

Η οικολογική αξία των φυκοκοινωνιών του γένους *Cystoseira*



Photo taken while on a scientific mission at Skyros island for the scientific project ALAS(Aliens In the Aegean – A Sea Under Siege). Photo taken by Tsirintanis K.

Νικολάου Αθανάσης Α.Μ.:1912018072

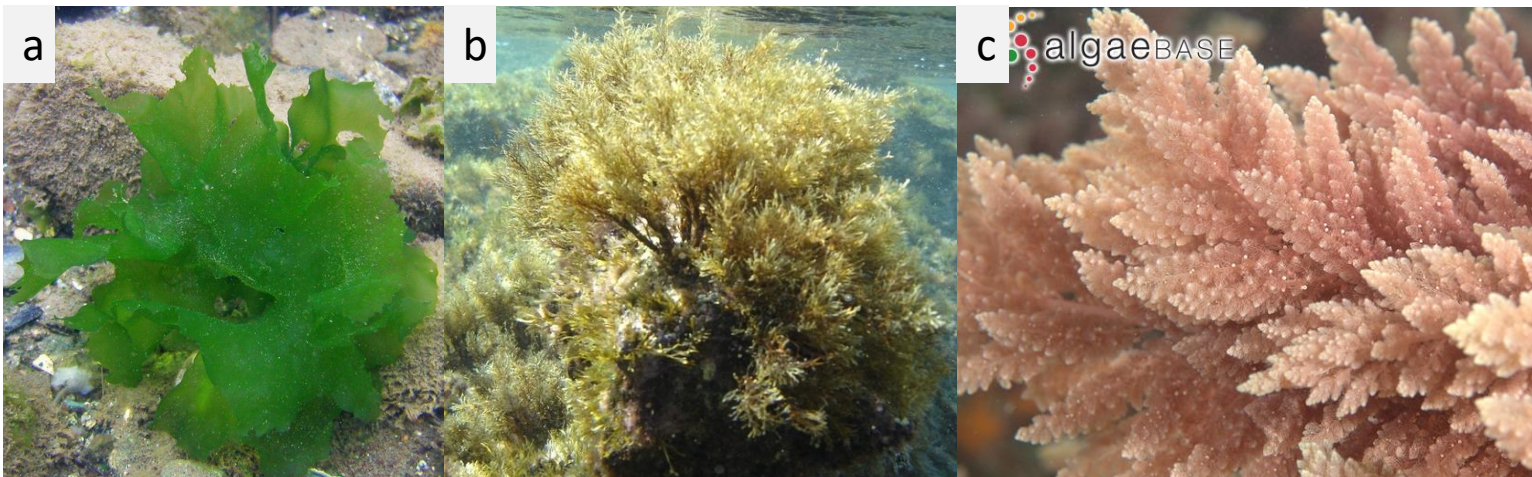
Εργασία στα πλαίσια του μαθήματος «Παράκτια και Μεταβατικά Οικοσυστήματα»

Υπεύθυνος καθηγητής: Δρ. Κουτσούμπας Δρόσος

1. Εισαγωγή

Τα θαλάσσια μακροφύκη

- Είναι ευκαρυωτικοί πολυκύτταροι, φωτοσυνθετικοί οργανισμοί
- Αποτελούν ένα από τα κυρίαρχα στοιχεία των παράκτιων περιοχών παγκοσμίως (Schiel & Hickford 2001).
- Δεν διαθέτουν φύλλα, βλαστούς και ρίζες αλλά αποτελούνται από ένα δίσκο προσκόλλησης που βοηθάει στην στήριξη τους στο σκληρό υπόστρωμα, ελάσματα(κύριες φωτοσυνθετικές επιφάνειες), πνευματοκύστες και στύπο (σαν μίσχος) (Castro & Huber 2015)



Φωτογραφίες από algaebase.org

Είδη που απεικονίζονται:

a) *Ulva lactuca*

b) *Cystoseira crinita*

c) *Asparagopsis taxiformis*

1. Εισαγωγή

Τα είδη του γένους *Cystoseira*

- Είναι πολυετή δερματώδη μακροφύκη, με βραδείς ρυθμούς αύξησης
- Οι φυκοκοινωνίες των ειδών *Cystoseira* σχηματίζουν περίπλοκους τρισδιάστατους σχηματισμούς (θαλλός) που υποστηρίζουν υψηλή βιοποικιλότητα και παραγωγικότητα και θεωρούνται τα σημαντικότερα είδη μακροφυκών στην Μεσόγειο (Ballesteros, 1990; Ballesteros et al., 1998; Thibaut, et al., 2017).
- Σύμφωνα με την οδηγία της ΕΕ για τους οικοτόπους 92/43/EEC εντάσσονται στους φυσικούς οικοτόπους κοινοτικού ενδιαφέροντος (Οικότοπος 1170 «Υφαλοι»)
- Αποτελούν δείκτη καλής και υψηλής οικολογικής κατάστασης σύμφωνα με τους δείκτες της οδηγίας - πλαίσιο της ΕΕ «Περί Υδάτων – 2000/60/EC»

1. Εισαγωγή

Σκοπός της εργασίας

- Σκοπός της εργασίας είναι να αναδείξει μέσα από συγκεκριμένες μελέτες την οικολογική αξία των φυκοκοινωνιών του γένους *Cystoseira* ειδικά μέσα από την δυνατότητα τους να υποστηρίζουν υψηλή βιοποικιλότητα.
- Στην συγκεκριμένη εργασία γίνεται αναλυτική περιγραφή επιστημονικών εργασιών που εξετάζουν τις επιπτώσεις καταστροφής ενδιαιτημάτων *Cystoseira* στην κοινότητα από μακροασπόνδυλα που υποστηρίζουν οι φυκοκοινωνίες *Cystoseira* στις περίπλοκες τρισδιάστατες δομές που σχηματίζουν
- Καθώς και το «nursery value» δηλαδή την αξία που έχουν οι σχηματισμοί αυτοί ως ενδιαίτημα πολλών ειδών προνυμφών και νεαρών ιχθυδίων.

2. Μεθοδολογία

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

- Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας έγινε εκτεταμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση έτσι ώστε να συλλεχθούν οι διάφορες πληροφορίες για την συγγραφή της εργασίας καθώς και η επιλογή δυο κύριων εργασιών (1) Benedetti–Cecchi et al., 2001 και (2) Cheminée et al., 2013 οι οποίες αναλύονται περαιτέρω στην συγκεκριμένη εργασία αναδεικνύοντας την οικολογική αξία των φυκοκοινωνιών του γένους *Cystoseira*.
- Μερικά keywords που χρησιμοποιήθηκαν κατά την βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι “*Cystoseira*”, “value”, “biodiversity”, “invertebrates”, “host”, “nursery”.

2. Μεθοδολογία

Για την μελέτη των Benedetti-Cecchi et al., 2001

- Σκοπός: η εξέταση του κατά πόσο οι ανθρωπογενείς πιέσεις είναι υπεύθυνες για την μείωση
 - 1) της κάλυψη από μακροφύκη *Cystoseira* στην ρηχή βραχώδης υποπαραλιακή ζώνη
 - 2) και πόσο αυτή η μείωση των φυκοκοινωνιών *Cystoseira* επηρεάζει την ποικιλότητα ειδών που ζουν σε αυτά τα ενδιαιτήματα(ασπόνδυλων και άλλων μακροφυκών)
- Επιλέχθηκαν συνολικά 9 ακτές ως σταθμοί δειγματοληψίας, από τις βραχώδης ακτές τις Γένοβας μέχρι της ακτές του Λιβόρνο και στο νησί της Καπραΐας.

2. Μεθοδολογία

Για την μελέτη των Benedetti-Cecchi et al., 2001

- Τρείς από τις ακτές-σταθμούς που επιλέχθηκαν ήταν σε αστικές περιοχές και δεν είχαν κάλυψη από *Cystoseira*
- Έτσι οι 9 ακτές χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες για την μελέτη:
 - a) παρουσία *Cystoseira* (CP)
 - b) απομάκρυνση *Cystoseira* με καταστρεπτικές μεθόδους από τους ερευνητές (CR)
 - c) απουσία *Cystoseira* (σταθμοί σε αστικές περιοχές) (CA)
- Σε όλους τους σταθμούς εκτιμήθηκε η κάλυψη από *Cystoseira* ή άλλων φυκών με την χρήση δειγματοληψίας αποστάσεων με την βοήθεια 100 x 100 cm πλαισίων και
- Με την βοήθεια πλαισίων 20 x 20 cm με τυχαία επιλογή τριών περιοχών κάθε σταθμού, καταγράφονταν οπτικά οι διάφοροι οργανισμοί(μακροασπόνδυλα και άλλα φύκη)

2. Μεθοδολογία

Για την μελέτη των Benedetti-Cecchi et al., 2001

- Για την ανάλυση των δεδομένων έγινε πολυδιάστατη στατιστική ανάλυση των δεδομένων για την σύγκριση των τριών κατηγοριών ενδιστοιχημάτων (CP, CR, CA) για τα δεδομένα των treatments (πχ: δεδομένα από τις καταγραφές ασπονδύλων και μακροφυκών και ποσοστά κάλυψης) σε κάθε εποχή
- Χρησιμοποιήθηκαν μονοδιάστατες στατιστικές αναλύσεις για την ανάλυση των δεδομένων που αφορούν την αφθονία των ασπόνδυλων και μακροφυκών (6-factor mixed model ANOVA), για κάθε κατηγορία ενδιστοιχημάτων (CP, CR, CA), για κάθε εποχή δειγματοληψιών

2. Μεθοδολογία

Για την μελέτη των Cheminée et al., 2013

- Σκοπός: η εκτίμηση
 - 1) του «nursery value» των φυκοκοινωνιών *Cystoseira* και
 - 2) των επιπτώσεων της καταστροφής αυτού του ενδιαιτήματος στην στρατολόγηση νεαρών ιχθυδίων της βραχώδους υποπαραλιακής ζώνης
- Η συγκεκριμένη μελέτη είχε δυο κύριες μεθοδολογικές συνιστώσες
- Η πρώτη ήταν η απλή οπτική καταγραφή (με δειγματοληψία αποστάσεων) νεαρών ιχθυδίων (είδος, αφθονία, μέγεθος) μέσα σε 2 είδη φυκοκοινωνιών *Cystoseira* (*C. crinita* και *C. balearica*) και σε φυκοκοινωνίες που δεν σχηματίζουν υψηλές τρισδιάστατες δομές – σχηματισμοί turf-algae (για την συγκεκριμένη μελέτη τάξεις Sphacelariales και Dictyotales)
- Επίσης έγιναν καταγραφές για το ποσοστό φυκοκάλυψης και το μέσο ύψος του θάλλου για τα παραπάνω ενδιαιτήματα με την βοήθεια δειγματοληψίας αποστάσεων και 100 x 100 cm πλαισίων

2. Μεθοδολογία

Για την μελέτη των Cheminée et al., 2013

- Η δεύτερη συνιστώσα της μεθοδολογίας είχε να κάνει με «manipulative experiment» με την χρήση τεχνητών κατασκευών που προσομοιάζουν τις περίπλοκες δομές που σχηματίζουν τα ενδιαιτήματα των *Cystoseira*. Με οπτικές καταγραφές εκτιμήθηκε το είδος, μέγεθος και η αφθονία των νεαρών ιχθυδίων στις κατασκευές
- Συγκεκριμένα οι τεχνητές κατασκευές χωρίστηκαν σε δυο επίπεδα πυκνότητας: 1) Πυκνή και συνεχής κάλυψη και 2) αραιή και μη συνεχής κάλυψη και τοποθετήθηκαν 3 treatments για κάθε ένα από τα δυο επίπεδα πυκνότητας.
- Για συνθήκες control (σταθμοί ελέγχου) τοποθετήθηκαν πλαίσια σε δυο τύπους υποστρώματος 1) σε πλήρως απογυμνωμένο βράχο και 2) σε σχηματισμούς με turf-algae, χρησιμοποιήθηκαν 3 πλαίσια (control) για κάθε τύπο υποστρώματος

2. Μεθοδολογία

Για την μελέτη των Cheminée et al., 2013

- Για την ανάλυση των δεδομένων των καταγραφών των ιχθυδίων στα φυσικά περιβάλλοντα κάθε ταξινομικής ομάδας στα δειγματοληπτικά πλαίσια (άτομα/m²) έγιναν μονοδιάστατες στατιστικές αναλύσεις, PERANOVA για να γίνει σύγκριση των πυκνοτήτων των ιχθυδίων στα τρία φυσικά περιβάλλοντα μελέτης (*C. crinita*, *C. balearica* και Dictyotales & Sphacelariales)
- Για την ανάλυση των καταγραφών των ιχθυδίων στις τεχνητές κατασκευές (treatments) εκτελέστηκε 2-factor ANOVA (χρόνος και treatment) για την σύγκριση των πυκνοτήτων των ιχθυδίων στα δύο τεχνητά περιβάλλοντα (πυκνό και αραιό) και στους σταθμούς ελέγχου (πλήρως απογυμνωμένου βράχου και σχηματισμοί turf-algae) για τις διάφορες δειγματοληπτικές ημέρες

3. Αποτελέσματα

Για την μελέτη των Benedetti-Cecchi et al., 2001

- Αρχικά από τα ποσοστά κάλυψης προέκυψε ότι σε όλους τους σταθμούς χωρίς ανθρωπογενείς πιέσεις υπήρχε κάλυψη από *Cystoseira* και στους περισσότερους από αυτούς κυριαρχούσε
- Αντίθετα σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας που ήταν σε αστικές περιοχές δεν υπήρχαν καθόλου πληθυσμοί *Cystoseira* ενώ κυριαρχούσαν σχηματισμοί από turf-algae
- Η πολυδιάστατη στατιστική ανάλυση έδειξε έντονη διαφοροποίηση μεταξύ των σταθμών με *Cystoseira* και των σταθμών χωρίς, ενώ οι σταθμοί στους οποίους αφαιρέθηκε η κάλυψη από *Cystoseira* είχαν παραπάνω συσχέτιση με τις περιοχές χωρίς κάλυψη αλλά αυτό μπορεί να άλλαζε με την εποχή

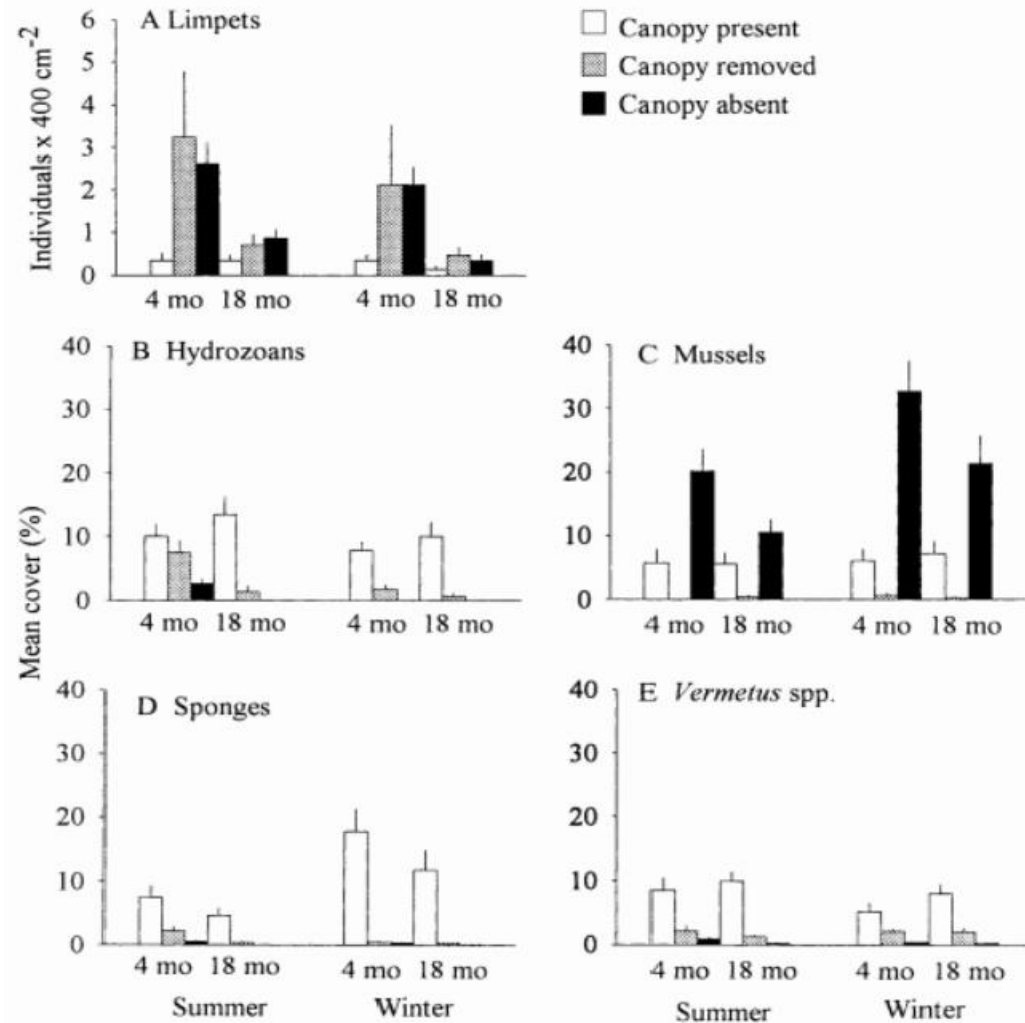
3. Αποτελέσματα

Για την μελέτη των Benedetti-Cecchi et al., 2001

- Οι μονοδιάστατες στατιστικές αναλύσεις έδειξαν ότι η απομάκρυνση των φυκοκοινωνιών *Cystoseira* είχε ως αποτέλεσμα:
 - i. Αρχικά την αυξηση στην κάλυψη: άλλων φυκών όπως ασβεστολιθικά ροδοφύκη, φυκών με νηματοειδή πυκνά διακλαδιζόμενους θάλλους (coarsely branched algae), και φυκών με θάλλους ελασματοειδούς μορφής (πχ *Padina pavonica*)
 - ii. Ενώ για ασπόνδυλα όπως *Vermetus spp.* (γένος γαστερόποδου), σπόγγους και υδρόζωα η αφθονία τους ήταν πολύ μικρότερη στις δειγματοληπτικές επιφάνειες όπου έγινε εκτοπισμός *Cystoseira* και στις αστικές περιοχές. Οι αφθονίες δίθυρων μαλακίων και πεταλλίδων ήταν μεγαλύτερες στις αστικές περιοχές.

3. Αποτελέσματα

Για την μελέτη των Benedetti-Cecchi et al., 2001



Σχήμα 1: Μέση αφθονία ασπονδύλων στους διαφορετικούς σταθμούς δειγματοληψίας, 4 και 18 μήνες μετά την αρχή του πειράματος.

3. Αποτελέσματα

Για την μελέτη των Cheminée et al., 2013

- Στις οπτικές καταγραφές των φυσικών ενδιαιτημάτων 1) *C. crinita* 2) *C. balearica* και 3) Turf algae -DS (Sphacelariales και Dictyotales) η επί τοις εκατό φυκοκόλυψη στα δυο ενδιαιτήματά *Cystoseira* ήταν από 80 μέχρι 100% ενώ η φυκοκόλυψη στο ενδιαίτημα DS ήταν από 40 μέχρι 80%
- Το ύψος του θαλλού για τις φυκοκοινωνίες *C. crinita* ήταν 11-22 cm, για τις φυκοκοινωνίες *C. balearica* ήταν 7-18 cm, ενώ για το ενδιαίτημα DS ήταν και στις δυο δειγματοληψίες κάτω από 8 cm.
- Καταγράφηκαν συνολικά 12 είδη νεαρών ιχθυδίων σε τουλάχιστον ένα από τα ενδιαιτήματα *Cystoseira* και 8 είδη νεαρών ιχθυδίων στα ενδιαιτήματα DS.

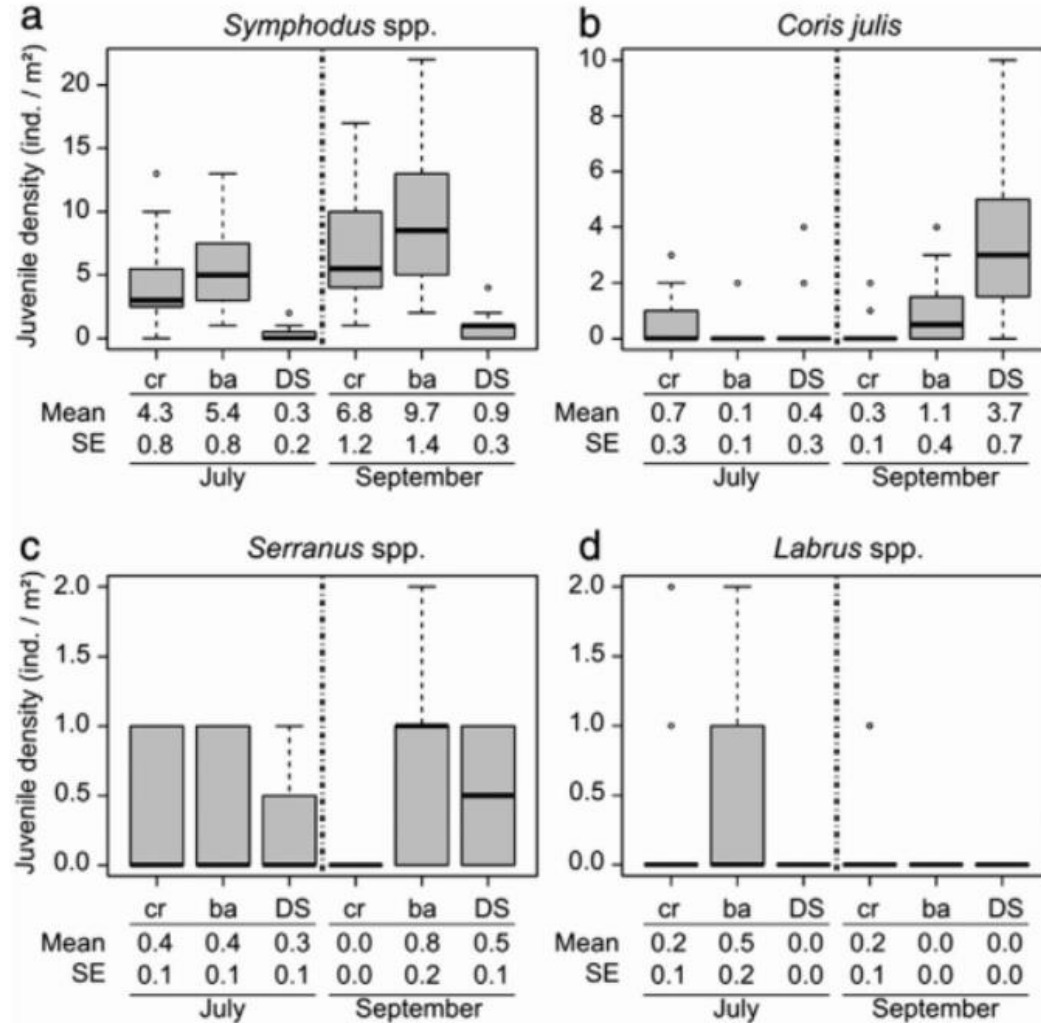
3. Αποτελέσματα

Για την μελέτη των Cheminée et al., 2013

- Τα πιο συχνά εμφανιζόμενα ιχθύδια ήταν των οικογενειών Labridae (*Symphodus spp.*, *Labrus spp.* και *Coris julis*) και Serranidae (*Serranus spp.* όπως *S. cabrilla* και *S. scriba*).
- Η συνολική πυκνότητα ιχθυδίων *Symphodus spp.* (άτομα/m²) ήταν μεγαλύτερη στο ενδιαίτημα με φυκοκοινωνίες *C. balearica* (μέση πυκνότητα των δυο δειγματοληψιών: 7.5 άτομα/m² ±0.9), λιγότερη στο ενδιαίτημα *C. crinita* (5.5 άτομα/m² ±0.8) και πολύ μικρή στο ενδιαίτημα DS (0.6 άτομα/m² ±0.5).
- Η συνολική πυκνότητα ιχθυδίων *Labrus spp.* ήταν αρκετά μεγαλύτερη τον μήνα Ιούλιο στις φυκοκοινωνίες *C. balearica*
- Η συνολική πυκνότητα ιχθυδίων *Serranus spp.* ήταν μεγαλύτερη στα ενδιαίτηματα *Cystoseira* σε σχέση με το ενδιαίτημα DS.
- Η συνολική πυκνότητα ιχθυδίων του είδους *Coris julis* τον Ιούλη ήταν παρόμοια και στα τρία είδη ενδιαιτημάτων ενώ τον Σεπτέμβρη η πυκνότητα ήταν αυξημένη στο ενδιαίτημα DS σε σχέση με τα άλλα δυο

3. Αποτελέσματα

Για την μελέτη των Cheminée et al., 2013



Σχήμα 2: Πυκνότητες νεαρών ιχθυιδιών (άτομα/m²) για τα τάξα υπό μελέτη για τους δυο μήνες δειγματοληψιών στα φυσικά περιβάλλοντα υπο μελέτη: *C. crinita* (cr), *C. balearica* (ba), Dictyotales και Sphacelariales (DS).

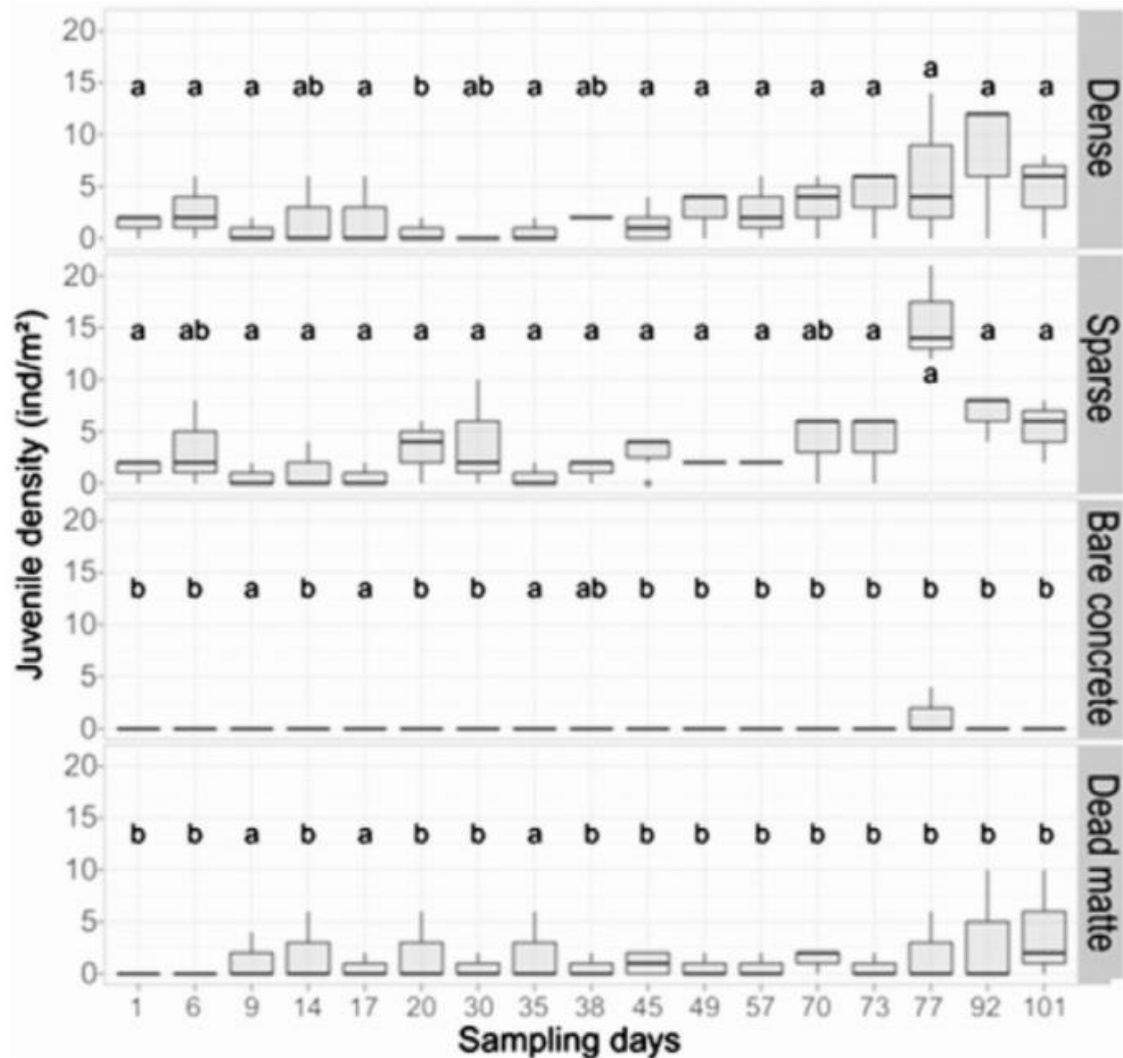
3. Αποτελέσματα

Για την μελέτη των Cheminée et al., 2013

- Για το «manipulative experiment» με τις τεχνητές φυκοκοινωνίες *Cystoseira* που προσομοίαζαν τα ενδιαίτημα που σχηματίζουν τα είδη του γένους *Cystoseira* παρουσιάστηκαν μόνο αποτελέσματα από τα είδη που καταγράφηκαν πιο συχνά (*Symphodus spp.* και *Coris julis*)
- Για τα *Symphodus spp.* οι πυκνότητες ήταν αρκετά μεγαλύτερες στις πυκνές και συνεχές τεχνητές κατασκευές και στις πιο αραιές ασυνεχές τεχνητές κατασκευές σε σχέση με τα αλλά δυο περιβάλλοντα υπό μελέτη, πλήρως απογυμνωμένου βράχου και turf μακροφυκών
- Οι πυκνότητες του είδους *Coris julis* ήταν μεγαλύτερες στο control με turf μακροφύκη, λίγο μικρότερες πυκνότητες καταγράφηκαν στις αραιές και ασυνεχές τεχνητές κατασκευές και μικρότερες στις πυκνές και συνεχές κατασκευές και τέλος στο περιβάλλον με πλήρως απογυμνωμένο βράχο.

3. Αποτελέσματα

Για την μελέτη των Cheminée et al., 2013



Σχήμα 3: Πυκνότητες νεαρών ιχθυδιών (άτομα/m²) για τα *Symphodus spp.*, τις διάφορες δειγματοληπτικές ημέρες για τα τεχνητά περιβάλλοντα *Cystoseira* (Dense και Sparse) και τα περιβάλλοντα στους σταθμούς ελέγχου – controls (Bare concrete και Dead matte)

4. Συζήτηση και Συμπεράσματα

- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης των Benedetti-Cecchi et al., 2001 στις φυκοκοινωνίες *Cystoseira* εντοπίζεται μεγαλύτερη πληθυσμιακή αφθονία για συγκεκριμένα τάξα ασπόνδυλων σε σχέση με ενδιαιτήματα με σχηματισμούς από turf μακροφύκη.
- Η μελέτη των Cheminée et al., 2013 έδειξε ότι οι φυκοκοινωνίες *Cystoseira* αποτελούν σημαντικό ενδιαίτημα μερικών ειδών νεαρών ιχθυδίων (ιδιαίτερα τα είδη του γένους *Symphodus*), με κάποια από αυτά τα είδη να έχουν υψηλή εμπορική αξία. Τα ενδιαιτήματα των *C. crinita* και *C. balearica*, στην συγκεκριμένη μελέτη φιλοξενούσαν 9 με 12 φορές περισσότερα νεαρά ιχθύδια του γένους *Symphodus* σε σχέση με ενδιαιτήματα που δεν σχηματίζουν παρόμοια περιβάλλοντα.
- Τα αποτελέσματα των δυο μελετών αναδεικνύουν την δυνατότητα που έχουν τα ενδιαιτήματα των φυκοκοινωνιών *Cystoseira* να υποστηρίζουν υψηλότερη ποικιλότητα ειδών, σε σχέση με ενδιαιτήματα που δεν σχηματίζουν παρόμοιες δομές και την ικανότητα να λειτουργούν ως «nurseries» για συγκεκριμένα είδη νεαρών ιχθυδίων.

4. Συζήτηση και Συμπεράσματα

- Τις τελευταίες δεκαετίες στην Μεσόγειο έχουν καταγραφεί σημαντικές μειώσεις στην ποικιλότητα και αφθονία των πληθυσμών *Cystoseira* είτε από άμεσες ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως ρύπανση, αστικοποίηση και ποδοπάτηματα (Mangialajo et al., 2008; Sales et al., 2011; Manusco et al., 2018) είτε από έμμεσες (λόγω υπεραλίευσης, βιολογικών εισβολών) που προκαλούν την απώλεια πληθυσμών *Cystoseira* από υπερβόσκηση (Sala et al., 1998; Verges et al., 2014; Piazzzi & Ceccherelli 2017).
- Ταυτόχρονα πολλές μελέτες αναδεικνύουν την αξία και προσφορά των ενδιαιτημάτων *Cystoseira* μέσα από την ικανότητα τους να υποστηρίζουν υψηλή ποικιλότητα ειδών ξεκινώντας από χαμηλά στην τροφική αλυσίδα από τις μικροβιακές κοινότητες και είδη από το φύλο των νηματοειδών (Bianchelli & Danovaro 2020), μακροζωοβενθικά ασπόνδυλα (Pinna et al., 2020) μέχρι και βενθικών ψαριών (Thriet et al., 2016)

4. Συζήτηση και Συμπεράσματα

- Τα αποτελέσματα των μελετών που αναλύθηκαν στην συγκεκριμένη εργασία συμφωνούν με τα παραπάνω και στο ότι η καταστροφή των φυκοκοινωνιών *Cystoseira* έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια βιοποικιλότητας.
- Εμπειρικές και θεωρητικές μελέτες υποστηρίζουν ότι η βιοποικιλότητα ρυθμίζει τις οικοσυστημικές διεργασίες οι οποίες είναι υπεύθυνες για τις οικοσυστημικές υπηρεσίες, που εκμεταλλεύεται και ο άνθρωπος (Naeem et al., 1994; Balvanera et al., 2006; Worm et al., 2006).
- Έχοντας υπόψη τα παραπάνω και τον ταχύ ρυθμό με τον οποίο χάνονται τα ενδιαιτήματα φυκοκοινωνιών *Cystoseira*, προκύπτει άμεση ανάγκη για την προστασία των υγιών πληθυσμών και την ανάπτυξη μεθόδων αποκατάστασης των ενδιαιτημάτων αυτών.

5. Βιβλιογραφία

- Ballesteros E., 1990. Structure and dynamics of the *Cystoseira caespitosa* Sauvageau (Fucales, Phaeophyceae) community in the North-Western Mediterranean. *Scientia Marina* 54: 155-168.
- Ballesteros E., et al., 1998. Community structure and frond size distribution of a deep water stand of *Cystoseira spinosa* (Phaeophyta) in the northwestern Mediterranean. *Eur. J. Phycology*, 33|2: 121-128
- Bendetti-Cecchi L., et al., 2001. Predicting the consequences of anthropogenic disturbance: large-scale effects of loss of canopy algae on rocky shores. *Marine Ecology Progress series*, 214:137-150
- Bianchelli S. & Danovaro R., 2020. Impairment of microbial and meiofaunal ecosystem functions linked to algal forest loss. *Scientific reports*, 10: 19970
- Castro P. & Huber M. 2015. *Marine biology* 9e. Utopia publishing's editing Helen Voultsiadou
- Cheminée A., et al., 2013. Nursery value of *Cystoseira* forests for Mediterranean rocky reef fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 442: 70-79
- Connell S.D., et al., 2014. What are algal turfs? Towards a better description of turfs. *Marine Ecology Progress Series*, 495: 299-307
- Mangialajo L., et al., 2008. Loss of furoid algae along a gradient of urbanisation, and structure of benthic assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, 358: 63-73
- Manusco F.P., et al., 2018. Status of vulnerable *Cystoseira* populations along the Italian infralittoral fringe, and relationships with environmental and anthropogenic variables. *Marine Pollution Bulletin*, 129|2: 762-771
- Piazzì L. & Ceccherelli G. 2017. Concomitance of oligotrophy and low grazing pressure is essential for the resilience of Mediterranean subtidal forests. *Marine Pollution Bulletin*, 123|1-2: 197-204
- Pinna S., et al., 2020. Macroalgal forest vs sea urchin barren: Patterns of macro-zoobenthic diversity in a large-scale Mediterranean study. *Marine Environmental Research*, 159:104955
- Sala E., et al., 1998. Fishing, Trophic Cascades, and the Structure of Algal Assemblages: Evaluation of an Old but Untested Paradigm. *Oikos*, 82|3: 425-439
- Sales M., et al., 2011. Pollution impacts and recovery potential in three species of the genus *Cystoseira* (Fucales, Heterokontophyta). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 92|3: 347-357
- Schiel D.R. & Hickford M.J.H., 2001. Biological structure of nearshore rocky subtidal habitats in southern New Zealand. *Science for Conservation* 182: 1-54.
- Thiabaut T., et al., 2017. An ecosystem-based approach to assess the status of Mediterranean algae-dominated shallow rocky reefs. *Marine Pollution Bulletin*, 117|1-2: 311-329
- Thiriet P.D., et al., 2016. Abundance and diversity of crypto- and necto-benthic coastal fish are higher in marine forests than in structurally less complex macroalgal assemblages. *PLoS One*, 11|10, Article e0164121
- Verges A., et al., 2014. Tropical rabbitfish and the deforestation of a warming temperate sea. *Journal of Ecology*, 102|6: 1518-1527