



Υ.Π.Α.Α.Τ



Εισβολικά είδη και Βιορύπανση στις Ελληνικές Μυδοκαλλιέργειες

Ιωάννης Α. Γιάντσης^{1,3}, Ιωάννης Θεοδώρου², Αθανάσιος Λάττος³, Κωνσταντίνος Φειδάντσης³, Δημήτριος Παπαδόπουλος³, Δημήτριος Τσότσιος², Γεώργιος Κατσέλης², Αλέξιος Ραμφος², Δημήτριος Μουτόπουλος², Κωνσταντίνος Μπαταργιάς², Κοσμάς Βιδάλης², Χινηρογλου Χαρίτων³, Βασίλειος Μιχαηλίδης³

¹Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

²Τμήμα Ζωικής Παραγωγής, Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών, Πανεπιστήμιο Πατρών

³Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Η βιορύπανση ή βιοσυσσώρευση (biofouling) αποτελεί έναν όρο που αναφέρεται και απασχολεί παραδοσιακά τη ναυτιλία και τους αλιευτικούς στόλους, ενώ πιο πρόσφατα, τις υποδομές και τις εγκαταστάσεις στις εντατικές υδατοκαλλιέργειες. Κάθε στερεό υλικό, είτε κινούμενο είτε στατικό που βυθίζεται στη θάλασσα, υπόκειται σε αποικισμό από θαλάσσιους οργανισμούς, ο οποίος είναι γνωστός ως βιορύπανση (Κοτρίκλα 2015). Με τον τρόπο αυτό οι θαλάσσιες εγκαταστάσεις λειτουργούν σαν τεχνητοί ύφαλοι. Εντούτοις, πρέπει να τονιστεί πως οι συνέπειες της βιοεναπόθεσης είναι ως επί το πλείστον αρνητικές (Theodorou et al., 2019).

Τα αίτια δημιουργίας του φαινομένου μπορούν να συνοψιστούν εν συντομία ως εξής: αρχικά, οι βυθισμένοι ύφαλοι συσσωρεύουν οργανική ουσία με αποτέλεσμα βακτήρια και μικροφύκη να προσελκύνονται και να αποικίζουν την επιφάνεια δημιουργώντας ένα κολλώδες βιοφίλμ, συνιστώντας έτσι το πρώτο επίπεδο βιορύπανσης. Στην συνέχεια, οι μικροβιακές κοινότητες προσελκύουν άλλους πολυπλοκότερους οργανισμούς, όπως μύκητες και πρωτόζωα,

οι οποίοι συνιστούν το δεύτερο επίπεδο βιορύπανσης. Τέλος, ακολουθεί επικάλυψη πολυκύτταρων οργανισμών που αποτελούν το τρίτο επίπεδο βιορύπανσης και συγχρόνως τους κύριους βιορυπαντές και περιλαμβάνουν μακροφύκη, πολύχαιτους, ποικίλα οστρακοειδή και ασκίδια. Σε πολλές περιπτώσεις, υψηλής εμπορικής αξίας είδη διθύρων μπορεί να καθίστανται ως βιορυπαντές σε εγκαταστάσεις διαφορετικού τύπου από αυτές των οστρακοκαλλιεργειών.

Μεταξύ των πιο σημαντικών βιορυπαντών για τις θαλάσσιες εγκαταστάσεις, συγκαταλέγονται τα ασκίδια (Aldred & Clare 2014). Στα ασκίδια περιλαμβάνονται πολλά είδη, τόσο αυτόχθονα όσο και εισβολικά για την Ελλάδα και τη Μεσόγειο γενικότερα, ενώ ειδικότερα τα εισβολικά παρουσιάζουν έντονη χωροκατακτητική δράση. Βάσει της συστηματικής τους ταξινόμησης ανήκουν στο φύλο Χορδωτά, στο Υποφύλο Tunicata και στην Κλάση Ascidiacea. Πιο συγκεκριμένα έχουν αναφερθεί περισσότερα από 200 είδη στη Μεσόγειο, ενώ στις Ελληνικές θάλασσες έχουν καταγραφεί 75 είδη που ανήκουν σε 33 διαφορετικά γένη, 12 οικογένειες και 3 τάξεις (Antoniadou et al., 2016).



Κοινό χαρακτηριστικό των ασκιδίων είναι ο σκληρός εξωτερικός σωληνοειδής χιτώνας (Εικόνα 1) που θυμίζει «ασκό» (= πήλινο αγγείο με πεπλατυσμένο και επίμηκες σώμα, άνοιγμα στα πλάγια και καμπύλη λαβή στη ράχη του σκεύους, Τερζής 2009), Αγγλικά tunic (=χιτώνας), από όπου προκύπτει και η ονομασία του Υποφύλου Tunicata. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες φαίνεται ότι η κλιματική αλλαγή και συγκεκριμένα η αύξηση της θερμοκρασίας θα επιταχύνει την εισβολή νέων ειδών βιορυπαντών, οι οποίοι θα επηρεάσουν την ζωική παραγωγή με αρνητικές συνέπειες στην οικονομία (Rodrigues et al., 2015).



Εικόνα 1. Πληθυσμός ασκιδίων σε δράγα (αρμαθιά) μυδοκαλλιέργειας όπου φαίνεται η μορφολογία τους

Τα ασκίδια είναι διηθηματοφάγοι οργανισμοί, όπως και τα δίθυρα μαλάκια, καθώς τρέφονται φιλτράροντας το θαλασσινό νερό και κατακρατώντας αιωρούμενους μικροοργανισμούς όπως πλαγκτόν. Η γεωγραφική τους κατανομή εκτείνεται σε ολόκληρο τον κόσμο σε ρηχά κυρίως βάθη. Το μήκος του σώματος των ώριμων ασκιδίων κυμαίνεται από 1 ως 10 cm, με το ένα άκρο τους να είναι προσκολλημένο σε κάποιο

σταθερό υπόστρωμα, όπως βράχο, κοράλι κλπ. Παρουσιάζουν γενικά υψηλή ανθεκτικότητα σε ποικίλες αβιοτικές συνθήκες, καταπονήσεις και παθογόνους μικροοργανισμούς.

Τα περισσότερα είδη, επίσης ομοίως με τα περισσότερα δίθυρα μαλάκια, μετά τη μεταμόρφωση από το στάδιο της πελαγικής προνύμφης σε ώριμο άτομο, προσκολλώνται σε κάποιο σταθερό υπόστρωμα όπου περνούν το υπόλοιπο της ζωής τους. Η ανάπτυξή τους ωστόσο, από το στάδιο του γονιμοποιημένου αυγού μέχρι το ώριμο άτομο είναι εν γένει συντομότερη από αυτή των δίθυρων, διαρκώντας μέχρι λίγες ημέρες.

Στα διαφορετικά είδη ασκιδίων έχουν παρατηρηθεί όλοι οι τύποι ερμαφροδιτισμού: πρώτανδρου, πρωτόγυνου και σπανιότερα συγχρονισμένου. Όλα τα παραπάνω βιολογικά στοιχεία των ασκιδίων συμβάλλουν στην πολύ μεγάλη και ταχεία εξάπλωσή τους.

Στις υδατοκαλλιέργειες, η βιορύπανση με ασκίδια είναι συχνά υπεύθυνη για μαζική ανάπτυξη ορισμένων μικροοργανισμών προκαλώντας επιβλαβείς επιπτώσεις στις ανθρωπογενείς εγκαταστάσεις.

Συγκεκριμένα στις ιχθυοκαλλιέργειες, όπου το πρόβλημα είναι λιγότερο οξύ σε σύγκριση με τις μυδοκαλλιέργειες, τα ασκίδια συσσωρεύονται στους κλωβούς, επικάθονται σε δίχτυα, στα σκάφη και τον λοιπό εξοπλισμό συνιστώντας ενδεχόμενη πηγή επιβλαβών παθογόνων.



προβλήματα που προκαλούν τα ασκίδια είναι πολύ μεγαλύτερα. Καταλαμβάνουν χώρο από τις αρμαθιές (Εικόνα 2), ενώ ο εκτρεφόμενος οργανισμός αποτελεί υπόστρωμα επικάθισης.

Αξίζει να σημειωθεί πως κατά την καλοκαιρινή περίοδο του 2020, εξαιτίας της παγκόσμιας πανδημίας μεγάλο μέρος της παραγωγής μυδιών έμεινε αδιάθετο, ή καθυστέρησε σημαντικά η διάθεσή του. Έτσι τα σχοινιά και ο υπόλοιπος εξοπλισμός σε ορισμένες μονάδες καταλήφθηκαν σχεδόν εξολοκλήρου από ασκίδια με οικονομικές και οικολογικές επιπτώσεις (Εικόνα 3).



Εικόνα 2. Δράγα (αρμαθιά) μονάδας μυδοκαλλιέργειας της οποίας μεγάλο μέρος έχει καταληφθεί από ασκίδια.



Εικόνα 3. Αρμαθοί μυδιών που καλύφθηκαν σχεδόν εξολοκλήρου από βιορυπαντές- ασκίδια εξαιτίας της μη διάθεσης κατά την περίοδο καλοκαιριού- φθινοπώρου 2020.

Πιθανές αντισταθμιστικές δράσεις μείωσης επιβάρυνσης του φαινομένου περιλαμβάνουν στις ιχθυοκαλλιέργειες τον εμποτισμό των δικτύων με anti-fouling, αντικατάσταση των δικτύων και καθαρισμό του υπόλοιπου εξοπλισμού, ενώ στις μυδοκαλλιέργειες κυρίως το πλύσιμο υπό πίεση, καθαρισμό -αντικατάσταση εγκαταστάσεων και έκθεσή τους στον αέρα. Εντούτοις πολλές από τις δράσεις αυτές έχουν άμεση εξάρτηση από την ανθεκτικότητα του κάθε είδους ασκιδίου. Ως εκτούτου, είναι απαραίτητο να αξιολογηθούν και να αποτιμηθούν τα υφιστάμενα αντισταθμιστικά μέτρα αλλά και ο βαθμός στον οποίον εφαρμόζονται από τους μυδοκαλλιεργητές στην Ελλάδα. Επιπλέον να δοκιμαστούν πειραματικά νέες πρακτικές, ώστε να προταθούν βέλτιστες τεχνικές και μέτρα με διττό στόχο: την μείωση των επιπτώσεων στο ζωικό κεφάλαιο (Theodorou et al., 2020) και τον έλεγχο των πληθυσμών των ασκιδίων.

Με σκοπό να δοθούν απαντήσεις στις παραπάνω προκλήσεις, ξεκίνησε πρόσφατα (Ανοιξη 2020), το ερευνητικό πρόγραμμα με τίτλο «Ανάπτυξη βέλτιστων πρακτικών ελέγχου ξενικών ειδών ασκιδίων και λοιπών ειδών (μαλάκια, σπόγγοι) στις εγκαταστάσεις των μυδοκαλλιεργειών και μετρίασμό των οικονομικών επιπτώσεων της εισβολής» υποστηριζόμενο (Κωδικός ΟΠΣ 5048463) από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΑΣ 2014-2020» στα πλαίσια της πρόσκλησης «Προστασία και αποκατάσταση της



θαλάσσιας βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων και καθεστώς αντιστάθμισης στο πλαίσιο των βιώσιμων αλιευτικών δραστηριοτήτων –Δράση : συμμετοχή σε άλλες δράσεις που αποσκοπούν στη διατήρηση και βελτίωση της βιοποικιλότητας και των υπηρεσιών οικοσυστήματος, όπως η αποκατάσταση συγκεκριμένων θαλάσσιων και παράκτιων οικοτόπων για τη στήριξη βιώσιμων αλιευτικών αποθεμάτων, συμπεριλαμβανομένης της επιστημονικής προετοιμασίας και αξιολόγησής τους –Χωροκατακτητικά Ξένα Είδη»

Η δράση αφορά την διερεύνηση των επιπτώσεων από την βιοεναπόθεση εισβολικών (και όχι μόνο) βιοεναποθετών όπως ασκίδια, μαλάκια και σπόγγοι, στις εκτροφές μυδιών. Σύγχρονες τεχνικές μοριακής ταυτοποίησης θα χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό των μη ενδημικών ειδών. Μετρήσεις πεδίου σχετικά με την στρατολόγηση των βιοεναποθετών - εισβολικών ειδών, σε συνδυασμό με εργαστηριακά πειράματα καταπόνησης στα καλλιεργούμενα μύδια, στοχεύουν στην ανάδειξη των επιδράσεων της βιοεναπόθεσης τόσο στην ανάπτυξη όσο και στην φυσιολογική λειτουργία των εκτρεφόμενων οργανισμών. Έτσι θα προσδιοριστούν οι παράμετροι που είναι κρίσιμοι για την διαχείριση της βιοεναπόθεσης στις εγκαταστάσεις των μυδοτροφείων.

Ταυτόχρονα, για πρώτη φορά γίνεται συντονισμένη προσπάθεια για ποσοτικοποίηση των ζημιών στα μυδοτροφεία και των σχετικών κοινωνικών επιπτώσεων που προκύπτουν από την υποβάθμιση ή και την καταστροφή της παραγωγής τους (Theodorou 2015). Με βάση τα παραπάνω θα προταθούν ορθές πρακτικές για την αντιμετώπιση του προβλήματος συμβάλλοντας έτσι στην αειφορική διαχείριση της δραστηριότητας.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Aldred N., Clare A.S. (2014). Mini-review: impact and dynamics of surface fouling by solitary and compound ascidians. *Biofouling* 30 (3), 259-270.
- Antoniadou C., Gerovasileiou V., Bailly N. (2016). Ascidiacea (Chordata: Tunicata) of Greece: an updated checklist. *Biodiversity data journal*, (4).
- Rodrigues L.C., van den Bergh J.C.J.M., Massa F., Theodorou J.A., Ziveri P. & Gazeau F. (2015). Sensitivity of Mediterranean Bivalve Mollusc Aquaculture to Climate Change and Ocean Acidification: Results from a producers' survey. *Journal Shellfish Research* 34(3):1161-1176
- Κοτρίκλα Α.Μ. (2015). Ναυτιλία και Περιβάλλον. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα Kallipos
- Τερζής Γ.Ι. (2009) Ο ασκός στην αρχαία Ελλάδα: κατάλοιπα, μαρτυρίες, εικονογραφία, νεότερη παράδοση. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Theodorou J.A. (2015). Risk Analysis of Mediterranean Mussel Farming in Greece. PhD Thesis, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent Univ. 240pp.
- Theodorou J.A., Leech B.S., Perdikaris C., Hellio C., Katselis G. (2019). Performance of the cultured Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamark, 1819 after summer post-harvest re-immersion. *Turkish Journal of Fisheries & Aquatic Science*. DOI: 10.4194/1303-2712-v19_03_05
- Theodorou J.A., Moutopoulos D.K., & Tzovenis I. (2020). Semi-quantitative risk assessment of Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* L.) harvesting bans due to harmful algal bloom (HAB) incidents in Greece. *Aquaculture Economics & Management*, DOI: 10.1080/13657305.2019.1708994