أهمية الضوء للنبات وتأثيره كعامل إجهاد
Importance of the Light and Effect of Light Stress to the Plant

مقدمة

الضوء عامل بيئي مهم لحياة النبات ويؤثر على جميع مراحل تكشف النبات. قد يكون الضوء عاملاً مجهداً للنبات، وينشأ إجهاد الضوء إما نتيجة نقص الإضاءة (إجهاد نقص الإضاءة deficit light stress)، ويسمى كذلك (إجهاد الظل shade stress) وإما نتيجة زيادة الإضاءة (إجهاد زيادة الضوء excess light stress).

إجهاد نقص الإضاءة (إجهاد الظل)

الضوء مهم لنمو لجميع الكائنات ذاتية التغذية autotrophic؛ لأنه مصدر الطاقة لعملية البناء الضوئي. تقسم النباتات بيئياً حسب احتياجها النسبي للضوء إلى:

١- نباتات محبة للضوء Heliophytes، وهي النباتات التي تنمو بشكل أفضل في ضوء الشمس الكامل (شكل ١٠٢أ).

٢- نباتات غير محبة للضوء Sciophytes، (نباتات الظل shade plants)، وهي نباتات تنمو بشكل أفضل في الضوء الخفيف (الخافت). تسمى النباتات التي تستوطن الظل ولا توجد في الأماكن المفتوحة للشمس، نباتات الظل الإجبارية obligate shade plants (شكل ١٠٢ب).

يؤثر الضوء بشكل مباشر على البناء الضوئي، ولا توجد محصلة إيجابية للبناء الضوئي عند شدة إضاءة مساوية أو أقل من النقطة الحرجة للضوء، وإذا نقصت عن ذلك يصبح معدل التنفس أعلى من معدل البناء الضوئي وتصبح محصلة البناء الضوئي بالسالب. يتعرض النبات للمجاعة عند استمرار وجوده في شدة إضاءة أقل من النقطة الحرجة للضوء لفترة زمنية طويلة. تختلف النقطة الحرجة للضوء باختلاف النوع النباتي، ولكنها أقل من ٢٪ من أقصى ضوء شمس.

ومن أهم صفات نباتات الظل في البناء الضوئي ما يلي:

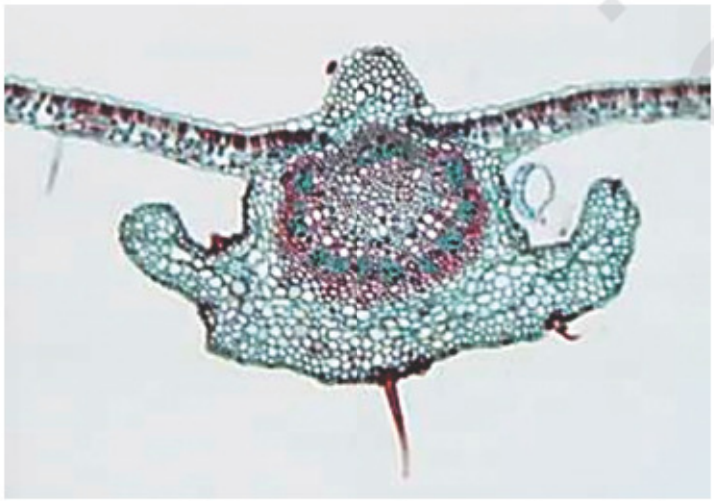
١- يصل البناء الضوئي فيها للتشبع عند شدة إضاءة منخفضة (نحو ٥٪ من ضوء الشمس الكامل).

٢- انخفاض النقطة الحرجة للضوء مقارنة بنباتات الشمس.

obeikandl.com

٣- معدل البناء الضوئي منخفض عند شدة الإضاءة المرتفعة مقارنة بنباتات الشمس.
٤- البناء الضوئي مرتفع عند شدة الإضاءة المنخفضة مقارنة بنباتات الشمس.
٥- انخفاض التنفس، وهذا يساعد على أن تكون محصلة البناء الضوئي إيجابية عند شدة الإضاءة المنخفضة.
٦- أوراق نباتات ذوات الفلقتين منها أطول وأقل سمكاً من أوراق الشمس.
٧- تزداد فيها كمية الكلوروفيل وخاصة كلوروفيل (ب).
٨- زيادة عدد الثايلاكويدات في الجرانا في البلاستيدات الخضراء، حيث يصل عددها إلى ١٠٠ في كل جرانا.
٩- نقص كمية البروتين، وخاصة RUDP carboxylase في الحشوة (الستروما) في البلاستيدات الخضراء.
وعليه تستخدم هذه النباتات طاقة أكثر في إنتاج المكونات اللازمة لحصد الضوء الخافت الساقط على الأوراق.

شكل (١٠٢أ). ق. عرضي في ورقة نبات ينمو في الشمس Sun leaf.



شكل (١٠٢ب). ق. عرضي في ورقة نبات ينمو في الظل Shade leaf.

إجهاد زيادة الضوء

ينشأ إجهاد زيادة الضوء من زيادة كمية الضوء الساقطة عن طريق الأوراق على كمية الضوء المستخدمة في عملية البناء الضوئي (Demmig and Adams, 1992)، وهذا يرجع إلى سببين هما:

١- زيادة كمية الضوء الساقطة على الأوراق (شكل ١٠٣).

٢- نقص معدل البناء الضوئي عند كمية ثابتة من الضوء الساقط، كما يحدث عند تعرض النبات إلى إجهاد جفاف أو برد.

يزداد معدل اختزال ثاني أكسيد الكربون مع زيادة كمية الضوء الممتصة بواسطة الكلوروفيل، إلى أن يصل إلى التشبع، وبعد ذلك لا تستطيع عملية التثبيت استهلاك جميع الضوء الممتص. من الممكن أن يسبب التعرض لفترة زمنية طويلة إلى ضوء قوي، أو زيادة كمية الضوء الممتصة على كمية الضوء المستخدمة في البناء الضوئي، تحطم ضوئي لأصباغ البناء الضوئي وتسمى العملية (الأكسدة الضوئية photooxidation). تعتمد هذه العملية على الضوء والأكسجين، وهي عملية ثانوية يسبقها بفترة من الزمن تثبيط للبناء الضوئي ويسمى (التثبيط الضوئي photoinhibition)، وهذا دليل على أن التثبيط الضوئي ليس نتيجة نقص أصباغ البناء الضوئي فحسب بل نتيجة أضرار تحدث لجهاز البناء الضوئي.

شكل (١٠٣). يوضح زيادة كمية الضوء الساقطة على الأوراق.

التثبيط الضوئي والأكسدة الضوئية

يزداد معدل اختزال ثاني أكسيد الكربون في البناء الضوئي مع الزيادة في كمية الضوء الذي تمتصه صبغات البناء الضوئي، إلى أن تصل عملية الاختزال إلى درجة التشبع وبعدها لا تستهلك عملية التثبيت جميع الضوء الممتص وإن التعرض إلى ضوء قوي لفترة زمنية طويلة، أو عند زيادة كمية الضوء الممتص على كمية الضوء المستخدم في البناء

الضوئي، فإن ذلك يسبب نقص (تثبيط) للبناء الضوئي وتسمى العملية تثبيط ضوئي photoinhibitiuon، ولا يرافق ذلك أي تغير في صبغات البناء الضوئي. ويتبع التثبيط الضوئي بعد فترة من الزمن من التعرض لضوء مرتفع، نقصاً في صبغات البناء الضوئي، وتسمى العملية أكسدة ضوئية photooxidation.

إن عمليتي التثبيط الضوئي والأكسدة الضوئية عمليتان منفصلتان، وعملية التثبيط الضوئي تحدث أولاً، وهذا دليل على أنها لا تحدث بسبب نقص في صبغات البناء الضوئي، بل تحدث نتيجة أضرار تحدث لجهاز البناء الضوئي. ويحدث كذلك أثناء التثبيط الضوئي نقص في محتوى الأوراق من النشا، وقد يختفي منها تماماً.

الحماية الضوئية

من الطرق التي تستخدم لمقاومة إجهاد زيادة الضوء حركة الأوراق وحركة البلاستيدات الخضراء في الخلية. تغير بعض النباتات وضع زاوية الأوراق بحيث تأخذ الأوراق وضعاً موازياً للأشعة الساقطة فإن ذلك يقلل من امتصاص الضوء. كذلك تأخذ البلاستيدات الخضراء وضعاً يقلل من امتصاص الضوء. فمثلاً تتجمع البلاستيدات الخضراء في نبات Elodea عند الجدار الخلوي عند تعرضه لشدة إضاءة مرتفعة (شكل ٨٠أ)، وعليه لا يتعرض إلى أضرار التثبيط الضوئي، ولكن يكون هذا النوع من الحماية في مدى ضوئي محدد ولا يمنع حركة البلاستيدات الخضراء التثبيط الضوئي عند تعرض النبات لفترة زمنية طويلة لضوء الشمس الكامل.

مقاومة التثبيط الضوئي

كما ذكر سابقاً فإن التثبيط الضوئي سببه زيادة الطاقة الممتصة عن الطاقة المستخدمة في تفاعلات الإضاءة في البناء الضوئي مما يسبب أضراراً لأجهزة البناء الضوئي (الأجهزة الضوئية الكيميائية photochemical apparatus)، ومن الطرق المستخدمة لمقاومة التثبيط الضوئي هو نقص الطاقة التي يمتصها الكلوروفيل، والآليات المستخدمة لذلك هي:

١- التغيير في وضع الأوراق بالنسبة للأشعة الساقطة، فمثلاً تتحرك الورقة في حالة زيادة الضوء الساقط وتأخذ وضعاً موازياً للأشعة الساقطة، ويقلل ذلك من الضوء الممتص.

٢- نقص المساحة الكلية للبلاستيدات الخضراء المعرضة للضوء.

٣- زيادة انعكاس الأشعة الساقطة من الورقة، مثل وجود الأدمة الشمعية أو تراكم الأملاح على البشرة.

٤- امتصاص الضوء الزائد بواسطة أصباغ أخرى غير الكلوروفيل.

openkanal.com

الدرس العملي الواحد والعشرون: أثر الإجهاد الضوئي على معدلات نمو النبات

Effect of Light Stress on the Rates of Plant Growth

مقدمة

تختلف شدة الإضاءة اختلافاً كبيراً من مكان لآخر وتتكيف الأنواع النباتية التي تعيش فيها تبعاً لذلك، ويظهر عليها تحورات واضحة على الأوراق والسيقان وتقسم النباتات حسب احتياجها للضوء إلى نباتات محبة للضوء heliophytes ونباتات غير محبة للضوء (نباتات ظل) sciophytes (shade plants)، ونباتات متحملة للضوء facultative sciophytes.

الإجهاد الضوئي

يؤثر الضوء على جميع مراحل تكشف النبات ولذلك فإن له تأثير مجهد ويكون من ناحيتين هما:

١- إجهاد نقص الإضاءة.

٢- إجهاد زيادة الإضاءة.

أولاً: إجهاد نقص الإضاءة

أهم الصفات التي تميز نباتات الظل في عملية البناء الضوئي:

١- يصل فيه البناء الضوئي إلى التشبع عند شدة إضاءة منخفضة.

٢- انخفاض النقطة الحرجة للضوء مقارنة بنباتات الشمس.

٣- انخفاض معدل البناء الضوئي عند شدة إضاءة مرتفعة (علاقة عكسية).

٤- انخفاض معدل التنفس فيها.

٥- زيادة كمية الكلوروفيل خصوصاً كلوروفيل (ب).

٦- نقص كمية البروتين في البلاستيدات الخضراء.

خصائص نباتات الظل العامة التي تلائم البيئة الظليلة وما تميزت به من انخفاض الحرارة ووفرة الماء وتزاحم النباتات:

١- الخلايا العمادية قليلة أو معدومة في أوراقها.

٢- الأوراق عريضة مفلطحة قد يصل قطر الورقة إلى نصف متر.

٣- الثغور واسعة بحيث يسهل خروج الماء وتبادل الغازات بين الوسطين الداخلي والخارجي.

٤- البلاستيدات كبيرة ومكدسة على السطح العلوي لاقتناص أكبر قدر من الضوء في البيئة الظليلة.

٥- خلايا التدعيم وطبقات الكيوتين قليلة في أوراق وسيقان نباتات الظل.

٦- الثغور في نباتات الظل سطحية والشعيرات الحامية لها قليلة أو معدومة.

obeikandl.com

ثانياً: زيادة الضوء

ينشأ إجهاد زيادة الإضاءة لسببين:

١- زيادة سقوط الضوء على الأوراق.

٢- نقص معدل البناء الضوئي عند كمية ثابتة من الضوء الساقط.

الأضرار الناشئة من إجهاد زيادة الإضاءة

١- زيادة معدل اختزال CO_2 مع زيادة كمية الضوء الممتصة إلى الوصول إلى حالة التشبع ثم لا تستطيع النباتات تثبيت ثاني أكسيد الكربون.

٢- التعرض إلى إضاءة قوية أو زيادة كمية الضوء الممتصة بالنسبة إلى الكمية المستخدمة في البناء الضوئي يؤدي إلى تحطيم ضوئي لأصباغ البناء الضوئي وهي ما يسمى بالأكسدة الضوئية (عملية ثانوية يسبقها بفترة من الزمن تثبيط للبناء الضوئي).

٣- تضرر يلحق بجهاز البناء الضوئي.

٤- تثبيط البناء الضوئي بزيادة الإضاءة؛ نتيجة لتثبيط التفاعلات الكيميائية الضوئية بسبب الضوء المرتفع.

الهدف من التجربة

تعريض نباتات البازلاء لدرجات مختلفة من شدة الإضاءة light intensity وعلاقة ذلك بمعدلات نمو النبات والتغيرات في الشكل الظاهري لكل من الأوراق والسيقان (شكل ١٠٦).

المواد والأدوات اللازمة

١- بذور من نبات البازلاء.

٢- محلول معقم هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite 1% لتعقيم البذور.

٣- أصص بلاستيكية أقطارها ٦ بوصه.

٤- خليط من تربة رملية وطينية بنسبة (١ : ١).

٥- حاضنة إنبات مثبته على درجة حرارة متباينة ليل/ نهار (١٤/ ٢٨ °م) بمعدل ١٢ ساعة لكل منهما.

٦- أحواض بلاستيكية للإنبات.

٧- تجهز ثلاثة أماكن مختلفة الإضاءة في غرفة نمو ذات مصابيح كهربائية يمكن التحكم في شدتها وزمن تعرض النباتات لها (إضاءة شديدة - إضاءة متوسطة - إضاءة ضعيفة) (شكل ١٠٤).

٨- يستخدم مقياس لشدة الإضاءة photometer (شكل ١٠٥أ، ١٠٥ب). أو جهاز لقياس شدة الأشعة الضوئية ذات موجات قصيرة باستخدام مجس quantum sensor، يتراوح طول الموجة من ٣٩٠ - ٧٦٠ نانوميتر، وحدات قياسه (ميكرومول/ ثانية/ متر مربع $Um / s / m^2$).

obeikandl.com

٩- فرن تجفيف.

١٠- ميزان حساس.

١١- جهاز لقياس مساحة سطح الورقة leaf area meter أو planimeter .(شكل٥١أ،٥١ب).

١٢- أكياس ورقية ومساطر وأقلام.

طريقة العمل

١- يتم انتخاب ١٠٠ بذرة سليمة من البازلاء.

٢- تعقم البذور في محلول معقم هيبوكلوريت الصوديوم لمدة ١/٤ ساعة.

٣- تغسل البذور جيداً عدة مرات بماء مقطر.

٤- يتم استنبات البذور في أحواض بلاستيكية مبطنة بأوراق ترشيح مبللة بماء مقطر.

٥- توضح الأحواض في حاضنة الإنبات عند درجة ١٤/ ٢٨ °م.

٦- تعبأ الأصص بمخلوط التربة ويزرع في كل أصيص ثلاث بادرات متماثلة في الأطوال.

٧- تنقل الأصص إلى المعاملات الثلاث المختلفة من شدة الإضاءة بغرفة النمو ذات الإضاءة المختلفة (٤ أصص في كل معاملة).

٨- تستخدم معاملة رابعة وهي أصص نامية في الضوء العادي المباشر، بمعدل ٤ أصص (مكررات).

٩- توالى التجربة بالري والعناية الزراعية بحيث يكون معدل الري مرتين أسبوعياً بالماء العادي (١٠٠ مل/ أصيص).

١٠- يتم إيقاف التجربة بعد ٦ أسابيع من بدايتها لأخذ النتائج (شكل ١٠٦).

١١- تسجل البيانات التي تشمل التغيرات في الشكل الظاهري للسيقان والأوراق لكل معاملة على حدة ويتم تصوير المعاملات.

١٢- تستخلص النباتات من الأصص بعد التخلص من التربة المتبقية بالجذور، ويتم تسجيل البيانات الخاصة بالنمو للنباتات الممثلة بأطوال المجموع الخضري وأطوال المجموع الجذري وكذلك أعداد الأوراق النامية ومساحتها.

١٣- يجفف المجموع الخضري والجذور لكل معاملة على حدة في فرن التجفيف ١٠٥ °م لمدة ٤٨ ساعة.

١٤- تسجل بيانات الأوزان الجافة للمجموع الجذري والخضري في جدول (٢٥).

١٥- يتم حساب المتوسطات لنتائج قياسات النمو المختلفة لكل معاملة من المعاملات.

١٦- تمثل النتائج بيانياً وتناقش النتائج لتوضيح أثر المعاملات المختلفة لشدة الإضاءة في قياسات النمو وأسباب الاختلاف في الشكل الظاهري.

شكل (١٠٤). يوضح تعرض النباتات لشدة إضاءة مختلفة.

شكل (١٠٥أ). جهاز قياس شدة الإضاءة Light measurement.

شكل (١٠٥ب). يوضح طريقة استخدام جهاز قياس شدة الإضاءة.

شكل (١٠٦). تجربة أثر الإجهاد الضوئي على معدلات نمو النبات.

جدول (٢٥). نتائج تجربة تأثير شدة الإضاءة على نمو النبات.

المعاملة	المكرر	طول المجموع الخضري (سم)	طول المجموع الجذري (سم)	الوزن الجاف للمجموع الخضري (جم)	الوزن الجاف للمجموع الجذري (جم)	عدد الأوراق	متوسط مساحة الأوراق (سم٢)
إضاءة شديدة	١						
	٢						
	٣						
	٤						
المتوسط							
نصف إضاءة (متوسطة)	١						
	٢						
	٣						
	٤						
المتوسط							
إضاءة ضعيفة	١						
	٢						
	٣						
	٤						
المتوسط							
إضاءة عادية (مباشرة)	١						
	٢						
	٣						
	٤						
المتوسط							

المشاهدة والمناقشة

١- ناقش النتائج جيداً لمدى علاقة شدة الإضاءة المختلفة وأي منها يحدث الإجهاد الضوئي للنبات.

٢- اكتب تقريراً مفصل للمقارنة بين المعاملات بالاستعانة بالصور الفوتوغرافية لكل منها.

obeikandi.com

مقرر الفسيولوجيا البيئية للنباتات العملية

تقرير التجربة رقم ( )

اسم الطالب/ .....

الرقم الجامعي/ .....

عنوان التجربة: .....

تاريخ بدء التجربة: .....

تاريخ انتهاء التجربة: .....

تاريخ تقديم التقرير: .....

١- المقدمة والهدف من التجربة:

.....

.....

.....

.....

.....

٢- المواد وطريقة العمل:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

obeikandl.com

٣- النتائج:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٤- المنحنيات البيانية والتصوير (أو الرسم):

obeikandl.com

٥- الخلاصة ومناقشة النتائج:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٦- المراجع:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

obeikandi.com

obeikandl.com

الدرس العملي الثاني والعشرون: تأثير شدة الإضاءة على عملية البناء الضوئي للنبات

Effect of Light Intensity on Photosynthesis

مقدمة

يعود تأثير الضوء على أنه عامل رئيس للتفاعلات الكيموضوئية photochemical reactions، فتعرف عملية البناء الضوئي أحياناً بأنها عملية تحويل طاقة الضوء (الشمس) إلى طاقة كيميائية (سكريات)، لذلك تعتبر الإضاءة – كما يستنتج من تسمية العملية – عاملاً أساسياً لإتمامها. كذلك تأثير الضوء يعتبر منبه للنبات كي تنفتح الثغور لإدخال غاز ثاني أكسيد الكربون اللازم لبدء عملية البناء الضوئي(الوهيبي، ١٤١١هـ).

كذلك ترجع أهمية الضوء في بناء جزيئات الكلوروفيل وفي تشكل وتكون البلاستيدات الخضراء chloroplasts من البلاستيدات الشاحبة etiolasts. وتعد شدة الإضاءة تحت الظروف الطبيعية هي العامل المحدد لمعدل البناء الضوئي، وهناك علاقة طردية بينهما ولكن إلى حد معين من شدة الإضاءة تتشبع عندها العملية فلا يزيد الارتفاع في شدة الإضاءة من معدل البناء الضوئي. ولوحظ كذلك أن أقصى معدل للبناء الضوئي يكون تقريباً في وقت الظهر وينقص عندما يتعرض النبات إلى الغيوم. ويلاحظ كذلك أنه عند شدة إضاءة معينة تتساوى كمية ثاني أكسيد الكربون المتصاعدة في التنفس مع الكمية المستخدمة في البناء الضوئي، وتسمى شدة الإضاءة في هذه الحالة بالنقطة الحرجة الحدية للضوء light compensation point.

من ناحية أخرى تعتمد شدة الإضاءة التي تشبع عملية البناء الضوئي في أي نبات تحت الظروف الطبيعية على العوامل الأخرى التي تؤثر في معدل البناء الضوئي وخاصة درجة الحرارة وتركيز ثاني أكسيد الكربون. فدرجة الحرارة تعد من العوامل البيئية المهمة التي تؤثر في عملية البناء الضوئي، فتأثيرها يعد ذو شقين، الأول تأثير مباشر يكون واضحاً إذا ما توافرت العوامل الأخرى لحدها الأمثل وتأثير الحرارة هنا غالباً ينحصر في تأثيرها على معدل التفاعل الكيميائي أي أن تأثيرها يكون على النشاط الإنزيمي أساساً وهو ما يسمى بتفاعلات الظلام dark reactions في عملية البناء الضوئي. أما الشق الثاني من تأثير الحرارة على البناء الضوئي فهو غير مباشر مثل تأثير الحرارة على زيادة معدل النتح مما يؤدي إلى إغلاق النباتات لثغورها وهذا يؤدي إلى تثبيط شديد للغاية في معدل البناء الضوئي لعدم توافر ثاني أكسيد الكربون.

يتأثر البناء الضوئي (كعملية أيضية) بعدة عوامل داخلية مثل الكلوروفيل وحيوية البروتوبلازم وتراكم نواتج البناء الضوئي، وكذلك عوامل بيئية خارجية قد تزيد أو تقلل من معدل البناء الضوئي photosynthetic rate، ومن هذه العوامل: الضوء، ودرجة الحرارة، وتركيز ثاني أكسيد الكربون، وتركيز الأكسجين، والإجهاد المائي، والعناصر الغذائية، وتأثير الرياح، وأخيراً النشاط البشري. بالطبع مناقشة تأثير كل هذه العوامل – في آن واحد – على معدل البناء الضوئي تعد عملية ليست بالبسيطة، ولكن من السهل مناقشة تأثير كل عامل على حده. في تجربتنا هذه سنقوم بدراسة عامل الضوء فقط لما له من أهمية كبرى في التحكم في معدل البناء الضوئي.

الهدف من التجربة

تهدف هذه التجربة إلى دراسة تأثير شدة الإضاءة على معدل البناء الضوئي في أجزاء نباتية من الإيلوديا باستخدام بيكربونات الصوديوم.

المواد اللازمة

١- مجموعة نباتات من الإيلوديا النامية بصورة جيدة.

٢- مصدر إضاءة صناعية، كمصباح ضوئي أبيض قوته شديدة.

٣- محلول مائي من بيكربونات الصوديوم تركيزه ١,٠ ٪ بمعدل ١٥٠ مل.

٤- أنابيب اختبار زجاجية كبيرة الحجم ذات أقطار لا تقل عن ٢٠مم .

٥- جهاز مبسط لقياس شدة الإضاءة light meter (شكل ١٠٥أ).

٦- كاسات زجاجية.

٧- أعمدة زجاجية سميكة.

٨- حاجز ورقي أو بلاستيك شبه شفاف لحجب الإضاءة قليلاً عن النبات (أي يجعل الضوء غير مباشر).

٩- حمام مائي ساخن.

١٠- ترمومتر ومسطرة وشفرات حادة.

طريقة العمل

دراسة العلاقة بين شدة الإضاءة وعملية البناء الضوئي

١- انتخب نبات إيلوديا سليم وذو نمو جيد، ثم اقطع بالشفرة الجزء السفلي منه.

٢- اغمر النبات المقطوع مقلوباً (أي قمته لأسفل) في أنبوبة اختبار كبيرة الحجم تحتوي على محلول مائي من بيكربونات الصوديوم ١,٠ ٪.

٣- حاول أن يكون النبات دائماً مغموراً تحت سطح المحلول وإن لم يكن فقم بربطه على عمود زجاجي بخيط رفيع لإبقائه تحت سطح المحلول دائماً.

٤- لقياس المعدل النسبي لعملية البناء الضوئي تحت ظروف شدة إضاءة مختلفة، عرض الأنبوبة وبها النبات إلى ضوء المصباح الصناعي الشديد (على درجة حرارة الغرفة)؛ وذلك لمدة دقيقتين.

٥- أجرِ عملية العد للفقاعات الغازية التي تظهر على سطح الأجزاء النباتية ثلاث مرات على فترات زمنية قدرها دقيقة واحدة. (شكل ١٠٧).

٦- عرض الأنبوبة وبها النبات والمحلول إلى ضوء غير مباشر diffused light لمدة دقيقتين أيضاً، ثم حدد المعدل النسبي لعملية البناء الضوئي؛ وذلك بأخذ عدد الفقاعات الغازية الناتجة حالياً بمعدل ثلاث مرات على فترات زمنية قدرها دقيقة واحدة.

obeikandl.com

٧- المرحلة الثالثة هي نقل النبات (بالأنابيب) إلى جزء مظلم بالمختبر لمدة دقيقتين، ثم كرر ما فعلته سابقاً بقياس المعدل النسبي للبناء الضوئي في هذه الحالة بتقدير عدد الفقاعات الغازية بمعدل أيضاً ثلاث مرات كل دقيقة.

٨- باستعراض القراءات في المراحل الثلاثة والمدونة في جدول (٢٦) وبيانياً، يمكن قياس المعدل النسبي للبناء الضوئي تحت ظروف الحالات الثلاثة من الإضاءة.

٩- لكنه يمكن تعديل وتطوير التجربة السابقة وذلك باستخدام العلاقة بين شدة الإضاءة والمسافة بين مصدر الضوء والنبات كما بالمعادلة التالية:

$$I_2 = I_1 \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

حيث إن:

d_1 = المسافة الأصلية بين مصدر الإضاءة والنبات.

d_2 = المسافة الجديدة بين مصدر الإضاءة والنبات.

I_1 = شدة الإضاءة الأصلية عند النبات الموجود على مسافة d_1.

I_2 = شدة الإضاءة عند النبات الموجود على المسافة الجديدة d_2.

١٠- لاحظ من المعادلة السابقة أنه عند مضاعفة المسافة بين مصدر الإضاءة والنبات (أي عندما أصبحت d_2 ضعف d_1) فإن شدة الإضاءة الجديدة (I_2) ستصبح ربع شدة الإضاءة الأصلية (I_1).

١١- حدد شدة الإضاءة الأصلية باستعمال خلية ضوئية photo cell؛ ثم قس المعدل النسبي لعملية البناء الضوئي عندها (لعدة فترات كل منها دقيقة واحدة).

١٢- ابعد النبات عن مصدر الإضاءة ثم سجل المسافة الجديدة بين مصدر الإضاءة والنبات (حتى يمكن تحديد شدة الإضاءة الجديدة عند النبات باستخدام المعادلة السابقة).

١٣- سجل معدل البناء الضوئي كما سبق.

ملاحظة هامة

تأكد دائماً أن درجة حرارة محلول بيكربونات الصوديوم المغمور فيه نبات الإيلوديا أن تظل ثابتة وذلك باستخدام الثرموميتر.

١٤- سجل البيانات والنتائج الجديدة ثم دون مشاهداتك مع التفسير.

١٥- ناقش النتائج جيداً مع التعليق عن مدى شدة الإضاءة والمسافة بين مصدر الإضاءة والنبات من جهة وعملية البناء الضوئي من جهة أخري.

١٦- فَسِّرْ، لماذا تؤثر الإضاءة الشديدة جداً كعامل إجهادي بيئي للنبات.

obeikandl.com

شكل (١٠٧). يوضح ظهور الفقاعات الغازية علىأوراق الإيلوديا (تحسب أعدادها كل دقيقة) في تجربة تأثير شدة الإضاءة على عملية البناء الضوئي للنبات.

جدول (٢٦). تأثير شدة الإضاءة على عملية البناء الضوئي للنبات.

مسلسل	شدة الإضاءة	متوسط عدد الفقاعات الغازية (المعدل النسبي لعملية البناء الضوئي)
١	تحت مصباح صناعي شديد (لمدة دقيقتين)	
٢	عند استخدام ضوء غير مباشر (لمدة دقيقتين)	
٣	تحت ظروف المعمل المظلمة (لمدة دقيقتين)	
٤	عند تغير مسافة مصدر الإضاءة (لمدة دقيقتين)	

مقرر الفسيولوجيا البيئية للنباتات العملية

تقرير التجربة رقم ( )

اسم الطالب/ .....

الرقم الجامعي/ .....

عنوان التجربة: .....

تاريخ بدء التجربة: .....

تاريخ انتهاء التجربة: .....

تاريخ تقديم التقرير: .....

١- المقدمة والهدف من التجربة:

.....

.....

.....

.....

.....

٢- المواد وطريقة العمل:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

obeikandl.com

٣- النتائج:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٤- المنحنيات البيانية والتصوير (أو الرسم):

obeikandl.com

٥- الخلاصة ومناقشة النتائج:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٦- المراجع:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

obeikandi.com