«ΠΟΛΥΧΡΩΜΑ ΦΥΚΗ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ, Μέρος ΙΙ»

ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΝΕΑΣ ΠΕΡΑΜΟΥ ΚΑΒΑΛΑΣ

Στην ομάδα πραγματοποίησης της εργασίας συμμετείχαν 23 μαθητές της Β΄ Τάξης:

Βογιατζής Στέλιος Χρίστος, Γράμμου Ευφροσύνη, Ζαφειρίου Μιχαήλ, Θωμαΐδης Σάββας, Καζαντζίδου Κωνσταντίνα, Καρακεχαγιόγλου Παρασκευή, Κιόρογλου Σοφία, Κοντίδου Ευτυχία, Κυριακίδου Βασιλική, Μαραντίδης Αρτέμης Γεώργιος, Μήτρου Δανάη, Μπεϊκάκη Ανθούλα, Ξυραφίδου Μάρθα, Οφλίδης Κυριάκος, Παντέρμαλης Ιάκωβος, Παπαδοπούλου Εβελίνα-Σοφία, Παπαδημητρίου Ευάγγελος, Παπαθανασίου Γεώργιος, Πριονίδου Σοφία, Σφέτσιου Χριστίνα, Τσιαρού Παναγιώτα, Χαραλαμπίδου Ελίζα, Χαραλαμπίδου Αγγελική

Υπεύθυνοι καθηγητές: Ευαγγελία Τσιάγγα, M.Sc. Βιολόγος
Γεώργιος Βασιλειάδης, Φυσικός-Ηλεκτρονικός
Επιστημονικός υπεύθυνος: Δρ. Σωτήριος Ορφανίδης, Τακτικός Ερευνητής του Ινστιτούτου Αλιευτικών Ερευνών Καβάλας (ΙΝ.ΑΛ.Ε-ΕΛΓΟ)

Στόχοι εργασίας

- Ευαισθητοποίηση στην προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος.
- Παρατήρηση ενός θαλάσσιου οικοσυστήματος.
- Εξοικείωση με ένα εργαστήριο θαλάσσιας βιολογίας και με αντίστοιχα όργανα μετρήσεων.
- Πραγματοποίηση και καταγραφή βασικών μετρήσεων βιοτικών παραμέτρων (φωτοσύνθεση).
- Εξοικείωση με την επιστημονική μέθοδο μελέτης του φυσικού περιβάλλοντος.

Μέθοδος

1. Συζήτηση αποτελεσμάτων της εργασίας «Πολύχρωμα φύκη στη θάλασσα» (παρουσιάστηκε στο 2ο Εκπαιδευτικό Συμπόσιο Φυκολογίας)
2. Βιβλιογραφική αναζήτηση
3. Δημιουργία νέας επιστημονικής υπόθεσης εργασίας
4. Πειραματισμός-ποσοτική προσέγγιση
5. Ανάλυση και συζήτηση αποτελεσμάτων
6. Αποδοχή ή απόρριψη της υπόθεσης εργασίας

«Βιωματική προσέγγιση με ομαδοσυνεργατικές διαδικασίες σε όλη τη διάρκεια της εργασίας»

Ας θυμηθούμε λοιπόν…

Ταξινόμηση των φυκών βασιζόμενη σε φωτοσυνθετικές χρωστικές

Χλωροφύκη

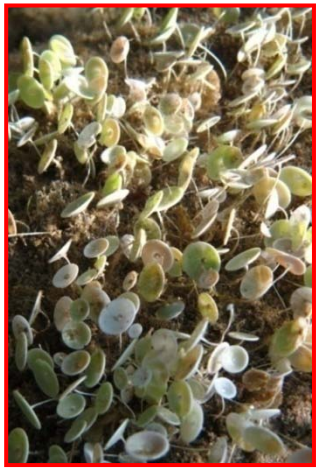
- Πράσινα φύκη
- Περιέχουν χλωροφύλη α, β (μέγιστο απορρόφησης στα 465 nm) και καροτενοειδή (απορρόφηση φωτός περίπου στα 490 nm)
- Κυριαρχούν σε μικρά βάθη κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας

Ταξινόμηση των φυκών βασιζόμενη σε φωτοσυνθετικές χρωστικές

Κοινά γένη χλωροφυκών ελληνικών θαλασσών:

Ulva **sp.**

Anadyomene stellata



Acetabularia mediterranea

Ταξινόμηση των φυκών βασιζόμενη σε φωτοσυνθετικές χρωστικές

Ροδοφύκη

- Κόκκινα φύκη
- Περιέχουν χλωροφύλλη α, η οποία καλύπτεται από τις χρωστικές φυκοβιλίνες (φυκοερυθρίνη, με απορρόφηση στα 500 nm-600 nm)
- Συναντώνται σε όλα τα βάθη, αλλά κυριαρχούν στα βαθιά νερά.

Ταξινόμηση των φυκών βασιζόμενη σε φωτοσυνθετικές χρωστικές

Κοινά γένη ροδοφυκών ελληνικών θαλασσών:

***Ceramium* sp.**

Corallina caespitosa

Porphyra elongata

Ταξινόμηση των φυκών βασιζόμενη σε φωτοσυνθετικές χρωστικές

Φαιοφύκη

- Καφέ φύκη
- Περιέχουν χλωροφύλλη α, c και καροτενοειδή-ξανθοφύλλες
- Συναντώνται σε όλα τα βάθη, αλλά κυριαρχούν στα ενδιάμεσα βάθη.

Ταξινόμηση των φυκών βασιζόμενη σε φωτοσυνθετικές χρωστικές

Κοινά γένη φαιοφυκών ελληνικών θαλασσών:

Stypocaulon scoparium

***Cystoseira* sp.**

Scytosiphon lomentaria

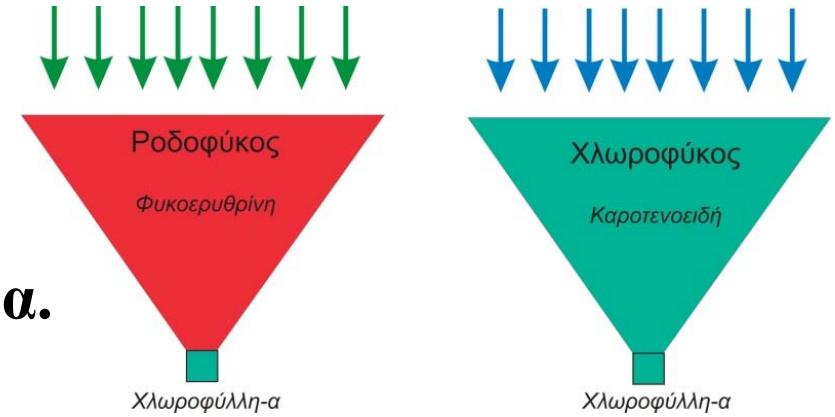
Colpomenia sinuosa

Ρόλος φωτοσυνθετικών χρωστικών

❖ Στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης παίρνουν μέρος τρεις κατηγορίες φωτοχρωστικών: οι χλωροφύλλες, τα καροτενοειδή και οι φυκοβιλίνες.

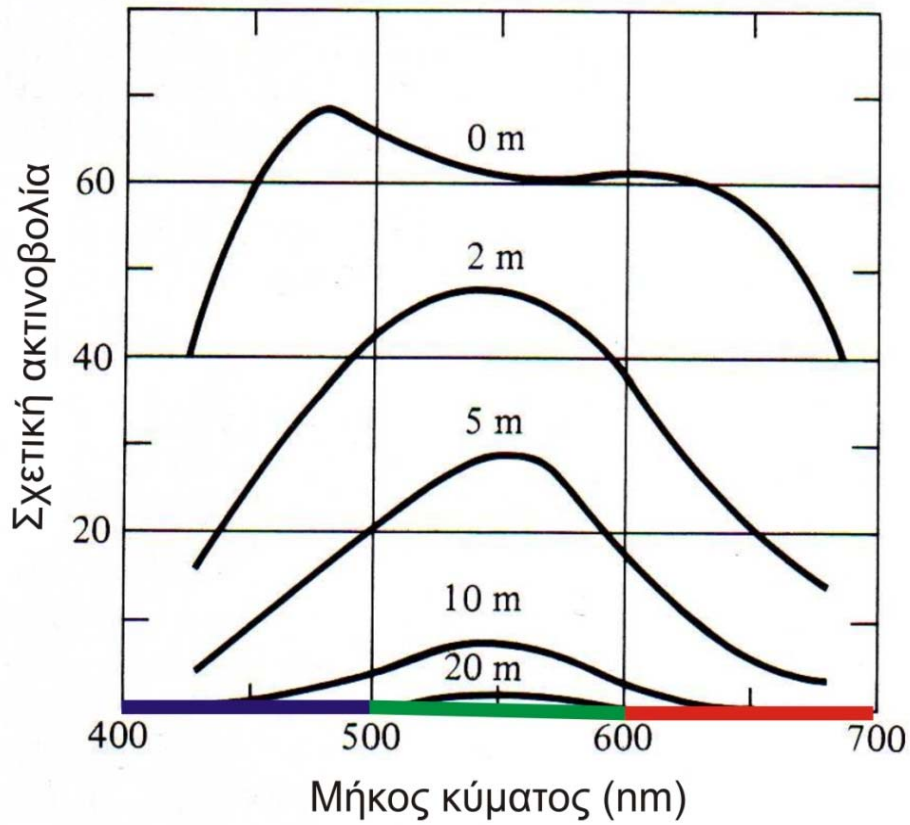
❖ Η χλωροφύλλη-α είναι πολύ βασική γιατί χωρίς αυτή δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί φωτοσύνθεση.

❖ Οι υπόλοιπες είναι βοηθητικές φωτοχρωστικές που μαζί με την χλωροφύλλη-α συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μεταφέρουν στα ενεργά κέντρα της χλωροφύλλης-α.



Ρόλος φωτοσυνθετικών χρωστικών

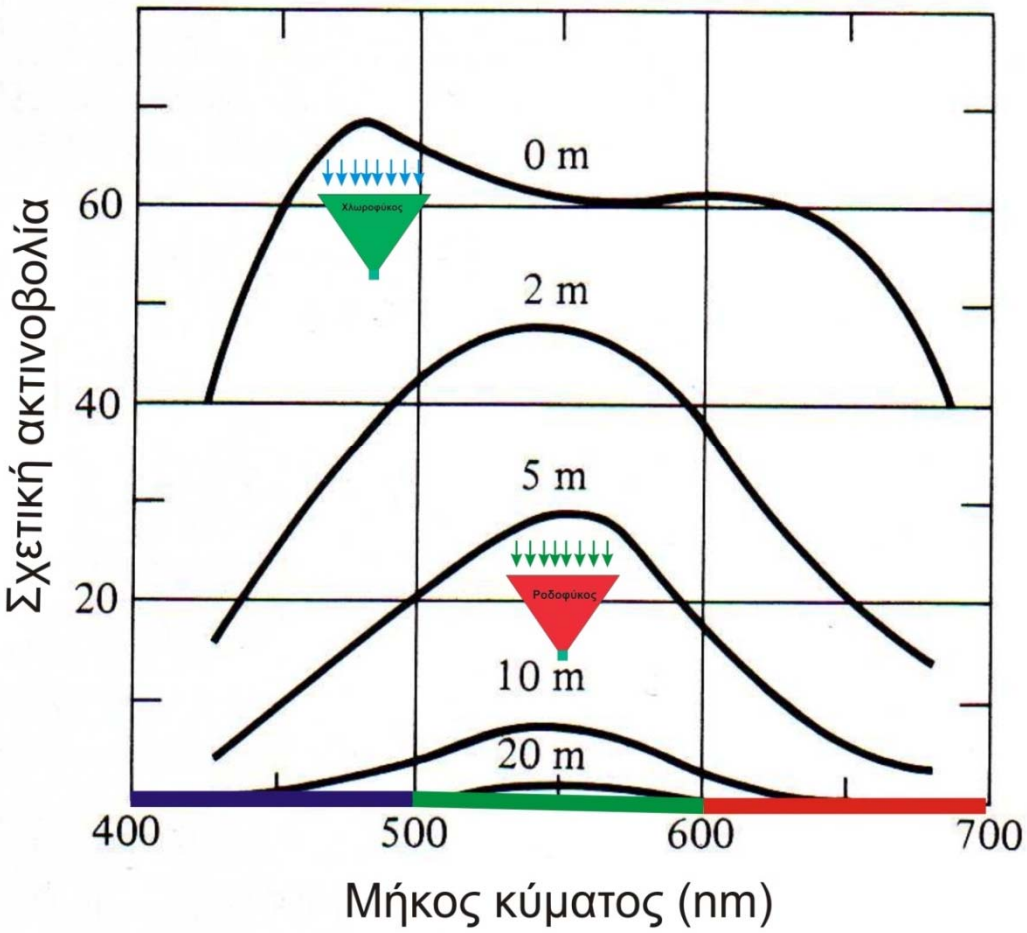
Διαπερατότητα του φωτός στη στήλη του θαλασσινού νερού



Τα μήκη κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας σε διαφορετικά βάθη σε ένα παράκτιο οικοσύστημα πλούσιο σε θρεπτικά άλατα (Jerlov, 1970)

Πρώτη υπόθεση εργασίας

«Η κατακόρυφη κατανομή των φυκών εξαρτάται από το χρώμα του φωτός στη θάλασσα»; (Η άποψη αυτή διατυπώθηκε για πρώτη φορά από τον Engelmann το 1883)



Πρώτος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο ακραία χρωματικά περιβάλλοντα

Υλικά και Μέθοδος Πειράματος:

- ❖Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο ΙΝ.ΑΛ.Ε.
- ❖Χρήση ενός εξελιγμένου τύπου υποβρύχιου φθοριόμετρου (underwater PAM fluorometer).

Πρώτος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο ακραία χρωματικά περιβάλλοντα

Υλικά και Μέθοδος Πειράματος:

- **Δείκτης μέτρησης της προσαρμογής: Οι αλλαγές της «ενεργούς φωτοσυνθετικής απόδοσης» δύο ειδών μακροφυκών.**
- **Δείκτης χωρίς μονάδες μέτρησης, (λόγος τιμών φθορισμού), μεταβάλλεται μεταξύ του 0 (ελάχιστο) και του 1 (μέγιστο). Η διακύμανση του δείκτη είναι διαφορετική για κάθε είδος, οι υψηλότερες τιμές δείχνουν την καλύτερη φυσιολογική κατάσταση.**

Πρώτος Πειραματισμός

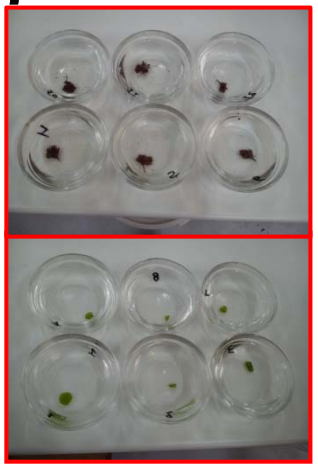
Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο ακραία χρωματικά περιβάλλοντα

Υλικά και Μέθοδος Πειράματος:

❖ **Το χλωροφύκος *Ulva rigida* και το ροδοφύκος *Corallina caespitosa* καλλιεργήθηκαν για 5 ημέρες σε σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας σε μπλε (προσομοίωση επιφάνειας) και πράσινο χρωματικό περιβάλλον (προσομοίωση βαθύτερων στρωμάτων παράκτιου οικοσυστήματος).**

Πρώτος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο ακραία χρωματικά περιβάλλοντα



Υλικά και Μέθοδος Πειράματος:

- **Συνολικός αριθμός δειγμάτων: 12**

(2 είδη x 2 συνθήκες x 3 επαναλήψεις)

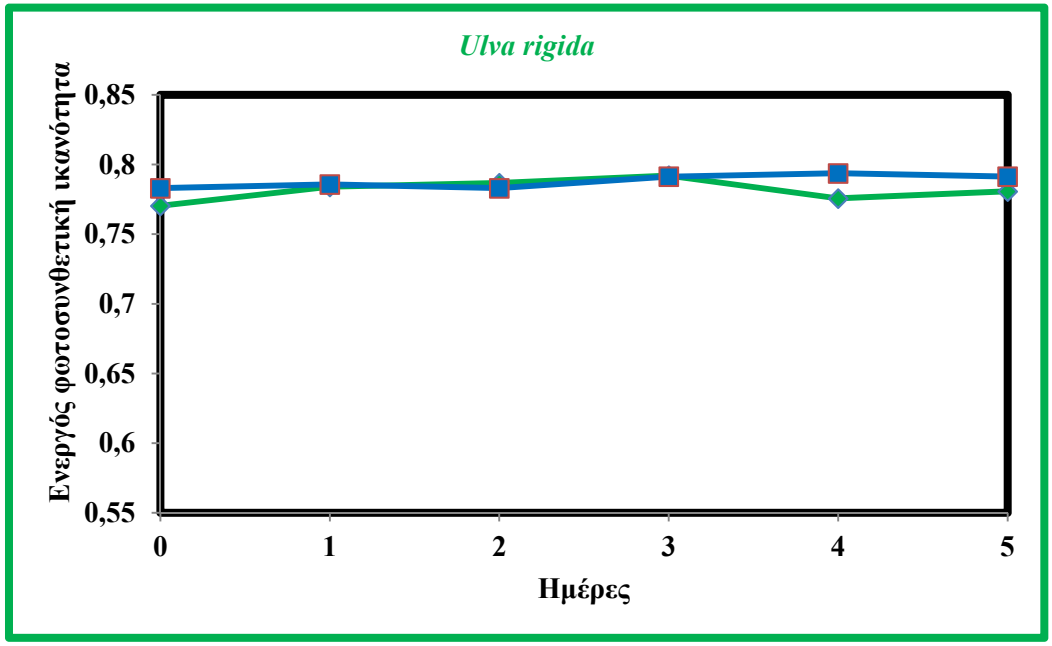
- **Καθημερινές μετρήσεις ενεργούς φωτοσυνθετικής απόδοσης και αλλαγές του θρεπτικού μέσου.**

Πρώτος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο ακραία χρωματικά περιβάλλοντα

Αποτελέσματα Πειράματος:

- Το χλωροφύκος *Ulva rigida* προσαρμόστηκε αμέσως χωρίς διακυμάνσεις στις πειραματικές συνθήκες.



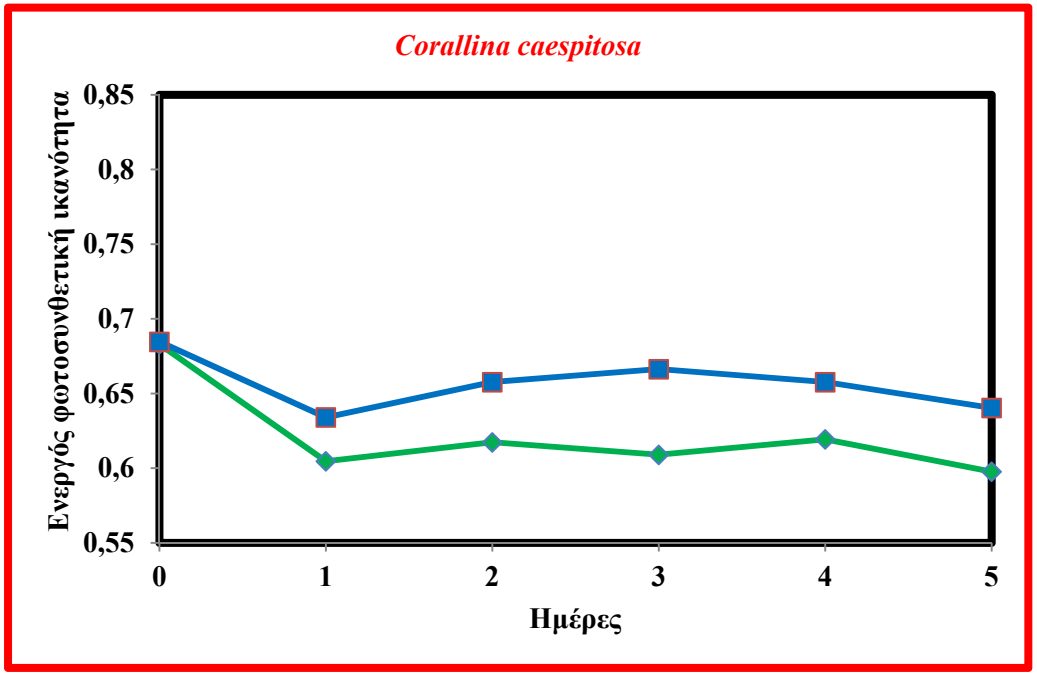
- Η προσαρμογή του στα δυο διαφορετικά χρωματικά περιβάλλοντα δεν εμφάνισε ιδιαίτερες διαφορές, δίνοντας μέσες τιμές ενεργούς φωτοσυνθετικής απόδοσης σε όλη τη διάρκεια του πειράματος 0,79 και 0,78, αντίστοιχα.

Πρώτος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε διαφορετικά χρωματικά περιβάλλοντα

Αποτελέσματα Πειράματος:

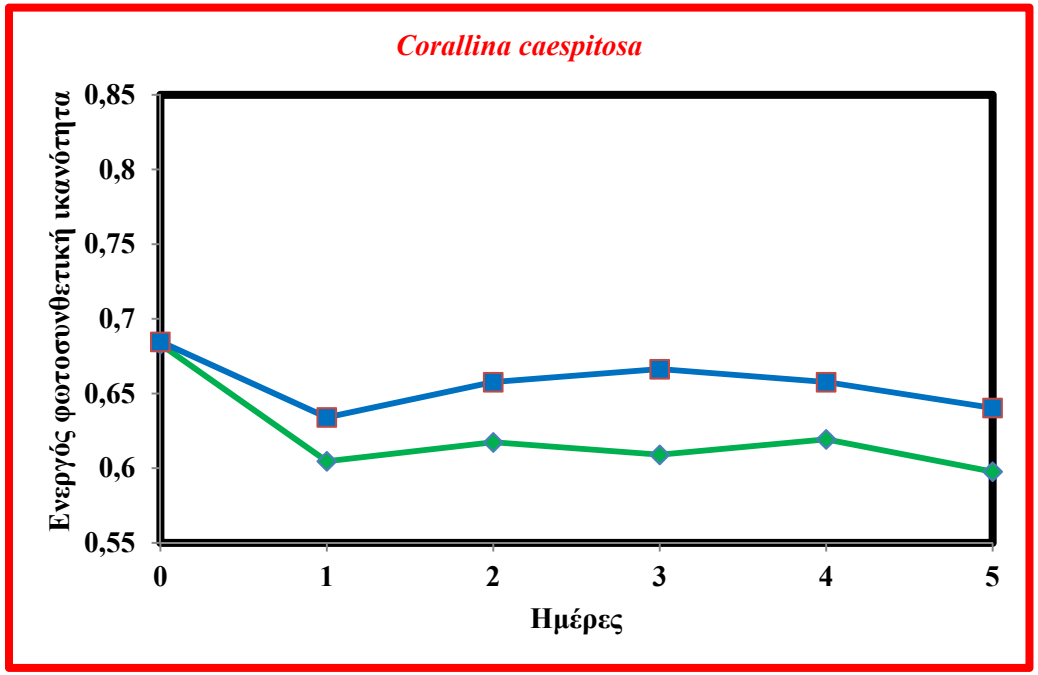
❖ **Το ροδοφύκος *Corallina caespitosa* κατά τη διάρκεια της πρώτης ημέρας του πειράματος εμφάνισε μια απότομη μείωση της ενεργούς φωτοσυνθετικής απόδοσης, λόγω εγκλιματισμού στις πειραματικές συνθήκες.**



Πρώτος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο ακραία χρωματικά περιβάλλοντα

Αποτελέσματα Πειράματος:



- **Στη συνέχεια παρατηρήθηκε σταδιακή προσαρμογή και στα δύο χρωματικά περιβάλλοντα.**
- **Η προσαρμογή του στο μπλε ήταν καλύτερη σε σύγκριση με το πράσινο, δίνοντας μέσες τιμές ενεργούς φωτοσυνθετικής απόδοσης σε όλη τη διάρκεια του πειράματος 0,66 και 0,62, αντίστοιχα.**

Πρώτος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε διαφορετικά χρωματικά περιβάλλοντα

Συζήτηση αποτελεσμάτων:

- **Και τα δύο είδη μακροφυκών προσαρμόστηκαν καλύτερα στο μπλε περιβάλλον, που προσομοιώνει στην παρούσα μελέτη την επιφάνεια της θάλασσας.**
- **Αντίστοιχα, κανένα από τα δύο είδη δεν έδειξε καλύτερη προσαρμογή στο πράσινο περιβάλλον που προσομοιώνει τα βαθιά νερά.**

Πρώτος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε διαφορετικά χρωματικά περιβάλλοντα

Συζήτηση αποτελεσμάτων: Η υπόθεση απορρίφθηκε

- **Αν η υπόθεση ήταν σωστή, θα έπρεπε το αποτέλεσμα να ήταν διαφορετικό:**

Δηλαδή, το φύκος *Ulva* με την πράσινη χλωροφύλλη, που κατά κύριο λόγο απορροφάει στην μπλε ακτινοβολία, να δείχνει καλύτερη προσαρμογή στο μπλε περιβάλλον και το φύκος *Corallina*, με την πράσινη αλλά και κόκκινη φωτοχρωστική, να δείχνει καλύτερη προσαρμογή στο πράσινο περιβάλλον.

Νέα υπόθεση εργασίας

«Τα είδη που επικρατούν στα μεγάλα βάθη είναι καλύτερα προσαρμοσμένα στην μικρή ισχύ φωτεινής ακτινοβολίας»

Δεύτερος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο συνθήκες διαφορετικής φωτεινής ισχύος: Υψηλή και χαμηλή

Υλικά και Μέθοδος Πειράματος:

- **Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο ΙΝ.ΑΛ.Ε.**
- **Χρήση ενός εξελιγμένου τύπου υποβρύχιου φθοριόμετρου (underwater PAM fluorometer).**

Δεύτερος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο συνθήκες διαφορετικής φωτεινής ισχύος: Υψηλή και χαμηλή

Υλικά και Μέθοδος Πειράματος:

- **Δείκτης μέτρησης της προσαρμογής: Οι αλλαγές της «ενεργούς φωτοσυνθετικής απόδοσης» δύο ειδών μακροφυκών.**
- **Δείκτης χωρίς μονάδες μέτρησης, (λόγος τιμών φθορισμού), μεταβάλλεται μεταξύ του 0 (ελάχιστο) και του 1 (μέγιστο). Η διακύμανση του δείκτη είναι διαφορετική για κάθε είδος, οι υψηλότερες τιμές δείχνουν την καλύτερη φυσιολογική κατάσταση.**

Δεύτερος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο συνθήκες διαφορετικής φωτεινής ισχύος: Υψηλή και χαμηλή

Υλικά και Μέθοδος Πειράματος:

- **Το χλωροφύκος *Ulva rigida* και το ροδοφύκος *Corallina caespitosa* καλλιεργήθηκαν για 5 ημέρες σε:**
- **σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας (21°C)**
- **υψηλή (85 μmol φωτονίων m^{-2} s^{-1}, προσομοίωση επιφάνειας) και χαμηλή (35 μmol φωτονίων m^{-2} s^{-1}, προσομοίωση βαθύτερων στρωμάτων υδάτινου οικοσυστήματος) ισχύ ηλιακής ακτινοβολίας.**

Δεύτερος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο συνθήκες διαφορετικής φωτεινής ισχύος: Υψηλή και χαμηλή

Υλικά και Μέθοδος Πειράματος:

- **Συνολικός αριθμός δειγμάτων: 12**

(2 είδη x 2 συνθήκες x 5 επαναλήψεις)

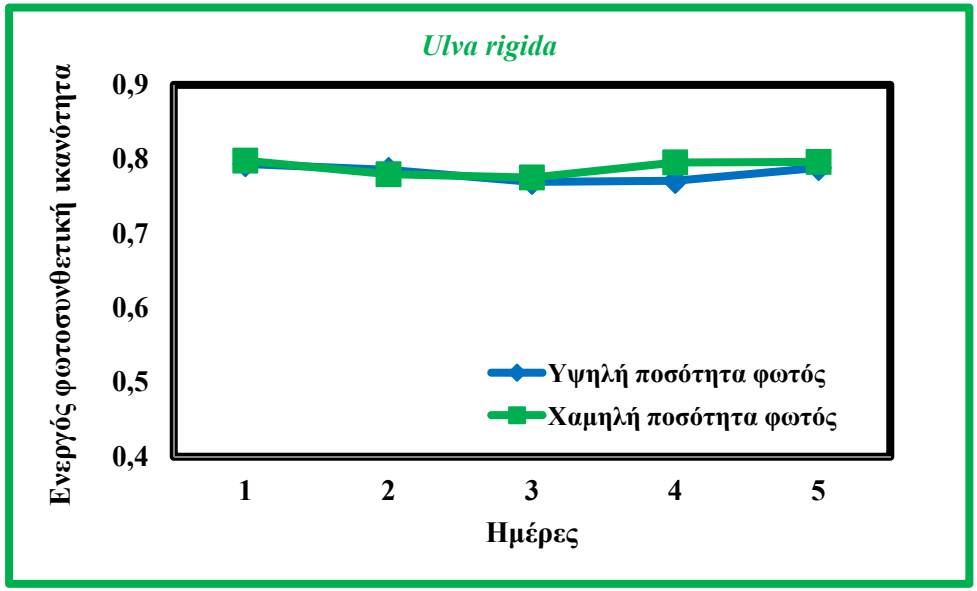
- **Καθημερινές μετρήσεις ενεργούς φωτοσυνθετικής απόδοσης και αλλαγές του θρεπτικού μέσου.**

Δεύτερος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο συνθήκες διαφορετικής φωτεινής ισχύος: Υψηλή και χαμηλή

Αποτελέσματα Πειράματος:

- **Το χλωροφύκος *Ulva rigida* προσαρμόστηκε αμέσως χωρίς διακυμάνσεις στις πειραματικές συνθήκες.**



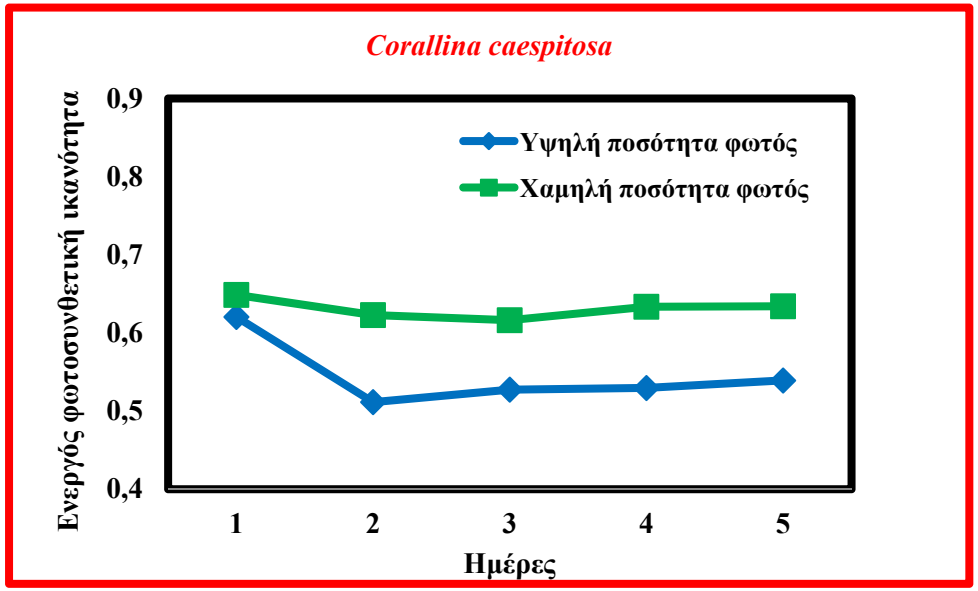
- **Η προσαρμογή του σε υψηλή και χαμηλή φωτεινή ισχύ δεν εμφάνισε ιδιαίτερες διαφορές, δίνοντας μέσες τιμές ενεργούς φωτοσυνθετικής απόδοσης σε όλη τη διάρκεια του πειράματος 0,781 και 0,789, αντίστοιχα.**

Δεύτερος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο συνθήκες διαφορετικής φωτεινής ισχύος: Υψηλή και χαμηλή

Αποτελέσματα Πειράματος:

❖ **Το ροδοφύκος *Corallina caespitosa* κατά τη διάρκεια της πρώτης ημέρας του πειράματος εμφάνισε μια μείωση της ενεργούς φωτοσυνθετικής απόδοσης, ιδιαίτερα σε υψηλή φωτεινή ισχύ, λόγω εγκλιματισμού στις πειραματικές συνθήκες.**

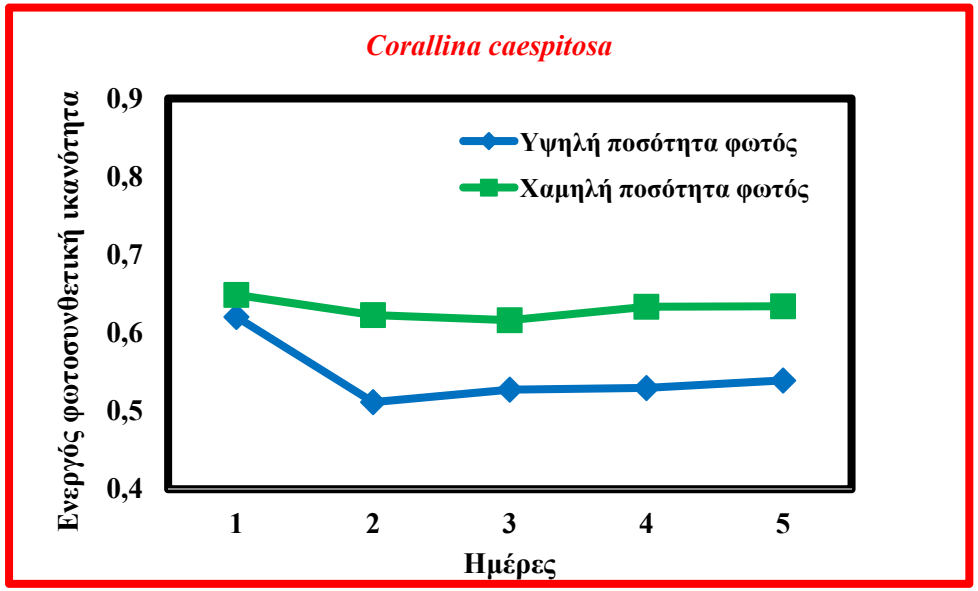


Δεύτερος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο συνθήκες διαφορετικής φωτεινής ισχύος: Υψηλή και χαμηλή

Αποτελέσματα Πειράματος:

- Στη συνέχεια παρατηρήθηκε σταδιακή προσαρμογή στις δύο συνθήκες.
- Η προσαρμογή του σε χαμηλή φωτεινή ισχύ ήταν καλύτερη σε σύγκριση με αυτή σε υψηλή φωτεινή ισχύ, δίνοντας μέσες τιμές ενεργούς φωτοσυνθετικής απόδοσης σε όλη τη διάρκεια του πειράματος 0,631 και 0,545, αντίστοιχα.



Δεύτερος Πειραματισμός

Μελέτη της προσαρμογής ενός ροδοφύκους και ενός χλωροφύκους σε δύο συνθήκες διαφορετικής φωτεινής ισχύος: Υψηλή και χαμηλή

Συζήτηση αποτελεσμάτων:

- **Αποτελέσματα σε συμφωνία με σύγχρονες απόψεις της φωτοβιολογίας, όπου η κατακόρυφη κατανομή των μακροφυκών εξηγείται ως απόκριση στην φωτεινή ισχύ που φθάνει στα διαφορετικά βάθη.**
- **Η υπόθεση εργασίας γίνεται αποδεκτή.**

Βασική βιβλιογραφία

Berthold, G. (1882). Über die Vertheilung der Algen im Golf von Neapel nebst einem Verzeichnis der bisher daselbst beobachteten Arten. *Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapal* 3: 393-536, 3 pls.

Dring M. J., 1988. Photocontrol of development in algae. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 39*, 157-174.

Engelmann T.W., 1883. Farbe und Assimilation. Bot. Ztg. 41: 1-29.

Lobban, C.S. & Harrison, P.J., 1994. *Seaweed ecology and physiology.* Cambridge University Press, 366 pp.

Lüning K., 1990. *Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology.* Wiley, New York.

Οικονόμου-Αμίλλη Α. (επιμέλεια μετάφρασης και έκδοσης) 2011. *Φύκη*. Αθήνα, Εκδόσεις Κωσταράκη, σελ 1-813, από το πρωτότυπο βιβλίο 'Algae' των Graham J.E., Wilcox L.W. & L.E. Graham (2008).

Σας ευχαριστούμε
για την προσοχή σας!