

## الجبرلينات Gibberellins

مع بداية القرن العشرين لاحظ مزارعين الارز باليابان ان بعض البادرات قد نمت بمعدل سريع وبصورة مذهلة عن باقي بادرات الحقل . ولكن هذه البادرات كانت مصفرة وعقيمة وخالية من الحبوب حتى وصل الفقد في المحصول الى 40% ، وقد اطلق على هذا الظاهرة مرض البادرات الحمقاء Foolish seedling.

وقد تمكن العلماء من فحص هذه النباتات ووجدوا انها مصابة بفطر *Gibberella fujikuroi*

وهو الطور اللاجنسي للفطر *Fusarium moniliforme*

وان سبب هذا المرض هو افراز مادة الجبرلين.

وخلال الثلاثينات نجح العلماء ان يعزلوا من فطر جبريلا عدة مواد بعضها معوق والاخر منشط للنمو . وقد اطلق على المادة المنشطة والمسببة للاعراض المرضية اسم جبرلين . واطلق على اول مركب امكن الحصول عليه في صورة نقية من فطر جبريلا اسم حمض الجبرليك GA3

بعد ذلك ثبت وجود الجبريلين بالنباتات الزهرية الراقية واكتشف منه أنواع كثيرة وأعطت لهذا

الفيتوهرمون رمز GA والذي اعطي أرقاما GA1, GA2, GA3..... الخ نظرا لاكتشاف

عديدا من صوره التي تصل إلى اكثر من 130 حامض

وترتكز فاعلية وتأثير الجبريلين في حلقة اللاكتون، والتنسيق في التركيب البنائي لمجموعة الهيدروكسيل على الحلقة الأولى.

### كيمياء الجبرلينات :

-تم وصف الجبرلينات على انها تحتوي على الهيكل الجيباني Gibbane skeleton

الذي يتكون من حلقتين سداسيتين وحلقتين خماسيتين . ويسمى أيضا كورين Kaurene

-وتختلف انواع الجبرلينات بعضها عن بعض باختلاف عدد وموضع الروابط المزدوجة ومجموعة

الهيدروكسيل، وهناك اكثر من 130 نوع من الجبرلينات واكثرهم شيوعا هو حمض الجبرليك.

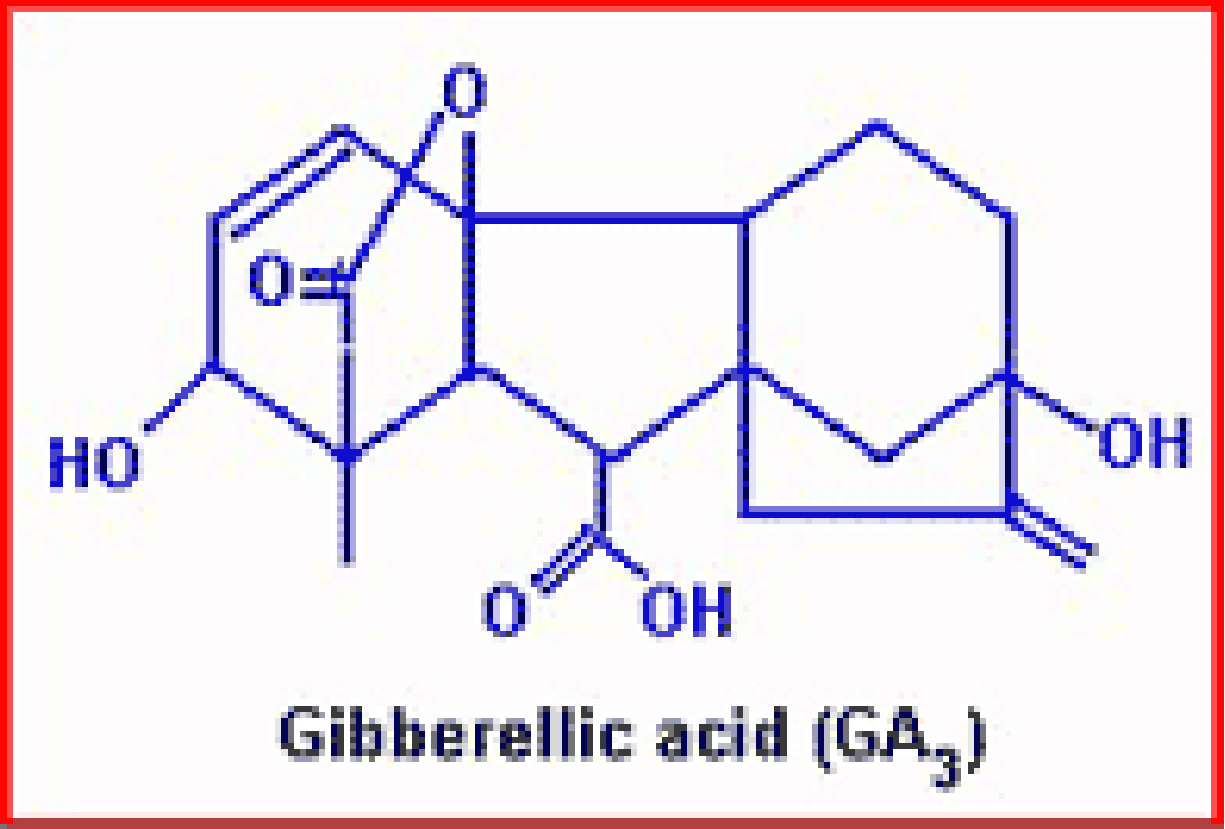
-من بين أكثر من 130 نوع من الـ GA والتي تم تحديدها في النباتات والفطريات والبكتريا حتى الان

تعتبر الأنواع GA1 و GA3 و GA4 و GA7 انها اكثر أنواع الجبرلينات التي تعمل كهرمونات

نشطة بيولوجياً.

-جميع الجبرلينات تذوب بالماء ولونها ابيض ، بلورية الشكل وصلبة القوام .

الا ان وظيفتها في النبات لاتشبه الاوكسينات بالرغم من اشتراكهما معا في بعض التفاعلات .



### المصادر الطبيعية :

تعتبر الجبرلينات احد الهرمونات الطبيعية – فيتوهرمون - والمتكونة داخل انسجة النبات .

1- تمثل الاوراق الحديثة للنباتات الراقية احد المصادر الطبيعية لانتاج الجبرلينات مقارنة بمثيلتها من الاوراق المسنة .

2- الجذور تعمل على انتاج الجبرلينات الا ان كميتها محدودة.

3- البذور التي لم يتم نضجها تحتوي على كمية مرتفعة من الجبرلينات مقارنة بالبذور تامة النضج .

**الانتقال :**

انتقال الجبرلين يكون غير قطبي ، ينتقل الجبرلين في اللحاء تبعاً لنمط سريان المواد العضوية مشابهاً بذلك انتقال الكربوهيدرات . وكذلك وجد ان الجبرلينات تنتقل في نسيج الخشب بسبب الحركة الجانبية بين النسيجين الوعائيين .

وقد وجد ان الجبرلينات تتحرك بصور حرة على امتداد واستطالة السوق اما في صورة قاعدية او راسية او جانبية . وتختلف كمية الجبرلينات وسرعة حركتها باختلاف فصول السنة ، فتزداد سرعتها وترتفع نسبتها في الربيع وتنخفض في الشتاء.

**دور هرمونات النمو في المراحل النباتية المختلفة****المراحل :****1- الانقسام الخلوي :**

له دور في مضاعفة الحمض النووي ويعمل جنباً الى جنب مع الاوكسين في زيادة حجم الخلايا المنقسمه توا .

**2- زيادة حجم الخلية:**

يعمل الجبرلين مع الاوكسين على تفكيك روابط السليلوز المكونة للجدار الخلوي ليجعلها اكثر قابلية للامتلاء بالماء واكثر مرونة لزيادة الاستطالة وضغط الامتلاء.

**3- تميز الخلايا :**

يشترك مع الهرمونات المنشطة للنمو في تميز الخلايا وتخصصها بحيث ينشط جينات التميز على مستوى النواة بالخلية وينشط الجينات التي تشفر للانزيمات الخاصة بالتميز لتؤدي وظيفتها حسب موقعها من الجسم النباتي بحيث له دور واضح في تميز الخلايا الناتجة من الكامبيوم الى لحاء والاوكسين يساهم في تميز الخلايا الى خشب

دور هرمونات النمو في المراحل النباتية المختلفة

المراحل	الايوكسين	الجبرلين	السييتوكاينين	الابسيسك اسد	الاثيلين
					مثبطات النمو
الانقسام الخلوي	+	+			
زيادة حجم الخلية	+	+			
التمييز	+	+			
الازهار	+	+			
الاثمار	+	+			
تكوين البذور	+	+			
كمون البذور	±	+			
الشيخوخة	±	±			
التساقط	±	±			

**4- الازهار :**

من المعروف ان عملية تحديد الجنس الزهري في النبات لا يخضع فقط على النظام الوراثي الداخلي بل يرجع ايضا الى نظام هرموني خاصة الجبرلينات .

ويؤدي استعمال الجبرلينات الى رفع السيادة في نسبة تكوين الازهار المذكرة وخفض نسبة تكوين الازهار المؤنثة .

كذلك تسبب هذه الهرمونات ظهور الازهار المذكرة مبكرا والانثى مؤخرا مثل نباتات القرعيات ، وعند معاملة النباتات المؤنثة بالجبرلين تعطي ازهارا مذكرة.

وقد وجد ان الجبرلين :

ينشط الازهار في النباتات بحيث يحول البراعم الخضرية الى زهرية عند طول فترة النهار. تزهو نباتات النهار الطويل المعاملة به تحت ظروف النهار القصير فيعوض تأثير النهار الطويل فقط.

عندما يدخل فصل الربيع غالبا ينشط هرمون الجبرلين مترامنا مع طول فترة النهار او الضوء ليحول البراعم الخضرية الى زهرية حسب نوع النبات . اذا كانت حولية يحول جميع البراعم الخضرية الى زهرية ومنها البرعم القمي .

اما في النباتات المعمرة يحول البراعم الجانبية الى زهرية ويستمر البرعم القمي في النمو الخضري الى عمر معين .

**5- الثمار :**

للجبرلين دور بارز في تكوين الثمار اللابذرية بالتعاون مع الاوكسين واهميته تكمن في زيادة حجم خلايا الثمرة حتى تصل مرحلة البلوغ ، حيث وجد في الثمار اللابذرية زيادة تركيز الجبرلين والاكسين في الخلايا المحيطة بالمبيض لاتمام بلوغ الثمرة واذا دخلت الثمرة مرحلة النضج يبدأ هرمون الايتلين بالنشاط مع زيادة تنفس الخلايا ومعه يقل تركيز الجبرلين تدريجيا .

يؤخر الجبرلين من اكتمال نمو ونضج الثمار وحدث الشيخوخة مما يسمح بفترة تسويق طويلة في المشمش والعنجااص والموز.

**6- البذور وكسر السكون:**

هناك عوامل داخلية مسببة للسكون منها : عدم اكتمال ونضج الجنين .

كما ان هناك عوامل خارجية مسببة لسكون البذور منها :

طول فترة الظلام والضوء .

انخفاض درجات الحرارة .

**للجبرلين دورا بازرا في اتمام عملية الانبات وكسر السكون حيث**

1- ينشط انتاج الانزيمات مثل الالفا اميليز فيقاوم بذلك نشاط الهرمون المانع للانبات وهو هرمون الابدسيسك اسد حيث يعمل الاخير على بلزمة الخلايا ومنعها من النمو عن طريق ضخ ايونات البوتاسيوم لخارج الخلايا فيقل الضغط الاسموزي داخلها فتفقد الماء .

2- يعمل الجبرلين على تحويل السكر من نشاء الى جلوكوز عن طريق انزيم الالفا اميليز ليرفع الضغط الاسموزي في الخلايا محررها من البلزم.

\*- هناك توقيت بيئي للانبات :يتركز هرمون الابدسيسك اسد **ABA** في البذور قبل الانبات ليمنعها

ليمنعها منه حتى تصل الى وقتها البيئي للانبات ويبدأ معه تحلل هرمون الابدسيسك وتركيز الجبرلين مع الرطوبة المناسبة لكسر السكون الذي كان بالبذرة لفعل الابدسيسك .

3- للبرودة وطولها دور في تحليل هرمون الابدسيسك في البذور طوال فترة الكمون ومع تغير درجات الحرارة ينشط الجبرلين أي ان البذور تحتاج لموسم البرودة كاملا لتحليل الابدسيسك اسد ، أي ان لهرمون الجبرلين دورا في تعويض البذور عن الارباع واهميته في كسر سكونها .

4- كما ان للنهار الطويل ودفيء الفصل دورا في كسر السكون حيث يتوقف تدريجيا انتاج الابدسيسك اسد .

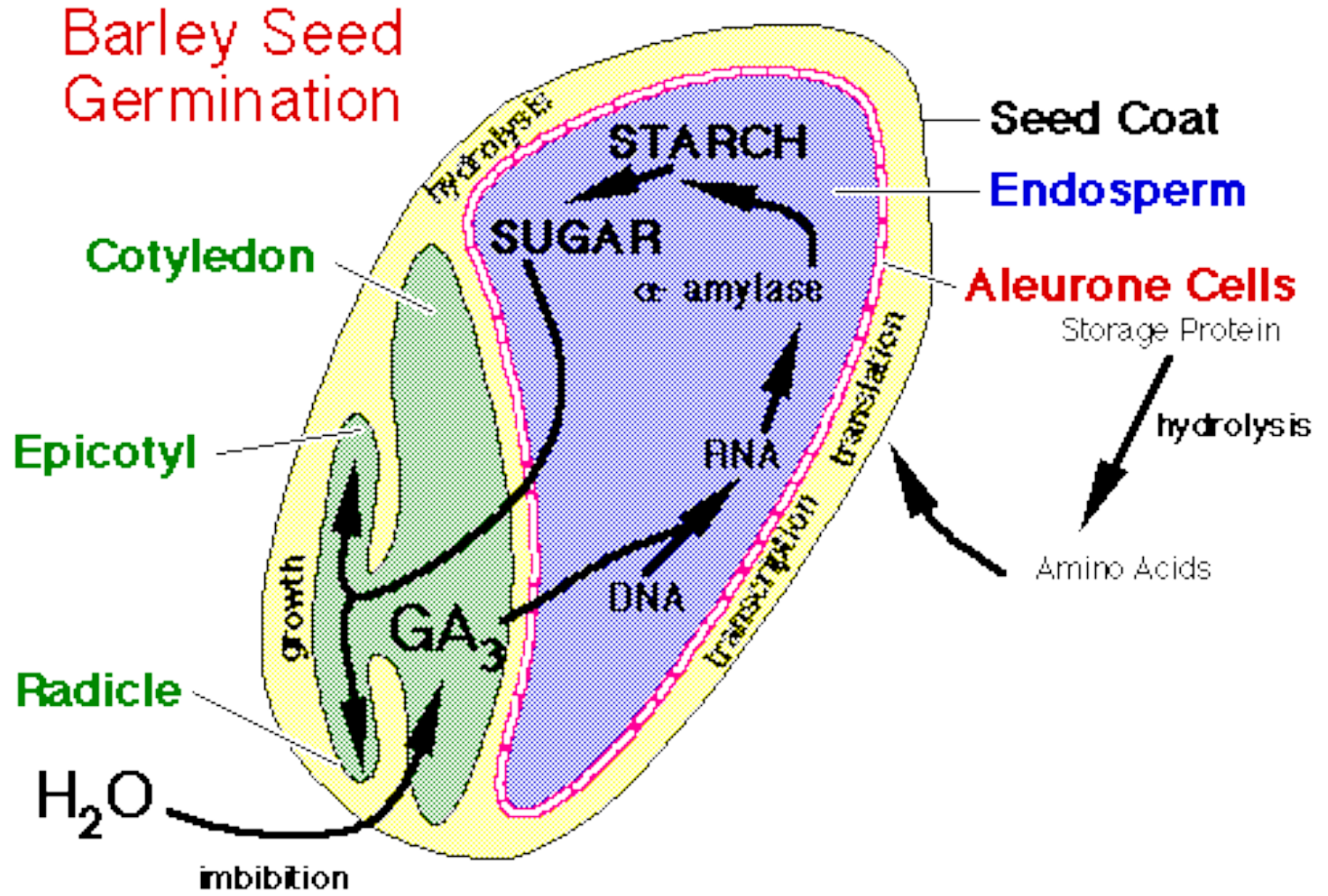
أي انه في النهار الطويل والليل القصير تنفذ اشعة الشمس الى الطبقات القريبة من سطح التربة حيث تمتص الفيتوكرومات **Phytochromes** او الصبغات الضوئية في الخلايا الاشعة تحت الحمراء

في النهار الطويل لتكون في الحالة النشطة **Pfr**

وفي الليل تتحول الى الحالة الغير نشطة **pr** وهذا التحول يؤدي الى تنشيط تفاعلات انتاج الجبرلين

أي ان النهار الطويل حفز تكون الجبرلين اثناء الليل القصير بالبذور ليكسر سكونها .

وعكس ذلك انتاج الابسيسك اسد حيث انه يحتاج الى ليل طويل لانتاجه لانه يحتاج للظلام لاتمام تفاعلات انتاجه بواسطة انزيمات حساسة لطول فترة الاضاءة والظلام .



### 7- الشيخوخة:

في السنوات الاخيرة ، امكن التغلب على ظاهرة الشيخوخة لكثير من اشجار الفاكهة ونباتات الزينة وذلك بزيادة فترة شبابها مع الاحتفاظ بعدم سقوط اوراقها وازهارها او ثمارها وذلك عندما تعامل رشا بالجبرلينات خلال فصل الخريف و الشتاء. وقد امكن تقصير فترة شباب السرو خضريا وتحويلها زهريا أي تقصير فترة النمو الخضري الذي يستغرق 3-4 سنوات وسرعة دخولها فترة النمو الزهري بمعاملتها بالجبرلين . وعند استعمال الجبرلينات يدفعها الى تكوين الازهار بعد شهرين من المعاملة لارتفاع مستوى الجبرلين في انسجتها الداخلية.

كما ان له دور في محاربة الشيخوخة خاصة في النباتات العشبية المعمرة لانه ينشط الايض في الخلية.

### **8- التساقط :**

اذا قل تركيز هرمون الجبرلين في الخلايا او توقف انتاجه تدخل الورقة في الشيخوخة ويسرع بها هرمون الابسيسك اسد لتكوين طبقة الانفصال لاسقاط الاوراق . وقد وجد ان الجبرلينات تعمل على عدم تساقط الاوراق او الازهار او الثمار ، فمثلا نسبة تساقط ازهار الطماطم الغير ملقحة مرتفعة لكن عند معاملتها بالجبرلين يمنع تساقطها ويكون ثمار عديمة البذور وذلك لان الجبرلين نشط تكوين الاوكسين بطريقة غير مباشرة.

### **الدور الفسيولوجي للجبرلينات :**

#### **1- التقدم الوراثي :**

من اهم الخواص للجبرلينات هي مقدرتها في التغلب على التقدم الوراثي في بعض النباتات مثل البزاليا والفاصوليا .

النباتات القزمية تحتوي على كمية منخفضة جدا من الجبرلينات عن مثيلتها الطويلة التابعة لنفس نوع النبات . وظاهرة التقدم ترجع الى وجود جين واحد مسؤول عن نمو النباتات القصيرة مسببا عدم بناء وانتاج الجبرلين .

وبصفة عامة فان النباتات المتقدمة تكون سلاميتها قصيرة ويكون حجمها في حدود خمس حجم النباتات العادية .

عند معاملة النباتات المتقدمة بتركيزات مناسبة من الجبرلين من الخارج تستطيل سلامياتها وتشبه النباتات الطويلة في ارتفاع نموها. والجبرلينات لها تأثير قليل عندما تستخدم للنباتات العادية

#### **2- فسيولوجيا الازهار:**

يتحكم في عملية الازهار وعملية النمو الخضري بعض العوامل الخارجية من اهمها :

1- اختلاف طول الليل والنهار .

2- اختلاف درجات الحرارة.



**اختلاف طول الليل والنهار – التوقيت الضوئي Photoperiodism :**

تسمى استجابة النباتات بالازهار نتيجة لطول الفترة الضوئية أو بتعبير أدق بطول فترة الظلام بالتأقت الضوئي.

لقد لوحظ في بعض انواع نبات التبغ انها لاتزهر ولاتعطي ثمارا اذا نميت في ظروف النهار الطويل ولقد استمر نموه خضريا خلال أشهر الصيف حتى وصل ارتفاعه إلى نحو 15 قدم دون أن يكون أزهار، بينما اذا نميت في ظروف النهار القصير (في اشهر الشتاء) أزهرت جميع نباتاته واثمرت قبل أن يصل ارتفاعها إلى 5 أقدام. اي ان طول اليوم له تأثير على الازهار والاثمار.

**أنواع التأقت الضوئي المختلفة في النباتات****1. نباتات النهار القصير Short day plants**

هي عبارة عن نباتات تحتاج الى نهار قصير لكي تزهر اي تزهر عند نموها تحت ظروف النهار القصير أقل من 14 ساعة ضوء في اليوم. ويحدث تثبيط لازهارها اذا قطعت ومضة ضوئية من الضوء الاحمر ليل طويل ويستمر النمو الخضري.

اتضح ان نباتات النهار القصير هي نباتات ليل طويل وان العامل المحدد هو طول فترة الظلام وليس طول فترة الاضاءة. وفترة الظلام الحرجة هي عبارة عن اقل فترة ظلام يحتاج اليها النبات لكي يزهر وان اقل من هذه الفترة لايمكن للنبات ان يزهر. مثل: نبات البن وبعض اصناف التبغ.

**2. نباتات النهار الطويل Long day plants**

هي عبارة عن نباتات تزهر فقط في حدود فترات ضوئية طويلة أكثر من 14 ساعة. وهذه النباتات تحتاج الى فترة ظلام قصيرة بضع ساعات لذلك تسمى ايضا بنباتات الليل القصير مثل: السبانخ والفجل والنعناع ونبات السكران.

**3. نباتات محايدة اي متعادلة الفترة الضوئية Neutral day plants**

هي نباتات لاتتأثر بطول الفترة الضوئية وتزهر في مجال واسع من أطوال النهار اي تزهر في أي موسم مادامت الظروف البيئية مناسبة مثل نبات الطماطم.

لاحظ الباحثون الأوائل أن النبات لا يزهر بالرغم من تعرضه للدورة الضوئية الاستثنائية الصحيحة إذا كسرت فترة إظلامه المستمرة بواسطة فترة ضوئية قصيرة.

من تلك النتائج تبين أن التزهير يكون أكثر استجابة لفترة الظلام من فترة الإضاءة فطول فترة الظلام أكثر أهمية لتشجيع التزهير إلا أن فترة الإضاءة تأثيرها كمي على التزهير

وقد وجد الباحثين أن فترة الإظلام تحدد إنشاء المبادئ الزهرية **Initiation of floral primordia**

إلا أن طول الفترة الضوئية يؤثر في عدد المبادئ الزهرية

الآن لا بد من التساؤل هل لشدة الإضاءة تأثير على عدد المبادئ الزهرية الأولية المتكشفة ؟

والإجابة انه قد يكون لشدة الإضاءة تأثير على تخليق وتهيئة بعض الهرمونات الأساسية اللازمة للإزهار.

تكون الاستجابة لطول الفترة الضوئية عن طريق صبغة تعرف **Phytochrome** حيث تتواجد في صورتين

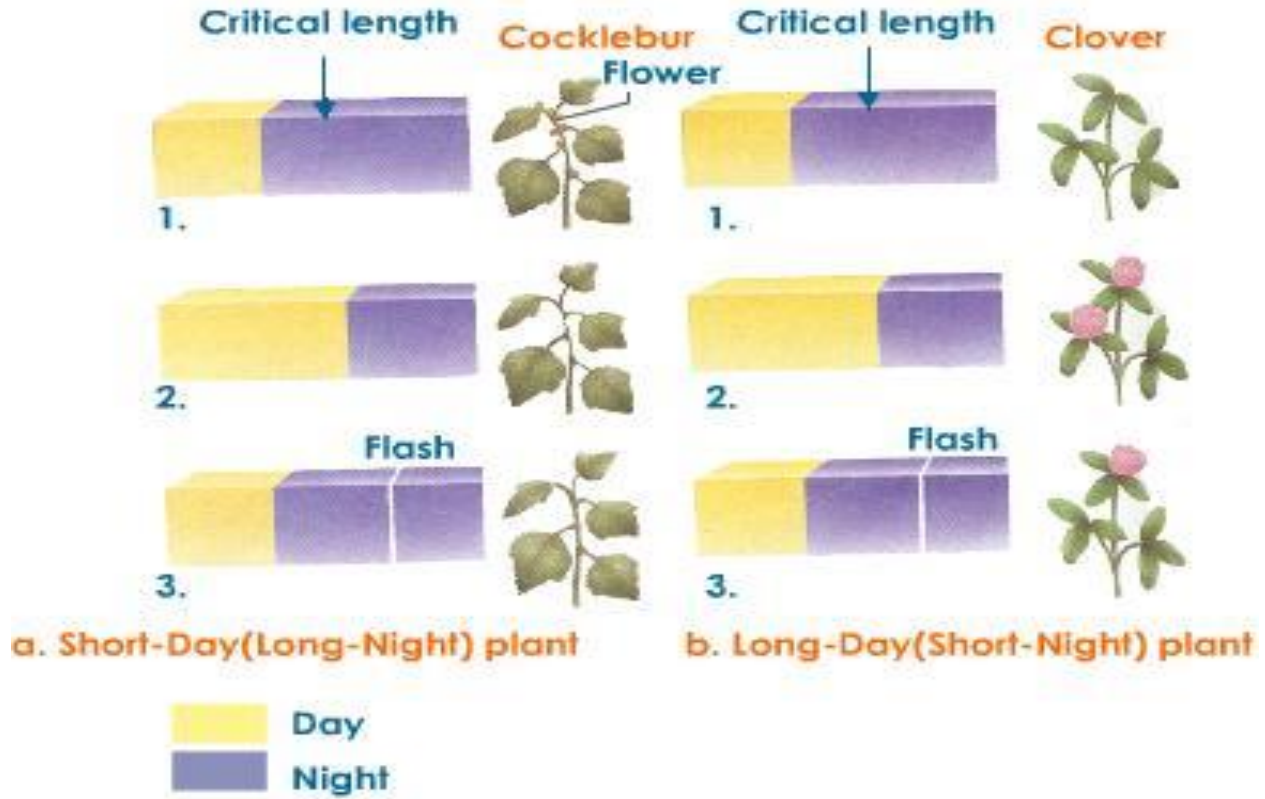
- إحداهما تمتص الضوء في منطقة الأشعة تحت الحمراء- نشطه  $P_{fr}$

- وصورة تمتص الضوء في منطقة الضوء الأحمر - خامله و يرمز لها  $P_r$

وهاتين الصورتين يحدث بينهما تحول من إحدى الصور إلى الأخرى .

## Photoperiodism





### الآلية عمل الجبرلينات

ان جسم البذرة يتكون من الجنين والاندوسبيرم . الاندوسبيرم يتكون من كتلة من الخلايا المحملة بالنشاء ومحاطة بطبقة من الخلايا تسمى طبقة الالايرون . اما الجنين فهو يمثل نبات مستقل . ويعتمد نمو الجنين اثناء الانبات على تحرك النشاء المخزون في الاندوسبيرم ، والتحرك يعني التحطيم او الانحلال الانزيمي للنشاء المخزون الى سكريات بسيطة وانتقال هذه السكريات الى الجنين حيث تمده بمصدر الطاقة اللازمة للنمو .

وقد اثبتت التجارب ان الجنين يفرز هرمون الجبرلين ، وان الالايرون التي تحيط بالاندوسبيرم حساسة للجبرلين ، فتفرز خلايا الالايرون انزيمات تحليلية مختلفة مثل الفا اميليز و بروتينيز و رايونيوكلبيز . لقد اظهرت التجارب ان الانزيمات السابقة تخلق من جديد كنتيجة لتثبيته حامض الجبرلين لخلايا الالايرون مما يؤدي الى تحلل النشاء المخزون الى سكريات بسيطة يستطيع الجنين الاستفادة منها في النمو .

تفاعل الجبرلينات والاكسينات

تقارن عادة الجبرلينات في نشاطها البيولوجي بالاكسينات

والسؤال الحاضر هو :

هل الجبرلينات تعمل من خلال وساطة الاكسينات ؟ او ان الجبرلينات تشجع تخليق او انتقال او عمل او تثبيط الاكسينات بالنبات ؟؟

هناك رأيان للاجابة على هذا السؤال:

**الرأي الاول :** الجبرلين يعتمد على الاكسين في اظهار اثره فاذا رش نبات بالجبرلين يسبب استطالة كبيرة لان قمة النبات مصدر للاكسين بحيث اذا ازيلت القمة يجب اضافة الاكسين لتتم الاستطالة.

**الرأي الثاني :** ان الجبرلينات والاكسينات مختلفة تماما وتعمل مستقلة عن بعض ، بحيث اذا قطع ساق نبات البزاليا ذات الشحوب الظلامي تستجيب لكلا من الجبرلينات والاكسينات كلا بمفرده .

يعتمد نوع النبات وظروف نموه ونوع الاستجابة بالنسبة للاكسين والجبرلين على ظروف ما زالت تحت الدراسة.