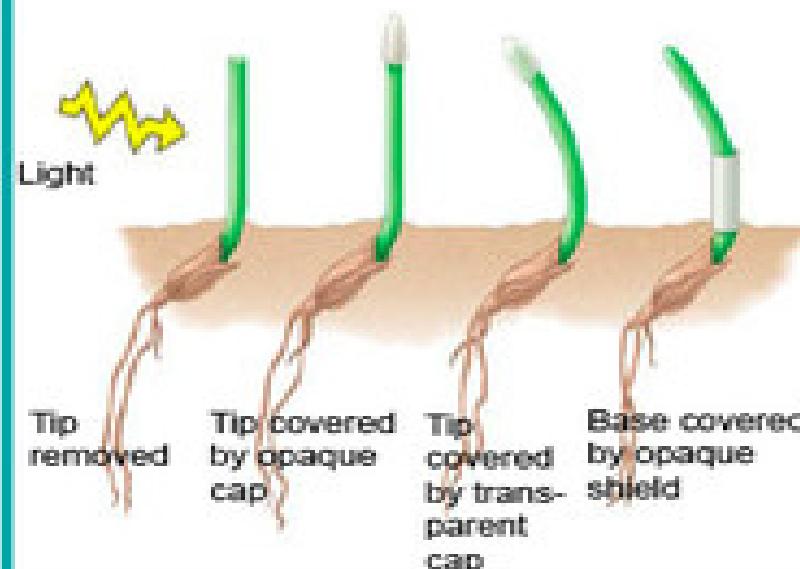
Measuring phototropism
Growth toward light

Control



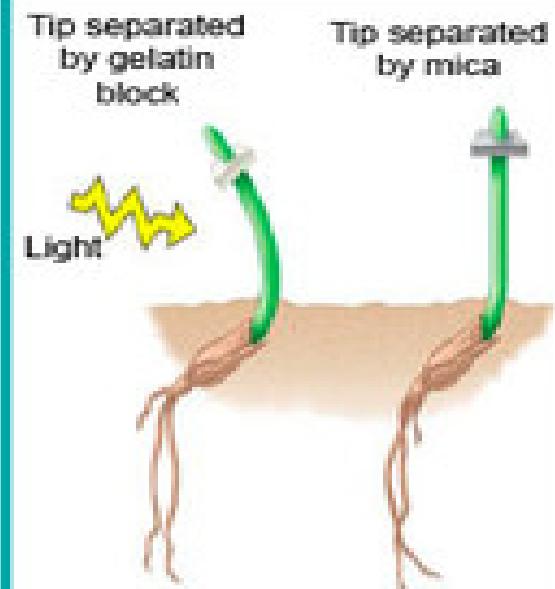
What part of plant perceives signal?

Darwin and Darwin (1880)



Is the signal mobile?

Boysen-Jensen (1913)



Conclusion:
Tropism toward light

Conclusion:
Light signal is perceived by tip

Conclusion:
Signal is a mobile
chemical

*وظيفة الاوكسين:

- 1- استطاله الخلايا وزيادة مرنة الجدر الخلوي.
- 2- يحفز بدء انقسام الخلايا.
- 3- تنشيط تكون الجذور عند السوق والعقل النباتية الورقية.
- 4- تنشيط سيادة القمة النامية.
- 5- يزيد من عدد الثمار ويعيق سقوطها.

*أمثلة عليها :

- أندول حمض الاستييك " (Indoleacetic Acid) طبيعي.
- مبيدات الأعشاب والعامل البرتقالي " صناعي.



2- الجبرلينات : Gibberellins :

عبارة عن مجموعة كبيرة من المركبات الكيميائية التي تتكون طبيعياً في النباتات والفطريات . يصنع في المرستيم القمي للساق والجذور والأوراق الفتية والبذور وخاصة اثناء الانبات.

وظيفة الجبرلين :

- 1- نمو الجذير الى الاسفل والرويشة الى الاعلى اذ يعمل على زيادة الانزيمات 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- السايتوكاينينات (Cytokines)

مثل الكينتين Kinetin وهي تصنف في منطقة القمة النامية للجذور ثم تنتقل عبر نسيج الخشب الى الساقان والارواح لتحفز انقسام الخلايا ونمو البراعم الجانبية واجنة الجذور .

*وظيفة السايتوكاينين

- 1- تأخير الشيخوخة وإطالة فترة تخزين الخضر الورقية ، لأنها تعمل على إحتفاظ الأوراق والسيقان بالكلوروفيل .
- 2- تنشط الانقسام الخلوي.
- 3- خفض معدل التنفس لبعض الفواكه والخضروات درجة حرارة الغرفة ، ويؤدي ذلك الى إطالة فترة إحتفاظها بنضارتها لعدة أيام .
ويؤدي غمس هذه الخضر في محلول سيتوکينین بتركيز 5-10 أجزاء في المليون الى خفض معدل التنفس بقدر مماثل عند خفض درجة حرارة التخزين الى 5.6 م
أمثلة عليها: الزيوتين (طبيعي)، والكينتين (صناعي)

4- الايثيلين Ethylene

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

وظيفة الايثيلين

1- يحفز نضج الثمار.

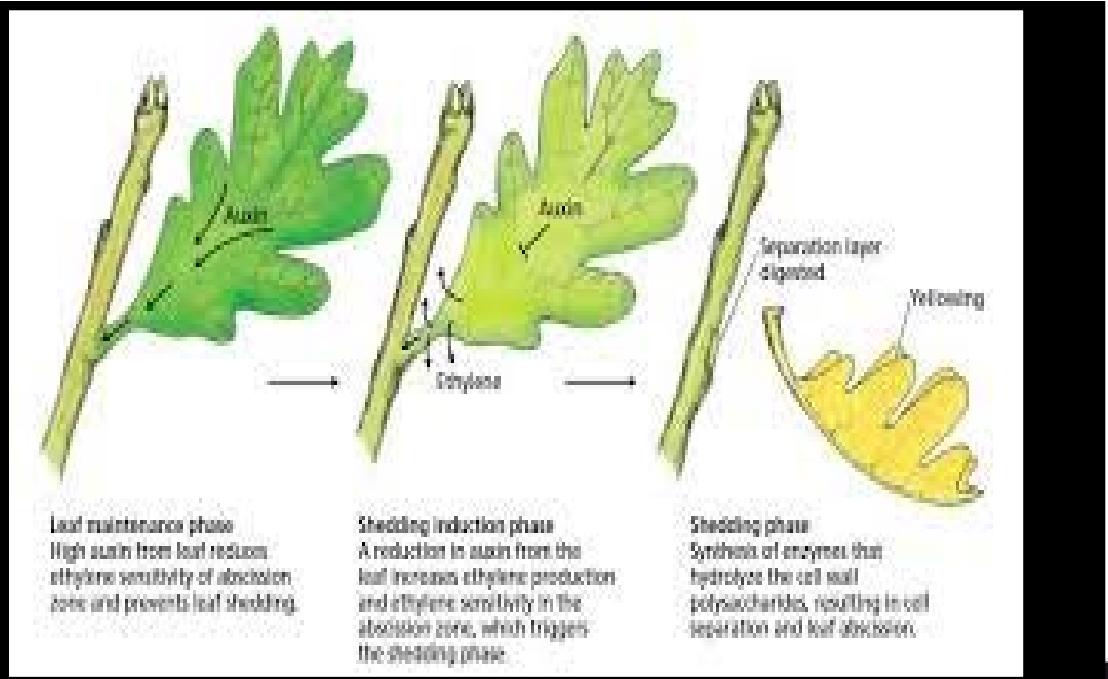
2- سقوط الاوراق والثمار المسنة وذبول الازهار ، اذ يعجل في فقدان الكلوروفيل الورقي وألوان الازهار وسقوط بتلاتها وزيادة تركيزه يؤدى الى التفراز.

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

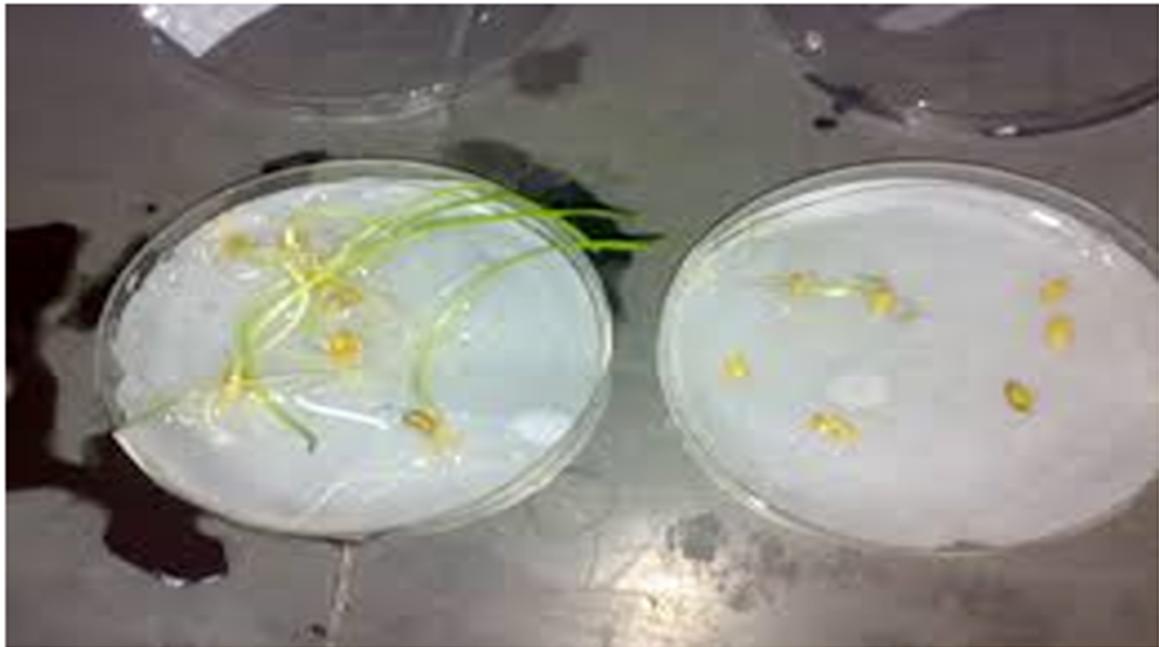
4- يثبط نمو برامن البصل والبطاطا لذا يستخدم تجاريا.

5- يزيد تضخم الجذروالساق ويقلل استطالته. ويشجع تكوين الجذور في حالة الاجهاد ونقص الاوكسجين عند عمر النبات بالماء اذ يزيد انتاجه في الاعضاء المعرضة للاجهاد وعند الجروح والكسر

أمثلة عليها: الايثيفون " Etephenon " (صناعي .)







5 – حامض الابسيك (Abscisic Acid)

: هو يصنع في الأوراق النشطة فسيولوجيا ، وينتقل في اللحاء الى البراعم الخضرية ، حيث يدفع الأوراق الصغيرة لتكوين تراكيب حرشفية 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 الابسيك :

-ينشط غلق الثغور - يحفز السبات تفعيل سبات البراعم والبذور- يوقف عملية النمو .

*أمثلة عليها - : حامض الابسيك (طبيعي أو صناعي).

التدخل بين الهرمونات النباتية

هناك أنواع من التدخلات التي تحدث بشكل عام بين الهرمونات النباتية وهذه التدخلات محصلة عملية تنظيم النمو

داخل النبات،

- 1- فمثلاً إنخفاض نسبة السايتوكاينينات إلى الأوكسينات تؤدي إلى تكاثر الجذر وتكوينه .
- 2- وقد يكون هناك فعل هرمون يتعارض مع فعل هرمون آخر والسيطرة هنا للتركيز ومدى تهيئه النبات للاستجابة فمثلاً الأوكسين يبطئ 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 وتکاد لا تخلو أى 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 بتراكيز 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.

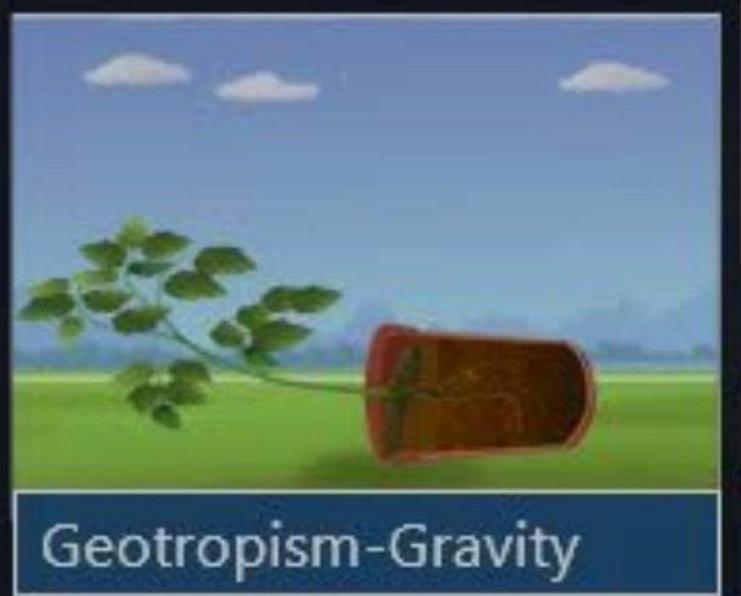
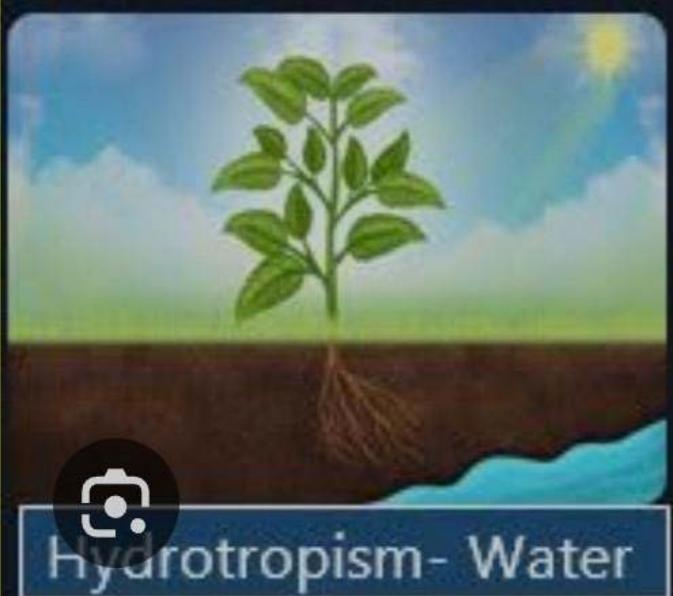
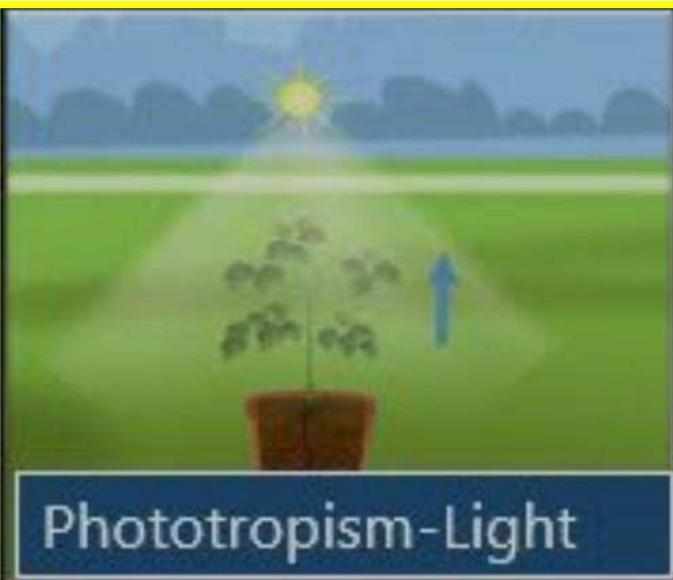
الانتحاء (Tropism)

مصطلاح 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.

يعتقد أن النباتات ثابتة، أي كائنات غير متحركة، لكنها يمكن أن تستجيب في الواقع لمجموعة كبيرة من المؤثرات .

(أي تغير يمكن رصده في بيئة الكائن الداخلية أو الخارجية يتسبب في حدوث تأثير على هذا الكائن) حركة النباتات أبطأ من حركتنا؛ لأن تحركها يتطلب نمواًها، بينما تعتمد تحركاتنا على انقباض العضلات.



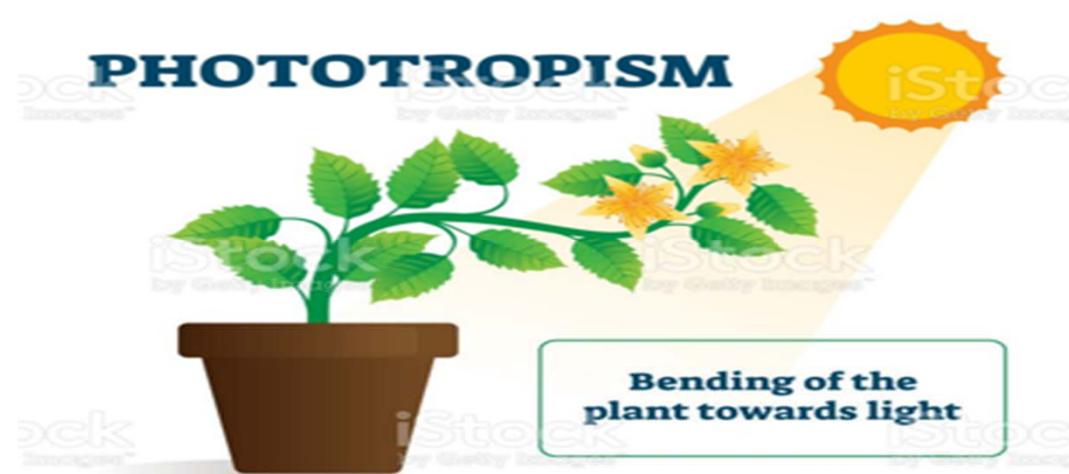
أنواع الانتحاءات

1- الانتحاء الضوئي **Phototropism**

يستجيب كلّ من النباتات والحيوانات إلى بيئاتها الخارجية من أجل الوصول إلى أفضل الظروف الممكنة لها. وعلى عكس الحيوانات، ليس للنباتات جهاز عصبي يسمح لها بالاستجابة لهذه الظروف. لذا من الضروري أن تتعرّض النباتات للضوء لكي تبقى حيةً ويستمر نموها. لهذا السبب، غالباً ما نلاحظ أن ساق النباتات وأوراقها وزهورها تنموا في اتجاه الضوء، كما نلاحظ في تسمّي هذه العملية «الانتحاء الضوئي»، وهو ما يعني أن خلايا البناء الضوئي في النبات يمكنها أن تحصل على المزيد من الضوء لامتصاصه وزيادة معدل البناء الضوئي.

كما نلاحظ أن النباتات يمكنها أيضاً أن تتبع مسار الشمس أثناء تحركها في السماء من الشرق إلى الغرب خلال اليوم. تُسمى هذه العملية «الانتحاء الشمسي». ويختلف الانتحاء الشمسي عن الانتحاء الضوئي، الذي تحرّك فيه النبات

لواجهة مصدر ضوء ثابت، بينما في الانتحاء الشمسي، يتحرّك النبات طوال اليوم. ومن الأمثلة الواضحة على الانتحاء الشمسي نباتات زهرة الشمس التي تحرّك ساقها وزهورها لوجه الشمس على مدار اليوم. يؤدي ذلك إلى زيادة درجة حرارة الزهور وكمية الضوء التي تتعرّض لها. ومن شأن هذه التغييرات أن تزيد من نمو النباتات الصغيرة، وأن تجعلها أكثر جاذبية للملقطات.



تُنتج النباتات موادًّا تتحَكَّم في نموِّها استجابةً للمؤثرات، ومنها هرمون الأوكسجين حيث يُمكن أن يحفِّز وجود الأوكسجين استطالة الخلايا أو يثبِّطها، بناءً على الموضع الذي يؤثِّر فيه في النبات ومقدار تركيزه.

1- يُمكنك ملاحظة جزيئات الأوكسجين التي يُنْتِجها طرف الساق تَنَشِّر إلى أسفل النبات من خلية إلى أخرى.

2- يتجمَّع الأوكسجين في جانب النبات الذي لا يتعرَّض لضوء الشمس المباشر، ويتسبَّب في نموِّ هذه الخلايا لتزداد طوًّا عن الخلايا التي تمتصُ الضوء. يُسمَّى ذلك باستطاله الخلايا، ويعني أن جانب الظلِّ من النبات ينمو أكثر من الجانب الآخر،

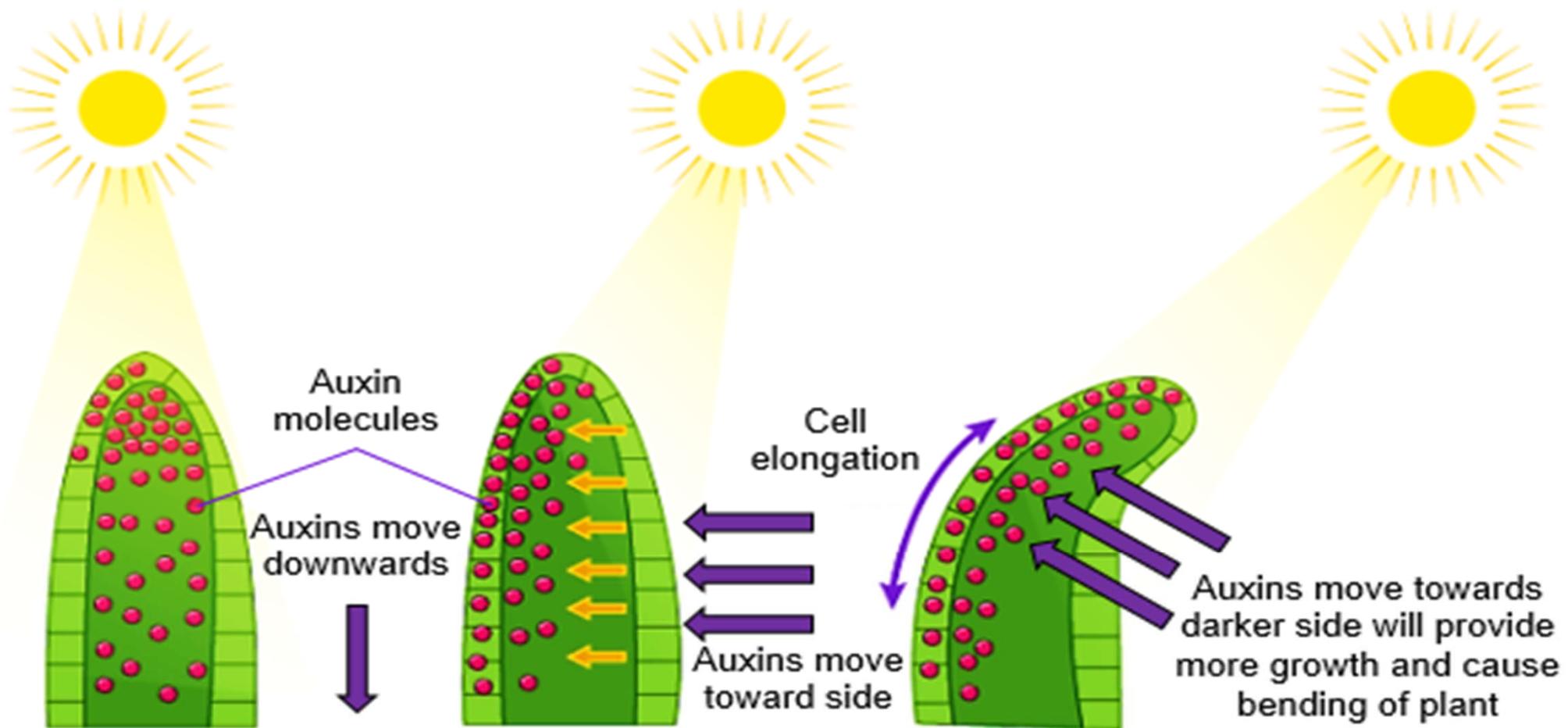
3- وهو ما يؤدِّي إلى انحناء الساق في اتجاه الضوء.

4- يُمكن أن تكون الانحرافات سالبة أو موجبة؛ أي تنمو بعيدًا أو نحو المؤثر. تنتهي ساق النبات انتقامًا ضوئيًّا موجيًّا. هذا يعني أنها تنمو في اتجاه الضوء.

5- وأثبتت أنها تنتهي انتقامًا ضوئيًّا سالبًا في ظروف معينة.

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

Mechanism of “PHOTOTROPISM”



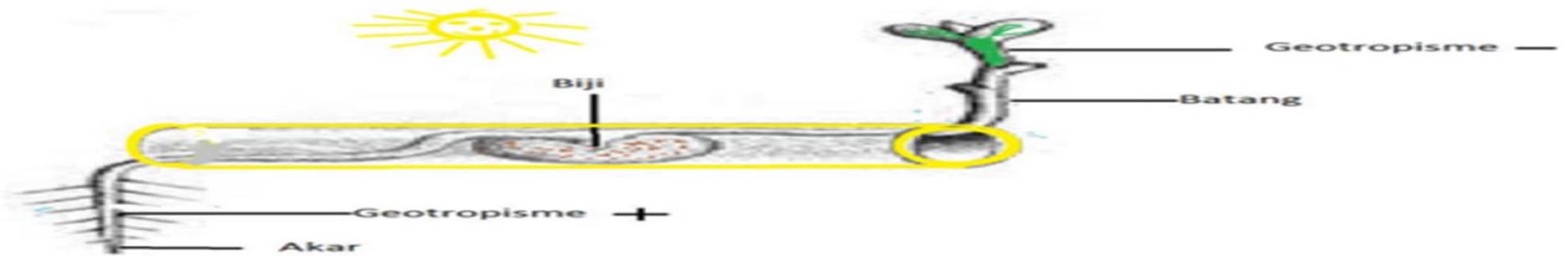


2- الانتحاء اللمسي Thigmotropism

هو استجابة النمو في النبات للامسة جسم صلب . إن محاليل نبات متسلق مثل العنب وسوقه، تلتفان عندما تلامسان جسماً ما. ويسمح الانتحاء اللمسي لبعض النباتات المتسلقة بأن تتسلق نباتات أو أجساماً أخرى، مما يزيد من فرص تعرضها للضوء، تحفيقاً

3- الانحناء الأرضي (Gravitropism) أو (Geotropism)

هو استجابة النمو في النبات للجاذبية، حيث ينموا الجذور في اتجاه سفلي، وتنمو الساق في اتجاه رأسي علوي. ويعني ذلك أن الجذور ذات انحناء موجب مع الجاذبية ، والسوق ذات انتقام سالب مع الجاذبية ويختضع الانحناء الأرضي كالانحناء الضوئي، للضبط والتنظيم بواسطة الأوكسجينات.



تقول إحدى الفرضيات: أنه عند وضع النبات أفقيا تهبط الحبيبات النشووية إلى القعر الجديد وتسهل بطريقة غير معروفة انتقال الأوكسجين نحو القعر الجديد ويصبح تركيزه ضعف التركيز ، بذلك يسب الأوكسجين زيادة نحو الجهة السفلية للسوق وبالتالي تتحني لالعلى، أما بالنسبة للجذور يتراكم حامض الابسيك في الجهة السفلية لخلايا الجذر الموضوعة أفقيا وبالتالي يكون النمو نحو الجهة العليا أكبر من الجهة السفلية فيتتم الانحناء نحو الاسفل.

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 البوبيضة من خلال فتحة النمير. إن نمو أنبوب اللقاح، استجابة للمواد الكيميائية التي تنتجها البوبيضة ، هو مثال على الإنتحاء الكيميائي. و الإنتحاء المائي هو استجابة النبات بالنمو في اتجاه الماء أو بعيداً عنه. اذ تحتاج النباتات إلى الماء لأداء عملية البناء الضوئي، باعتباره وسطاً لنقل الأيونات المعدنية، ولملء الفجوات العصارية للحفاظ على شكل الخلية. يحصل النبات على الماء من التربة بامتصاصه إلى داخل خلايا الشعيرات الجذرية عن طريق الخاصية الأسموزية. ومن ثمّ، يجب أن تتحى الجذور انتحاء مائياً موجباً حتى يتسلّى لها النمو في اتجاه الرطوبة في التربة؛ حيث يزيد تركيز جزيئات الماء الذي غالباً ما يكون مسلطاً من الأعلى، يمكن أن يصل إلى أجزاء النبات التي تقوم بالبناء الضوئي.

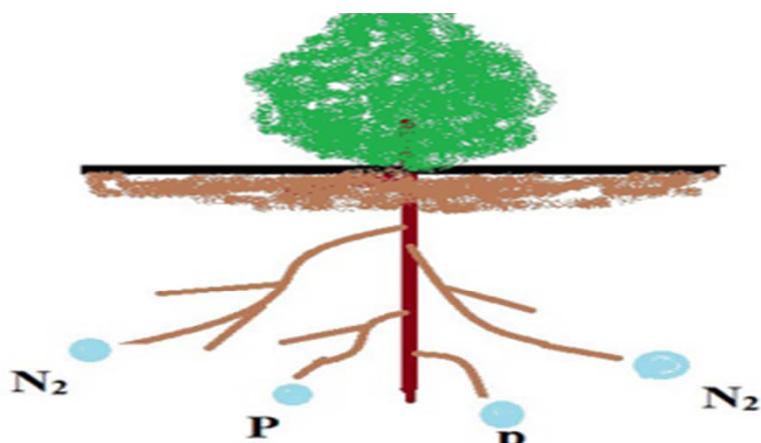
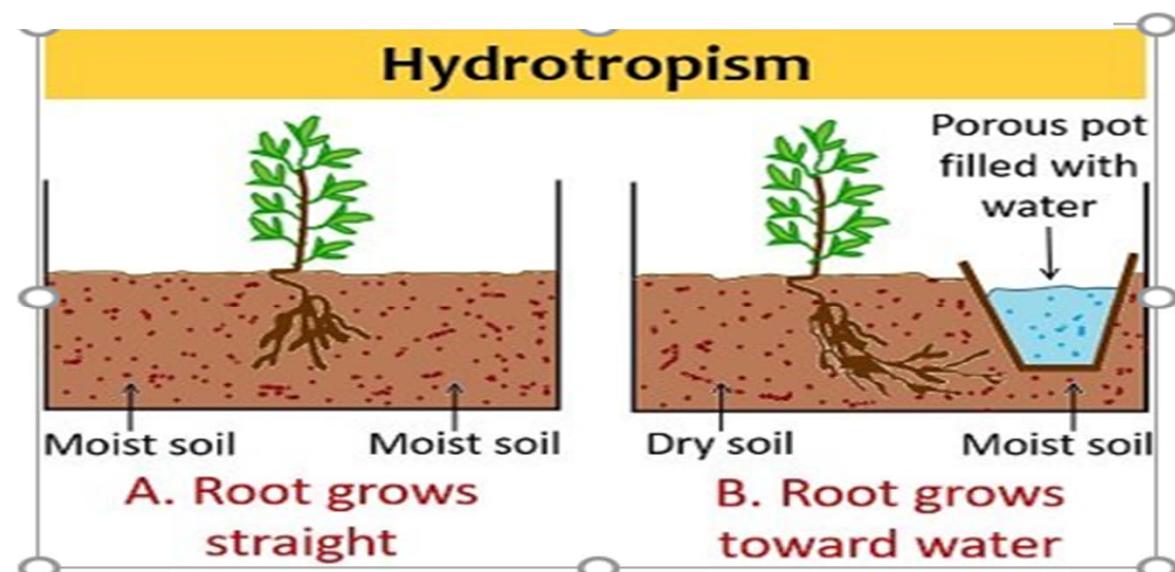
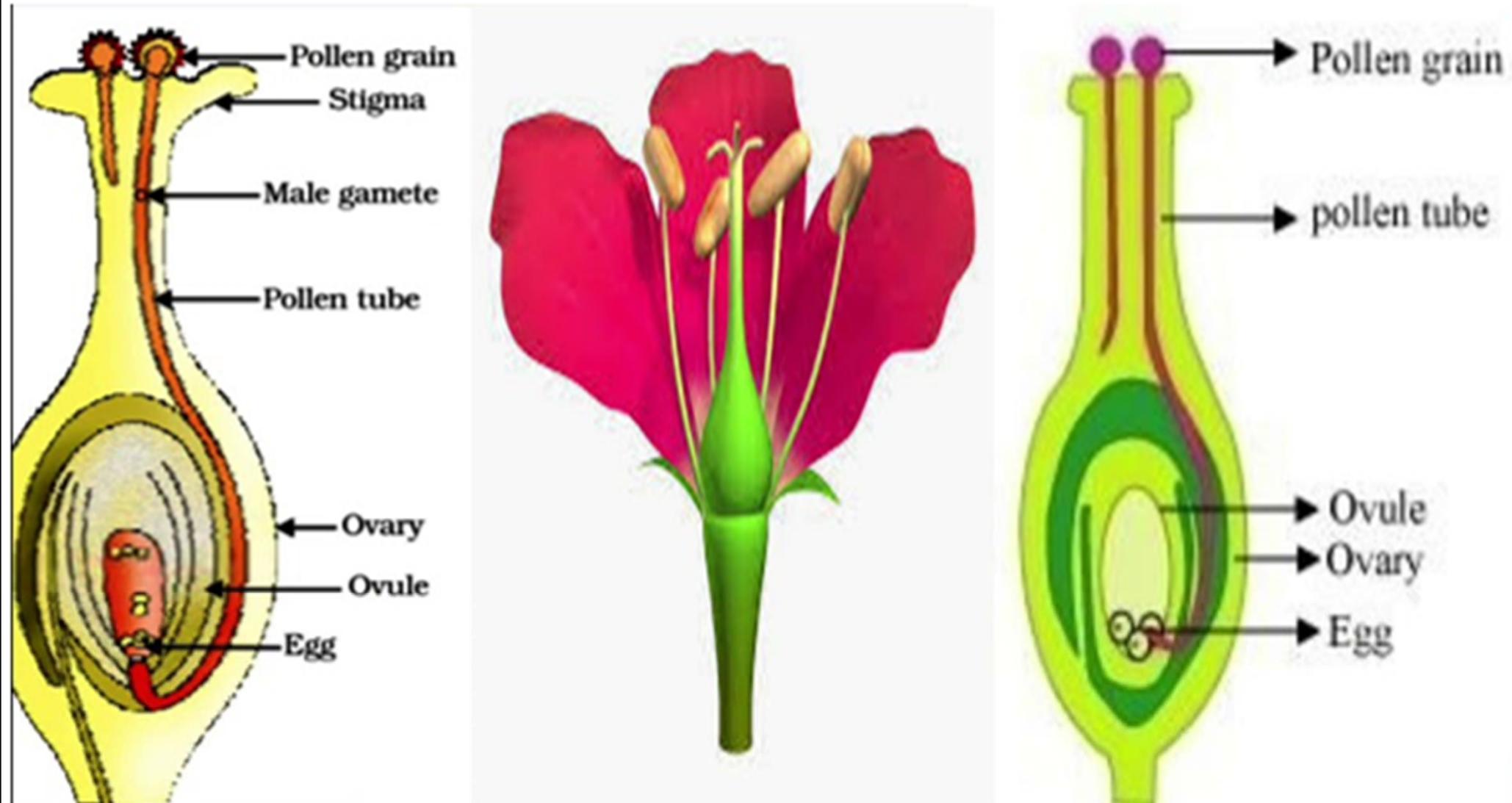


Diagram to show Chemotropism.





5. الاتجاه الحراري Thermotropisme:

الاتجاه الحراري هو تغير اتجاه نمو النبات او احد اجزائه استجابة لدرج الحرارة .

- 1-ابتعاد الجذور عن مصدر حراري إذا زاد عن 35°C ، وهي الحرارة التي يتم عندها التحول من الاتجاه الايجابي إلى الاتجاه السلبي.
- 2- الاوكسجين يتحرك نحو الجانب الاقل حرارة ليسبب استطالة الخلايا .
- 3- عند ارتفاع درجات الحرارة تغلق الثغور لتقليل فقد الماء بمساعدة هرمون حامض الابسسك .
- 4- تغير بعض النباتات زاوية ميل الاوراق لتقليل الاشعاع الحراري او زيادة الضوء في الطقس البارد بمساعدة هرمون الاوكسجين والاثلين .

