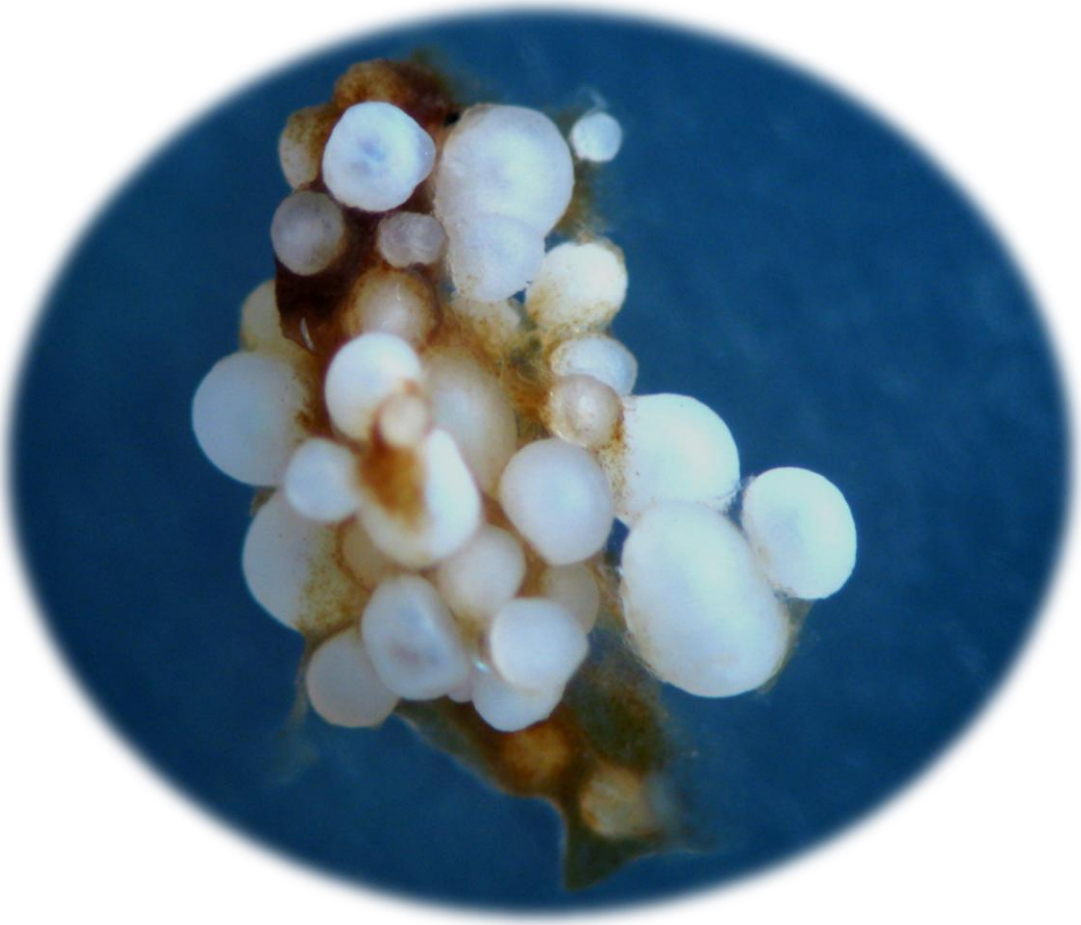
ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν. ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΔΙΑΜΑΝΤΗ ΖΩΗ

Μαργαριτοφόρο φορτίο στο δίθυρο *Lithophaga lithophaga* (Linnaeus, 1758) στον Ευβοϊκό κόλπο



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΕΑ ΜΟΥΔΑΝΙΑ 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ 4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 5
1.1 Γενικά 5
1.2 Τι είναι το μαργαριτάρι 5
1.2.1 Δομή μαργαριταριού 7
1.2.2 Χημική σύνθεση μαργαριταριού 9
1.3 Ιστορικά στοιχεία 9
1.4 Τα μαργαριτάρια 11
1.4.1 Φυσικά μαργαριτάρια 11
1.4.2 Καλλιεργημένα μαργαριτάρια 12
1.4.2.1 Τύποι μαργαριταριών 12
1.4.3 Διάκριση φυσικών και καλλιεργημένων μαργαριταριών 19
1.4.4 Τεχνητά μαργαριτάρια 20
1.4.5 Μέθοδοι διαχωρισμού φυσικών, καλλιεργημένων και τεχνητών μαργαριταριών 20
1.4.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά μαργαριταριών 21
1.4.7 Θεραπευτικές ιδιότητες μαργαριταριών 23
1.4.8 Σκοπός και αντικείμενο της έρευνας 23
2. Υλικά και μέθοδοι 25
2.1 Ο Πετροσωλήνας 25
2.2 Περιοχή μελέτης 26
2.3 Παράμετροι 27
2.4 Επεξεργασία αποτελεσμάτων 30
3 Αποτελέσματα 31
3.1 Μαργαριτοφόρα όστρακα 31
3.2 Πλήθος μαργαριταριών 32
3.3 Μέγεθος μαργαριταριών 35
3.4 Σχήματα μαργαριταριών 36
3.5 Χρώματα μαργαριταριών 38
3.6 Τα μαργαριτάρια σε σχέση με τον πετροσωλήνα 42
3.7 Θέση μαργαριταριών 45
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ 51
4.1 Μαργαριτοφόρα όστρακα 51
4.2 Πλήθος μαργαριταριών 52
4.3 Μέγεθος μαργαριταριών 53

4.4 Σχήματα μαργαριταριών 53
4.5 Χρώματα μαργαριταριών 54
4.6 Τα μαργαριτάρια σε σχέση με τον πετροσωλήνα 55
4.7 Θέση μαργαριταριών 55
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 56
6. ΠΕΡΙΛΗΨΗ 57
7. SUMMARY 58
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 59

Στη μητέρα μου και στον σύντροφό μου…

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των σπουδών μου στο Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, στο τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών στα Νέα Μουδανιά Χαλκιδικής.

Το θέμα αυτό επειδή στην ελληνική βιβλιογραφία φαίνεται να αναπτύσσεται για πρώτη φορά, επιλέχθηκε η εισαγωγή να περιλαμβάνει όσο το δυνατόν περισσότερες κατατοπιστικές πληροφορίες για το εν λόγω θέμα.

Αφορμή και αιτία για την πραγματοποίηση αυτής της εργασίας στάθηκε, τόσο ένα προγραμματιζόμενο ταξίδι στην Ινδία με την μητέρα μου, όσο και η καθηγήτρια μου Γαληνού-Μητσούδη Σοφία που πρότεινε την διαπραγμάτευση αυτού του θέματος. Η βοήθεια που μου δόθηκε ήταν πολύτιμη από όπου και αν προήλθε.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου Γαληνού-Μητσούδη Σοφία για την επιστημονική καθοδήγηση, το επιστημονικό υλικό και τις γνώσεις της πάνω στο αντικείμενο που μου προσέφερε κατά την διεκπεραίωση της εργασίας μου, καθώς και την εμπιστοσύνη που έδειξε προς το πρόσωπο μου.

Ιδιαίτερα όμως θα ήθελα να ευχαριστήσω μέσα από την καρδιά μου την οικογένειά μου και ιδιαίτερα τη μητέρα μου και τον σύντροφό μου, για την αμέριστη ηθική και υλική συμπαράσταση τους καθώς και την υπομονή που έδειξαν όλα τα χρόνια των σπουδών μου.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω τους εκάστοτε διευθυντές του τμήματος, τους καθηγητές, την γραμματεία της σχολής και τους συνάδελφους φοιτητές, αλλά και τις φίλες μου Ζήση Νικολέτα, Μετζάκη Σοφία, Πετροπούλου Κυριακή και Ταούλα Κατερίνα για την αρωγή που μου προσέφεραν.

Διαμαντή Ζωή

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

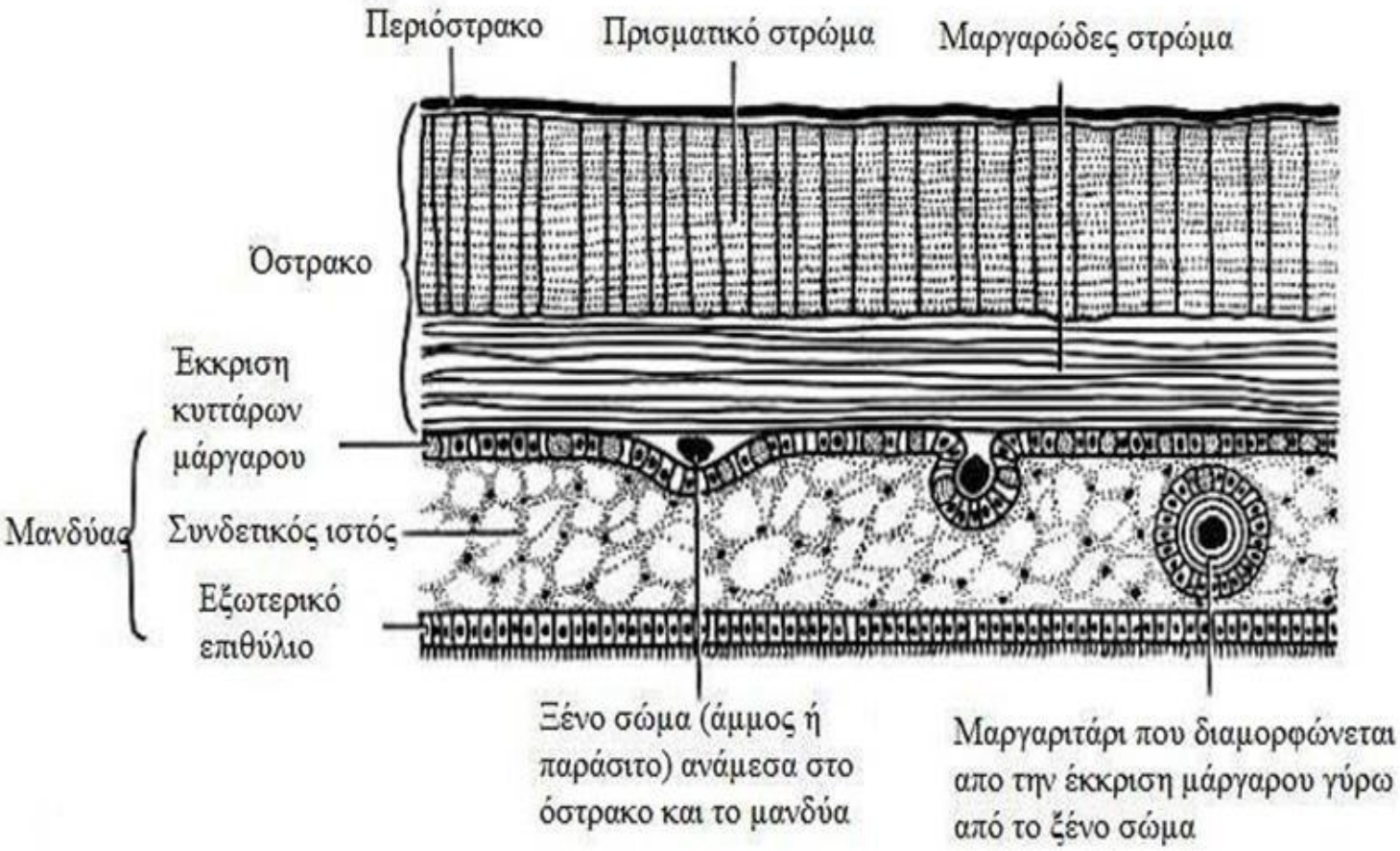
«Τελειοποιημένα από τη φύση και χωρίς καμία απαίτηση από την τέχνη για την ενίσχυση της ομορφιάς τους, τα μαργαριτάρια είναι φυσικά οι παλαιότεροι πολύτιμοι λίθοι που έχει γνωρίσει ποτέ ο άνθρωπος» (Kunz, 1908).

Η λέξη μαργαριτάρι είναι ινδικής προέλευσης αλλά οι Έλληνες το γνώρισαν όταν οι στρατιές του Αλέξανδρου κατακτούσαν την Περσία, επομένως δανείστηκαν την περσική μορφή της λέξης «marvarit». Κατά σύμπτωση το τελικό –it ταίριαζε με τη συνηθισμένη στα πετρώματα και τους πολύτιμους λίθους κατάληξη –ίτης (www.sarantakos.com). Η Αγγλική ονομασία «pearl» προέρχεται από την λατινική λέξη «pernula» που σημαίνει θαλάσσιο μύδι ενώ τα λατινικά παράγωγα της λέξης είναι «pirium», σφαίρα και «pirula», αχλάδι. Η Τευτονική παραλαγή ($1^{ος}$ – $2^{ος}$ αιώνας π.Χ.) προέρχεται από το ουσιαστικό «beere», που σημαίνει μούρο. Οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν την ελληνική λέξη μαργαρίτα, περιγράφοντας κάτι ως μοναδικής αξίας, μιας λατρεμένης κατοχής ή ενός αγαπημένου παιδιού (http://www.costellos.com.au/pearls/index2.html).

Ονομάζεται ακόμα θησαυρός της θάλασσας και αυτό γιατί το μαργαριτάρι δεν αποτελεί τίποτα άλλο από τον “καρπό” ενός όστρακου που στην προσπάθειά του να αμυνθεί, “δακρύζει” δημιουργώντας την ομορφότερη και πολυτιμότερη πέρλα σε ολόκληρο τον πλανήτη (www.i-do.gr).

1.2 Τι είναι το μαργαριτάρι

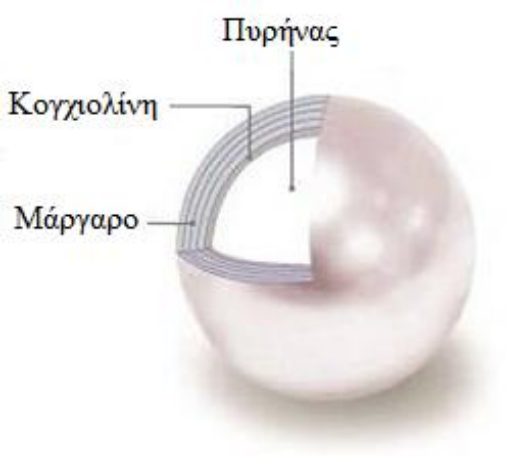
Τα μαργαριτάρια είναι οργανικοί πολύτιμοι λίθοι που διαμορφώνονται στα δίθυρα μαλάκια διαφόρων ειδών όταν ξένα σώματα εισέρχονται είτε στο ίδιο το σώμα του μαλακίου, είτε στο μέρος μεταξύ της σάρκας και του εσωτερικού του οστράκου (Εικ. 1.1). Εάν ο εισβολέας παγιδευτεί και το όστρακο δεν μπορεί να το αποβάλει τότε το ξένο σώμα γίνεται "ερεθιστής". Για να απαλύνει τη δυσφορία του ερεθισμού που προκαλεί ο εισβολέας του, το μαλάκιο αρχίζει να αμύνεται και περιβάλλει τον εισβολέα με έκκριση κογχιολίνης και επάλληλων στρωμάτων μάργαρου (www.geo.utexas.edy).



Εικόνα 1.1: Σχηματική παράσταση δημιουργίας μαργαριταριού στη φύση (www.manandmollusc.net)

1.2.1 Δομή μαργαριταριού

Το μαργαριτάρι έχει ομοκεντρική δομή, η οποία αποτελείται από ένα μικροσκοπικό πυρήνα γύρω από τον οποίο υπάρχουν στρώματα κογχιολίνης και μάργαρου, καθένα από τα οποία αντιπροσωπεύει μία περίοδο ανάπτυξης, δηλαδή ένα χρόνο (www.geo.utexas.edy) (Εικ. 1.2).



Εικόνα 1.2: Δομή του μαργαριταριού (www.saylorjewelers.com)

Πιο αναλυτικά το μαργαριτάρι αποτελείται από:

- **Τον πυρήνα**

Ο πυρήνας είναι το ξένο σώμα που εισέρχεται μέσα στο σώμα του μαλακίου (εισβολέας). Οι περισσότεροι άνθρωποι περιγράφουν τον εισβολέα ως κόκκο άμμου, αλλά μπορεί να είναι πολύ μικρά ζώα, σαλιγκάρια, σκουλήκια, παράσιτα, συντρίμμια του βυθού, θραύσματα κοχυλιών, άργιλος αλλά συνήθως όχι άμμος όπως τόσο συχνά θεωρείται. Αυτή η διαδικασία μπορεί να κρατήσει χρόνια και όπως είναι αναμενόμενο, όσο πιο μακρόχρονη είναι τόσο μεγαλύτερο γίνεται το μαργαριτάρι (www.geo.utexas.edy).

- **Την κογχιολίνη**

Η κογχιολίνη είναι το πρώτο στρώμα που εκκρίνεται από το μαλάκιο σε μια προσπάθεια άμυνας και περιβάλλει τον εισβολέα, έτσι ώστε να απαλλαγεί από τη δυσφορία που του προκαλεί. Συνήθως έχει καστανό χρώμα, αλλά η διαφάνεια και το χρώμα της είναι μια λειτουργία της χημείας του νερού στο οποίο ζει το δίθυρο και μπορεί να είναι σχεδόν μαύρη. Είναι μια ιδιαίτερα πορώδης ουσία, παρόμοια με τα νύχια μας, και είναι ιδιαίτερα σημαντική επειδή δεσμεύεται μαζί με το μάργαρο για να διαμορφώσει το μαργαριτάρι . Επίσης το χρώμα ενός μαργαριταριού, που μπορεί να κυμανθεί από γκρίζο, μαύρο ως κρεμώδες, λευκό, προκαλείται από την κογχιολίνη. Η ρύπανση στο νερό στο οποίο ζει το δίθυρο μπορεί να δώσει αφορμή για τα κιτρινωπά, ροδαλά, κοκκινωπά, μαυριδερά ή γκρίζα μαργαριτάρια (www.geo.utexas.edy).

Το μάργαρο

Μάργαρο είναι η ουσία που ντύνει την εσωτερική επιφάνεια των δίθυρων και αποτελείται από μια οργανική ένωση, όπως είναι το κέρατο, αποκαλούμενη κογχιολίνη και ανθρακικό άλας ασβεστίου ($CaCO_3$) υπό μορφή αραγωνίτη και ασβεστίτη (http://www.geo.utexas.edu).

Το μάργαρο εκκρίνεται σε μια ομόκεντρη διαδοχή, πολύ λεπτών, διάφανων στρωμάτων γύρω από τον ερεθιστικό παράγοντα. Μέσα στο μάργαρο είναι παρών ο αραγωνίτης ως μικροσκοπικά κρύσταλλα. Κάθε κρύσταλλος είναι τέλεια ευθυγραμμισμένος με τους άλλους, έτσι ώστε το φως που διαπερνά τον άξονα του ενός κρυστάλλου, αντανακλάται και διαθλάται από τους άλλους. Αυτή η ακτινωτή ρύθμιση του αραγωνίτη και του μάργαρου που μοιάζει με κρεμμύδι, είναι ιδιαίτερα κανονική και είναι η πηγή του ιριδισμού και της μοναδικής λαμπρότητας των μαργαριταριών (http://www.geo.utexas.edu).

Το ποσοστό απόθεσης του μάργαρου για να διαμορφωθεί ένα μαργαριτάρι, εξαρτάται από το είδος του δίθυρου, αλλά στα περισσότερα είδη είναι πολύ αργός (περίπου 0,6 mm/έτος). Επιπλέον, έχει υπολογιστεί ότι τα φυσικά μαργαριτάρια διαμορφώνονται σε περίπου μόνο 1 στα 40 μαργαριτοφόρα στρείδια και έτσι είναι προφανές ότι τα φυσικά μαργαριτάρια μεγάλου μεγέθους είναι πράγματι σπάνια.

Η μορφή ενός μαργαριταριού εξαρτάται από δύο παράγοντες:

1 τη μορφή του ερεθιστικού πυρήνα γύρω από τον οποίο εναποτίθεται το μάργαρο και

2 το εάν το μαργαριτάρι έχει μετακινηθεί ή όχι κατά τη διάρκεια της αύξησής του. Ένας ακανόνιστα διαμορφωμένος πυρήνας ή μια μετατόπιση του μαργαριταριού κατά τη διάρκεια της αύξησης μπορεί και να οδηγήσει στο τελικό σχήμα του, που θα έχει μια ανώμαλη επιφάνεια και μορφή. Τα περισσότερα φυσικά μαργαριτάρια δεν είναι τέλεια (http://www.geo.utexas.edu).

Ο αριθμός των μαργαριταριών που είναι σε θέση να παράγει ένα δίθυρο μαλάκιο δεν είναι συγκεκριμένος. Τα μαργαριτάρια που παράγονται στα μαλάκια μπορεί να είναι από ένα έως περισσότερα, να έχουν διάφορα μεγέθη, σχήματα και χρώματα. Το καθένα είναι μοναδικό και δεν επεξεργάζεται.

1.2.2 Χημική σύνθεση μαργαριταριού

Η χημική σύνθεση του μαργαριταριού είναι η εξής (Strack, 2006):

- 91,5 % κρύσταλλοι ανθρακικού ασβεστίου
- 3,83 % οργανική ουσία (που μπορεί να φτάσει το 12 %)
- 3,97 % νερό και
- 0,01 % υπόλοιπες ουσίες (αλάτι και διάφορα ιχνοστοιχεία)

1.3 Ιστορικά στοιχεία

Τα μαργαριτάρια είχαν ήδη ανακαλυφθεί από τους προϊστορικούς χρόνους. Δεν είναι δύσκολο να φανταστεί κανείς ότι αυτά τα πρώτα μαργαριτάρια βρέθηκαν τυχαία ψάχνοντας για τροφή και ότι τα στρογγυλά, άσπρα και λαμπερά αντικείμενα προσέλκυσαν το θαυμασμό των προγόνων μας. Αναρίθμητοι θρύλοι από όλες τις χώρες αποδεικνύουν μέχρι σήμερα αυτή τους την προέλευση. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα υπέροχο προϊόν της τύχης και της φύσης που από αρχαιοτάτων χρόνων συνδέθηκε με αμέτρητους μύθους αποδίδοντάς του κάποιοι μυστικιστικές, θεραπευτικές και αφροδισιακές ιδιότητες (Strack, 2006).

Οι ιστορικοί παίρνουν ως δεδομένο το γεγονός ότι οι πρώτοι πολιτισμοί της Μεσοποταμίας και της Αιγύπτου ήξεραν για τις ακτές μαργαριταριών στον Περσικό Κόλπο και την Ερυθρά Θάλασσα. Το πρώτο μαργαριτάρι βρέθηκε περίπου το 4500 π.Χ. στα συντρίμμια της Βισμανίας στη Μεσοποταμία. Δεν υπάρχουν διαθέσιμα ευρήματα από την περιοχή της Βαβυλωνίας, γλυπτά ωστόσο τα οποία χρονολογούνται από τις εκσκαφές στη Νινευή και τη Νιμρούντ, στις όχθες του ποταμού Τίγρη, πιστοποιούν ότι τα μαργαριτάρια χρησιμοποιούνταν ως διακοσμητικά αντικείμενα (Strack, 2006).

Η ινδική ιστορία αναφέρει για πρώτη φορά τα μαργαριτάρια περίπου το 1500 π.Χ. Οι πρώτες καταγραφές βρέθηκαν στο «Veda», τα πρώτα ιερά βιβλία των Βραχμάνων που μιλούν για το «krisana». Το 500 π.Χ. το «Ραμαγιάνα», παλαιό ινδικό χειρόγραφο, εξιστορεί το μύθο των στοιχείων που έδωσαν δώρα σε ένα Θεό και αυτά ήταν ο αέρας που έδωσε το ουράνιο τόξο, η φωτιά το μετεωρίτη, η γη ένα ρουμπίνι και η θάλασσα ένα μαργαριτάρι. Ακόμα και σήμερα, οι ινδές νύφες φορούν παραδοσιακά μαργαριτάρια την ημέρα του γάμου τους (Strack, 2006).

Στην αρχαία Ελλάδα, το μαργαριτάρι αφιερώθηκε στην Αφροδίτη, τη θεά της αγάπης. Η Αφροδίτη, αναδύθηκε από το νερό μέσα από ένα κοχύλι και γι' αυτό θα μπορούσε να συγκριθεί με ένα πολύτιμο μαργαριτάρι. Οι Φοίνικες είχαν πιθανότατα φέρει τα πρώτα μαργαριτάρια στην Ελλάδα, αλλά μόνο μετά την Περσική επιρροή οι άνδρες και οι γυναίκες άρχισαν να στολίζονται με αυτά. Ο Όμηρος σπάνια αναφέρει τα μαργαριτάρια. Πιθανώς μιλάει για αυτά όταν λέει: «Οι πολύτιμοι λίθοι που ακτινοβολούσαν σαν τρεις λαμπερές σταγόνες κρεμόντουσαν από τα αυτιά της» (Strack, 2006).

Το πιθανόν παλαιότερο περιδέραιο μαργαριταριών προέρχεται από τις ανασκαφές στο χειμερινό παλάτι των περσικών βασιλιάδων στη Σούσα. Το περιδέραιο αυτό με τις τρεις σειρές, ήταν κρυμμένο μέσα σε μια σαρκοφάγο για 2.500 έτη περίπου, έως ότου, το 1908 παρουσιάστηκε στην Περσική Έκθεση στο μουσείο του Λούβρου στο Παρίσι. Τα σχέδια στην περσική κεραμική δείχνουν ότι τα μαργαριτάρια λατρεύονταν από τα παλιά χρόνια. Τα νομίσματα από την περίοδο των Σασσανιδών απεικονίζουν έναν βασιλιά που φορά ένα σκουλαρίκι με τρία μαργαριτάρια (Strack, 2006).

Οι αρχαίοι πολιτισμοί της Κίνας έβλεπαν τα μαργαριτάρια ως κοσμήματα της υψηλής κοσμικής τάξης κατέχοντας εξίσου μυστικιστική σπουδαιότητα. Για 3.000 χρόνια, τα μαργαριτάρια θεωρούνταν ως «η Βασίλισσα των Πολύτιμων Λίθων». Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν για είδωλα και θρησκευτικά αγάλματα, αλλά αργότερα έγιναν ιδιοκτησία μόνο για τους ισχυρούς και δυνατούς. Οι Κινέζοι θεωρούσαν ότι τα μαργαριτάρια δημιουργήθηκαν μέσα από τον εγκέφαλο των δράκων και πίστευαν ότι έχουν θεραπευτικές δυνάμεις. Η χρήση των μαργαριταριών στην ιατρική, πιθανώς ξεκίνησε στην Κίνα, γι' αυτό και τα μαργαριτάρια έχουν παραμείνει μέχρι σήμερα μέρος της παραδοσιακής Κινέζικης ιατρικής. Οι αρχαίοι κινεζικοί μύθοι μιλάνε για μαργαριτάρια που λάμπουν τόσο έντονα στο σκοτάδι όπου θα μπορούσαν να φανούν από απόσταση πολλών χιλιομέτρων (Strack, 2006).

Όταν η Ρώμη βάλθηκε να κατακτήσει τον κόσμο και ήρθε σε σύγκρουση με την Αίγυπτο, τα μαργαριτάρια ήταν πιο επιθυμητά από τα λάφυρα. Αυτά έπαιξαν το σημαντικότερο ρόλο στο πιο εορταστικό συμπόσιο της λογοτεχνίας. Για να πείσουν οι Αρχαίοι Αιγύπτιοι τους Ρωμαίους ότι δεν πρέπει να κατακτήσουν τη χώρα τους, λόγω της πλούσιας πολιτιστικής κληρονομιάς της, η Κλεοπάτρα στοιχημάτισε με τον Αντώνιο ότι θα του έκανε το πιο ακριβό δείπνο στην ιστορία. Με μια μεγάλη άνεση έβγαλε το ένα από τα μαργαριταρένια σκουλαρίκια της, το θρυμμάτισε στο πιάτο της,

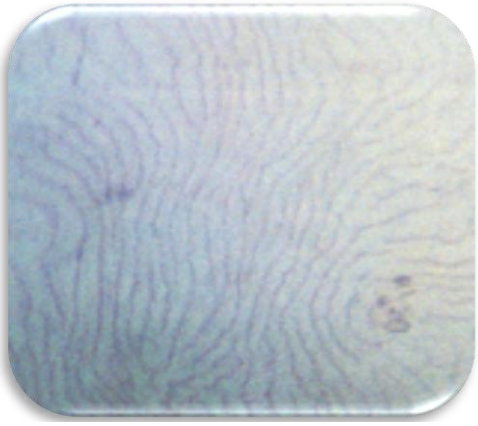
το έριξε στο κρασί της και το ήπιε. Ο Αντώνιος αρνήθηκε να πιει το δικό του κρασί νομίζοντας ότι θα είναι το δεύτερο σκουλαρίκι της Κλεοπάτρας το οποίο όμως σώθηκε και παρουσιάστηκε σύμφωνα με ισχυρισμούς, στη Ρώμη μετά από το θάνατο της Κλεοπάτρας το 30 π.Χ. και διαιρέθηκε σε δύο μισά, τα οποία εξωράισαν αργότερα τα αυτιά του αγάλματος της Αφροδίτης μέσα στο Πάνθεον. Ο Πλίνιος γράφει στο φημισμένο βιβλίο του «Φυσική Ιστορία», ότι τα σκουλαρίκια αυτά άξιζαν όσο 1.875.000 ουγκιές καθαρού ασημιού, περίπου 6,5 εκατομμύρια δολάρια (Γαρμπής, 2008).

Ποια είναι όμως η αλήθεια για τα μαργαριτάρια; Είναι ίσως από τις ελάχιστες φορές που μια καθαρά επιστημονικά τεκμηριωμένη εξήγηση φαντάζει περισσότερο με ποιητική προσέγγιση ενός ονειροπόλου μυαλού.

1.4 Τα μαργαριτάρια

Αφήνοντας την ιστορία των μαργαριταριών θα πρέπει να γίνει μια βασική επισήμανση ως προς την ορολογία και το διαχωρισμό τους. Καταρχήν τα μαργαριτάρια χωρίζονται σε α) φυσικά, β) και γ) τεχνητά μαργαριτάρια.

1.4.1 Φυσικά μαργαριτάρια



Εικόνα 1.3: Επιφάνεια και φυσικού και καλλιεργημένου μαργαριταριού (www.shecypearljewelry.com)

Όλα τα είδη δίθυρων μαλακίων είναι ικανά να δημιουργήσουν μαργαριτάρια, αλλά μόνο μερικά μπορούν να εκκρίνουν ένα μαργαρώδες επίστρωμα που έχει την ελκυστική μαργαριταρένια λαμπρότητα των πολύτιμων αυτών λίθων (http://www.absolutepearls.co.uk). Τα φυσικά μαργαριτάρια (Εικ. 1.3), η δημιουργία τον οποίων αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, είναι εξαιρετικά σπάνια και για τον εντοπισμό ενός αξιοποιήσιμου, χρειάζεται να ανοιχτούν τουλάχιστον δεκάδες αν όχι χιλιάδες άτομα δίθυρων μαλακίων.

Μπορούν να διαιρεθούν περαιτέρω σε μαργαριτάρια του θαλασσινού νερού και μαργαριτάρια του γλυκού νερού (από ποτάμια, λίμνες κλπ.).

1.4.2 Καλλιεργημένα μαργαριτάρια

Τα καλλιεργημένα μαργαριτάρια (θαλασσινού ή γλυκού νερού) (Εικ. 1.3) δημιουργούνται όπως ακριβώς και τα φυσικά, μόνο που σε αυτή την περίπτωση, το ξένο σωματίδιο που συνήθως είναι ένα κομμάτι ιστού από το μανδύα ενός άλλου μαλακίου μόνο του (θαλασσινού νερού) ή μαζί με ένα κομμάτι θρυμματισμένου οστράκου (γλυκού νερού), τοποθετείται με ανθρώπινη παρέμβαση κατόπιν μιας πολύπλοκης μεθόδου στο δίθυρο μαλάκιο (http://www.absolutepearls.co.uk).

Τα μαργαριτάρια του θαλασσινού νερού είναι στρογγυλότερα και ακριβότερα από αυτά του γλυκού νερού τα οποία καλλιεργούνται σε μια τεράστια ποικιλία μορφών και χρωμάτων, προσφέροντας μεγαλύτερο ενδιαφέρον και μεταβλητότητα (http://www.absolutepearls.co.uk).

Πρωτοπόροι οι Κινέζοι έβαζαν μικρά αγαλματάκια του Βούδα στα μαλάκια του γλυκού νερού *Cristaria plicata*, μέχρι να καλυφθεί η επιφάνειά τους από μάργαρο. Έχοντας αυτό υπόψη του, ο Σουηδός νατουραλιστής Carl Gustar Von Linne το 1760, προσπάθησε μη επιτυχώς, να καλλιεργήσει στρογγυλά μαργαριτάρια, σπρώχνοντας από μια τρύπα το εμφύτευμα με ασημένιο σύρμα. Εκατό χρόνια μετά, ο επιστήμονας Kokichi Mikimoto (1858-1954) βασισμένος στην πατέντα του οδοντογιατρού Otokichi ο οποίος είχε τυλίξει με μανδύα άλλου μαλακίου το εμφύτευμα, δένοντάς το με μετάξι και τοποθετώντας το με τη βοήθεια ειδικά διαμορφωμένων χειρουργικών εργαλείων μέσα στον μανδύα του οστράκου, καλλιέργησε με επιτυχία, το πρώτο στρογγυλό μαργαριτάρι γράφοντας το όνομά του στην ιστορία (Γαρμπής, 2008).

1.4.2.1 Τύποι μαργαριταριών

Σύμφωνα με τις ιστοσελίδες www.mikimotoamerica.com και www.tasaki.co.jp, τα καλλιεργημένα μαργαριτάρια διακρίνονται ως εξής:

Μαργαριτάρια Akoya

Εικόνα 1.4: Μαργαριτάρι Akoya στο όστρακο *Pinctada fucata* (www.mikimoto-pearl-museum.co).

Τα μαργαριτάρια Akoya (Εικ. 1.4) παράγονται από τα στρείδια Akoya (*Pinctada fucata*) στην Ιαπωνία. Το μέγεθός τους μπορεί να ποικίλει μεταξύ 3 και 10 mm και είναι ανάλογο με το μέγεθος του στρειδιού. Το χρώμα τους μπορεί να είναι λευκό, κρεμώδες, ροδαλό, πράσινο, ασημένιο και χρυσό. Τα μαργαριτάρια Akoya είναι γνωστά για την υψηλή λαμπρότητα και το πλούσιο χρώμα τους.

Άσπρα μαργαριτάρια Νότιας θάλασσας

Αυτά είναι μεγάλου μεγέθους μαργαριτάρια και προέρχονται από το μεγαλύτερο είδος στρειδιών *Pinctada maxima* (Εικ. 1.5) που η διάμετρός τους μπορεί να φτάσει μέχρι 20-30 cm. Εμφανίζεται φυσικά μόνο στα θερμά τροπικά νοτιοειρηνικά νερά της Arafura θάλασσας (από τη βόρεια Αυστραλία), της ανατολικής και βόρειας Ινδονησίας, των Φιλιππίνων, της Μαλαισίας, της Myanmar και της βόρειας Ταϊλάνδης. Το χρώμα των μαργαριταριών της Νότιας Θάλασσας καθορίζεται από τους διαφορετικούς τύπους στρειδιών. Τα άσπρα μαργαριτάρια παράγονται από τα στρείδια με ασημένια όψη στο περίγραμμά τους και τα χρυσά μαργαριτάρια παράγονται από τα στρείδια με χρυσοκίτρινο περίγραμμα. Το θερμό, φυσικό χρυσό χρώμα τους λέγεται ότι είναι σπανιότερο από ότι ο χρυσός ο ίδιος. Γίνονται μεγαλύτερα από 10 mm στη διάμετρο, και μερικά αυξάνονται μέχρι 16-17 mm, με βάρος περίπου 7 g.

Εικόνα 1.5: *Pinctada maxima* με το μαργαριταρι του (www.mikimoto-pearl-museum.co).

Μαύρα μαργαριτάρια της Νότιας Θάλασσας

Εικόνα 1.6: Μαύρο μαργαριτάρι της Νότιας Θάλασσας στο *Pinctada margaritifera* (www.mikimoto-pearl-museum.co).

Τα μαργαριτάρια αυτά παράγονται από τα μεγαλόσωμα στρείδια *Pinctada margaritifera* (Εικ. 1.6) με μαύρο περίγραμμα οστράκου (διάμετρος 10-20 cm). Κατοικούν στις τροπικές και υποτροπικές θάλασσες. Στην Ιαπωνία, εμφανίζονται στην πλευρά του Ειρηνικού από τη Οκινάουα μέχρι το Nanki. Καλλιεργούνται κυρίως στη Μικρονησία και την Πολυνησία, αλλά η πλειονότητα αυτής της καλλιέργειας πραγματοποιείται στην Ταϊτή. Η διάμετρος των μαργαριταριών είναι περίπου 8-15 mm, ενώ το χρώμα τους συνδυάζει τους μπλε, πράσινους και ιώδεις τόνους. Μπορεί να χρειαστούν δώδεκα έτη για την συγκομιδή τους για να συλλέξει κάποιος αρκετά μαύρα μαργαριτάρια που να ταιριάζουν στο μέγεθος, τη μορφή και το χρώμα για να δημιουργήσει ένα κόσμημα.

Μαργαριτάρια του γλυκού νερού

Αυτά καλλιεργούνται συνήθως στις λίμνες και τους ποταμούς της Κίνας (Biwa και Kasumigaura) χρησιμοποιώντας τα μύδια *Hyriopsis cumingi* και *Hyriopsis schlegelii* (Εικ. 1.7) και ένα υβρίδιο των δύο ειδών ως "οικοδεσπότες" ή γενικότερα από τα μαλάκια "triagular clams". Τα όστρακα αυτά φτάνουν 15-25 cm διάμετρο. Τουλάχιστον δέκα έως δεκατέσσερα μαργαριτάρια μπορούν να καλλιεργηθούν σε ένα μύδι. Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό αυτών των μαργαριταριών είναι ότι δεν έχουν κανέναν πυρήνα, και αποτελούνται καθαρά από τα στρώματα μαργάρου, μέχρι το κέντρο τους. Η απουσία ενός πυρήνα σημαίνει ότι αυτά τα μαργαριτάρια μπορούν να πάρουν μια ευρεία ποικιλία μορφών όπως: ρυζιού, σταγονιδίου, κουμπιού, σφαιριδίου του γλυκού νερού μαργαριτάρια κλπ.. Επίσης, είναι ιδιαίτερα ποικίλα στο χρώμα όπως λευκό, πορτοκάλι και πορφυρό. Γενικότερα μόνο τα μαργαριτάρια του γλυκού νερού μπορούν να προσφέρουν ευρύ φάσμα μεγεθών (2-10 mm).

Εικόνα 1.7: Μαργαριτάρια του γλυκού νερού *Hyriopsis schlegelii* (www.mikimoto-pearl-museum.co).

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα πρώτα εμπορεύσιμα μαργαριτάρια γλυκού νερού δημιουργήθηκαν το 1928 στην Ιαπωνία, στη λίμνη Biwa (Γαρμπής, 2008).

Εκτός όμως από τα προαναφερόμενα είδη μαργαριταριών, σύμφωνα με την ιστοσελίδα www.pearl-guide.com, υπάρχουν και τα παρακάτω είδη:

Μαργαριτάρια Cortez

Εικόνα 1.8: *Pteria sterna* με φυσικό μαργαριτάρι (www.perlas.com)

Αυτά προέρχονται από τα στρείδια *Pinctada mazatlanica* και *Pteria sterna* (Εικ. 1.8) τα οποία καλλιεργούνται στον κόλπο της Καλιφόρνιας. Το μέγεθός τους κυμαίνεται από 8-14 mm σε διάμετρο και μόνο το 5 % της συγκομιδής μπορεί να ξεπεράσει τα 10 mm. Συνήθως έχουν σχήμα μπαρόκ ή ημι-μπαρόκ και σπανιότερα στρόγγυλο (βλ. Εικ. 1.20). Τέλος το χρώμα τους μοιάζει με του ουράνιου τόξου και αυτό γιατί κυμαίνεται από τους θερμούς και δροσερούς τόνους του άσπρου, ασημένιου, γκρίζου, χάλκινου ως και του μαύρου με διάφορους τόνους από πράσινο, πορφυρό, μπλε, χρυσό και ιώδες.

Μαργαριτάρια Mabe

Είναι ημισφαιρικά διαμορφωμένα μαργαριτάρια που αυξάνονται στο εσωτερικό του κελύφους των στρειδιών, και όχι μέσα στον ιστό τους (Εικ. 1.9). Τα mabes εμφανίζονται περιστασιακά στη φύση. Αντίθετα, τα καλλιεργημένα mabes αυξάνονται σκόπιμα, με τη χρησιμοποίηση ενός ημισφαιρικού πυρήνα και με την εμφύτευσή του στο όστρακο του στρειδιού. Τα μαργαριτάρια αναπτύσσονται έπειτα σε ημισφαιρική μορφή, με μια επίπεδη πλάτη. Στο στρείδι ένα μαργαριτάρι mabe θεωρείται πραγματικά ένα ημισφαιρικό μαργαριτάρι που μοιάζει με φουσκάλα. Αφότου έχει αναπτυχθεί το μαργαριτάρι αυτό, επεξεργάζεται για να γίνει ένα μαργαριτάρι mabe. Ο πυρήνας αφαιρείται και έπειτα αντικαθίσταται με ρητίνη. Το πίσω μέρος του μαργαριταριού καλύπτεται έπειτα με ένα κομμάτι από μάργαρο για να ολοκληρωθεί το μαργαριτάρι mabe.

Εικόνα 1.9: *Pteria Penguin* με ένα μαργαριτάρι mabe (www.mikimoto-pearl-museum.co).

Μαργαριτάρια Conch

Εικόνα 1.10: Μαργαριτάρια Conch (www.shecypearljewelry.com)

Τα μαργαριτάρια Conch (Εικ. 1.10) δεν περιέχουν καμία στρώση μάργαρου, δεν είναι πραγματικά μαργαριτάρια. Αντ' αυτού, οι πολύτιμοι αυτοί λίθοι είναι ασβεστούχες συμπήξεις, παρόμοιες με τις πέτρες των νεφρών στους ανθρώπους. Παράγονται από το μεγαλύτερο θαλάσσιο σαλιγκάρι (*Strombus gigas*), το οποίο ζει στη θάλασσα της Καραϊβικής κοντά στη νότια Φλόριντα. Κανένας δεν έχει επινοήσει ακόμα μια μέθοδο καλλιέργειας για μαργαριτάρια conch. Επομένως το καθένα είναι φυσικό μαργαριτάρι εξαιρετικά σπάνιο και πολύτιμο. Υπολογίζεται ότι μόνο ένα σε 10.000 άτομα σαλιγκαριών παράγει ένα μαργαριτάρι, και ότι λιγότερο από το 10 % έχουν την ποιότητα των πολύτιμων λίθων. Τα μαργαριτάρια Conch είναι συνήθως μικρά στο μέγεθος (3 mm) και έχουν σχήμα μπαρόκ ή οβάλ. Τα χρώματά τους είναι γενικά ροδαλά, κίτρινα, καφετιά, άσπρα ή χρυσά. Το ροζ είναι το κυρίως χρώμα, ενώ το λευκό και καστανό είναι σχετικά σπάνιο.

Μαργαριτάρια Melo

Εικόνα 1.11: Όστρακο του *Melo melo* περιβάλλεται από διάφορα μαργαριτάρια Melo (en.wikipedia.org)

Όπως και τα μαργαριτάρια Conch έτσι και τα Melo είναι φυσικές ασβεστούχες συμπήξεις από το θαλάσσιο σαλιγκάρι *Melo melo* (Εικ. 1.11), το οποίο βρίσκεται στα νερά της Θάλασσας της Νότιας Κίνας, ως τα πιο νότια και δυτικά της Σιγκαπούρης και τη Θάλασσα Ανταμάν. Είναι πολύ μεγάλα. Ένα από τα μεγαλύτερα που ανακαλύφθηκαν είχε σχεδόν το μέγεθος μιας μπάλας του γκολφ. Τα χρώματα των μαργαριταριών κυμαίνονται από μαύρα ως καστανά, με το πορτοκαλί να είναι το πιο σύνηθες χρώμα. Επίσης όπως το μαργαριτάρι conch, το χρώμα θεωρείται ότι εξασθενεί με την πάροδο του χρόνου. Τα μαργαριτάρια Melo είναι εξαιρετικά σπάνια. Αν και οι ερευνητές προσπαθούν να τα καλλιεργήσουν, κανένας δεν το έχει πετύχει ακόμα. Έτσι όλα τα

μαργαριτάρια Melo είναι φυσικά. Αν και αυτά τα μαργαριτάρια ήταν γνωστά και συλλέγονται στην Ασία εδώ και πολλά χρόνια, μόνο πρόσφατα έχουν εισαχθεί στη δύση.

- **Μαργαριτάρια Abalone**

Εικόνα 1.12: Μαργαριτάρι Abalone (www.ehow.com)

Τα μαργαριτάρια αυτά θεωρούνται από πολλούς τα ομορφότερα στον κόσμο, και είναι επίσης από τα σπανιότερα. Είναι φυσικά μαργαριτάρια που βρίσκονται στο γαστερόποδο *Haliotis* (αυτί της θάλασσας). Το χρώμα τους είναι συνήθως ιριδίζον μπλε και έχουν τη μορφή κεράτου (Εικ. 1.12).

- **Μαργαριτάρια Scallop (χτενιών)**

Εικόνα 1.13:Μαργαριτάρια Scallop (www.allnaturalpearls.com)

Τα μαργαριτάρια (Εικ. 1.13) αυτά είναι ασβεστούχες συμπτύξεις και προέρχονται από ένα δίθυρο μαλάκιο γνωστό ως «Mano de Leon», ή «πόδι του λιονταριού του Ειρηνικού», το *Nodipecten subnodosus* (Εικ. 1.14). Αυτό το όστρακο έχει πάρει το όνομά του λόγω της μοναδικής μορφής του κοχυλιού του, το οποίο μοιάζει με το πόδι ενός λιονταριού. Είναι είδος χτενιού που ζει στα παράκτια νερά της Βόρειας-Κεντρικής Αμερικής και συνήθως βρίσκονται στις ακτές της Μπάχα στην Καλιφόρνια. Αυτά τα φυσικά μαργαριτάρια που βρίσκονται μέσα στον οργανισμό είναι συνήθως συμμετρικά. Υπάρχουν σε διάφορα σχήματα όπως κουμπιά, κυκλικά, σταγόνες, και οβάλ και το μέγεθος τους μπορεί να είναι από σπόρος και να φτάνει και τα 40 καράτια. Αυτά τα μαργαριτάρια είναι υποπροϊόντα της συγκομιδής των οστράκων στις άγριες περιοχές και είναι πολύ σπάνια.

Εικόνα 1.14: *Nodipecten subnodosus* (www.sbnature.org)

Εκτός όμως από τα παραπάνω είδη η Elisabeth Strack το 2006 στο βιβλίο «Μαργαριτάρια» έχει καταγράψει τα είδη των διθύρων του θαλασσινού (Πιν. 1.1) και του γλυκού νερού (Πιν. 1.2) που παράγουν εμπορικά μαργαριτάρια.

Πίνακας 1.1: Συστηματικές ομάδες και θαλάσσια είδη δίθυρων που παράγουν εμπορικά μαργαριτάρια (Strack, 2006).

Οικογένεια	Γένος	Είδος
Arcidae	*Arca* L., 1758	*Arca noae* L., 1758
Mytilidae	*Mytilus* L., 1758	*Mytilus edulis* L., 1758
	Perna Retzius, 1788	*Perna viridis* (L., 1758) *Perna canaliculus* (Gmelin, 1791)
Malleidae	*Malleus* Lamarck, 1799	*Malleus malleus* L., 1758 *Malleus albus* Lamarck, 1819
Pteriidae	*Pinctada Roding,* 1798	*Pinctada radiata* (Leach, 1814) *Pinctada anomioides* (Reeve, 1857) *Pinctada martensii* (Dunker, 1857) *Pinctada shimizuensis* S. K. u. R. Wada, 1953 *Pinctada nigra* (Gould, 1850) *Pinctada maculata* (Gould, 1850) *Pinctada capensis* (Sowerby, 1872) *Pinctada chemnitzii* (Philippi, 1849) *Pinctada albino* (Lamarck, 1819) *Pinctada margaritifera* (L., 1758) *Pinctada mazatlanika* (Hanley, 1855) *Pinctada maxima* (Jameson, 1901)
	Pteria	*Pteria sterna* (Gould, 1851) *Pteria penguin* (Roding, 1798) *Pteria colympus* (Roding, 1798) *Pteria longisquamosa* (Dunker, 1852) *Pteria hirundo* (L., 1758)
Pinnidae	*Pinna* L., 1758	*Pinna nobilis L., 1758*
	Artina Gray, 1842	*Artina vexillum* (Born, 1778) *Artina tuberculosa* (Sowerby, 1872)
Pectinidae	*Pecten* Muller, 1776	*Pecten maximus* (L., 1758) *Pecten sinensis* Sowerby, 1842 *Pecten albicans* Schroter, 1802
	Lyropecten Roding, 1798	*Lyropecten subnodosus* (Sowerby, 1835)
Spondylidae	*Spondylus* L., 1758	*Spondylus americanus* Hermann, 1781 *Spondylus princeps* Broderip, 1833 *Spondylus gaederopus L., 1758* *Spondylus calcifer*
Placunidae	*Placuna* Lightfoot, 1786	*Placuna placenta* (L., 1758) *Placuna sella* (Gmelin, 1791)
Ostreidae	*Ostrea* L., 1758	*Ostrea edulis* L., 1758
Tridacnidae CITES 2	*Tridacna* Bruguiere, 1797	*Tridacna gigas*(L., 1758) *Tridacna squamosa* (Lamarck, 1819)
	Hippopus Lamarck, 1799	*Hippopus hippopus* (L., 1758)
Venaridae	*Chione* Muhlfeld, 1811	*Chione paphia* (L., 1767)
	Mercenaria Schumacher, 1817	*Mercenaria mercenaria* (L., 1758)

Πίνακας 1.2. Αριθμός ειδών δίθυρων γλυκού νερού που παράγουν εμπορικά μαργαριτάρια (Strack, 2006).

Οικογένεια	Αριθμός ειδών
Margaritiferidae Handerson, 1929	7
Unionidae	117

1.4.3 Διάκριση φυσικών και καλλιεργημένων μαργαριταριών

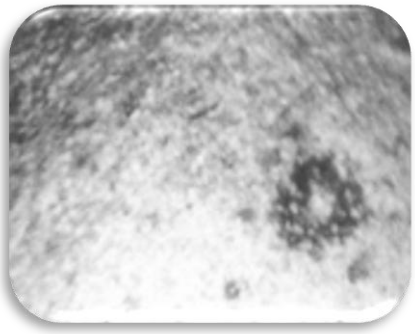
Τα καλλιεργημένα μαργαριτάρια είναι και αυτά πραγματικά μαργαριτάρια, που αυξάνονται μέσα στα στρείδια με τον ίδιο τρόπο όπως τα φυσικά μαργαριτάρια. Η διαφορά είναι, ότι στην περίπτωση των καλλιεργημένων μαργαριταριών, ο καλλιεργητής μαργαριταριών υποκινεί σκόπιμα την ανάπτυξη του μαργαριταριού με την παρεμβολή ενός πυρήνα στο στρείδι. Κατά συνέπεια, ο σχηματισμός και η ανακάλυψη του μαργαριταριού δεν αφήνονται πλέον στην τύχη.

Το μόνο κοινό που έχουν τα φυσικά με τα καλλιεργημένα μαργαριτάρια είναι τα δυο ή τρία εξωτερικά στρώματά τους (http://www.pearl-guide.com) (Εικ. 1.16).

Εικόνα 1.16: Απεικόνιση πραγματικού και τεχνητού μαργαριταριού σε διατομή ή σε ακτίνα Χ (www.p-g-a.org).

Πρέπει να σημειωθεί ότι η καλλιέργεια των μαργαριταριών ακόμα και σήμερα που γίνεται με επιστημονικά μέσα και με απόλυτη μυστικότητα, αποδίδει εμπορικά αξιοποιήσιμα μαργαριτάρια περίπου το 50 % των ποσοτήτων και μόνο το 10 % είναι υψηλής ποιότητας. Ο δε χρόνος καλλιέργειας για μια καλή ποιότητα αγγίζει τα τρία χρόνια (Γαρμπής, 2008).

1.4.4 Τεχνητά μαργαριτάρια



Εικόνα 1.17: Επιφάνεια τεχνητού μαργαριταριού (www.p-g-a.org/ pearls.html)

Τα τεχνητά μαργαριτάρια (Εικ. 1.17) κατασκευάζονται από γυαλί ή πλαστικό και τα πιο επιτυχημένα και γνωστά είναι της Μαγιόρκα. Τα πανάκριβα χωρίς λόγο μαργαριτάρια Μαγιόρκα είναι κατασκευασμένα από μια στρογγυλή χάντρα, η οποία έχει επιστρωθεί πολλές φορές με μια ουσία που ονομάζεται «essent di orrient» (Γαρμπής, 2008) (ουσία της Ανατολής) και την οποία εφεύρε ένας Γάλλος ονόματι Jacquin και προέρχεται από λέπια ψαριών και πιο συγκεκριμένα από λέπια ρέγγας ή σολομού (www.pearls.co.uk).

Μια ακόμη μέθοδος πιο οικονομική για τα τεχνητά μαργαριτάρια είναι η επένδυση πλαστικών χαντρών με ακρυλικό χρώμα.

1.4.5 Μέθοδοι διαχωρισμού φυσικών, καλλιεργημένων και τεχνητών μαργαριταριών

Με την παραγωγή φυσικών, καλλιεργημένων και τεχνητών μαργαριταριών από το 1920 και μετέπειτα, χρειάστηκε να αναπτυχθούν πολλοί τρόποι και πολλές μέθοδοι για να διαχωρίζεται ο τύπος των μαργαριταριών, όπως είναι (Strack, 2006):

- ✓ το οπτικό μικροσκόπιο
- ✓ το ενδοσκόπιο
- ✓ οι συσκευές δοκιμής μαργαριταριών των R. Nacken και G. Jaeger
- ✓ οι υπεριώδες λάμπες (φθορισμός κάτω από το υπεριώδες φως)
- ✓ οι ακτίνες X
- ✓ η υπέρυθρη φασματοσκοπία
- ✓ η φασματοσκοπία κατά Raman
- ✓ η μέθοδος με οξύ
- ✓ η ενεργοποίηση των νετρονίων και
- ✓ η δοκιμή με τα δόντια.

Παρόλα αυτά η καλύτερη μέθοδος διάκρισης μεταξύ των φυσικών, καλλιεργημένων και τεχνητών μαργαριταριών είναι η τεχνολογία ακτίνας Χ (www.pearls.com).

1.4.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά μαργαριταριών

Κάθε μαργαριτάρι που συλλέγεται είναι τόσο διαφορετικό και μεμονωμένο όσο ένα δακτυλικό αποτύπωμα. Υπάρχουν πέντε φυσικοί παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα των μαργαριταριών:

- **Στιλπνότητα**. Αναφέρεται στην γυαλιστερή αντανάκλαση της επιφάνειας του μαργαριταριού, και διαβαθμίζεται (Εικ. 1.18) ανάλογα με την λάμψη και τη δυνατότητα αντανάκλασης του φωτός. Όσο πιο καλή η κρυσταλλοποίηση του μάργαρου τόσο καλύτερη η στιλπνότητα του μαργαριταριού. Η στιλπνότητα αποτελεί σημαντικό κριτήριο αξιολόγησης μαργαριταριών (www.i-do.gr).

Εικόνα 1.18: Διαβάθμιση στιλπνότητας μαργαριταριών (http://markhallacy.net/shane/pearls/pearls.html)

- **Καθαρότητα**. Όπως οι πολύτιμες πέτρες, έτσι και τα μαργαριτάρια έχουν φυσικά ελαττώματα. Όσο καθαρότερη είναι η επιφάνεια ενός μαργαριταριού τόσο πιο πολύτιμο είναι. Με την καθαρότητα εννοείται το μέγεθος και ο αριθμός λεκέδων ή εξογκωμάτων στην επιφάνειά του. Η απόλυτη τελειότητα δημιουργείται εντελώς τυχαία και είναι εξαιρετικά σπάνια (www.i-do.gr).
- **Χρώμα**. Το χρώμα ενός μαργαριταριού είναι γενετικά καθορισμένο από το ίδιο το όστρακο. Παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το χρώμα είναι κυρίως περιβαλλοντικοί όπως ο τύπος των ορυκτών και μεταλλευμάτων που υπάρχουν στο νερό. Τα χρώματα (Εικ. 1.19) που συνήθως αξιολογούνται από εκτιμητές μαργαριταριών είναι το λευκό, το ροδαλό, το ασημόχρωμο, το μαύρο και το κρεμώδες (www.i-do.gr).

Εικόνα 1.19: Συνήθη χρώματα μαργαριταριών (http://markhallacy.net/shane/pearls/pearls.html)

- **Σχήμα.** Το πιο περιζήτητο σχήμα μαργαριταριού είναι το σφαιρικό, αλλά τα τέλεια στρόγγυλα μαργαριτάρια είναι σπάνια και ταυτόχρονα τα πλέον πολύτιμα.

  Οι συνήθεις κατηγορίες σχημάτων (Εικ. 1.20) είναι:

  - στρόγγυλο, ημιστρόγγυλο,
  - σταγονόμορφο,
  - επίμηκες ωοειδές,
  - κυκλικό,
  - ημιακονόνιστο (ημιμπαρόκ),
  - ακανόνιστο (μπαρόκ),
  - ημιστρόγγυλο και
  - ωοειδές

Εικόνα 1.20: Σχήματα μαργαριταριών (http://markhallacy.net/shane/pearls/pearls.html)

- **Μέγεθος**. Το μέγεθος των μαργαριταριών (Εικ. 1.21) μετράται σε χιλιοστά της μικρότερης διαμέτρου. Τα πιο συνηθισμένα μεγέθη κυμαίνονται μεταξύ 4,0-8,5 mm διάμετρο. Μεγάλα μαργαριτάρια (πάνω από 10 mm) είναι πολύ σπάνια και πολύ ακριβά. Επίσης σπάνια μαργαριτάρια θεωρούνται αυτά μέχρι 2 mm (www.i-do.gr).

Εικόνα 1.21: Μεγέθη μαργαριταριών σε mm (http://markhallacy.net/shane/pearls/pearls.html)

1.4.7 Θεραπευτικές ιδιότητες μαργαριταριών

Τα μαργαριτάρια πέρα από την χρήση τους ως κόσμημα, έχει διαπιστωθεί ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην καθημερινότητα των ανθρώπων και ως ιατρικά ή φαρμακευτικά βοηθήματα και όχι μόνο. Μετά από ειδική επεξεργασία που γίνεται για να απομονωθεί το ασβέστιο, παρασκευάζονται με αυτό οδοντόκρεμες, κρέμες προσώπου και ταμπλέτες ασβεστίου. Στην Ιαπωνία και στην Κίνα μπορεί να πάρει κανείς ταμπλέτες ασβεστίου από καλλιεργημένα μαργαριτάρια ως ιατρικό συμπλήρωμα, καθώς ωφελεί τα δόντια, τα μαλλιά, τα νύχια, κάνει καλό στην πηκτικότητα του αίματος και στα οστά (Γαρμπής, 2008).

Το στοιχείο που προσδίδει καλλυντικές ιδιότητες στο μαργαριτάρι είναι ένα βιοενεργό μείγμα από πρωτεΐνες, το οποίο προσφέρει δύναμη, τόνωση και θρέψη τόσο στο δέρμα όσο και στα μαλλιά. Περιέχει, επίσης, φυσικά ενυδατικά συστατικά, βιταμίνη Β και πολυσακχαρίτες (www.vita.gr).

Είναι πρώτης τάξεως ασβέστιο για προβλήματα οστεοπόρωσης και οστεοπενίας σε στοιχεία, την λεγόμενη «Νόσο του Paget». Λέγεται χαρακτηριστικά ότι ο Mikimoto κατάπινε ένα με δυο θρυμματισμένα μαργαριτάρια την ημέρα για όλη του τη ζωή. Είναι επίσης από τα καλύτερα γυναικεία «αντικαταθλιπτικά», αφού γεμίζει αυτή που τα φοράει με γοητεία, ευτυχία και ομορφιά, κοσμώντας το σώμα της. Στην Ιαπωνία μετά από όλες τις χρήσεις για καλλυντικά και φαρμακευτικά προϊόντα, τα κελύφη που απομένουν θάβονται για λίπασμα και έτσι γίνεται η τελική ανακύκλωση του μαργαριταριού (Γαρμπής, 2008).

Οι Ινδοί πίστευαν ότι τα μαργαριτάρια φέρνουν εσωτερική γαλήνη στο σώμα και το πνεύμα ενώ για τους λαούς της Ασίας ήταν μεταξύ των άλλων και ένα θαυματουργό φάρμακο για τις παθήσεις των ματιών, της καρδιάς και τον πυρετό.

1.4.8 Σκοπός και αντικείμενο της έρευνας

Στη φύση όλα τα όστρακα δυνητικά παράγουν μαργαριτάρια. Ορισμένα από αυτά παράγουν εμπορικά μαργαριτάρια ενώ τα υπόλοιπα μη εμπορικά φυσικά μαργαριτάρια. Μη εμπορικά μαργαριτάρια μπορεί κανείς να βρει και στον πετροσωλήνα *Lithophaga lithophaga* (Linnaeus, 1758). Η Βιολόγος Σοφία Γαληνού - Μητσούδη, στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής της με τίτλο «Βιολογία και οικολογία του πετροσωλήνα *Lithophaga lithophaga* (Linnaeus, 1758) στον Ευβοϊκό

κόλπο», μελετώντας το εδώδιμο αυτό δίθυρο μαλάκιο εντόπισε μαργαριτάρια. Αυτά τα μαργαριτάρια πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως υλικό μελέτης στην παρούσα εργασία.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των μαργαριταριών του πετροσωλήνα με στόχο να αναλυθεί το μαργαριτοφόρο φορτίο που έχει εντοπιστεί στο δίθυρο *Lithophaga lithophaga*, μετρώντας ορισμένους παράγοντες οι οποίοι αφορούν στην παρουσία και τη δυναμική τους καθώς και σε ορισμένα χαρακτηριστικά όπως είναι το χρώμα, το μέγεθος και το σχήμα των μαργαριταριών.

Η ποσοτική μελέτη των φυσικών μαργαριταριών του πετροσωλήνα γίνεται για πρώτη φορά σε διεθνές επίπεδο.

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1 Ο Πετροσωλήνας

Παρακάτω δίνονται μερικές γενικές πληροφορίες για το συγκεκριμένο είδος όπως έχουν καταγραφεί στην προαναφερόμενη διατριβή (Γαληνού-Μητσούδη 1994).

Ο πετροσωλήνας ή πετροσέλινο ή χουρμάς (date mussel) *Lithophaga lithophaga* (Linnaeus, 1758) (Εικ. 2.1) έχει σύμφωνα με τους Scarlato & Starobogatov (1984) και Barnes (1987), την παρακάτω συστηματική κατάταξη :

Φύλο	Mollusca
Κλάση	Bivalvia
Τάξη	Mytiloida
Οικογένεια	Lithophagidae
Γένος	*Lithophaga*
Είδος	*L.lithophaga*

Εικόνα 2.1: *Lithophaga lithophaga* (www.nmr-pics.nl)

Ο πετροσωλήνας είναι ένας διηθηματοφάγος – αιωρηματοφάγος οργανισμός (Morton 1983), ζει μόνιμα μέσα σε βιοδιαβρωσιγενή οπή (φωλιά) που τη διανοίγει περιοδικά σε βραχώδη ασβεστολιθικά υποστρώματα προς το εσωτερικό των βράχων. Το σχήμα του, όπως και η βιοδιαβρωσιγενής οπή του, είναι επίμηκες, ατρακτοειδές με αποστρογγυλεμένα άκρα. Οι δύο θυρίδες είναι ίσες και ενώνονται με τον ελαστικό σύνδεσμο που δε φέρει οδόντωση. Το όστρακο είναι σχετικά λεπτό, έχει εξωτερικά το χρώμα του μελιού ανοιχτό ως σκούρο, αρκετά φωτεινό ενώ εσωτερικά έχει ανοιχτό μαργαρώδες χρώμα που ιριδίζει.

Συναντάται σε όλη τη Μεσόγειο σε βάθος μέχρι και τα 100 m, αλλά αφθονεί στη μεσοπαραλιακή και ανώτερη υποπαραλιακή ζώνη (Fischer et al. 1987). Στην Ελλάδα και ιδιαίτερα στο Ν. Αιγαίο η ύπαρξή του αναφερόταν μέχρι την Εύβοια, αλλά οι Koukouras et al. (1985), το εντόπισαν στην Κασσάνδρα Χαλκιδικής (στη βάση του σπόγγου *Spongia officinalis*, επεκτείνοντάς την έτσι και στο Β. Αιγαίο καθώς επίσης και σε άλλες περιοχές όπως στο Θερμαϊκό, στη Σιθωνία Χαλκιδικής και στις Β. Σποράδες.

Ο Ευβοϊκός κόλπος όμως είναι αυτός που έχει αναφερθεί σε πανιδικές εργασίες και από πολλούς ερευνητές (Παναγιωτόπουλος 1916, Belloc 1948,

Anonymous 1963, Koroneos 1979 κ.ά.) ως η πιο γνωστή περιοχή για την ύπαρξη του πετροσωλήνα σ' αυτόν.

2.2 Περιοχή μελέτης

Οι πετροσωλήνες που έφεραν μαργαριτάρια συλλέχθηκαν από τον Ευβοϊκό κόλπο ο οποίος χωρίζεται σε Βόρειο και Νότιο Ευβοϊκό από τον Πορθμό του Ευρίπου και έχει μήκος 60 m, πλάτος 40 m και βάθος 8 m. Ορίζεται Ανατολικά από τις Δυτικές ακτές της Εύβοιας, Δυτικά από τις ακτές των Νομών Φθιώτιδας, Βοιωτίας και Αττικής, Βόρεια από τη νήσο Στρογγυλή (όριο με το Μαλιακό Κόλπο) και Νότια, τη νήσο Καβαλιανή (όριο με τον Κόλπο Πεταλιών) (Γαληνού-Μητσούδη, 1994).

Η παράκτια μορφολογία της περιοχής σε συνδυασμό με τη θέση του παλιρροϊκού κέντρου του Αιγαίου, έχουν ως αποτέλεσμα την εκδήλωση ιδιόμορφου παλιρροϊκού ρεύματος. Στη κορύφωση του φαινομένου η ταχύτητα του ρεύματος μπορεί να φτάσει και τα 9 ναυτικά μίλια/ h**.** Η ροή των ρευμάτων εξαρτάται ολοκληρωτικά από τη σελήνη και έχει άμεση σχέση με την διάρκεια κάθε σεληνιακού μήνα**.** Η φυσιολογική ροή του ρεύματος προς μια κατεύθυνση διαρκεί έξι ώρες**.** Αμέσως μετά ακολουθεί ένα διάστημα δέκα περίπου λεπτών, όπου τα νερά παραμένουν στάσιμα. Μετά αλλάζουν κατεύθυνση και κινούνται εντελώς αντίθετα για διάρκεια επίσης έξι ωρών. Μια άλλη ενδιαφέρουσα επισήμανση του παλιρροϊκού αυτού φαινομένου του Ευρίπου που καταδείχνει τη θαυμαστή νομοτέλεια της φύσης είναι ότι τις περιόδους ισημερίας (21η Μαρτίου και 22α Σεπτεμβρίου), τα ρεύματα αλλάζουν αμέσως κατεύθυνση, χωρίς τη στασιμότητα των δέκα λεπτών περίπου, όπως συμβαίνει όλες τις υπόλοιπες μέρες του χρόνου (www.eviapress.gr).

Η ύπαρξη του ισχυρού αυτού παλιρροϊκού ρεύματος είναι αναμενόμενο να προκαλεί ιδιαίτερες συνθήκες για τους οργανισμούς που είναι εγκατεστημένοι στην περιοχή επίδρασής του. Ένας από αυτούς τους οργανισμούς είναι και ο πετροσωλήνας ο οποίος κάτω από αυτές τις συνθήκες μπορεί να εξασφαλίσει περισσότερη τροφή με μικρότερη κατανάλωση ενέργειας (Γαληνού-Μητσούδη, 1994).

2.3 Παράμετροι

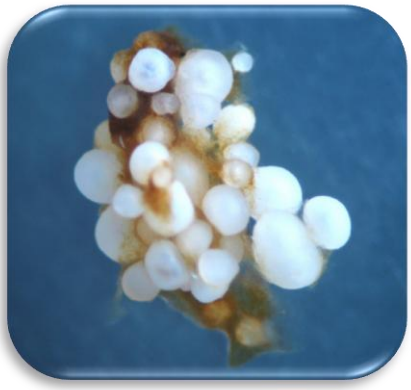
Για τη συλλογή των πετροσωλήνων έγιναν δειγματοληψίες από 16 σταθμούς στο Βόρειο και Νότιο Ευβοϊκό κόλπο από δύο βάθη (0-1 και 1-2 m). Σε έναν από τους 16 σταθμούς, το σταθμό 1, έγιναν 21 μηνιαίες δειγματοληψίες σε έξι βάθη (0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 και 5-6 m) την άνοιξη και το καλοκαίρι του 1989. Πετροσωλήνες βρέθηκαν στους σταθμούς από 1-15, δηλαδή στο σταθμό 16 δεν βρέθηκαν όστρακα. Τα μαργαριτάρια αφού απομονώθηκαν, φυλάχθηκαν για περαιτέρω έρευνα.

Εικόνα 2.2: Χάρτης Ευβοϊκού κόλπου με τους σταθμούς δειγματοληψίας (lyk-kastell.att.sch.gr).

Το υλικό που παραχωρήθηκε για τη μελέτη αυτή αφορούσε στα παραπάνω συλλεγμένα μαργαριτάρια ανά μαργαριτοφόρο άτομο πετροσωλήνα, καθώς επίσης και τα εξής δεδομένα:

- **Μήνας δειγματοληψίας**
- **Σταθμός δειγματοληψίας**
- **Βάθος σταθμού (m)**
- **Μήκος οστράκου (cm)**
- **Ξηρό βάρος σάρκας μυδιού (g)**
- **Βάρος πεπτικού συστήματος μυδιού (g)**
- **Βάρος γονάδας μυδιού (g)**
- **Ξηρό βάρος σώματος μυδιού (Ξηρό βάρος σάρκας μυδιού + Βάρος πεπτικού συστήματος μυδιού + Βάρος γονάδας μυδιού) (g)**
- **Ολικό ξηρό βάρος μυδιού (gr)**
- **Πλήθος μαργαριταριών / άτομο πετροσωλήνα για μέρος μόνο του υλικού**
- **Θέση μαργαριταριού επάνω στο σώμα του οστράκου ως εξής:**
    - ✓ Μανδύας πρόσθια (ΜΠ)
    - ✓ Πρόσθιος διαβρωτικός αδένας (ΠΔΑ)
    - ✓ Πρόσθιος προσαγωγός μυς (ΠΠΜ)
    - ✓ Μανδύας κέντρο (ΜΚ)
    - ✓ Ποδομύς (Π)
    - ✓ Μανδύας οπίσθια (ΜΟ)
    - ✓ Οπίσθιος διαβρωτικός αδένας (ΟΔΑ)
    - ✓ Οπίσθιος προσαγωγός μυς (ΟΠΜ)
    - ✓ Μανδύας (Μ)
    - ✓ Ράχη (Ρ)
    - ✓ Διαβρωτικοί αδένες (ΔΑ)

Το κάθε δοχείο με τα μαργαριτάρια, ανοίγονταν προσεκτικά, αφαιρούνταν τα μαργαριτάρια και τοποθετούνταν σε απιονισμένο νερό για λίγα λεπτά μέχρι να μαλακώσουν τυχόν υπολείμματα ιστών (Εικ.2.3) προκειμένου να καθαριστούν τα μαργαριτάρια. Έπειτα με τη βοήθεια στερεοσκοπίου (Olympus) σε κλίμακα μεγέθυνσης x20, γινόταν ο καθαρισμός και οι μετρήσεις παραμέτρων των μαργαριταριών.



Εικόνα 2.3: Μαργαριτάρια προσκολλημένα στον ιστό του μυδιού.

Οι παράμετροι που περιλαμβάνονται στη μελέτη αυτή είναι:

- **Αριθμός μαργαριταριών / άτομο.**

  Για το πλήθος των μαργαριταριών καταγράφηκε ο αριθμός τους για κάθε άτομο πετροσωλήνα. Στην περίπτωση των συσσωματωμάτων μαργαριταριών όπως αυτό της εικόνας 2.4, καταμετρήθηκαν ως ένα μαργαριτάρι αυτής της μορφής.

Εικόνα 2.4: Συσσωμάτωμα

- **Μέγεθος μαργαριταριού.**

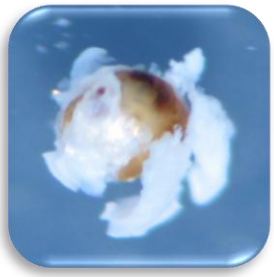
  Το μέγεθος του μαργαριταριού εκφράστηκε ως μέση διάμετρος από μετρήσεις δύο ή τριών διαμέτρων (ανάλογα με το σχήμα του μαργαριταριού), χρησιμοποιώντας την μικρο-κλίμακα του στερεοσκοπίου και την αντιστοίχιση των μετρήσεων αυτών σε κλίμακα αναφοράς (πραγματικές διαστάσεις).

- **Σχήμα μαργαριταριού.**

  Επιλέχτηκε το πλησιέστερο γεωμετρικό σχήμα.

- **Χρώμα μαργαριταριού.**

  Επιδιώχθηκε η καταλληλότερη χρωματική απόδοση. Για παράδειγμα τα γαλακτόμορφα μαργαριτάρια χαρακτηρίστηκαν ως «λευκά», ενώ τα ημιδιάφανα «υπόλευκα». Όσα έχουνε χαρακτηριστεί ως «λευκά με κηλίδα» και «υπόλευκα με πυρήνα», είναι μαργαριτάρια που φαίνεται ο πυρήνας τους (Εικ. 2.5).



Εικόνα 2.5: Μαργαριτάρι που φαίνεται ο πυρήνας του.

- **Άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά.**

  Επίσης έγινε και μία γενική ποιοτική εκτίμηση των μαργαριταριών του πετροσωλήνα για άλλα χαρακτηριστικά όπως η στιλπνότητα και η διαφάνειά τους.

Τέλος από τα δεδομένα και το υλικό που παραχωρήθηκε, βρέθηκε ότι υπήρξαν ορισμένες απώλειες σε υλικό το οποίο σε αυτές τις περιπτώσεις δεν περιέχεται στην ανάλυση των δεδομένων, ή όπου περιέχεται, δεν έχει γίνει η κατάταξή του στο χαρακτηριστικό που εξετάζεται (π.χ. βλ. Εικ. 3.9).

2.4 Επεξεργασία αποτελεσμάτων

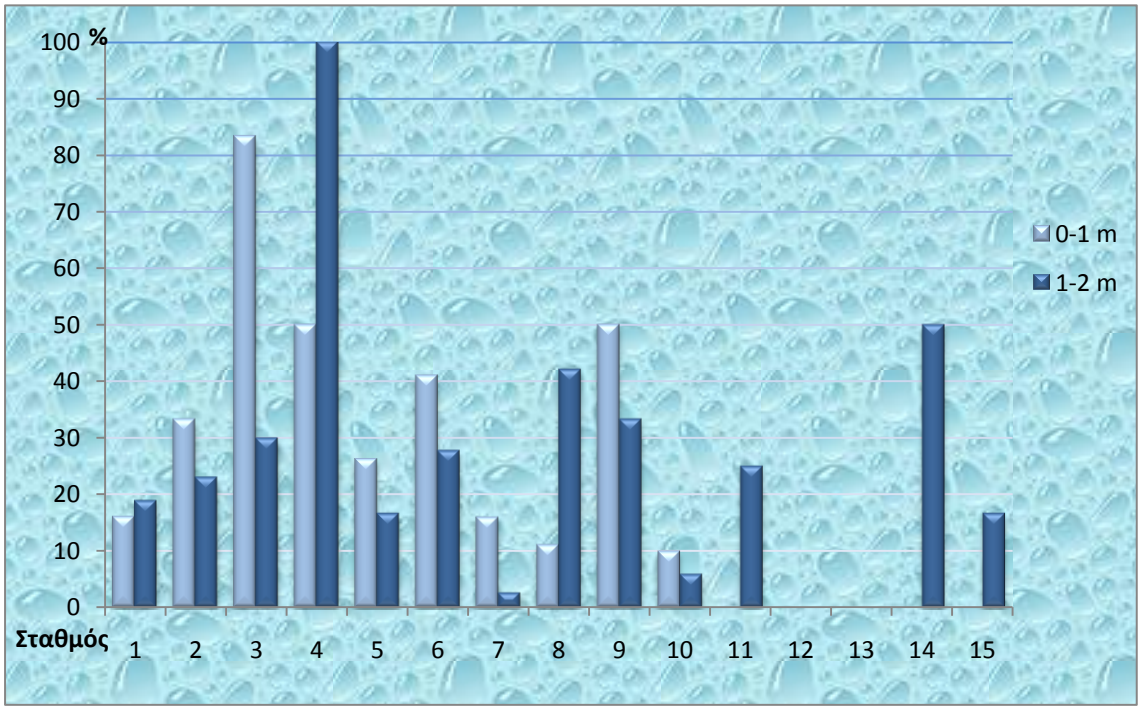
Στη στατιστική επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε το Minitab 14 και το Excel. Οι αναλύσεις έγιναν με την ανάλυση διακύμανσης (ANOVA και έλεγχο Tukey) καθώς και με τη σύγκριση των μέσων για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου.

3 Αποτελέσματα

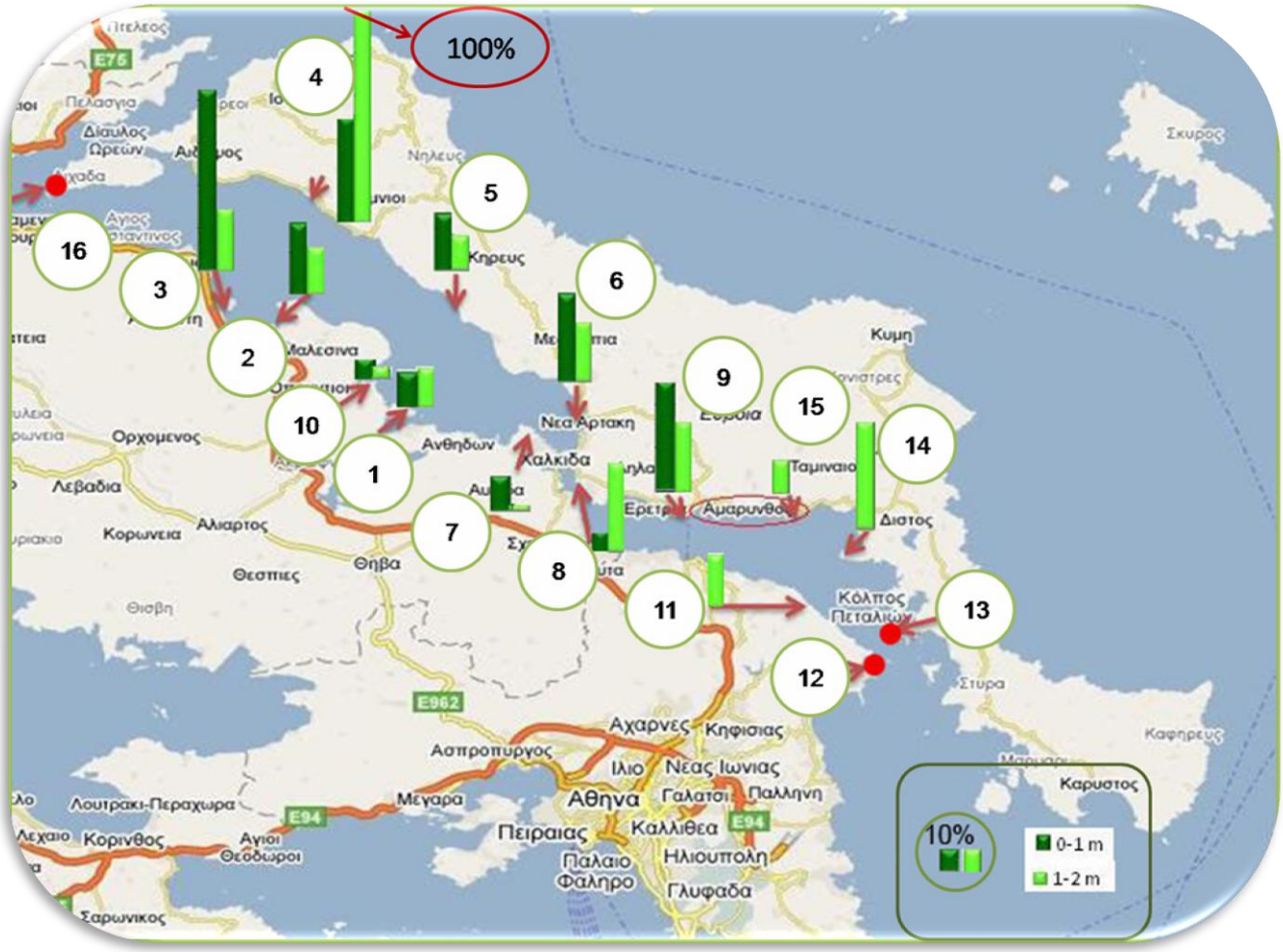
3.1 Μαργαριτοφόρα όστρακα

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2 (Υλικά και Μέθοδοι), από τους 16 σταθμούς, πετροσωλήνες βρέθηκαν στους 15 (Γαληνού-Μητσούδη 1994).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι μαργαριτοφόροι πετροσωλήνες βρέθηκαν στους περισσότερους σταθμούς. Δεν βρέθηκαν στους σταθμούς 12 και 13 του Ν. Ευβοϊκού. Σε σχέση με το βάθος, μαργαριτοφόρα μύδια βρέθηκαν σε όλα τα βάθη στο Β. Ευβοϊκό ενώ στους σταθμούς του Ν. Ευβοϊκού 11, 14 και 15 βρέθηκαν μόνο σε βάθη 1-2 m (Εικ. 3.1 Α). Αντίθετα, στο σταθμό 4 στο βάθος 1-2 m όλοι οι πετροσωλήνες έφεραν μαργαριτάρια και στο βάθος 0-1 m ο μισός πληθυσμός των πετροσωλήνων έφερε μαργαριτάρια, όπως και στο σταθμό 9. Η χωρική κατανομή των μαργαριτοφόρων πετροσωλήνων παρουσιάζεται στον χάρτη της εικόνας 3.1 Β.



Εικόνα 3.1 Α: Συχνότητα κατανομής των μαργαριτοφόρων πετροσωλήνων σε σχέση με τους σταθμούς στα δύο βάθη.



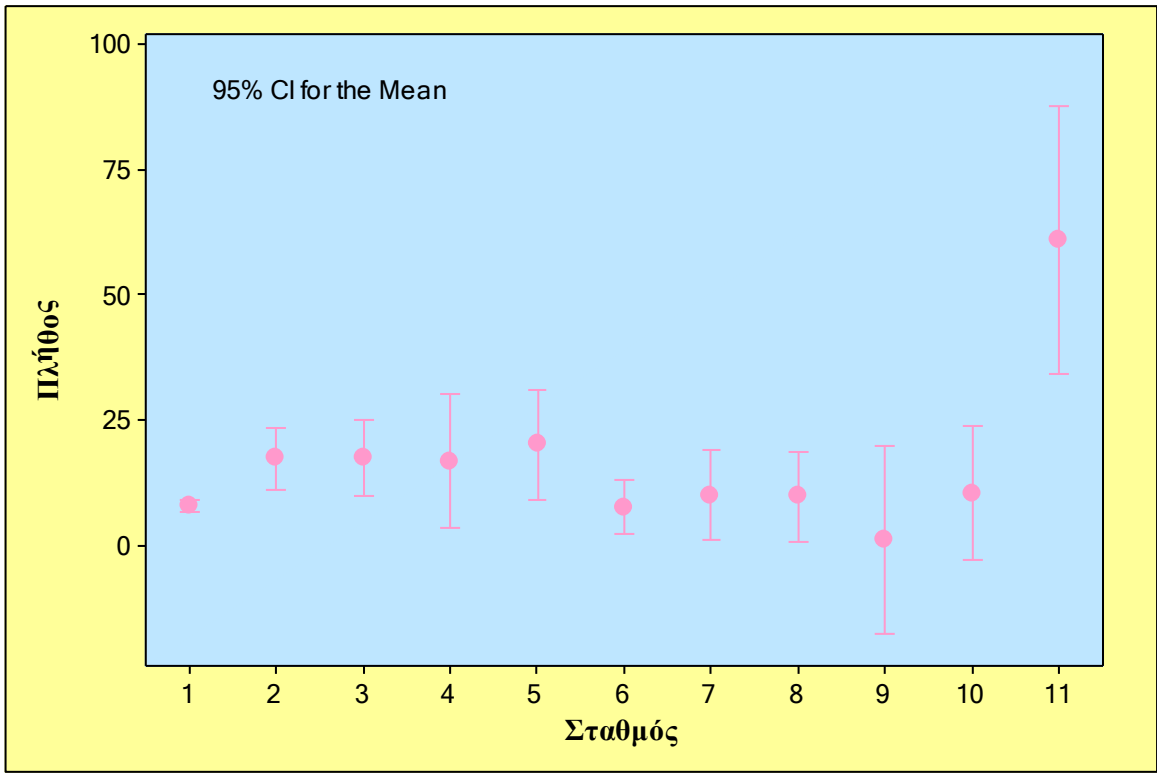
Εικόνα 3.1 Β: Χωρική κατανομή των μαργαριτοφόρων πετροσωλήνων σε σχέση με τους σταθμούς στα δύο βάθη (σταθμοί με κόκκινες βούλες: δεν βρέθηκαν μαργαριτοφόρα όστρακα)

3.2 Πλήθος μαργαριταριών

Σε προηγούμενη ενότητα έγινε αναφορά στο πλήθος των μαργαριταριών που είναι σε θέση να δημιουργήσουν τα δίθυρα. Τα μαργαριτάρια λοιπόν μπορεί να τα συναντήσει κανείς σε όλους τους δίθυρους οργανισμούς, όλων των ειδών με ποικίλο αριθμό ανά άτομο. Υπήρξαν άτομα που έφεραν ένα μόνο μαργαριτάρι π.χ. στο St. 9 και κάποια άλλα βρέθηκαν να έχουν μέχρι και δεκάδες μαργαριτάρια π.χ. στο St 11 (61 μαργαριτάρια). Γενικά το πλήθος των μαργαριταριών στους πετροσωλήνες του Ευβοϊκού (σταθμοί) κυμαίνεται γύρω στα 10-20 μαργαριτάρια / άτομο (Εικ. 3.2).

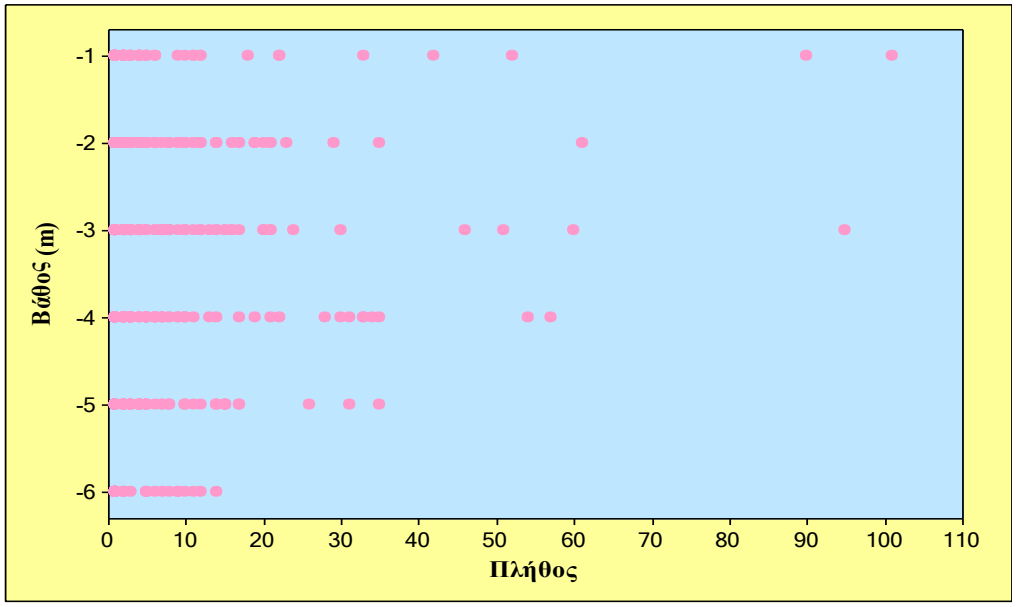
Στατιστική επεξεργασία (ανάλυση διακύμανσης) καθώς και έλεγχος του Tukey, ANOVA-Tukey test για τη σύγκριση του πλήθους των μαργαριταριών στους σταθμούς, πραγματοποιήθηκε μόνο στους σταθμούς που εντοπίστηκαν. Η ανάλυση

έδειξε ότι το πλήθος των μαργαριταριών διαφέρει μεταξύ των σταθμών (P = 0). Ο σταθμός 11 είναι ο μόνος που διαφέρει από τους περισσότερους σταθμούς (1, 6, 7, 8, 9 και 10). Επίσης ο ίδιος σταθμός έχει μεγαλύτερο πλήθος μαργαριταριών από όλους τους άλλους σταθμούς.



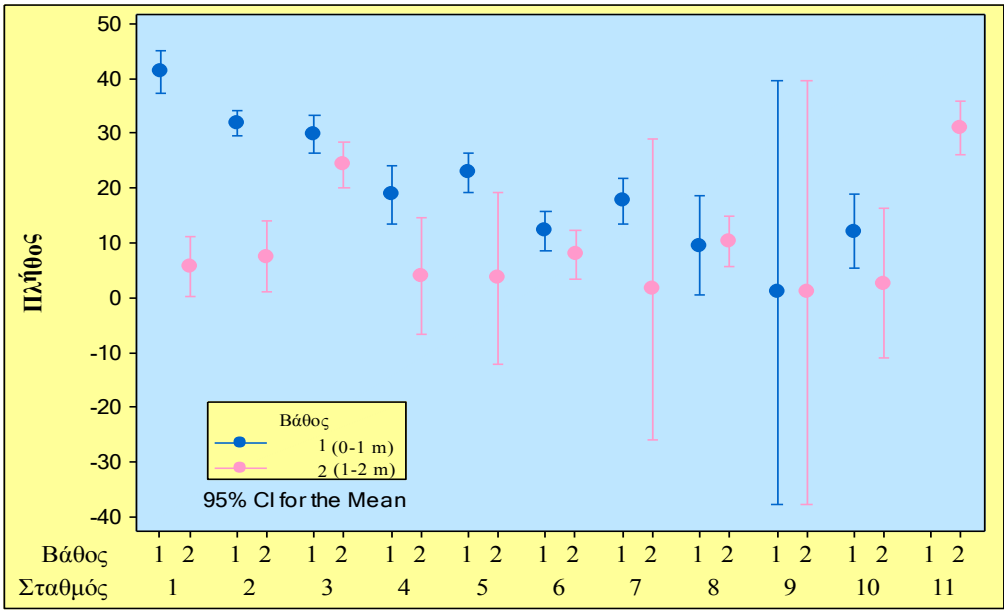
Εικόνα 3.2: Πλήθος μαργαριταριών του πετροσωλήνα για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου στους σταθμούς.

Οι 21 δειγματοληψίες όμως που έγιναν στο σταθμό 1 και σε έξι βάθη, μετά τη στατιστική επεξεργασία που πραγματοποιήθηκε, έδειξε (Εικ. 3.3) ότι τα περισσότερα μαργαριτάρια βρίσκονται στο βάθος 0-1 m και 2-3 m, ενώ τα λιγότερα εντοπίστηκαν σε βάθος 5-6 m.



Εικόνα 3.3: Πλήθος μαργαριταριών σε σχέση με το βάθος στο σταθμό 1.

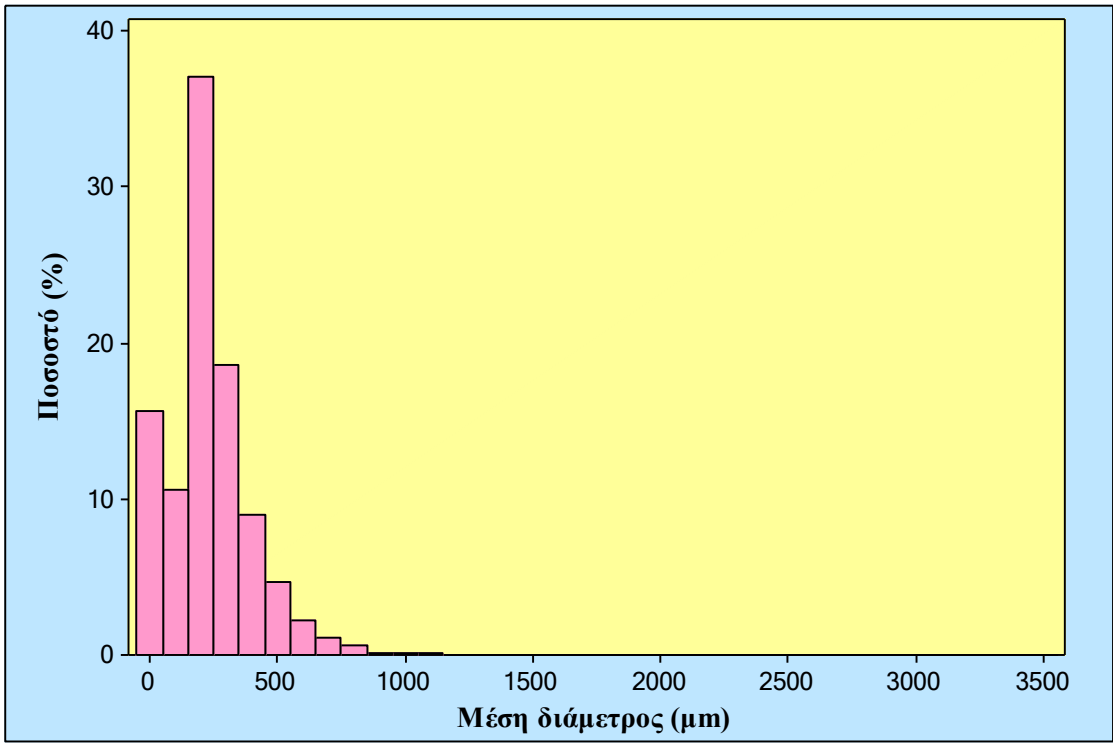
Παρόλα αυτά, το πλήθος των μαργαριταριών στους σταθμούς σε σχέση με το βάθος (Εικ. 3.4), φαίνεται να διαφέρει από σταθμό σε σταθμό στα δύο βάθη της μελέτης (0-1 m και 1-2 m). Παρατηρείται λοιπόν ότι στους σταθμούς 1 και 2 υπάρχουν πιο πολλά μαργαριτάρια στο βάθος 0-1 m από ότι στο βάθος 1-2 m. Στους περισσότερους σταθμούς (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 και 10) το πλήθος των μαργαριταριών δεν διαφέρει στα δύο βάθη. Αντίθετα στο σταθμό 11 φαίνεται να υπάρχουν μαργαριτάρια μόνο στο βάθος 1-2 m. Τα πιο πολλά μαργαριτάρια όπως προαναφέρθηκε εντοπίζονται στο σταθμό 1 και σε βάθος 0-1 m, ενώ στο σταθμό 11 δεν βρέθηκαν μαργαριτοφόρα όστρακα στο βάθος 0-1 m.



Εικόνα 3.4: Μεταβολή του πλήθους των μαργαριταριών για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου στους σταθμούς σε σχέση με το βάθος

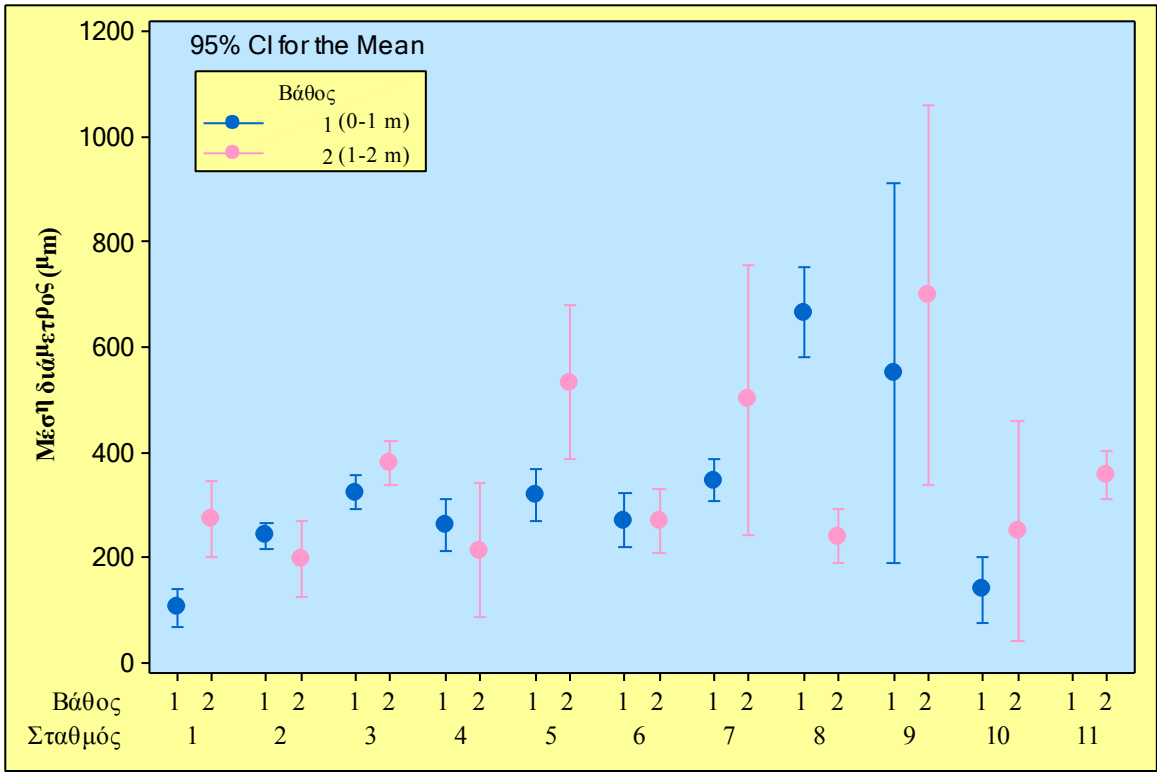
3.3 Μέγεθος μαργαριταριών

Το μέγεθος των μαργαριταριών που βρέθηκαν σε όλους τους σταθμούς και σε όλα τα βάθη κυμαίνεται από 25 μm έως και 1500 μm. Στην εικόνα 3.5 αποτυπώνεται η συχνότητα των μεγεθών των μαργαριταριών. Έτσι το 37 % των δειγμάτων είχαν μέση διάμετρο 150 – 250 μm, το 18 % 250 – 350 μm και γενικότερα η μέση διάμετρος των περισσοτέρων μαργαριταριών βρέθηκε να είναι κάτω από 500 μm.



Εικόνα 3.5: Συχνότητα μεγεθών των μαργαριταριών.

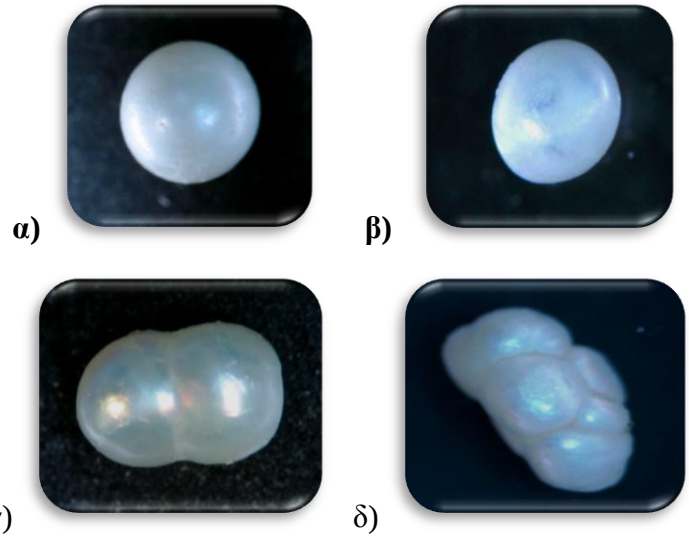
Τέλος, το μέγεθος των μαργαριταριών στους σταθμούς σε σχέση με το βάθος (Εικ. 3.6) φαίνεται να διαφέρει μόνο στο σταθμό 1, 5 και 8. Τα πιο μεγάλα όμως εντοπίζονται κυρίως στους σταθμούς 5, 7 και 9 σε βάθος 1-2 m και στους σταθμούς 8 και 9 σε βάθος 0-1 m. Στο σταθμό 11, δεν βρέθηκαν μαργαριτοφόρα όστρακα στα ρηχότερα νερά (0-1 m).



Εικόνα 3.6: Το μέγεθος των μαργαριταριών στους σταθμούς για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου σε σχέση με το βάθος.

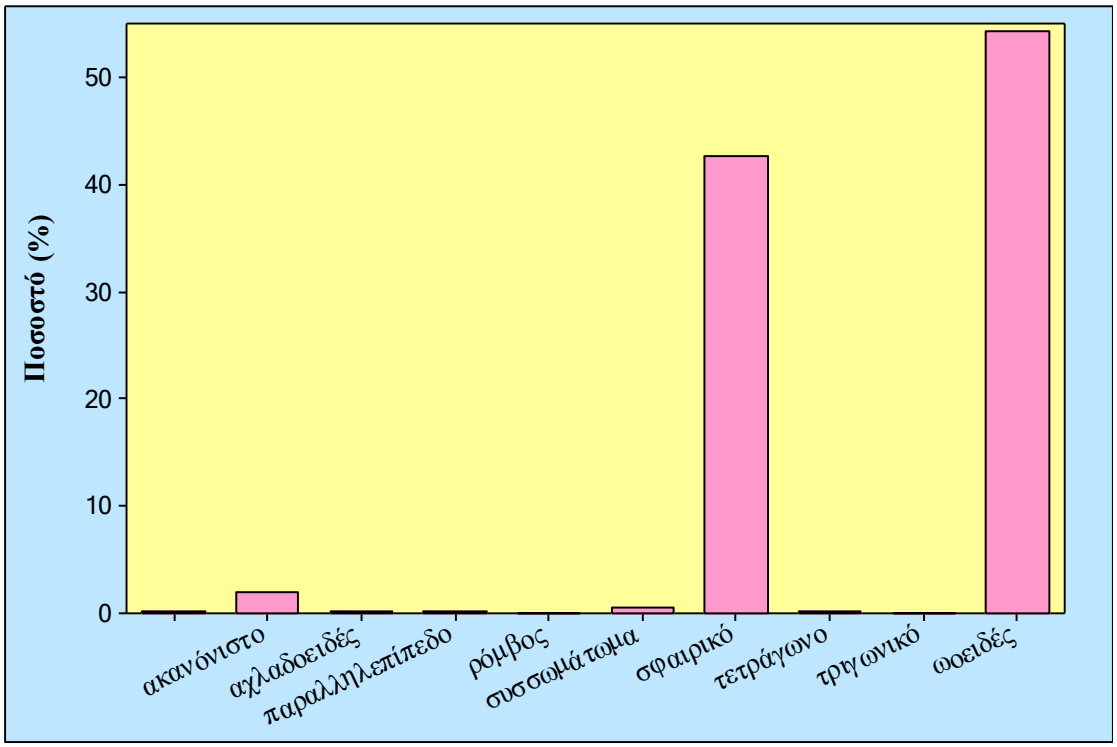
3.4 Σχήματα μαργαριταριών

Τα σχήματα που παίρνουν τα μαργαριτάρια βρέθηκε να είναι ποικίλα (Εικ. 3.7). Αυτά ήταν τα εξής: ακανόνιστο, αχλαδοειδές, παραλληλεπίπεδο, ρόμβος, συσσωμάτωμα, σφαιρικό, τετράγωνο, τριγωνικό και ωοειδές.



Εικόνα 3.7: Κύρια σχήματα μαργαριταριών που βρέθηκαν α) σφαιρικό, β) ωοειδές, γ) και δ) συσσωμάτωμα.

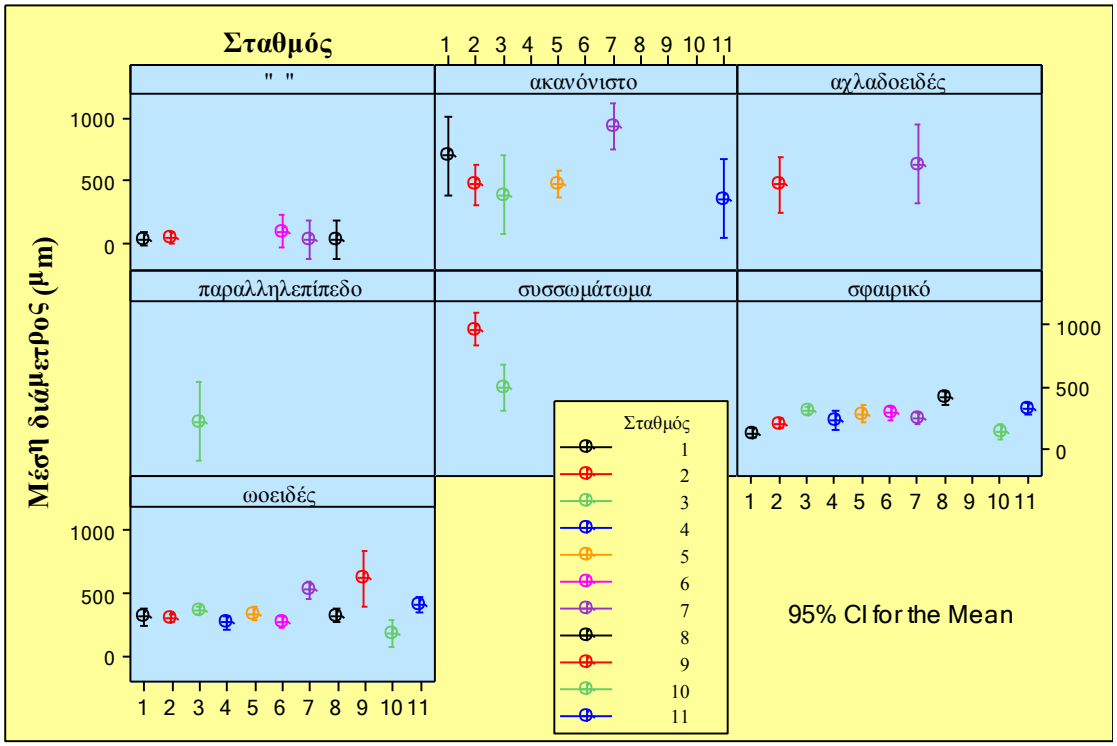
Στην εικόνα 3.8 φαίνεται καθαρά ότι πάνω από τα μισά δείγματα μαργαριταριών είχαν σχήμα ωοειδές, ενώ σφαιρικό βρέθηκε να έχουν επίσης πολύ μεγάλο ποσοστό (43 %) των μαργαριταριών. Αμέσως μετά ακολουθεί το ακανόνιστο σχήμα σε ποσοστό μόλις 2 %, ενώ το ελάχιστο υπόλοιπο ποσοστό (1 %) έφεραν άλλα σχήματα (αχλαδοειδές, παραλληλεπίπεδο ρόμβος, συσσωμάτωμα, τετράγωνο και τριγωνικό).



Εικόνα 3.8: Συχνότητα σχήματος μαργαριταριών.

Όλα τα σχήματα όμως των μαργαριταριών δεν βρέθηκαν σε όλους τους σταθμούς και διέφεραν στα μεγέθη. Αναλυτικότερα και όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.9, τα ακανόνιστα μαργαριτάρια βρέθηκαν στους σταθμούς 1, 2, 3, 5, 7 και 11 όπου τα μεγαλύτερα εντοπίστηκαν στους σταθμούς 1 και 7 ενώ τα άλλα κυμάνθηκαν στο μισό σχεδόν μέγεθος. Τα αχλαδοειδή βρέθηκαν μόνο στους σταθμούς 2 και 7 με σχεδόν ίδιο μέγεθος και στους δύο σταθμούς. Τα παραλληλεπίπεδα εντοπίστηκαν αποκλειστικά στο σταθμό 3. Συσσωματώματα βρέθηκαν στο σταθμό 2 και 3 με τα μαργαριτάρια του σταθμού 2 να έχουν σχεδόν διπλάσιο μέγεθος από εκείνα του σταθμού 3. Τα σφαιρικά εντοπίστηκαν σε όλους τους σταθμούς εκτός από τον 9. Τα μεγαλύτερα βρέθηκαν στον σταθμό 8 αν και σε κανένα σταθμό το μέγεθός τους δεν ξεπέρασε τα 500 μm. Τέλος, τα ωοειδή βρέθηκαν

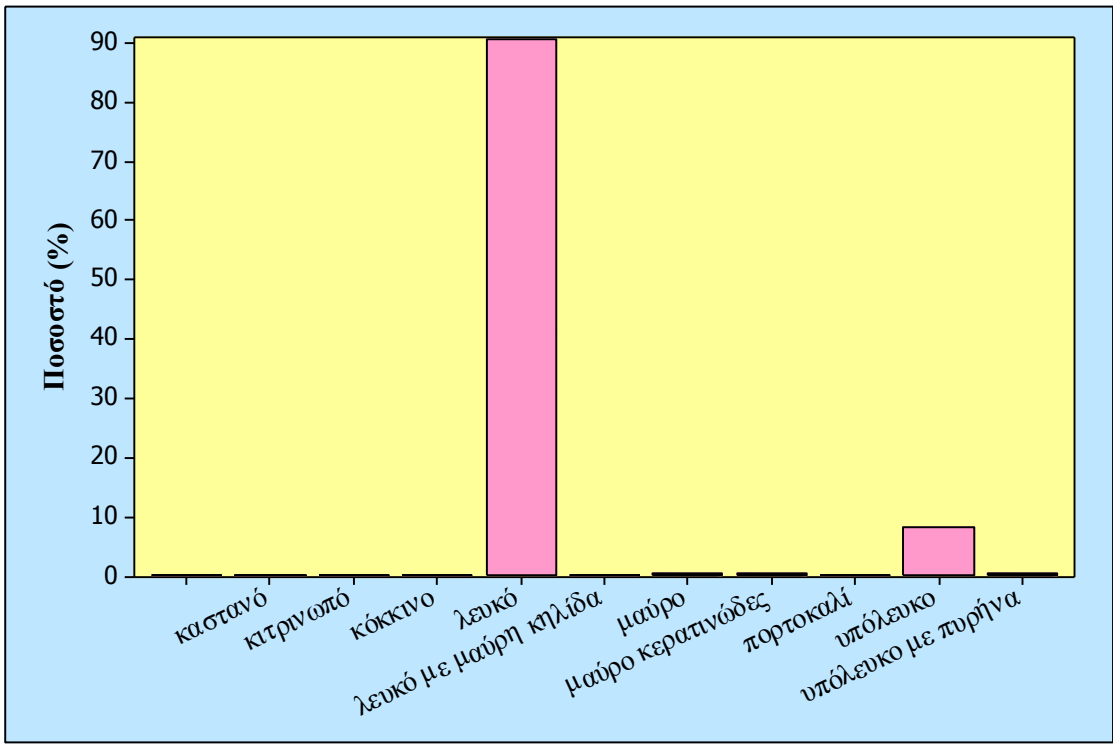
σε όλους τους σταθμούς με τα μεγαλύτερα να είναι στο σταθμό 7 και 9 που ξεπέρασαν τα 500 μm ενώ στους υπόλοιπους σταθμούς το μέγεθος των μαργαριταριών ήταν μικρότερο από 500 μm.



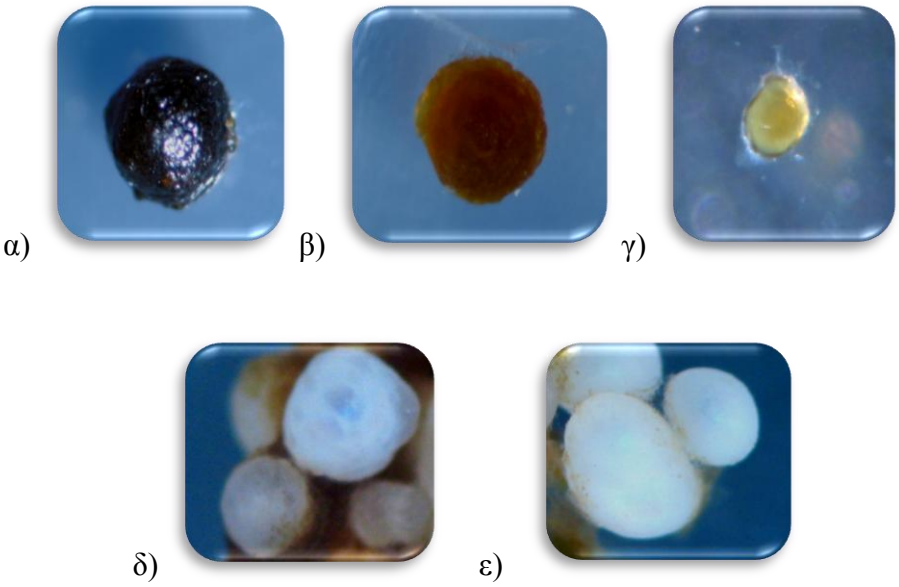
Εικόνα 3.9: Η μέση διάμετρος των σχημάτων στους σταθμούς για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου. ΄΄ ΄΄ : χωρίς κατάταξη

3.5 Χρώματα μαργαριταριών

Όπως τα σχήματα έτσι και τα χρώματα των μαργαριταριών που βρέθηκαν, παρουσίασαν ποικιλότητα. Τα χρώματα που εντοπίστηκαν, είναι τα εξής: λευκά, υπόλευκά, υπόλευκα με πυρήνα, μαύρα, μαύρα κερατινώδες, λευκά με μαύρη κηλίδα, πορτοκαλί, καστανά, κιτρινωπά και κόκκινα. Στην εικόνα 3.10 παρουσιάζεται η συχνότητα των χρωμάτων των μαργαριταριών και ορισμένες χρωματικές κατηγορίες απεικονίζονται στην εικόνα 3.11. Το λευκό χρώμα εντοπίστηκε στο 90 % των μαργαριταριών. Ακολουθεί το υπόλευκο σε ποσοστό 8 % ενώ στο υπόλοιπο ποσοστό των δειγμάτων συγκαταλέγονται τα υπόλοιπα χρώματα (καστανό, κιτρινωπό, κόκκινο, λευκό με μαύρη κηλίδα, μαύρο, μαύρο κερατινώδες, πορτοκαλί και υπόλευκο με πυρήνα), δηλαδή η παρουσία τους ήταν πολύ μικρότερη του 0,5 %.

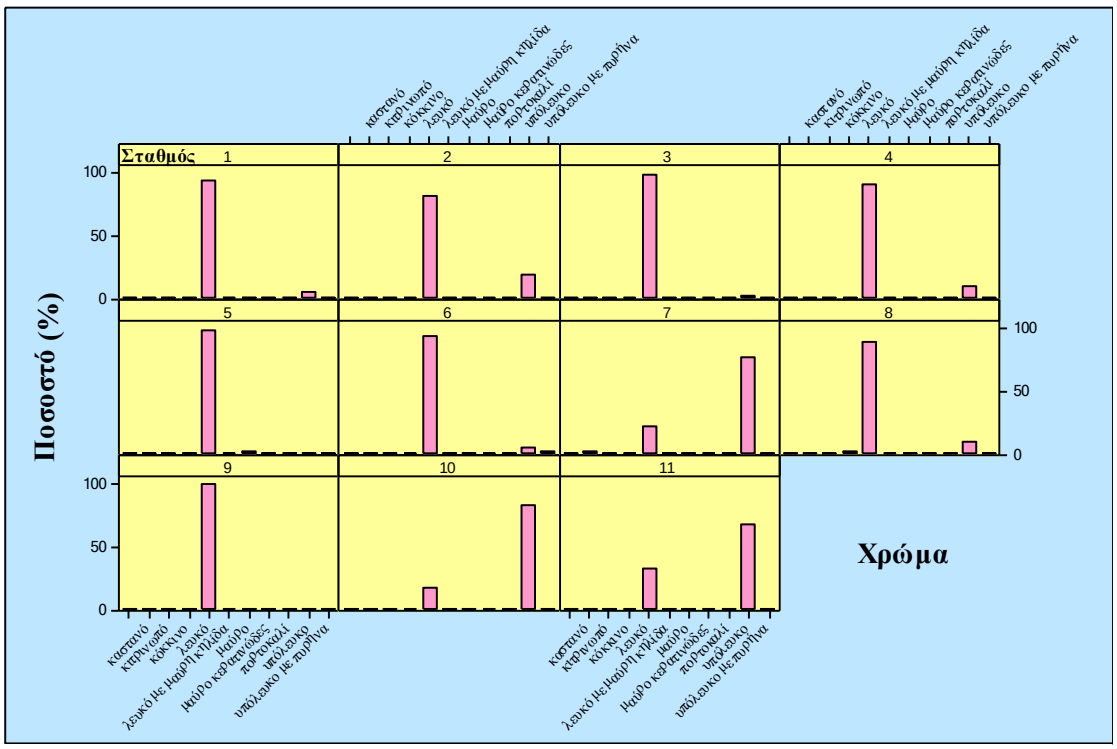


Εικόνα 3.10: Συχνότητα χρωμάτων μαργαριταριών.



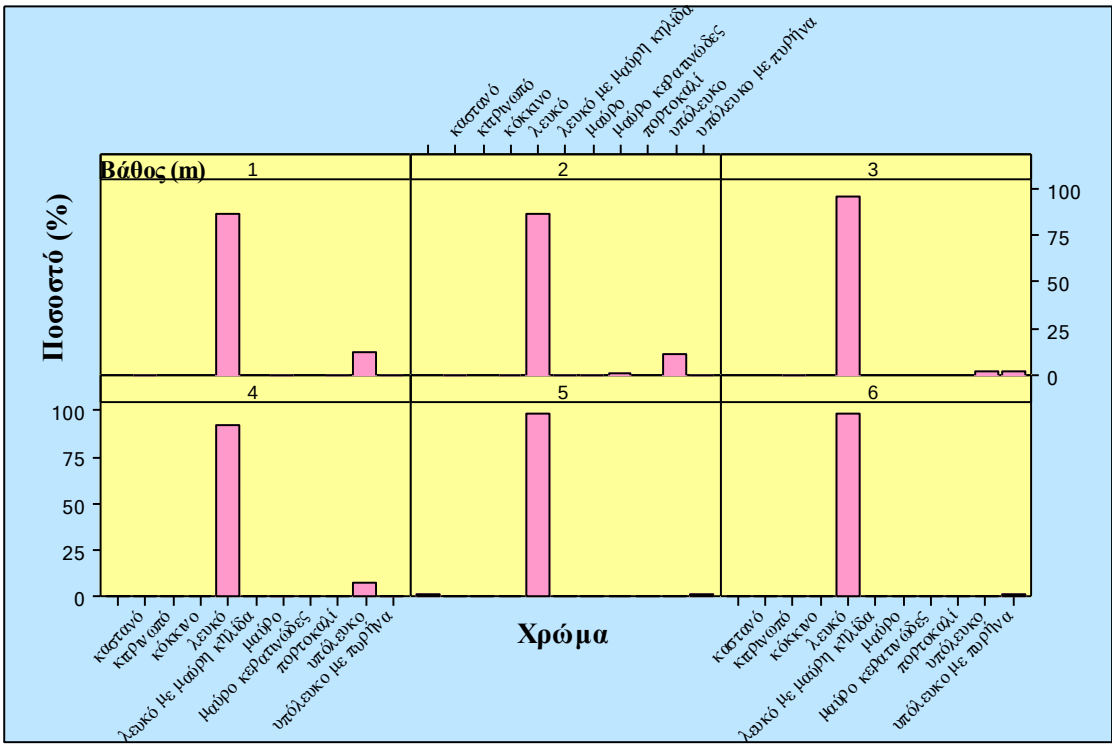
Εικόνα 3.11: Χρώματα μαργαριταριών: α) μαύρο κερατινώδες, β) καστανό, γ) κιτρινωπό, δ) υπόλευκα και ε) λευκά.

Όσον αφορά στη συχνότητα εμφάνισης των χρωμάτων σε κάθε σταθμό, αυτή παρουσιάζεται στην εικόνα 3.12. Στους περισσότερους σταθμούς, το λευκό χρώμα κυριαρχεί ενώ στους σταθμούς 7, 10 και 11 υπερέχει το υπόλευκο χρώμα στα μαργαριτάρια.



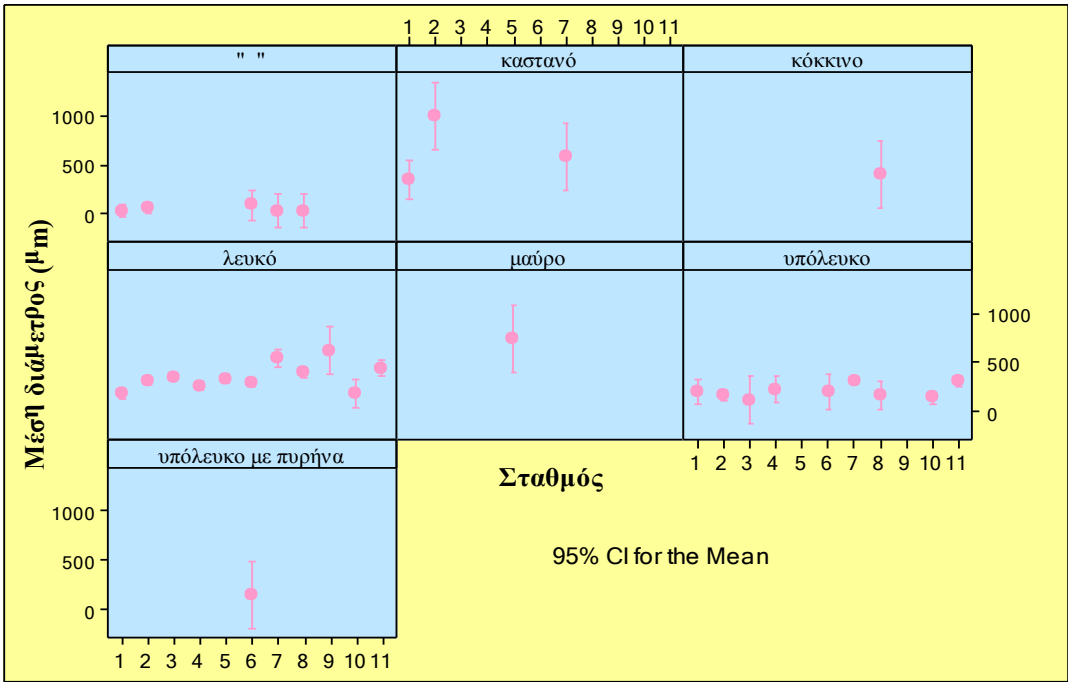
Εικόνα 3.12: Συχνότητα παρουσίασης των χρωμάτων των μαργαριταριών σε κάθε σταθμό.

Μεταξύ των βαθών όμως, η συχνότητα παρουσίας των χρωμάτων των μαργαριταριών (Εικ. 3.13), δεν έχει σχεδόν καμία διαφορά. Σε όλα τα βάθη εντοπίζεται το λευκό χρώμα σε ποσοστό 80-95 % σε όλους τους σταθμούς καθώς και το υπόλευκο χρώμα σε ποσοστό 1-13 %. Η ποσότητα των υπόλοιπων χρωμάτων είναι σχεδόν μηδαμινή.



Εικόνα 3.13: Συχνότητα παρουσίασης των χρωμάτων των μαργαριταριών σε σχέση με το βάθος στο σταθμό 1.

Στην εικόνα 3.14 απεικονίζεται η μέση διάμετρος μόνο της χρωματικής κατηγορίας των μαργαριταριών που μετρήθηκαν στους σταθμούς της παρούσας μελέτης. Παρατηρείται ότι τα σκουρόχρωμα μαργαριτάρια (καστανό, κόκκινο και μαύρο) έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από ότι τα ανοιχτόχρωμα (λευκό, υπόλευκο και υπόλευκο με πυρήνα). Τα λευκά μαργαριτάρια όμως είναι αυτά που εντοπίστηκαν σε όλους τους σταθμούς και τα μεγαλύτερα σε μέγεθος φαίνεται να υπάρχουν κυρίως στους σταθμούς 7 και 9. Αντίθετα, υπόλευκα μαργαριτάρια δεν βρέθηκαν καθόλου στο σταθμό 9 ενώ εντοπίστηκαν σε όλους τους άλλους σταθμούς, το μέγεθος των οποίων δεν ήταν πάνω από 500 μm. Το καστανό χρώμα μαργαριταριών εντοπίστηκε σε τρεις σταθμούς (1, 2 και 7) όπου η μέση διάμετρος των μαργαριταριών του σταθμού 2 είναι η διπλάσια των άλλων, ενώ μαργαριτάρια με χρώμα κόκκινο, μαύρο καθώς και υπόλευκα με πυρήνα εντοπίστηκαν, η κάθε χρωματική κατηγορία, σε έναν μόνο και μάλιστα διαφορετικό σταθμό.



Εικόνα 3.14: Μέση διάμετρος της χρωματικής κατηγορίας των μαργαριταριών για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου στους σταθμούς.

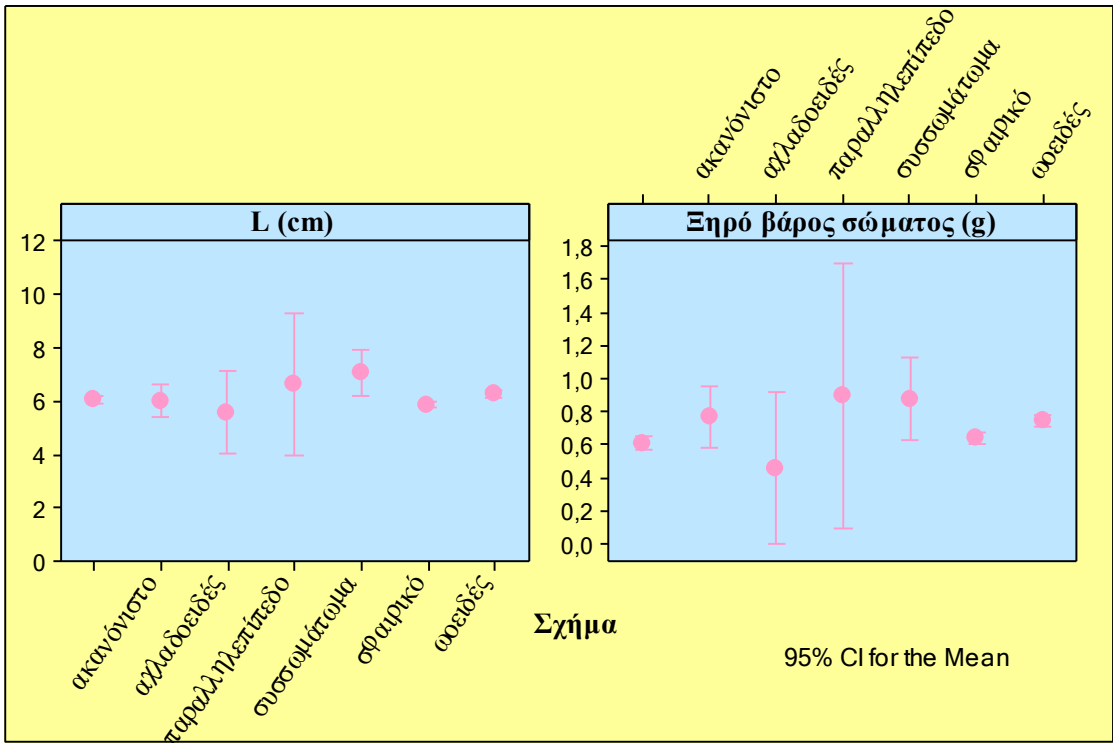
3.6 Τα μαργαριτάρια σε σχέση με τον πετροσωλήνα

Στην εικόνα 3.15 που ακολουθεί, αποτυπώνεται το πλήθος των μαργαριταριών ανά άτομο πετροσωλήνα. Φαίνεται λοιπόν ότι σχεδόν το 75 % των μαργαριτοφόρων μυδιών φέρουν μέχρι 10 μαργαριτάρια. Το 15 % φέρει από 10-20 μαργαριτάρια. Μόλις το 5 % έχει 20-40 μαργαριτάρια και ελάχιστο ποσοστό μυδιών φέρει μέχρι 100, ενώ μόλις το 0,05 % φέρει πάνω από 500 μαργαριτάρια.

Εικόνα 3.15: Συχνότητα κατανομής του πλήθους μαργαριταριών ανά άτομο πετροσωλήνων.

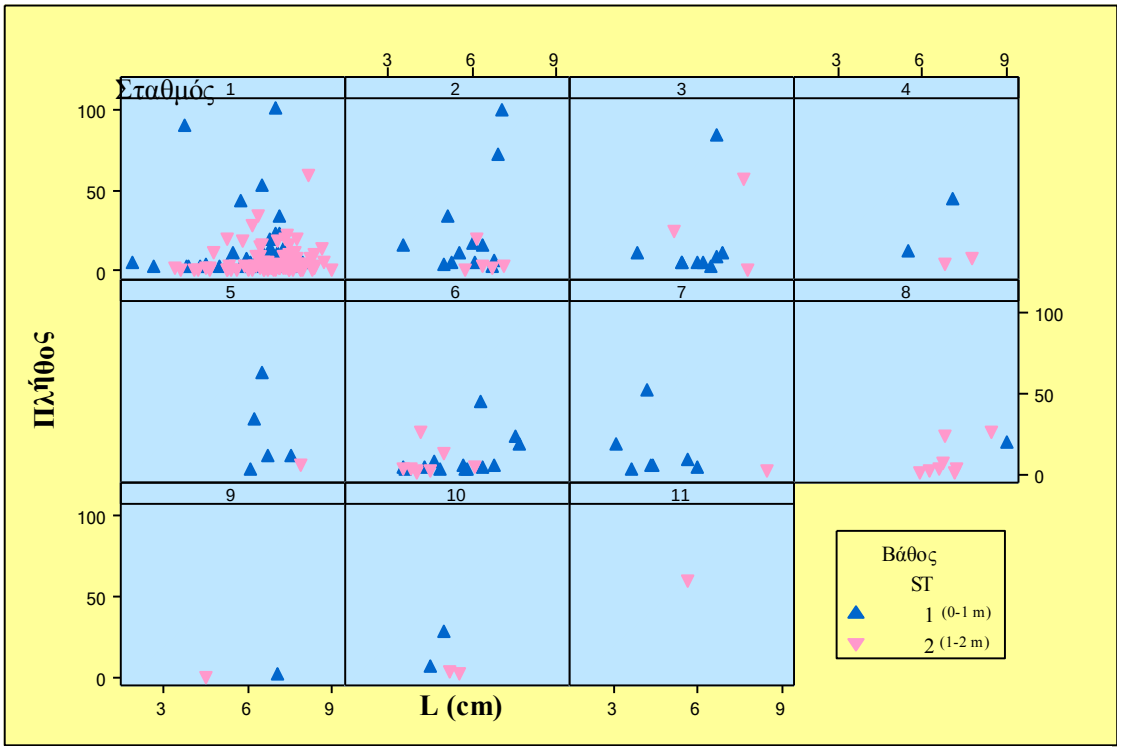
Τα σχήματα των μαργαριταριών σε σχέση με το μήκος των πετροσωλήνων παρουσιάζονται στην εικόνα 16.Α. Παρατηρείται λοιπόν ότι όλα τα σχήματα μαργαριταριών που εντοπίστηκαν, εμφανίζονται σε άτομα πετροσωλήνων που έχουν μέσο μήκος πάνω από 5 cm. Τα συσσωματώματα αλλά και τα παραλληλεπίπεδα μαργαριτάρια βρέθηκαν γενικά σε μεγαλύτερα σε μήκος άτομα πετροσωλήνα (>6 cm).

Το ξηρό βάρος σώματος των πετροσωλήνων σε σχέση με το σχήμα των μαργαριταριών παρουσιάζεται στην εικόνα 16.Β. Παρατηρείται ότι όσα άτομα πετροσωλήνα έφεραν μαργαριτάρια σε αχλαδοειδές σχήμα, είχαν χαμηλότερο ξηρό βάρος σώματος, ενώ όσα όστρακα έφεραν μαργαριτάρια με παραλληλεπίπεδο σχήμα είχαν μεγαλύτερο ξηρό βάρος σώματος.



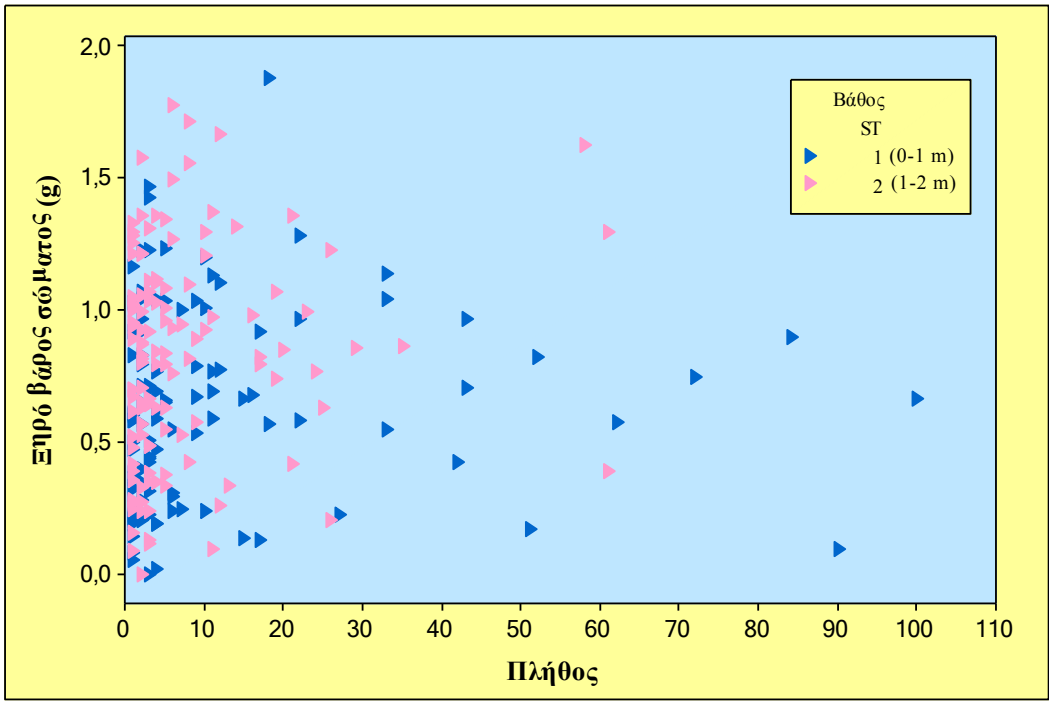
Εικόνα 3.16.Α.: Παρουσία των σχημάτων για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου σε σχέση με το μήκος του μαργαριτοφόρου πετροσωλήνα. Β.: Ξηρό βάρος σώματος για 95 % όρια εμπιστοσύνης του μέσου σε σχέση με το σχήμα των μαργαριταριών.

Όσον αφορά στο πλήθος των μαργαριταριών σε σχέση με το μήκος των μυδιών στα δύο βάθη (Εικ. 3.17), μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι τόσο στο σταθμό 1 όσο και γενικότερα σε όλους τους σταθμούς, στο βάθος 1 όλων των σταθμών, εντοπίζονται τα πιο πολλά μαργαριτάρια. Τα μαργαριτάρια αυτά κυρίως τα φέρουν όστρακα μεγάλου μήκους.



Εικόνα 3.17: Διάγραμμα διασποράς του πλήθους των μαργαριταριών σε σχέση με το μήκος των μυδιών στα δύο βάθη.

Τέλος, το πλήθος των μαργαριταριών φαίνεται να μην επηρεάζει το βάρος του σώματος του πετροσωλήνα (Εικ. 18). Αυτό επιβεβαιώνεται και από την εφαρμογή ANOVA στην παλινδρόμηση των δύο παραμέτρων (P> 0,05).



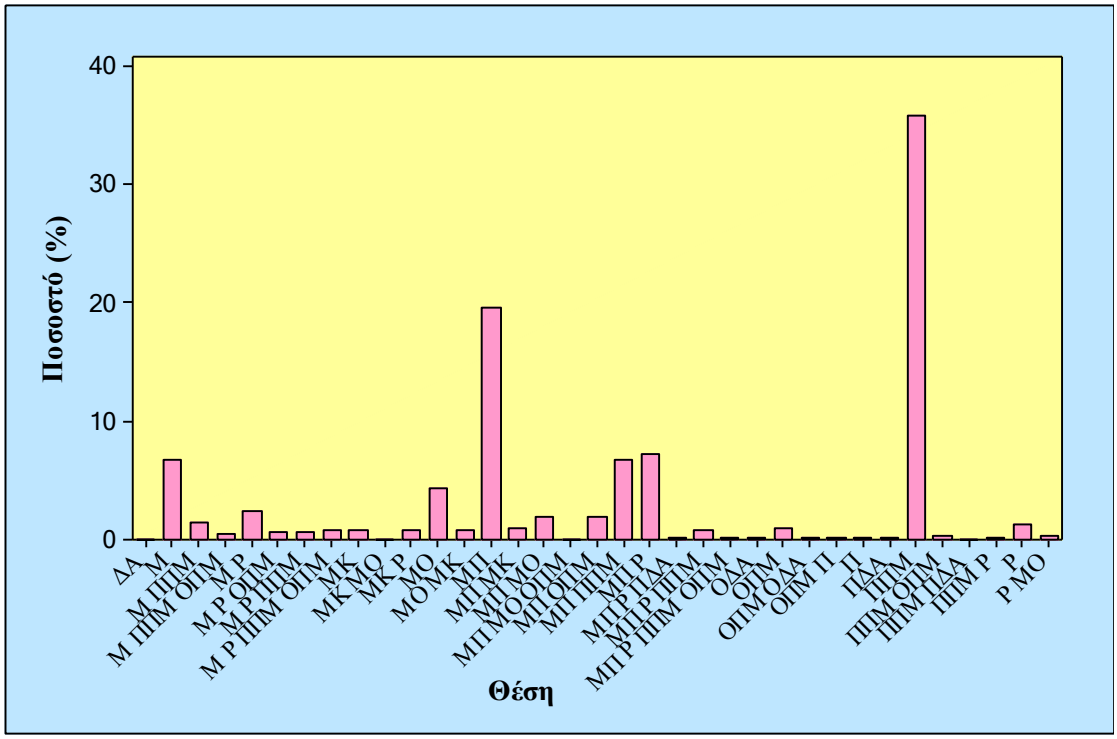
Εικόνα 3.18: Διάγραμμα διασποράς του πλήθους των μαργαριταριών σε σχέση με το ξηρό βάρος σώματος οστράκων, ανεξαρτήτως σταθμών στα δύο βάθη μελέτης.

3.7 Θέση μαργαριταριών

Τα μαργαριτάρια όπως είναι γνωστό από προηγούμενα κεφάλαια, εντοπίζονται στο σώμα του μυδιού ενώ η θέση τους ποικίλει. Μπορεί να είναι πρόσθια, οπίσθια, κεντρικά ή ακόμη και διασκορπισμένα σ' όλο του το σώμα.

Το ίδιο συμβαίνει και για τα μαργαριτάρια που βρέθηκαν στους πετροσωλήνες, τα οποία εντοπίστηκαν σε διάφορες θέσεις.

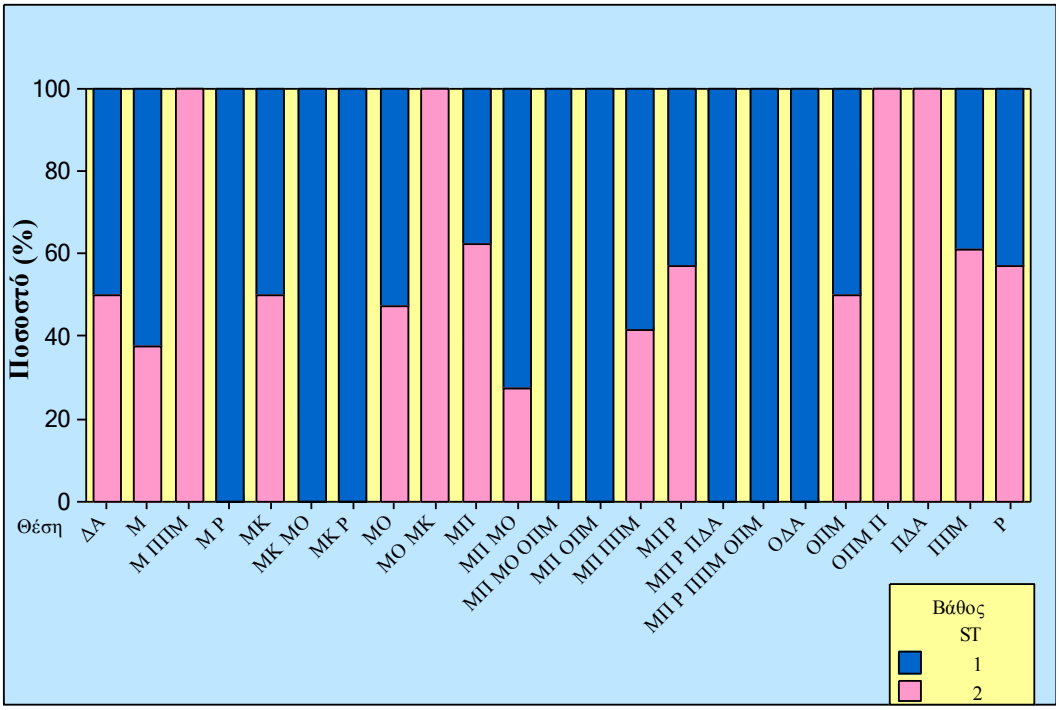
Στην εικόνα 3.19 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι θέσεις που βρέθηκαν τα μαργαριτάρια επάνω στα σώματα των μυδιών. Το πρόσθιο τμήμα του μανδύα φαίνεται να έχει το μεγαλύτερο ποσοστό μαργαριταριών (43 %) και ακολουθεί ο πρόσθιος προσαγωγός μυς με 23 %. Όπως φαίνεται όμως, κάποια μαργαριτάρια εντοπίστηκαν σε διάφορες άλλες θέσεις του οστράκου π.χ. στο μανδύα, ραχιαία, στον πρόσθιο και οπίσθιο προσαγωγό μυ και αλλού. Τα ποσοστά εμφάνισης των μαργαριταριών σε αυτές τις θέσεις δεν ξεπερνούν το 1-2 %.



Εικόνα 3.19: Συχνότητα κατανομής μαργαριταριών αναλυτικά στις θέσεις επάνω στο σώμα των πετροσωλήνων ανεξάρτητα βάθους και χρόνου.

Όσο για τα δύο βάθη, το ποσοστό των θέσεων των μαργαριταριών παρουσιάζεται στην εικόνα 20. Τα μαργαριτάρια εντοπίστηκαν σε όλες τις θέσεις και στα δύο βάθη με εξαίρεση μερικών θέσεων εκ των οποίων οι πιο ενδιαφέρουσες που θα μπορούσε να τις χαρακτηρίσει κανείς είναι ο πρόσθιος διαβρωτικός αδένας όπου το 100 % τον μαργαριταριών που εντοπίστηκαν εκεί ήταν στο βάθος 0-1 m, ενώ

αντίθετα όσα μαργαριτάρια βρέθηκαν στον οπίσθιο διαβρωτικό αδένα ήταν στο βάθος 1-2 m.



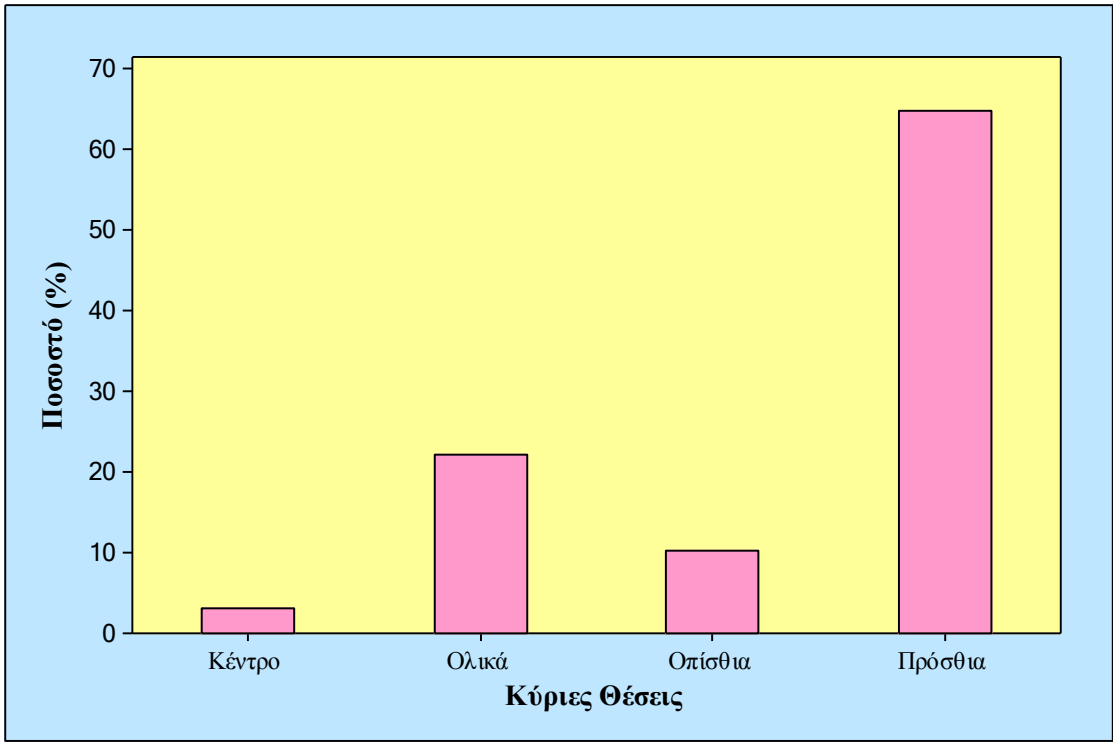
Εικόνα 3.20: Συχνότητα κατανομής μαργαριταριών αναλυτικά στις θέσεις εντοπισμού τους στο σώμα των οστράκων στα δύο βάθη της περιοχής μελέτης.

Η αναλυτική παρουσίαση των θέσεων των μαργαριταριών κρίθηκε σκόπιμο να κατηγοριοποιηθεί πιο συνοπτικά σε τέσσερις θέσεις στο σώμα του πετροσωλήνα (πρόσθια, κέντρο, οπίσθια και ολικά) όπως ακολούθως φαίνεται στον πίνακα 3.1 για τη βοήθεια του αναγνώστη καθώς και των εικόνων που θα ακολουθήσουν.

Πίνακας 3.1: Υπόμνημα συνοπτικών θέσεων μαργαριταριών στο σώμα των πετροσωλήνων.

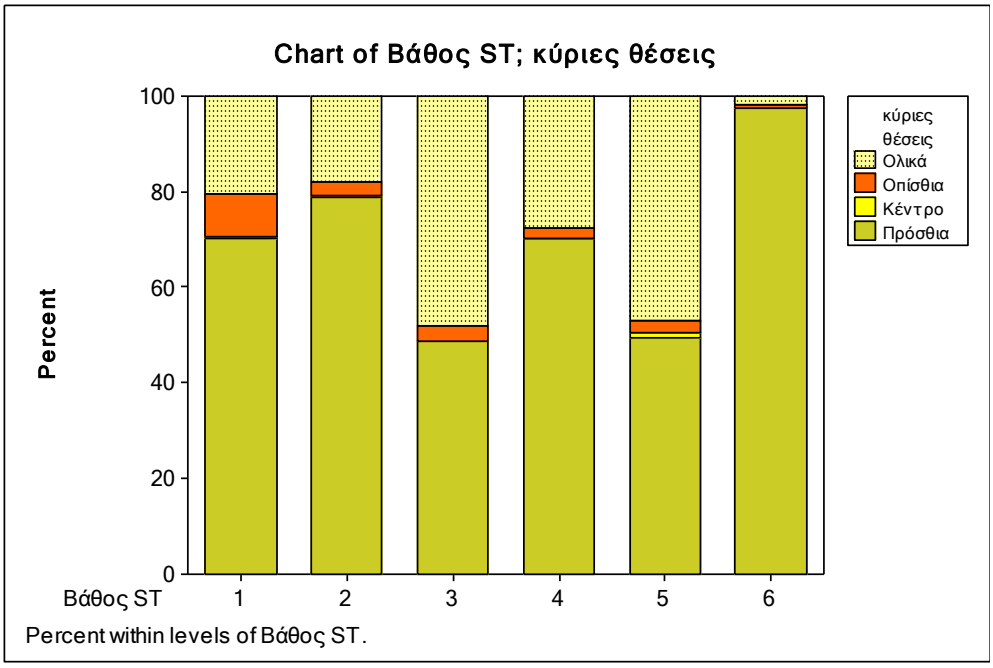
Συνοπτική Θέση	Κωδικός	Επεξήγηση
Πρόσθια	ΜΠ	Μανδύας πρόσθια
	ΠΠΜ	Πρόσθιος προσαγωγός μυς
	ΠΔΑ	Πρόσθιος διαβρωτικός αδένας
Κέντρο	ΜΚ	Μανδύας κέντρο
	Π	Ποδομύς
Οπίσθια	ΜΟ	Μανδύας οπίσθια
	ΟΠΜ	Οπίσθιος προσαγωγός μυς
	ΟΔΑ	Οπίσθιος διαβρωτικός αδένας
Ολικό	Μ	Μανδύας
	Ρ	Ράχη
	ΔΑ	Διαβρωτικοί αδένες

Με βάση την πιο γενική αναφορά εντοπισμού των μαργαριταριών στο σώμα των οστράκων βρέθηκε ότι οι κύριες θέσεις εντοπισμού ήταν πρόσθια, κεντρικά, οπίσθια και σε όλο το σώμα του μυδιού (Εικ. 3.21). Στο πρόσθιο τμήμα λοιπόν εντοπίστηκαν τα πιο πολλά μαργαριτάρια 65 % περίπου, σε όλο το σώμα βρέθηκαν να έχει το ≅22 % των πετροσωλήνων, ενώ στο οπίσθιο τμήμα εντοπίστηκαν μόνο στο ≅10 % και στο ελάχιστο υπόλοιπο ποσοστό (≅ 3 %) συγκαταλέγονται όσα βρέθηκαν στα κεντρικά τμήματα.



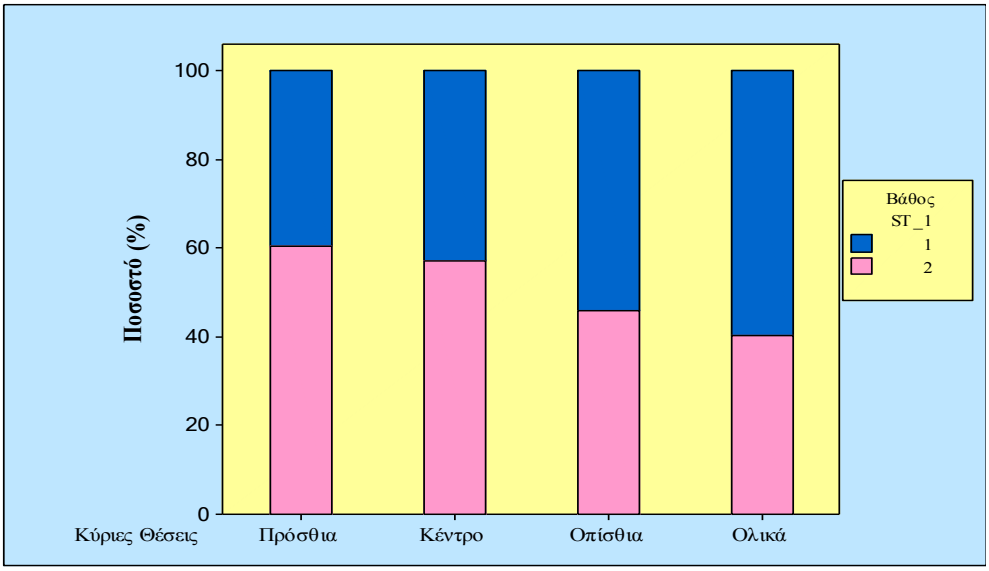
Εικόνα 3.21: Ποσοστά εμφάνισης μαργαριταριών στις κύριες θέσεις στο σώμα των πετροσωλήνων.

Σε σχέση με το βάθος στο σταθμό 1 τα μεγαλύτερα ποσοστά μαργαριταριών βρίσκονται πρόσθια (Εικ. 3.22 Α), ιδιαίτερα σε βάθος 6 m όπου το 100 % των μαργαριταριών εντοπίζονται στις πρόσθιες θέσεις των οστράκων. Επίσης σε ποσοστά της τάξεως 20-50 % τα μαργαριτάρια είναι διάσπαρτα σε περισσότερες των δυο κύριων θέσεων στο σώμα των πετροσωλήνων. Ελάχιστα μαργαριτάρια βρέθηκαν σε κεντρικές ή οπίσθιες θέσεις



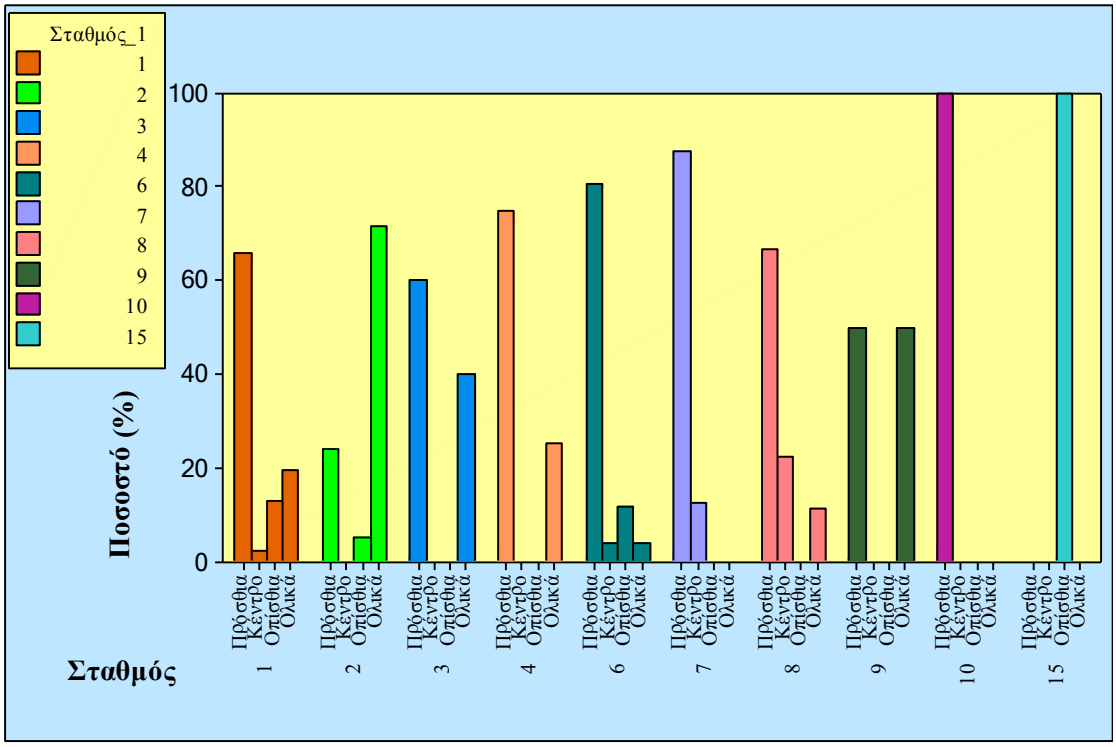
Εικόνα 3.22 A: Ποσοστά εμφάνισης μαργαριταριών στις κύριες θέσεις του σώματος των πετροσωλήνων στο σταθμό 1.

Στην εικόνα 3.22 B που ακολουθεί, φαίνονται τα ποσοστά εντοπισμού των τεσσάρων κύριων θέσεων των μαργαριταριών επάνω στα μύδια για τα δύο βάθη. Έτσι λοιπόν για το 100 % των μαργαριταριών που ήταν στις πρόσθιες και κεντρικές θέσεις το ≅60 % βρέθηκε στο βάθος 1-2 m, ενώ από το 100 % των μαργαριταριών που βρίσκονται οπίσθια του σώματος ή κατανέμονται σε όλο το σώμα, κυμαίνεται από 54-60 % στα ρηχότερα βάθη (0-1 m).



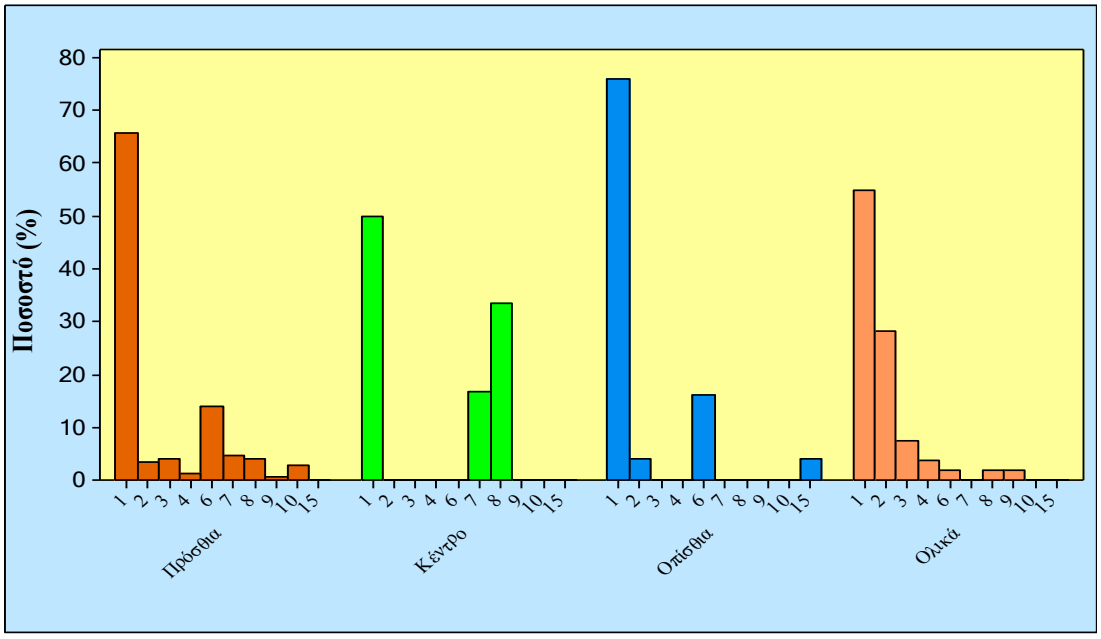
Εικόνα 3.22 B: Ποσοστά εμφάνισης μαργαριταριών στις κύριες θέσεις του σώματος των πετροσωλήνων στα δύο βάθη της μελέτης.

Όσον αφορά στις θέσεις όπου εντοπίστηκαν μαργαριτάρια στα όστρακα του κάθε σταθμού, παρατηρείται (Εικ. 3.23) ότι μόνο στους σταθμούς 1 και 6 βρέθηκαν μαργαριτάρια σε όλες τις κύριες θέσεις. Τα μαργαριτάρια που υπερτερούν στην πρόσθια θέση βρέθηκαν σε όστρακα των σταθμών 1, 3, 4, 6, 7, 8 και στον 10 σε ποσοστό 100 %. Στην οπίσθια θέση κυριαρχούν απολύτως (100 %) τα μαργαριτάρια πετροσωλήνων του σταθμού 15 ενώ, στο σταθμό 2 τα περισσότερα βρέθηκαν διάσπαρτα στο σώμα των μυδιών.



Εικόνα 3.23: Ποσοστά εμφάνισης των μαργαριταριών ανά κύρια θέση και ανά σταθμό.

Τέλος στην εικόνα 3.24 που ακολουθεί, φαίνεται ότι πιο συχνά εντοπίζονται μαργαριτάρια στο σταθμό 1 σε όλες τις θέσεις. Τα μαργαριτάρια που βρίσκονται στην κεντρική θέση εκτός από το σταθμό 1, προέρχονται και από όστρακα των σταθμών 7 και 8. Στο σταθμό 6 ένα ποσοστό 14 και 16 % εμφανίζονται μαργαριτάρια πρόσθια και οπίσθια αντίστοιχα.



Εικόνα 3.24: Ποσοστό συχνότητας εμφάνισης των μαργαριταριών ανά κύρια θέση και ανά σταθμό (100 % είναι η κύρια θέση σε όλους τους σταθμούς).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Μαργαριτοφόρα όστρακα

Στον Ευβοϊκό κόλπο οι πηγές ρύπανσης είναι σχετικά περιορισμένες. Γενικά το παλιρροϊκό ρεύμα του Ευρίπου, τα θαλάσσια ρεύματα και τα καλά οξυγονωμένα νερά του Ευβοϊκού φαίνεται πως «προφυλάσσουν» την θαλάσσια αυτή περιοχή από έντονα φαινόμενα ρύπανσης. Παρόλα αυτά, τα βιομηχανικά και αστικά απόβλητα στην περιοχή της Χαλκίδας (τσιμεντοβιομηχανίες. ναυπηγεία, εργοστάσιο χημικών προϊόντων, και άλλες μικρές βιομηχανίες) και η ρύπανση από τη Λάρκο μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα.

Γενικότερα ο Ευβοϊκός κόλπος αποτελεί ένα ευνοϊκό περιβάλλον για την εγκατάσταση και την ανάπτυξη διαφόρων οργανισμών όπως είναι ο πετροσωλήνας. Έτσι λοιπόν ο έντονος υδροδυναμισμός, που έχει ως αποτέλεσμα την οξυγόνωση των νερών και τη μεταφορά της τροφής, καθώς και η ύπαρξη του κατάλληλου υποστρώματος, είναι μερικοί ευνοϊκοί παράγοντες που συντελούν στην εγκατάσταση του πετροσωλήνα στον Ευβοϊκό κόλπο.

Ο έντονος όμως υδροδυναμισμός που επικρατεί στον ευβοϊκό κόλπο εκτός από την οξυγόνωση και την μεταφορά της τροφής, έχει ακόμη ένα αποτέλεσμα, την μεταφορά διαφόρων ξένων σωμάτων κυρίως ανόργανων (π.χ. κόκκοι άμμου, άργιλος, θραύσματα κοχυλιών κ.ά.), αλλά και οργανικών (π.χ. παράσιτα). Αυτά τα ξένα σώματα έχουν την ιδιότητα να εισχωρούν μέσα στους πετροσωλήνες και να γίνονται ερεθιστές με αποτέλεσμα να δημιουργούνται τα μαργαριτάρια. Στο *Mytilus edulis,*βρέθηκε ότι η δημιουργία των μαργαριταριών του οφείλεται μάλλον στο παράσιτο *Gymnophallus bursicoba,* (Odhner 1905 από Lutz, 1972 και Lutz και Hidu, 1978).

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, μαργαριτοφόροι πετροσωλήνες βρέθηκαν στους περισσότερους σταθμούς και για τα δύο βάθη. Αξιοσημείωτο είναι ότι σε όλους τους σταθμούς του Β. Ευβοϊκού (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10) και μόλις σε δύο σταθμούς του Ν. Ευβοϊκού (8 και 9) εντοπίστηκαν μαργαριτοφόροι πετροσωλήνες και στα 2 βάθη. Αυτό λοιπόν θα μπορούσε να συσχετιστεί με όσα προαναφέρθηκαν για τον Ευβοϊκό κόλπο καθώς και με την πιθανότητα περισσότερου αιωρούμενου υλικού. Όσο για τον Ν. Ευβοϊκό, εντοπίστηκαν λίγοι μαργαριτοφόροι πετροσωλήνες, όπου οι πυκνότητες του είδους αυτού είναι χαμηλότερες από το Β. Ευβοϊκό. Η

περιοχή δεν φαίνεται να διαθέτει κατάλληλο υπόστρωμα για την εγκατάσταση του πετροσωλήνα. Επίσης τα ρεύματα, τα οποία έχουν την δυνατότητα της καλύτερης οξυγόνωσης του νερού, της διασποράς της τροφής αλλά και των προνυμφών του πετροσωλήνα, είναι πιο ασθενή σε σχέση με τον Β. Ευβοϊκό. Επιπλέον, υπάρχουν διαφορετικές τιμές αλατότητας καθώς και διαφορές στην εισροή γλυκών νερών (Γαληνού-Μητσούδη 1994).

4.2 Πλήθος μαργαριταριών

Το πλήθος των μαργαριταριών που βρέθηκε στους πετροσωλήνες, κυμαινόταν από 10 ως 20 μαργαριτάρια / άτομο. Αυτό εμπίπτει στη δυνατότητα του οστράκου να παράγει μαργαριτάρια σε διαδικασίες εκτροφής όπως συμβαίνει με το είδος του γλυκού νερού *Hyriopsis schlegeli* (www.mikimoto-pearl-museum.co) που μπορεί να παράξει 10-14 μαργαριτάρια. Υπήρχαν όμως και περιπτώσεις οστράκων που μεγάλος αριθμός μαργαριταριών καταμετρήθηκε χωρίς όμως να επηρεάζεται το ίδιο το σώμα του οστράκου, πιθανόν επειδή τα μαργαριτάρια ήταν μικρού μεγέθους. Η παρουσία τους μπορεί να θεωρηθεί ακραία και να αποτελεί τυχαίο περιστατικό με που επικράτησαν σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, όπως είναι ο έντονος υδροδυναμισμός με μεγάλη μετακίνηση αιωρούμενου υλικού.

Όσο για τα δύο βάθη όπου εντοπίστηκαν μαργαριτάρια, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στο πλήθος, αν και τα πιο πολλά φαίνεται να είναι για όλους τους σταθμούς στο βάθος 0-1 m. Υπεύθυνος θα πρέπει να είναι ο έντονος υδροδυναμισμός που παρατηρείται συνήθως στα πρώτα στρώματα του νερού (κυματισμός, παλίρροια). Ο αριθμός βέβαια των μαργαριταριών μειώνεται αντίστροφα με το βάθος, δηλαδή όσο μεγαλώνει το βάθος, μειώνεται ο αριθμός των μαργαριταριών επειδή μειωμένου του υδροδυναμισμού με το βάθος, μειώνεται και το αιωρούμενο υλικό.

Τέλος, οι δειγματοληψίες που έγιναν στο σταθμό 1 και σε 6 διαφορετικά βάθη, έδειξαν ότι σε όλα τα βάθη υπάρχουν μαργαριτάρια, αλλά στο βάθος 0-1 m και 2-3 m εντοπίστηκαν τα όστρακα με το μεγαλύτερο πλήθος μαργαριταριών. Η περιοχή του σταθμού αυτού έχει χαρακτηριστεί ως εκτεθειμένη, λόγο της θέσης της και των συνθηκών που επικρατούν (Γαληνού-Μητσούδη 1994). Πιο συγκεκριμένα η μορφολογία του πυθμένα στα δύο αυτά βάθη υποδηλώνει τη δράση του έντονου υδροδυναμισμού καθώς είναι πιθανόν περισσότερα θραύσματα βράχων αποσπώμενα

και ενώ καθιζάνουν να εισχωρούν μέσα στα μύδια και για το λόγο αυτό παρατηρείται η δημιουργία τόσων πολλών μαργαριταριών, σε αντίθεση με το βάθος 1-2 m που η κλίση του πυθμένα είναι σχεδόν κάθετη με την επιφάνεια της θάλασσας και επηρεάζεται λιγότερο μέσα στο βραχώδες υπόστρωμα. Το γεγονός αυτό ενισχύεται και από την περίπτωση που τα μύδια του είδους *Mytilus edulis* της μεσοπαραλιακής ζώνης φέρουν περισσότερα μαργαριτάρια από εκείνα της καλλιέργειας (Lutz και Hidu 1978). Επίσης, μελέτη στο *Mytilus edulis* έδειξε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια του μανδύα για την διείσδυση κάποιου παρασίτου, τόσο μεγαλύτερος και ο αριθμός των μαργαριταριών. Επιπλέον, οι παράγοντες παρουσίας-απουσίας των μαργαριταριών είναι η αλατότητα, οι εκβολές ποταμών, και η εγκατάσταση του μυδιού (αρμαθιές ή πυθμένα) καθώς και η ηλικία του μυδιού όπου τα άτομα που ήταν <40 mm σπάνια βρέθηκαν μαργαριτάρια ενώ όσα ήταν >40 mm βρέθηκαν μαργαριτάρια (Lutz και Hidu 1978). Ομοίως και στην παρούσα μελέτη, τα μαργαριτάρια εντοπίζονται στους πετροσωλήνες σε μήκη κυρίως >30 mm.

4.3 Μέγεθος μαργαριταριών

Όπως προκύπτει και από τα αποτελέσματα, τα μεγέθη των μαργαριταριών ήταν ποικίλα, αν και τα περισσότερα δεν ξεπερνούσαν τα 500 μm. Ελάχιστα ήταν αυτά που ήταν ευδιάκριτα με γυμνό μάτι. Το μεγαλύτερο μαργαριτάρι είχε μέση διάμετρο 3500 μm (3,5 mm). Γενικά τα μεγαλύτερα μαργαριτάρια υπήρχαν σε μέσου μήκους μύδια και δεν φαίνεται να ήταν συνάρτηση του μεγέθους των μυδιών. Τα μεγέθη των μαργαριταριών επίσης, μεγαλώνουν όσο μεγαλώνει και το όστρακο.

4.4 Σχήματα μαργαριταριών

Τα σχήματα που μπορούν να πάρουν τα μαργαριτάρια είναι ποικίλα όπως προαναφέρθηκε. Τα στρόγγυλα μαργαριτάρια είναι σπανιότερα αφού μόνο το 1 % μπορεί να είναι σφαιρικά (Strack, 2006). Ωστόσο, τα μαργαριτάρια των πετροσωλήνων τα οποία βρέθηκαν, είχαν στην πλειοψηφία τους ωοειδές και σφαιρικό σχήμα. Πιθανόν επειδή ήταν πολύ μικρά έδειχναν σφαιρικά. Ελάχιστα ήταν αυτά που είχαν αχλαδοειδές, παραλληλεπίπεδο, ρόμβο, τετράγωνο τριγωνικό ή σχημάτιζαν συσσωμάτωμα. Η πιθανότερη αιτία που συμβάλει στο σχήμα των μαργαριταριών είναι η αρχή της δημιουργίας του μαργαριταριού, δηλαδή ο πυρήνας του. Όσο για τα μαργαριτάρια που είχαν ακανόνιστο σχήμα, ή ήταν στην αρχή της δημιουργίας τους

(φαινόταν αισθητά τα πρώτα στρώματα του μάργαρου), θεωρείται ότι πιθανή αιτία είναι η αλλαγή θέσεως μέσα στο σώμα και το σχήμα του πυρήνα (http://www.geo.utexas.edu).

4.5 Χρώματα μαργαριταριών

Με βάση τα αποτελέσματα, το λευκό χρώμα βρέθηκε σχεδόν σε όλα τα μαργαριτάρια. Το χρώμα αυτό δεν θεωρείται τυχαίο διότι αν παρατηρήσει κανείς το εσωτερικό χρώμα των θυρίδων του οστράκου θα δει ότι δεν διαφέρει σχεδόν καθόλου από το λευκό χρώμα των μαργαριταριών και αυτό γίνεται αντιληπτό πολύ περισσότερο στα μεγαλύτερα μαργαριτάρια που φαίνονται με γυμνό μάτι (www.i-do.gr). Η ποσότητα του μάργαρου που εναποτίθεται επάνω στον πυρήνα είναι αυτή που προσδίδει το χρώμα των μαργαριταριών (Strack, 2006). Το γεγονός αυτό ενισχύεται από την περίπτωση των μαργαριταριών της πίννας (*Pinna nobilis*) που τα μαργαριτάρια της είναι σταχτόχρωμα, μαύρα και ερυθρωπά (Γαληνού-Μητσούδη και Πετρίδης, 2001) όταν το κέλυφος της πίννας είναι παρόμοιο με των μαργαριταριών της. Όσο περισσότερα στρώματα μάργαρου έχει ένα μαργαριτάρι τόσο πιο σταθερό και αναγνωρίσιμο θα είναι, χάνοντας σταδιακά και τη διαφάνειά του. Αυτά που χαρακτηρίστηκαν ως υπόλευκα δεν είχαν πολλές στρώσεις μάργαρου (μάλλον ήταν νεαρά μαργαριτάρια). Τα λευκά μαργαριτάρια είναι αδιαφανή και έχουν πολύ μικρό ποσοστό στιλπνότητας. Συνήθως είναι θαμπά και ως εκ τούτου μπορεί να ενταχθούν στη χαμηλότερη διαβάθμιση στιλπνότητας (φτωχή) (http://markhallacy.net/shane/pearls/pearls.htm).

Όσον αφορά στα υπόλοιπα χρώματα (καστανό, κιτρινωπό, κόκκινο, μαύρο, μαύρο κερατινώδες και πορτοκαλί), είναι αμελητέα ποσότητα. Πιστεύεται ότι είναι τυχαία περαστικά και ως αιτία δημιουργίας θα μπορούσε να είναι οτιδήποτε (ανόργανο ή οργανικό υλικό, ζωντανό ή όχι). Οι περιοχές που βρέθηκαν τα εν λόγω μαργαριτάρια ήταν κοντά στη Χαλκίδα και στη ΛΑΡΚΟ και θα μπορούσε ο πυρήνας τους να ήταν ρύπος ή οργανισμική προσβολή. Παρόλα αυτά θα πρέπει να γίνουν επικεντρωμένες λεπτομερείς αναλύσεις, για να προσδιοριστεί η φύση του πυρήνα των μαργαριταριών αυτών.

4.6 Τα μαργαριτάρια σε σχέση με τον πετροσωλήνα

Γενικότερα παρατηρήθηκε ότι οι μικρότεροι πετροσωλήνες που έφεραν μαργαριτάρια είχαν μήκος πάνω από 3 cm. Έρευνες έχουν δείξει ότι ανάλογα με την ηλικία του μυδιού μεγαλώνει και το επιθήλιο του μανδύα άρα δημιουργείται μεγαλύτερη επιφάνεια για την διείσδυση οποιουδήποτε αιωρούμενου υλικού (Lutz και HIDU, 1978).

Όσον αφορά στο βάρος σώματος των μυδιών που έφεραν μαργαριτάρια, αυτό δεν φάνηκε να επηρεάζεται από τον αριθμό των μαργαριταριών καθώς, δεν υπήρξε διαφορά στο βάρος με τα άτομα που δεν έφεραν μαργαριτάρια. Συνεπώς τα μαργαριτάρια φαίνεται να μην επηρεάζουν την αύξηση του πετροσωλήνα, τουλάχιστον στα μεγέθη που έχουν καταγραφεί.

4.7 Θέση μαργαριταριών

Οι πετροσωλήνες όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, ζουν μόνιμα μέσα σε βιοδιαβρωσιγενή φωλιά που την διανοίγουν περιοδικά προς το εσωτερικό των βράχων (Γαληνού-Μητσούδη, 1994). Όπως προκύπτει και από τα αποτελέσματα, η πλειοψηφία των μαργαριταριών, βρέθηκε στα πρόσθια τμήματα του μανδύα. Πιθανότερη αιτία φαίνεται να είναι η ροή των ρευμάτων. Το ρεύμα νερού εισερχόμενο στο σώμα του οστράκου παρασύρει τα διάφορα αιωρούμενα υλικά που περνούν από το σώμα του μυδιού με φορά από το οπίσθιο προς το πρόσθιο τμήμα του. Έτσι εξασθενημένο βαθμιαία επιτρέπει στα σωματίδια να εγκαθίστανται περισσότερο στο πρόσθιο τμήμα του μυδιού. Αυτά όμως που εντοπίστηκαν σε όλο το σώμα του μυδιού προέρχονται τα περισσότερα από το βάθος 0-1 m, που σημαίνει ότι στο βάθος αυτό, λόγω του μεγαλύτερου υδροδυναμισμού, υπάρχει και ισχυρότερη ροή νερού και αφθονία αιωρούμενου υλικού, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα για δημιουργία μεγαλύτερου αριθμού μαργαριταριών στις διάφορες θέσεις στο σώμα των μυδιών.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσα από την έρευνα αυτή, συμπεραίνεται ότι:

- Οι πετροσωλήνες είναι σε θέση να δημιουργήσουν μαργαριτάρια που δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως εμπορικά ~~μαργαριτάρια~~.
- Μαργαριτοφόρα ήταν τα όστρακα μήκους >3 cm.
- Οι περισσότεροι πετροσωλήνες έφεραν 10-20 μαργαριτάρια.
- Το μέγεθος των περισσότερων μαργαριταριών είναι <500 μm.
- Το μεγαλύτερο μαργαριτάρι είναι 3,5 mm.
- Το σχήμα των μαργαριταριών που απαντάται στα περισσότερα από αυτά είναι σε μεγαλύτερο ποσοστό ωοειδές.
- Το χρώμα τους σχεδόν σε όλα τα μαργαριτάρια είναι λευκό και υπόλευκο στα «νεαρά» μαργαριτάρια.
- Η στιλπνότητα των μαργαριταριών είναι «φτωχή».
- Τα περισσότερα μαργαριτάρια εντοπίστηκαν στις πρόσθιες θέσεις του σώματος των μυδιών.
- Τα μαργαριτάρια δεν φαίνεται να επηρεάζουν το σώμα (βάρος των μυδιών)
- Μαργαριτοφόρα όστρακα βρέθηκαν σε όλους τους σταθμούς του Β. Ευβοϊκού.
- Τα περισσότερα μαργαριτάρια εντοπίστηκαν σε βάθος 0-1 m όπου και ο μεγαλύτερος υδροδυναμισμός.

6. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σχέση του ανθρώπου με το μαργαριτάρι είναι πολύ παλιά. Ξεκίνησε από την Παλαιολιθική εποχή, στην αρχαιότητα και συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Ο άνθρωπος χρησιμοποίησε το μαργαριτάρι ως κόσμημα, ως θρησκευτικό σύμβολο, αλλά και στις καθημερινές δραστηριότητές του, όπως, στη διακόσμηση, ζωγραφική, λογοτεχνία, οικονομία, διαφήμιση και φάρμακα-ιατρική.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των μαργαριταριών του πετροσωλήνα με στόχο να αναλυθεί το μαργαριτοφόρο φορτίο που έχει εντοπιστεί στο δίθυρο *Lithophaga lithophaga*, μετρώντας ορισμένους παράγοντες οι οποίοι αφορούν στην παρουσία και τη δυναμική τους καθώς και σε ορισμένα χαρακτηριστικά όπως είναι το χρώμα, το μέγεθος και το σχήμα των μαργαριταριών. Η ποσοτική μελέτη τους γίνεται για πρώτη φορά σε διεθνές επίπεδο.

Από την έρευνα προέκυψε ότι οι πετροσωλήνες είναι σε θέση να δημιουργήσουν μαργαριτάρια που δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως εμπορικά.

Τα μαργαριτοφόρα όστρακα είχαν μήκος >3 cm, βρέθηκαν σε όλους τους σταθμούς του Β. Ευβοϊκού σε βάθος 0-1 m και έφεραν κατά μέσο όρο 10-20 μαργαριτάρια ανά άτομο. Τα περισσότερα μαργαριτάρια ήταν ωοειδή και είχαν διάμετρο <500 μm. Επίσης καταγράφηκαν και αρκετά συσσωματώματα. Σχεδόν όλα είναι λευκά με φτωχή στιλπνότητα ενώ τα «νεαρά» μαργαριτάρια είναι υπόλευκα και μπορεί να διακρίνεται ο πυρήνας του. Τα περισσότερα μαργαριτάρια εντοπίστηκαν στις πρόσθιες θέσεις του σώματος των μυδιών.

7. SUMMARY

The relationship between human and pearls are posted from ancient years. It had been first studied in Paleolithic Age, and is continued up today. The pearl is first used as jewel and religious symbol, as well as in a daily activity like as decoration, painting, literature, economy, publicity/ advertisement and medicine too.

The purpose of this research was the study of pearls of *Lithophaga lithophaga*. The aim was the pearl load that have been located in this bivalve to be analyzed in terms of pearls characteristics like abundance (pearls number/individual), color, size and shape of them. This research has been studied for first time in international level.

According to the results, the date mussels produce pearls that cannot be characterized as commercial.

The pearled mussels were in a length of >3 cm and they have found in all stations of N. Evoikos gulf, in a depth of 0-1 m. The average number of pearls was 10-20 pearls per mussel in a mean diameter <500 μm. In some cases, pearls aggregations were recorded. The pearls majority was in oval shape and white color with poor luster, while “young” pearls were whitish that means due to their transparency, their nucleus is yet visible. The most pearls were found in the anterior part of the body, where the water flow is reduced and the potential pearl nucleus could be settled.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Γαληνού-Μητσούδη Σ. & Δ. Πετρίδης, 2001. Μορφομετρία και ορισμένα οικολογικά στοιχεία ενός παράκτιου πληθυσμού *Pinna nobilis* L. (Mollusca: Bivalvia) στο Θερμαϊκό κόλπο. 10° Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά. Πρακτικά, 33-36.
- Γαληνού-Μητσούδη Σ. (2003). Εκτροφή Οστράκων. Σημειώσεις Θεωρίας. ΤΕΙ Θεσσαλονίκης Ν. Μουδανιά. 110 σελίδες.
- Γαρμπής Ν., 2008 «Μαργαριτάρι» η βασίλισσα των θαλασσών. Kefalonitis.mag 8:102-105 (www.kmag.gr)

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Lutz R. A., 1972. Factors Affecting Pearl Incidence in *Mytilus edulis* L., New England estuarine research society, Spring Meeting. Abstract.
- Lutz R. A. and Hidu H., 1978. Some observations on the occurrence of pearls in the Blue Mussel, *Mytilus edulis* L., Proceedings of the National Shellfisheries Association. 68: 17-37.
- Strack E., 2006. Pearls. Stuttgart. 707 pages.

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

- http://www.absolutepearls.co.uk/pearl-classification.php
- http://www.pearls.co.uk/passion4pearls.htm#Pearls%20as%20a%20timeless%20symbol%20of%20style
- http://www.geo.utexas.edu/courses/347k/redesign/Gem_Notes/Pearl/pearl_main.htm
- http://www.allaboutgemstones.com/pearls.html
- http://www.silverlady2.com/Pearl-Movies.html
- http://www.costellos.com.au/pearls/index2.html
- http://www.probertencyclopaedia.com/cgi-bin/xphrase.pl?keyword=pearl
- http://www.chemistrydaily.com/chemistry/Pearl
- http://www.blurtit.com/q324482.html

- http://en.wikipedia.org/wiki/Pearl#Physical_properties
- http://www.pbs.org/wgbh/nova/pearl/time.html
- http://www.pbs.org/wgbh/nova/pearl/
- http://www.pearl-guide.com
- http://www.farlang.com/gemstones/streeter_pearls_and_pearling/page_049
- http://www.farlang.com/gemstones/kunz_book_of_the_pearl/page_003
- http://www.fao.org/docrep/field/003/AB726E/AB726E11.htm
- http://www.imperialpearl.com/home/History.asp
- http://www.fao.org/docrep/field/003/AB726E/AB726E02.htm
- http://www.pearlparadise.com/pearlinformation.html
- http://markhallacy.net/shane/pearls/pearls.html
- http://markhallacy.net/shane/pearls/pearls.html
- http://www.perlunapearls.com/perluna-pearl-guide/pearl-formation.html
- http://www.perlas.com.mx/
- http://www.mikimotoamerica.com/about_jewelry/pearls/kinds.html
- http://www.jsbeads.com/Fresh-Water-Pearls/Pearl-Types.asp
- http://www.shecypearljewelry.com/pearl-guide.html
- http://www.i-do.gr/articles/article.php?cat=1&id=53
- http://www.livepedia.gr/index.php?title=%CE%9C%CE%B1%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%81%CE%B9%CF%84%CE%AC%CF%81%CE%B9%CE%B1
- http://www.nefelokokkygia.gr/index.php?PHPSESSID=f5b113f4eb5d68e5bcc0eed4f3df3059&page=94
- http://www.vita.gr/html/ent/900/ent.6900.asp
- http://www.rawpearls.com.au/what_are_pearls.htm
- http://www.perlunapearls.com/perluna-pearl-guide/freshwater-cultured-pearls.html
- http://www.mastoloni.com/about-pearls.html
- www.pearlmagpie.co.uk/about-pearls
- http://www.ergani.com.gr/shop/index.php?main_page=page&id=16
- www.valleyjewelers.com/pearlsmore.htm
- http://www.shecypearljewelry.com/pearl-guide/pearl-types-index.html

- http://www.allnaturalpearls.com/clam.htm
- http://www.buzzle.com/articles/different-types-of-pearls.html
- http://www.mikimoto-pearl-museum.co.jp/en/shikumi/top.html
- http://gemologyproject.com/wiki/index.php?title=Pearl