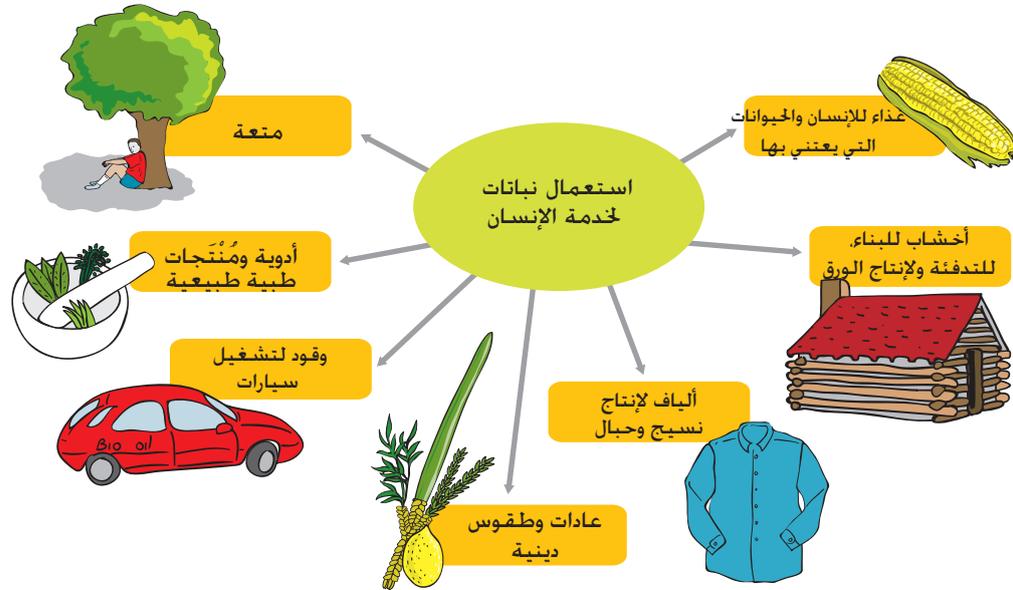




٥ تدخل الإنسان في تنمية نباتات في المزرعة

مقدمة

بدأت تنمية النباتات في المزرعة قبل حوالي 10,000 سنة، وقد كان الهدف منها تزويد غذاء متنوع للإنسان والحيوانات التي يعتني بها ولتزويد مُنتجات كثيرة إضافية (الرسمه ه - 1).



الرسمه ه - 1: استعمال نباتات لخدمة الإنسان

يستغل الإنسان معظم أعضاء النباتات لأهداف مختلفة. تُستعمل معظم محاصيل البذور كمكوّن أساسي مهم جداً في تغذية الإنسان والحيوانات التي يُعتني بها. ويُستعمل قسم من البذور لتنمية نباتات الجيل القادم ولإنتاج بذور إضافية.

جدير بالمعرفة



حقل قمح

تزوّد ثلاثة أنواع النجيليات - قمح، أرز وذرة - أكثر من 50% من غذاء الإنسان في العالم. و 20 نوعاً من مجموع المزروعات الزراعية تزوّد حوالي 90% من الغذاء. يوجد أنواع نباتات كثيرة يمكن أن تكون مصادر غذاء، لكنها غير مستغلة حتى الآن.



سؤال هـ - 1

أ. فيما يلي قائمة مُنتجات غذائية ومشروبات: حمص، طحينة، خبز، سكر، زيت، عصير برتقال، قهوة، كاكاو، بطاطا مقلية ومبما. أي منها حُضرت من بذور؟
ب. اكتبوا مُنتجاً غذائياً آخر لا يظهر في القائمة في بند أ، لكن يتم حُضيره من بذور.

- في السنوات العشر الأخيرة، فهم المزارعون أنه لا يكفي أن نزرع البذور في التربة وأن ننتظر قدوم المطر لري النباتات وحصاد المحاصيل، أو قطف الثمار. اليوم، حوّلت تنمية النباتات في الزراعة إلى صناعة حكيمة تعتمد على المعرفة وعلى التكنولوجيا المتقدمة. حيث تختلف طرقها بشكل كبير جداً عما كان في الماضي (وما زالت متبعة حتى يومنا هذا في أماكن مختلفة في العالم). تدخل الإنسان في تنمية النباتات معروف في ثلاثة مجالات أساسية:
- ازدياد المحاصيل بواسطة الري، التسميد، مكافحة الآفات الضارة والأمراض وتنمية النباتات في ظروف تخضع للمراقبة (مثل: الضوء، درجة الحرارة، CO₂).
 - توجيه الإزهار وإنتاج الثمار بواسطة إضافة هورمونات، تقليل، وتغيير ظروف الإضاءة.
 - ازدياد تنوع النباتات التي ينميها الإنسان لاحتياجاته المختلفة بطرق مختلفة، مثل: **تأقلم** نباتات أحضرت من مناطق جغرافية أخرى في العالم، **رعاية** أصناف وتغيير صفاتها وفقاً لاحتياجات الإنسان بواسطة **الانتخاب الاصطناعي**، تهجين أصناف/أنواع ببعضها وبينها وبين نباتات برية قريبة منها وطرق هندسة وراثية.

للمزيد عن:

تدخل الإنسان في النمو والتطور. انظروا الفصل الثالث

للمزيد عن:

أنواع وأصناف. انظروا بند هـ.2.

شرحنا في الفصول الثاني والثالث والرابع عن الطرق التي يتدخل الإنسان بواسطتها في دورة حياة النبات، لكي يزيد من المحاصيل وليلائمها إلى المزارعين والمستهلكين وهنا نعود ونلخصها في جدول هـ - 1).

جدول ه - 1: أمثلة لتدخّل في دورة حياة النبات

المرحلة في دورة حياة النبات	العملية التي ينفّذها المزارعون	الهدف	أمثلة للتطبيق
البذرة	احتكاك، تليين كيميائي أو هرس قشرة قاسية	1.	زيت
	كشف البذور لظروف إضاءة مناسبة	2.	الحس
المرحلة الخضرية	ري، تزييل وتسميد	3.	جميع المزروعات الزراعية
	4.	ازدياد عملية التركيب الضوئي وتحسين النمو	خضروات وأزهار في الدفيئة
	5.	تأثير على تطور الجذور
	تقليم وقصّ	6.	أشجار ثمار وعنب
	الرش بمادة تؤدي إلى تساقط الأوراق	خضير النبات لجمع الثمار والبذور	القطن
	7.	تغطية الحقل بشبكة	خضروات وفواكه
المرحلة التناسلية	8.	توجيه موعد الإزهار بحسب احتياجات السوق	أزهار زينة في الدفيئة
	تخليق	9.	أشجار مثمرة
	تفريد (تقليل عدد) الأزهار والثمار بطريقة يدوية أو بواسطة هورمونات	تقليل التنافس بين الأعضاء التي تستهلك نواخ التركيب الضوئي	أشجار مثمرة
	إضافة مناحل	10.	حمضيات، أفوكادو
	تلقيح اصطناعي	نخيل	
	تغطية الكرم بشبكة	منع أكل الثمار من قبل العصافير والخفافيش	موز،
تخزين المنتجات الزراعية لمدة طويلة	مستنبت نسيج	تكاثر نباتات بطريقة غير تزاوجية	موز
	11.	توجيه الإنضاج الإصطناعي. في ثمار كلمتارية	موز، أفوكادو، افرسمون
	12.	إبطاء عمليات طبيعية، مثل: الإزهار، النضوج، تثبيط الإنضاج الإصطناعي.	أزهار للتصدير، تفاح، موز، بندورة، حمضيات
	غسل، تعقيم	13.	حمضيات فلفل
	تغليف بطبقة شمعية	تقليل فقدان الماء من الثمرة والحفاظ على منظر براق، تقليل الإصابات الميكانيكية، تقليل التعرض للآفات الزراعية والجفاف.	حمضيات، تفاح

?? سؤال ه - 2

أكملوا في دفاتركم المعلومات الناقصة في الجدول. استعينوا بما تعلمتموه في الفصول ب، ج و د.

1. من هناك إلى هنا: تأقلم نباتات

لا تنمو جميع المزرعات بشكل طبيعي في منطقتنا. منذ أن بدأت تنمية النباتات لاحتياجات الإنسان، حاول مزارعون أن ينمو نباتات أحضرت من أماكن مختلفة في العالم.

العملية التي في نهايتها ننجح أن ننمي نباتات - في البلاد - أُحضرت من أماكن أخرى نسميها **تأقلم**. أثناء التأقلم، تتعرض النباتات (أو البذور) التي أُحضرت من بيت تنمية آخر إلى ظروف بيت تنمية جديد، حيث يتم ذلك بطريقة تدريجية. أحياناً، نختار من عشيرة النباتات التي أحضرناها، نباتات ذات صفات مناسبة للظروف الجديدة. لا ينجح التأقلم في كل حالة بسبب الفرق بين بيت التنمية الجديد وبين بيت التنمية الأصلي في الظروف الآتية: المناخ، نوع التربة، مسببات أمراض وما شابه.



جميز - شجرة أصلها من إفريقيا، وقد تأقلمت في البلاد قبل مئات السنين

قبل أكثر من مائة سنة، فهم المزارعون والباحثون أن نقل نباتات من بيت تنمية إلى آخر، قد يؤدي إلى مشاكل بيئية كبيرة. في سنة 1898، تأسست في الولايات المتحدة "خدمات رسمية لإدخال نباتات إلى أماكن تنمية جديدة"، وقد بدأوا في بحث موضوع نقل النباتات وتأقلمها والمشاكل المتعلقة بها. عملية تأقلم النباتات ليست سهلة وجأحها غير مضمون دائماً، في حالات معينة فشلت عملية التأقلم. في مزرعات معينة، فشلت التأقلم في المحاولة الأولى، لكنه نجح في المحاولات التي تمت فيما بعد. وفي حالات معينة، نجح التأقلم بشكل كبير جداً، لكن النبات حوّل إلى "نبات غازي" وقد أدى (ويؤدي) إلى أضرار في البيئة المحيطة الجديدة. في كل محاولة تأقلم نباتات في بيئة محيطة جديدة، يجب علينا الانتباه إلى تأثيرات العملية على البيئة المحيطة، ومن هنا يجب استعمال وسائل حذر ووقاية في العملية.

جدير بالمعرفة: نباتات تأقلمت كنباتات غازية



النبته التي أُحضرت إلى البلاد وتأقلمت هنا وحوّلت إلى مكرهة حقيقية هي النبق الأزرق. أُحضّر هذا النبات إلى البلاد في سنوات العشرينيات، لكي يثبت الرمال (كثبان الرمال)، وقد انتشر في جميع أنحاء البلاد. كما هو الأمر مع جميع النباتات الغازية، فإنّ النبق الأزرق يؤدي إلى أضرار في بيت التنمية الذي تتكاثر فيه دون مراقبة: فهي تمنع نباتات محلية من أن تنمو بالقرب منها، تؤذي التنوع البيولوجي في المكان وتغيّر طابع التربة. بسبب سيطرة النبق الأزرق على ضفتي النهر، فإنها تؤدي أحياناً إلى انهيار الضفة وإلى تغيير اتجاه مجرى جدول الماء. يعتبر إبعاد النبق الأزرق من بيوت التنمية مهمة صعبة جداً وغير ممكنة تقريباً، وذلك بسبب عدد البذور الهائل التي تنتجها، ولأن قطعها أو حرقها لا يمتنها، بل تعود وتنمو من جديد. عندما نقلع النبق الأزرق، لا نحل المشكلة، لأنه يبقى في التربة مخزن من بذور تصمد عشرات السنين.

علاقة بعلم البيئة:
التنوع البيولوجي
وأهميته. نباتات غازية .



النبق الأزرق

??

سؤال هـ - 3

ما هي الصفات التي تساهم في نجاح نبته النبق الأزرق أن تكون نبته غازية؟



هـ.1.1 مراحل التأقلم

في عملية التأقلم، نلاحظ ثلاث مراحل أساسية:

- اختيار نباتات مناسبة للتأقلم في البلاد وإحضارها.
- منع التجول.
- تكاثر النبات وانتشاره.

أ. اختيار نباتات مناسبة للتأقلم في البلاد وإحضارها

في الماضي، اعتاد الباحثون أن ينقلوا نباتات بالغة كاملة وحاولوا أن يأقلموها في أماكنها الجديدة. مع مرور السنين، وجد هؤلاء الباحثون أنه من الأفضل نقل البذور، لكي ينجحوا في تأقلمها. فيما يلي الأسباب لذلك:

- عملية نقل النباتات البالغة/الكاملة التي اقتلعت من التربة هي عملية معقدة وباهظة الثمن ولا تنتهي بنجاح دائماً.
- عند نقل النباتات البالغة، قد تُنقل نباتات مع مسببات أمراض وآفات زراعية مختلفة. هذا الخطر ليس كبيراً عندما ننقل بذوراً.

عندما تتشابه ظروف بيت التنمية الأصلي للنبات مع ظروف بيت التنمية في البلاد، فإن احتمال التأقلم يكون كبيراً. يوجد في العالم مناطق لها أقليم يشبه الأقليم السائد في البلاد، مثل: جنوب كليفورنيا، جنوب إفريقيا، وأقسام كبيرة من إستراليا، لذا أُحضرت إلى إسرائيل نباتات كثيرة من هذه البلاد. أحد الأمثلة لذلك هو نبتة الرصاصية التي أُحضرت إلى البلاد من جنوب إفريقيا وهي تُستعمل "كجدار حي"، حيث تتميز في إزهارها الأزرق فاتح.



الرصاصية

على الرغم من ذلك، اتضح مع مرور السنين أنه يمكن أن تتأقلم بنجاح، في البلاد، نباتات تنمو في أقاليم أخرى تختلف عن أقليم بلادنا. مثلاً: نجح المزارعون في أن يأقلموا صنف بطاطا أُحضِر من سكوتلندا التي تتميز بأقليم بارد ورطب أكثر من البلاد، أما أصناف البطاطا التي أُحضرت من فرنسا، من أقليم يشبه الأقليم في البلاد، لم تنجح هنا.

عند اختيار أصناف فواكه، خضروات ومزروعات حقلية للتأقلم، فإننا نفضل أصنافاً ذات محاصيل عالية، تبقى مدة طويلة للاستعمال، لها قدرة على الصمود أمام الأمراض، والآفات الزراعية وظروف الصدمة، مثل: الجفاف والملوحة.

عدد أنواع البذور والنباتات الجديدة التي يتم إحضارها إلى البلاد لفحص تأقلمها يكون صغيراً جداً خوفاً من أن ينقلوا آفات زراعية وأمراض نباتات إلى البلاد. لذا تمنع الدولة مسافرين أو سائحين منعاً باتاً من إحضار ثمار، أشتال، أزهار وبذور إلى البلاد.

ب. منع جُول

كل مادة نباتية، نباتات أو بذور تصل البلاد من أماكن خارج البلاد، يجب أن تكون معقمة ومصادق عليها رسمياً أنها خالية من الأمراض. بعد ذلك، يجب أن تكون هذه المواد في منع جُول وتحت إشراف وزارة الزراعة لفترة معينة، لكي يفحصوا أنها لا تحمل أمراضاً وآفات زراعية. عندما يكون هناك شك لوجود مسببات أمراض وآفات زراعية، فإنهم يُنمّون البذور في مكان مغلق، بحيث تكون معزولة عن بيئتها المحيطة (مثلاً: في دفيئة مغلقة)، لكي يتأكدوا من أنها غير مصابة بمرض معين.

ج. إكثار النبات ونشره

بعد فترة منع التجول وبعد أن يتأكدوا من أن المادة النباتية التي أحضرت إلى البلاد لا تحمل أمراضاً وآفات زراعية، تبدأ عملية الإكثار والنشر. أثناء إكثار المادة، يفحصون صفات ومدى تكيف المادة النباتية إلى ظروف الأقليم في بيت التنمية الجديد. تُنمّي عادةً النباتات الجديدة في عدة مناطق في البلاد، لكي نفحص الظروف التي تتطور فيها النباتات بشكل أفضل. خلال هذه الفترة من التأقلم، يراقب المختصون نمو هذه النباتات، وإذا وُجد عامل مسبب لأمراض أو آفات زراعية معينة، فإنهم يبيدون النباتات مباشرةً، لكي يمنعوا انتشار المرض في البلاد.

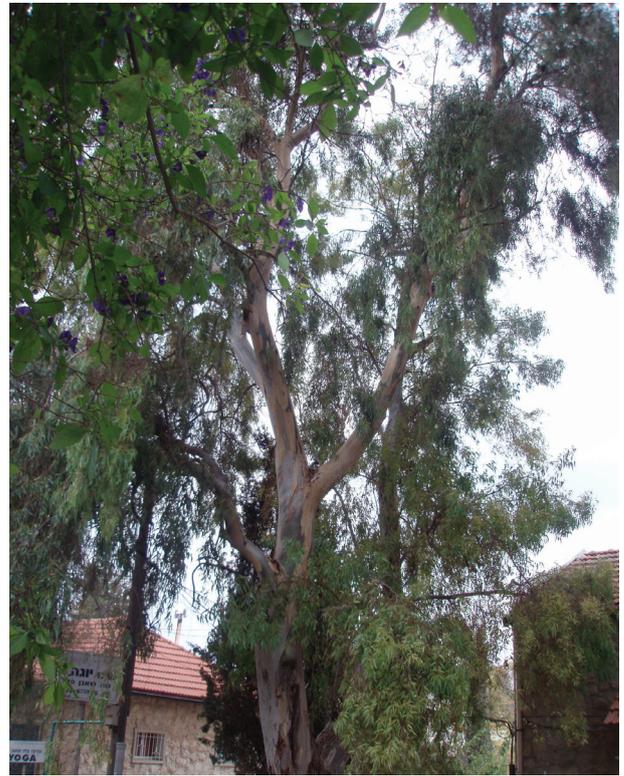
هـ.1.2 نباتات أُقلمت في البلاد

شجرة الكينا

شجرة الكينا هي شجرة شائعة في استراليا. وقد أُحضرت إلى البلاد في نهاية القرن التاسع عشر، لكي تساعد على جفاف المستنقعات التي تعتبر بيوت تنمية جيدة للبعوض الذي ينقل مرض الملاريا. الغريب في الأمر، أن شجرة الكينا نمت وتطورت في أماكن كثيرة في البلاد، حيث نُجد بالأساس غابات كينا في أماكن كانت فيها مستنقعات كثيرة. تعتبر شجرة الكينا اليوم من بين الأنواع الغازية في البلاد.

أنواع حمضيات (برتقال، كريبفروت وغير ذلك) مصدر أشجار الحمضيات من جنوب شرق آسيا. عندما أُقيمت المستوطنات الأولى في البلاد، غُرست فيها بيارات أيضاً. أسماء الحمضيات وبالأساس البرتقال من "صنف" شمويتي، سُمي "برتقال يافا الذهبي" (Jaffa Oranges)، حيث يُشير الاسم إلى جودة الثمار.

شجرة برتقال



شجرة كينا



أشجار ثمار شبه استوائية

من الصعب أن نتخيّل رفوف دكاكين الفواكه والخضروات دون أفريسمون، ماجو، أفوكادو، أنونا وجوافة. مصدر هذه النباتات من المناطق المجاورة للمناطق الأستوائية التي تقع حول خط الاستواء (ومن هنا جاء اسمها شبه استوائية) والتي يسودها أقليم حار ورطب أكثر من البلاد. تأقلمت هذه النباتات جيداً في البلاد وهي تُستهلك للاحتياجات المحلية وتُصدر إلى خارج البلاد.

جدول ه - 2: أمثلة لثمار شبه استوائية أُقلمت في البلاد

اسم النبات	المنطقة التي أُحصِر منها النبات
أفوكادو	مركز أميركا: من جنوب المكسيك وحتى شمال أميركا الجنوبية
أنونا	مركز أميركا والجنوب
أناناس	البرازيل (جنوب أميركا)
أفريسمون	جنوب وغرب آسيا
جوافة	مركز أميركا وجنوبها
ليتشي	شرق آسيا
ماجو	جنوب وشرق آسيا، شمال الهند
كيوي	جنوب الصين



ثمار على رف في دكان (من اليمين إلى اليسار: ماجو، كيوي، أناناس وليتشي)

جدير بالمعرفة: المزيد عن تأقلم النباتات في إسرائيل

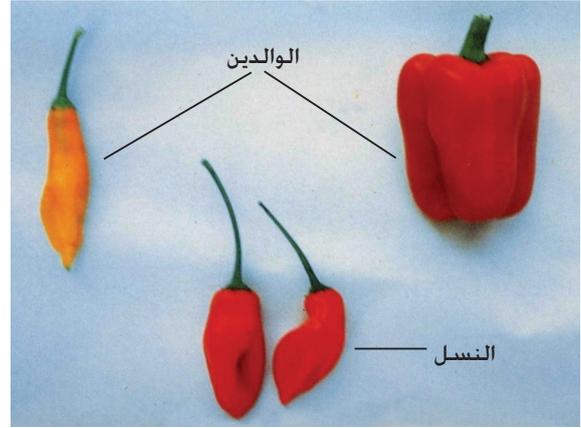
بدأ تأقلم أشجار الفواكه في البلاد مع قيام المستوطنات الأولى التي أسسها البارون روتشيلد. الباحث أهرون أرونسون الذي اكتشف نبتة "أم القمح" بالقرب من روش بينا، بدأ في عملية تأقلم أشجار فواكه استوائية في بداية القرن العشرين بالقرب من عتليت. بعد موته، في سنة 1919، توقفت عملية التأقلم، لكنها جُددت بعد عدة سنوات، ففي سنة 1931 غرست حديقة التأقلم في محطة تجريبية في رحوبوت، وقد أُدخِلت إلى البلاد أنواع وأصناف جديدة كثيرة. في غابة الأشجار الباسقة، بالقرب من البلدة كديما، في مركز البلاد. أقامت وزارة الزراعة في سنوات الخمسينيات من القرن العشرين حديقة تأقلم لأشجار زينة وأشجار غابات. وقد كان الهدف الأساسي فحص مدى ملاءمة أنواع الكينا لظروف البلاد، وفحص ملاءمة أنواع أشجار زينة وأشجار غابات جُمعت من جميع أنحاء العالم لغرسها في البلاد. تستعمل الحديقة كمجمّع نباتات قومي وهي عبارة عن متحف للأشجار. تمتد هذه الحديقة على مساحة 130 دونماً تقريباً وفيها حوالي 750 نوعاً من الأشجار الخاصة من جميع أنحاء العالم.



2. من القديم يخرج الجديد: رعاية أصناف بواسطة انتخاب اصطناعي وتهجين

تعتمد طرق **رعاية الأصناف** الجديدة على الحقيقة أنه في عشائر نباتات في الطبيعة، نتجت أفراد مختلفة عن بعضها في الصفات، من خلال التكاثر التزاوجي. هذا **التباين الوراثي** هو الذي يساعد المزارعون على اختيار أفراد معينة وتفضيلها بسبب صفاتها المرغوبة للتنمية. كما يستطيع المزارعون أن يقوموا بتلقيح اصطناعي واخصاب بين أفراد معينة، وهكذا يتم التهجين بينها.

من خلال **التهجين والانتخاب الاصطناعي**، لأجيال كثيرة، يمكن الحصول على صنف يحمل صفات مرغوبة. مثلاً: أشجار فواكه قصيرة، لكي يكون من السهل قطفها، أشجار فواكه تعطي محاصيل عالية من الثمار العسيرة، مزروعات ذات قدرة على الصمود للملوحة، للآفات الزراعية والأمراض، فلفل بألوان



فلفل

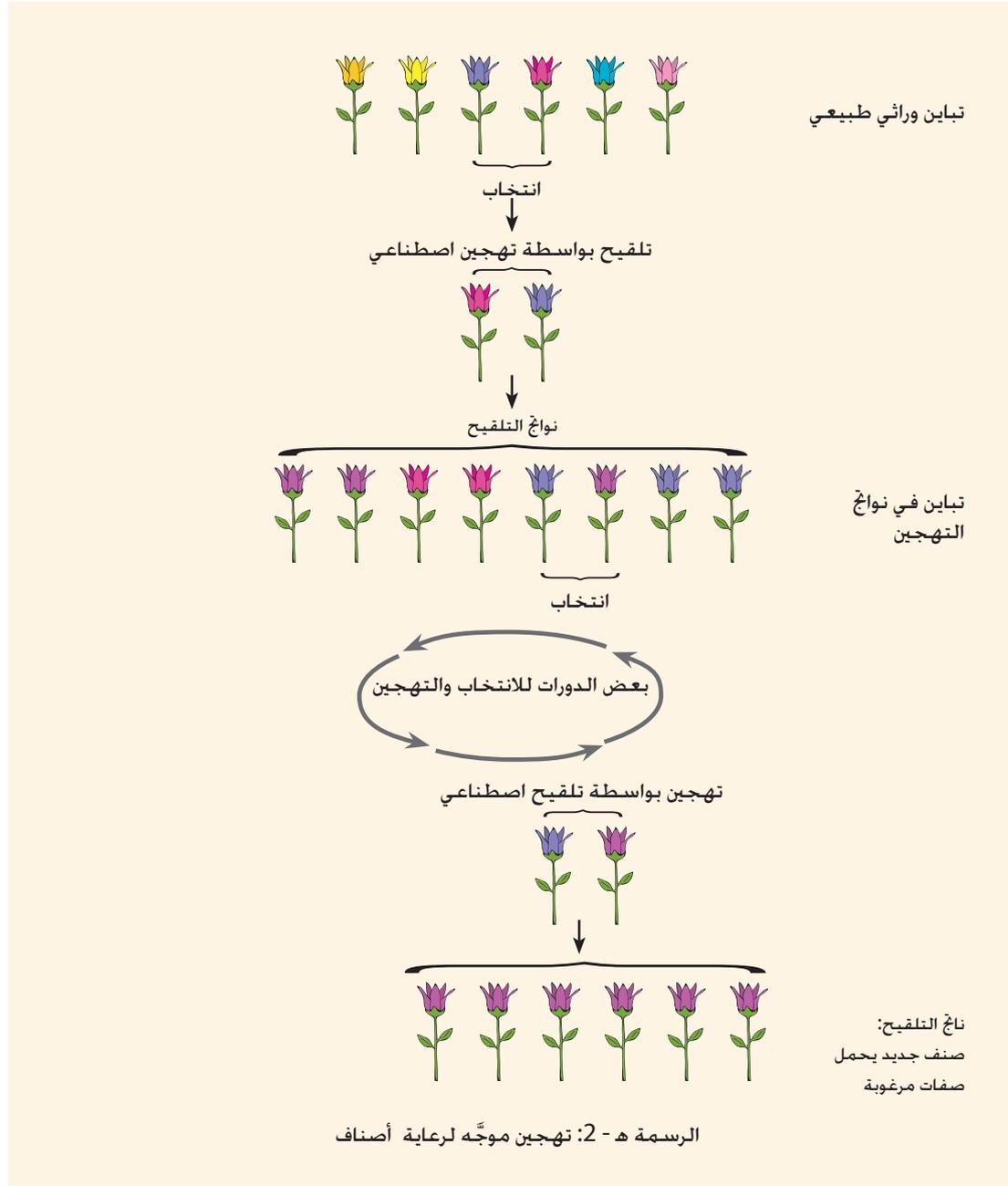
مختلفة، استعمال فواكه وخضروات في الدكاكين لمدة زمنية طويلة. نُفِدت هذه التهجينات في الماضي البعيد، على الرغم من أننا لا نعرف الآلية الوراثية التي بواسطتها نحصل على صنف جديد. مثلاً: التنوع الكبير الذي تعرفونه عن أصناف القمح والكلاب، هو نتيجةً لتهجينات بين أصناف مختلفة ولانتخاب اصطناعي. يمكن أن نهجن أصنافاً يعنى بها الإنسان مع "أقربائها" التي تعيش في الطبيعة، وهكذا نرى أصنافاً جديدة ذات صفات مرغوبة للمزارعين والمستهلكين.

مصطلحات: أنواع وأصناف

تنتمي النباتات إلى عائلات تشتمل أجناساً مختلفة تنقسم إلى أنواع. الأصناف هي مجموعة ثانوية في نوع معين، مثلاً: ينتمي التفاح إلى عائلة الورديات التي تشتمل أنواعاً مختلفة من التفاح. نوع التفاح الذي يعنى به الإنسان يشمل آلاف الأصناف (مثل: جرنى سميث، دليشيس، جولان أحمر وغير ذلك). يمكن أن نهجن أصنافاً مختلفة، وأحياناً يمكن أن نهجن أنواعاً مختلفة. ثمرة البومبلا هي ناخ تهجين بين نوعين من الحمضيات وهما البومبلا ذاتها والجريبفروت.

2.1 كيف نوجّه التهجين؟

في التهجين الذي يقوم به المزارعون للحصول على دمج بين صفات فردين (الرسمه ه - 2)، يجب أن يمنعوا حدوث تلقيح ذاتي طبيعي. في الأزهار ثنائية الجنس، ينزع المزارعون الأسدية وينقلون بأنفسهم حبيبات اللقاح من زهرة فرد معين إلى زهرة فرد آخر. من الواضح أن هذا النوع من التلقيح الاصطناعي يحتاج إلى أيدي عاملة ماهرة ومختصة. نستعين اليوم أيضاً في أصناف لا تُنتج حبيبات لقاح خصبة، وهذا يعنى أنها ذكور عاقرة. الذكور العاقرة تمنع تلقيح ذاتي، لكنها تسمح بتلقيح نبات معين بحبيبات لقاح خصبة من صنف آخر. يستعمل مزارعون كثيرون في العالم أصنافاً عاقرة من ناحية ذكورية لإنتاج بذور مزروعات، مثل: الذرة، السورجوم والكانولا.



سؤال ه - 4

الصمود للأمراض هو إحدى الصفات التي نرعاها عادةً. هذه الصفة مفيدة للنبات، للمزارع، للنظام البيئي ولنا "كسكان" في هذا النظام. اشرحوا جانبين إيجابيين لصمود النباتات لأفات زراعية.

هـ 2.2 أمثلة لنواج عمليّة الرعايَة

القمح الذي يعتني به الإنسان (غير بري) والقمح القزم
 في القمح الذي يعتني به الإنسان، لا تتحلل السنبلّة وتبقى حبات القمح على نبتة الأم، لذا من الأسهل أن نحصد المحصول. تمتّ رعايَة القمح الذي يعتني به الإنسان في منطقتنا قبل آلاف السنين بواسطة الانتخاب الاصطناعي من قمح بري سنبلته تتحلل. وتمتّ رعايَة أصناف قمح قصيرة بواسطة تهجين بين أصناف طويلة وبين أصناف قصيرة. أفضليَة الأصناف القصيرة أن سيقانها لا تنكسر بسبب ثقل حبات القمح التي تنضج. كما أن بذل الجهد في بناء القسم الخضري في الساق يكون قليلاً ومحاصيل البذور تكون أكبر بالمقارنة مع أصناف القمح العادي. سُميت عمليَة رعايَة هذه الأصناف مع دمج التكنولوجيا الزراعيَة، التسميد واستعمال مواد لمكافحة الآفات الزراعيَة باسم "الثورة الخضراء" التي في إطارها نجحت دول في آسيا، إفريقيا، وأميركا الجنوبيَة أن تزيد من كميَة الغذاء بشكل ملحوظ، وأن نقلل من معاناة الجوع عند سكانها.



قمح بري

جدبر بالمعرفة: الرعايَة وحائزَة نوبل للسلام

في سنة 1970، حاز الباحث الأميركي نورمان بولوج (Norman Borlaug) على جائزة نوبل للسلام بفضل مساهمته في تحسين أصناف قمح قصيرة تعطي محاصيل عالية جداً.



أصناف الدراق - الجرزنق

في حالات كثيرة، يطوّر المزارعون أصنافاً جديدة بحسب مذاق المستهلكين ومتطلباتهم. مثلاً: يفضل المستهلكون في انكلترا أصناف دراق عصيرية (مليئة بالعصير)، بحيث "يذوب" غلافها في الفم ويكون مذاقها حلو حامض. أما في إسرائيل، يفضل المستهلكون أصنافاً ليست لينة كثيراً ومذاقها حلو. أصناف "أسنان القرش" التي طوّرت في البلاد هي دراق لونها أحمر، بوردو وأصفر ولها شكل طويل يشبه سن سمكة القرش.

أصناف سيف القمح

أحياناً، تتم رعايَة أصناف جديدة بسبب مشاكل "عمليَة جداً"، مثلاً: وزنّ الساق، في حينه، الصنف الشائع من بين أصناف سيف القمح، كان له ساق طويل وثقيل.

أدى الوزن الثقيل لساق الزهرة، إلى صعوبة في إيجاد مزهريَة مناسبة (تميل باقة الأزهار جانباً وتؤدي إلى سقوط المزهريَة) وإلى صعوبة في تصدير الأزهار إلى خارج البلاد. عند تهجين نبتة سيف قمح غير بريّة (يعتني بها الإنسان) مع نبتة سيف قمح بريّة صغيرة وناعمة، حصل المزارعون على صنف جديد من سيف قمح يحمل الصفات المرغوبة.



سيف قمح غير بري (يعتني بها الإنسان)



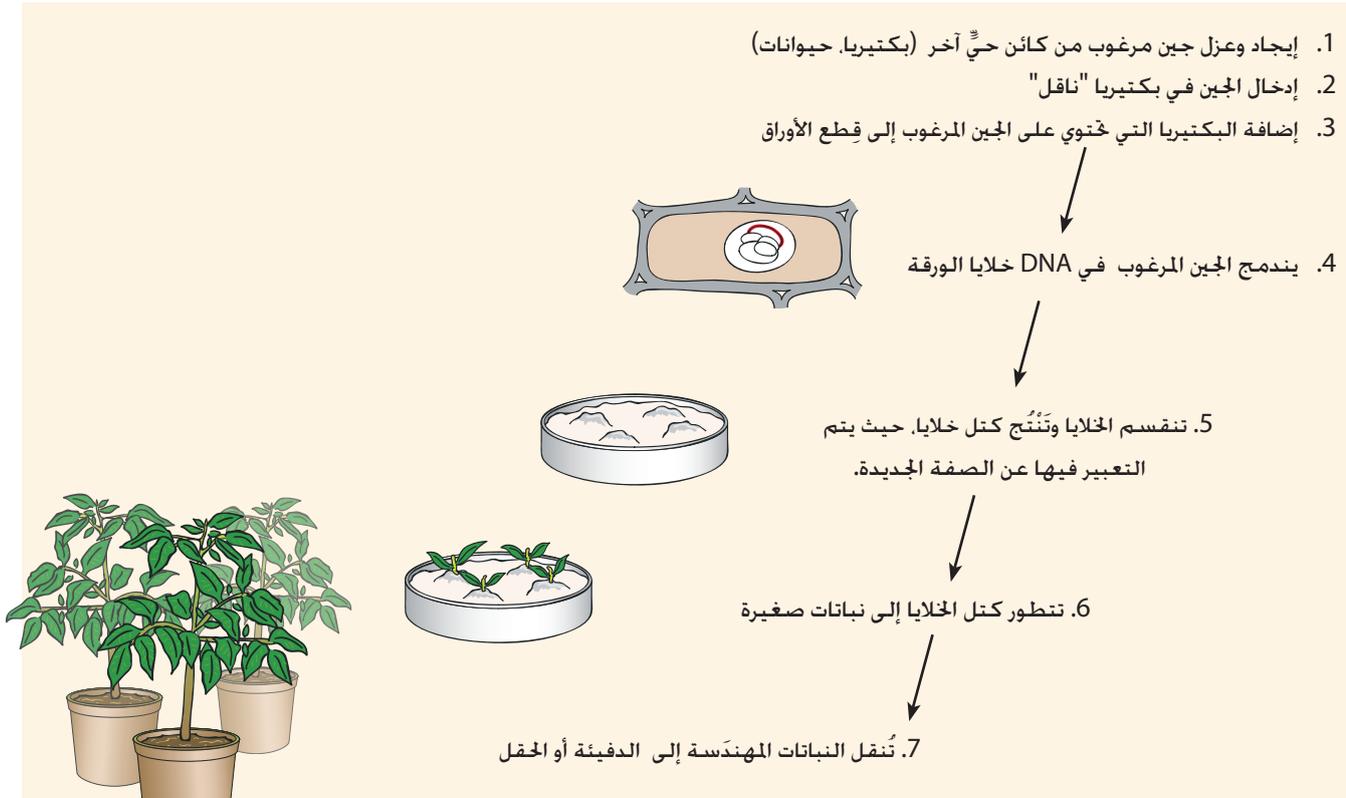
ه3. رعاية أصناف جديدة بواسطة هندسة وراثية

خلال عشرات السنوات الأخيرة، يستعمل الباحثون طرق رعاية أصناف تعتمد على **الهندسة الوراثية**، لكي يرعوا أصنافاً جديدة تتحلى بدمج من الصفات المرغوبة. تعتمد الهندسة الوراثية على نقل موجّه لمقاطع DNA معينة من كائن حي معين إلى آخر، يمكن تطبيق الهندسة الوراثية في كائنات حية لا تنتمي إلى نفس النوع البيولوجي (species)، ولا توجد إمكانية للتهجين بينها، ينبع من ذلك أنه بواسطة الهندسة الوراثية، يمكن تغيير الشحنة الوراثية للكائن الحي بطريقة غير ممكنة في الطبيعة بتاتاً.

ه3.1 كيف "نهندس" نبتة؟

تبدأ عملية إنتاج نبات مهندس في البحث عن جين لصفة مرغوبة في كائن حي معين: نبات، حيوان وحتى بكتيريا أو فيروس. في شروط المختبر، يتم نقل الجين إلى النبات الذي نرغب في تحسينه أو تغييره. إنَّ نقل جين من كائن حيٍّ معيّن إلى آخر، لا يُعتبر مهمة سهلة، لكي ننفذ ذلك، نستعمل أحياناً كائن حي "ناقل"، مثلاً: ندمج مقطع الـ DNA (الذي يحمل معلومات الصفة التي نريد أن نقلها إلى النبتة، في DNA البكتيريا (الرسمه ه-3). نضيف البكتيريا إلى قطع أوراق وهكذا ننقل الجين المرغوب إلى خلايا الورقة. بعد نقل الجين المرغوب، تحتوي خلايا النبات المهندس على معلومات الصفة المرغوبة التي سيتم التعبير عنها في النبتة.

علاقة بعلم البيئة:
استعمال الهندسة
الوراثية.



الرسمه ه-3: إنتاج نبات جديد بواسطة الهندسة الوراثية

بعد أن تطوّرت النباتات المهندسة، تُنقل إلى الدفيئات أو الحقل، وذلك متعلق بنوع النبات وبظروف النمو. عادةً، يتم إكثار النبتة المهندسة عدة أجيال، لكي نضمن أن يحمل النسل الصفة الجديدة / المرغوبة في جميع الأجيال.

إحدى الحسنيات المهمة للهندسة الوراثية أنه يمكن إنتاج أصناف ذات قدرة عالية على الصمود للآفات الزراعية الضارة و/أو الأمراض، وفي أعقاب ذلك، نحصل عادةً على محصول كبير جدًا وذا جودة، كما يمكن تقليص استعمال مواد كيميائية (لمكافحة الآفات الزراعية) تضر بالبيئة المحيطة. حتى اليوم، نجح الباحثون في إنتاج نباتات ذات قدرة على الصمود للآفات الزراعية والأمراض، وذات قدرة على الصمود في ظروف بيئية محيطية قاسية، مثل: الحرارة، البرد، الجفاف والملوحة العالية، وهي ذات قيمة غذائية محسّنة.

إحدى الاتجاهات الجديدة في الهندسة الوراثية للنباتات هي إدخال معلومات عن أنتيجن (مثلاً: بروتين من غلاف فيروس مسبب للأمراض) إلى خلايا بطاطا. في أعقاب أكل البطاطا، يتم تفعيل جهاز المناعة عند الإنسان وتنتج فيه أجسامًا مضادة تُكسبه المناعة ضد الفيروس.

هـ 2.3 أمثلة للنواحي المهمة للهندسة الوراثية



أرز مذهب وأرز أبيض

- "الأرز المذهب": هو أحد التطورات المهمة في الهندسة الوراثية للأرز، وقد تم الحصول عليه بعد إدخال جينين من الذرة في الأرز. يحمل أحد الجينين معلومات عن صفات مسؤولة عن تخزين الحديد، والجين الثاني يحمل معلومات لإنتاج بيتا كاروتين (يُنتج منه فيتامين A في الحيوانات). بيتا كاروتين هو مكون أساسي في إنتاج صبغيات الرؤية في الإنسان. مستوى الحديد والكاروتين في الأرز المذهب (الذي لونه ذهبي بسبب وجود الكاروتين) أعلى من الأرز العادي واستهلاك الأرز المذهب يمنع من فقر الدم والعمى عند سكان يتغذون بالأساس على الأرز.
- بندورة غنية بمواد مضادة للتأكسد مثل اليكوفين وهي تحتوي على نسبة عالية نسبيًا للفيتامينين E و C.
- القطن، الصويا، الكانولا، الذرة، والبطاطا التي أدخل فيها جين لإنتاج السُم Bt (الذي اكتُشف أول مرة في إسرائيل) والذي مصدره من البكتيريا. يصيب السُم Bt يرقات حشرات تتغذى على أوراق نباتات. إن دمج الجين لإنتاج السُم يمنع من إصابة المحاصيل التي تسببها الحشرات ويقلل من الحاجة إلى رش النباتات بمواد لمكافحة الآفات الزراعية.

- في القمح - الجين الذي أُخذ من القمح البري وأُدخل إلى قمح يعتني به الإنسان، يقصّر من زمن النضوج ويغني حبات القمح ببروتينات، خارصين وحديد.
- عباد الشمس - الذي أُدخل فيه جين لإنتاج بروتين كازئين مصدره من الأبقار التي تُنتج هذا البروتين. يحتوي الكازئين على حوامض أمينية ضرورية لأجسامنا وهو يرفع من القيمة الغذائية لبذور النبات.
- البطاطا - أُدخل فيها جين يحمل معلومات وراثية للصدود ضد فطر يؤدي إلى مرض الذبول، الذي أدى في الماضي إلى تدمير محاصيل البطاطا وإلى مجاعة في أيرلندا، في القرن التاسع عشر (انظروا الفصل الرابع، بند 2.1). وُجد الجين المسؤول عن هذه القدرة للصدود في صنف بطاطا بري يعيش في المكسيك.
- نبتة تلمّع عندما تعاني من نقص في الماء. نُجح باحثون في إدخال جين مصدره من قنديل بحر استوائي في نباتات. يؤدي وجود الجين إلى انبعاث ضوء يلمع عندما تبدأ النبتة بالمعاناة من صدمة ماء. نلاحظ في الظلام أن الأوراق تلمع، وهكذا نعرف أن النبتة تعاني من نقص في الماء.

جدول ه - 3: معطيات عديدة حول الهندسة الوراثية - مزروعات مهندسة في الولايات المتحدة

المزروعات	كبر المساحة التي ينمون فيها نباتات مهندسة ذوات قدرة على الصدود أمام مبيدات أعشاب و/أو مبيدات حشرات (في الولايات المتحدة) (النسبة المئوية من المساحة العامة لنوع النبات المزروع %)	
	في سنة 2009	في سنة 2000
القطن	88%	61%
الذرة	84%	25%
الصويا	91%	54%

?? سؤال ه - 5

- ارسموا رسماً بيانياً بحسب معلومات الجدول ه - 3. علّلوا اختيار طريقة العرض البياني.
- صفوا توجّه التغيّرات خلال السنوات.
- ما هي المنتجات الغذائية التي يتم إنتاجها من الصويا؟ جدوا معلومات حول الموضوع وخصوها باختصار.
- ابحثوا في مصادر معلومات محتلنة (صحف يومية، الإنترنت) عن مقالاً يتناول تغيّرات في النبات (لم تُذكر هنا) بواسطة الهندسة الوراثية. اذكروا الكائن الحي الذي تمّ فيه التغيير، والكائن الحي الذي يعتبر مصدر المعلومات الوراثية، وما هي أفضلية تنفيذ العملية؟

توسع: صراع وأسئلة مفتوحة حول موضوع النباتات المهندسة



مع ازدياد استعمال النباتات المهندسة وراثيًا، يزداد عند الجمهور الخوف من استهلاك مواد غذائية أنتجت في نباتات مهندسة. يعتمد الاعتراض لاستعمال النباتات المهندسة على الأسباب الآتية: دينية، صحية وبيئية محيطية. يدعي المعارضون المتدينون أنه لا يجوز التدخل في الآليات الوراثية للكائنات الحية التي خلقها الله. يدعي آخرون أن تناول غذاء مهندس قد يضر بالصحة، وقد يؤدي إلى عوارض جانبية لا نستطيع توقعها اليوم. غير واضح حتى الآن، هل تناول بروتينات "جديدة" مصدرها من نباتات مهندسة يؤثر على صحة الإنسان الذي يتغذى من هذه النباتات؟ يتعامل جسم الإنسان مع بروتينات لا يعرفها، وهي عبارة عن جسم غريب، وقد تؤدي إلى حساسية وتثير جهاز المناعة ضدها. على الرغم من ذلك، من الجدير بالذكر أنه في الولايات المتحدة، كندا وأستراليا، يستهلك ملايين الناس وملايين الحيوانات مواد غذائية مصدرها من أصناف نباتات مهندسة، مثل: الذرة، الصويا، القطن والكانولا، ولم تظهر حتى الآن عوارض جانبية غير مرغوب بها، على الرغم من استعمالها سنوات كثيرة. يعترض كثيرون على استعمال نباتات مهندسة بسبب الخوف من تأثير النباتات "الجديدة" على النظام البيئي: النبات الذي مرّ تغييرات من خلال الهندسة الوراثية، قد ينشر - في بيئته المحيطة - حبيبات لقاح وبذور تحمل معلومات وراثية جديدة. قد يؤدي هذا الانتشار إلى تغيير مكونات الأنواع الطبيعية، لأن التهجين بين نبات مهندس وبين نبات قريب منه في الطبيعة، قد يؤدي إلى إنتاج صنف جديد لا يمكن أن نتوقع صفاته مسبقًا. يحاول باحثون كثيرون أن يفحصوا مدى الأخطار التي قد تحدث للنظام البيئي، وحتى الآن لا توجد استنتاجات واضحة. بالمقابل، يدعي آخرون أن الأخطار التي قد تحدث للبيئة المحيطة ضئيلة جدًا. يُبرز الداعمون لاستعمال النباتات المهندسة أنها ذات أفضليات غذائية، وهي تقلل من استعمال مبيدات الحشرات والأسمدة التي أثبت أنها تضر بالبيئة المحيطة. يوجد سبب إضافي للاعتراض على رعاية نباتات مهندسة، وهو يعتمد على الخطر أن استعمال مستمر لأصناف تحمل جين السم Bt، قد يؤدي إلى انتخاب حشرات ذات قدرة على الصمود أمام هذا السم، حيث تكاثر هذه الحشرات الضارة ونحتاج إلى مكافحتها من جديد بمواد تضر بالبيئة المحيطة. حدث شيء شبيه عندما استعملوا سنوات كثيرة مواد لمكافحة الحشرات، ومع مرور السنين، تكاثر في عشيرة الحشرات أفراد ذات قدرة على الصمود أمام مبيدات الحشرات، وقد ازداد تعدادها في العشيرة، وانخفضت نجاعة هذه المواد.



إشارة تُشير إلى أن المنتج لا يشتمل على مكونات من كائنات حية مهندسة وراثيًا

(Genetically Modified Organism)

ه4: توسع: تدخل المزارعون يؤثر على البيئة المحيطة



أهمية النباتات للإنسان كبيرة جداً، لكن من المهم التذكر أنّ النباتات جزءاً من النظام البيئي، حيث تؤثر المزرعات الزراعية في الحقول والكروم على الأنظمة البيئية في بيئتها المحيطة وعلى منظرها. فيما يلي عدة أمثلة لتأثير الزراعة على البيئة المحيطة:

قَطْع نباتات طبيعية: يؤدي قَطْع الغابات وحرق الجذوع والغصون (للحصول على مساحات أراضي للزراعة أو للرعي) إلى انقراض أنواع، هدم تربة وفيضانات (في أعقاب التغيير في تغطية التربة). يقلل قطع النباتات من تثبيت CO₂، ويزيد احتراقها من إطلاق CO₂ إلى الغلاف الجوي وفي أعقاب ذلك يزداد تسخين الغلاف الجوي.

تطوير مساحات زراعية في مناطق صحراوية: لكي تمنع انتشار ظاهرة التصحر، فإننا نستعمل طرق تكنولوجية متطورة تساعد على تنمية مزرعات زراعية في أراضي صحراوية. صحيح أن عملية التصحر بطيئة، لكن في الوقت ذاته نضيف أنواعاً للنظام البيئي المحلي ونغيّر مكوناته.

استعمال الأسمدة: يصل فائض الأسمدة إلى التربة، الوديان، مجمعات المياه والمياه الجوفية، وهي تضر بجودة المياه.

استعمال مواد كيميائية لمكافحة الآفات الزراعية: المواد التي تُستعمل لمكافحة الحشرات، القوارض والنباتات، قد تؤذي أيضاً حيوانات ونباتات تعيش في بيوت تنمية مجاورة للأراضي الزراعية وهذه الحيوانات والنباتات لا تؤذي النباتات الزراعية. قد تصل الأسمدة والمواد التي نستعملها لمكافحة الآفات الزراعية إلى مصادر المياه أيضاً وتمس بجودتها.

تنمية نباتات مهندسة: كما تعلمتم في بند ه3، يمكن أن يتم تهجين بين نباتات مهندسة وبين "أقربائها" التي تنمو في الطبيعة، وهكذا تنتج أصنافاً جديدة، لا نستطيع أن نتوقع صفاتها مسبقاً. قد لا يكون هناك خطر، لكن يمكن أن ينتج نوع غاز يتنافس مع النباتات الطبيعية والمزرعات الزراعية، ولا نستطيع مكافحته بالطرق المقبولة.

تنمية نباتات تجذب حيوانات: النباتات التي ينميتها المزارع تجذب إليها حيوانات، قسم منها لم يكن شائعاً في منطقة تنمية النباتات، وقسم منها كانت في منطقة تنمية النباتات،

لكن عشيرتها ازدادت، مثلاً: حقول الفستق في غور الحولة تجذب إليها آلافاً من طيور الرهو التي تمر فوق الغور في مواسم الترحال، في طريقها من أوروبا إلى إفريقيا في فصل الخريف وعند عودتها إلى أوروبا في فصل الربيع، تؤدي إلى أضرار كبيرة جداً للمحاصيل الزراعية. تواجه المزارعون صراعات حول كيفية منع طيور الرهو من أن تأكل الفستق، مثلاً: إصدار أصوات، إطلاق رصاص، لكي تهرب من الحقول، أو توزيع حَبّ ذرة في الحقول المجاورة للفستق، وهكذا نمنع محاصيل الفستق. إلى جانب الضرر الذي يحدث للمزارعين بسبب وجود الرهو، إلا أن الرهو يجذب إلى المنطقة متنزهون كثيرون لمشاهدته، وهكذا يساهم في تطوير السياحة في المنطقة.



الرهو في غور الحولة

جميع النشاطات التي وُصفت هي تدخُّل موجَّه للمزارعون في البيئة المحيطة الطبيعية وهي تهدف إلى إنتاج مواد غذائية ومصدر رزق من الزراعة. لكن هذه النشاطات، قد تؤذي في المدى البعيد التنوع البيولوجي الطبيعي وتوازن العمليات في النظام البيئي. نباتات، زراعة وسياحة في السنوات الأخيرة، بدأت تتطور في البلاد سياحة داخلية متعلقة بتنمية نباتات زراعية، مثلاً: يقوم مزارعو الجولان في دعوة الناس إلى كرومهم، لكي يقطفوا بأنفسهم الكرز، فواكه الغابة، التفاح والأجاص، وبعد أن تنتهي عملية القطف، يدفع الناس نقوداً لصاحب الكرم مقابل الثمار التي قطفوها. يقترح أصحاب مزارع بهارات على الناس أن يحضروا مخاليط بهارات ونباتات تناسب مذاقهم، وفي فصل الخريف، يدعو مزارعون سياح للاشتراك في قطف الزيتون وفي تحضير زيت الزيتون. تشكل السياحة الزراعية مصدر دخل إضافي للمزارعين ولسكان المنطقة، وهي تزيد من وعي الجمهور "المدني" إلى مشاكل الزراعة وإلى الحفاظ على الطبيعة.

?? أسئلة لتلخيص الفصل

1. نوصي مزارع التوت الأرضي أن يضع مناحل النحل بالقرب من قطع الأراضي التي تعطي ثماراً. اتضح أن التقاء النحل بنباتات التوت الأرضي ساهم في تقليل تشويه شكل الثمار، وساعد في زيادة الثمار المحسّنة بنسبة 75% تقريباً وازدادت المحاصيل العامة حوالي 15%.
أ. في أي مرحلة من دورة حياة التوت الأرضي يتدخل النحل؟
ب. ما هي العملية التي يساهم فيها النحل والتي تساعد في ازدياد كمية الثمار وتقليل التشويه في شكل التوت الأرضي؟
ج. ما هي العلاقة المتبادلة بين نباتات التوت الأرضي وبين النحل؟ اشرحوا.
2. أمامكم قائمة نشاطات زراعية. ما هو المبدأ البيولوجي الذي يعتمد عليه كل نشاط؟
أ. تخزين فواكه وخضروات في التبريد.
ب. تغليف ثمار الحمضيات المعدة للتصدير بطبقة شمعية.
ج. غمر الفسائل في محاليل تنظم النمو.
د. إضاءة اصطناعية لقطع أزهار معدة للقطف.
3. تأثير شبّاك سوداء ومُلونة على تطور الفلفل تُستعمل شبّاك الظل التي نفرشها فوق مزروعات زراعية لحماية النباتات من أشعة الشمس القوية وللحماية من أضرار كائنات حية تطير، مثل: العصافير، الحشرات والخفافيش ومن أضرار حالة الطقس، مثل: البرد والرياح. في السنوات العشرة الأخيرة، تمّ بحث تأثير شبّاك ظل سوداء وشبّاك ظل ملونة على الإزهار والمحاصيل. تقلل شبّكة الظل السوداء من شدة الإشعاع، لكنها لا تغيّر مكونات أشعة الضوء بتاتاً. أما الشبّاك الملونة فهي تغيّر مكونات أنواع أشعة الضوء التي تمر عبرها، وتسمح بمرور أشعة أكثر في مجال الضوء الأحمر والأحمر البعيد.



فيما يلي جدول يلخص تأثير لون الشبكة على محصول الفلفل.

محصول الفلفل			لون الشبكة
معدل وزن ثمرة الفلفل (غم)	بجودة مناسبة للتصدير (طن للدونم)	المحصول الكلي (طن للدونم)	
162	4.51	6.79	أسود
171	7.72	9.72	أصفر
169	6.94	9.22	أحمر

- ما هو المتغيّر غير المتعلق وما هي المتغيّرات المتعلقة في التجربة الموصوفة؟
- ارسموا رسماً بيانياً يمثّل المحصول الكلي تحت الشبّاك المختلفة.
- ما هي العلاقة بين لون الشبكة وبين كمية المحصول الكلي للفلفل؟
- ما هي العلاقة بين لون الشبكة وبين كمية المحصول المناسبة للتصدير؟
- ما هي العلاقة بين لون الشبكة وبين معدل وزن ثمرة الفلفل؟
- أي شبكة توصون المزارعين باستعمالها؟ عللوا.
- ما هي العملية البيولوجية التي تؤثر على كمية المحاصيل؟ اشرحوا.



شبّاك ذات ألوان

4. حَضَرُوا لافْتة دَعَاية لَجذب السائِحون لِقطف الثمار. المواضيع الأساسية في الفصل

- يتم التعبير عن تدخُّل الإنسان في تنمية النباتات. في ثلاثة مجالات:
- ازدياد كمية المحاصيل بواسطة الري. التسميد. مكافحة الآفات الزراعية والأمراض وتنمية النباتات في ظروف تخضع للمراقبة (ضوء، درجة حرارة، CO_2 ، أملاح معدنية).
- توجيه الإزهار وإنتاج الثمار في مواعيد مناسبة للسوق بواسطة إضافة هورمونات، تقليص وتغيير ظروف الإضاءة.
- ازدياد تنوع أنواع النباتات التي ينميها الإنسان لاحتياجاته المختلفة بواسطة تأقلم نباتات مصدرها من مناطق جغرافية أخرى في العالم ورعاية أصناف جديدة بواسطة التهجين، الانتخاب الاصطناعي والهندسة الوراثية.
- يوجد صراعات مختلفة حول تنمية لنباتات المهندسة واستهلاك غذاء مصدره من نباتات نتجت بواسطة الهندسة الوراثية.
- تؤثر المزروعات الزراعية في الحقول والكروم على الأنظمة البيئية في بيئتها المحيطة وعلى المنظر الطبيعي.
- تطوير بؤر سياحية في مناطق زراعية. هو مجال يتطور ويساهم في اقتصاد المزارعين والمنطقة.

مصطلحات مهمة في الفصل

- تأقلم
- انتخاب اصطناعي
- تلقيح اصطناعي
- تهجين
- هندسة وراثية
- رعاية أصناف
- تباين وراثي

قاموس المصطلحات

المصطلحات التي أبرزناها بخط غامق في التعريف، تظهر في قاموس المصطلحات أيضًا. المصطلح باللغة الإنجليزية يساعدكم في البحث عن مواد في شبكة الإنترنت.

أسدية (stamen) - عضو تناسل ذكري في الزهرة، تنتج فيه حبيبات اللقاح. يشتمل على خيط ومثك. **الأصل** (stock) - قسم من نبات له جذور وهو يشكل قسم مهم جدًا في عملية التركيب. نرغب الفسائل على الأصل وتُستعمل الفسائل كراكب.

أوكسين (auxin) - هورمون نباتي ينظم نمو خلايا ويشترك في مراقبة التغيرات في نمو النبات. تنتج الأوكسينات بالأساس في أطراف الجذور وفي قمم النمو.

أنبوب اللقاح (pollen tube) - قسم من خلية طويلة، يشبه "أنبوبة" دقيقة تتطور من حبيبة لقاح عندما ينبت أنبوب اللقاح على الميسم "وينمو" داخل القلم حتى البويضة في المبيض. تنتقل الخلايا التناسلية الذكرية إلى البويضة التي تتم فيها الإخصاب عبر أنبوب اللقاح.

اندوسبيرم (endosperm) - نسيج في البذور، يحتوي على مواد إدارية وينتج في أعقاب الإخصاب وهو موجود حول الجنين أو بجانبه. قبل الانبات أو خلاله، تتحلل المواد في الاندوسبيرم إلى مكوناتها التي تذوب وتتيح نمو البادرة.

الانضاج الاصطناعي (after ripening) - عملية اصطناعية لتنشيط نضوج ثمار قُطفت قبل نضوجها. يتم عادةً الانضاج الاصطناعي بمساعد مواد كيميائية مثل الإثيلين. نقوم عادةً بالانضاج الاصطناعي لثمار حمضيات، النخيل والموز بحسب الموعد المناسب لتسويقها للمستهلكين.

إثيلين (ethylene) - مادة غازية تُفرز في النبات، تعمل كهورمون ينظم عمليات نمو مختلفة. يؤثر الإثيلين مع الأوكسين على انفصال الأوراق أثناء تساقطها وعلى نضوج ثمار لحمية.

انتخاب طبيعي - (natural selection) - عملية تحدد المساهمة النسبية لأفراد مختلفة في العشيرة للجيل القادم. الأفراد الملائمة أكثر من الأخرى لظروف البيئة المحيطة تضع نسلًا خصبًا وذا قدرة على البقاء.

انتخاب اصطناعي - (artificial selection) - انتخاب ينفذه الإنسان، وهو يهدف إلى رعاية أصناف نباتات وحيوانات ذات صفات يرغبها المزارع أو الباحث. يمنع المزارعون تكاثر أفراد تنقصها هذه الصفات. انظروا أيضًا: رعاية أصناف.

إخصاب (fertilization) - العملية الأساسية للتكاثر التزاوجي: اتحاد خليتين تناسليتين وإنتاج زيجوت ثنائي المجموعة الكروموسومية.

انبات (germination) - بداية النشاط الأيضي، نمو الجنين في البذرة وخروج الجذير عبر قشرة البذرة. يتم الإنبات بعد أن تتوفر ظروف مناسبة، مثل: توافر الماء، درجة حرارة مناسبة، توافر أكسجين وحتاج نباتات معينة إلى ظروف إضاءة أيضًا.

إزهار (flowering) - مرحلة في عملية تطور النبات، حيث يتغيّر فيه اتجاه تطور قمم النمو إلى أزهار. يتأثر الإزهار من عوامل داخلية أو عوامل خارجية، مثل: الضوء ودرجة الحرارة.

بويضة (ovule) - مجدها في المبيض، تتم فيها الميوزا التي إحدى نواجها خلية بويضة وهي خلية تناسلية أنثوية. بعد عملية الإخصاب تتطور البويضة إلى بذرة. في نباتات معينة، في مبيضها يوجد بويضة واحدة، وفي نباتات أخرى، يوجد في مبيضها عدة بويضات.

بادرة (seedling) - نبات حديث السن، تطور من الجنين الموجود في البذرة. تشتمل البادرة على جذير وسويق. عادةً، الجذير يخترق قشرة البذرة أولاً وفي أعقابه يخرج السويق. انظروا إلى الإنبات أيضاً.

بصل (bulb) - عضو داخل الأرض لنبتة مكونة من أوراق ثخينة ولحمية تقع على ساق قصير. يُستخدم البصل كمخزن للمواد التي تُستعمل لتجدد النمو بعد موسم السبات. انظروا أيضاً: الجيوفيتات.

بزوغ (emergence) - ظهور السويق فوق الوسط الذي تنبت فيه البذرة. طريقة مقبولة في الزراعة لتقدير النسبة المئوية للإنبات.

بذرة (seed) - وحدة انتشار أساسية لنباتات البذور. يحتوي مبنى البذرة على جنين، مواد إدارية وقشرة البذرة. تتطور البذرة في أعقاب التلقيح والإخصاب. يتم تخزين مواد التخزين في الفلقات أو نسيج الاندوسبيرم الموجود حول الجنين أو إلى جانبه.

برعم (bud) - طرف حديث السن وقصير جداً للساق، تتطور منه الأوراق أو الأزهار. إذا كان البرعم في طرف الساق، فهو برعم قممي، وإذا كان البرعم في إبط الورقة، فإنه برعم إبطي.

تأقلم (acclimation) - تغيّر عكسي في الشكل الخارجي أو في فسيولوجيا الكائن الحي كرد فعل للتغيّر في ظروف البيئة المحيطة. في الزراعة، تشتمل عملية التأقلم على الانتخاب الاصطناعي.

تلقيح (pollination) - عملية نقل حبيبات اللقاح (بواسطة رياح، حشرات، ماء وغير ذلك) من أسدية الزهرة إلى الميسم الذي يقع في رأس المتاع في زهرة من نفس النوع البيولوجي.

تلقيح غريب (متبادل) (heterogamy) - انتقال حبيبات اللقاح بين أفراد مختلفة من نفس النوع البيولوجي.

تلقيح اصطناعي (artificial pollination) - انتقال حبيبات اللقاح من زهرة إلى أخرى بواسطة الإنسان.

تلقيح ذاتي (autogamy) - انتقال حبيبات اللقاح إلى الميسم في نفس الفرد.

تهجين (hybridization) - عملية موجهة يقوم بها الإنسان، وهي تؤدي إلى إخصاب بين الكائنات الحية لرعاية أصناف وتحسينها. يتم التهجين بين أفراد مختارة مختلفة (من ناحية وراثية) من نفس النوع البيولوجي أو بين أنواع قريبة.

تركيب (تطعيم) (grafting) - طريقة تكاثر غير تزاوجي (خضري) لنباتات للحصول على نبتة مكونة من أقسام أخذت من نبتتين مختلفتين، حيث تتحد فيما بينها - في أعقاب التركيب - إلى نبتة واحدة. القسم السفلي الذي يشمل الجذور نسمّيه الأصل، أما القسم العلوي الذي نركبُه على الأصل، فإننا نسمّيه ركبًا. يتم اختيار الأصل والركب بحسب الصفات المرغوبة لكل واحد منهما.

تمايز خلايا (differentiation) - في هذه العملية، تُغيّر الخلايا شكلها، مبناها واداءها. تتم هذه العملية خلال تطور الجنين وفي عمليات نمو أعضاء جديدة في النبات.

تساقط (abscission) - انفصال أوراق، أزهار أو ثمار من النبتة نتيجةً لتكوين منطقة انفصال في مكان الربط بالساق. التساقط متعلق بتغيّرات هورمونية في النبات.

تركيب ضوئي (photosynthesis) - في هذه العملية، تحوّل النباتات طاقة ضوئية إلى طاقة كيميائية وتستعملها لبناء كربوهيدرات من CO₂ وماء.

توقيت ضوئي (photoperiodism) - رد فعل تطوري للنباتات لدورية الضوء والظلام خلال اليوم. في النباتات، بداية الإزهار متعلقة بطول فترة الظلام المتواصلة خلال اليوم.

تقليم غصون (pruning) - قطع غصون جنبات وأشجار للأغراض الآتية: إبعاد غصون ميتة أو غصون مصابة بأمراض، تصميم شكل الشجرة وارتفاعها وعرضها وازدياد كمية المحصول وجودته.

تفريد (thinning) - تُنفَّذ هذه العملية لتقليل عدد الثمار، و/أو الأزهار للحصول على ثمار بالكبر المرغوب وبجودة عالية.

تربة (soil) - تُنتج التربة من التفتت الآلي والكيميائي للصخور ومن نشاطات كائنات حية. تُستخدم التربة وسط نمو لكائنات حية تعيش في اليابسة.

تكاثر غير تزاوجي (تكاثر خضري) (asexual reproduction) - إنتاج نبات جديد من والد واحد دون إنتاج خلايا تناسلية. المكونات الوراثية للنسل في التكاثر غير التزاوجي ماثلة للمكونات الوراثية عند الوالد. انظروا أيضًا: تكاثر تزاوجي.

تكاثر تزاوجي (sexual reproduction) - إنتاج نبات جديد في أعقاب اتحاد خليتيّ تناسل ذكورية وأنثوية (نتجتا في أعقاب عملية الميوزا) وإنتاج زيجوت. يختلف عادةً نسل التكاثر التزاوجي بمكوناته الوراثية عن بعضه وعن الوالدين. انظروا أيضًا: تكاثر غير تزاوجي.

تباين جيني (وراثي) (genetic variation) - هو عبارة عن فروق في تسلسل الـ DNA بين أفراد العشيرة. لهذه الفروق يوجد معنى من ناحية النشوء والارتقاء وهي تُستعمل "كمادة خام" للانتخبين الطبيعي والاصطناعي.

توالد عذري (parthenocarpy) - إنتاج ثمرة دون حدوث عملية اخصاب، لذا الثمرة ينقصها بذور. أمثلة على ذلك: موز، أناناس.

ثمرة (fruit) - عضو يتطور من مبيض (أحياناً من أقسام أخرى) الزهرة (عادة بعد حدوث عملية الاخصاب) وهو يحتوي في داخله على بذور ويساعد على انتشارها.

ثمار دون بذور - انظروا Parthenogenesis توالد عذري.

جذمور (ساق أرضية) (rhizome) - ساق أفقي داخل التربة. له سلاميات قصيرة وتخيئة نسبياً. وهو ينمو بالموازاة لسطح التربة. تنمو غصون من البراعم الموجودة في عُقد الساق. وهذه الغصون تحمل أوراقاً وجذوراً. وهي إحدى طرق التكاثر غير التزاوجي لأنواع نباتات كثيرة.

جيوفيتات (geophyte) - نباتات معمرة لها عضو تخزين داخل التربة. في نهاية موسم النمو، تذبذبل أقسام النبات التي تقع فوق سطح التربة ويدخل النبات في حالة سبات. في نهاية السبات، تعود وتتطور أوراق وأزهار. انظروا أيضاً: بصل ودرنة.

جبريلينات (gibberellins) - (المفرد - جبريلين) - مجموعة هورمونات تؤثر على استطالة النبات وهي تنشيط انبات البذور وفعالة في تنظيم الإزهار أيضاً.

جنين (embryo) - نبات حديث السن في حالة سبات وهو يتطور من الزيجوت. نميز في الجنين كل من الجذير، الفلقات والسويق. يبقى الجنين في حالة سبات حتى الإنبات.

جذر (root) - عضو في النباتات، وظيفته الأساسية هي استيعاب ماء وأملاح معدنية من التربة وتزويدها إلى السويق. كما أنه يثبت النبات في التربة. الجذر ينقصه كلوروفيل، أوراق وبراعم. تتفرع الجذور إلى جذور جانبية. تتطور في أطراف الجذور شعيرات ماصة تستوعب الماء والمواد الذائبة فيه. تستخدم جذور نباتات معينة، لكي تقوم بوظائف إضافية مثل تخزين المواد.

جذير (radicle) - هو جذر الجنين والبادرة، تتطور منه شبكة الجذور في النبتة. وهو الأول الذي يخترق قشرة البذرة أثناء الإنبات.

حولي (annual) - يعيش موسمًا واحدًا أو سنة واحدة، خلال هذه الفترة يكمل دورة حياته من الإنبات حتى الإزهار، يُنتج بذور، يهرم ويموت. انظروا أيضاً: نبات مُعمر.

خلية بويضة - انظروا: خلية تناسلية أنثوية.

خلية تناسلية ذكرية (male gamete) - خلية تنتج في حبيبات اللقاح في أعقاب عملية الميوزا. تنتقل الخلية التناسلية الذكرية إلى المبيض والبويضة بواسطة أنبوب اللقاح. في نواة خليته يوجد n كروموسومات.

خلية تناسلية أنثوية (female gamete) - خلية نتجت في بويضة المبيض في أعقاب عملية الميوزا. في نواة الخلية يوجد n كروموسومات.

خيوط (filament) - محور السداة التي تحمل في رأسها المتك. مبنى المتك وصفاته الميكانيكية مناسبة لطرق التلقيح (رياح، حشرات، عصافير وما شابه).

دورة حياة (life cycle) - مجرى حياة النبات من الإنبات وحتى إنتاج بذور، هرم وموت. هذا المجرى يشتمل مرحلة خضريّة ومرحلة تناسلية. يوجد نباتات ذات دورة حياة حولية وأخرى ذات دورة حياة معمرة.

درنة (corm) - ساق موجود داخل التربة، قصير وثخين، يُجمَع فيه مواد تخزين وتنبت منه جذور إلى أسفل وأوراق وأزهار إلى أعلى. انظروا أيضًا: جيوفيتات.

راكب (scion) - قطعة من غصن يحمل براعم (فسائل)، يتم تركيبه على نبات آخر - الأصل . انظروا أيضًا: تركيب.

رعاية أصناف (breeding) - رعاية أصناف نباتات وحيوانات ذات صفات مرغوبة للإنسان، تتم هذه العملية بواسطة عمليات انتخاب اصطناعي.

روافد (ساق مَدَادَة) (stolon) - ساق أفقي له سلاميات طويلة ودقيقة نسبيًا. ينمو بالموازاة لسطح التربة (عادةً فوق سطح التربة، لكن يمكن أن يكون الساق الأفقي داخل التربة). تنمو إلى أعلى غصون من البراعم الموجودة في عُقد الساق، وهذه الغصون تحمل أوراقًا. كما تنمو جذورًا إلى أسفل من هذه البراعم. هي إحدى طرق التكاثر غير التزاوجي لأنواع نباتات كثيرة. انظروا أيضًا: جذمور.

رحيق (nectary) - نسيج يفرز رحيق وهو موجود في الزهرة أو بجانبها. على الأغلب يوجد ملاءمة بين مكان الرحيق ومبنى جسم الملقح (حشرة أو حيوان آخر)، لكي يتلامس الملقح أثناء جمع الرحيق مع الأسدية وينقل حبيبات اللقاح إلى الميسم الموجود في زهرة أخرى.

زبل عضوي (organic fertilizer) - مركبات عضوية مصدرها من أقسام نباتات ومن إفرازات الحيوانات. يتحلل الزبل العضوي تدريجيًا ويُطلق عناصر وأملاح معدنية إلى التربة. يُستعمل الزبل العضوي لتحسين جودة التربة أيضًا.

زيجوت (zygote) - خلية نحصل عليها من اتحاد خليتين تناسليتين ذكورية وأنثوية (إخصاب). من هذه الخلية التي تمر في عمليات المیتوزا، نحصل على جميع الخلايا التي تكوّن الكائن الحي المتعدد الخلايا.

زهرة (flower) - مبنى في نباتات كاسيات البذور، وهي تشتمل على أعضاء تناسلية. الزهرة مبنية عادةً من أوراق كأس، أوراق تويج، أسدية و/أو متاع.

زهرة ثنائية الجنس (bisexual flower) - زهرة فيها أعضاء تناسلية ذكورية وأعضاء تناسلية أنثوية أيضًا.

زهرة أحادية الجنس (unisexual flower) - زهرة فيها أعضاء تناسلية ذكورية أو أعضاء تناسلية أنثوية.

ساق (stem) - محور مركزي في النبات، يحمل أوراقًا وأزهارًا. يمكن أن يكون الساق فوق التربة أو في داخلها. الساق مبني من عُقد وفي داخله أنابيب نقل. انظروا أيضًا: الساق.

ساق النبتة (بما عليه) (shoot) - أقسام النبات التي تقع فوق سطح التربة. مثل: الساق. الأوراق والأزهار.

سويق (plumule) - قسم من البادرة الذي يُشكل بداية الساق وفي رأسه يقع البرعم القمي.

سماد (fertilizer) - مركبات غير عضوية نضيفها إلى التربة، تزود النبات بعناصر وأملاح معدنية بالطريقة التي يستطيع النبات استيعابها وهي تساهم في نمو النبات.

سبات بذور (dormancy) - هي عبارة عن ظاهرة، لا تنبت البذور فيها على الرغم من وجود ظروف تتيح نمو الجنين، مثل: الماء، الضوء، الأكسجين ودرجة الحرارة، حيث يكون النشاط الأيضي منخفض جداً في بذرة موجودة في حالة سبات. العوامل الأساسية لسبات البذور هي القشرة القاسية للبذرة وعدم نضوج الجنين.

ضغط طورغور (turgor pressure) - الضغط الذي تؤثره السوائل الموجودة داخل الفجوة العصارية في خلية النبات، على غشاء وجدار الخلية. يؤثر ضغط طورغور في جميع الاتجاهات بشكل متساوٍ. عندما يعاني النبات من أزمة ماء، فإن ضغط طورغور ينخفض وتنكمش الأوراق.

عاريات البذور (gymnospermae) - نباتات تنقصها أزهار وثمار، تتميز بأن بويضاتها وحببيبات لقاحها مكشوفة على الورقة أو حراشف الخروط (عضو يحتوي على أعضاء التناسل في نباتات عاريات البذور، وهو مكون من أوراق صغيرة مرتبة مع بعضها. ينتمي إلى هذه المجموعة كل من الصنوبر، الأرز والسرو.

عقد الأزهار (fruit set) - مرحلة في حياة النبات، يبدأ فيها تطور الثمرة.

عوامل خارجية (external factors) - عوامل في البيئة المحيطة للنبات، تؤثر على النبات وتطوره، مثل: درجة الحرارة، طول النهار، توافر الأكسجين، كمية الماء والأملاح المعدنية وتوافرها، تركيز ثاني أكسيد الكربون وغير ذلك. انظروا أيضاً: عوامل داخلية.

عوامل داخلية (internal factors) - عوامل تؤثر على النبات وتطوره، مصدرها من الكائن الحي ذاته، وهي تنتج من خلال حدوث عمليات داخلية فيه، مثل: كمية منظمات النمو، عمر النبات، معلوماته الوراثية وغير ذلك.

فلقة (cotyledon) - ورقة أولى، وهي جزء من جنين النبات في البذرة. في أنواع معينة، تُخزن فيها مواد إدارية يستغلها الجنين أثناء الإنبات. يختلف عادة شكل الفلقات عن شكل أوراق النبتة البالغة. بحسب عدد الفلقات، نصنف عادة نباتات كاسيات البذور إلى أحادية الفلقة أو ثنائية الفلقة.

قمة نمو (apical meristem) - منطقة مريستما في طرف الجذر، في طرف الساق والبراعم.

كامبيوم (cambium) - نسيج مريستماتي في محيط الساق والجذور. نتيجة لانقسام خلايا الكامبيوم، تنتج خلايا أنسجة النقل والساق وتصبح الجذور ثخينة.

كومبوست (compost) - يَنْتُج من خَليل بقايا مواد عضوية بواسطة ديدان شريطية، فطريات وبكتيريا. يُستعمل الكومبوست لتحسين جودة التربة ويقلص استعماله من استهلاك الأسمدة.

المتاع (pistil) - عضو تناسل أنثوي للزهرة. مبني من مبيض وميسم. وعادةً يربط بينهما القلم أيضًا.

منطقة (نسيج) انفصال (abscission zone) - منطقة تقع في قاعدة عنق الورقة أو حامل الثمرة. أثناء تساقط الأوراق أو أثناء نضوج الثمرة، يحدث انفصال بين خلايا النسيج في هذه المنطقة وبين العضو الذي يتساقط.

مزروعات محمية (مغطاة ببلاستيك) - تنمية نباتات في ظروف فيها غطاء، مثل: دفيئات، أنفاق وما شابه. تكون النباتات فيها محمية وهي تنمو في ظروف تختلف عن الظروف الموجودة في البيئة المحيطة الطبيعية.

مواد إدارية (storage materials) - مركبات يتم تخزينها في أعضاء النبات والبذور وهي تُستخدم وقت الحاجة كمصدر للمواد ولاستخراج الطاقة.

ملقح (anther) - القسم الواسع في طرف الأسدية وهو يحتوي على حبيبات اللقاح.

منظّمات نمو (growth regulators) - هورمونات نباتية اصطناعية. انظروا أيضًا: أوكسين، جيبيرلين واثلين.

مياه مجاري مكرّرة (treated wastewater) - مياه مجاري مرّت بعملية تطهير، ويمكن استعمالها لري المزروعات الزراعية وفي الصناعة.

ميوزا (انقسام اختزال) (meiosis) - عملية انقسام نواة الخلية بعد مضاعفة المادة الوراثية، حيث نحصل في نهاية العملية من نواة ثنائية المجموعة الكروموسومية على أربع نوى، كل منها تختلف عن بعضها في المعلومات الوراثية. تَنْتُج خلايا تناسلية في أعقاب عملية الميوزا - مرحلة خاصة وضرورية في التكاثر التزاوجي.

ميتوزا (mitosis) - عملية انقسام نواة بعد مضاعفة المادة الوراثية. نحصل في نهاية العملية من نواة واحدة على نواتين، حيث يكون عدد الكروموسومات في كل واحدة منهما متساو وفي نفس الوقت مساو لعدد الكروموسومات الموجودة في النواة التي نتجتا منها. عادةً بعد انقسام النواة (ميتوزا)، تنقسم مكونات الخلية الأخرى. نتيجة الانقسام هي خليتين متماثلتين في الشحنة الوراثية.

مياه مالحة (low/medium salinity water) - مياه فيها نسبة الأملاح أعلى من نسبة الأملاح الموجودة في مياه الشرب، لكنها أقل من مياه البحر. يمكن استعمال هذه المياه في الصناعة ولري مزروعات معينة في الزراعة. انظروا أيضًا: مياه مجاري مكرّرة.

مثبط (معيق) إنبات (germination inhibitor) - مركب كيميائي موجود في البذرة أو الثمرة وهو يعيق الإنبات.

مريستمات (meristem) - كتلة خلايا غير متميزة، تنقسم هذه الخلايا وتُنتج خلايا جديدة، لكنها تحافظ على قدرة الانقسام. تقع المريستمات القمية في قمة النمو وتقع المريستمات المحيطة (الكامبيوم) في محيط الساق والجذور. تتطور أنسجة وأعضاء النبات من المريستمات.

ميسم (stigma) - الطرف العلوي للمتاع، وهو جزء من الجهاز التناسلي الأنثوي في النباتات ذات الأزهار. مبنى الميسم والمواد التي يفرزها مناسبة لاستيعاب حبيبات اللقاح ولإنباتها.

معمر (متعدد السنوات) (perennial) - نبات يستطيع أن يعيش عدة سنوات أو سنوات كثيرة. وهو يستطيع أن يتكاثر أكثر من مرة واحدة خلال حياته. انظروا أيضًا: جيوفيتات وحولي.

مبيض (ovary) - القسم السفلي الواسع والمجوف للمتاع، الذي تتطور في داخله البويضات. بعد عملية الاخصاب، يتطور المبيض إلى ثمرة في داخلها بذور. المبيض موجود في نباتات كاسيات البذور.

مرحلة خضريّة (vegetative stage) - مرحلة في تطور النبات من بذرة إلى نبات بالغ، حيث تزداد جذور، أوراق وغصون النبات، لكن لا يحدث ازدياد في أعضاء متعلقة بالتكاثر التزاوجي.

مرحلة تناسلية (reproductive stage) - مرحلة في تطور النبات، تنتج فيها أعضاء تشترك في التكاثر التزاوجي (أزهار وثمار). في هذه الأعضاء، تنتج خلايا تناسلية وتحدث فيها عمليات تلقيح، اخصاب، وتطور البذور والثمار.

مستنبت نسيج (tissue culture) - طريقة لتنمية نباتات كاملة من خلايا أو من مقاطع نسيج، حيث يتم تنميتها خارج جسم الكائن الحي الذي أخذت منه. تتم تنمية مستنبت النسيج في ظروف تخضع للمراقبة على وسط معقم يزود المستنبت بجميع الظروف والاحتياجات المطلوبة للبقاء والتكاثر، مثل: مواد غذائية، حامضية (pH)، درجة حرارة وما شابه.

نمو (growth) - إضافة غير عكسية للكتلة في أعقاب انقسام خلايا بطريقة الميتوزا واستطالة الخلايا. خلال النمو، يحدث على الأغلب تمايز خلايا إلى أنسجة وأعضاء.

نضوج (ripening) - مرحلة نهائية في تطور الثمرة.

نبات النهار الطويل (long day plants) - تزهر هذه النباتات فقط عندما يكون عدد ساعات الظلام أقل من قيمة معينة (قيمة العتبة). انظروا أيضًا: التوقيت الضوئي.

نبات النهار القصير (short day plants) - تزهر هذه النباتات فقط عندما يكون عدد ساعات الظلام أكبر من قيمة معينة (قيمة العتبة). انظروا أيضًا: التوقيت الضوئي.

نسيج انفصال - انظروا أيضًا: منطقة انفصال.

فسائل (cutting) - قطعة من نبتة تستطيع في ظروف معينة أن تتطور إلى نبات جديد مع جميع أقسامه. أقسام النبات المناسبة للفسائل تختلف من نبات إلى آخر (غصون، أوراق، جذور). التكاثر بواسطة الفسائل هو طريقة تكاثر غير تزاوجي.

	ث	تركيب ضوئي	49, 15, 14, 10, 7
98	ثنائي المسكن	- عوامل تؤثر على ..	67, 52, 51, 50
98	ثنائي التزاوج. زهرة	- تأثير درجة الحرارة على..	50
26	ثنائي الفلقة	- نواحي	54, 53
123, 11	ثاني أكسيد الكربون	- توقيت ضوئي	58
52	- ونشا	تمهق	94
51, 50, 49	- مادة متفاعلة بالتركيب الضوئي	خليق	51
54, 49, 48	ثغور	تنمية أنواع برية	123, 112, 60
113, 112	ثمار دون بذور	تسميد	41
108	ثمار كلمكتارية	تلقيح	135, 123, 71, 70
105, 16	ثمرة/ثمار	- غريب	99, 98, 8
104	- نمو	- أهميته للزراعة	100
107	- نضوج	- اصطناعي	101
105	- تطور	- ذاتي	129, 123, 128, 102
109	- عصيري	- ذاتي. منعه	100
	ج	- بواسطة الحيوانات	128, 100
65, 38	جبرلين	- بواسطة الرياح	99
93	- تأثير على الإزهار	تهجين	98
66, 65	- وعميلاز	تركيب	129, 128
65	- في الإنبات	- تبديل صنف	90
83, 61, 19	جيوفيتان	تغذية نباتية	91
108, 16, 26, 104, 105	جنين	تمايز	18
20, 13, 12, 11	جذر/ور	- أزهار	93, 80, 48, 47
13	- تخزين	تطور. النبات	92
13	- تلاصق	تنوع بيولوجي	63
35, 26, 16	جذير	تربة. تهوية	124
	ح	تثبيط إنبات	42
97	حبيبات لقاح	- وقشرة	30
102	- نمو ل.....	تنفس خلوي	29
15, 14, 11	حماية	تساقط موجه	107, 61, 59, 58, 37, 35
126	حمضيات (أنواع)	تساقط أعضاء	72
49	حلقات سنوية	تكاثر	61
105, 93, 61, 19, 9, 8	حولي. نبات	- غير تزاوجي	79
72	حركة في النبات	- غير تزاوجي في الزراعة	80, 79
40	حريق وإنبات	- غير تزاوجي. حسنات وسيئات	85
	خ	- خضري	84
18	خضروات	- تزاوجي	80
8	خضري. مرحلة	- تزاوجي وغير تزاوجي. حسنات وسيئات	92, 80, 79, 16
60, 49, 48, 14	خشب	توزيع في الزمن والبيئة المحيطة	114
103, 98	خلية بويضة	تباين وراثي	31
16	خلايا تناسلية	تساقط أوراق	128
103, 102	- ذكرية	تقليم	62, 61
97	خيوط	تفريد	123, 111, 72
		- ثمار	123, 72, 60
		- أزهار	123
		- أزهار وثمار	111

مصادر الصور (بحسب أرقام الصفحات)

Kristian Peters (WM)	عدسة الماء	6
ثنيلي دور - حايم	بيسوم	8
ثنيلي - دور - حايم	شجرة زيتون	8
مناحم موشليون	شعيرات ماصة	12
ايريت سده	جذور هوائية	13
ايريت سده	صبار كيلورابي	14
دقنا روتشيلد	محاليق	15
ايريت سده	دقلة، بليسندر جميلة	17
ثنيلي دور - حايم	خضروات وفواكه في المطبخ	18
يونتن رودين	تلقيح	21
ايريت سده	مبنى بذور ملائم لانتشار الدفلة	29
دجنيت عتصمون	نرجس بحري	29
ايلين سولوفي Elaine Solowey	نخيل "متوشلاح"	31
ايريت سده	بذور جافة وتفتح	35
اورني شفرتسمن	لباد وهنيل	40
ايريت سده	بادرات للأكل	43
معيان بليلة	حمام بالقرب من مخازن القمح في حيفا	43
James Emery (WM)	شجرة زيتون قديمة	48
Ernst Schutte (WM)	غصن الأوديا	55
Frank Ribot (Netherland)	خلايا وكلوروبلاستيدات في الأوديا	55
Kristian Peters (WM)	غصن الأوديا من قرب	55
Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives	علامات نقص في الحديد	57
ايريت سده	نباتات مفترسة	58
PICT0540 (WM) Flickr (دون اسم مصور)	مزارعون في عملهم	67
http://drmazefarm.com	أنفاق زراعية	67
رفكا القيام	دفيئات	67
(Dwight Sipler (http://flicker.com/photos/fhptofarmer/4679680189	رشاشات	69
موافقة العودة إلى الزراعة	خط ري متحرك	69
ايريت سده	جهاز كومبوسنت	71
A. Salguero, Real Gardin Botanico de Madrid, Espana (WM)	مستحبة	73
Frank Vincentz (WM)	مستحبة	73
ايريت سده	أليات افتراس سقوط	73
ايريت سده	أليات افتراس اغلاق	73
عودد أمير	عباد الشمس	74
CrazyD. (WM)	تبرعم	81
طومي سيجلر رحمه الله (موافقة مجلة هنوطع)	جذع نخيل مع فسائل	82
طومي سيجلر رحمه الله (موافقة مجلة هنوطع)	فسائل شجرة تين	86
Daderot (Plant Tissue Culture Lab, Atlanta Botanical Garden, Atlanta, GA, USA (WM)	نبات في مستنبت نسيج	88
طومي سيجلر رحمه الله (موافقة مجلة هنوطع)	أشنال موز قبل نقلها إلى الغرس	89
طومي سيجلر رحمه الله (موافقة مجلة هنوطع)	تفاح بعد التركيب	90
ايريت سده	صبار مركب	91
Brenda (WM)	تطور فاصولياء(صورتان)	92
الموج بوكير	الزنبق الأبيض	97
remf.dartmouth.edu (WM)	حبوبات لتفاح (الزنبق وعباد الشمس)	99
ايريت سده	خيار من زهرة إلى ثمرة	105
ايريت سده	حمضيات من زهرة إلى ثمرة	105
Jack Dykinga, USDA ARS Image number K6084-1	خوخ	108
ايريت سده	انتشار بواسطة الرياح (دقلة)	109
ايريت سده	ثمار عصيرية	109
ايريت سده	بليسندر جميلة	110
ايريت سده	ثمرة الفضة	111
ايريت سده	بطيخ دون بذور	113
ايلانا أدار	حميض	114
ايتمار جولان	حقن قمح	122
ايريت سده	شجرة جميز في تل أبيب	124
ايريت سده	حمضيات مزهرة	126
ثنيلي دور - حايم	كينا	126
ايريت سده	ثمار شبيه استوائية في الدكان	127
حن شيبيريس	أصناف قلفل	128
افينوعم دنين	قمح بري	130
(Carl Lewis (http://www.flicker.com/photos/carllewis/1199582316/sizes/1	سيف القمح	130
http://www.goldenrice.org (WM)	أرز أبيض وأصفر	132
ميري برومير	رهو في غور الحولة	135
ميرون سووفر، مركز أبحاث وتطوير جيلات	شيباك بألوان مختلفة	137

1. الصور التي لم تذكر اسمها. صوّرت على يد روت أمير. بذلنا كل جهدنا لإيجاد أصحاب حقوق الصور. وإذا وقع خطأ، نصححه بكل سرور.

2. (WM) - أخذت الصورة من -Wikimedia Commons ويمكن استعمالها بشكل حر بشرط أن يُذكر اسم المصور.

