شارح: الإحساس في نبات المُسْتَحِية (الميموزا)

في هذا الشارح، سوف نتعلَّم كيف نَصِف استجابات نبات المُسْتَحِية (الميموزا) للَّمس ودَوْرات الضوء والظلام.

على الرغم من أن جميع الكائنات الحيَّة مثيرة للاهتمام بطريقتها الخاصة، فإن الميموزا أو *Mimosa pudica* التي تسمى أيضًا بالنبتة الخجولة أو الحساسة للَّمس، هي كائن حيٌّ مذهل وفريد من نوعه. يأتي اسم النوع من الكلمة اللاتينية *pudica* التي تعني «خجول» أو «مُنْكَمِش». يستجيب نبات المُسْتَحِية للمثيرات مثل اللمس والحرارة بِطَيِّ وُرَيْقاته والتدلِّي خلال ثوانٍ معدودة! وهذا ما توضِّحه الصورة التالية. يُظهر نبات المُسْتَحِية الاستجابة نفسها لدَوْرات الضوء والظلام، حيث إنه ينطوي ويتدلَّى ليلًا، ثم يتفتح وينبسط مرة أخرى أثناء ساعات النهار. في هذا الشارح، سوف نتعلَّم المبدأ العلميَّ وراء هذه العملية، ونفهم كيف يمكن للمثيرات المختلفة أن تحفِّز هذه الاستجابة.

شكل 1

تعريف: المثير

المثير هو أيُّ تغيُّر في البيئة الداخلية أو الخارجية للكائن الحي قد يؤثِّر على نشاط الكائن الحيِّ.

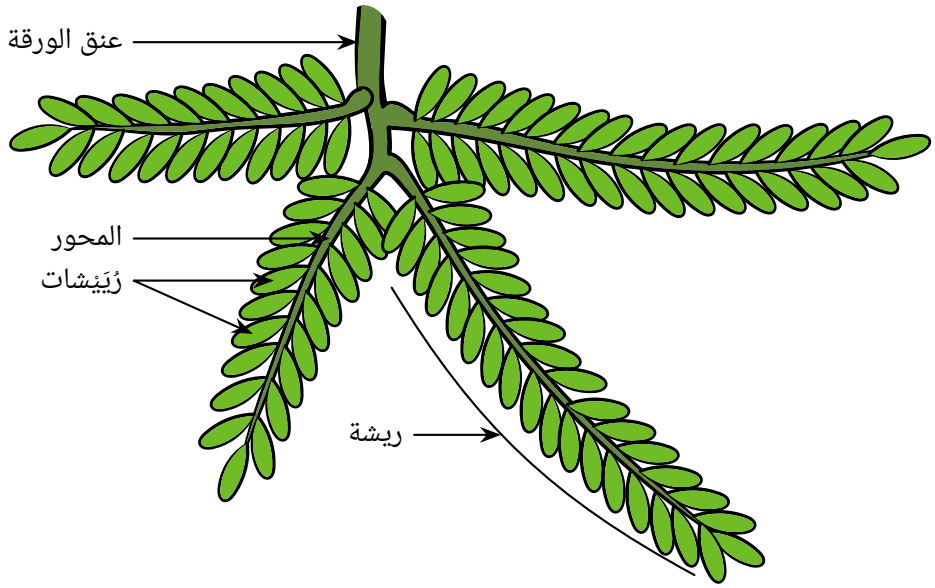
دعونا نبدأ بمعرفة تركيب نبات المُسْتَحِية.

أوراق نبات المُسْتَحِية هي أوراق مركَّبة، وهو ما يعني أن كل ورقة مكوَّنة من عدة وُرَيْقات، كما نلاحظ في الصورة بالأعلى.

تعريف: الورقة المركَّبة

الورقة المركَّبة هي ورقة مكوَّنة من عدة وُرَيْقات.

يتفرع عنق الورقة، إلى امتدادات رفيعة تسمى المحاور. يوضِّح الشكل (2) تفرُّع عنق الورقة إلى أربعة محاور. كلُّ محور منها يحمل العديد من الوُرَيْقات الصغيرة التي تسمى بالرُّيَيْشات. يشكِّل كل محور والرُّيَيْشات التي يحملها ريشة واحدة. في الشكل (2)، يمكننا ملاحظة أن الورقة المركَّبة مؤلَّفة من أربع ريشات. ويسمى هذا النوع من أوراق الشجر بالأوراق المركَّبة الريشية. كما هو موضَّح في الشكل، تتكون كل ورقة من عنق واحد وأربع ريشات، كلٌّ منها يحمل رُيَيْشات متعددة.



شكل 2: رسم يوضِّح تركيب ورقة مركَّبة ريشية في نبات المُسْتَحِية.

مصطلح رئيسي: المحور

المحور هو امتداد متفرع للعنق في الورقة المركَّبة. وكل محور يحمل وُرَيْقات.

مصطلح رئيسي: الريشة

تتكون الريشة من عدة وُرَيْقات أو رُيَيْشات صغيرة متصلة بمحور مركزي.

مصطلح رئيسي: الورقة المركَّبة الريشية

الورقة المركَّبة الريشية هي ورقة تتصل فيها ريشات متعددة بساق واحدة.

مثال ١: تركيب ورقة نبات المُسْتَحِية

ما الشكل الذي تأخذه أوراق الميموزا؟

أ. مثلثي

ب. ريشي

ج. دائري

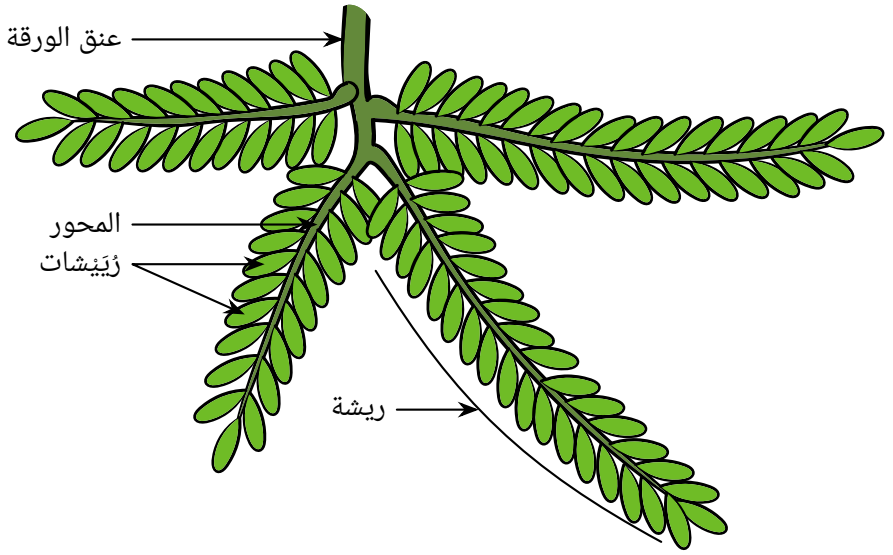
د. وردي

هـ. ثلاثي الوُرَيْقات

الحل

أوراق نبات المُسْتَحِية هي أوراق مركَّبة، ما يعني أن كل ورقة مكوَّنة من عدة وُرَيْقات. يتفرع عنق الورقة، إلى امتدادات رفيعة تسمى المحاور. توضِّح الصورة بالأسفل أن العنق يتفرع إلى أربعة محاور. على طول كل محور توجد العديد من الوُرَيْقات الصغيرة التي تسمى الرُّيَيْشات. يشكِّل كل محور والرُّيَيْشات التي يحملها ريشة واحدة. في الصورة بالأسفل، يمكننا ملاحظة أن الورقة المركَّبة مؤلَّفة من أربع ريشات. ويسمَّى هذا النوع من الأوراق بالأوراق المركَّبة الريشية، أو الأوراق الريشية.

ومن ثم، يمكننا القول إن أوراق نبات المُسْتَحِية لها شكل ريشي.



تحتوي أوراق نباتات المُسْتَحِية على تراكيب تقوم بدور المفاصل في الحركة تسمى انتفاخات قواعد الأوراق. انتفاخ قاعدة الورقة هو تركيب متضخم أو منتفخ عند قاعدة الورقة أو الوُرَيْقة أو العنق، ودوره الرئيسي هو التحكم في حركة أوراق النبات استجابةً لمثيرات معينة، كما سنعرف.

بداخل كل انتفاخِ قاعدةِ ورقةٍ توجد أنسجة وعائية محاطة بطبقة من خلايا النسيج الكولنشيمي سميكة الجدران. هذه الطبقة محاطة بخلايا النسيج البرنشيمي المرنة، وهي خلايا رقيقة الجدران. ينقسم كل انتفاخِ قاعدةِ ورقةٍ إلى نصفين. النصف العلوي من انتفاخِ قاعدةِ الورقةِ، في السطح العلوي من الوُرَيْقة، يتكون من خلايا تُسمى الخلايا الباسطة. أما النصف السفلي من انتفاخِ قاعدةِ الورقةِ، المتجه لأسفل والذي يقع في السطح السفلي من الوُرَيْقة، فهو يتكون من خلايا تسمى الخلايا القابضة.

- **مصطلح رئيسي: انتفاخ قاعدة الورقة**

انتفاخ قاعدة الورقة هو تركيب منتفخ مفصلي الشكل عند قاعدة الورقة أو الوُرَيْقة أو عنق الورقة، وهو مسئول عن التحكم في حركة الأوراق استجابةً للمثيرات.

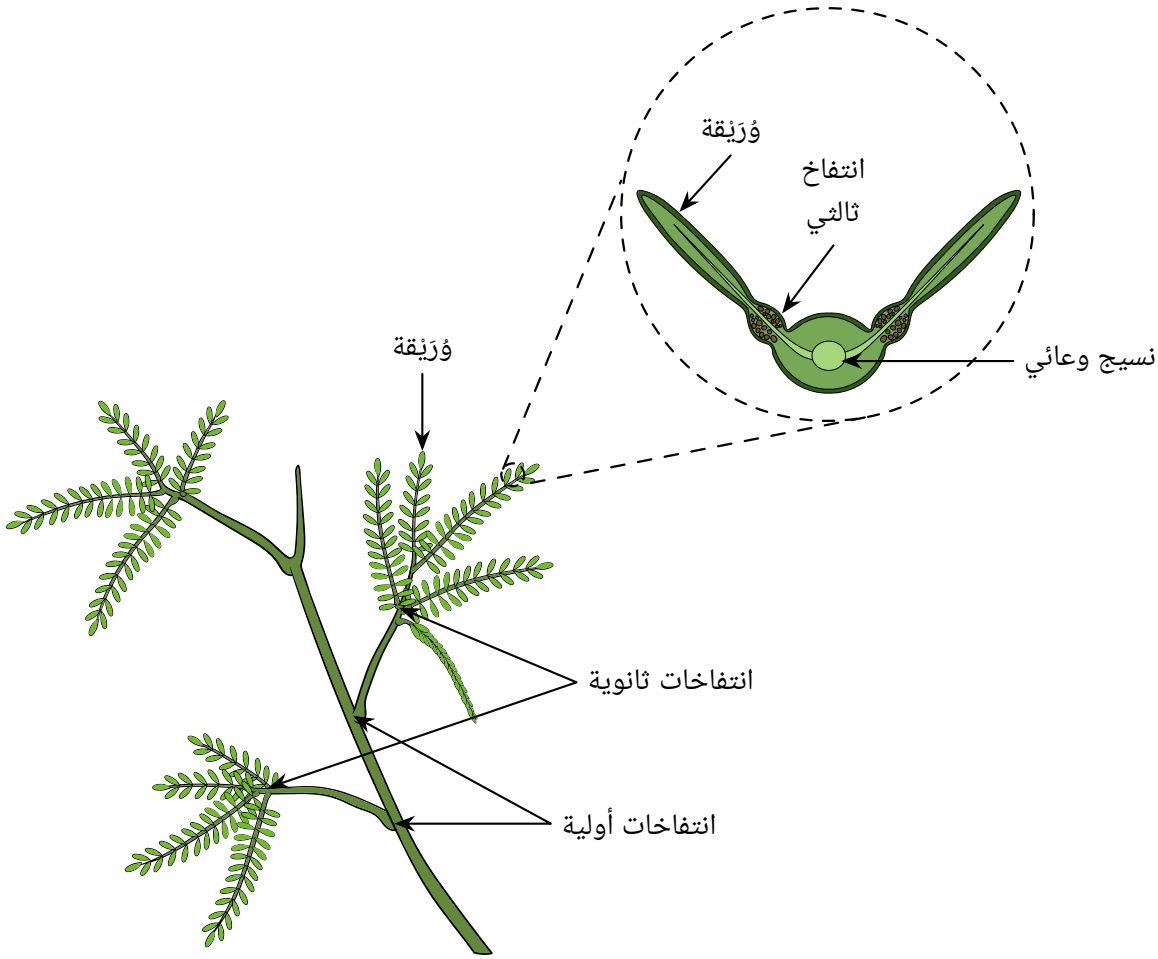
- **مصطلح رئيسي: النسيج البرنشيمي**

النسيج البرنشيمي هو نسيج نباتي مكوَّن من خلايا رقيقة الجدران. وهو يمثِّل الجزء الأكبر من التراكيب الداخلية للنباتات مثل الأوراق والسيقان والجذور.

- **مصطلح الرئيسي: النسيج الكولنشيمي**

النسيج الكولنشيمي هو نسيج نباتي مكوَّن من خلايا طويلة ذات جدران خلوية سميكة، وهو يدخل في تركيب النبات ويدعمه.

في نبات المُسْتَحِية، تكون انتفاخات قواعد الأوراق موجودة في ثلاثة مواضع مختلفة، كما هو موضَّح بالشكل 3.



شكل 3: رسم يوضِّح مواضع انتفاخات قواعد الأوراق الأولية والثانوية والثالثية في نبات المُسْتَحِية.

توجد الانتفاخات الأولية عند قاعدة عنق الورقة، حيث يتصل عنق الورقة بساق النبات. أما الانتفاخات الثانوية، فتوجد عند النقطة التي يتفرع عندها عنق الورقة إلى محاور. وأخيرًا، توجد الانتفاخات الثالثية عند قاعدة كل رُيَيْشة على المحاور.

مثال ٢: وظيفة انتفاخ قاعدة الورقة في نبات المُسْتَحِية

ما الدور الرئيسي لانتفاخ قاعدة الورقة في أوراق ووُرَيْقات الميموزا؟

أ. توفير المغذيات الأساسية للوُرَيْقات

ب. تحريك الوُرَيْقات استجابةً لمثير

جـ. إطلاق الهرمونات استجابةً للمثيرات الداخلية

د. تنسيق الاستجابات العصبية للنبات

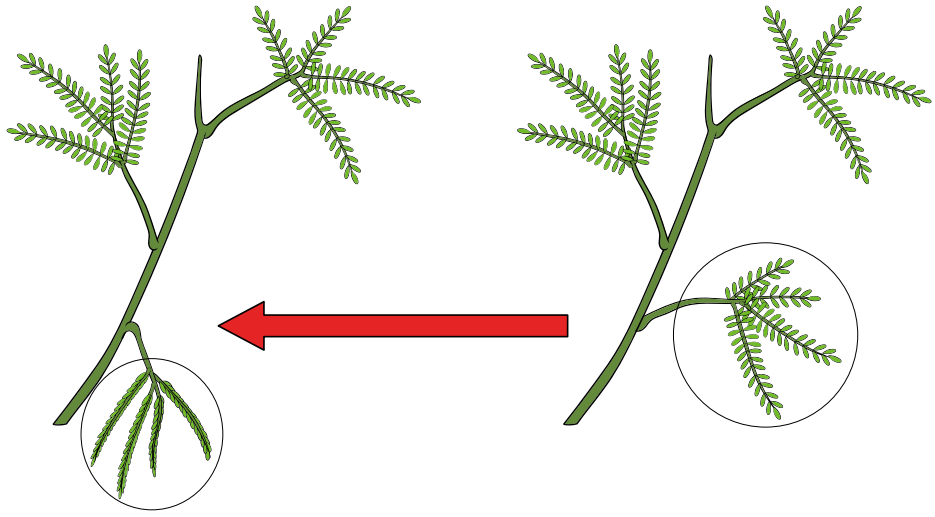
الحل

يستجيب نبات المُسْتَحِية للمثيرات، مثل اللمس والحرارة، بِبَطءٍ وُرَيْقاته سريعًا والتدلِّي. كما أنه يُظهر رد الفعل نفسه استجابةً لدورات الضوء والظلام، حيث ينطوي ويتدلَّى ليلًا ثم يتفتح وينبسط مرة أخرى في ساعات النهار.

تحتوي أوراق نبات المُسْتَحِية على تراكيب مفصلية الشكل تُسَمَّى انتفاخات قواعد الأوراق. وانتفاخ قاعدة الورقة هو تركيب متضخم أو منتفخ عند قاعدة الورقة أو الوُرَيْقة أو عنق الورقة. ينقسم كل انتفاخ إلى نصفين؛ نصف علوي يتكون من خلايا تسمى الخلايا الباسطة، ونصف سفلي يتكون من خلايا تسمى الخلايا القابضة. الدور الرئيسي لانتفاخات قواعد الأوراق هو التحكم في حركة أوراق النبات استجابةً لمثيرات معينة.

ومن ثم، فإن الدور الرئيسي لانتفاخات قواعد الأوراق في أوراق ووُرَيْقات نبات المُسْتَحِية (الميموزا) هو تحريك الوُرَيْقات استجابةً لمثير.

خلال ساعات النهار أو إذا لم يتعرض النبات للَّمس، تكون الوُرَيْقات متفتحة في وضع أفقي. في الليل، أو عند لمس النبات، أو تعرُّضه للحرارة، أو اهتزازه، تنغلق الوُرَيْقات أو تنطوي، وتتدلَّى المحاور وعنق الورقة نحو الأسفل، كما هو موضَّح في الشكل 4.



شكل 4: رسم يوضِّح انطواء وُرَيْقات المُسْتَحِية وتَدلِّي عنق الورقة في نبات المُسْتَحِية عند تعرُّضه للمس.

دعونا نفهم كيف تنطوي وُرَيْقات المُسْتَحِية استجابةً للمثيرات.

كما نعلم، تحتوي جميع خلايا النباتات على الماء. والضغط الذي يبذله الماء على الغشاء البلازمي لكل خلية يساعد في الحفاظ على شكل الخلية وصلابتها، ويُسمى هذا النوع من الضغط بالضغط الانتفاخي.

تعريف: الضغط الانتفاخي

الضغط الانتفاخي هو الضغط الذي يبذله الماء لدفع الغشاء البلازمي باتجاه جدار الخلية للحفاظ على شكل الخلية وصلابتها.

هناك العديد من النظريات المختلفة التي تفسر آلية انغلاق وُرَيْقات نبات المُسْتَحِية عند تحفيزها باللمس. دعونا نلقِ نظرة على أحد التفسيرات الشائعة المقبولة لهذه العملية.

عند لمس أيٍّ وُرَيْقة، يتعرف النبات على آلية التحفيز الميكانيكي ويحوِّلها إلى إشارة كهربية. تنتقل هذه الإشارة إلى انتفاخات قواعد الأوراق؛ مما يتسبب في تدفُّق أيونات مثل البوتاسيوم والكلوريد إلى خارج الخلايا الباسطة. نتيجة لهذا يتغير تركيز الأيونات في الخلايا الباسطة ويزداد جهدها الأسموزي. وعلى العكس، يكون للخلايا القابضة في النصف السفلي من انتفاخات قواعد الأوراق جهد أسموزي أقل. يرجع الفرق بين تغيُّر حجم الخلايا القابضة والخلايا الباسطة إلى انتقال الأيونات أثناء الانتقال الأسموزي للماء، ما يجعل تدفق الماء من الخلايا الباسطة ودخوله إلى الخلايا القابضة بالخاصية الأسموزية يحدث سريعًا، كما هو موضَّح في الشكل 5.

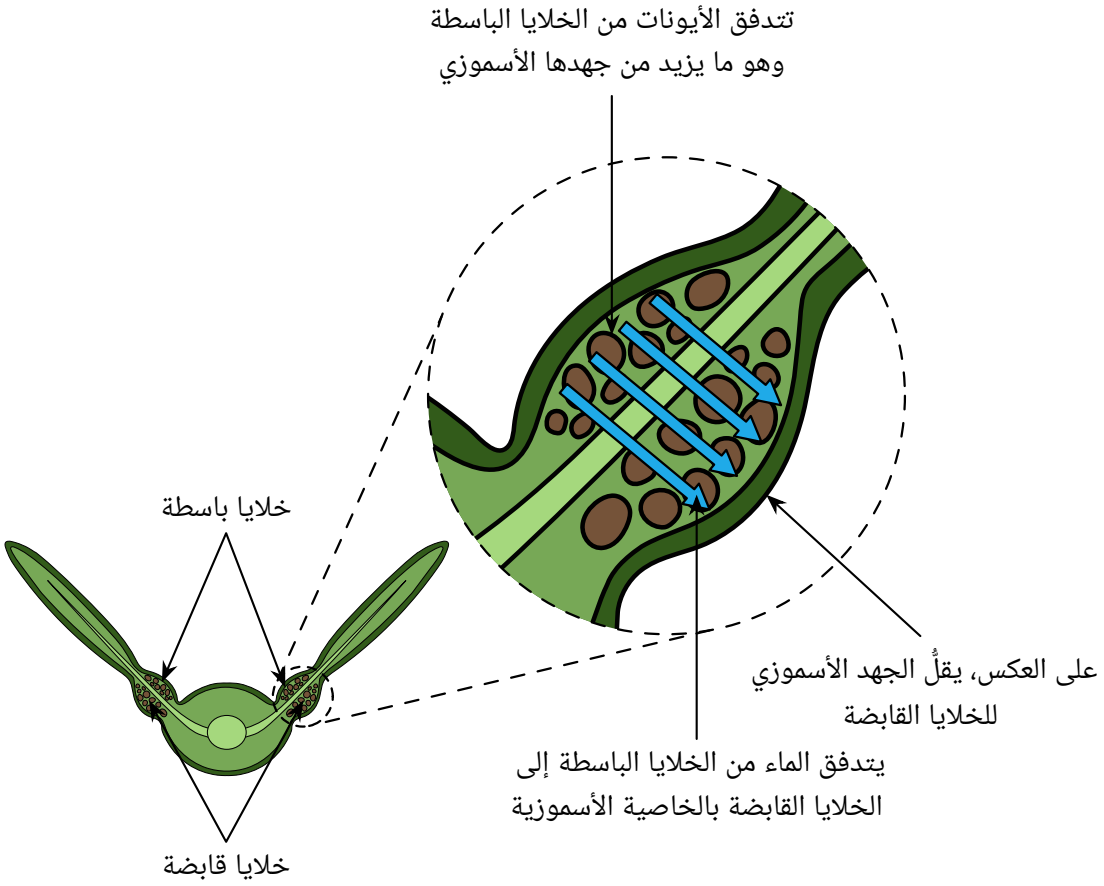
مصطلح رئيسي: الخاصية الأسموزية

الخاصية الأسموزية هي حركة الماء من منطقة ذات تركيز أقل للمذاب إلى منطقة ذات تركيز أعلى للمذاب.

مصطلح رئيسي: الجهد الأسموزي

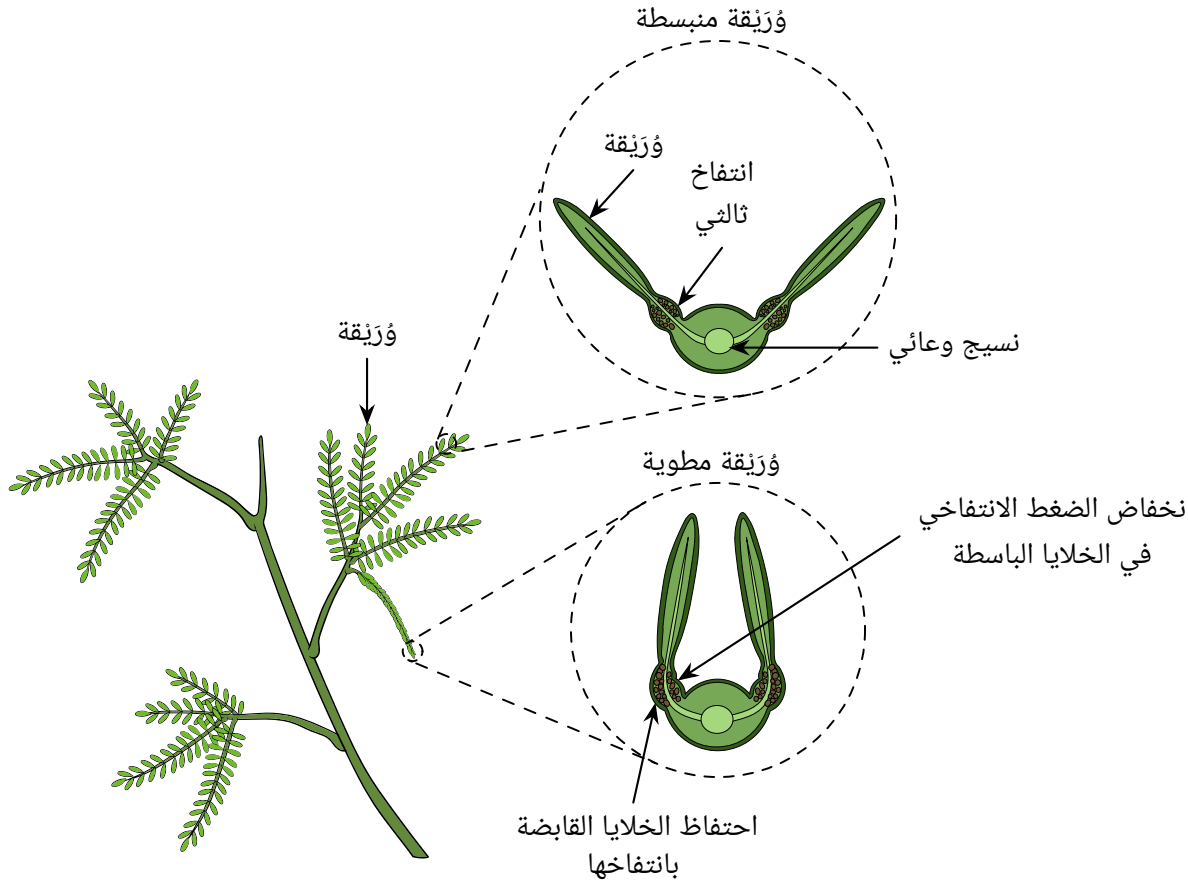
الجهد الأسموزي هو جهد تحرُّك الماء من منطقة ذات تركيز أقل للمذاب إلى منطقة ذات تركيز أعلى للمذاب.

ينتُج الجهد الأسموزي عن المواد المذابة التي تذوب في العصارة الخلوية؛ حيث إنه يتناسب طرديًّا مع تركيز المذاب ويتناسب عكسيًّا مع كمية الماء.



شكل 5: رسم يوضِّح تدفُّق الماء، المُشار إليه بالأسهم الزرقاء، من الخلايا الباسطة إلى الخلايا القابضة في الانتفاخات الثالثية لوُرَيْقة نبات المُسْتَحِية.

نتيجة لفقدان الماء، يقلُّ الضغط الانتفاخيُّ للخلايا الباسطة سريعًا. أما الخلايا القابضة، فهي تحتفظ بضغطها الانتفاخي، وتنتفخ نتيجة تدفُّق الماء. بناء على ذلك، يقوم انتفاخ قاعدة الورقة بدور المفاصل في الحركة ويتسبب في طي الوُرَيْقات، كما هو موضَّح في الشكل 6.



شكل 6: شكل يوضِّح انغلاق وُرَيْقات نبات المُسْتَحِية بسبب التغيرات في الضغط الانتفاخي لانتفاخات قواعد الأوراق.

أثناء انتشار الإشارة، تفقد الخلايا الباسطة في انتفاخات قواعد الأوراق الثانويَّة ضغطها الانتفاخي أولًا ثم تليها انتفاخات قواعد الأوراق الأولية، ما يجعل عنق الورقة يتدلَّى إلى أسفل، كما رأينا في الشكل 4. هذا النوع من حركة النباتات، الذي يكون استجابة لتعرُّضها للَّمس أو الاهتزاز، يُسمى بالاستجابة الحركية للَّمس. الاستجابة الحركية للَّمس هي نوع من أنواع الحركات التأثيرية اللاانتحائية، أي إن الاتجاه الذي يتحرك فيه النبات لا يعتمد على اتجاه المثير. بغض النظر عن اتجاه لمس أو اهتزاز نبات المُسْتَحِية، فإن وُرَيْقاتها ستنطوي دائمًا بالطريقة نفسها وتتدلَّى لأسفل! ولهذا السبب نقول إن الاستجابة الحركية للَّمس هي استجابة لا اتجاهية.

تعريف: الاستجابة الحركية للَّمس

الاستجابة الحركية للَّمس هي حركة لا اتجاهية، أيْ لا تعتمد على اتجاه المثير، يستجيب بها النبات للمثير اللمسي.

مثال ٣: كيفية انطواء وتفتح وُرَيْقات نبات المُسْتَحِية

أكمل الجملة الآتية: يعتمد طيُّ وفتح وُرَيْقات الميموزا على التغيُّرات في ـــــــــ الانتفاخ.

أ. تدفُّق

ب. انتقال

ج. ضغط

د. أيونات

الحل

تحتوي جميع الخلايا النباتية على الماء، ويساعد الضغط الذي يبذله الماء على الغشاء البلازمي لكل خلية في الحفاظ على شكل الخلية وصلابتها. ويسمح هذا للنبات بأن يظل قائمًا، وأن تبقى وُرَيْقاته مفتوحة.

عند لمس إحدى الوُرَيْقات، يتعرف النبات على آلية التحفيز الميكانيكي هذا ويُحَوِّله إلى إشارة كهربية. تنتقل هذه الإشارة إلى انتفاخات قواعد الأوراق؛ مما يتسبب في تدفُّق أيونات مثل البوتاسيوم والكلوريد خارج الخلايا الباسطة، ما يجعل تركيز الأيونات في الخلايا الباسطة يتغير ويزيد من جهدها الأسموزي. وعلى العكس، يكون للخلايا القابضة في النصف السفلي من انتفاخات قواعد الأوراق جهد أسموزي أقل. وهو ما يتسبب في تدفُّق الماء سريعًا من الخلايا الباسطة إلى الخلايا القابضة بالخاصية الأسموزية.

نتيجة لفقدان الماء، ترتخي الخلايا الباسطة، وذلك لغياب الماء الذي يبذل ضغطًا على الغشاء البلازمي للخلايا. لذا، يمكننا القول هنا إن هذه الخلايا فقدت ضغطها الانتفاخي. أما الخلايا القابضة، فهي تظل منتفخة؛ وذلك لأنها ما زالت تحتوي بداخلها على ماء يبذل ضغطًا انتفاخيًا.

ومن ثم، فإن طيَّ وفتح وُرَيْقات نبات المُسْتَحِية يعتمدان على التغيرات في الضغط الانتفاخي.

بجانب استجابته للَّمس، يُظهر نبات المُسْتَحِية رد الفعل نفسه أيضًا استجابةً لدورات الضوء والظلام. هذه الحركة تُسمى بالاستجابة الحركية للظلام، أو حركة اليقظة والنوم، حيث يطوي النبات وُرَيْقاته ويتدلَّى في الليل ويفتحها مرة أخرى في ضوء النهار.

تعريف: الاستجابة الحركية للظلام

الاستجابة الحركية للظلام، أو حركة اليقظة والنوم هي حركة الأوراق استجابةً لدورات الضوء والظلام.

هذه الحركات الفريدة لنبات المُسْتَحِية تمنحه أيضًا مزايا تطوُّرية مثيرة للاهتمام. تنص إحدى النظريات على أن هذا النوع من النباتات يطوي وُرَيْقاته استجابة للَّمس، ليبدو أصغر حجمًا أو كما لو كان قد أصابه الذبول، وذلك لصرف آكلات العشب عن الْتِهامه! وقد تساعد حركة الانطواء السريعة هذه في إبعاد الحشرات التي تحاول الجلوس على الوُرَيْقات.

مثال ٤: الميزة التطورية في نباتات المُسْتَحِية

تُغلَق وُرَيْقات الميموزا عند لمسها. ما الميزة التطوُّرية المُحتمَلة لذلك؟

أ. زيادة مساحة السطح المُعرَّض لامتصاص الضوء.

ب. منع دخول مُسبِّبات الأمراض والطفيليات.

ج. الحصول على كمية أكبر من ثاني أكسيد الكربون عندما لا يقوم النبات بعملية البناء الضوئي.

د. جعل النبتة تبدو ذابلة، وصرف آكلات العشب عن الْتِهامها.

الحل

يستجيب نبات المُسْتَحِية للمثيرات مثل اللمس والحرارة بِطَيّ وُرَيْقاته سريعًا والتدلِّي. وهو يُظهر رد الفعل نفسه استجابةً لدورات الضوء والظلام، حيث يطوي النبات وُرَيْقاته ويتدلَّى في الليل ويفتحها مرة أخرى في ضوء النهار.

هذه الحركات الفريدة لنبات المُسْتَحِية تمنحه أيضًا مزايا تطوُّرية مثيرة للاهتمام. تنص إحدى النظريات على أن هذه النباتات تطوي وُرَيْقاتها استجابةً للمس، لتبدو أصغر حجمًا أو كما لو كان قد أصابها الذبول، وذلك لصرف آكلات العشب عن الْتِهامها! وقد تساعد حركة الانطواء السريعة أيضًا في إبعاد الحشرات التي تحاول الجلوس على الوُرَيْقات.

ومن ثم، فإن الميزة التطورية المحتملة لنبات المُسْتَحِية هي أن طَيَّ أوراقه يجعل النبتة تبدو ذابلة، ويصرف آكلات العشب عن الْتِهامها.

دعونا نلخص كل ما تعلمناه عن الإحساس في نبات المُسْتَحِية (الميموزا).

النقاط الرئيسية

- نبات المُسْتَحِية هو نبات يستطيع أن يطوي وُرَيْقاته ويتدلَّى، استجابةً لمثيرات معينة.
- يتكون نبات المُسْتَحِية من أوراق مركَّبة ريشية تتكون من عدة وُرَيْقات تسمى الرُّيَيْشات.
- تُسمى التراكيب المنتفخة، المفصلية الشكل، بانتفاخات قواعد الأوراق، وهي مسئولة عن تحريك الوُرَيْقات استجابةً للمثيرات.
- يعتمد كلٌّ من طَيّ وفتح وُرَيْقات نبات المُسْتَحِية على التغير في الضغط الانتفاخي.
- تطوي نباتات المُسْتَحِية وُرَيْقاتها عند تعرُّضها للَّمس أو الاهتزاز فيما يُسمى بالاستجابة الحركية للَّمس، واستجابةً لدورات النور والظلام، والتي تُسمى بالاستجابة الحركية للظلام.