

Μετρήσεις του Ρυθμού Φωτοσύνθεσης του φυτού *Elodea Ernstiae*

Εισαγωγή

Η φωτοσύνθεση είναι η διαδικασία κατά την οποία οργανικά υλικά (υδρογονάνθρακες) παράγονται από ανόργανες πρώτες ύλες (διοξείδιο του άνθρακα και νερό). Σε αυτή τη διαδικασία απελευθερώνεται μοριακό οξυγόνο. Το φως που απορροφάται από τις χρωστικές των φωτοσυνθετικών οργανισμών, όπως για παράδειγμα από τη χλωροφύλλη στα πράσινα φυτά, είναι η πηγή ενέργειας για αυτή τη διαδικασία.

Κάτω από ιδανικές συνθήκες φωτισμού, συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα και θερμοκρασίας, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης εξαρτάται από την επιφάνεια ή τη μάζα του φυτού που είναι εκτεθειμένη στο φως.

Σε αυτό το πείραμα θα παρακολουθήσουμε το ρυθμό φωτοσύνθεσης της *Elodea* (είδος φυκιού), μετρώντας το ρυθμό απελευθέρωσης οξυγόνου, με τη βοήθεια του αισθητήρα πίεσης.

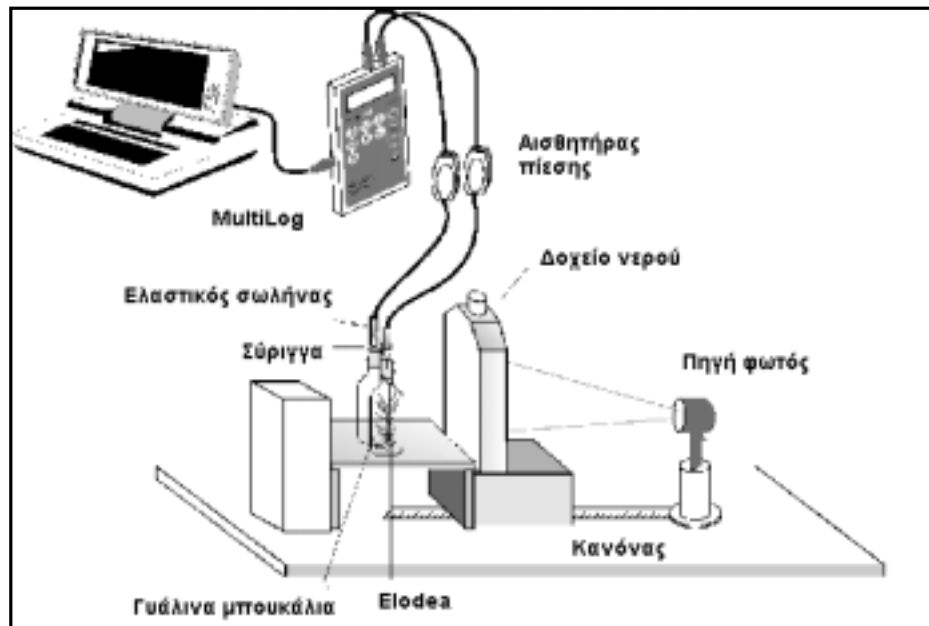
Παρατήρηση: Αντί της Elodea, μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε άλλο υδρόβιο φυτό.

Εξοπλισμός

- 2gr *Elodea*
- Λαμπτήρας 150W
- 2 γυάλινα δοχεία των 50 ml με ελαστικά πώματα
- 2 βελόνες No 23
- Ελαστικός σωλήνας
- Ορθοστάτης για τη στήριξη των αισθητήρων
- Δοχείο του 1lt (γυάλινο ή πλαστικό) ή μπουκάλι ιστοκαλλιιεργειών
- 2 αισθητήρες πίεσης (150 ÷ 1150 mB)
- 1 αισθητήρας θερμοκρασίας (-10 ÷ 50°C) (προαιρετικά)
- MultiLog

Σύνδεση Εξοπλισμού

1. Συνδέστε το MultiLog στη σειριακή θύρα του υπολογιστή.
2. Ανοίξτε το MultiLog.
3. Συνδέστε τους αισθητήρες πίεσης στις θύρες I/O 1 και I/O 2 του MultiLog.
4. Συναρμολογήστε την πειραματική διάταξη που φαίνεται στην εικόνα 1:



Εικόνα 1

- Κάθε μπουκάλι είναι γεμάτο με διπτανθρακικό διάλυμα 0.5%, σε ποσότητα τέτοια ώστε να υπάρχει και μία μικρή ποσότητα αέρα ανάμεσα στην επιφάνεια του διαλύματος και το πώμα (όταν θα κλείσετε ερμητικά με το πώμα κάθε μπουκάλι).
- Τρυπήστε κάθε πώμα με μία βελόνα (no 23) μέχρι η άκρη της να εξέχει λίγο από την κάτω πλευρά του πώματος (εικόνα 2):



Εικόνα 2

- Στην άλλη άκρη κάθε βελόνας, που εξέχει από την πάνω πλευρά του πώματος, συνδέστε τον αισθητήρα πίεσης μέσω ελαστικού σωλήνα (το μήκος του θα πρέπει να είναι μόνο τόσο, όσο χρειάζεται για να κρατάει συνδεδεμένο τον αισθητήρα με τη βελόνα).
- Κόψτε φρέσκο κλαδί υδρόβιου φυτού, που ζυγίζει 2 gr, σε κομμάτια που να χωράνε στο μπουκάλι. Τα κομμάτια αυτά πρέπει να τα τοποθετήσετε στο ένα μπουκάλι κατά τρόπο τέτοιο ώστε να εξασφαλίσετε μέγιστη έκθεσή τους στο φως. Το δεύτερο μπουκάλι δεν περιέχει φυτό. Χρησιμοποιείται ως αναφορά.
- Τοποθετήστε τα δύο μπουκάλια το ένα δίπλα στο άλλο, μπροστά από ένα λαμπτήρα 150W. Ο λαμπτήρας χρησιμοποιείται ως φωτεινή πηγή και τοποθετείται σε απόσταση 25 cm από τα μπουκάλια.
- Για να αποτρέψετε την υπερθέρμανση των μπουκαλιών, τοποθείστε ανάμεσα σε αυτά και το λαμπτήρα, το δοχείο με 1lt νερό.
- Βεβαιωθείτε ότι τα μπουκάλια φωτίζονται εξίσου. Προτείνεται να φωτίσετε το μπουκάλι που περιέχει το φυτό για 5 λεπτά πριν αρχίσει το πείραμα. Έτσι το διάλυμα θα κορεσθεί με οξυγόνο και η απελευθέρωση του οξυγόνου θα είναι δυνατό να μετρηθεί αμέσως μόλις αρχίσει το πείραμα. Ειδάλλως παρατηρείται μία νεκρή περίοδος 6 λεπτών.

5. Ρυθμίστε το MultiLog όπως περιγράφεται παρακάτω. Μπορείτε να το ρυθμίσετε, είτε χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιό του, είτε χρησιμοποιώντας τον **Πίνακα Ελέγχου** (Control Panel) από το μενού **Καταγραφείας** (Logger) του λογισμικού DB-Lab.

Ρύθμιση MultiLog

- Είσοδος 1 (Input 1): Αισθητήρας πίεσης
- Είσοδος 2 (Input 2): Αισθητήρας πίεσης
- Ρυθμός (Rate): 1/sec
- Σημεία (Samples): 5000

Πειραματική Διαδικασία

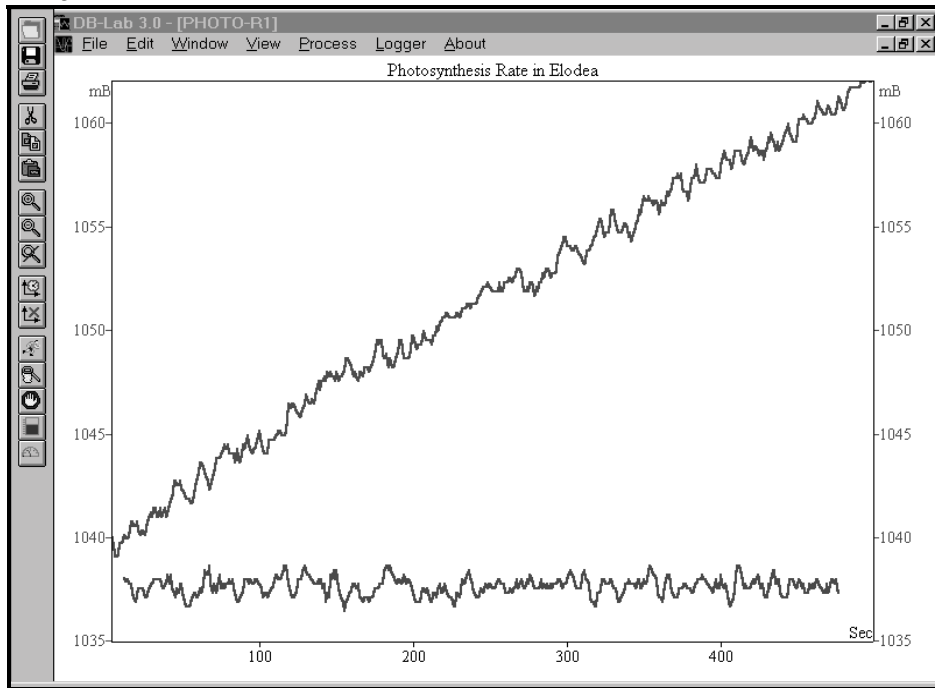
1. Εκκινήστε το MultiLog πιέζοντας το πλήκτρο **Run/Stop** από το πληκτρολόγιό του. Μπορείτε, εναλλακτικά, να χρησιμοποιήσετε το λογισμικό DB-Lab: επιλέξτε **Λήψη Δεδομένων** (Run) από τον **Πίνακα Ελέγχου** (Control Panel), ή το εικονίδιο **Λήψη Δεδομένων** (Run) από την αριστερή γραμμή εργαλείων.
2. Παρακολουθήστε τις μεταβολές της πίεσης, όπως καταγράφονται στην οθόνη του υπολογιστή.
3. Πωματίστε τα μπουκάλια. Η πίεση αυξάνεται αμέσως.
Για να επαναφέρετε την πίεση στο επίπεδο της ατμοσφαιρικής πίεσης, ελευθερώστε τον ελαστικό σωλήνα από τον αισθητήρα και επανασυνδέστε τον. Βεβαιωθείτε ότι η πίεση διατηρείται στα επίπεδα της ατμοσφαιρικής (1020 – 1040 mbar) πριν ξεκινήσετε το πείραμα.
4. Παρακολουθήστε το ρυθμό φωτοσύνθεσης για 8 λεπτά τουλάχιστον.
5. Παρακολουθήστε τα επίπεδα της θερμοκρασίας στο δοχείο με το νερό σ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Στην περίπτωση που η θερμοκρασία του αυξηθεί απότομα (περισσότερο από 5°C σε 5 λεπτά) σταματήστε τις μετρήσεις και αλλάξτε το νερό.
Η θερμοκρασία του νερού μπορεί να παρακολουθείται με έναν αισθητήρα θερμοκρασίας.

Ανάλυση Δεδομένων

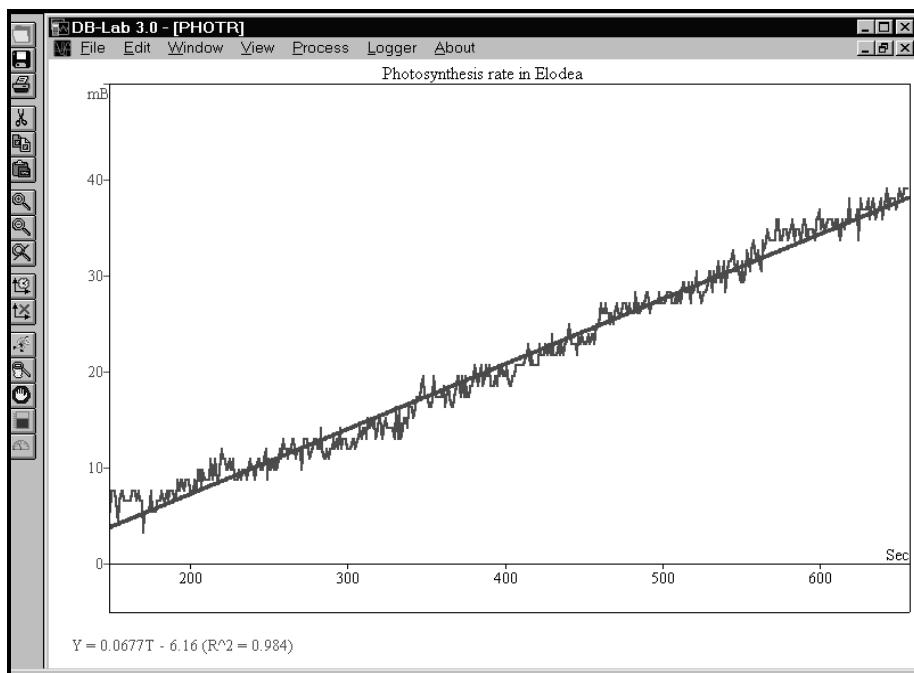
1. Για να λάβετε τον καθαρό ρυθμό της αντίδρασης, ετοιμάστε μία καινούρια γραφική παράσταση: αφαιρέστε την καμπύλη που προκύπτει από το μπουκάλι ελέγχου (μπουκάλι αναφοράς), από αυτή που προκύπτει από το μπουκάλι με το φυτό. Επιλέξτε **Περισσότερα** (More) από το μενού **Ανάλυση** (Process) και ακολούθως επιλέξτε τη συνάρτηση "-" (πλην).
2. Επιλέξτε ένα γραμμικό τμήμα της νέας γραφικής παράστασης.
3. Εφαρμόστε στο τμήμα αυτό τη συνάρτηση **Γραμμική Παλινδρόμηση** (Linear Regression) από το μενού **Ανάλυση** (Process). Το γράφημα και ο τύπος της γραμμικής παλινδρόμησης θα εμφανιστούν στο ίδιο παράθυρο. Η κλίση της γραμμής παλινδρόμησης αποτελεί τον καθαρό ρυθμό της αντίδρασης, όπως μετρήθηκε σ' αυτό το πείραμα.

Πειράματα Βιολογίας με το MultiLog

Ένα παράδειγμα του αρχικού γραφήματος που προκύπτει για τα δύο μπουκάλια του πειράματος αυτού, φαίνεται παρακάτω:



Μετά την αφαίρεση των δύο γραφικών παραστάσεων και την εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης, προκύπτει το παρακάτω γράφημα, όπου φαίνεται και η κλίση του:



Ερωτήσεις

1. Πώς μεταβάλλεται η πίεση καθώς προχωρά η φωτοσύνθεση;
2. Γιατί χρειάζεται το μπουκάλι ελέγχου (αναφοράς) σ' αυτό το πείραμα;

3. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο μπουκάλια ως αναφορά: το ένα, να περιέχει μόνο διάλυμα διττανθρακικού και το άλλο να περιέχει επιπλέον κομμάτια βρασμένης *Elodea*.
Ποια είναι η διαφορά ανάμεσα στις δύο αυτές αναφορές;
4. Ποιό θα είναι το αποτέλεσμα που θα επιφέρει η αύξηση της θερμοκρασίας των μπουκαλιών κατά τη διάρκεια του πειράματος, όσον αφορά τη μέτρηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης;

Επιπλέον Εισηγήσεις

1. Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες: τη μάζα του φυτού, τη συγκέντρωση του διττανθρακικού διαλύματος, την ένταση του φωτός. Πώς επηρεάζει ο κάθε ένας από αυτούς τους παράγοντες το ρυθμό φωτοσύνθεσης;
2. Σχεδιάστε πειράματα για να μετρήσετε το αποτέλεσμα του καθενός από τους παραπάνω παράγοντες, χρησιμοποιώντας την πειραματική διάταξη που περιγράφηκε σε αυτό το πείραμα. Δοκιμάστε να επαναλάβετε το πείραμα διπλασιάζοντας τη μάζα του φυτού, αυξάνοντας την ένταση του φωτισμού, κτλ.

Πλεονεκτήματα από τη χρήση του MultiLog στη μελέτη της Φωτοσύνθεσης

1. Μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο – οι μαθητές βλέπουν τις φυσαλίδες του οξυγόνου που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια του πειράματος και αμέσως λαμβάνουν τα ποσοτικά δεδομένα της διαδικασίας.
2. Η χρήση ενός απλού στη λειτουργία συστήματος, που καθιστά ικανούς τους μαθητές να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν πειράματα, ώστε να δώσουν απαντήσεις σε τυχόν απορίες τους.
3. Η εκμάθηση της φωτοσύνθεσης πραγματοποιώντας πειράματα και αναλύοντας τα αποτελέσματα.
4. Οι μετρήσεις διάφορων μεταβλητών ταυτόχρονα.
5. Η χρήση ευαίσθητων αισθητήρων που επιτρέπουν την ανίχνευση μικρών μεταβολών διάφορων παραμέτρων.
6. Ο απλός και κατανοητός τρόπος για τον υπολογισμό της κλίσης των γραφικών παραστάσεων και του απόλυτου ρυθμού της αντίδρασης.

Σημειώσεις