

ب من بذرة إلى بادرة: عملية الإنبات

مقدمة

البذور هي حلقة الوصل بين جيل معين وبين الجيل القادم. يحتوي جنين البذرة على المعلومات الوراثية التي تنتقل من جيل إلى آخر. تتطور نبتة جديدة بعد إنبات البذرة في ظروف مناسبة.

يُجد البذور في النباتات الراقية التي نفسمها عادةً إلى مجموعتين بحسب طريقة إنتاج البذور: عاريات البذور - نباتات لا تتطور بذورها داخل ثمار، **وكاسيات البذور** - نباتات تتطور بذورها داخل ثمار (انظروا الرسمة أ - 3، في صفحة 6). في هذا الكتاب، سوف نركز على كاسيات البذور، لأن معظم النباتات التي يستخدمها الإنسان كغذاء ويستغلها لاحتياجات أخرى تنتمي إلى هذه المجموعة.

توسع: النشوء والارتقاء



نباتات البذور الأولى التي ظهرت على سطح الكرة الأرضية قبل حوالي 350 مليون سنة (قبل ظهور الديناصورات بكثير) هي عاريات البذور. تطورت نباتات كاسيات البذور بعد أن تطورت نباتات عاريات البذور. عندما نبحث تنوع أنواع النباتات المعروفة في عالمنا اليوم، نجد أقل من 1,000 نوع من النباتات عاريات البذور وحوالي 260,000 نوع من النباتات كاسيات البذور. من المهم أن نذكر أن النباتات عاريات البذور، مثل: الأشجار الإبرية (السرو، الصنوبر) تغطي مساحات كبيرة وتُستغل كمصدر للأخشاب ولصناعة الأوراق.

ب.1 مبنى البذرة

كل نوع من النباتات يوجد له بذور مميّزة، ويمكن أن نلاحظ فروق بين البذور في الكبر، الشكل واللون. لكن فروق أخرى في مكونات مواد البذرة لا نراها بالعين المجردة. جميع البذور مكونة من ثلاثة أقسام أساسية:

- **الجنين** الذي يتطور في شروط مناسبة إلى نبات، وهذا النبات هو بداية جيل جديد.
- **مواد تخزين** - كربوهيدرات، دهنيات وبروتينات. لكي تُغذي البادرة والنبات الحديث السن في بداية طريقه. يتم حفظ مواد التخزين في فلقات، أو في نسيج خاص - **اندوسبيرم**.
- **قشرة** تحمي الجنين من ضربات وأضرار، مثل: الضرر الذي قد ينجم من احتكاك البذرة مع التربة، دخول مسببات أمراض، كما تحمي القشرة البذرة من الحيوانات التي تأكلها.

نشاط ب - 1: مشاهدة بذور

قارنوا بين صفات بذور مختلفة (مثل: فستق، افوكادو، قمح، مشمش، ماجا، بندورة، فلفل، بطاطا، برتقال) بحسب الصفات الآتية: كبر، صفات القشرة وكبر الجنين.

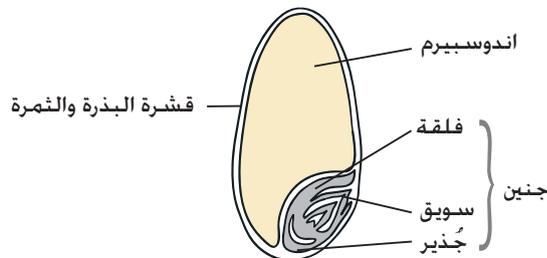


ب.1.1 الجنين

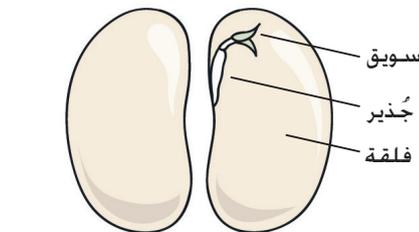
الجنين هو ناتج عملية الاخصاب التي تمت في الزهرة وهو يحمل في خلاياه المعلومات الوراثية التي مصدرها من "الوالدين". هو عبارة عن نبات صغير يتطور في المستقبل بعد الإنبات إلى نبات بالغ. الجنين يشمل **جذير**، **سويق** و**فلقة** واحدة، أو اثنتين، أو أكثر (وهذا متعلق بنوع النبات). يتطور الجذير إلى شبكة جذور ويتطور السويق إلى جذوع وأوراق. تحتوي الفلقات على **مواد تخزين**، ومع تقدم عملية الإنبات تصبح الفلقات فارغة. في بذرة الفاصولياء، على سبيل المثال، يمكن أن نرى النبات حديث السن الموجود بين الفلقتين، ويمكن تمييز أقسامه (الرسمه ب - 1): الجذير والسويق.

توسع: أحادي الفلقة وثنائي الفلقة

تنقسم نباتات كاسيات البذور إلى مجموعات بحسب عدد فلقات البذرة: أحادية الفلقة، مثل: القمح، الذرة، البصل والبصیل (الرسمه ب - 2). ثنائية الفلقات، مثل: الفاصولياء (الرسمه ب - 1)، الفستق والبازيلاء. يوجد نباتات بذورها متعددة الفلقات كالصنوبر الذي ينتمي إلى عاريات البذور.



الرسمه ب - 2: مقطع لبذرة قمح (أحادية الفلقة)



الرسمه ب - 1: بذرة فاصولياء (ثنائية الفلقة): فلقتان كبيرتان. سويق وجذير

ب1.2 مواد إدخارية

مواد التخزين - كربوهيدرات، بروتينات ودهنيات - هي مصدر مواد البناء الأساسية التي يستخدمها الجنين للنمو ولاستخراج الطاقة حتى المرحلة التي تصبح للبادرة أوراق خضراء. تتم عملية التركيب الضوئي في الأوراق الخضراء وهي التي تساعد النبات على النمو والتطور حتى يصبح بالغاً.

يتم تخزين مواد التخزين في البذرة، في نسيج خاص حول الجنين - **اندوسبيرم** - أو في فلقات. في بذور معينة، تشكل الكربوهيدرات مواد تخزين أساسية، وفي بذور أخرى يوجد دهنيات أكثر من كربوهيدرات (الرسمه ب - 3).

في بذور الفاصولياء أو الفستق، نلاحظ بوضوح الجنين والفلقات التي تحتوي على مواد التخزين التي ترافق الجنين في بداية حياته لحياة مستقلة. من السهل أن نلاحظ أن الفلقات أكبر بكثير من الجنين وهي تشكل معظم كتلة (وزن) البذرة. أثناء عملية الإنبات، تتم تغيرات كيميائية في الفلقات وهي تساعد الجنين على استغلال المواد الموجودة في الفلقات لنموه ولاستخراج الطاقة.

مواد التخزين لها قيمة غذائية كبيرة ويمكن أن نحفظها لمدة زمنية طويلة، بسبب ذلك تُستخدم البذور كمصدر غذاء مهم للإنسان وللحيوانات الأخرى.

تحتوي معظم بذور النباتات على كميات قليلة جداً من الماء، حيث تصل نسبتها إلى 10% تقريباً (للمقارنة: نسبة الماء في أنسجة النبات حوالي 80%-95%) ووتيرة النشاطات الحياتية التي تتم فيها بطيئة جداً ولا يمكن قياسها. تجف البذور في نهاية تطورها على نبتة الأم نتيجة لإنقطاع جهاز نقل الماء عن الثمرة والبذور الموجودة في داخلها. كمية الماء القليلة في البذور هي أحد الأسباب لعدم إنبات البذرة مباشرة في نهاية نضوجها، بل تنبت البذرة فقط عندما يدخل ماء إلى داخلها ويتيح حدوث نشاط بيولوجي. تشكل نسبة المياه المنخفضة أفضلية للبذور: بفضل ذلك، تستطيع أن تبقى في ظروف متطرفة، مثل: الجفاف والصقيع. وعند انتشارها في الهواء الجاف، لا يتضرر الجنين. هناك أهمية اقتصادية لجفاف البذور، لأننا في هذه الحالة، نحفظها لمدة طويلة.



غذاء من بذور: بذور ذرة منفوخة (بشار)

مجدره - أرز مع عدس وبصل

كأس واحد من العدس الأخضر

3 ملاعق زيت زيتون

رأسان من البصل المقصوص بشكل رقيق

كأسان من الأرز الكامل

ملح وفلفل أسود

4 كؤوس ونصف ماء

كمون

نقع العدس في الماء لمدة 3 ساعات. نقوم بتصفيته ونقله إلى

طنجرة. نضيف ماء حتى نغطي العدس ونغليه. نطبخ على

لهب منخفض لمدة 20 دقيقة تقريباً حتى يصبح العدس لين ثم نقوم بتصفيته.

نسخن الزيت في طنجرة ثقيلة ونقلي البصل حتى يصبح

أصفر. نضيف الأرز، الملح، الفلفل والكمون، ثم نقلبها لمدة

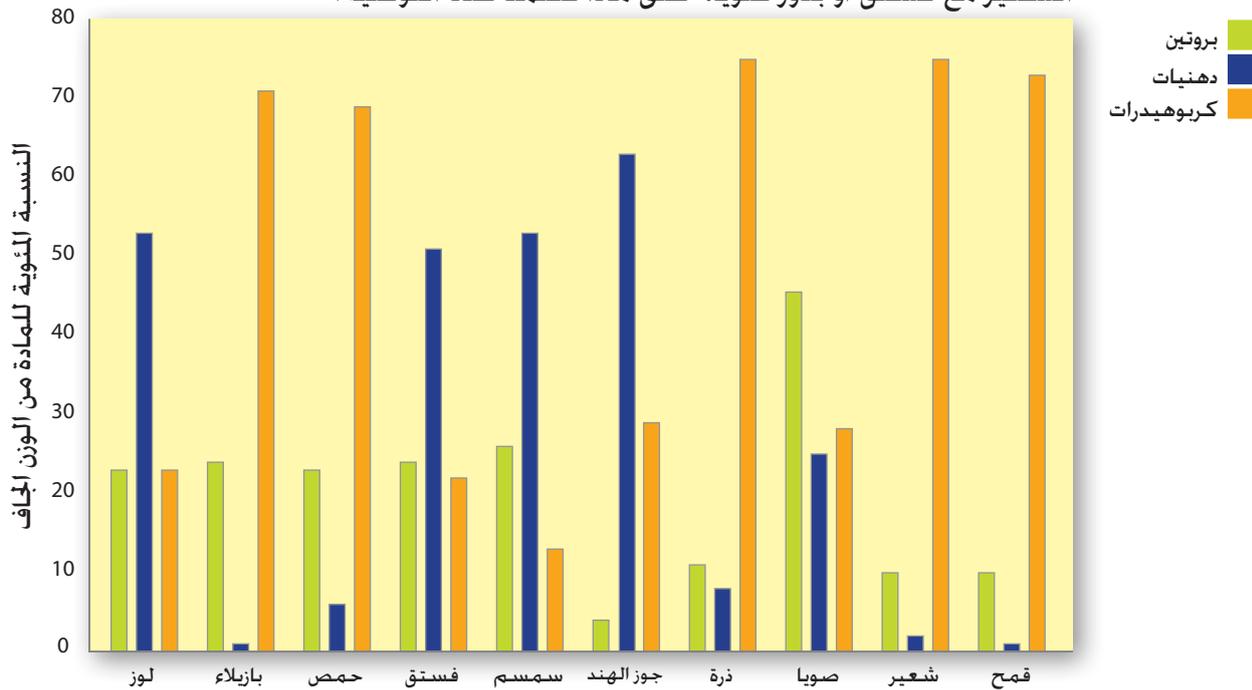
دقيقتين. نضيف العدس ونخلطه.

نضيف الماء، نغليه، نطبخ على لهب منخفض لمدة 20 دقيقة

تقريباً. نطفي اللهب، ونتركها لمدة 15 دقيقة ثم نخلطها.

??
سؤال ب - 1

- أجبوا عن الأسئلة الآتية بناءً على معطيات الرسمات ب- 3:
- أ. تمعنوا في المعطيات المعروضة في الرسمات ب- 3، ثم اذكروا، ما هو المشترك لجميع البذور؟
- ب. في أي بذور النسبة المئوية للكربوهيدرات هي الأعلى من بين جميع المواد الإذخارية الموجودة في البذرة؟
- ج. في أي بذور النسبة المئوية للبروتينات أعلى من 20%؟
- د. ما هي أهمية البذور كمادة غذائية للحيوانات والإنسان؟ عللوا.
- هـ. هناك توصية للنباتيين أن يدمجوا في تغذيتهم مواد غذائية مصدرها من بذور القمح، أو الشعير مع فستق أو بذور صويا. على ماذا تعتمد هذه التوصية؟



الرسمات ب - 3: مكونات المواد الإذخارية في بذور مختلفة

من الجدير بالمعرفة: ما هي العلاقة بين البذرة والبيضة؟



تتشابه بذرة الأفوكادو وبيضة الدجاج في الشكل والوظيفة

المواد الغذائية في البذرة هي مساهمة نبتة "الوالدين" لنسلهم في بداية حياتهم. تتشابه المواد الغذائية الموجودة في البذور مع المواد الغذائية الموجودة في بيوض الزواحف والطيور، لأن هذه المواد الغذائية نتجت أيضًا في جسم "الوالدين" ويستعملها الجيل الجديد في بداية طريقه.



ب3.1 قشرة البذرة

القشرة هي الطبقة الخارجية التي تغلف البذرة وحميها من إصابات ميكانيكية (آلية)، من مسببات أمراض ومن نشاطات كيميائية (مثلاً: عصارات الهضم في معدة الحيوانات). في معظم البذور، القشرة نفاذة للماء، لكن في البذور التي قشرتها غير نفاذة للماء و / أو الهواء، لا تتم عملية الإنبات عندما تكون البذرة كاملة.

يمكن أن تحتوي القشرة على مواد تثبط (تعيق) الإنبات. القشرة القاسية تثبط الإنبات نتيجة لمقاومتها الميكانيكية لنمو الجذير.

أحياناً يوجد وظيفة للقشرة في **انتشار البذور** في البيئة المحيطة، مثلاً: وجود شعيرات على القشرة، يساعد على نشر البذور بمساعدة الرياح (الرسم ب - 4)، كما يساعد مبنى القشرة المبنى من نسيج فلين اسفنجي وغلافها غير النفاذ للماء على نشر البذور بواسطة الماء.



الرسم ب - 4: مبنى البذور الملائم لطريقة انتشارها. اليمنى: بذور الدفلة ذات الشعيرات المناسبة لانتشار البذور بواسطة الرياح. اليسرى: بذور نبات النرجس البحري الذي بذوره مبنية من طبقة فلين اسفنجية ملائمة لنشر البذور بواسطة الماء.

ب2. عملية الإنبات

عملية الإنبات هي مرحلة مهمة جداً في دورة حياة النبات، لأن موعد الإنبات ومكانه يحددان بشكل كبير جداً احتمال تطور البادرة إلى نبتة بالغة، كما يحددان بقاؤها وقدرتها على إجاب نسل. المخزون المحدود لمواد التخزين في البذرة يلزم البادرة أن تعيش حياة مستقلة قبل أن ينتهي مخزون المواد الغذائية. خلال سنوات كثيرة من النشوء والارتقاء، تطورت في النباتات آليات مراقبة لموعد الإنبات وملاءمته لظروف البيئة المحيطة. تعتمد هذه الآليات على قدرة البذرة أن تحس بإشارات (محفزات) من البيئة المحيطة لوجود ظروف بيئية مناسبة، مثل: وجود ماء، عدد ساعات الإضاءة وجودتها ودرجة الحرارة.

نشاط ب - 2: إنبات بذور



اختاروا عدة أنواع بذور موجودة في بيتكم، مثل: قمح، فلفل، بازلاء، حمص، فاصولياء، عدس، ذرة (بُشار) وما شابه.

- حضروا لكل نوع بذور صحنًا واحدًا (صحن بلاستيك يُستعمل لمرة واحدة). غطوا الصحنون بطبقات من ورق يُستعمل للتنظيف، ثم بللوه بالماء.
- انقعوا البذور لمدة ليلة واحدة.
- بعد النقع، ضعوا 10 بذور من نفس النوع في صحن واحد. شاهدوا التجربة في كل يوم، وافحصوا ما إذا بدأت عملية الإنبات.
- بللوا الصحنون بالماء من حين إلى آخر.
- أ. سجّلوا مشاهداتكم في كل يوم.
- ب. بعد مرور أسبوع، عدّوا البذور التي نبتت واحسبوا النسبة المئوية للإنبات لكل نوع بالطريقة الآتية:

$$\frac{\text{عدد البذور التي نبتت} \times 100}{\text{عدد البذور التي زُرعت}}$$

- ج. إذا كانت نسبة الإنبات أقل من 50% أو لم تنبت البذور بتاتًا، اقترحوا فرضيتين لشرح هذه المكتشفات.
- د. حضروا جدولًا للمقارنة بين أنواع البذور المختلفة. تطرقوا إلى النسبة المئوية للإنبات، شكل البادرات وإلى متغيّرات أخرى بودكم أن تبحثوها، ثم أضيفوها إلى الجدول.

ب.2 سببات البذور

يوجد بعض البذور التي تنبت مباشرةً مع هطول المطر الأول أو بعد الري. كما يوجد بعض البذور التي تفقد قدرتها على الإنبات بعد مرور عدة أيام على نضوجها، وهناك بذور نباتات كثيرة لا تنبت مباشرةً في ظروف مناسبة للإنبات، لأنها موجودة في حالة **سبات** قد يستمر مدة زمنية طويلة. تتغيّر مدة سبات البذور وفقًا لنوع النبات وهي متعلقة بظروف البيئة المحيطة. تبقى بذور نباتات في حالة سبات عدة سنوات دون أن تفقد قدرتها على الإنبات. يتأثر السبات من مدى قدرة الماء على التغلغل عبر قشرة البذرة، من قساوتها، من وجود مواد تثبط (تعيق) عملية الإنبات من مدى قدرة الجنين على التطور. النهوض من السبات متعلق **بعوامل داخلية** و**بعوامل خارجية** (بيئية)، مثل: الضوء، الأكسجين ودرجة الحرارة المناسبة. نجد مواد تثبط البذور في ثمار معينة وهي تثبط إنبات البذور الموجودة في الثمرة ذاتها، مثلًا: في نبتة الحلبة العربية التي تنمو في الصحراء، يوجد في قشرة القرن مواد تثبط إنبات البذور. تنبت بذور هذه النبتة، فقط، بعد هطول كمية مطر كبيرة تؤدي إلى شطف وإبعاد المواد التي تثبط الإنبات. إنّ منع إنبات البذور داخل الثمرة يزيد من احتمال إنبات هذه البذور بعد أن تنتشر الثمار والبذور الموجودة في داخلها.

ما هي أفضلويات سبات البذور؟ لماذا لا تنبت البذور مباشرة؟



المكوث في حالة سبات هو صفة مهمة للبذور، لأن السبات يُتيح للبذور أن تنبت في ظروف مناسبة جداً لعمليات الإنبات، النمو وإنتاج جيل جديد من البذور. إذا حدث في البلاد إنبات بذور بعد هطول مطر (مرة واحدة فقط) في فصل الصيف الجاف، فإن ذلك يؤدي إلى موت عدد كبير جداً من البادرات. من هنا، يوجد أفضلوية للنباتات الشتوية الحولية من السبات، لأنها تبقى في هذه الحالة حتى تهطل الأمطار في الموسم المناسب.

من الجدير بالمعرفة: إنبات أقدم بذرة في العالم



"متوشلاح"

في سنة 1963، وجد علماء آثار أثناء حفرهم في متسادا عدة بذور لشجرة النخيل. عُمر هذه البذور بحسب الأبحاث التي أجريت حوالي 2000 سنة. في سنة 2005 زُرعت خمس بذور في كيبوتس قطورة في النقب. اندهش الباحثون من مشاهدة إنبات وتطور أحد بذور شجرة النخيل. وقد سُميت الشجرة "متوشلاح" على اسم متوشلاح الذي وُرد اسمه في التوراة وقد عاش حوالي 1000 سنة (وما زال عُمره أصغر من عُمر بذرة النخيل). هل "متوشلاح" الشجرة هو ذكر أم أنثى؟ سوف يعرف الباحثون الإجابة عن ذلك عندما تُزهر الشجرة. (لماذا؟ سوف تقرأون عن ذلك في الفصل الرابع الذي يبحث موضوع التكاثر).

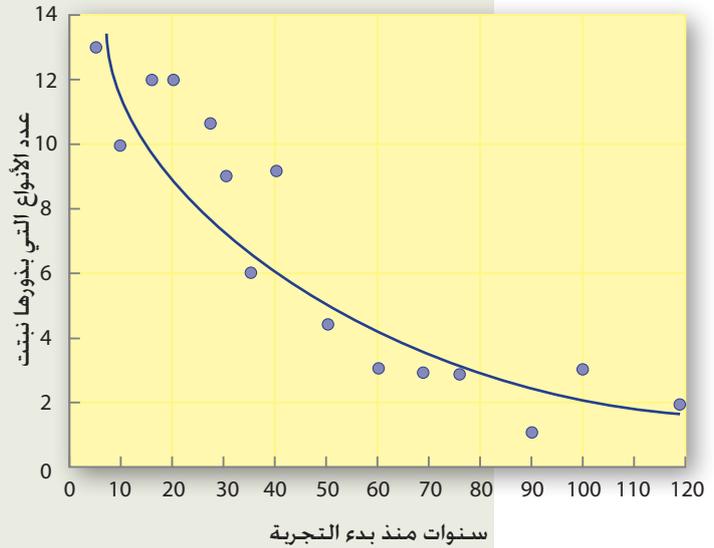
المكوث في حالة سبات والقدرة على انتشار البذور، يوجد لهما أفضلوية لاستمرار نوع النبات. فهما يتيحان توزيع البذور في الزمان والمكان المناسبين لزيادة احتمال النوع على البقاء. وهذا يعني، يوجد احتمال كبير أن يتطور الجيل الجديد في الموعد الذي فيه ظروف جيدة للإنبات ولاستمرار التطور. وقد يتطور الجيل الجديد في مكان آخر، لا يوجد فيه تنافس. بل تتوفر فيه ظروف لا أحيائية وأحيائية مناسبة للتطور في المكان الجديد أكثر من المكان الذي نَتجت فيه البذرة بالقرب من نبتة الأم.

على الرغم من ذلك، قد تكون سلبيات للسبات وللانتشار في البيئة المحيطة. السبات المستمر يزيد من الخطورة أن تُؤكل البذور أو تُصاب بمسببات أمراض، مثلاً: فطريات، أو تُحرق خلال السبات. أما بالنسبة للانتشار، فقد تصل البذور أماكن خالية من ظروف مناسبة للإنبات و/أو استمرار تطور البادرة.

نافذة البحث ب - 1: كم سنة تحافظ البذور على قدرة الإنبات؟



السؤال أعلاه، أثار حب استطلاع الباحث الأميركي الدكتور جيمس بيل (James Beal). في سنة 1879، حَضَرَ 20 وعاءً فيها رمال وبذور لـ 23 نوعاً من النباتات (50 بذرة غير جافة من كل نوع في كل وعاء). قام الباحث بحفر حفرة في الأرض وبدفن الأوعية داخل الأرض وتغطيتها بشكل يمنع دخول الضوء والماء إلى البذور. بعد مرور عدة سنوات، قام الباحث في كل مرة بإخراج وعاء واحد من التربة وفحص قدرة البذور على الإنبات. خلال الأربعون سنة الأولى، أخرج وعاء واحداً من الأرض كل 5 سنوات، وفي السنوات التالية، أخرج وعاءً واحداً من الأرض كل 10 سنوات، وبعد ذلك كل 20 سنة. في كل فحص، حدّد عدد الأنواع التي بذورها نُجحت في الإنبات. في معظم الحالات، لم تنبت جميع البذور (50 بذرة) التي حُزنت في الوعاء، في بداية التجربة. لكن إذا نبتت بضع بذور من نوع معين، فقد تمّ عدّها ضمن الأنواع التي نبتت في نفس سنة الفحص. أخرج الوعاء الخامس عشر (من 20 وعاءً) في سنة 2000. وهذا يعني بعد 120 سنة منذ أن دُفنت البذور في الأرض! وقد جُمعت النتائج خلال السنوات المختلفة وتمّ عرضها في الرسمة ب - 5.



الرسمة ب - 5: عدد أنواع البذور التي نبتت بذورها خلال السنوات. انتبهوا: تُشير النقاط إلى النتائج التي حصل عليها الباحث في كل سنة فحص، ويُشير الخط البياني إلى التوجه العام الذي ينبع من النتائج.

- صفوا مكتشفات التجربة بناءً على المعطيات المعروضة في الرسمة ب - 5.
- أمامكم عدة استنتاجات. هل كل استنتاج ملائم للمكتشفات؟ عللوا.
 - تحافظ جميع أنواع البذور على قدرة إنبات لمدة 5 سنوات على الأقل.
 - تنخفض قدرة الإنبات تدريجياً مع مرور السنوات.
 - تحافظ حوالي نصف أنواع البذور في التجربة على قدرة إنبات لمدة 20 سنة تقريباً.
 - تحافظ أنواع بذور قليلة فقط على قدرة إنبات لمدة أكثر من 50 سنة.
- يستمر الباحثون في إخراج الأوعية الخمسة التي بقيت في التربة كل عدة سنوات. كم يكون - بحسب رأيكم - عدد الأنواع التي بذورها تنبت في السنوات القادمة؟ على ماذا تعتمد فرضيتكم؟
- بالموازاة لإنبات البذور التي أخذت من الأوعية التي دُفنت في الأرض، أضاف الباحثون قالب إنبات مع وسط تنمية مائل لوسط التنمية الذي استعمل في التجربة، لكن دون بذور. وُضع هذا القالب بجانب القوالب التي تمّ فيها إنبات البذور، وقد تمّ ري جميع القوالب بنفس كميات الماء. لم ينبت شيئاً في هذا القالب. اشرحوا، ما هي أهمية هذا المكتشف؟

من الحدير بالمعرفة: بنك البذور



يوجد في العالم حوالي 1,300 بنك بذور، حيث يتم الحفاظ فيها على بذور لأكثر من 6 ملايين عشيرة ونوع مختلف من النباتات التي هي جزء قليل من تنوع الأنواع والعشائر الموجودة في العالم. تهدف هذه البنوك إلى الحفاظ على تنوع النباتات وخاصة الأنواع المتعلقة بقاؤها بالإنسان. يتم تخزين البذور في أماكن كثيرة، في خزانات في باطن الأرض، في درجة حرارة 20 درجة مئوية تحت الصفر.

في أعقاب دمار عدة بنوك بذور في السنوات الأخيرة (في العراق، أفغانستان وغير ذلك)، ولكي نضمن الحفاظ على هذه البذور، فقد أقيم بنك بذور في جزيرة سفالبارد (Svalbard) في النرويج بالقرب من القطب الشمالي. أقيم البنك في نفق داخل جبل وقد حُطت بطريقة تمنع من إلحاق الضرر به في أعقاب هزة أرضية أو حرب نووية. يشكل مكان البنك بالقرب من القطب أفضلية، لأنه لا توجد حاجة لمصادر طاقة خارجية لتخفيض درجة الحرارة ولتجميد البذور. يمكن أن نحفظ البذور مئات وآلاف السنين (تذكروا بذرة شجرة النخيل "متوشلاح")، لكن على الرغم من ذلك، لا تبقى معظم البذور حيوية لمدة زمنية طويلة، لذا يجب تجديد مجمّع البذور من حين إلى آخر بواسطة زرعها للحصول على بذور جديدة.

في سنة 1979، أُقيم في إسرائيل بنك بذور لحفظ بذور نباتات ذات أهمية للزراعة في إسرائيل وفي الشرق الأوسط.

ب.2 من سببات إلى إنبات

الخروج من حالة السبات والانتقال إلى الإنبات ونمو الجنين متعلق بإبعاد العوامل التي حافظت على البذرة في حالة **سبات**. يمكن "إيقاف" السبات الذي يحدث بسبب القشرة التي تمنع دخول الماء و/ أو الأكسجين من خلال إبعاد معيق الإنبات، وهذا يعني إبعاد القشرة أو تقليل قساوتها.



شجرة الزعرور وثمارها

في بذور ذات قشرة قاسية جداً (مثل: الزيتون، المشمش، الخوخ والدراق) يمكن سحق (حطيم) القشرة بوسائل ميكانيكية (آلية) أو كيميائية لتنشيط الإنبات. نباتات حرش كثيرة في البلاد، مثل: السويد، البرزة والعزازر الشوكي، يوجد لها ثمار عصيرية ذات ألوان تأكلها العصافير. تُفرز البذور مع براز العصافير دون أن تتضرر في أماكن بعيدة عن مكان نمو النبات، وهكذا تنتشر إلى مسافات بعيدة جداً عن نبات الأم. أحياناً يتم تنشيط إنبات البذور في أعقاب مرورها في الجهاز الهضمي للعصفور. في أنواع نباتات أخرى، تنبت البذور بعد حدوث حريق: البذور التي قشرتها سميكة أو غير نفاذة للماء، تنبت بعد أن تحترق في أعقاب حريق، مثل: بذور القنديل وأنواع الهنبل واللباد.

نافذة البحث ب - 2: قشرة سمكية وإنبات



أنواع كثيرة من النباتات، يوجد لها بذور ذات قشرة لا تُتيح دخول الماء إلى البذرة. دخول الماء إلى البذرة ضروري لعملية الإنبات. عندما يدخل الماء البذرة فإنها تنتفخ. في التجربة التي نتائجها عُرِضت في الجدول ب - 1، تمَّ علاج بذور أنواع النبق الأزرق، السعال والطلح بعلاجين:
أ. تمَّ نقع البذور لمدة 72 ساعة في كحول يُذيب مواد في القشرة ويُتيح دخول الماء.
ب. صقل (تمليس) القشرة القاسية.
مجموعة بذور إضافية من كل نوع، لم تتم معالجتها.

جدول ب - 1: النسبة المئوية للبذور التي انتفخت بالماء بعد علاجات مختلفة

% للبذور التي انتفخت بالماء			نوع النبات*
دون علاج	بعد الصقل	بعد النقع في الكحول	
18	100	29	نوع أ
9	100	88	نوع ب
0	100	10	نوع ج
2	93	46	نوع د
14	98	34	نوع هـ

* ملاحظة: تنتمي أنواع النبق الأزرق، السعال والطلح إلى نفس الجنس.

- ما هو العامل الأساسي الذي يعيق انتفاخ بذور النبق الأزرق، السعال والطلح؟ عللوا بناءً على النتائج المعروضة في الجدول.
- اشرحوا، لماذا أضاف الباحثون مجموعة بذور من كل نوع - أيضًا - دون أن تمر علاج؟
- اخترتوا ثلاثة أنواع واعرَضُوا نتائجها بطريقة بيانية.
- هل تختارون رسم خط بياني متواصل أم أعمدة مستطيلات؟ اشرحوا اختياركم.
- خمنوا، كيف تنبت بذور أشجار السعال، النبق الأزرق والطلح في الطبيعة؟ اعتمدوا على نتائج التجربة.

ب.2 مراحل عملية الإنبات

الانتقال من بذرة جافة في سبات إلى نبات فعَّال يكبر بسرعة هو عملية معقدة، حيث تشترك فيها عوامل كثيرة تؤثر عليها. تبدأ العملية باستيعاب الماء وتنتهي بخروج نبات حديث السن من قشرة البذرة. خلال كل عملية الإنبات، تتوفر للجنين في البذرة مواد تخزين حصل عليها من الوالدين، وهو يستعملها حتى الفترة التي يستقل فيها، ويستطيع إنتاج مواد عضوية بشكل مستقل من خلال عملية التركيب الضوئي واستيعاب الماء والأملاح المعدنية المطلوبة من التربة.



نمو الجذير
وبزوغ السويق



بزوغ الجذير

إنبات بذور عدس

1. انتفاخ.
2. بداية تنفس خلوي ونشاط إنزيماتي.
3. بزوغ الجذير وبعده السويق.

بعد هذه المراحل، تبدأ البادرة بالنمو.

تختلف مدة عملية الإنبات من نبات إلى آخر وهي تتراوح بين عدة ساعات (حتى أقل من يوم) إلى عدة أيام، وهذا متعلق بنوع النبات وبشروط الإنبات. كلنا نعرف التعبير "لا يوجد حياة دون ماء". نعم الماء شرط مسبق وضروري للإنبات.

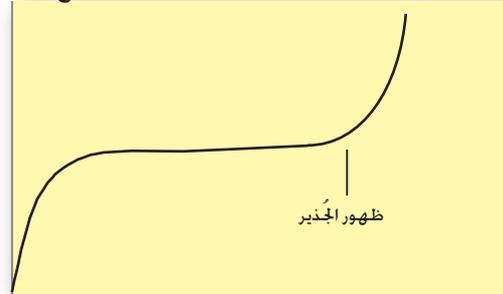
انتفاخ

تنبع الحاجة إلى الماء في عملية الانتفاخ بسبب الصفة الحية للخلايا، حيث يتم النشاط البيولوجي والكيميائي في الخلايا في محلول مائي.

يؤدي استيعاب الماء إلى انتفاخ البذور الذي نراه بالعين المجردة. يؤدي هذا الانتفاخ إلى تكبير حجم البذرة بشكل كبير جداً ويؤدي إلى تفعيل عمليات أيضية في الخلايا. يحدث الانتفاخ في حالة موت الجنين أيضاً، لكن مرحلة التنفس الخلوي والنشاط الإنزيماتي، تتم إذا كان الجنين حياً فقط. نسبة تَشْرَبُ الماء الذي يؤدي إلى الانتفاخ متعلق بالمكونات الكيميائية للمواد التي تمتزج في البذرة، يتغلغل الماء عبر القشرة ويتوافر الماء للنبتة.

تستمر عملية الانتفاخ عدة ساعات، خلال هذه الفترة الزمنية، يدخل الماء البذرة وتمتزه المواد الموجودة فيه. تمتز البروتينات معظم الماء. في أعقاب دخول الماء البذرة، ينتج داخل البذرة ضغط يؤثر من الداخل على القشرة. يؤدي هذا الضغط إلى شقوق في القشرة تشقق القشرة في أماكن مختلفة. في معظم الحالات تتشقق القشرة مقابل الجذير الذي يخرج عبر الفتحة التي نتجت. يُتيح تشقق القشرة إلى الانتقال السريع للغازات والماء التي تعتبر ضرورية لاستمرار الإنبات (الرسم ب - 6).

استيعاب ماء
(ارتفاع الوزن الرطب)



الزمن (ساعات)



الرسم ب - 6: الصورة اليمنى: بذور حمص جافة إلى جانب بذور انتفخت. الرسم اليسرى: سيرورة عامة لاستيعاب الماء في البذرة الجافة كدالة للزمن.

علاقة بالخلية
وبعلم البيئة:
مكونات الخلايا،
أهمية الماء.

من الجدير بالمعرفة: بذور تشقق صخوراً



استعمل الإنسان في الماضي صفة ازدياد الحجم في البذور المنتفخة، لكي يشقق الصخور. فقد كان يقذف في الصخرة ثقلاً ضيقاً وعميقاً ويملاًه في البذور ويضيف إليه ماء. في أعقاب ذلك، تنتفخ البذور وتتشقق الصخرة القاسية.

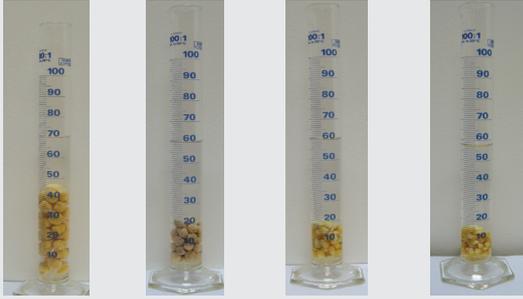
سؤال ب - 2

المادة الأساسية التي تمتزج الماء في البذرة هي البروتين. تمعّنوا مرةً أخرى في الرسم ب - 3، ثم سجّلوا البذور المناسبة لتشقق الصخور. علّوا.

نشاط ب - 3: تغيّر حجم البذور المنتفخة



- خذوا 30 بذرة حمص جافة (بقوليات) و 50 بذرة ذرة جافة (النجليات).
- أدخلوا بذور الحمص في أنبوبة مدرّجة تحتوي على 50 سنتيمتراً مكعباً من الماء. سجّلوا ارتفاع الماء واحسبوا حجم البذور التي أدخلتموها داخل الأنبوبة المدرّجة.
- كرروا القياس مع بذور الذرة، ثم احسبوا حجم البذور التي أدخلتموها داخل الأنبوبة المدرّجة.
- انقعوا بذور الحمص وبذور الذرة في وعاء فيه ماء لمدة 24 ساعة.
- قيسوا حجم البذور المنتفخة كما فعلتم قبل الانتفاخ.
- احسبوا معدل حجم البذرة الجافة ومعدل حجم البذرة المنفوخة لكل نوع من أنواع البذور.



حمص بعد الانتفاخ حمص قبل الانتفاخ ذرة بعد الانتفاخ ذرة قبل الانتفاخ

أ. انسخوا الجدول الآتي في دفاتركم واعرضوا فيه نتائج حسابات التغيير في حجم البذور. اكتبوا عنواناً مناسباً للجدول.

التغيّر في حجم البذرة (بالنسبة المئوية)	معدل حجم بذرة منتفخة	معدل حجم بذرة جافة (سنتيمتر مكعب)	
			حمص
			ذرة

ب. اعرضوا النتائج بطريقة بيانية مناسبة.
ج. في أي نوع بذور كان التغيير الأكبر؟ اقترحوا شرحاً لهذا الفرق (استعينوا بالرسم ب - 3).



توسع: تنفس خلوي ونشاط إنزيماتي



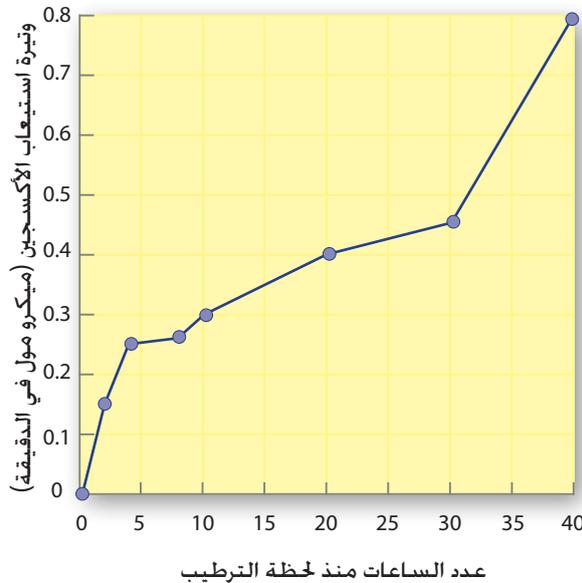
التنفس السريع هو أحد المؤشرات الأولى "لاستيقاظ" جنين البذرة من سباته. تحتاج النباتات إلى أكسجين، كما هو الأمر عند الحيوانات، لعملية التنفس التي تحدث في خلاياها وكذلك الأمر في البذرة التي تنبت. إحدى العمليات الأولى التي تحدث في البذرة المنتفخة بعد مرور عدة دقائق هي عملية التنفس الخلوي التي يتم فيها استخراج طاقة كيميائية ك ATP. تشير حقيقة ازدياد وتيرة التنفس الخلوي بعد مدة زمنية قصيرة إلى أن كل الإنزيمات المطلوبة لعملية التنفس الخلوي موجودة في البذرة وبقيت مدة زمنية طويلة في البذرة التي كانت في وضع جاف تقريباً. أثناء عملية التنفس الخلوي، يُستهلك الأكسجين (O_2) ويُطلق ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، لذا دون وجود أكسجين في التربة، لا تتم عملية الإنبات. تتغير مكونات الهواء في التربة مع تغير العمق ومع تغير مدى الإشباع بالماء. عادة يكون تركيز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في التربة أعلى من تركيزه في الهواء بسبب تنفس الجذور وتنفس الكائنات الحية التي تعيش في التربة. قد يؤدي التركيز المرتفع لثاني أكسيد الكربون CO_2 إلى إعاقة (تثبيط) وتباطؤ عملية الإنبات. في التربة المغمورة بالماء أو في عمق كبير جداً، قد يحدث نقص في الأكسجين، لكن بذور الأرز والنباتات المائية شاذة، لأن بذور الأرز تستطيع أن تنبت في تربة مغمورة بالماء والنباتات المائية تستطيع أن تنبت في ظروف فيها نقص في الأكسجين.

علاقة بالخلية:

استخراج طاقة
في التنفس الخلوي
و ATP.

??
سؤال ب - 3

- تتطرق الأسئلة الآتية إلى الرسمة ب - 7:
أ. صفوا التغيرات في وتيرة استيعاب الأكسجين خلال 40 ساعة.
ب. ماذا نستنتج من الرسمة ب - 7؟ عللوا.
ج. هل بعد مرور 40 ساعة من عملية الترطيب، نجد في البذور كمية مماثلة من مواد التخزين كما كان في البذور الجافة؟ عللوا.



الرسمة ب - 7: تغيرات في وتيرة استيعاب الأكسجين في بذور الخس خلال 40 ساعة منذ لحظة ترطيب البذور

النشاط الإنزيمي في بذرة تنبت

في المرحلة الثانية من الإنبات، تعمل بالأساس في البذرة إنزيمات تقوم بتحليل مواد تخزين (موجودة في الاندوسبيرم والفلقات) إلى وحدات بناء أساسية: النشا إلى أحادي سكر، البروتينات إلى حوامض أمينية، الدهون إلى حوامض دهنية. مادة التخزين الأساسية المستغلة خلال عملية التنفس الخلوي هي النشا (متعدد السكريات) المخزون في البذرة ولكي يتم استغلاله يجب تحليله بمساعدة إنزيمات تحلل النشا مثل العميلاز (الرسمه ب - 8). تنتقل نواتج التحليل إلى مناطق النمو في الجنين.

في البذرة التي تنبت، يتم بناء بروتينات أيضاً بمساعدة ريبوزومات موجودة في خلاياها وفي ريبوزومات جديدة تُبنى فيها. مع تقدم عملية الإنبات، تنتج جزيئات جديدة من الـ mRNA (RNA رسول). من هنا يصبح الأمر واضحاً أن المعلومات الوراثية، المواد الخام والإنزيمات المطلوبة لتطور النبات الجديد موجودة وفعّالة في البذرة التي تنبت. تصف الرسمه ب - 8 نشاط الإنزيم عميلاز في حبوب شعير منتفخة.

علاقة بالخلية:

بناء بروتين بحسب المعلومات في الـ RNA. مواد في الخلية - كربوهيدرات.

??

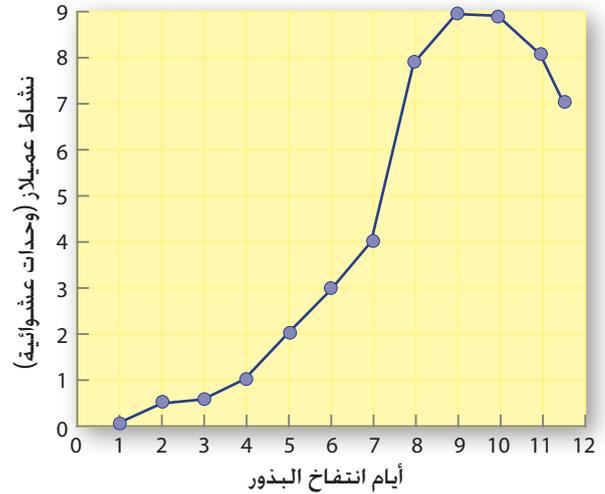
سؤال ب - 4

تتطرق الأسئلة الآتية إلى الرسمه ب - 8:

أ. صفوا التغييرات في نشاط الإنزيم عميلاز المعروضة في الرسم البياني.

ب. ماذا تستنتجون من المكتشفات الموصوفة في الرسم البياني؟

ج. ما هو ناتج تحليل النشا؟ اشرحوا، لأي غرض يجب تحليل النشا؟



الرسمه ب-8: نشاط إنزيم عميلاز خلال أيام انتفاخ حبوب الشعير

توسع: هورمونات ونبات



تنتج في البذرة **هورمونات** ويوجد لها وظيفة مهمة في الإنبات وفي جميع العمليات التي تحدث في النبات الذي يتطور. أحد الهورمونات المهمة في الإنبات هو هورمون **جبرلين**. ينشط الجبرلين البذور من **السبات** الذي يحدث بسبب مواد مثبطة، كما أنه ينشط إنبات البذور التي تحتاج ضوء لإنباتها. الجبرلين ينشط بناء إنزيمات تشارك في تحليل مواد التخزين مثل إنزيم عميلاز. سوف تتعلمون في الفصلين الثالث والرابع عن هورمونات أخرى تؤثر على الإنبات وعلى تطور النبات.

للمزيد عن:

هورمون جبرلين.
انظروا الفصل الثالث.

عوامل خارجية تؤثر على الإنبات

في البيئة المحيطة الطبيعية، يتأثر الإنبات من عدة عوامل في نفس الوقت. لا يحدث إنباتًا بتاتًا دون وجود ماء، لكن أحيانًا، تحتاج عملية الإنبات إلى ظروف إضافية أساسية، مثل: الضوء، درجة الحرارة وتركيز الأكسجين (انظروا التوسع في صفحة 37). ظروف الإضاءة مهمة أيضًا. يوجد أنواع بذور تنبت في وجود الضوء فقط، ويوجد أنواع بذور تنبت في الظلام. العوامل الإضافية التي تؤثر على الإنبات هي: تركيز الأملاح في التربة، وجود مواد أفرزتها نباتات أخرى لتثبط الإنبات.

تأثير الضوء على الإنبات

أجريت أبحاث كثيرة لتأثير الضوء على الإنبات. وُجد في أنواع كثيرة من النباتات أن إنبات البذور لا يتأثر من ظروف الإضاءة الموجودة فيها البذور. في أنواع نباتات أخرى، وُجد أن الضوء يؤثر على عملية الإنبات قبل بزوغ الأوراق الأولى. ينشط الضوء إنبات بذور أنواع نباتات معينة، لكنه يثبط إنبات بذور أنواع نباتات أخرى. أفضلية حساسية البذور لظروف الإضاءة هي أنه يمكن الحصول على معلومات عن مكان البذور: هل هي موجودة في الظل (مثلًا: تحت الأشجار)، أو في عمق التربة، في ظروف ضوء غير مناسبة للنمو.

إنَّ حاجة الضوء كشرط للإنبات، تزيد من احتمال البذور أن تنبت إذا وُجدت بالقرب من سطح التربة. في هذه الحالة، يوجد احتمال كبير أن يصل السويق الذي يتطور إلى سطح التربة وأن ينكشف إلى الضوء قبل أن تُستغل جميع مواد التخزين الموجودة في البذرة. من المهم أن نتذكر أن كمية مواد التخزين محدودة، واستمرار النمو متعلق بالضوء الذي يُتيح تنفيذ عملية التركيب الضوئي. على الرغم من ذلك، مكوث البذور في الطبقات العليا من التربة، يشكل خطرًا على البادرات التي تنمو في بيوت تنمية جُف فيها بسرعة الطبقات العليا للتربة، أو تكون الطبقات العليا غير ثابتة كما هو الأمر في الرمال المتحركة.

الضوء يثبط إنبات بذور معينة. إنَّ تثبيط الإنبات في وجود الضوء يزيد من احتمال إنبات البذور داخل التربة وليس على سطحها، وهكذا لا تتعرض هذه البذور إلى الجفاف. يتم عادةً تثبيط الإنبات بواسطة الضوء في البذور الكبيرة التي تحتوي على كميات كبيرة من مواد الإذخارية. في هذه الحالة، إذا كانت البذرة موجودة عميقًا في التربة، فإن السويق يوجد له احتمال كبير أن يصل سطح التربة قبل أن يستغل جميع المواد الإذخارية المتوفرة له. في النباتات التي يتم تثبيط إنبات بذورها بواسطة الضوء، مثلًا: بذور النرجس البحري، فإنَّ نسبة إنبات بذورها المغطاة بالرمل تكون عالية.

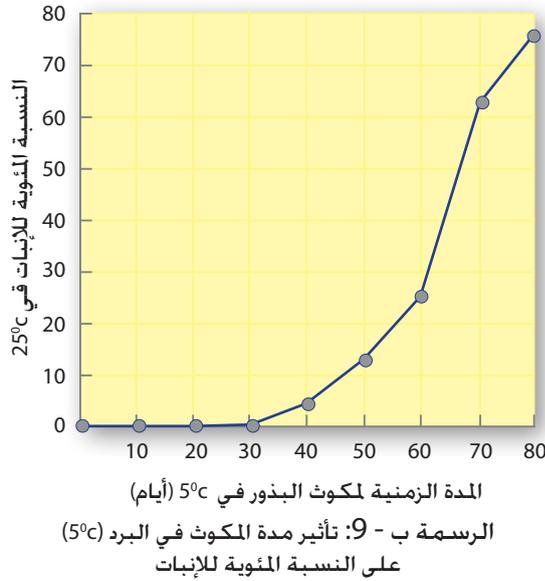
تأثير درجة الحرارة على الإنبات

تحتاج بذور النباتات التي مصدرها من مناطق معتدلة أو باردة إلى فترة مكوث في درجة حرارة منخفضة قبل أن تستطيع الإنبات. تعرض الرسمة ب - 9 نتائج التجربة التي خُزنت فيها بذور بطاطا في درجة حرارة مقدارها 5°C خلال عدة أيام مختلفة. بعد ذلك، قاموا بإنباتها في درجة حرارة مقدارها 25°C وحسبوا النسبة المئوية للإنبات.

??

سؤال ب - 5

تتطرق الأسئلة الآتية إلى الرسم البياني الذي يظهر في الرسمة ب - 9:



- ما هو المتغير غير المتعلق في التجربة؟
- ما هو عدد أيام المكوث المطلوب في درجة حرارة 5°C لكي تنبت البذور؟
- تناقش متخصص في علم الأحياء ومتخصص في علم الزراعة حول الزمن المرغوب لحفظ البذور في درجة حرارة مقدارها 5°C. ادعى متخصص علم الأحياء أن الزمن المرغوب هو 80 يومًا على الأقل، أما المتخصص في علمة الزراعة، فقد ادعى أنه يكفي 65 يومًا، ما هي الاعتبارات التي اعتمد عليها كل واحد منهما والتي أدت إلى استنتاج مختلف؟

الإنبات بعد فترة المكوث في البرد، يميّز النباتات التي تنمو في مناطق يكون فيها الشتاء باردًا جدًا. إنَّ الإنبات بعد المكوث في البرد يضمن للبذور أن لا تنبت خلال الشتاء البارد، بل في الربيع الذي يليه عندما تكون درجة الحرارة وظروف الإضاءة مناسبة أكثر للإنبات وللنمو، وهكذا نزيد من احتمال بقاء النبات حديث السن. في مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط في البلاد تكون دورة حياة النبات مختلفة، حيث تنبت النباتات في الشتاء - الذي يكون عادةً غير بارد بشكل خاص - وبعد هطول الأمطار الأولى.



هنبيل

النهوض من السبات في أعقاب درجة حرارة عالية غير شائع كثيرًا. تكون هذه الظاهرة شائعة عند النباتات التي بيت تنميتها الطبيعي يتميز بشتاء معتدل وبصيف حار، حيث تنبت بذورها في الخريف، بعد الصيف الحار، وتزهو في الربيع. درجة حرارة عالية جدًا كالتّي تنتج أثناء حريق، تساهم هي أيضًا في إنبات بذور معينة. في السنوات الأخيرة، ازدادت المعرفة أن الحرائق الطبيعية مهمة لتجدد غابات وأحراش، لأن هذه الحرائق تحفز إنبات بذور لا تنبت في ظروف عادية. في الأبحاث التي أجريت في البلاد على أحراش محروقة، وجد الباحثون أن الحريق يحفز إنبات أنواع مختلفة، مثل: القنديل، الهنبيل، اللباد وأنواع من عائلة الفراشيات. على ما يبدو، تمَّ تحفيز الإنبات بسبب ارتفاع نفاذية قشرة البذرة للماء والغازات. تفتح أكواز الصنوبر المقدسي نتيجة لتعرضها لدرجة حرارة عالية، ما يؤدي ذلك إلى توزيع ونشر بذور كثيرة بشكل واسع.

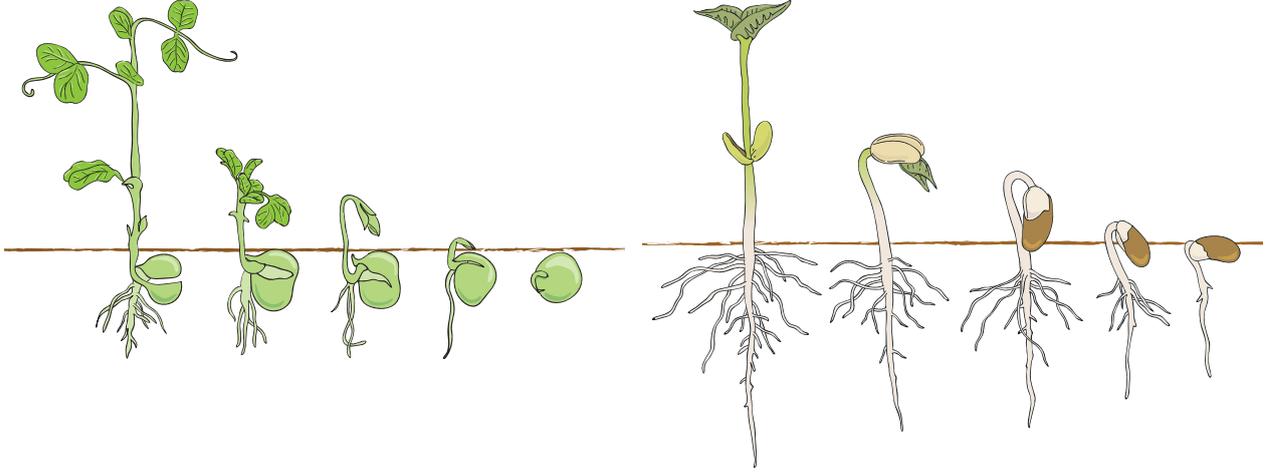


لباد



نماذج إنبات

تبقى فلقات بذور نباتات داخل التربة أثناء عملية الإنبات (مثلاً: البازيلاء). لكن يوجد بذور أخرى، مثلاً: الفاصولياء التي تنمو فلقاتها مع السويق فوق سطح التربة، وهي تشكل الأوراق الأولى للنبتة حديثة السن (الرسمه ب - 10).



الرسمه ب - 10: الرسمه اليمنى نماذج لإنبات فاصولياء واليسرى لبازيلاء

مصطلحات: إنبات وتوريق

هناك من يعرف **الإنبات** حتى خروج الجذير من قشرة البذرة، وبحسب رأيهم يُشير ذلك إلى انتهاء مرحلة الإنبات. يعتقد آخرون أن الإنبات ينتهي عند ظهور السويق الذي يشمل الأوراق والجذوع الأولى. بالنسبة للمزارعين **التوريق** - ظهور أوراق النبات فوق سطح التربة - هو مؤشر لنجاح الإنبات.

ب3. من وجهة نظرة زراعية: توجيه الإنبات وتخزين البذور ب3.1 طرق تؤثر على موعد الإنبات

أثناء عملية الإعتناء بأنواع نباتات برية للاستفادة منها كنباتات زراعية، اهتم الإنسان أن يرفع بطريقة **الانتخاب الاصطناعي** نباتات ذات بذور لا يوجد فيها مثبطات الإنبات، لذا في بذور النباتات التي يعتني بها الإنسان، تم إبطال أو تقصير فترة سبات البذور إلى فترة قصيرة جداً، لكي يحدث الإنبات، التوريق وتطور النبات في نفس الوقت في الحقل الزراعي ولكي يكون كبر النباتات متجانساً تقريباً. لأن هذا التجانس مهم جداً للمزارع، لكي يعتني بالنباتات بنجاحة وليوجه موعد نضوج الثمار وزمن الحصاد. يستغل الإنسان المعرفة العلمية ونتائج أبحاث الظروف المناسبة للإنبات لتوجيه موعد الإنبات بحسب احتياجاته، حيث ينفذ ذلك من خلال تغيير ظروف البيئة المحيطة، مثل: تهوية التربة، الإضاءة ودرجة الحرارة، وقد ساعد تغيير الظروف في تنشيط عملية الإنبات.

تهوية التربة

إنَّ ارتفاع تركيز الأكسجين في التربة يؤدي إلى تنشيط عملية إنبات بذور نباتات كثيرة. أُعدَّت معالجة التربة في الحقول الزراعية - مثلاً الحراثة - لتهوية التربة ولإتاحة تبادل غازات ناجع بين التربة والجنين الموجود في البذرة، وهكذا تُتيح عملية إنبات أسرع من الإنبات الذي يحدث في تربة لا يوجد فيها تهوية.

من الجدير بالمعرفة: أعشاب برية ضد النباتات الزراعية



تتميز أعشاب برية كثيرة بقدرتها على مقاومة تراكيز عالية من ثاني أكسيد الكربون في التربة وهي تنمو جيداً في تربة تفتقر تهوية، وهذه القدرة غير موجودة عند النباتات الزراعية التي يعتني بها الإنسان. تساعد هذه الصفة النباتات البرية على التنافس بنجاح كبير جداً مع النباتات الزراعية. إضافة إلى ذلك، تنشط معالجة التربة إنبات بذور نباتات برية في الحقل، لأننا نوفر لها خلال هذه المعالجة إضاءة وتهوية جيدة.

التعرض للضوء

بذور النباتات التي تحتاج ضوء للإنبات، يمكن أن ننشط عملية إنباتها من خلال كشفها للضوء، مثلاً: يمكن تنشيط إنبات بذور الدخان والخس من خلال تسليط الإضاءة على هذه البذور لعدة ثوانٍ. تحتاج بذور نباتات أخرى إضاءة لمدة زمنية أطول.

إبعاد أو إبطال مفعول عوامل تعيق الإنبات

- لا تحتاج كل بذرة إلى درجة حرارة منخفضة أو ضوء لكي تنبت. في بذور مختلفة، يتم تثبيط الإنبات بسبب صفات القشرة و/ أو وجود مواد تثبط عملية الإنبات في البذرة أو الثمرة. لتنشيط عملية الإنبات، يجب إبعاد أو إبطال مفعول هذه العوامل:
- لتنشيط إنبات بذور الزيتون وبذور بقوليات مختلفة، يجب نقع هذه البذور، في حامض الكبريتيك أو في هيدروكسيد الصوديوم لمدة ساعات قليلة. وبعد ذلك نشطفها بمياه نظيفة. يؤدي هذا النقع في الحامض أو القاعدة إلى تشقق قشرة البذور، وهكذا تساعد على دخول الماء للاستمرار في عملية الإنبات (انظروا نافذة البحث ب - 2 أيضاً).
 - لشطف البذور التي في سبات من مواد **تثبط الإنبات**، فإننا ننقع هذه البذور في الماء. تحتاج بذور النباتات العشبية إلى النقع في الماء لفترة زمنية تتراوح من 8-24 ساعة. أما بذور الأشجار فهي بحاجة إلى نقع لمدة زمنية أطول.

2.3 تخزين بذور

البذور هي مجمّع مواد غذائية للإنسان والحيوان، لكنها أيضاً مجمّع مواد غذائية لجنين البذرة الذي هو جيل المستقبل، لذا يهتم المزارع في الحفاظ على هذه البذور لمدة زمنية طويلة، لكي يضمن إنباتها في الموعد المناسب. تختلف المدة الزمنية للحفاظ على حيوية البذور من نوع إلى آخر (انظروا بند ب 1.2)، حيث تحددها **العوامل الداخلية** والظروف البيئية المحيطة التي تم التخزين فيها. تفقد البذور حيويتها خلال زمن قصير في المكان الذي يسوده هواء رطب ودرجة حرارة مرتفعة، لذا من المهم الحفاظ على ظروف بيئية محيطة مناسبة. في المكان الذي نحفظ فيه البذور، وهكذا نضمن من قدرتها على الإنبات لمدة زمنية طويلة في المستقبل، في الموعد المناسب للمزارع.



طيور حمام بجانب مخازن حبوب في حيفا

إضافةً للحفاظ على ظروف بيئية محيطة مناسبة لتثبيط الإنبات أو لنعته، يجب حماية البذور من الحيوانات التي تأكلها، مثل: الطيور والقوارض التي تستطيع دخول المخازن والحشرات، مثل: الخنفساء، والعتث التي تصل أحياناً المخزن مع البذور مباشرةً من الحقل.

?? سؤال ب - 6

- أ. اشرحوا أفضليتين للنباتات - التي تنمو في الطبيعة - من تثبيط الإنبات.
ب. اشرحوا سبباً واحداً لتثبيط الإنبات.

ب3.3 بذور على طاولتنا



إضافةً إلى كون البذور جيل المستقبل للنباتات، تُستعمل البذور أيضاً كمصدر مواد غذائية مهمة للإنسان. نستعمل بذور نباتات كثيرة كبذور أو كمنتجات مواد غذائية، مثل: القمح، الشعير، سنبله الثعلب، الأرز، الشوفان والذرة. كما يوجد بذور نباتات أخرى مهمة لتغذيتنا، مثل: البازيلاء، الفول، الحمص، الفاصولياء (عائلة البقوليات)، بذور عباد الشمس (من العائلة المركبة) وبذور القرع (من العائلة القرعية).

من الجدير بالعرفه: بادرات في تغذيتنا

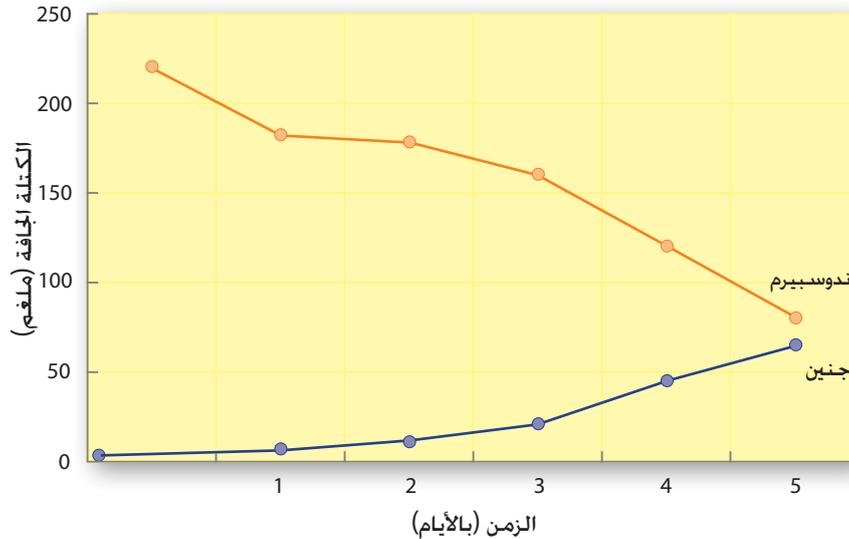


بادرات للأكل

النشاط الذي يحدث في البذور التي تنبت وبالأساس تحليل مواد التخزين، هو الأساس لتوصية المختصين في التغذية أن ندمج في غذائنا اليومي تناول بادرات. أحد التعليقات لهذه التوصية أن البذور في حالة الإنبات تكون أسهل للهضم من بذور ليست في حالة إنبات، أو من بذور مطبوخة تحتوي على كمية بروتينات كبيرة.

?? أسئلة لتلخيص الفصل

1. ما هي الوظيفة الأساسية للبذرة في دورة حياة النبات؟ اشرحوا إجاباتكم.
2. أمامكم مراحل عملية الإنبات، رتبوها بحسب حدوثها:
 - تشقق القشرة
 - بناء بروتينات (مثلاً: بناء إنزيم عميلان) من نواحي تحليل مواد تخزين بروتينية
 - استيعاب ماء وانتفاخ
 - بزوغ البادرة إلى سطح التربة
 - خروج السويق من القشرة
 - ازدياد التنفس الخلوي
 - تحليل النشا (الذي تم تخزينه في البذرة) إلى سكريات تُستعمل لاستخراج الطاقة ولبناء مواد أخرى.
 - انقسام خلايا الجذير والسويق واستطالتها.
 - خروج الجذير من القشرة.
3. ما هي الأفضلية للبادرة من أن الجذير يخرج قبل السويق؟ اشرحوا.
4. ما هي الأفضلية للنبته التي يوجد في ثمارها مادة تثبط الإنبات؟
5. تتطرق الأسئلة الآتية إلى الرسمة ب - 11:



الرسمة ب - 11: تغيّرات في الكتلة الجافة للاندوسبيرم وجنين بذور ذرة نبتت في الظلام

- أ. ما هو المتغيّر غير المتعلق، وما هي المتغيّرات المتعلقة المعروضة في الرسم البياني؟
- ب. صفوا التغيّرات التي حدثت في كل متغيّر من المتغيّرات المتعلقة.
- ج. ما هي العمليات التي حدثت في البذرة والتي تؤدي إلى التغيّرات التي وصفتموها في بند ب؟ اشرحوا.
- د. خمنوا كتلة كل جزء من أجزاء البذرة بعد مرور 20 ساعة. اشرحوا، على ماذا اعتمدتم في تخمينكم؟
6. اختاروا عشرة مصطلحات من قائمة المصطلحات المهمة التي وردت في الفصل، ثم صنّفوها إلى 2-3 مجموعات. أعطوا عنواناً لكل مجموعة وشرحوا المشترك لجميع المصطلحات التي تنتمي إلى نفس المجموعة.



المواضيع الأساسية في الفصل

- البذور هي التي تربط بين جيل معين والجيل القادم.
- يوجد للبذرة ثلاثة أقسام: جنين، أنسجة مع مواد إيدارية وقشرة.
- يوجد بذور تنبت مباشرة بعد هطول المطر الأول أو الري، ويوجد بذور أخرى تبقى في حالة سبات مدة زمنية معينة.
- تبدأ عملية الإنبات باستيعاب ماء وانتفاخ البذرة. بعد الانتفاخ، يتم في البذرة تنفس خلوي، ونشاط إنزيماتي، وبعد ذلك، يخرج الجذير ويليه السويق.
- يتم خلال الإنبات إنتاج وتفعيل إنزيمات تساعد على تحليل مواد تخزين لاستغلال نواتج التحليل في عملية الإنبات. ويتم تنظيم هذه النشاطات بواسطة هورمونات، مثلاً: جبرلين.
- العوامل التي تؤثر على الإنبات هي عوامل خارجية، مثل: درجة الحرارة والضوء وعوامل داخلية، مثل: وجود مثبطات إنبات في البذرة وصفات القشرة.
- يخزن المزارعون البذور في ظروف تضمن حيويتها لمدة زمنية طويلة. يؤثر المزارعون على موعد إنبات البذور بعدة طرق، مثل: معالجة القشرة القاسية للبذرة، تغيير ظروف الإضاءة و/أو درجة الحرارة.
- البذور هي أحد المكونات المهمة في تغذية الإنسان والحيوان.

مصطلحات مهمة في الفصل

إنبات	اندوسبيرم
سويق	عوامل خارجية
جنين	عوامل داخلية
فلقة	جبرلين
جذير	نشر بذور
سبات	بذرة
	مواد إيدارية
	كاسيات البذور

