הזרע ותנאי הנביטה

# **البذرة وشروط الانبات**

עריכה: מימונה ג'בארין

1. **بذره وثمره :**

بعد الإخصاب في النبات، تنمو البذرة جنباً إلى جنب مع تطور الثمرة. تتطور الثمرة من أجزاء المبيض التي تحيط بالبويضة بينما تتطور البذرة من البويضة.

البذرة الناضجة جافة (تحتوي على القليل جداً من الماء) وجميع أجزائها في حالة استراحة حتى يتم الوصول إلى ظروف مناسبة للإنبات ("الراحة" = نشاط أيضي منخفض جداً).

1. **وظيفة البذرة:**

البذرة هي وسيلة لتعدد أنواع النباتات وانتشارها. البذرة لديها مقاومه للظروف البيئية المتطرفة ويسمح بالتالي للنوع بالبقاء على قيد الحياة خلال الفترات الصعبة (مثل الجفاف ودرجات الحرارة غير المناسبة وعدم توفر كميات ضوء مناسبه لبقاء النبات).

**ج. مبنى البذرة** :

تتكون البذرة من ثلاثة أجزاء: الجنين، نسيج خازن للغذاء والقشرة.

1. الجنين - يتكون من جذير، سويق, تحت الفلقة תת פסיגים، فلقات. عندما تكون الظروف مناسبه للإنبات يتطور الجنين الى برعم. ومن البرعم يتطور النبتة حديثة العهد. في عملية الإنبات، ينمو الجذير إلى أسفل في الوسط الغذائي , ويعمل كجذر أساسي للإنبات. وبعد ذلك يتطور منه جذر النبتة. السويق وتحت الفلقة – تنمو الى اعلى ومنهم يتطور الساق واوراق النبتة. الفلقات تعمل كأعضاء خازنه لمواد خزن والتي تزود الطاقة ومركبات الكربون للبرعم.
2. نسيج خازن للغذاء – موجود في فلقات الجنين (في نباتات ثنائية الفلقة) او في نسيج الاندوسبيرم التي تحيط بالجنين (في أحادية الفلقة, مثل بذور الذرة) تحتوي على مواد خزن – نشا , بروتينات ودهنيات. تكمن اهميتها بكونها مصدر للطاقة ومركبات الكربون المطلوبة للبرعم الذي يتطور حتى انتاج الاوراق الخضراء التي تقوم بعملية البناء الضوئي.
3. القشرة - طبقة صلبة من الخلايا الميتة المغطاة بطبقة كوتيكولا من الخارج. تتمثل مهمتها في حماية أجزاء البذرة الداخلية من الجفاف , الأضرار الميكانيكيه ودخول ومسببات الأمراض. غالباً يوجد لقشرة البذرة مبنى ملائم لطريقة نشر البذور مثل:

* قشرة سميكة وغير نفاذه من الخارج ولكنها تتميز بمبنى إسفنجي ومُهواة من الداخل - في البذور التي يتم نشرها بواسطة الماء
* قشره مع أغشية أو زوائد للبذور التي يتم نشرها بواسطة الرياح.
* قشره صلبه وشائكه في البذور التي يتم نشرها بواسطة الحيوانات (بواسطة التصاقها بفرو الحيوانات).
* افضليه بالتغذية للكائنات الحية التي تنشر البذور: قشره عصيريه في البذور التي تؤكلها الطيور مثل بذور الرمان , قشرة تحتوي على نتوء مع نسيج دهني والتي تؤكل بواسطة النمل الذي ينشر البذور بهذه الطريقة.

**مبنى بذرة الذرة:**

تم دمج قشرة البذرة وقشرة الثمرة مع بعضهما ومن الصعب الفصل بينهما (تسمى هذه الثمار –גרגר). يحتل الاندوسبيرم معظم حجم البذرة ويكون الجنين صغيرًا للغاية مقارنة بالاندوسبيرم الذي يحيط به.تحتوي الطبقة الخارجية من الاندوسبيرم على بروتينات. وتلعب طبقة البروتين دورًا مهمًا في إنبات الذرة - حيث تنتج فيها وتُفرَز منها إنزيمات التي تحلل مواد الخزن الموجودة في الاندوسبيرم.

فلقة الجنين دقيقة جدا، لأنها لا تستخدم كعضو تخزين , فهو يحد الاندوسبيرم وأثناء الإنبات فإنه يمتص وينقل إلى أجزاء الجنين المواد الغذائية التي تم الحصول عليها من تحلل مواد خزن الاندوسبيرم.

**د. عملية الإنبات:**

الإنبات هي سلسلة من الأحداث التي تؤدي إلى كسر السبات لدى الجنين في البذرة. تبدأ العملية بدخول الماء للبذرة وتنتهي بإنتاج الورقة الأولى أو الأوراق الخضراء الاولى في البرعم.

بذره

اخصاب انبات

نبته بالغه

برعم

ازهار اوراق خضراء

نبته حديثة العهد

الشكل: مراحل تطور البذرة إلى نبات بالغ

**ه. الشروط اللازمة للإنبات:**

الإنبات هي واحدة من المراحل الحاسمة في دورة حياة النبات. المكان والزمان اللّذان بهما تتم عملية الإنبات سيحددان فرص نجاح عملية إنبات النبتة لإكمال دورة حياتها.

الشروط اللازمة للبذور لكي تنمو وتتطور:

1. يجب أن تكون البذرة حيوية. البذرة الحيوية هي بذرة يكون فيها الجنين حياً ولديه قدرة على الإنبات في ظروف مناسبة. يتعلق طول الفترة الزمنية التي يتم فيها الحفاظ على حيوية البذرة بنوع البذرة (العوامل الوراثية الداخلية) وبظروف البيئة والتخزين (العوامل الخارجية).
2. يجب أن تكون البذرة تحت ظروف خارجية مناسبة للإنبات. هناك دمج بين مجموعه من العوامل الخارجية التي تؤثر على إنبات البذور المختلفة.

***العوامل الخارجية التي تؤثر على الإنبات:***

1. **الماء -** في البذور الجافة، على الرغم من احتوائها على الإنزيمات، يكون مستوى الأيض منخفضًا جدًا. أحد مقاييس الأيض هو وتيرة التنفس , وفي البذور الجافة وتيرة التنفس منخفضًا جدًا. التفسير لعملية الأيض المنخفضة - نقص المياه، الأنزيمات غير نشطة (فقط عندما تكون ذائبه في الماء فإنها تحظى بالمبنى الفراغي المطلوب لنشاطها).

عندما تمتص البذرة الماء، يحدث عدد من العمليات - البعض فيزيائية والبعض الاخر كيميائية:

أ- انتفاخ: الماء يتسبب في انتفاخ البذرة. الانتفاخ هي عملية فيزيائية يزيد فيها حجم البذرة نتيجة ذوبان مركبات بروتينيه في نسيج التخزين. في معظم البذور، خلال عملية الانتفاخ يتكون ضغط داخلي داخل البذرة، والذي يمزق قشرة البذرة. يسمح موقع التمزق بإدخال مياه إضافية ضرورية لإنباتها، ومن ثم تنبثق من خلال البذرة اجزاء البرعم النامي (جذير , נצרון ).

هنالك انواع بذور قشورها صلبه وغير نفاذه، ونقعها في الماء ليس شرطًا كافيًا للإنبات. على مثل هذه الأنواع اقرأ في بند: "البذور في سبات وآليات الإنبات التدريجي للبذور".

ب- تنشيط إنزيمات وهورمونات في الجنين: الماء الذي يدخل لخلايا الجنين ينشط إنزيمات غير نشطة مثل إنزيمات التنفس الخلوي والإنزيمات اللازمة لبناء هورمونات. هذه الهرمونات تنتقل إلى طبقة البروتينات في الاندوسبيرم.

ج. تحليل مواد الخزن لوحدات بنائها الأساسية التي تذوب في الماء: كرد فعل للهورمونات، تنشط بطبقة البروتينات في الاندوسبيرم او الفلقات، إنزيمات تحلل مواد الخزن إلى وحدات بنائها الأساسية قابلة للذوبان في الماء. على سبيل المثال انزيم الاميلاز يحلل النشا (لا يذوب في الماء) إلى جلوكوز (يذوب في الماء).

د. تنتقل نواتج التحليل بالانتشار إلى الجنين وتغذي البرعم النامي.

ز. في بعض أنواع النباتات تحتوي البذور على مواد معيقه للإنبات. المياه الداخلة للبذور ضرورية لغسل البذرة من المعيقات.

2**. الغازات** - خاصة الأكسجين للتنفس الخلوي.

تتطلب عملية الإنبات الطاقة والتي تتعلق بتزويد منتظم للأكسجين للبرعم النامي (باستثناء - البذور التي تنبت في المستنقعات والتي تنتج ATP في عملية التنفس اللاهوائي – خاصة في عملية التخمر، مثل بذور الأرز التي تنبت عندما تغمرها المياه وتحتاج إلى كمية أقل من الأكسجين الموجود في الجو. هذه الظاهرة تدل على ملائمة مثل هذه البذور لبيت تنميه فقير بالأكسجين). تزداد وتيرة عملية التنفس واستيعاب الأوكسجين في البذرة مع عملية الانتفاخ.

في المراحل المبكرة من الإنبات يقوم الجنين باستيعاب الاكسجين المذاب بالماء الداخل للبذرة. مع استمرار نمو البرعم، اجزاء البرعم الفوق ارضيه (ساق الذي تطور من السويق) تستوعب الأكسجين من الهواء، وأجزاء البرعم تحت الأرضية (جذر أولي المتطور من الجذير) تستوعب من الوسط أكسجين مذاب في الماء.

كمية الأكسجين الذائبة في الماء أقل بثلاث مرات من كمية الأوكسجين الموجودة بالهواء، لذلك فإن نقع البذور في الماء، أكثر من الوقت اللازم لإنتفاخها، يؤدي الى ظروف نقص الأكسجين ويحدث خلل في عملية الإنبات. وايضاً في ظروف تهوئة غير جيدة، فإن كمية الأكسجين في الماء لا تكفي للتطور الطبيعي للجذير.

3.درجة الحرارة.

كما هو مذكور، فإن البذور الجافة مقاومة لدرجات الحرارة المتطرفة، ولكن درجات الحرارة هذه ليست مناسبة للإنبات. لكل نوع بذور هنالك نطاق درجات حرارة مثاليه للإنبات (درجة الحرارة المثلى تتضمن نسبة الانبات والمدة الزمنية الازمه للإنبات: هذه هي درجة الحرارة التي ينبت فيها أكبر عدد من البذور في أقصر وقت ممكن).

في المناطق الباردة، يكون مجال درجات الحرارة اللازمة للإنبات أقل منه بالنسبة للبذور التي تنبت في المناطق الحارة. وينطبق الشيء نفسه على النباتات التي تنبت خلال مواسم مختلفة من السنة.

التفسير للفرق في درجات الحرارة المثالية بين أنواع النباتات المختلفة: في عملية الإنبات تشترك إنزيمات مختلفة وكل إنزيم لديه درجة الحرارة المثلى لنشاطه. الإنزيمات المشتركه في العملية تختلف عن بعضها في الأنواع المختلفة (يتم التعبير عنها بواسطة الجينات) وتختلف على نطاق واسع بين النباتات التي تنبت في بيئة / موسم الحار وبين النباتات التي تنبت في بيئة / موسم البرد.

4**.ضوء**

على عكس كمية الماء، كمية الأكسجين ودرجة الحرارة - كمية الضوء لا تؤثر على إنبات بذور جميع أنواع النباتات. بعض أنواع النباتات لا يؤثر الضوء بتاتا على انباتها، وبعض أنواع النباتات الضوء يعيق إنباتها، وهناك أنواع نباتات لا تنبت إلّا بوجود الضوء (في هذه النباتات، يحفز الضوء عملية الإنبات وبدون ضوء، لا تنبت).

في النباتات التي تنبت في الضوء، تختلف كمية ونوع الضوء المطلوب بين الانواع المختلفة. معظم البذور الجافة لهذه النباتات لا تستجيب للضوء بينما تبدأ الاستجابة للضوء عندما تبدأ البذور بالانتفاخ.

يفترضون أن الحاجة للضوء في عملية الإنبات في هذه النباتات تحدد الموقع المفضل للبذور في التربة وتضمن أن البذور سوف تنبت فقط إذا كانت في أماكن مناسبة لنموها - على سطح الأرض , بالقرب أو في التربة او في عمق التربة. هنالك حاجة للإنبات بالضوء في البذور الصغيرة والنباتات المائية التي تنمو على حافة المجمعات المائية.

في البذور الصغيرة، كمية مواد الخزن قليله , الامر الذي يبقي البرعم النامي على قيد الحياة لفتره زمنيه قصيره. إذا كانت هذه البذور ستنمو عميقاً في التربة فإنها لن تصل إلى سطح التربه ولن تؤدي عملية البناء الضوئي قبل أن ينفد مخزونها الغذائي!

النباتات التي تنمو في المجمعات المائية وعلى الضفاف – يصل الضوء إلى قاع المجمعات فقط في المناطق التي تكون فيها المياه ضحلة. لذا فإن بذور هذه النباتات تنبت فقط إذا كانت موجودة على ضفاف المجمعات المائية، حيث تكون المياه ضحلة، كما انها لا تنبت عند وجودها في المياه العميقة.

*اعاقة الإنبات بواسطة الضوء موجود في بذور كبيرة وفي بذور انواع نباتات تنمو في الرمال.*

تحتوي البذور الكبيرة على مخزون غذائي كبير ولذلك فان لها افضليه على بذور أخرى في أنها يمكن أن تنبت في أعماق التربة. إذا نبتت بالقرب من سطح التربة، حيث يتم اختراق الضوء - فإنها تتنافس مع البذور الصغيرة على الماء والمعادن.

في بيت تنميه رملي حيث التربة غير مستقرة – الرمال في حركه دائمة لأن الرياح تؤدي الى حركة حبيبات الرمل. تتعرض انواع بذور النباتات التي تنمو في الرمال لخطر الانكشاف. في مثل هذا الموطن، اعاقة الإنبات بواسطة الضوء تضمن أن البذور سوف تنبت عميقاً في الرمال ولن تكون معرضه للأخطار البيئية المحيطة على سطح الأرض - الجفاف ,الرياح والإشعاع القوي , وستكون هذه البذور قادرة على تطوير شبكة جذور عميقه بسرعة والتي تقوم بتثبيت النباتات النامية .

*بذور بفترة السبات وآليات الإنبات التدريجي للبذور (استراتيجية النبات لإبعاد المخاطر في عملية الانبات والتي تضمن بقاء الأنواع)*

البذور التي لا يتم توفير الشروط اللازمة لإنباتها (الماء , الأكسجين , درجة الحرارة والضوء) يكون في حالة راحة.

ومع ذلك، ففي العديد من أنواع النباتات، لا تنبت البذور حتى في الظروف البيئية المثلى للإنبات. البذور التي لا تنبت في ظل الظروف البيئية المثلى هي موجودة في حالة سبات.

تعود حالة السبات الى عوامل داخلية تكمن في البذرة وهي عوامل نموذجيه بشكل أساسي لبذور النباتات البرية. نباتات الزينة لا تدخل في فترة سبات. تشير هذه الظاهرة إلى أن الإنسان قد اختار الأنواع والأصناف التي تنبت بسهولة وفي أي وقت يرونه مناسبًا.

الأسباب المؤدية لسبات البذور هي (أحدهم أو دمج بينهم):

1. قشرة البذرة غير نفاذه للماء

2. قشرة البذرة غير نفاذه للغازات (خاصة الأكسجين)

3. قشرة البذرة نفاذه للماء والغازات ولكن لديها صلابة كبيرة، مما يمنع الانتفاخ وخروج الجنين.

4. الجنين الذي ينهي نموه بعد نشر البذور.

5. معيقات النمو الموجودة في اجزاء البذرة او في الثمرة.

6. الحاجة لفترات البرد.

7. الحاجة لفترة جفاف.

في عالم النبات هنالك مجموعه كبيره ومتنوعة من الشروط اللازمة للإنبات. يمكن الافتراض أنه على الأقل بالنسبة لبعض هذه الشروط، اللذين هم بمثابة آليات التي توجه إنبات البذرة للمكان وللموسم اللذان فيهما تكون احتمالات افضل للبرعم وللنبات الناضج النمو والصمود بالمنافسة مع النباتات الأخرى.

تشير آليات توجيه الانبات التي تنتشر في العديد من أنواع النباتات إلى أن هذه الآليات تتمتع بميزة تطورية - فهي تزيد من فرص بقاء الأنواع.

قشور البذور الغير نفاذه للماء أو للغازات , تمنع في نفس الوقت إنبات جميع البذور التي تم إنتاجها في موسم معين. مع مرور الزمن، تحدث اصابه في قشور البذور ويحصل إنبات تدريجي للبذور.

الإنبات التدريجي ذو أهمية كبيرة في ضمان بقاء الأنواع. وبما ان البراعم أكثر حساسية من النبات الناضج، فإن التغيرات المؤقتة في شروط البيئة قد تؤدي الى موت البذور التي نبتت . إذا كانت جميع بذور نوع معين تنبت معًا في نفس الوقت، فهناك قلق من التغيرات في الظروف البيئية والتي قد تؤثر على جميعهم بشكل سلبي وعندها لن يكون هناك استمرار لهذه الأنواع بعد موتها. إذا لم تنبت سوى بعض البذور، فإن بعض البراعم فقط سوف تموت، ولكن لاحقًا في الموسم المناسب، أو في السنوات التالية سوف تنبت البذور المتبقية وستستمر الأنواع في البقاء.

توفر الآليات التي تمكِّن من الإنبات التدريجي للبذور تمنح افضليه في بقاء الأنواع. في بعض الأنواع في نفس النبات، يتم انتاج عدد معين من أنواع التي تختلف عن بعضها في سمك القشرة ونفاذيتها للماء. سوف تنبت البذور ذات القشرة الدقيقة أولاً (في البيئة وتحت الظروف المناسبة) بينما البذور ذوات القشرة السميكة سوف تنبت خلال عدة سنوات.

معيقات الإنبات الموجودة في الثمار تضمن أن البذور لن تنبت في مكان واحد، الا اذا تم توزيعها على نطاق واسع. وبذلك سوف يتم تجنب التنافس داخل الجنس على الموارد مثل الضوء , الماء , المعادن وغيرها.

**أمثلة:**

1. في بذور النباتات التي تنتمي إلى عائلة الفولاوات (הפרפרניים) تتواجد قشرة البذور غير نفاذه للماء. تتكون القشرة من مادة كثيفة جدا وصلبة ومغطاة بطبقة شمعيه كارهه للماء. يمكن كسر هذا النوع من السبات بواسطة جرح القشرة او ازالتها.

في الطبيعة، يتم جرح القشرة بواسطة الفطريات والبكتيريا، أو عندما تمر البذور من خلال الجهاز الهضمي للكائنات الحية، أو في اعقاب التغيرات الحادة في درجات الحرارة مثل الحرائق.

1. في بذور القطيفة (ירבוז) والنباتات التي تنمو في بيوت تنميه مائية يمكن أن تكون البذور موجودة في فترة سبات لعشرات السنين دون أن تنبت لأن قشرة البذور غير نفاذه للماء. يتم كسر هذا السبات عن طريق جرح القشرة او ازالتها.
2. وجود مواد معيقه للإنبات داخل البذرة
3. عندما تذوب معيقات الانبات في الماء - فإن غسلها بالماء سيزيلها من البيئة المحيطة بالبذور لتتمكن من الإنبات. هنالك حاجه لكمية معينة من الماء كحد أدنى لغسل المواد المعيقة. في الطبيعة، تتم عملية الغسل بواسطة المياه الامطار، لذلك تستعمل المواد المعيقة كوسيلة لقياس كمية الأمطار وضمان أن البذور سوف تنبت فقط بعد هطول كمية رواسب التي تمكن من إنبات ناجح.
4. عندما لا تذوب معيقات الانبات في الماء وتحتاج للتحلل إلى نواتج غير معيقه - هناك أنواع تؤدي بها درجات الحرارة العالية الى تحليل المعيقات. في هذه الأنواع، يؤدي الحريق الذي يرفع درجة حرارة البيئة المحيطة إلى تحليل المعيقات. لذلك في المناطق التي تعرضت للحريق يمكن مشاهدة إنبات متزايد لهذه الانواع بعد هطول الامطار.
5. أجنة البذور التي تحتوي على ماده معيقه للإنبات والتي تتحلل فقط بعد نضوج البذرة. على سبيل المثال، تحتوي بذور اللوز والتفاح على مادة سامة (حامض السيانيك) الذي يعيق عملية التنفس الخلوي، ويمكن التخلص من هذه المادة فقط بعد تحليل الاندوسبيرم . وعادة يمكن تحليل الاندوسبيرم في الجهاز الهضمي لدى الحيوانات.
6. وجود مواد التي ترفع الضغط الاسموزي في الثمره أو وجود معيقات الانبات في الثمرة.
7. اعاقة إنبات البذور في الثمرة من خلال وجود الأملاح / السكريات بتراكيز عالية - كمية قليله من الرواسب تؤدي الى محلول مركز خارج البذور والتي تمنع استيعاب الماء الى البذور، وبذلك يتم اعاقة إنبات البذور داخل الثمرة. فقط في حالة فصل البذور عن الثمرة أو كمية كبيرة من الرواسب سيكون الإنبات ممكنا.
8. اعاقة الإنبات بواسطة مواد معيقة الإنبات بغلاف الثمرة – تبدأ عملية الانبات فقط بعد تعفن الثمرة (تتحلل المواد المعيقة بواسطة البكتيريا والفطريات التي تتغذى على الثمار وتؤدي الى تعفنها) أو بعد ان تتغذى الحيوانات على الثمار.
9. الحاجة لفترات برد. في الطبيعة توجد أنواع نباتات لا تنبت بذورها إلا بعد أن تمر بمرحلة باردة (درجات حرارة منخفضة ورطوبة عالية). تنضج هذه البذور خلال فصلي الصيف والخريف، تتخطى فصل الشتاء وتنبت في فصل الربيع.
10. الحاجة للجفاف. في بعض أنواع النباتات، مثل الذرة، تكون نسبة الإنبات مرتفعة فقط بعد تجفيف البذور. (بعد نضوج البذور مباشرة، لا يوجد إنبات إلاّ بعد فترة التخزين التي يحدث فيها انخفاض في محتوى الماء من الحبوب).