فسيولوجيا البذور والإنبات والسكون

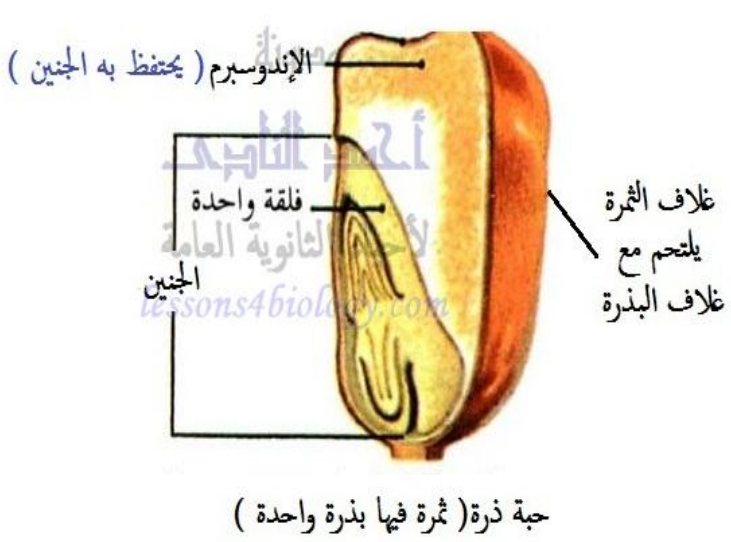
يبدأ تكوين البذرة بعد تمام عملية الإخصاب وبعد تكوين الزيغوت يبدأ نمو البذرة وتكوين أجزائها المختلفة، ثم تبدأ في تخزين المواد الغذائية حتى اكتمال نموها، وإذا استمر تكوين البذور وتخزين المواد الغذائية بها دون عائق تكونت بذوراً ممتلئة.

تركيب البذرة:

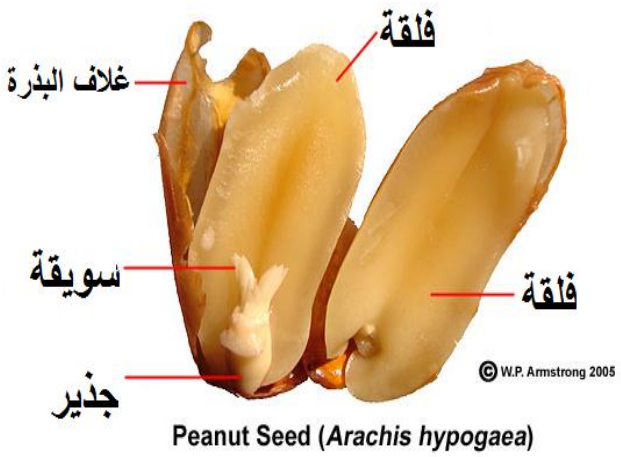
1- الجنين: يعتبر الجنين المنشأ لنبات جديد ويتكون غالباً نتيجة لاتحاد الأعراس المؤنثة مع المذكرة وقد تحتوي البذرة على أكثر من جنين واحد ويتركب الجنين من السويقة الجنينية السفلي، السويقة الجنينية العليا والريشة (البريعم) والجذير.

2- الأنسجة المخزنة: تخزن البذور الغذاء إما في الفلقات في بذور ثنائيات الفلقة وتسمى البذور الغير أندوسبرمية، أو في البريسبرم (أحياناً يتبقى بالبذرة الناضجة بقايا من نسيج النيوسيلة يعرف بالبريسبرم Perisperm وتسمى البذرة بريسبرمية كما في بذرة الشوندر السكري) ، أو يكون التخزين في الإندوسبرم وهو نسيج يحيط بالجنين يسمى الأندوسبرم (السويداء (3n)) مثل بذور الخروع وذوات الفلقة الواحدة وتسمى البذور الإندوسبرمية.

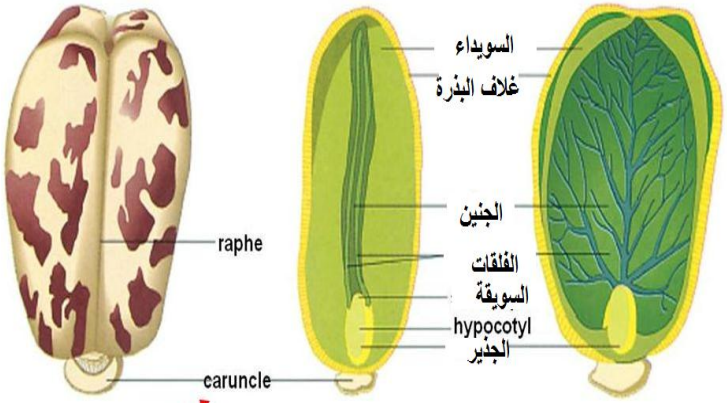
3- الأغلفة البذرية: تتكون من أغلفة البذرة أو بقايا النوسيلة والإندوسبرم ويتكون غلاف البذرة (القصرة) من أغلفة البويضة وهي تتكون من غلاف أو اثنين عادة وغالباً مايتصلب الغلاف الخارجي ويصبح ذو لون غامق في حين يظل الغلاف الداخلي شفاف رقيق وتبقى النيوسيلة والإندوسبرم داخل الغلاف الداخلي في بعض الحالات طبقة واضحة حول الجنين، وظيفتها حماية الأجزاء الداخلية من الأضرار الميكانيكية والتأثيرات الخارجية وتنظيم التبادل الغازي والمائي.

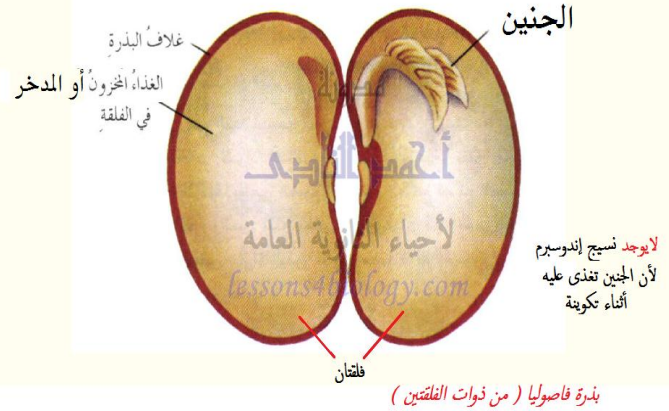


حبة ذرة(ثمرة فيها بذرة واحدة)



Peanut Seed (*Arachis hypogaea*)





بذرة فاصوليا (من ذوات الفلقتين)

إنبات البذرة:

هو عملية حيوية تشمل مجموع الظواهر والتغيرات التي تحدث للبذرة نتيجة لنشاط الأجنة وانتقالها من حالة السكون إلى حالة النمو، حيث تتمزق الأغلفة البذرية وتظهر النموات الجديدة فتكوِّن البادرات، ويُعرَّف بشكل أدق: هو تطور حدوده ابتلال البذرة وبداية نمو الجذير، ويعتبر التطور الذي يلي الإنبات نمواً.

تظهر البذور الجافة لأول وهلة وكأنها ميتة، ولكنها في الحقيقة كائنات حية تحتوي على أجنة في حالة سكون، ومتى توافرت لها شروط الإنبات فإنها تأخذ في النمو وتكون نباتات جديدة.

العمليات الطبيعية (الفيزيائية) للإنبات:

تبدأ العمليات الطبيعية بامتصاص الماء (التشرب) وهي عملية طبيعية تحدث سواء للبذور سواء كانت حية أو ميتة، فتنتفخ الخلايا ويصبح السيتوبلازما أكثر مائية وتطرى أغلفة البذرة وتصبح أكثر نفاذية للغازات وينتج عن التشرب انطلاق حرارة.

العمليات البيوكيميائية للإنبات:

تشمل العمليات الكيميائية للإنبات:

التنفس– زيادة حجم الخلايا– تنشيط الأنزيمات الموجودة– تكوين إنزيمات جديدة تقوم بهضم الغذاء المخزون في مناطق تخزين الغذاء بتحويل النشا إلى سكريات والليبيدات إلى أحماض دهنية وجليسرول والبروتينات إلى أحماض أمينية وبذلك يسهل نقلها إلى الميرستيمات.

العمليات الأحيائية:

وهي تعتبر أهم أنواع العمليات جميعاً وهي تعقب النوعان الآخران، تنشط فيها الخلايا الإنشائية التي يتكون منها الجنين، فتنقسم، ثم تزداد الخلايا الناتجة في الحجم، ونتيجة لهذا النمو يضرب الجذير في باطن الأرض وتخترق الريشة سطح الأرض لتنمو فوقه وبذلك تتحول البذرة إلى ما يعرف بالبادرة، وتكبر البادرة وتكون أوراق خضراء وتتحول تدريجياً إلى النبات الكامل الذي يعتمد على نفسه في بناء غذائه.

يتطلب إنبات البذرة توافر ثلاثة عوامل رئيسية هامة وهي:

1– يجب أن تكون البذرة حية، بمعنى أن يكون الجنين حي وله القدرة على الإنبات.

2– عدم وجود البذرة في حالة السكون وأن يكون الجنين قد مر بمجموعة تغيرات ما بعد النضج، وليس هناك موانع كيميائية أو فسيولوجية تعيق عملية الإنبات.

3– توافر الظروف البيئية الضرورية للإنبات ومنها الماء ودرجة الحرارة والأكسجين وأحياناً الضوء.

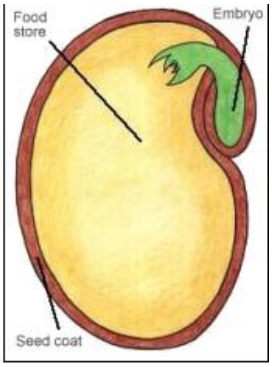
مراحل الإنبات:

يمكن تقسيم عملية الإنبات إلى عدة مراحل منفصلة، وذلك بغرض تفهم كل مرحلة منها على حدة، إلا أنها في حقيقة الأمر مراحل متداخلة مع بعضها وهذه المراحل هي:

1- المرحلة الأولى (مرحلة امتصاص الماء): وفيها تقوم المواد الغروية في البذور الجافة بامتصاص الماء مما يزيد من المحتوى الرطوبي للبذور، ويعقب ذلك انتفاخ البذور وزيادة أحجامها وقد يصاحب هذا الانتفاخ تمزق أغلفة البذرة.

وتجدر الملاحظة هنا أن عملية امتصاص الماء وانتفاخ البذرة يمكن أن تحدث حتى مع البذور غير الحية وعقب امتصاص الماء وانتفاخ البذور يبدأ نشاط الإنزيمات التي تكونت أثناء تكوين الجنين، وكذلك تخليق بعض الإنزيمات الجديدة كما تنشط بعض المركبات الكيميائية الخاصة بإنتاج الطاقة اللازمة لعملية الإنبات مثل (ATP)، وفي نهاية هذه المرحلة يمكن مشاهدة أولى مظاهر الإنبات والتي تتمثل في ظهور الجذير والذي يظهر كنتيجة لاستطالة الخلايا أكثر من كونه نتيجة للانقسام الخلوي، وعادة ما يظهر الجذير من البذور غير الساكنة خلال عدة ساعات أو أيام من الزراعة.

ب- المرحلة الثانية (مرحلة هضم المواد الغذائية): ويحدث في هذه المرحلة تحول المواد الغذائية المعقدة مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات المخزنة في الإندوسبرم أو الفلقات إلى مواد بسيطة والتي تنتقل إلى نقط النمو الموجودة بمحور الجنين والتي يسهل على الجنين تمثيلها.



i. المواد النشوية بفعل أنزيم الأميلاز تتحول إلى مواد سكرية.

ii. المواد البروتينية بفعل أنزيم البروتيناز تتحول إلى أحماض أمينية.

iii. المواد الدهنية بفعل أنزيم الليباز تتحول إلى أحماض دهنية وجليسرول.

ج- المرحلة الثالثة (مرحلة النمو): وفي هذه المرحلة يحدث نمو البادرة الصغيرة كنتيجة لاستمرار الانقسام الخلوي الذي يحدث في نقاط النمو المختلفة والموجودة على محور الجنين، وبتقدم مراحل النمو تأخذ البادرة الشكل الخاص بها.

ويتكون الجنين من المحور الذي يحمل واحدة أو أكثر من الأوراق الفلقية، والجذير الذي يظهر من قاعدة محور الجنين، بينما تظهر الريشة من الناحية العلوية لمحور الجنين فوق الأوراق الفلقية.

وتقسم ساق البادرة إلى السويقة الجنينية العليا والتي توجد أعلى الفلقات، والسويقة الجنينية السفلى التي توجد أسفل الفلقات.

ويأخذ إنبات البذور صورتين مختلفتين هما:

1- الإنبات الهوائي: وفيه تنمو السويقة الجنينية السفلى إلى أعلى حاملة الفلقات لتظهر فوق سطح التربة، كما في حالة إنبات بذور الفاصولياء.

2- الإنبات الأرضي: وفيه تنمو السويقة الجنينية السفلى إلا أنها لا تتمدد بالقدر الذي يسمح برفع الفلقات فوق سطح التربة، لكن الذي يظهر فوق سطح التربة هي السويقة الجنينية العليا، كما هو الحال في انبات بذور الفول.

السكون

أهمية السكون:

للسكون أهمية كبيرة في المناطق التي تتميز بفروقات كبيرة في درجات الحرارة بين الصيف والشتاء، وفي معدلات الأمطار حيث أن كثير من النباتات لا تستطيع النمو في درجات حرارة الشتاء المنخفضة، لذلك تدخل في طور سكون مع بداية انخفاض درجات الحرارة، هذا السكون يحميها من الموت وبالتالي تتجاوز هذه الفترة بدون ضرر، كذلك في المناطق الجافة حيث تدخل طور السكون في فترات انعدام الرطوبة وتبقى كذلك حتى توفرها.

سكون البذور:

تعبير يستخدم لوصف البذور الغير قادرة على الانبات بشكل صحيح، حيث ينتهي النضج عادة بفقد حاد للماء، وعند النضج لا يبقى في البذور أكثر من (10-15%) من الماء، يسبب هذا الفقد الكثيف للماء في نهاية النضج

اختفاء الفجوات الخلوية وتكثيف المواد المخزونة ويصبح غلاف بعض البذور غير نفوذ للماء وهي حالة معروفة في البقوليات، حيث يكون الغلاف ذو تركيب خاص. لذلك فالحياة البطيئة أو السكون ليست ظاهرة مرتبطة بعدم نفاذية الأغلفة للماء أو الأكسجين لكنها انخفاض هام للاستقلاب نتيجة الانخفاض الحاد في محتوى الماء، لكن عند ابتلال البذور تتوقف الحياة البطيئة ويعود الاستقلاب إلى وضعه النشط.

يمكننا تمييز نوعين من السكون:

1- السكون الظاهري: عدم القدرة على الانبات بسبب عدم توفر العوامل الخارجية الضرورية للإنبات كغياب الماء أو الحرارة المناسبة أو الأكسجين وعند إزالة هذه العوائق وتأمينها يحصل الإنبات.

2- السكون الفيزيولوجي: في هذه الحالة يكون الجنيين نفسه غير قادر على الإنبات رغم الظروف الملائمة ونميز فيه حالتين من السكون:

- ❖ الحالة الأولى: يكون الجنين نفسه غير قادر على الإنبات حتى ولو تخلص من التراكيب المحيطة به ونعني بذلك (السكون الجنيني).
- ❖الحالة الثانية: ينب الجنين العاري بصورة تامة لكن البذرة الكاملة لا تنبت حيث تكون الأغلفة مغلقة وتعارض الإنبات هنا نقول أنها حالة عدم القدرة على الإنبات ولكنها ليست حالة سكون.

2-1-السكون الناتج عن الغلاف البذري: نطلق عليه السكون الغلافي وهذا يعني البذرة بأكملها وليس الجنين فقط ويمكن أن يسبب الغلاف السكون بعدة حالات:

- عدم نفاذية الغلاف للماء-عدم نفاذية الغلاف للأكسجين - المقاومة الآلية للغلاف البذري-وجود المثبطات الكيماوية.

2-2- السكون الجنيني: هو عدم قدرة الجنين على الإنبات كما هو الحال في العائلة الوردية (Rosaceae) كما توجد هذه الحالة عند أنواع نباتية أخرى يمكن أن يكون الجنين ساكناً عند حصاد البذرة بدون أن يكون قد تعرض لأي معاملة خاصة ويدعى "بالسكون الأولي" وهناك حالات أخرى يكون الجنين قادراً على الإنبات لكنه يفقد هذه القدرة تحت تأثير عوامل عديدة ويسمى "سكون ثانوي".

2-3- الأجنة الغير بالغة فيزيولوجياً: تكون الأجنة غير مكتملة النمو عند نضج البذور في بعض الأنواع النباتية لكنها لا تستطيع الإنبات حتى لو توفرت لها الظروف البيئية المناسبة بسبب الحالة الفيزيولوجية للجنين، وحتى لو أزيلت أغلفتها البذرية.

الطرق المتبعة لكسر طور السكون:

- كسر طور السكون الناتج عن الأغلفة البذرية:

1- غسل البذور بالماء لمدة طويلة لإزالة المواد المثبطة القابلة للذوبان بالماء.

2- المعاملة الكيميائية أو الآلية بكسر أو تخديش أو تجريح الأغلفة البذرية أو غمسها بحمض الكبريت أو المذيبات العضوية (كحول –أسيتون) أو الماء المغلي.

3- التخزين بمكان جاف فترة طويلة.

4- المعاملة بالتناوب بين وسط رطب وجاف

5- التخرين في وسط بارد ورطب أي تنضيد البذور.

- كسر طور السكون الناتج عن السكون الجنيني:

1- التنضيد: تخزين البذور في جو رطب وبارد لفترة من الزمن تختلف باختلاف الأنواع حيث توضع بالتناوب مع طبقات رمل في صناديق خاصة توضع في غرفة مبردة (3-5مْ) لفترة من الزمن حسب الأنواع قد تصل إلى السنة أو السنتين كما في الورد.

2- المعاملة بالحرارة المرتفعة: وضع البذور في وسط رطب وحار (30-35)مْ .

3- نقص الأكسجين: وضع البذور في وسط رطب مليء بغاز الأزوت النقي وخالي من الأكسجين تماماً لا يتطلب رفع السكون البرودة ويكفي أسبوع على درجة حرارة 20 مْ لتحقيق ذلك.

4- المعاملة بمنشطات الإنبات وبعض المركبات المزيلة للسكون (جبريلين- ايتيلين – نترات البوتاسيوم....).

دراسة العوامل المؤثرة على الإنبات

تجربة رقم (1)- توضيح أهمية درجة الحرارة للإنبات:

- نحضر 18 طبق بتري معقم، يحتوي كل منها على قطعة قطن مبللة بالماء المقطر.
- نضع في كل طبق بتري /10/ حبوب معقمة من القمح.
- نضع كل ثلاث أطباق بترية تحت تأثير درجات الحرارة التالية: 0-10-15-25-35-40 مْ لمدة أسبوع مع تبليل القطن بصورة دائمة.
- نسجل النسبة المئوية للإنبات عند كل درجة حرارة كمتوسط للأطباق الثلاثة مع ملاحظة درجة الحرارة المثلى للإنبات.

• المشاهدة والاستنتاج:

لدرجة الحرارة تأثير بالغ الأثر على العديد من العمليات الفسيولوجية المختلفة أثناء عملية الإنبات مثل التنفس وامتصاص الماء ونشاط الإنزيمات وكلها تؤثر على الإنبات ولا يمكن تحديد درجة حرارة مثلى بصفة عامة، إذ تختلف هذه الدرجة باختلاف نوع البذرة.

ولكل نوع من البذور درجة حرارة مثلى خاصة به يكون عندها أعلى معدل للإنبات ودرجة حرارة صغرى يكون عندها أقل معدل للإنبات ودرجة حرارة قصوى يقل عندها الإنبات ثم يتوقف بعدها، ويتطلب الإنبات حرارة أقل من النمو .

تجربة رقم (2)- توضيح أهمية الأكسجين للإنبات:

- نضع كمية من بذور الفول (عدس- حمص- قمح ...) في كأس مملوء بالماء لمدة أسبوع.
- نضع نفس الكمية من البذور في طبق بتري به قطعة مبللة بالماء، مع إضافة الماء بكميات بسيطة كلما احتاج الأمر لمدة أسبوع. دون مشاهدتك.
- نضع نفس الكمية من البذور في كأس مملوء بالماء المغلي.

• المشاهدة:

الإنبات يحدث بنسبة بسيطة في الكأس المملوء بالماء ويرجع ذلك لنقص الأكسجين به بينما لا يحدث إنبات للبذور مطلقاً في الكأس الذي يحتوي على الماء المغلي وذلك لأن غليان الماء يؤدي إلى طرد الأكسجين الموجود به، أما البذور الموجودة بطبق البتري تنبت بصورة جيدة نظراً لتوافر الأكسجين وجميع العوامل اللازمة للإنبات.

• الاستنتاج:

الإنبات عملية تحتاج إلى طاقة كبيرة وهذه الطاقة يحتاجها الجنين لبناء الأنسجة الجديدة من جذير وريشة ويحصل الجنين على هذه الطاقة من عملية التنفس الهوائي، لذلك الأكسجين ضروري للإنبات، لإنتاج الطاقة اللازمة لكل العمليات الحيوية المختلفة، وتستعمل البذور المنبته الأكسجين الذي يصلها في حالة ذائبة في ماء الابتلال، وتنبت عادة البذرة في وسط فقير بالأكسجين (2-5%)، واذا انخفضت هذه النسبة أو انعدمت فإنها لا تنبت وهذا ما يفسر عدم إنبات البذور إذا غمرت في ماء خالي من الأكسجين أو زرعت على عمق كبير من التربة، في حين تفضل بعض البذور محتوى أقل من الأكسجين كما هو الحال في النباتات التي تنبت في المستنقعات كالرز.

تجربة رقم (3)- توضيح أهمية الماء للإنبات:

- نزرع بذور فول (عدس- حمص- قمح ...) في أصيصين.

- نروي أحد الأصيصين بعد الزراعة مباشرة ونترك الأخر دون ري.

- نضع الأصيصين في ظروف ملائمة للإنبات ونتركها مدة أسبوع وندون مشاهداتنا.

• المشاهدة:

الإنبات يحدث فقط في الأصيص الذي روي بالماء أما الآخر الذي ترك بدون ري لا يحدث به الإنبات.

• الاستنتاج:

الماء من العوامل البيئية الضرورية جداً لعملية الإنبات، نظراً لأن توافر الماء يحول البروتوبلازم من الحالة الغروية شبه الصلبة إلى الغروية السائلة وبوجوده أيضاً تزداد سرعة التنفس وتتوافر الطاقة اللازمة لكل العمليات

الحيوية المختلفة في النبات، ويلازم ذلك ازدياد في نشاط الأنزيمات التي تحول المواد المعقدة المدخرة في البذور إلى مواد بسيطة يسهل امتصاصها والاستفادة منها في جميع العمليات الحيوية التي تؤدي إلى النمو.

يكون امتصاص الماء سريعاً في الساعات الأولى ثم يصبح أكثر بطئاً، يدخل الماء إلى أغلفة البذرة بالخاصية الشعرية، وتكون زيادته مضرة بالإنبات لهذا لا تنبت بعض البذور عند غمرها بالماء لحرمان الجنين من الأكسجين.

تجربة رقم (4)- توضيح أهمية الضوء للإنبات:

-اختر بعضاً من بذور الفول وبذور الحبة السوداء قسم كل نوع إلى قسمين متساويين.

- ازرع كل من قسم من البذور على حدة في طبق بتري.

- عرض أحد القسمين من البذور للضوء لمدة ساعتين واترك الآخر في الظلام.

- دون نسبة الإنبات لديك في كل طبق بتري وقارن بينهما.

- المشاهدة:

بذور الفول تنبت في كلا القسمين الضوء والظلام، أما بذور الحبة السوداء وخاصة القسم الذي في الظلام هو الذي ينبت فقط.

- الاستنتاج:

يختلف تأثير الضوء على الإنبات اختلافاً كبيراً وتختلف أيضا البذور في استجابتها للضوء حيث تقسم البذور إلى بذور لا تتأثر بالضوء كالقطن والفول حيث يمكنها الانبات في الضوء والظلام على حد سواء، وبذور حساسة للظلام أي لا تنبت إلا في الظلام أي في غياب الضوء مثل بذور البصل، وبذور حساسة للضوء أي أنها تحتاج للضوء في إنباتها مثل بذور الخس والتبغ.

آلية تأثير الضوء:

إن إنبات البذور مهما تكن حساسيتها الضوئية يقع تحت تأثير الفيتوكروم وهو عبارة عن كرومو بروتين يضم مجموعة كيماوية ممتصة للضوء أو كروموفور وبروتين، يتوضع عند النباتات في المناطق الميرستيمية ومناطق النمو الفعال، ويكون موجوداً في السوق أكثر من الجذور.

يتطلب إنبات البذور وجود هذه الصبغة بشكل فعال (P730) ويتطلب التحول الضوئي للفيتوكروم غير الفعال (P660) إلى الفيتوكروم الفعال (P730) طاقة أقل ب 3-4 مرات من التحول العكسي، لذلك نجد في الضوء الأبيض يسيطر تأثير الأشعة الحمراء الفاتحة.

- البذور ذات الحساسية الموجبة للضوء: يجب تعريض هذه البذور للضوء الأبيض أو الأحمر الفاتح لفترة من الزمن تطول أو تقصر لزيادة نسبة الفيتوكروم الفعال.

- البذور عديمة الحساسية للضوء: يكون الفيتوكروم موجوداً مسبقاً بكمية كبيرة بالشكل (P730) في البذور الجافة عند نضجها حيث يتصنع أثناء نضج البذور على النبات ويبقى بهذا الشكل بعد التجفيف لذلك لايكون الضوء ضرورياً للإنبات، ومن ناحية أخرى لايكون مؤذياً.

- البذور ذات الحساسية السلبية للضوء: تملك هذه البذور الفيتوكروم الفعال قبل أي إضاءة مما يسمح لها بالإنبات في الظلام لكن الأشعة الحمراء بطول موجة (700-720) نانومتر تسبب الاختفاء السريع للفيتوكروم الفعال (P730) وتصبح بهه الطريقة مسؤولة عن تثبيط الإنبات بواسطة الضوء الأبيض.

{ نهاية الجلسة }