

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

τα οστρακοειδή ως βιοδείκτες
για το περιβάλλον και
οι επιδράσεις στην υγεία
των καταναλωτών κατά τη βρώση

ΛΕΟΝΤΙΑΔΗ ΔΕΣΠΟΙΝΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2014



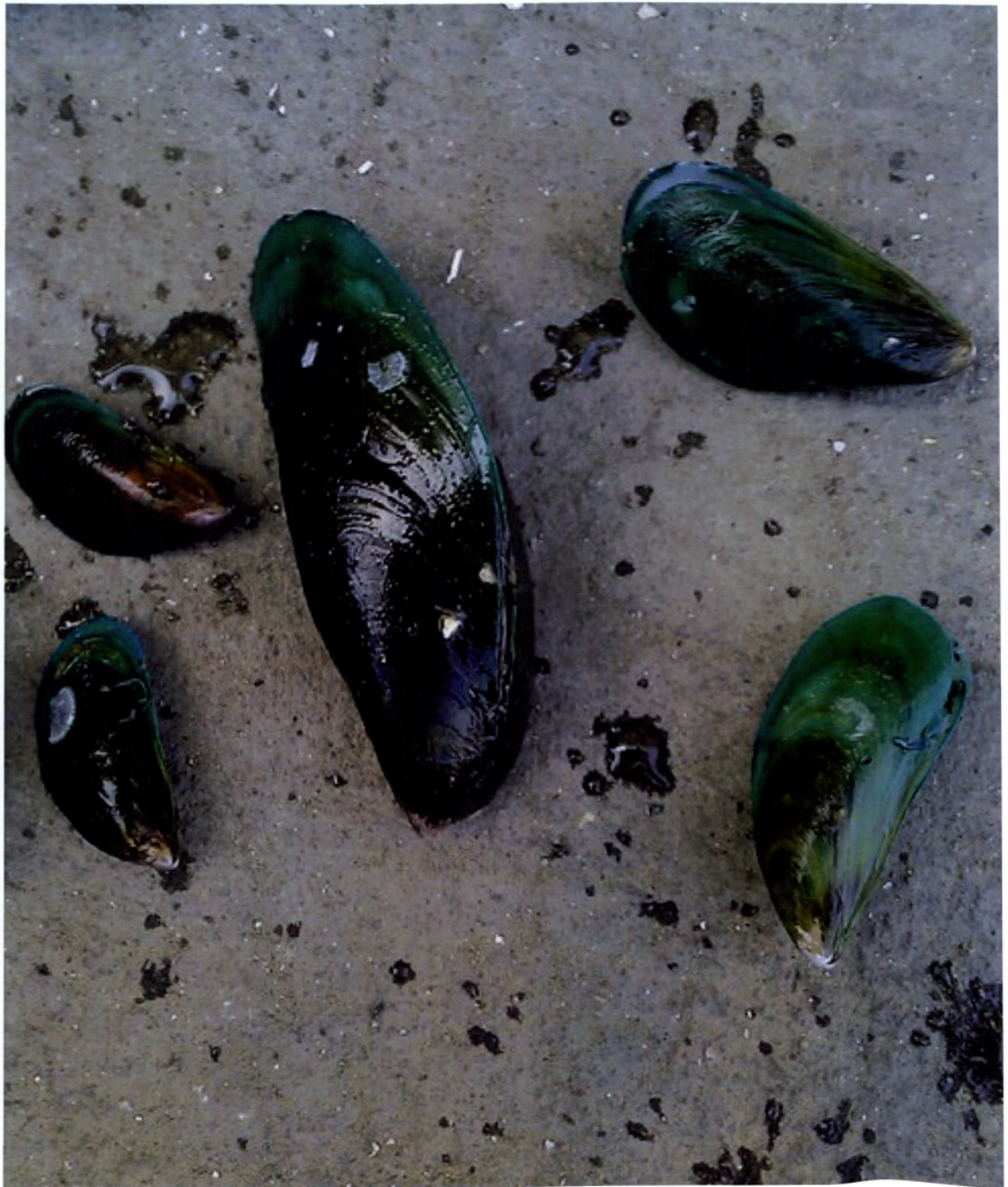
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

τα οστρακοειδή ως βιοδείκτες
για το περιβάλλον και
οι επιδράσεις στην υγεία
των καταναλωτών κατά τη βρώση

ΛΕΟΝΤΙΑΔΗ ΔΕΣΠΟΙΝΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2014

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΒΑΜΒΑΚΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ, MSc



Περίληψη	11
Abstract	12
Εισαγωγή	13
1. ΟΣΤΡΑΚΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	17
1.1. Γενικά	17
1.2. Το είδος του νερού	17
2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΔΙΘΥΡΩΝ ΜΑΛΑΚΙΩΝ	19
2.1. Γενικά	19
2.2. Κατασκευές ελεγχόμενης παραγωγής και συλλήψεως νεαρών ατόμων	19
2.2.1. Κατασκευές συλλήψεως νεαρών ατόμων στρειδιών	19
2.2.2. Κατασκευές συλλήψεως νεαρών ατόμων μυδιών	21
2.3. Κατασκευές κύριας εκτροφής δίθυρων μαλακίων	23
2.3.1. Κατασκευές κύριας εκτροφής στρειδιών	23
2.3.2. Κατασκευές κύριας εκτροφής μυδιών	27
2.4. Δεξαμενές καθάρσεως	32
2.5. Ιδανικές συνθήκες οστρακοκαλλιεργειών	32
3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	35
4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	37
4.1. Γενικά	37
4.2. Ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες.....	38
4.2.1. Κύρια είδη ρύπων που απελευθερώνονται στο θαλάσσιο περιβάλλον.....	40
4.3. Βαρέα μέταλλα στους θαλάσσιους οργανισμούς.....	41
5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΟΣΤΡΑΚΑ	43
5.1. Θαλάσσια ρύπανση	43
6. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ	47
6.1. Γενικά	47
6.2. Βακτήρια και Ιοί	48
6.3. E.coli και οστρακοειδή	48
6.4. Ταξινόμηση των περιοχών καλλιέργειας οστρακοειδών με βάση τη μόλυνση	49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	51

10/10/20

QUESTIONNAIRE

1. Name of the respondent
2. Address of the respondent
3. Telephone number of the respondent
4. Name of the respondent's organization
5. Position of the respondent in the organization
6. Date of the survey
7. Name of the interviewer
8. Name of the supervisor
9. Name of the organization
10. Name of the respondent's organization
11. Name of the respondent's organization
12. Name of the respondent's organization
13. Name of the respondent's organization
14. Name of the respondent's organization
15. Name of the respondent's organization
16. Name of the respondent's organization
17. Name of the respondent's organization
18. Name of the respondent's organization
19. Name of the respondent's organization
20. Name of the respondent's organization

Στην παρούσα βιβλιογραφική εργασία, αναφέρονται τα κυριότερα είδη οστρακοειδών που επικεντρώνουν εμπορικό ενδιαφέρον, όπως τα μύδια και τα στρείδια. Περιγράφονται αναλυτικά τα ανατομικά στοιχεία των δίθυρων οστράκων καθώς και η σύσταση του νερού προκειμένου να καταστεί δυνατή η εκμετάλλευση μιας υδάτινης έκτασης για τη δημιουργία οστρακοκαλλιεργειών.

Στη συνέχεια, εξηγούνται λεπτομερώς οι κατασκευές συλλήψεως νεαρών ατόμων μυδιών και στρειδιών, όπως ακόμα και οι κύριες κατασκευές εκτροφής που χρησιμοποιούνται ευρέως σε παγκόσμια κλίμακα.

Επιπροσθέτως, τονίζονται οι περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς και η σύσταση του νερού που αναπτύσσεται το είδος *Mytilus galloprovincialis* εφόσον αυτό διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του. Διερευνώνται οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή τέτοιων οργανισμών καθώς αυτοί είναι καθοριστικής σημασίας αφού μπορεί για παράδειγμα να εμπεριέχονται σε αυτούς διαφόρων ειδών ρύποι.

Σκοπός της εργασίας είναι η συσχέτιση των οστρακοειδών με την ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Τα οστρακοειδή χρησιμοποιούνται ως ανιχνευτές για τη καταγραφή της ρύπανσης του θαλάσσιου νερού, διότι διηθώντας το νερό κατακρατούν τα διάφορα στοιχεία που βρίσκονται μέσα σε αυτό.

Τέλος, η παρακολούθηση της κατάστασης του νερού στο θαλάσσιο οικοσύστημα, συνδέεται άμεσα με τις επιπτώσεις που μπορεί να προκαλέσουν τα οστρακοειδή στην υγεία του ανθρώπου κατά την κατανάλωση, διότι η περιεκτικότητα σε βακτήρια στους οργανισμούς των δίθυρων μαλακίων μπορεί να επηρεάσουν την υγεία του καταναλωτή και να οδηγήσουν σε ασθένειες με την πιο απλή μορφή που είναι η τροφική δηλητηρίαση, ενώ η περιεκτικότητα των οστρακοειδών σε βαρέα μέταλλα μπορεί να οδηγήσουν μέχρι και σε μεταλλάξεις που σχετίζονται με τη καρκινογένεση.

abstract

In the present bibliographic study, the main shellfish species that focus the commercial interest are reported, where these are the mussels and the oysters. The anatomic elements of bivalves of shells are analytically described as well as the composition of water that should be used for the creation of shellfish farmings.

Afterwards, the required infrastructures for collecting young individuals of mussels and oysters are described in detail, as well as the main infrastructures of stockfarming that are used widely in world scale.

Additionally, the environmental conditions and water composition that *Mytilus galloprovincialis* requires for its growth are stated. Several pollutants play important roles in its growth and are also stated

The aim of this study was the correlation of shells with the pollution of marine environment. The shells are used as detectors for the recording of the pollution of marine water, because their main ability is the filtration of the water, holding the filtrated elements.

Finally, the monitoring of water in the marine ecosystem is connected inextricably with human health after shells consumption, because the bacterial content in the bodies of bivalves milluscs may affect the health of consumers and lead to food poisoning, while the content of shells in heavy metals it can lead to carcinogenesis.

ΔΙΘΥΡΑ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ

Τα δίθυρα οστρακοειδή (μύδια, στρείδια, κυδώνια, χτένια, αχιβάδες), ζουν κυρίως στις παράκτιες περιοχές σε μικρό βάθος, προσκολλημένα σε στερεά αντικείμενα (πέτρες, βράχους, πάσσαλους). Σχηματίζουν πολυάριθμες συμπαγείς αποικίες, οι οποίες προσκολλώνται σε στερεά βραχώδη υποστρώματα των ακτών με τη βοήθεια των βυσσογόνων νημάτων, τα οποία εκκρίνονται από τους αντίστοιχους αδένες.

Τα είδη που επικεντρώνουν το εμπορικό ενδιαφέρον είναι τα μύδια και τα στρείδια.

ΜΥΔΙΑ

Όπως κάθε δίθυρο, έτσι και το μύδι έχει δυο θυρίδες που φέρουν ένα εξόγκωμα, τον σπόνδυλο. Ο σπόνδυλος είναι το πιο παλιό σημείο του κελύφους και γύρω του δημιουργούνται με το χρόνο δακτύλιοι αύξησης. Αυτοί άλλοτε σχηματίζονται ετησίως και άλλοτε όχι, γεγονός που δεν επιτρέπει τον ακριβή προσδιορισμό της ηλικίας με τη μέτρηση των δακτυλίων αύξησης. Η γραμμή του κλείθρου του οστράκου δεν φέρει δόντια ή χονδροφόρα, ο σύνδεσμος είναι εξωτερικός και το όστρακο έχει δυο μυϊκά αποτυπώματα. Τα μύδια είναι αμφιπλευροσυμμετρικά δίθυρα μαλάκια, με τις θυρίδες του οστράκου συμπιεσμένες πλευρικά. Το κλείσιμο των θυρίδων επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των προσαγωγών μυών, τοποθετημένων μεταξύ των εσωτερικών επιφανειακών των δυο θυρίδων, στις οποίες προσκολλώνται στερεά. Το σώμα του μυδιού στερείται κεφαλής, φέρει όμως πόδα και σπλαχνικό σάκο.

Πρόκειται για κοσμοπολίτικο οργανισμό, με μαύρο κέλυφος, που ζει κολλημένο σε σκληρό υπόστρωμα όπως βράχια, πάσσαλοι, τοίχοι, πέτρες, κελύφη κ.α. Στα σκληρά αυτά υποστρώματα προσκολλάται με τη βύσσο, που εκκρίνεται από το πόδι του μυδιού.

Είναι πολύ ανθεκτικός οργανισμός και μπορεί να ζει τόσο σε καθαρά ύδατα όσο και σε ύδατα με υψηλό βαθμό ρύπανσης, όπως σε λιμάνια και κοντά σε αγωγούς αποβλήτων.

Προτιμούν τη μεσογειαλίτιδα και τα ρηχότερα τμήματα της υποαιγιαλίτιδας ζώνης, αν και περιστασιακά ζουν σε μεγαλύτερα βάθη. Ζουν κυρίως σε υποστρώματα με ελαφριά κλίση, η δε κατανομή τους μέσα σε μια συγκεκριμένη περιοχή επηρεάζεται από την παρουσία θρεπτικών, τη δράση των κυμάτων, τους φυσικούς παράγοντες και τη διαθεσιμότητα τροφής.

Το Μεσογειακό μύδι *Mytilus galloprovincialis* έχει την ικανότητα να ζει σε πολύ δύσκολες συνθήκες, όπως σε συνθήκες ανοξίας. Λόγω της μεγάλης του προσαρμοστικότητας μπορεί να καλλιεργηθεί σχεδόν σε όλη τη γη, αν και οι φυσικοί του πληθυσμοί περιορίζονται στη ζώνη εξάπλωσής του (το μεσογειακό μύδι έχει ιδανική θερμοκρασία ανάπτυξης τους 10-20° C).

Μύδι

Mytilus galloprovincialis

Συστηματική κατάταξη:

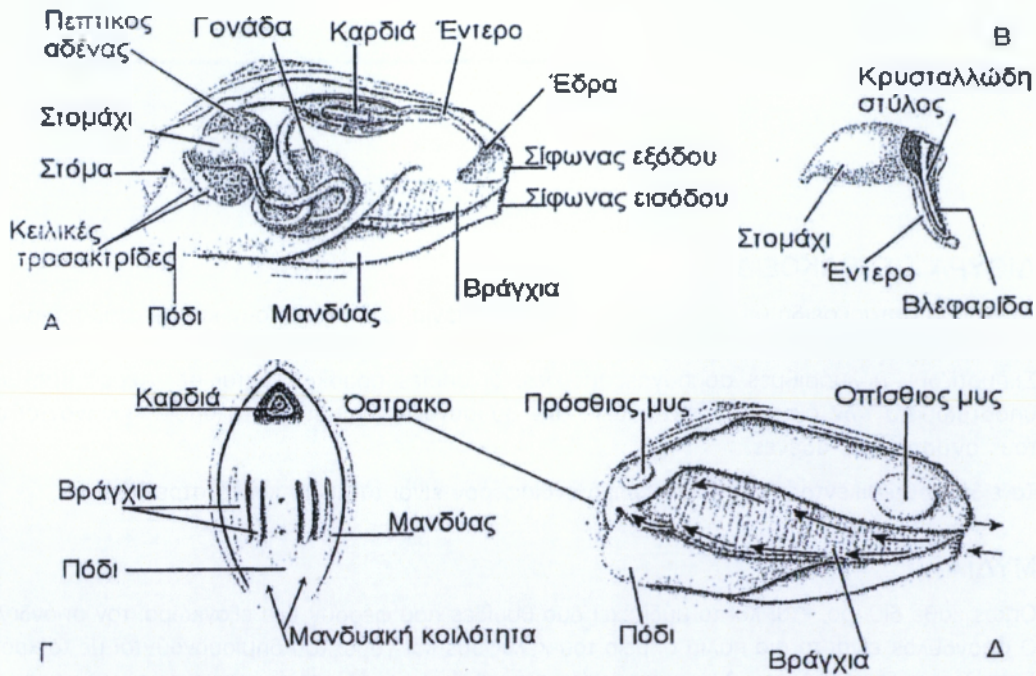
Φύλο: Μαλάκια (*Mollusca*)

Τάξη: Δίθυρα (*Bivalvia*)

Οικογένεια: *Mytilidae*

Γένος: *Mytilus*





Ανατομία μυδιού *Mytilus galloprovincialis*

Ανατομικά στοιχεία δίθυρου οστράκου. **A:** Κατά μήκος απεικόνιση των οργάνων ενός δίθυρου. **B:** Το στομάχι. **Γ:** Εγκάρσια τομή στο ύψος του οστράκου με τη παρουσίαση των μερών του σώματος στη θέση τομής. **Δ:** Παρουσίαση της ροής του νερού από την είσοδο ως την έξοδο του, στα δίθυρα.

ΣΤΡΕΙΔΙΑ

Τα στρείδια είναι θαλάσσια δίθυρα μαλάκια. Υπάρχουν περισσότερα από 50 είδη στρειδιών, αρκετά από τα οποία είναι εδώδιμα. Συνδέονται με τους βράχους ή βρίσκονται στο πυθμένα της θάλασσας. Δεν έχουν δυνατότητα κίνησης, αλλά απομακρύνονται συχνά από τη θέση στήριξης τους παρασυρόμενα από τα θαλάσσια ρεύματα. Τα στρείδια βρίσκονται σε όλο τον κόσμο. Διαμορφώνουν συνήθως μεγάλες ομάδες, οι οποίες στα θερμά ύδατα εκτείνονται από την παλιρροιακή ζώνη μέχρι το βάθος των 30 μέτρων.

Το όστρακο του στρειδιού είναι σε σχήμα ακανόνιστου οβάλ. Αποτελείται από μια αριστερή και μια δεξιά θυρίδα που ενώνονται μαζί στο στενό πρόσθιο άκρο με έναν ελαστικό σύνδεσμο που ενεργεί ως άρθρωση. Και με τις δυο θυρίδες συνδέεται ένας ισχυρός μυς, αποκαλούμενος προσαγωγός, ο οποίος κρατά το όστρακο ισχυρά κλειστό. Το αριστερό όστρακο, επάνω στο οποίο στηρίζεται το στρείδι, είναι βαθύτερο και πιο παχύ από το δεξιό. Δυο πτυχές της σαρκώδους μεμβράνης, αποκαλούμενες μανδύας, καλύπτουν το αριστερό στρώμα του στρειδιού και ευθυγραμμίζουν το εσωτερικό του κελύφους. Ο μανδύας εκκρίνει τις οργανικές και ανόργανες ουσίες που αποτελούν το κέλυφος. Το άνοιγμα που αποτελεί το στόμα του στρειδιού, βρίσκεται στο πρόσθιο άκρο του σώματος, μεταξύ δυο ζευγαριών λεπτών χείλεων. Δυο ζευγάρια δρεπανοειδών αναπνευστικών οργάνων, τα βράγχια, καλύπτονται με τις δομές που μοιάζουν τρίχες (βλεφαρίδες). Ένας κοντός οισοφάγος συνδέει το στόμα με το στομάχι.

Το σώμα περιέχει επίσης το πεπτικό, αναπαραγωγικό, κυκλοφοριακό, απεκκριτικό και νευρικό σύστημα. (Hedeen R.A, 1986) Το στρείδι τρέφεται με μικροοργανισμούς που φτάνουν στο όστρακο με το ρεύμα που δημιουργείται από τη μετακίνηση των βλεφαρίδων και συλλαμβάνεται με τις χειλικές κεραίες προτού φθάσουν στο στόμα. (Hicks Doris, 2001)

Στρείδι

Ostrea edulis

Συστηματική κατάταξη:

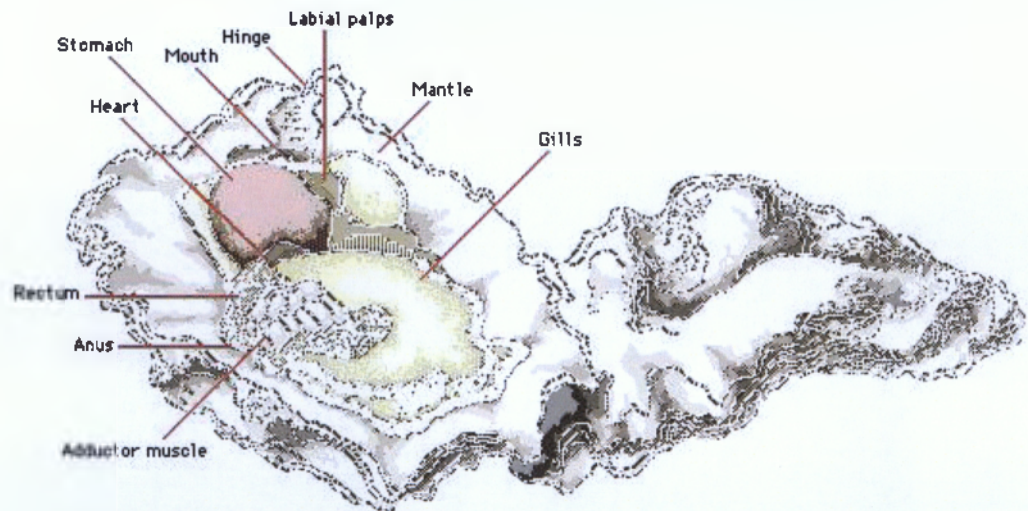
Φύλο: Μαλάκια (*Mollusca*)

Τάξη: Δίθυρα (*Bivalvia*)

Τάξη: *Ostreoida*

Οικογένεια: *Ostreoidae*

Γένος: *Ostrea*



Ανατομία στρείδιού *Ostrea edulis*

Anus: **Έδρα**

Adductor muscle: **Προσαγωγός μυς**

Gills: **Βράγχια**

Hinge: **Άρθρωση**

Heart: **Καρδιά**

Labial palps: **Χειλικές προσακτρίδες**

Mantle: **Μανδύας**

Mouth: **Στόμα**

Rectum: **Παχύ έντερο**

Stomach: **Στομάχι**

1. ΟΣΤΡΑΚΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα τελευταία χρόνια η παγκόσμια παραγωγή οστρακοειδών έχει γνωρίσει μεγάλη αύξηση, φτάνοντας τους 400.000 τόνους ετησίως. Στην Ευρώπη οι πρώτες χώρες σε παραγωγή μυδιών και στρειδιών είναι η Ισπανία, η Ολλανδία, η Γαλλία και η Ιταλία. Στην Ελλάδα, η οστρακοκαλλιέργεια ξεκίνησε στη Μακεδονία το διάστημα μεταξύ 1986 και 1988.

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει μια γενικότερη τάση επέκτασης της καλλιέργειας των οστρακοειδών και κυρίως του μυδιού *Mytilus galloprovincialis*, για δυο κυρίως λόγους:

1. Τα είδη *M. galloprovincialis* επιδρούν θετικά στο θαλάσσιο οικοσύστημα, καθώς είναι οργανισμοί με μεγάλη ικανότητα διήθησης και συνεπώς είναι ικανά να μειώνουν σημαντικά τη βιομάζα του φυτοπλαγκτού και κατ' επέκταση να προλαμβάνουν τη μείωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου στα ύδατα που παρουσιάζουν φαινόμενο εκτροφισμού.
2. Η καλλιέργεια του είδους *M. galloprovincialis* έχει μεγάλη οικονομική σημασία σαν παράγοντα οικονομικής ενίσχυσης της βιομηχανίας τροφίμων.

Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά των υδάτινων μαζών σε ό,τι αφορά την καταλληλότητα τους για την εκτροφή ή και την καλλιέργεια υδρόβιων οργανισμών, είναι κοινά για πολλούς από τους οργανισμούς αυτούς με διαφορετικές ενδεχόμενες τιμές. Εκείνα τα χαρακτηριστικά του νερού που πρέπει να μελετηθούν για να κρίνουν μια υδάτινη μάζα κατάλληλη για εκτροφή ή καλλιέργεια ενός ή πολλών υδρόβιων οργανισμών είναι:

- Η κινητική του κατάσταση,
- Η ποσότητα του,
- Η θερμοκρασία του,
- Το είδος του (γλυκό, υφάλμυρο, θαλάσσιο),
- Η περιεκτικότητα του σε οξυγόνο,
- Το χρώμα και η διαύγεια του,
- Το pH, το CO₂, και η αλκαλικότητά του,
- Τα ιόντα NH₃ - NO₂ - NO₃,
- Το χλώριο,
- Η ρύπανση, (άλλες ουσίες και βαρέα μέταλλα),
- Η μόλυνση,
- Η θερμική ρύπανση,
- Τα θρεπτικά στοιχεία (N - P).

1.2. ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η σημασία του χαρακτηριστικού αυτού του νερού συνίσταται στο γεγονός ότι από αυτό θα καθοριστεί κατά ένα μεγάλο ποσοστό το είδος του υδρόβιου οργανισμού που θα χρησιμοποιηθεί για την εκμετάλλευση μιας συγκεκριμένης υδάτινης εκτάσεως, εφόσον βέβαια συνηγορούν γι' αυτό και όλα τα άλλα χαρακτηριστικά του νερού.

Τα μαλάκια, όπου ανήκουν τα δίθυρα οστρακοειδή, ζουν κυρίως σε θαλάσσια και υφάλμυρα νερά. Τα είδη των θαλάσσιων νερών, από την άποψη της χρησιμοποίησής τους με τις υδατοκαλλιέργειες, μπορεί να είναι:

- Τα θαλάσσια νερά της ακτής,
- Τα νερά μικρής σχετικά εκτάσεως κόλπων και πορθμών,

- Τα νερά λιμνοθαλασσών,
- Τα θαλάσσια νερά θερμών πηγών.

Τα υφάλμυρα νερά είναι τα μειωμένης αλατότητας νερά που συνήθως βρίσκονται:

- Σε εκβολές εσωτερικών ρευμάτων,
- Σε εκβολές,
- Σε όλα τα σημεία μεγάλων ημίκλειστων συνήθως υδατοσυλλογών που δέχονται μεγάλες ποσότητες γλυκών νερών και επικοινωνούν με θαλάσσια περιοχή.

2. κατασκευές ελεγχόμενης εκτροφής διθύρων μαλακίων

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η μέχρι σήμερα διεθνής εμπειρία ελεγχόμενης μαζικής παραγωγής των μαλακίων αφορά την εκτροφή δίθυρων μαλακίων και ιδιαίτερα των μυδιών και στρειδιών. Δυο κατηγορίες κατασκευών χαρακτηρίζουν την ελεγχόμενη εκτροφή των οργανισμών αυτών. Η μια αφορά στην ελεγχόμενη παραγωγή νεαρών ατόμων ή στη σύλληψη νεαρών ατόμων "άγριων" πληθυσμών στο φυσικό τους περιβάλλον διαβιώσεώς τους, ενώ στην άλλη κατηγορία περιλαμβάνονται όλα τα είδη των κατασκευών που χρησιμοποιούνται κατά τη κύρια εκτροφή τους.

2.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΗΨΕΩΣ ΝΕΑΡΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

Η προμήθεια των νεαρών ατόμων μυδιών και στρειδιών, πραγματοποιείται αποκλειστικά με δυο τρόπους:

1. με συντήρηση γεννητόρων και ελεγχόμενη παραγωγή απογόνων,
2. με σύλληψη ή αλιεία νεαρών ατόμων στο φυσικό τους περιβάλλον.

Οι δύο αυτοί τρόποι διαφοροποιούνται μεταξύ τους, όχι μόνο εξαιτίας της τελείως διαφορετικής διαδικασίας που εφαρμόζεται, αλλά και εξαιτίας των διαφορετικών κατασκευασμάτων που χρησιμοποιούνται.

Οι διαφορές στη βιολογία και στις απαιτήσεις σε ότι αφορά τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος διαβιώσεως και η ύπαρξη διαφόρων τεχνικών, είναι οι κυριότερες αιτίες που τα στρείδια και τα μύδια έχουν διαφορετικές κατασκευές για τη σύλληψη ή την αλιεία των νεαρών ατόμων.

2.2.1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΣΥΛΛΗΨΕΩΣ ΝΕΑΡΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΣΤΡΕΙΔΙΩΝ

Η έννοια της σύλληψης νεαρών ατόμων στρειδιών συνδέεται με την εγκατάσταση των προνυμφικών μορφών τους επάνω σε διάφορα είδη κατασκευασμάτων ή αντικειμένων. Μετά την εγκατάσταση αυτή πραγματοποιείται η τελική μεταμόρφωση τους σε τέλεια άτομα. Η διαδικασία αυτή, πραγματοποιείται σε περιοχές που έχει διαπιστωθεί η παρουσία ικανοποιητικού αριθμού προνυμφών, πάνω σε κατάλληλα αντικείμενα για να μεταμορφωθούν σε τέλεια άτομα. Τα αντικείμενα αυτά ονομάζονται *συλλέκτες* και χωρίζονται σε δυο κατηγορίες. *Τεχνικοί συλλέκτες*, όπου κατασκευάζονται από τον άνθρωπο και *φυσικοί συλλέκτες*, που βρίσκονται έτοιμα στη φύση.

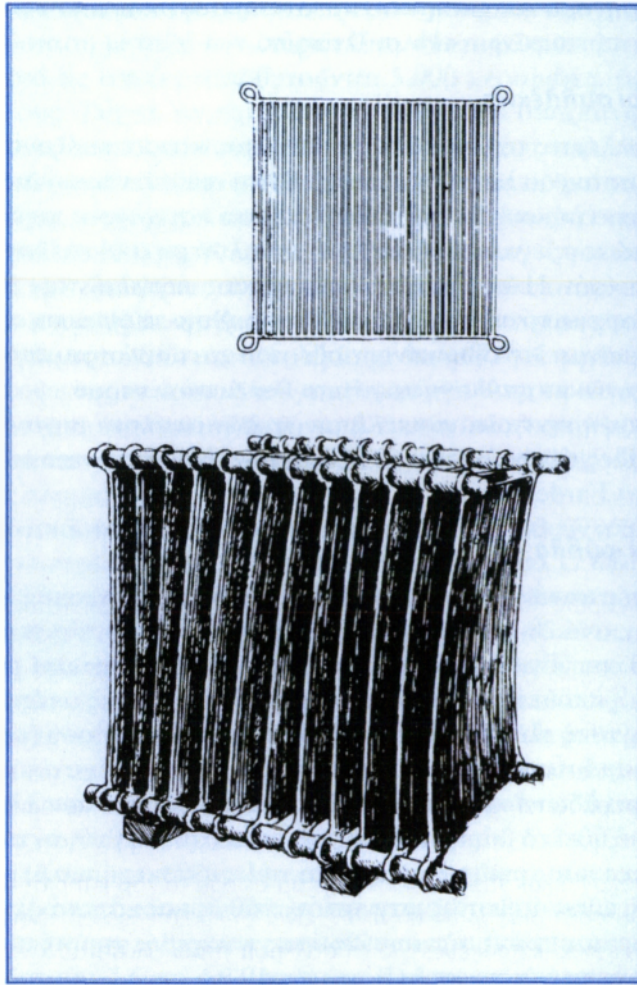
– Τεχνικοί συλλέκτες

Κεραμίδες. Χρησιμοποιούνται κεραμίδες, που θεωρούνται οι καταλληλότερες για το σκοπό αυτό. Το μήκος τους είναι 35cm, το πλάτος τους 23 cm και το πάχος τους περίπου 13 mm. Οι περιοχές που κρίνονται κατάλληλες για τοποθέτηση τους στη θάλασσα, πρέπει να είναι αβαθείς και να χαρακτηρίζονται από: 1) την παρουσία μεγάλου αριθμού προνυμφών, 2) την ύπαρξη στροβιλοειδών ρευμάτων και 3) την παρουσία αμμολασπώδους πυθμένα. Η εγκατάσταση θεωρείται ικανοποιητική, όταν βρεθούν από 80 έως 100 νεαρά άτομα στρειδιών ανά συλλέκτη (ένα άτομο ανά 12 έως 15 cm²). Η αποκόλληση των στρειδιών από την επιφάνεια πραγματοποιείται με τη χρήση ειδικού εργαλείου με αιχμηρό άκρο.

Πλαστικοί συλλέκτες. Είναι συλλέκτες σχήματος κεραμίδας που κατασκευάζονται από κατάλληλο πλαστικό μελανού χρώματος. Ημικυλινδρικά διάτρητα κατασκευάσματα μήκους 31 cm, πλάτους 22 cm και πάχους περίπου 2 mm. Η επιφάνεια τους είναι περίπου κατά 25% μεγαλύτερη από εκείνη των κεραμικών συλλεκτών.

Πλαστικό φύλλα. Πλαστικές ταινίες τραχείας επιφάνειας τοποθετούνται κάθετα, ανά 28, με μικρά διάκενα μεταξύ τους σε πλαστικά πλαίσια των 60 x 60 cm. Ένα σύνολο 12

τέτοιων πλαισίων αποτελεί μια μονάδα συλλεκτών. Οι μονάδες τοποθετούνται με κάθετες τις ταινίες, σε νερά βάθους 4-5 m, απ' όπου ανασύρονται μετά από ένα χρόνο περίπου. Η αποκόλληση των νεαρών στρειδιών πραγματοποιείται με μηχανική δόνηση.



Εικόνα 2.2.1.1 τεχνικός συλλέκτης πλαστικών φύλλων

Φυσικοί συλλέκτες

Κλάδοι ειδικών φυτών. Πρόκειται για κατάλληλα κομμένους ξηρούς κλάδους των φυτών *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex* (Δαλματικές ακτές) και *Juniperus communis* (Νορβηγία). Στις Δαλματικές ακτές οι συλλέκτες έχουν μήκος 70-80 cm. Όμως, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και μικρότεροι κλάδοι μήκους 30-50 cm. Στη Νορβηγία, οι κλάδοι έχουν ολικό μήκος περίπου 1,5-1,7 m, μαζί με τα παρακλάδια τους.

Όστρακα δίθυρων μαλακίων. Ολόκληρα ή τεμαχισμένα άδεια όστρακα ορισμένων ειδών δίθυρων μαλακίων μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως συλλέκτες νεαρών ατόμων στρειδιών.

Πέτρες. Χρησιμοποιούνται πέτρες σε σχετικά μικρό μέγεθος και δισκοειδείς στον πυθμένα των κατάλληλων περιοχών. Μετά τη σύλληψη των νεαρών στρειδιών, συνήθως, ξαναχρησιμοποιούνται.

2.2.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΣΥΛΛΗΨΕΩΣ ΝΕΑΡΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΜΥΔΙΩΝ

Στις φυσικές περιοχές (πυθμένες) αναπτύξεως τους τα νεαρά άτομα των μυδιών επικάθονται στην επιφάνεια κατάλληλων πυθμένων αβαθών ή και σχετικά βαθύτερων νερών. Μεγάλος αριθμός ατόμων εμφανίζεται συνήθως στις ίδιες περιοχές κατά διακεκομμένη όμως χρονική συχνότητα. Το φαινόμενο αυτό, ωστόσο καθορίζεται κυρίως από τα υδροβιολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι όχι μόνο η ένταση του ποικίλλει αλλά και αυτή η εμφάνιση του δεν αποτελεί καθιερωμένη κατάσταση πολλών περιοχών.

Η συλλογή ή η αλιεία των νεαρών μυδιών από τους πυθμένες μαζικής εμφάνίσεως τους αποτελεί έναν από τους τρόπους προμήθειάς τους. Η διαδικασία συλλογής αυτής, όταν πρόκειται για ομαλό πυθμένα, πραγματοποιείται μόνο με ειδικά σκάφη. Στις περιπτώσεις όμως που η εγκατάσταση των νεαρών μυδιών έχει πραγματοποιηθεί επάνω σε βράχους του πυθμένα αβαθών παράκτιων περιοχών, η συλλογή τους γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό.

Όμως, η έλλειψη δυνατότητας ή προθέσεως χρησιμοποίησής τέτοιου είδους σκαφών ή η ακαταλληλότητα πολλών πυθμένων ή σχεδόν παντελής έλλειψη κατάλληλων πυθμένων επιβάλλει την εφαρμογή άλλων μεθόδων και τη χρήση ειδικών κατασκευών συλλήψεως των νεαρών μυδιών.

– Μέθοδος των πασσάλων

Με τη στερέωση, στο πυθμένο κατάλληλων περιοχών, πασσάλων ανά 20-30 cm, σχηματίζονται σειρές που απέχουν μεταξύ τους περίπου 1 m, ενώ κάθε σύνολο δυο ή περισσότερων σειρών πασσάλων απέχει από το άλλο περίπου 15 έως 20 m. Η εγκατάσταση αυτή πραγματοποιείται κάθετα προς την ακτή σχετικά αβαθών και ομαλών παράκτιων περιοχών στις οποίες η παρουσία μεγάλου αριθμού προνυμφών των μυδιών είναι αποδεδειγμένη και οι οποίες χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη ικανοποιητικής εντάσεως παλιρροϊκών φαινομένων.

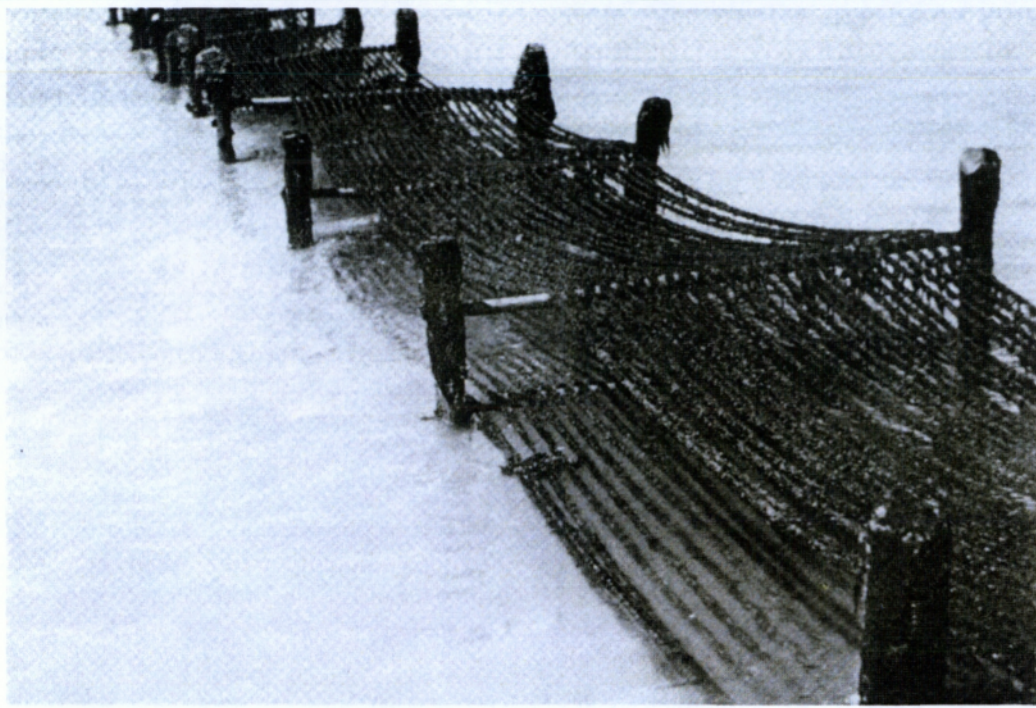
Το μήκος των πασσάλων που θα χρησιμοποιηθεί καθορίζεται από το βάθος του νερού. Στην επιφάνεια των πασσάλων πραγματοποιείται η εγκατάσταση των νεαρών ατόμων των μυδιών τα οποία, κατά την επίτευξη του κατάλληλου μεγέθους τους, συλλέγονται για να μεταφερθούν στις εγκαταστάσεις της κύριας εκτροφής.

Πάσσαλοι εγκαταστάσεως-συλλήψεως νεαρών ατόμων μυδιών



– **Μέθοδος των σχοινιών**

Η μέθοδος συνίσταται στη στερέωση δυο παράλληλων σειρών πασσάλων που απέχουν μεταξύ τους 1,5 m και στις οποίες η μεταξύ των πασσάλων απόσταση είναι περίπου 2,4 m. Στους απέναντι πασσάλους των δυο σειρών τοποθετούνται, οριζόντια, από δυο λεπτοί πάσσαλοι διαμέτρου 6 cm. Επάνω στους οριζόντιους αυτούς πασσάλους τοποθετούνται, σε κάποια απόσταση μεταξύ τους, 25 σχοινιά διαμέτρου 1 cm από φυτικές ίνες. Οι κάθετοι πάσσαλοι και τα σχοινιά της κατασκευής αυτής αποτελούν τις επιφάνειες προσκολλήσεως των νεαρών μυδιών, τα οποία αποσπώνται απ' αυτές είτε μεταφέροντας τα σχοινιά στην ακτή, είτε αποκολλώντας τα από τους κάθετους πασσάλους.



Εικόνα 2.2.2.1 κατασκευή συλλήψεως νεαρών ατόμων μυδιών με τη μέθοδο των σχοινιών

– **Μέθοδος της σχεδίας**

Κατ' αυτή τη μέθοδο, αναρτώνται συνήθως κάθετα από διάφορα σημεία της κάτω επιφάνειας μια πλωτή κατασκευής (σχεδίας) σχοινιά από φυτικές ίνες ή συνθετικό υλικό τα οποία με τη βοήθεια βαρών κρατούνται τεντωμένα. Στην επιφάνεια των σχοινιών αυτών εγκαθίστανται τα νεαρά άτομα των μυδιών από τα οποία αποκολλώνται για να μεταφερθούν, στη συνέχεια στις κατασκευές της κύριας εκτροφής τους.

– **Μέθοδος του πάρκου**

Χρησιμοποιώντας τα φύλλα του φυτού *Lygium spartum* κατασκευάζονται λεπτά σχοινιά διαμέτρου 20 mm. Πλέκοντας τρία απ' αυτά μεταξύ τους κατασκευάζεται σχοινί διαμέτρου 10 cm. Τα σχοινιά αυτά, τοποθετούνται τεντωμένα κατά μήκος του μεγάλου άξονα των πάρκων ιταλικού τύπου και αποτελούν την κύρια επιφάνεια εγκαταστάσεως των νεαρών μυδιών.

– **Μέθοδος των πλακιδίων**

Κατά τη μέθοδο αυτή οι συλλέκτες αποτελούνται από 10 πλακίδια διαστάσεως 8x3x0,8 cm τα οποία δένονται στο μέσον της μεγάλης τους διαστάσεως με το ίδιο σχοινί και σε απόσταση 8 cm μεταξύ τους. Στους συλλέκτες του τύπου αυτού τα πλακίδια και τα μεταξύ τους διαστήματα των σχοινιών, αποτελούν τις επιφάνειες εγκαταστάσεως των νεαρών μυδιών. Σειρές των 10 πλακιδίων αναρτώνται από κατάλληλες κατασκευές εφοδιασμένες με πλωτήρες, οι οποίες μεταφέρονται και τοποθετούνται στις περιοχές που έχουν επιλεγεί.

2.3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΥΡΙΑΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΔΙΘΥΡΩΝ ΜΑΛΑΚΙΩΝ

Η κύρια εκτροφή των δίθυρων μαλακίων μπορεί να πραγματοποιηθεί τόσο μέσα σε φυσικές υδατοσυλλογές, όσο και σε τεχνικές υδατοσυλλογές, καθώς και σε δεξαμενές. Οι διεθνώς εκτρεφόμενοι οργανισμοί αυτής της κατηγορίας είναι τα μύδια και τα στρείδια. Τα μύδια προσφέρονται για μαζική κύρια εκτροφή, κυρίως μέσα σε φυσικές υδατοσυλλογές που έχουν επιλεγεί. Ενώ στα στρείδια, μπορεί να εφαρμοσθούν τεχνικές και μέθοδοι εκτροφής και σε τεχνικές υδατοσυλλογές και σε δεξαμενές, αλλά και μέσα σε φυσικές υδατοσυλλογές. Η διαφοροποίηση αυτή προκύπτει κυρίως από τον διαφορετικό τρόπο με τον οποίο οι δυο αυτοί οργανισμοί επικάθονται και προσκολλώνται στα διάφορα είδη υποστρωμάτων. Έτσι, και στη περίπτωση των οργανισμών της κατηγορίας αυτής τα βιολογικά τους χαρακτηριστικά καθορίζουν το είδος των κατασκευών που επιβάλλεται να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να επιτευχθεί το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.

2.3.1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΥΡΙΑΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΣΤΡΕΙΔΙΩΝ

Η κύρια εκτροφή των στρειδιών μπορεί να πραγματοποιηθεί επάνω στον πυθμένα φυσικών και τεχνητών υδατοσυλλογών, καθώς και μέσα σε δεξαμενές. Για τη κύρια εκτροφή τους τα στρείδια απαιτούν την παρουσία πυθμένα, φυσικού ή τεχνητού. Αυτό οφείλεται στην εγγενή αδυναμία των στρειδιών να κρατηθούν σε οριζόντια ή μη θέση από οποιοδήποτε αντικείμενο ή κάθε είδους υπόστρωμα, γεγονός που επιτυγχάνεται από τα μύδια με τη βοήθεια των νημάτων του βύσσου τους.

A. ΕΚΤΡΟΦΗ ΠΥΘΜΕΝΑ

– *Φυσικών υδατοσυλλογών*

Συνίσταται στη χρησιμοποίηση κατάλληλων χαρακτηριστικών (φυσικοχημικών και βιολογικών), παράκτιων υδατοσυλλογών μικρού σχετικά βάρους. Τα νεαρά στρείδια για την επίτευξη της κύριας εκτροφής τους διασκορπίζονται στην επιφάνεια του πυθμένα των περιοχών αυτών, η οποία πρέπει να χαρακτηρίζεται από σταθερότητα και κατάλληλη σύσταση υλικών (μίγμα άμμου, οργανικών ουσιών). Στις περιοχές αυτές η παρουσία παλιρροϊκών φαινομένων και υψηλής πρωτογενούς παραγωγής αποτελεί τα βασικότερα κριτήρια επιλογής τους.

– *Τεχνητών υδατοσυλλογών*

Η χρήση τεχνητών υδατοσυλλογών για τη κύρια εκτροφή των στρειδιών θεωρείται μια από τις παλαιότερες μεθόδους αλλά και αποτελεσματικότερες. Κατασκευάζονται σε παράκτιες περιοχές και είναι μικρού βάρους και μικρής εκτάσεως. Έχουν ισοπεδωμένο πυθμένα, κατάλληλα κατασκευασμένα τοιχώματα και συνδέονται με τη θάλασσα με αβαθή κανάλια από τα οποία παρέχεται ή απομακρύνεται το νερό. Χαρακτηρίζονται από ικανοποιητικές συνθήκες αναπτύξεως των στρειδιών, τα οποία διασκορπίζονται στην επιφάνεια του πυθμένα τους. Τονίζεται η ύπαρξη νερού κατάλληλης θερμοκρασίας, αλατότητας και άφθονης τροφής, η οποία είναι αποτέλεσμα υψηλής πρωτογενούς παραγωγής.

– *Μέθοδος των πασσάλων*

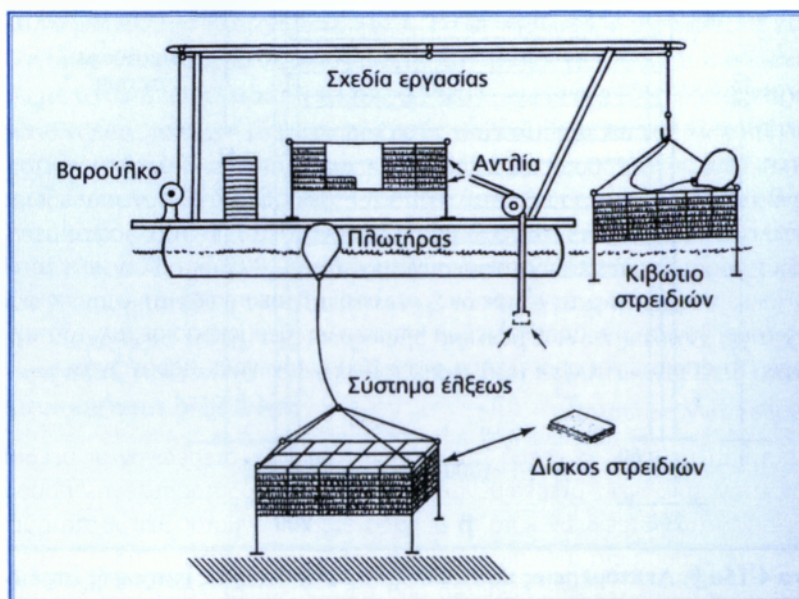
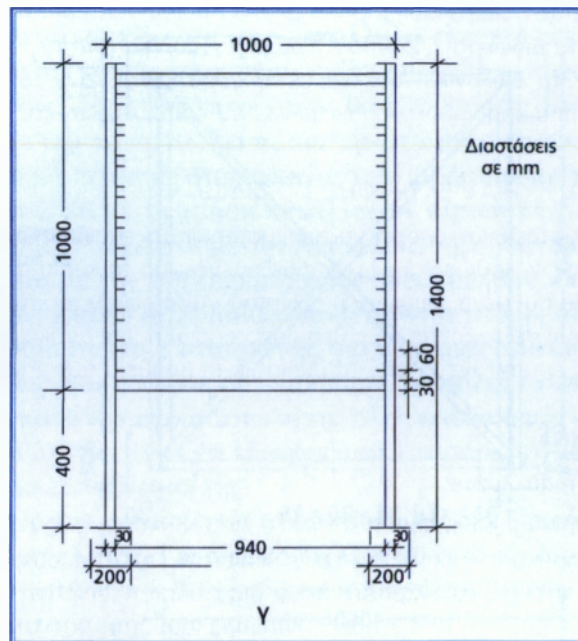
Μ' αυτή τη μέθοδο τα νεαρά άτομα των στρειδιών στερεώνονται με διάφορους τρόπους στην επιφάνεια στερεωμένων στον πυθμένα υδατοσυλλογής πασσάλων. Επειδή, η εκτροφή των στρειδιών κατά τη μέθοδο αυτή πραγματοποιείται στα αμέσως επόμενα στρώματα νερού μετά την επιφάνεια του πυθμένα, οι κίνδυνοι προσβολής είναι μεγάλοι. Αυτό άλλωστε το γεγονός είναι μια από τις βασικότερες αιτίες μη εφαρμογής, σε πολύ μεγάλη έκταση, της μεθόδου αυτής.

B. ΕΚΤΡΟΦΗ ΣΕ ΤΕΧΝΗΤΟ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ

Κατά την εκτροφή αυτή επιτυγχάνεται πληρέστερη αξιοποίηση των υδατοσυλλογών, με την έννοια της χρησιμοποίησεως αλληπάλληλων και παράλληλων επιπέδων, επάνω στα οποία τοποθετούνται κατάλληλα κιβώτια (τελάρα, δίσκοι) με τα νεαρά στρείδια. Η κατασκευή και η χρησιμοποίηση των ραφιών αυτών έχει ως σκοπό τη δημιουργία πολλών επιπέδων πυθμένα, έτσι ώστε η αξιοποίηση κατάλληλων συνθηκών αναπτύξεως των στρειδιών να είναι μεγαλύτερη δυνατή ανά μονάδα επιφάνειας του φυσικού πυθμένα της υδατοσυλλογής. Τα ράφια κατασκευάζονται από κατάλληλα επεξεργασμένα ξύλα ή μέταλλο.

Τα κιβώτια μέσα στα οποία πραγματοποιείται η κύρια εκτροφή των στρειδιών είναι διαφόρων μεγεθών, σχημάτων και τύπων. Κατασκευάζονται από δικτυωτό πλαστικό ή γαλβανισμένο μεταλλικό υλικό ή από ξύλο.

Στην κατηγορία αυτή, της εκτροφής στρειδιών, σε τεχνητά υπόστρωμα, υπάρχουν και δυο περιπτώσεις στις οποίες χρησιμοποιούνται δεξαμενές. Στις δεξαμενές αυτές, υπάρχει ελεγχόμενη παροχή νερού. Πολύ συχνά οι δεξαμενές αυτές χρησιμοποιούνται και για συντήρηση ζωντανών στρειδιών κατά τη διάρκεια της περιόδου προωθήσεως τους στην αγορά.



Εικόνα 2.3.1.1 απλοποιημένη μορφή κατασκευής κιβωτίων

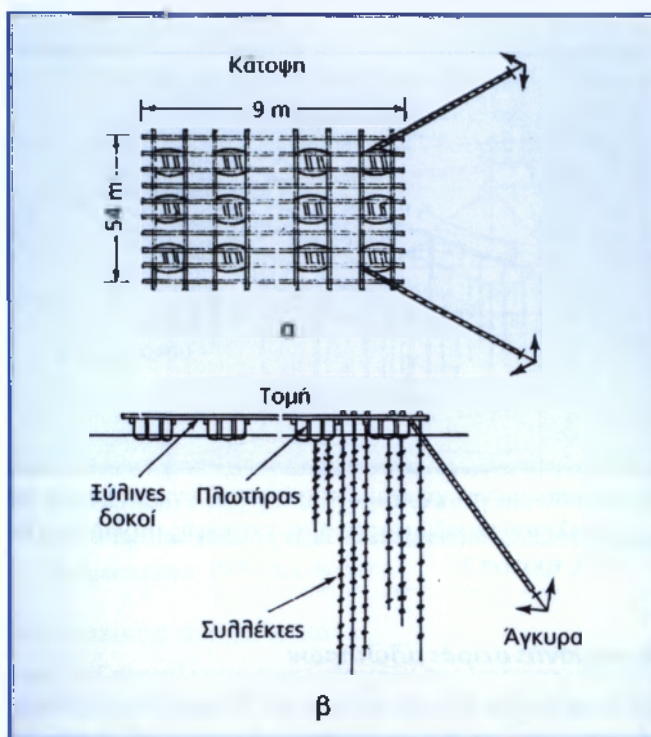
Γ. ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΗ ΕΚΤΡΟΦΗ

Η αναρτημένη μορφή της κύριας εκτροφής των στρειδιών συνίσταται στην εφαρμογή δύο, κυρίως, κατηγοριών μεθόδων. Στην κατηγορία των μεθόδων της *ατομικής αναρτήσεως* και στην κατηγορία μεθόδων της *μαζικής αναρτήσεως*.

Μέθοδοι ατομικής αναρτήσεως

Συνίσταται στην ατομική πρόσδεση ή προσκόλληση των στρειδιών σε κατάλληλα σχοινιά, τα οποία αναρτώνται από κατάλληλες, πλωτές ή μη, κατασκευές.

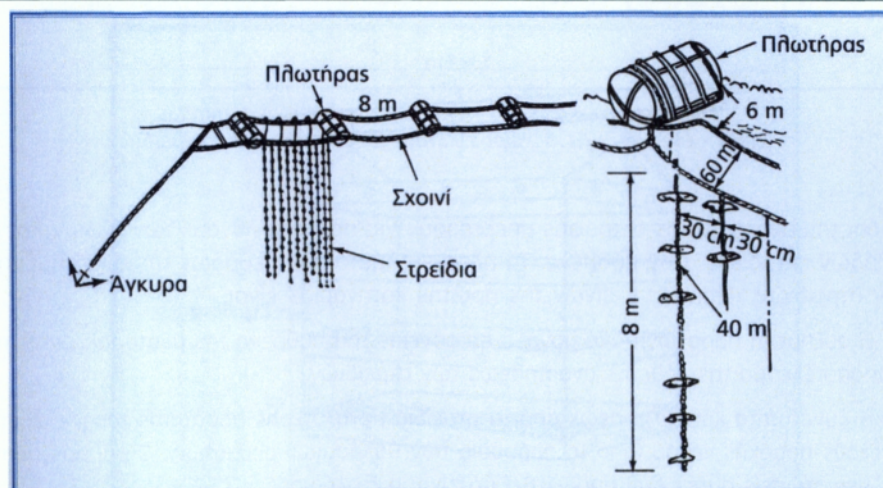
Μέθοδος της σχεδίας. Οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες των σχεδίων, που χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτό σε πολλά μέρη του κόσμου, διαφέρουν πού τόσο σε ότι αφορά στα υλικά, όσο και σε ότι αφορά στις διαστάσεις της κατασκευής.



Εικόνα 2.3.1.2 κατασκευή με τη μέθοδο της σχεδίας

Μέθοδος του σκελετού ικριώματος (πάρκου). Η μέθοδος αυτή θα μπορούσε να θεωρηθεί προσαρμογή της προηγούμενης σε αβαθείς περιοχές. Ο σκελετός του ικριώματος ή του πάρκου κατασκευάζεται με τη στερέωση στο πυθμένα ξύλινων πασσάλων. Οι πάσσαλοι συνδέονται μεταξύ τους με οριζόντιες δοκούς, από τις οποίες αναρτώνται τα σχοινιά κατά μήκος των οποίων έχουν προσδεθεί ή προσκολληθεί τα στρείδια.

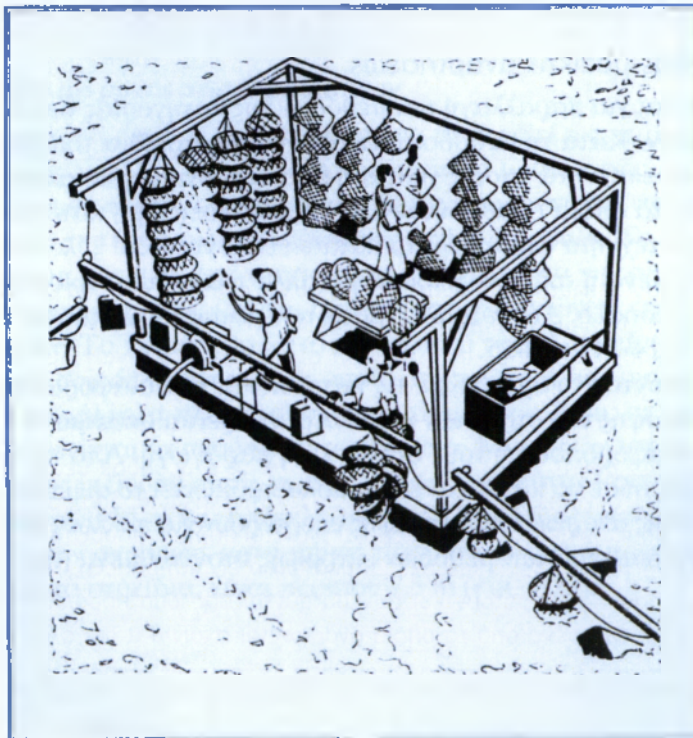
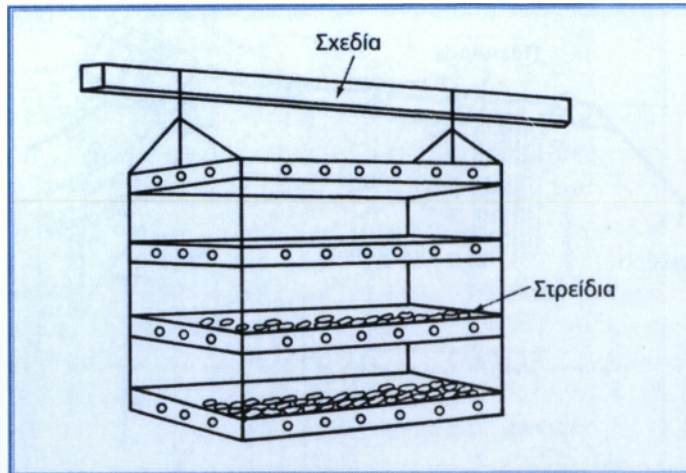
Μέθοδος της μονής σειράς πλωτήρων. Και αυτή η μέθοδος θεωρείται παραλλαγή της μεθόδου της σχεδίας. Το βασικότερο πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η δυνατότητα της αξιοποίησής σε περιοχών που χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη έντονων επιφανειακών κυματισμών. Το κυριότερο κατασκευαστικό υλικό είναι η ύπαρξη μιας μονής σειράς πλωτήρων, οι οποίοι συγκροτούν και συγκροτούνται από δυο παράλληλα πλαστικά σχοινιά, διαμέτρου 2 cm, σένα από τα οποία αναρτώνται σχοινιά με τα στρείδια.



Εικόνα 2.3.1.3 κατασκευή με τη μέθοδο μονής σειράς πλωτήρων

Μέθοδος μαζικής αναρτήσεως

Πρόκειται για παραλλαγή των μεθόδων της κατηγορίας των ατομικών αναρτήσεων. Κατά τη μέθοδο αυτή, τα νεαρά στρείδια τοποθετούνται σε οριζόντια τεχνητά υποστρώματα ή βάσεις, συνήθως σε αλληπάλληλα στρώματα, τα οποία αναρτώνται από επιπλέουσες ή μη κατασκευές.



Εικόνα (πάνω) 2.3.1.4 κατασκευή μαζικής αναρτήσεως
Εικόνα (κάτω) 2.3.1.5 χώρος κατασκευής συλλήψεως στρειδιών

Οι μέθοδοι της αναρτημένης εκτροφής υπερτερούν για πολλούς λόγους των άλλων και ιδιαίτερα των μεθόδων εκτροφής στον πυθμένα. Τα πλεονεκτήματα των μεθόδων της αναρτημένης εκτροφής των στρειδιών, ιδιαίτερα εκείνων της πρώτης κατηγορίας είναι:

- Η αυξημένη παραγωγή ανά μονάδα επιφάνειας του πυθμένα της υδατοσυλλογής, η οποία είναι αποτέλεσμα της κάθετης αναρτήσεως των στρειδιών.
- Η δυνατότητα καταναλώσεως από τα στρείδια μεγαλύτερης ποσότητας τροφής εξαιτίας της συνεχούς παροχής νερού (από τη παρουσία των θαλάσσιων ρευμάτων). Ο ρυθμός αναπτύξεως στις περιπτώσεις αυτές έχει αποδειχθεί ότι είναι ο διπλάσιος.

- Η ανεξαρτητοποίηση της διαδικασίας της εκτροφής από το βάθος του νερού της υδατοσυλλογής και βέβαια η απαλλαγή από τις δυσμενείς επιδράσεις της άμεσης γειτνιάσεως της εγκαταστάσεως με τον πυθμένα της υδατοσυλλογής.
- Η εκτροφή των στρειδιών σε νερό με πολύ μειωμένη μόλυνση και ρύπανση, με συνέπεια την παραγωγή προϊόντων πολύ καλής ποιότητας ή πολύ καλύτερης από εκείνη των στρειδιών που παράγονται με τις μεθόδους εκτροφής στον πυθμένα κυρίως φυσικών υδατοσυλλογών.

2.3.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΥΡΙΑΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΜΥΔΙΩΝ

Η χρησιμοποίηση του ευρύτερου χώρου της κατάλληλης φυσικής υδατοσυλλογής για τη μαζική εκτροφή των μυδιών συνίσταται:

1. στην εκτροφή επί της επιφάνειας του πυθμένα της υδατοσυλλογής.
2. στην αναρτημένη του εκτροφή, από κατάλληλες πλωτές κατασκευές (σχεδίες κ.τ.λ.)
3. στην εκτροφή τους σε μόνιμες κατασκευές πασσάλων
4. στην αναρτημένη τους εκτροφή σε μόνιμες κατασκευές πάρκου

A. ΕΚΤΡΟΦΗ ΠΥΘΜΕΝΑ

Χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη των μυδιών επάνω στον πυθμένα κατάλληλων υδατοσυλλογών, από την άποψη του βάθους, των ρευμάτων, της αλατότητας και κυρίως του είδους και της συστάσεως του πυθμένα. Τα νερά άτομα διασκορπίζονται από εξοπλισμένα με κατάλληλα μηχανήματα σκάφη στις περιοχές που έχουν επιλεγεί και των οποίων η έκταση ποικίλλει. Συνήθως, ο τρόπος αυτός της κύριας εκτροφής των μυδιών, ο οποίος δεν χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερες κατασκευές, συνδυάζεται με τη χρησιμοποίηση νεαρών ατόμων, που προέρχονται από την αλιεία φυσικών πληθυσμών. Τα ίδια σκάφη μετά την αλιεία των νεαρών ατόμων κατευθύνονται στις περιοχές της κύριας εκτροφής, όπου πραγματοποιείται ο διασκορπισμός τους.

B. ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΗ ΕΚΤΡΟΦΗ ΣΕ ΠΛΩΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Η μέθοδος αυτή, η οποία από πολλούς καλείται μέθοδος των *πλωτών πάρκων*, εφαρμόζεται με διάφορες μορφές. Όλες, όμως, οι παραλλαγές της χαρακτηρίζονται από μια γενική αρχή, σύμφωνα με την οποία η κύρια εκτροφή μυδιών πραγματοποιείται μέσα ή επάνω στην επιφάνεια κατάλληλων κατασκευασμάτων ή υλικών, τα οποία αναρτώνται από πλωτές κατασκευές, κατάλληλα αγκυροβολημένες ή και προσαρμοσμένες στην ακτή. Τα είδη των πλωτών κατασκευών τα οποία εφαρμόζονται σήμερα είναι τρία, παρόλο που δεν αποκλείεται να χρησιμοποιούνται πολλές και απλούστερες παραλλαγές τους.

- Πλωτά πάρκα ισπανικού τύπου

Πρόκειται για ξύλινα και σχετικά μεγάλων διαστάσεων πλωτά κατασκευάσματα, των οποίων το σχήμα είναι είτε πολυγωνικό, με δυο τριγωνικού σχήματος ξύλινους πλωτήρες, είτε τετράγωνο, με τέσσερις κυλινδρικούς μεταλλικούς πλωτήρες. Από τις οριζόντιες δοκούς των πλωτών αυτών κατασκευών αναρτώνται, συνήθως ανά 50 ή 60 cm, τα σχοινιά επάνω στα οποία βρίσκονται τα νερά άτομα. Σε κάθε πάρκο αναρτώνται συνήθως 600-700 σχοινιά, το αρχικό βάρος των νεαρών μυδιών σε κάθε σχοινί κυμαίνεται από 1.5 έως 1.75 kg και το συνολικό τελικό βάρος των εμπορεύσιμων ατόμων είναι περίπου 10 kg, για κάθε μέτρο σχοινογιού.

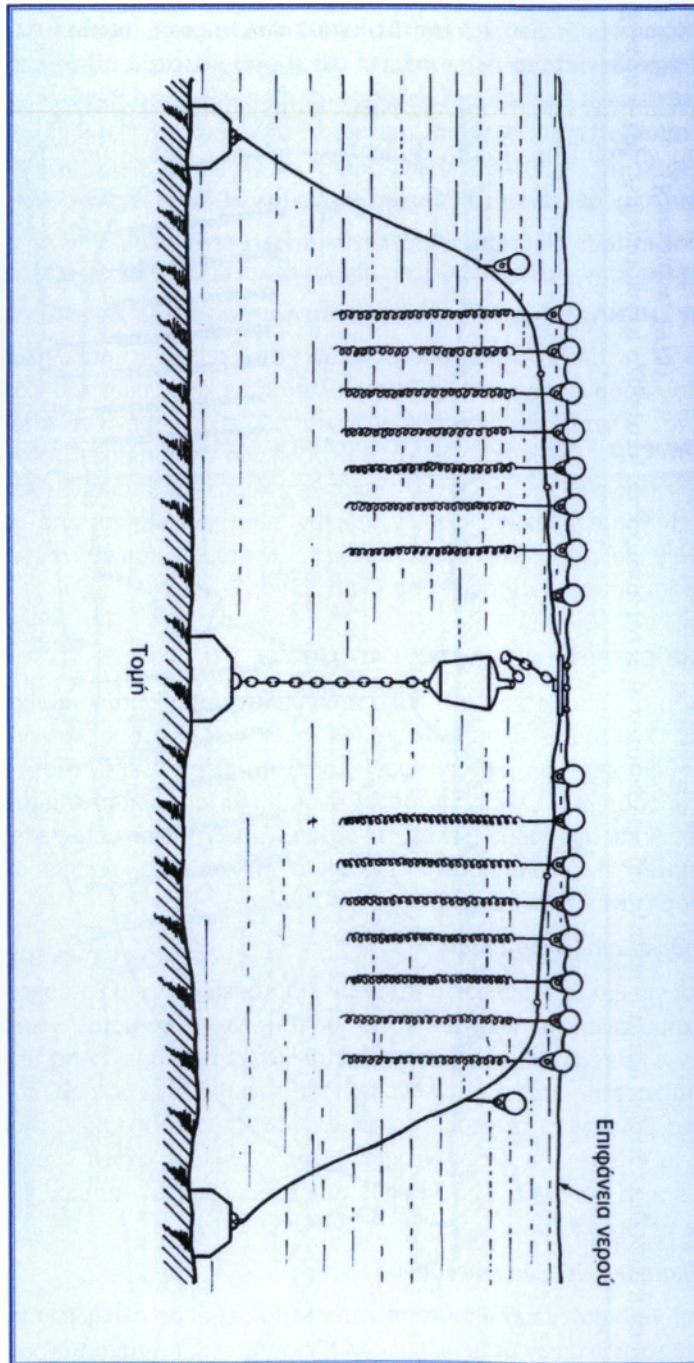
- Πλωτές κατασκευές ρώσικου τύπου

Πρόκειται για κατασκευή ίδια με τη κατασκευή μέθοδος πλακιδίων που έχει αναφερθεί για τη συλλογή νεαρών ατόμων μυδιών. Μετά την εγκατάσταση των νεαρών ατόμων είναι δυνατόν να μεταφερθούν οι πλωτές αυτές κατασκευές σε κατάλληλες περιοχές για τη κύρια εκτροφή ή για τη διαχείριση των μυδιών.

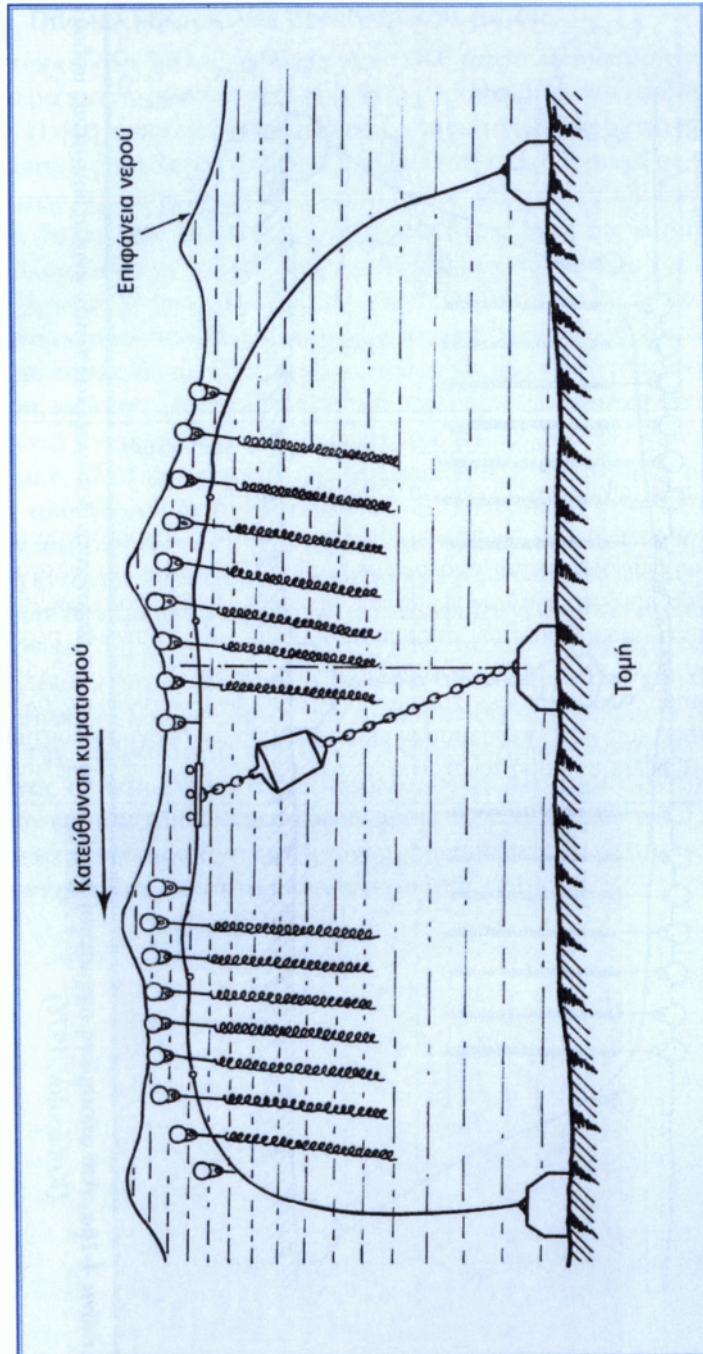
- Πλωτές κατασκευές βουλγάρικου τύπου

Θεωρούνται απλές, φθηνές και πολύ αποτελεσματικές κατασκευές, ιδιαίτερα για παράκτιες περιοχές που χαρακτηρίζονται από έντονο κυματισμό. Η κατασκευή αποτελείται από ακτινοειδώς διαταγμένα σχοινιά με πλωτήρες, από τους οποίους αναρτώνται άλλα σχοινιά με κυλινδρικού σχήματος δικτυωτούς σάκους, μέσα στους οποίους έχουν τοποθετηθεί τα νερά άτομα των μυδιών για τη πραγματοποίηση της κύριας εκτροφής τους. Τα σχοινιά

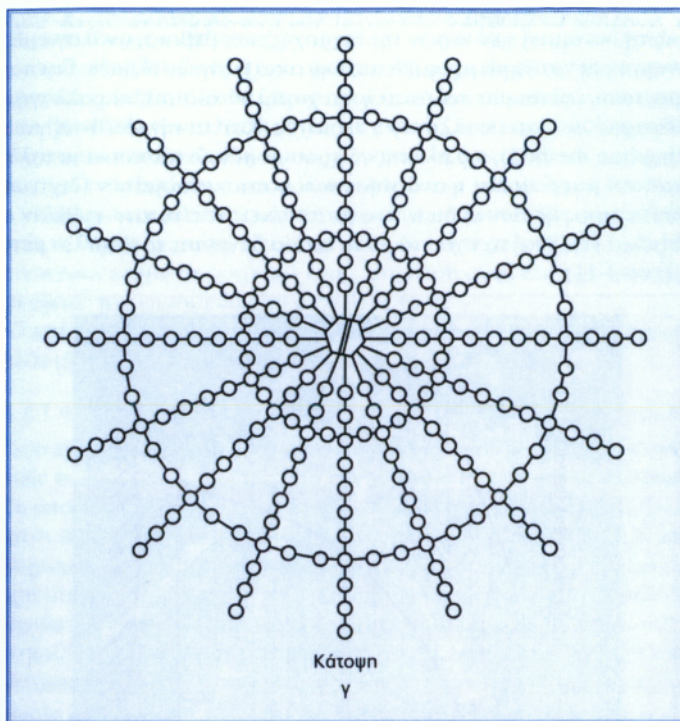
με τους πλωτήρες συγκλίνουν στο κέντρο της κατασκευής, όπου βρίσκεται ένας μεγάλος πλωτήρας, σε κατάλληλα κατασκευάσματα του οποίου προσδένονται τα εσωτερικά τους άκρα. Το μήκος των σχοινιών είναι συνήθως 60 m. Οι πλωτήρες του κάθε σχοινιού τοποθετούνται ανά 1,5-2 m, ενώ τα εξωτερικά άκρα των σχοινιών προσδένονται σε αλυσίδες ή σχοινιά αγκυροβολίων. Πρέπει να τονισθεί η δυνατότητα μικρής μεν αλλά ικανοποιητικής αυξομειώσεως του μήκους των σχοινιών ή των αλυσίδων των αγκυροβολίων. Η δυνατότητα αυτή εξασφαλίζεται με την παρουσία ενός μηχανισμού ελατηρίων, ο οποίος επιτρέπει τη διέλευση έντονων κυματισμών (κυμάτων μεγάλου μήκους).



Εικόνα 2.3.2.1 πλωτή κατασκευή βουλγάρικου τύπου



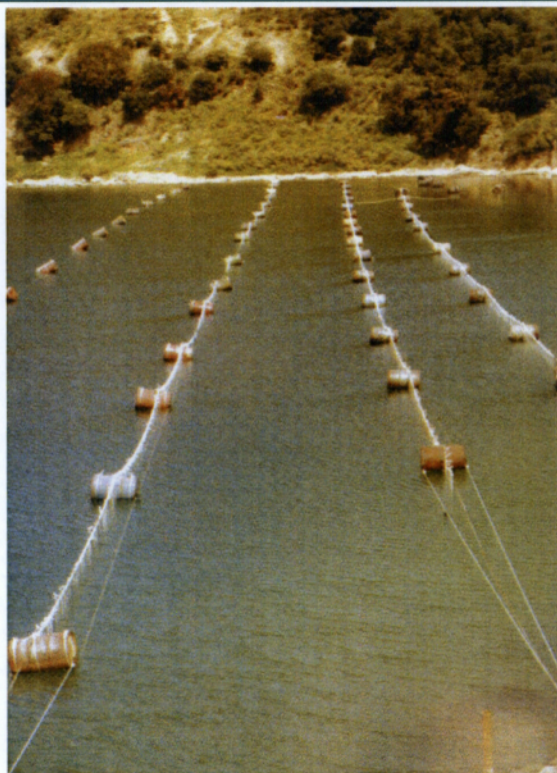
Εικόνα 2.3.2.2 ηλωτή κατασκευή βουλγαρικού τύπου με τη κατεύθυνση του κύματος



Εικόνα 2.3.2.3 κάτοψη πλωτής κατασκευής

– **Παραλλαγές των προηγούμενων πλωτών κατασκευών**

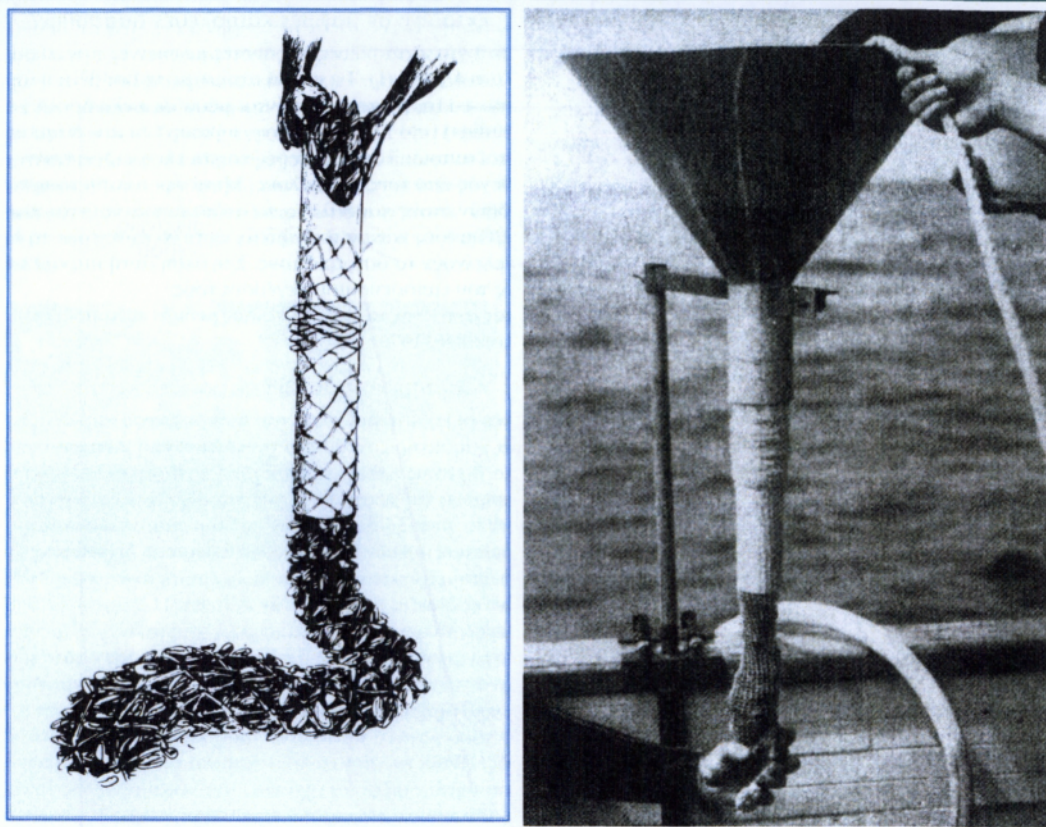
Η όλη κατασκευή των πλωτήρων και γενικότερα του τρόπου ανάρτησής των μυδιών μπορεί να διαφοροποιείται, ανάλογα με το βάθος του νερού, τη τοπογραφία της ακτής και του βυθού, τη δυναμική των νερών της περιοχής και βέβαια ανάλογα με την οικονομική δυνατότητα προμήθειας των απαραίτητων υλικών. Σε ελληνικές περιοχές, εφαρμόζεται μια πολύ απλή και χαμηλού κόστους παραλλαγή. Κατ' αυτήν (διεθνώς γνωστή ως long line method), ως πλωτήρες χρησιμοποιούνται κοινά μεταλλικά ή πλαστικά βαρέλια και η ανάρτηση των κατασκευασμάτων εκτροφής μυδιών πραγματοποιείται είτε κατ' ευθείαν από τα βαρέλια είτε από τα σχοινιά με τα οποία δένονται τα βαρέλια μεταξύ τους.



Εικόνα 2.3.2.4 περιοχή στη θάλασσα με πλωτή κατασκευή

A. ΕΚΤΡΟΦΗ ΣΕ ΜΟΝΙΜΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ

Πρόκειται για κατασκευές παρόμοιες με εκείνες που αναφέρθηκαν παραπάνω στις κατασκευές συλλήψεως νεαρών ατόμων μυδιών (μέθοδος των πασσάλων). Τα νεαρά άτομα, με τη βοήθεια ή μη σταθερής χοάνης, τοποθετούνται μέσα σε κυλινδρικά κατασκευάσματα (boudins) από πλαστικό δίχτυ, μήκους 5 m και διαμέτρου 10 cm. Οι δικτυωτοί αυτοί κύλινδροι στερεώνονται ελικοειδώς επάνω σε όλο το μήκος καθενός από τους πασσάλους. Μετά τη τοποθέτηση των δικτυωτών κυλίνδρων στους πασσάλους, τα μύδια μετακινούνται και σταθεροποιούν τη θέση τους κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να έχουν όλα τη δυνατότητα να ανοιγοκλείνουν τα άστρακα τους. Στη θέση αυτή παραμένουν μέχρι την επίτευξη του εμπορεύσιμου μεγέθους. Ο τρόπος αυτός εφαρμόζεται κυρίως στη Γαλλία.

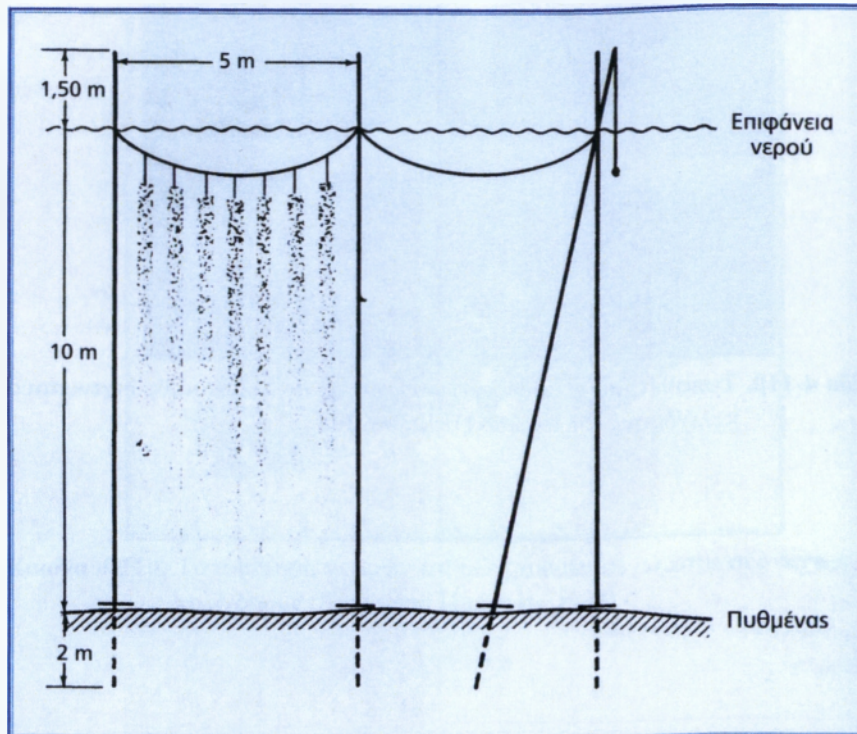
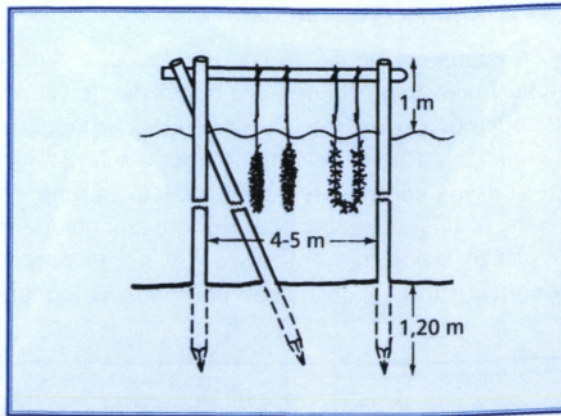


Εικόνα 2.3.2.5 πλαστικό δίχτυ τοποθέτηση νεαρών ατόμων μυδιών

B. ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΗ ΕΚΤΡΟΦΗ ΣΕ ΜΟΝΙΜΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ (ΠΑΡΚΟ)

Δυο είναι οι κυριότεροι τύποι του τρόπου αυτού κύριας εκτροφής των μυδιών και χαρακτηρίζονται από την κατασκευή μόνιμης εγκαταστάσεως, η οποία διεθνώς καλείται **πάρκο** και κατασκευάζεται με τη στερέωση στον πυθμένα της υδατοσυσυλογής παράλληλων σειρών πασσάλων, σε καθορισμένες αποστάσεις. Τα νεαρά άτομα μυδιών τοποθετούνται σε μέσα σε δικτυωτούς κυλίνδρους, διαμέτρου περίπου 10 cm, οι οποίοι αναρτώνται στη συνέχεια από οριζόντιες δοκούς ή σχοινιά των πάρκων.

Η ανάρτηση των κυλίνδρων πραγματοποιείται σε απόσταση 60-70 cm μεταξύ τους. Η μέθοδος της αναρτημένης εκτροφής των μυδιών σε πάρκα είναι η συνηθέστερη μέθοδος που εφαρμόζεται στην Ελλάδα.



Εικόνα 2.3.2.6 (πάνω) κατασκευή υδατοσυλλογής παράλληλων σειρών πασάλων
Εικόνα 2.3.2.7 (κάτω) κατασκευή παράλληλων σειρών πασάλων

2.4. ΔΕΞΙΑΜΕΝΕΣ ΚΑΘΑΡΣΕΩΣ

Είναι μεγάλων, σχετικά διαστάσεων τσιμεντένιες δεξαμενές οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη συγκέντρωση, τη προσωρινή διαμονή, κυρίως, όμως για τη κάθαρση (απομάκρυνση βακτηριακού φορτίου) των μυδιών, μετά το τέλος της κύριας εκτροφής και πριν την προώθησή τους στην αγορά. Στις δεξαμενές παρέχεται με αντλίες μεγάλη ποσότητα καθαρού θαλάσσιου νερού. Παρόμοιες τεχνικές εφαρμόζονται για τη κάθαρση και άλλων ειδών μαλακίων (στρείδια κ.τ.λ.) χρησιμοποιώντας, εκτός από καθαρό θαλάσσιο νερό, υπεριώδη ακτινοβολία, όζον, φιλτράρισμα, καθώς και δεξαμενές καθιζήσεως.

2.5. ΙΔΑΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΣΤΡΑΚΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Το είδος *Mytilus galloprovincialis* είναι το ενδογενές μύδι της Ελλάδας. Το συγκεκριμένο είδος αναπτύσσεται καλύτερα σε νερό στο οποίο υπάρχει αιωρούμενη ίλη από εκροές ποταμών. Η άριστη αλατότητα για την καλλιέργειά του είναι 26‰, ενώ η πλέον ευνοϊκή θερμοκρασία είναι μεταξύ 10 και 20° C. Επιπλέον, για την ανάπτυξή του είναι προτιμότερο το ημίφως, ενώ η σκιά αποτελεί δυσμενή παράγοντα ανάπτυξης. Αποκτά το εμπορεύσιμο μέγεθός του όταν το μήκος του φτάσει τα 50-60mm.

Η ανάπτυξη του μυδιού καθορίζεται από την αλληλεπίδραση μεταξύ ενδογενών κληρονομικών χαρακτηριστικών και εξωγενών επιδράσεων. Από τους εξωγενείς παράγοντες, τη μεγαλύτερη επίδραση ασκεί η διαθεσιμότητα τροφής. Περιοριστικό παράγοντα στη διάθεση της τροφής από το θαλάσσιο περιβάλλον μπορεί να αποτελέσει η τοποθέτηση των μυδιών σε υψηλές πυκνότητες μέσα στους ειδικούς δικτυωτούς σάκους, στις μυδοκαλλιέργειες. Επιπλέον, διάφοροι οργανισμοί που επικάθονται πάνω στα μύδια μπορεί να επιβραδύνουν την ανάπτυξή τους καθώς δρουν σαν ανταγωνιστές χώρου και τροφής.

Σημαντικός επίσης εξωγενής παράγοντας για την ανάπτυξη των μυδιών είναι η ποιότητα του υδάτινου περιβάλλοντος. Περιοχές κατάλληλες για την εγκατάσταση μυδοκαλλιεργειών είναι αυτές με θερμοκρασία νερού 10-26°C, συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου >5 mg/l και αλατότητα 22-42%.



3. παράγοντες ανάπτυξης

Οι βιοτικοί και αβιοτικοί παράμετροι του νερού που είναι σημαντικοί για την ανάπτυξη των μυδιών είναι η θερμοκρασία, η αλατότητα, τα ρεύματα, το διαλυμένο οξυγόνο, τα θρεπτικά άλατα και οι ποσότητες φυτοπλαγκτόν.

Το είδος *Mytilus galloprovincialis* είναι το ενδογενές μύδι της Ελλάδας. Το συγκεκριμένο είδος αναπτύσσεται καλύτερα σε νερό στο οποίο υπάρχει αιωρούμενη ύλη από εκροές ποταμών. Η άριστη αλατότητα για τη καλλιέργεια του είναι 26‰, ενώ η πλέον ευνοϊκή θερμοκρασία είναι μεταξύ 10 και 20°C. Επιπλέον, για την ανάπτυξη του είναι προτιμότερο το ημίφως, ενώ η σκιά αποτελεί δυσμενή παράγοντα ανάπτυξής. Αποκτά το εμπορεύσιμο μέγεθος του όταν το μήκος του φτάσει τα 50-60mm (Avault J.W, 1996).

Η ανάπτυξη του μυδιού καθορίζεται από την αλληλεπίδραση μεταξύ ενδογενών κληρονομικών χαρακτηριστικών και εξωγενών επιδράσεων. Από του εξωγενείς παράγοντες, τη μεγαλύτερη επίδραση ασκεί η διαθεσιμότητα τροφής. Περιοριστικό παράγοντα στη διαθεσιμότητα της τροφής από το θαλάσσιο περιβάλλον μπορεί να αποτελέσει η τοποθέτηση των μυδιών σε υψηλές πυκνότητες μέσα στους ειδικούς δικτυωτούς σάκους, στις μυδοκαλλιέργειες. Επιπλέον, διάφοροι οργανισμοί που επικάθονται πάνω στα μύδια μπορεί να επιβραδύνουν την ανάπτυξή τους καθώς δρουν σαν ανταγωνιστές χώρου και τροφής (Κασπίρης, 1998).

Σημαντικό επίσης παράγοντα για την ανάπτυξη των μυδιών είναι η ποιότητα του υδάτινου περιβάλλοντος. Περιοχές κατάλληλες για την εγκατάσταση μυδοκαλλιεργειών είναι αυτές με θερμοκρασία νερού 10-26°C, συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου >5 mg/l και αλατότητα 22-42‰ (Φώτης et al., 1999).

Το μύδι είναι διηθηματοφάγος οργανισμός, διηθεί το θαλασσινό νερό με ταχύτητα ανάλογη του μεγέθους του και της θερμοκρασίας του νερού, συγκρατώντας έτσι τα κατάλληλα μερίδια τροφής διαστάσεων 1-25 μm, αποβάλλοντας τα υπόλοιπα ως ψευδοκόπρανα (Γαλννού-Μητσούδη 2003).





4. παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή

4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η εγκατάσταση μιας μυδοκαλλιέργειας προϋποθέτει την ύπαρξη ενός χώρου στο θαλάσσιο περιβάλλον ο οποίος πρέπει να συγκεντρώνει ορισμένα χαρακτηριστικά που θα συμβάλλουν στην καλύτερη και γρηγορότερη ανάπτυξη των οργανισμών αυτών. Ο χώρος αυτός πρέπει:

1. Να προστατεύεται από τους ανέμους ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία ισχυρών κυματισμών οι οποίοι έχουν σαν αποτέλεσμα την κατανάλωση ενέργειας από μέρος των μυδιών για την ανάπτυξη ισχυρότερου βύσσου προκειμένου να αυξήσουν την σταθεροποίησή τους καθώς επίσης και δημιουργία παχύτερου οστράκου σε βάρος της υπόλοιπης ανάπτυξης της σάρκας τους.
2. Το βάθος βύθισής τους πρέπει να είναι τόσο ώστε να υπάρχει ο φυσικός φωτισμός που επιδρά ευνοϊκά και στη δημιουργία της τροφής και στις διάφορες δραστηριότητες του μυδιού.
3. Το νερό πρέπει να ανανεώνεται κι αυτό επιτυγχάνεται με την ύπαρξη ρευμάτων. Πρέπει όμως να αποφεύγεται η εγκατάστασή τους κοντά στις εκβολές ποταμών, χειμάρρων κτλ., επειδή διαταράσσεται το οικοσύστημα από τις απότομες μεταβολές της ποιότητας των νερών.
4. Απαραίτητη προϋπόθεση επιτυχίας μιας μυδοκαλλιέργειας επίσης είναι η ύπαρξη σωστής τροφικής αλυσίδας.
5. Η θερμοκρασία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 18 και 24°C. Αύξηση ή ελάττωση της θερμοκρασίας του νερού επιδρά στο ρυθμό διήθησης και στον μεταβολισμό γενικά του οργανισμού.
6. Η αλατότητα η οποία έχει άμεση σχέση με τη θερμοκρασία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 18 και 32‰.
7. Στην περιοχή των μυδοκαλλιεργειών δεν πρέπει να υπάρχουν αποχετεύσεις βιομηχανικών και άλλων ειδών αποβλήτων για την αποφυγή ρύπανσης των μυδιών με μικροοργανισμούς και διάφορες ουσίες που θα μπορούσαν να προκαλέσουν βλάβη και καταστροφή στα ίδια τα μύδια αλλά και βλάβη στην υγεία του ανθρώπου που θα τα καταναλώσει.
8. Η τιμή του pH του νερού παίζει σημαντικό ρόλο και πρέπει να βρίσκεται μεταξύ 7 και 8.3.
9. Σε ότι αφορά την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 5 mg/lit. Το φαινόμενο της μείωσης του διαλυμένου οξυγόνου παρατηρείται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία και επικρατεί άπνοια κατά τους θερινούς μήνες.
10. Η πυκνότητα των μονάδων της περιοχής είναι ένας σημαντικός παράγοντας ανάπτυξής τους, επειδή οι διάφορες δραστηριότητες του οργανισμού τους επηρεάζονται σημαντικά όταν αναγκάζονται να διατραφούν σε μεγάλες πυκνότητες. Τα περιττώματα π.χ. των οργανισμών αυτών ανέρχονται σε 141 mg/οστρακοειδές στους εννέα μήνες της ζωής τους (Κιλικίδης και συν., 1998) με αποτέλεσμα τη μείωση του οξυγόνου λόγω βακτηριακής αποδομής του αποβλήτου και την αύξηση του υδρόθειου. Επίσης μειώνεται η τροφή, αυξάνεται η εναπόθεση κενών οστράκων από νεκρά μύδια, με αποτέλεσμα την καταστροφή των βενθονικών οργανισμών και άλλων παραγόντων διαταράσσοντας τη βιολογική ισορροπία με αποτέλεσμα την αλυσιδωτή καταστροφή όλων των παραγόντων ανάπτυξης του μυδιού και στη συνέχεια τον θάνατό του.

Η παραγωγική ικανότητα των μυδιών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Το είδος αυτό που καλλιεργείται στην Ελλάδα χαρακτηρίζεται από μεγάλη ταχύτητα στην ανάπτυξη και αύξηση του πληθυσμού. Όσο οι συνθήκες διαβίωσης πλησιάζουν προς το άριστο τόσο μεγαλύτερη και καλύτερη ανάπτυξη παρουσιάζουν τα μύδια. Συνεπώς βασική προϋπόθεση για την εξασφάλιση μιας ικανοποιητικής απόδοσης είναι η εγκατάσταση της μυδοκαλλιέργειας να γίνει στο κατάλληλο θαλάσσιο περιβάλλον, το οποίο πρέπει να συγκεντρώνει ορισμένα χαρακτηριστικά όπως:

1. Επαρκή περιεκτικότητα του νερού σε φυτοπλαγκτόν και αιωρούμενες οργανικές ουσίες. Φαίνεται ότι τα μύδια φιλτράρουν το νερό ανάλογα με την ποσότητα της διαθέσιμης, τροφής στο

υδάτινο περιβάλλον. Είναι ενδιαφέρον να τονιστεί ότι 60 - 100 cc νερού διηθούνται ανά λεπτό και ανά γραμμάριο ζώντος βάρους για ένα μύδι 5-6 cm ή πιο απλά ένα μύδι διηθεί 3-5L νερό την ώρα (Chittino, 1985). Όλα τα τεμαχίδια τα οποία βρίσκονται αιωρούμενα στο νερό περιβάλλονται με βλέννα και φιλτράρονται από τα βράγχια μέσω των οποίων μεταφέρονται στις χειλικές προσακτρίδες κι από εκεί στο στόμα και στη συνέχεια στο στομάχι. Τα πιο λεπτά τεμαχίδια (1-2 μ) κατακρατούνται κι εκείνα των 30-40 μ απορρίπτονται στη σωματική κοιλότητα σχηματίζοντας τα ψευδοκόπρανα. Υπερβολική όμως ποσότητα τροφής μπορεί να οδηγήσει σε υπερέκκριση βλέννας και σε μείωση πρόσληψης της τροφής (Figueas, 1988).

2. Εποχή συγκομιδής: Την καλύτερη ανάπτυξη τα μύδια έχουν την άνοιξη και αρχές καλοκαιριού, οπότε είναι και η καλύτερη εποχή συγκομιδής. Το φθινόπωρο επίσης είναι στις χώρες της μεσογείου μια εποχή καλής ανάπτυξης και συλλογής (Chitino, 1985).
3. Θερμοκρασία νερού: Σε υψηλές θερμοκρασίες αυξάνεται και ο μεταβολισμός τους και η μείωση πρόσληψης τροφής με αποτέλεσμα να μην έχουν καλή μετατρεψιμότητα της τροφής με επακόλουθο την απίσχναση. Το ίδιο συμβαίνει και στις χαμηλές θερμοκρασίες.
4. Αλατότητα νερού: Σε υψηλές και χαμηλές αλατότητες τα μύδια δεν αναπτύσσονται καλά. Τα υφάλμυρα νερά είναι τα καλύτερα. Η διαδικασία διήθησης διακόπτεται αν η αλατότητα κατέρχεται στο 13-14‰ και η θερμοκρασία στους 8°C.
5. Το φως: Επιδρά άμεσα ρυθμίζοντας την παραγωγή των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών.
6. Ηλικία: Τα νεαρά μύδια αναπτύσσονται καλύτερα από τα μεγαλύτερα.
7. Πυκνότητα: Η τοποθέτηση των μυδιών σε μεγάλες πυκνότητες μέσα στους ειδικούς σάκους (κάλτσες) στις μυδοκαλλιέργειες μπορεί να αποτελέσει περιοριστικό παράγοντα στην πρόσληψη τροφής. Η φόρτιση επίσης του πυθμένα με οργανικά υλικά (περιττώματα, ψευδοπεριττώματα, νεκρά μύδια) και η αερόβια αποσύνθεση της οργανικής αυτής ύλης προκαλεί τοξικά αέρια (H₂S) που επιδρούν δυσμενώς στην ανάπτυξη των μυδιών (Κιλικίδης και συν., 1998). Εκτίμηση του ρυθμού ανάπτυξης των εκτρεφόμενων μυδιών *M. galloprovincialis* σε συνάρτηση με την πυκνότητα των πληθυσμών και την ποιότητα του θαλασσίου περιβάλλοντος.
8. Η περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη και όχι μικρότερη των 5 mg/ltr νερού.
9. Η ύπαρξη ρευμάτων αναγκαία για την ανανέωση των νερών και τον εμπλουτισμό τους σε οξυγόνο δεν πρέπει να επηρεάζει την αλατότητα και τη θερμοκρασία (παλίρροιας, ποτάμια, χείμαρροι, ισχυροί κυματισμοί) και να δημιουργούν παράγοντες που ευνοούν τη δημιουργία μέσω των προφύλαξης (βύσσο, παχύ όστρακο) σε βάρος της υπόλοιπης ανάπτυξής τους.

Το βάθος βύθισης επίσης είναι άλλος ένας παράγοντας για την καλή ανάπτυξη των μυδιών και πρέπει να κυμαίνεται από 2-10 μέτρα δεδομένου ότι το φως επιδρά ευνοϊκά επί της ανάπτυξής τους. Αριστο βάθος ανάπτυξης είναι τα 3-8 μέτρα.

Το εμπορεύσιμο μήκος του μυδιού είναι τα 5-7 cm. Το *M. galloprovincialis* φθάνει στο μέγεθος αυτό σε 8-10 μήνες όταν το ολικό βάρος του κυμαίνεται γύρω στα 35gr. Από το βάρος αυτό το 30-35% είναι βάρος σάρκας γεγονός που το κατατάσσει σε μύδι πολύ καλής ποιότητας (Γαβριλίδου, 1999).

4.2. ΕΝΔΟΓΕΝΕΙΣ ΚΑΙ ΕΞΩΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Οι παράγοντες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την παραγωγή των οργανισμών αυτών διακρίνονται σε εξωγενείς και ενδογενείς.

Οι εξωγενείς παράγοντες, τυχαίοι και επιζωοτιολογικοί (οικολογικοί), είναι συνδεδεμένοι με κλιματολογικές συνθήκες και παράγοντες που αφορούν στην πυκνότητα και προτίμηση της τροφής του ξενιστή. Οι ενδογενείς παράγοντες είναι ειδικοί του ξενιστή και συνιστούν έμφυτες και επίκτητες αντιστάσεις.

Στα ασπόνδυλα συναντάται η εγγενής αντίσταση. Η επίκτητη δεν είναι καλά ανεπτυγμένη. Αν και πολλοί συγγραφείς θεωρούν ότι αυτή η σχεδόν ανοσία είναι λειτουργικά και βιοχημικά ανάλογη μ' αυτή των σπονδυλωτών.

Ενδιαφέρουσες διαπιστώσεις περιγράφουν και περιλαμβάνουν α) την ανακάλυψη λεκτινών που είναι συνδεδεμένες με τη μεμβράνη των κυττάρων του σώματος ή τη μεμβράνη των αιμοκυττάρων και β) την απελευθέρωση λυσοσωματικών ενζύμων και κυτταροτοξικών μορίων από τα

αιμοκύτταρα ως ένα πιθανό μηχανισμό εξωκυτταρικής καταστροφής ενός συγκεκριμένου αντιγόνου όπως π.χ. τον «φονικό» παράγοντα υπεροξειδίου του υδρογόνου στα αιμοκύτταρα διαφόρων δίθυρων μαλακίων (Feng, 1988).

Η παραγωγή των εμπορεύσιμων μυδιών διαφέρει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της περιοχής. Ειδικά οι χαμηλές παλίρροιες, η πρώτη παραγωγή, συνθήκες θερμοκρασίας, πυκνότητα αποθεμάτων. Οι κρεμαστές καλλιέργειες είναι κανονικά παραγωγικότερες από αυτές των πασσάλων. Στα γίαια της Ισπανίας η παραγωγή της χρονιάς κατά μέσο όρο σε μια σχεδία με 600 σχοινιά είναι γύρω στους 50 τόννους. Στον πασσαλωτό τύπο για κάθε πάσσαλο 10 Kg/χρόνο. Για κρεμαστές καλλιέργειες στη μεσόγειο θάλασσα είναι γύρω στα 100 Kg/m². Παρατηρήσεις στην Ισπανία έδειξαν ότι το ηλιακό φως έχει μεγάλη επίδραση στη συμπεριφορά των μπλε μυδιών. Αλλαγές στην ένταση του φωτός επιδρά στην κινητικότητα των μυδιών. Μύδια που ζουν στο σκοτάδι ζυγίζουν περισσότερο 25% από εκείνα που ζουν στο ημίφως και 69% περισσότερο από εκείνα που εκθέτονται στο φως. Ο χρωματισμός επίσης επηρεάζεται από το φως (Chittino, 1985).

Οι καλύτερες θέσεις για την ανάπτυξη των μυδοκαλλιεργειών βρίσκονται σε περιοχές προφυλαγμένες από δυνατούς ανέμους και υψηλούς κυματισμούς, εκεί όπου οι άνεμοι που επικρατούν είναι σε χαμηλό επίπεδο και μέση πυκνότητα. Προσφέρονται καλύτερα οι υπήνεμες περιοχές εκεί όπου υπάρχει ένα σταθερό ρεύμα σε χαμηλή ταχύτητα που προσφέρει μια ενδεδειγμένη αλλαγή νερών (Orecchio and Ioseffini, 1997).

Οι δυνατοί άνεμοι και οι υψηλοί κυματισμοί έχουν σαν αποτέλεσμα την υπέρμετρη ανάπτυξη του βύσσου σε βάρος του εδωδιμου τμήματος του μυδιού.

Είναι γνωστό ότι οι περιοχές των «Δέλτα ποταμών» επηρεάζονται από φυσικοχημική και βιολογική άποψη, τόσο από τις εισροές των ποταμών και το υδρολογικό τους καθεστώς, όσο και από τις ειδικότερες συνθήκες ανάμειξης των θαλασσιών μαζών με τα γλυκά νερά των ποταμών. Η ανακύκλωση της ύλης στη φύση λειτουργεί μόνον όταν τα θρεπτικά άλατα όπως είναι τα νιτρικά, φωσφορικά και άλλα ιόντα, απελευθερώνονται σε αδιάκοπη βάση. Χωρίς αυτά δεν μπορεί να υπάρξει ανάπτυξη των φυτών. Παρ' όλα αυτά η εισαγωγή τους σε υπερβολικές ποσότητες δημιουργεί προβλήματα. Ο υπερτροφισμός προκαλεί υπέρμετρη ανάπτυξη των φυτικών οργανισμών και κυρίως των φυκιών. Με την αποσύνθεση των φυτικών οργανισμών καταναλώνονται μεγάλες ποσότητες οξυγόνου με αποτέλεσμα να εμφανίζεται μια διαταραχή της υπάρχουσας ισορροπίας στο θαλάσσιο περιβάλλον (Ryther, 1971).

Η πρόσληψη των βαρέων μετάλλων από τους θαλάσσιους οργανισμούς μπορεί να γίνει είτε απ' ευθείας από το θαλάσσιο νερό είτε με την τροφή. Όσον αφορά την τοξικότητα των βαρέων μετάλλων στους θαλάσσιους οργανισμούς πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν η δράση των μετάλλων σε συνδυασμό μεταξύ τους, τα θανατηφόρα αποτελέσματα, η βιοσυσσώρευση των μετάλλων και η επικινδυνότητα για τον άνθρωπο από την κατανάλωση τροφής θαλάσσιας προέλευσης. Μερικά από τα αποτελέσματα της τοξικότητας των βαρέων μετάλλων (κυρίως Pb, Hg και Cd) στους θαλάσσιους οργανισμούς είναι: νευροφυσιολογικές διαταραχές, αλλοιώσεις των κυττάρων που μπορεί να οδηγήσουν σε μεταλλάξεις, τερατογέννεση και καρκινογέννεση, επιδράσεις στην ενζυμική και ορμονική δραστηριότητα, στην ενεργητικότητα του οργανισμού, σε βασικές λειτουργίες και τελικά στην αναπαραγωγή (Φυτιάνος, 1988).

Ιστοπαθολογικές εξετάσεις στα μύδια *M. edulis* τα οποία εξετάστηκαν από σχετικά αμόλυντες βενθονικές θέσεις και θέσεις όπου υπήρχε εργοστάσιο σιδήρου και χάλυβα, έδειξαν ότι παρουσίαζαν αλλοιώσεις. Σε κάθε δείγμα παρατηρήθηκε υψηλή παραγωγή βλέννας και φλεγμονώδεις αντιδράσεις. Στις θέσεις κοντά στα εργοστάσια παραγωγής σιδήρου και χάλυβα οι παθολογικές αλλοιώσεις ήταν πολύ περισσότερες. Υπερείχαν οι λύσεις συνεχείας των βραγχίων που έμοιαζαν μ' αυτές που προκαλούνται από την έκθεση των οργανισμών αυτών σε χαλκό στο εργαστήριο. Η έκθεση των δίθυρων μαλακίων σε χαλκό και κάδμιο συνοδεύεται από χρόνιες φλεγμονώδεις καταστάσεις. Μετά από ένα έτος έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις καδμίου και χαλκού παρατηρούνται οι εξής αλλοιώσεις: Συγχώνευση των μετωπικών τμημάτων των βραγχιακών νηματίων, συγχώνευση των ελασμάτων. Τα ενδοθηλιακά κύτταρα εμφανίζονται διογκωμένα και οι βραγχιακές φλέβες επίσης. Το επιθήλιο που δεν φέρει βλεφαρίδες είναι περισσότερο ευαίσθητο από το βλεφαριδωτό. Οι αλλοιώσεις συνοδεύονται από φλεγμονή. Σχηματίζονται κύστες με μορφή πολυποειδών κατασκευών οι οποίες διογκώνουν τα νεφρικά σωληνάρια (Sunila, 1986).

Στις εκτροφές των μαλακίων μπορούμε να διαπιστώσουμε την παρουσία άλλων τύπων προβλημάτων που είναι διαφορετικά από εκείνα των ψαριών. Η αιτία οφείλεται στην παρουσία μιας περιόδου πολύ ευαίσθητης κατά τη διάρκεια ανάπτυξης αυτών των ασπονδύλων, η οποία είναι

η παραγωγή γόνου που συνεχίζεται από μια φάση ανάπτυξης σε περιβάλλοντα εντελώς ανεξέλεγκτα (Dezfuli, 1994).

Επιπτώσεις στην ανάπτυξη των μυδιών έχουν και διάφορα παράσιτα όπως το πρωτόζωο *Marteilia spp.* Στα προσβεβλημένα άτομα προκαλεί απίσχναση επηρεάζοντας το μεταβολισμό, την ανάπτυξη των γονάδων και κατ' επέκταση του συντελεστή ευρωστίας επιφέροντας μαζικό θάνατο (Φώτης και συν., 1997). Τα πεπτικά κύτταρα όταν μολυνθούν από παθογόνους παράγοντες χάνουν την ικανότητά τους να χαρακτηρίσουν και να χρησιμοποιήσουν την τροφή (Robledo, 1995).

4.2.1. ΚΥΡΙΑ ΕΙΔΗ ΡΥΠΩΝ ΠΟΥ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΝΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

– Βαρέα μέταλλα

Τα μέταλλα ανάλογα με τη βιολογική τους σημασία, διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: σε απαραίτητα μέταλλα (π.χ. χαλκός και ψευδάργυρος) και σε μη απαραίτητα μέταλλα (π.χ. υδράργυρος, κάδμιο, αρσενικό, μόλυβδος). Τα απαραίτητα μέταλλα βοηθούν στην εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού, καθώς συμμετέχουν στην ενεργοποίηση μεταλλοενζύμων και πρωτεϊνών «stress», βοηθούν στη μεταφορά οξυγόνου και σε αναγωγικές και πολλές άλλες βιολογικές διαδικασίες. Για τη φυσιολογική λειτουργία των κυττάρων απαιτούνται μικρές μόνο συγκεντρώσεις τους από τους ζωντανούς οργανισμούς, οι οποίοι διαθέτουν ειδικούς μηχανισμούς για τη πρόσληψη και μεταφορά των στοιχείων αυτών στους ιστούς. Τα απαραίτητα μέταλλα μπορούν να εμφανίσουν τοξική δράση στη περίπτωση που η συγκέντρωσή τους υπερβεί τα φυσιολογικά όρια (Nicaise et al. 1989, Nott 1991).

Τα μη απαραίτητα μέταλλα δεν έχουν γνωστό βιολογικό ρόλο, αλλά εμφανίζουν μεγάλη τοξικότητα ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις (Rainbow 1993).

Συγκεκριμένα, μπορούν να προκαλέσουν νευροφυσιολογικές διαταραχές στους ζωντανούς οργανισμούς, γενετικές αλλοιώσεις των κυττάρων (μεταλλάξεις), επιδράσεις στην ενζυμική και ορμονική δραστηριότητα, προβλήματα στην αναπαραγωγή, τερατογενέσεις και καρκινογενέσεις. Τα μη απαραίτητα μέταλλα συνυφάζονται τα απαραίτητα μέταλλα στις θέσεις των τελευταίων, με αποτέλεσμα την εμφάνιση δυσμενών επιπτώσεων στο μεταβολισμό των οργανισμών (Hartwig 1998). Γενικότερα, η τοξική δράση των μετάλλων εξαρτάται από συνδυασμό ποικίλων παραγόντων, όπως η συγκέντρωσή τους, το είδος του μετάλλου, η παρουσία και η συνεργατική δράση άλλων μετάλλων και το είδος του οργανισμού.

Ο Cu είναι ένα απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη των δίθυρων μαλακίων, αλλά γίνεται ιδιαίτερα τοξικός όταν η συγκέντρωσή του αυξηθεί πάνω από τα φυσιολογικά επίπεδα (Sunda & Guillard 1976, Engel & Sunda 1979, Chavez-Crooker et al. 2003, Nicholson 2003a). Ο Cu βρίσκεται στο θαλασσινό νερό και συσσωρεύεται σε σχετικά υψηλά επίπεδα σε μη τοξική μορφή στους ιστούς αρκετών μαλακίων (George et al. 1978). Ο Hg, ο οποίος απελευθερώνεται στο θαλάσσιο περιβάλλον από φυσικά και ανθρωπογενή αίτια, είναι ένα μη απαραίτητο μέταλλο με άγνωστη βιολογική λειτουργία (Cossa et al. 2002). Η μεμονωμένη εξέταση της συσσώρευσης του Cu και του Hg στους ιστούς των θαλάσσιων οργανισμών έχει μελετηθεί εκτεταμένα.

Οι πηγές εισόδου βαρέων μετάλλων στις θάλασσες διακρίνονται σε φυσικές και τεχνητές (ανθρωπογενείς πηγές):

1. Οι φυσικές πηγές των βαρέων μετάλλων στις θάλασσες και στους ωκεανούς είναι η διάβρωση των ακτών, η ηφαιστειακή δραστηριότητα, τα ποτάμια, τα ιζήματα που απελευθερώνουν βαρέα μέταλλα μέσω χημικών διεργασιών καθώς και η σκόνη που μεταφέρεται με τον άνεμο από τις ακτές.
2. Τεχνητές πηγές εισόδου μεγάλων ποσοστών βαρέων μετάλλων αποτελεί η ανθρώπινη δραστηριότητα (Φυτιανός, 1996). Τα βαρέα μέταλλα και οι ενώσεις τους χρησιμοποιούνται κυρίως από τη βιομηχανία, κατά πολλαπλούς τρόπους και καταλήγουν στο θαλάσσιο περιβάλλον, ή με τα υγρά απόβλητα, ή με τα αερολύματα με τις ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις, από εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, εγκαταστάσεις οικιακής θέρμανσης, καύσης απορριγμάτων κ.α. Τα αστικά απόβλητα (κατεργασμένα ή ακατέργαστα) αποτελούν μια πολύ σημαντική πηγή εισόδου των βαρέων μετάλλων στο θαλάσσιο περιβάλλον κοντά στα αστικά κέντρα (Φυτιανός, 1996).

– Οργανικοί ρύποι

Οι οργανικές ουσίες μπορούν να δράσουν ως ρύποι και να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στη φυσιολογική κατάσταση των υδρόβιων οργανισμών. Οι περισσότεροι οργανικοί ρύποι έχουν λιπόφιλο χαρακτήρα (Cossarini-Dunier et al. 1987) και ο ρυθμός συσσώρευσης τους στους ιστούς των οργανισμών είναι υψηλός (La Rocca et al. 1991). Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, τα οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα και τα ζιζανιοκτόνα συνιστούν κύριους τοξικούς παράγοντες για τους οργανισμούς, λόγω της μικρής υδατοδιαλυτότητας τους και της απουσίας μηχανισμών βιοδιάσπασης και απομάκρυνσης τους από τους ιστούς. Οι οργανικοί ρύποι εισέρχονται στα κύτταρα με διάχυση από τη πλασματική μεμβράνη ή συνδέονται με άλλα μόρια από το περιβάλλον δημιουργώντας σύμπλοκα, τα οποία στη συνέχεια εισέρχονται μέσω στα κύτταρα με φαγοκύτωση ή ενδοκύτωση και οδηγούνται στα λυσοσώματα για ενδοκυτταρική πέψη (Moore, 1990).

4.3. ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΣΤΟΥΣ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

Από τη στιγμή που τα βαρέα μέταλλα φτάσουν στη θάλασσα, η μετέπειτα τύχη τους εξαρτάται από παράγοντες που καθορίζουν τη συγκέντρωσή τους στο θαλασσινό νερό, όπως είναι η διάλυση, η διασπορά, η καταβύθιση, η προσρόφηση και η απορρόφηση. Η πρόσληψη βαρέων μετάλλων από τους θαλάσσιους οργανισμούς μπορεί να γίνει είτε απευθείας από το θαλασσινό νερό, είτε από την τροφή. Μέσω της τροφικής αλυσίδας καταλήγουν στους θαλάσσιους οργανισμούς και από εκείνους στον άνθρωπο (Φυτιάνος, 1996).

Τα βαρέα μέταλλα συγκεντρώνονται σε όλους τους θαλάσσιους οργανισμούς, αλλά μερικά είδη δείχνουν μεγαλύτερη συσσώρευση σε ορισμένους ιστούς. Μεταβολές στις συγκεντρώσεις έχουν παρατηρηθεί μεταξύ οργανισμών ίδιου μεγέθους και φύλου, καθώς επίσης και εποχιακές μεταβολές. Υπάρχει αξιολογική απόκλιση της έκτασης στην οποία οι θαλάσσιοι οργανισμοί μπορούν να ρυθμίσουν τις συγκεντρώσεις των μετάλλων στο σώμα (Φυτιάνος, 1996).

Τα λιγότερο διαλυτά μέταλλα συνδέονται κυρίως με τη στερεά φάση μέσω διαδικασιών προσρόφησης ή καταβύθισης. Τα μέταλλα που είναι περισσότερο διαλυτά (Ni, Cu, Zn, Cd) είναι γενικά τοξικότερα για τα ψάρια από ότι για τους ανθρώπους, δηλαδή τα ψάρια θα πεθάνουν ή θα εξαιρεθούν προτού τα επίπεδα μετάλλων στους ιστούς να γίνουν τοξικά για τους ανθρώπους που καταναλώνουν τα ψάρια. Εξαιρέσεις αποτελούν το Cd στα μαλάκια και τα καρκινοειδή και ο Hg στα μαλάκια και τα ψάρια. Η παρατεταμένη κατανάλωση υδρόβιων οργανισμών που έχουν μολυνθεί από Hg ή Cd μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητη συσσώρευση, ακόμα και σε δηλητηρίαση (Καλογερόπουλος, 2006).

Η τοξικότητα των βαρέων μετάλλων επηρεάζεται από μια σειρά παραγόντων όπως:

1. τη μορφή στην οποία βρίσκεται το μέταλλο στο νερό (ανόργανη ή οργανική, διαλυτή ή σωματιδιακή καθώς και το αν βρίσκεται υπό μορφή ιόντος, συμπλόκου, αν είναι προσροφημένο ή ενσωματωμένο σε ζήματα),
2. την ταυτόχρονη παρουσία άλλων μετάλλων ή τοξικών ουσιών που έχουν συνεργιστική ή ανταγωνιστική δράση,
3. τους παράγοντες που επηρεάζουν τη φυσιολογία των οργανισμών ή/και τη φυσικοχημική μορφή του μετάλλου στο νερό (θερμοκρασία, pH, διαλυμένο οξυγόνο, αλατότητα, ένταση του φωτός κτλ.) και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες,
4. την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο οργανισμός (φάση της ζωής του, ηλικία, μέγεθος, φύλο, διατροφή, δραστηριότητα, εξωτερική προστασία π.χ. από κέλυφος, συμπεριφορά).

Επίσης, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η βιοσυσσώρευση των μετάλλων και τα θανατηφόρα αποτελέσματά τους στους θαλάσσιους οργανισμούς και η επικινδυνότητα για τον άνθρωπο από κατανάλωση τροφής θαλάσσιας προέλευσης (Φυτιάνος, 1996). Βιοσυσσώρευση είναι η αύξηση της συγκέντρωσης ενός ρύπου από το περιβάλλον στον πρώτο οργανισμό σε μια τροφική αλυσίδα και βιομεγέθυνση είναι η αύξηση της συγκέντρωσης ενός ρύπου κατά μήκος μιας τροφικής αλυσίδας. Όταν αυτά τα δύο φαινόμενα εκδηλώνονται μαζί σημαίνει ότι ακόμη και αν οι ρύποι βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις στο περιβάλλον, μπορούν να βρεθούν στους οργανισμούς σε υψηλές συγκεντρώσεις ικανές να προκαλέσουν προβλήματα. Για να εμφανίσει ένας ρύπος βιομεγέθυνση πρέπει να είναι σταθερός, ευκίνητος, λιποδιαλυτός και βιολογικά ενεργός. Η βιοσυσσώρευση των βαρέων μετάλλων ποικίλλει από μέταλλο σε μέταλλο και από οργανισμό σε οργανισμό (Καλογερόπουλος, 2006).

Η σειρά τοξικότητας για τα διάφορα ιόντα μετάλλων είναι η εξής:

$Hg^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+} > Ni^{2+} > Pb^{2+} > Cd^{2+} > As^{3+} > Cr^{3+} > Sn^{2+} > Fe^{3+} > Mn^{2+}$

Μερικά από τα αποτελέσματα της τοξικότητας των βαρέων μετάλλων (κυρίως Pb, Hg και Cd) στους θαλάσσιους οργανισμούς είναι: νευροφυσιολογικές διαταραχές, αλλοιώσεις των κυττάρων που μπορεί να οδηγήσουν σε μεταλλάξεις, τερατογένεση και καρκινογένεση, επιδράσεις στην ενζυμική και ορμονική δραστηριότητα, στην ενεργητικότητα του οργανισμού, σε βασικές λειτουργίες του οργανισμού και τελικά στην αναπαραγωγή. Επίσης, έρευνες έχουν δείξει αλλαγές σε συγκεκριμένες συμπεριφορές των ψαριών και κυρίως στην κίνηση και στην αναπνοή (Atchison et al., 1987).

Πίνακας μετάλλων

Υδράργυρος (Hg)	Ο Hg δε συναντάται σε μεγάλο βαθμό σε μη μαλυσμένα τρόφιμα.
Κάδμιο (Cd)	Το Cd μπορεί να κυμαίνεται σε μεγάλο βαθμό στα διάφορα τρόφιμα.
Χαλκός (Cu)	Γενικά δε συσσωρεύεται στην τροφική αλυσίδα, αλλά παρά την ύπαρξη ενός αριθμού αποτοξινωτικών και αποθηκευτικών συστημάτων για το Cu, θεωρείται το πιο τοξικό μέταλλο μετά τον Hg και τον Ag
Μόλυβδος (Pb)	Σε σύγκριση με τα άλλα μέταλλα, ο Pb στη θάλασσα δεν είναι ιδιαίτερα τοξικός
Σίδηρος (Fe)	Ο Fe δεν είναι συνήθως ένας σημαντικός ρύπος των θαλασσών
Ψευδάργυρος (Zn)	Στο θαλασσινό νερό ο Zn υπάρχει σε διάφορες σταθερές και μη μορφές. Στο μεγαλύτερο μέρος του βρίσκεται υπό διαλυτή μορφή, ανάλογα με τις οξειδοαναγωγικές συνθήκες και το pH.
Νικέλιο (Ni)	Το περιεχόμενο σε Ni των τροφίμων ζωικής προέλευσης όπως είναι το ψάρι, το γάλα και τα αυγά είναι χαμηλό.
Χρώμιο (Cr)	Στο θαλασσινό νερό το Cr βρίσκεται κυρίως με τη σταθερή μορφή του εξασθενούς ιόντος και έχει παρατηρηθεί ένα μεγάλο εύρος τοξικών δράσεων στους θαλάσσιους οργανισμούς όπου και συσσωρεύεται.

5. περιβάλλον και όστρακα

5.1. ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΡΥΠΑΝΣΗ

Η μόλυνση του περιβάλλοντος ως συνέπεια του πολιτισμού μας αποτελεί ένα από τα πιο φλέγοντα προβλήματα των ημερών. Η θαλάσσια ρύπανση αναφέρεται στην άμεση ή έμμεση απελευθέρωση ρυπογόνων ουσιών στο θαλάσσιο περιβάλλον και προκαλεί ή είναι δυνατόν να προκαλέσει επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, βλάβη στους ζωντανούς οργανισμούς, υποβίβαση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και των φυσικών πόρων ή παρακώλυση νόμιμων δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη θάλασσα (OSPAR Commission, 2000).

Μερικές από τις πηγές που προκαλούν ρύπανση στα θαλάσσια οικοσυστήματα είναι τα αστικά και βιομηχανικά απόβλητα, η έκπλυση των γεωργικών εδαφών, τα λύματα των υπονόμων, οι διαδικασίες εξαγωγής άμμου και χαλικιού, οι βιομηχανίες εξόρυξης πετρελαίου, φυσικού αερίου και ορυκτών, η τοποθέτηση καλωδίων και σωληνώσεων, οι υδατοκαλλιέργειες, οι θαλάσσιες μεταφορές, τα ατυχήματα διαρροής πετρελαίου κ.α. (EEA, 1999 GESAMP, 2001).

Η ανάγκη αξιολόγησης και μέτρησης της μόλυνσης γίνεται έντονη και μη αναβαλλόμενη. Μια προσέγγιση καταγραφής της ρύπανσης σε διάφορα επιβαρυνόμενα σημεία κάνει χρήση των λεγόμενων βιολογικών δεικτών (biomarkers).

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται ευρέως μια μέθοδος, η οποία ονομάζεται "βιοπαράτηρηση" (biomonitoring), και χρησιμοποιεί ζωντανούς οργανισμούς, με κυριότερο είδος το μύδι, ως ανιχνευτές της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Τα τελευταία χρόνια οι βιολογικές παράμετροι που χαρακτηρίζονται ως βιομάρτυρες συνιστούν θεμελιώση εργασία για τη βιοπαρακολούθηση της θαλάσσιας ρύπανσης (Bayne 1989, Gray 1992). Μετά από έκθεσή τους σε φυσική ή ανθρωποπαραγόμενη μόλυνση πολλοί θαλάσσιοι οργανισμοί αντιδρούν με μετρήσιμους και προβλέψιμους τρόπους. Οι αντιδράσεις αυτές παρατηρούνται σε πολλά επίπεδα βιολογικής οργάνωσης.

Επιπρόσθετα, οι βιοδείκτες, οι οποίοι αναφέρονται σε βιολογικές απεκρίσεις σε ανώτερα επίπεδα οργάνωσης της ζωής, όπως επίπεδο πληθυσμού, βιοκοινότητας και οικοσυστήματος, παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τη καθαρότητα του νερού (NCMR 1997) και σε συνδυασμό με τη μέτρηση διάφορων φυσικοχημικών και υδρομορφολογικών παραμέτρων, όπως απαιτείται από την Οδηγία 2000/60 ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα νερά, δίνει μια ολοκληρωμένη εικόνα της οικολογικής ποιότητας των υδάτων.

Οι βιολογικοί δείκτες προσφέρουν στοιχεία για την έκθεση των οργανισμών σε ένα ευρύ φάσμα ρύπων καθώς επίσης την δυνατότητα μέτρησης των επιπέδων ενσωμάτωσής τους από τους ιστούς. Πολλές ομάδες τέτοιων δεικτών έχουν αξιολογηθεί κατά καιρούς για να διευκρινιστεί το μέγεθος του προβλήματος της μόλυνσης του περιβάλλοντος καθώς και οι επιπτώσεις του στα έμβια όντα του πλανήτη. Το ζητούμενο είναι η ανεύρεση μετρήσιμου συσχετισμού ανάμεσα στις βιολογικές αντιδράσεις και τα επίπεδα αντίξων οικολογικών συνθηκών (Shugart LR, et al., 1992).

Είναι γνωστό ότι μερικά είδη ασπόνδυλων έχουν την ικανότητα να συσσωρεύουν στους ιστούς τους μεταλλικά ιχνοστοιχεία. Ιδανικά, η συγκέντρωση του μετάλλου στους ιστούς του οργανισμού αντανακλά την συγκέντρωση του μετάλλου στο περιβάλλον μέσα στο οποίο ζει, εντούτοις εμπλέκονται πολλοί άλλοι παράγοντες όπως η ηλικία, το μέγεθος και η ποιότητα διατροφής του μαλακίου οι οποίοι διαταράσσουν τον ποσοτικό συσχετισμό.

Τα δίθυρα μαλάκια ειδικά το μύδι *Mytilus galloprovincialis* έχουν ήδη προταθεί ως ιδανικό πειραματικό μοντέλο για την μελέτη της θαλάσσιας ρύπανσης λόγω του πλεονεκτήματος που επιδεικνύουν να επιζούν είτε το περιβάλλον τους είναι μολυσμένο είτε όχι καθώς και της ιδιότητάς τους να συσσωρεύουν οργανικούς ρύπους και μεταλλικά ιχνοστοιχεία σε συγκεντρώσεις πολύ υψηλότερες από αυτές των περιβαλλόντων υδάτων. (Dallinger R., 1994)

Τα μύδια τρέφονται διυλίζοντας αιωρούμενα σωματίδια που υπάρχουν μέσα στο υδάτινο περιβάλλον τους. Φυσικό επακόλουθο αυτού είναι η συσσώρευση τοξικών συστατικών και η παγί-

δευση βακτηρίων και ιών, σε συγκεντρώσεις που ξεπερνούν αυτές των περιβαλλόντων υδάτων. (Selegue JP., et al., Using,2001). Εκτός από την εμφανή επίπτωση της διαδικασίας αυτής στην δημόσια υγεία, σε περίπτωση που οι θαλάσσιοι οργανισμοί αλιεύονται για κατανάλωση, το φαινόμενο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την βιολογική παρακολούθηση του υδάτινου περιβάλλοντος. Ενώ τα επίπεδα βακτηρίων και ιών δεν μπορούν να διευκρινιστούν με ακρίβεια, δεδομένου ότι οι οργανισμοί αυτοί δεν είναι καλλιεργήσιμοι ή απαιτούν τη εφαρμογή εξειδικευμένων μεθόδων, τα επίπεδα των σωματικών κολιφάγων στα μύδια προσφέρει μια εναλλακτική λύση για τον έλεγχο της μόλυνσης γενικά.

Οι θαλάσσιοι οργανισμοί, μετά από έκθεση σε βαρέα μέταλλα και ξενοβιοτικούς οργανικούς ρύπους παρουσιάζουν μια σειρά από υποθνησιγόνες αλλαγές όπως : διαταραχές στον διπλασιασμό και στην μεταγραφή του DNA, μεταβολές του πρότυπου έκφρασης πρωτεϊνών καθώς επίσης αλλαγές σε βιοχημικά μονοπάτια και μοριακές φθορές (Depledge MH,1994) και (Shugart LR, et al., 1992).

Σε μοριακό επίπεδο οι πρωτεΐνες θερμικού πλήγματος θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως βιομάρτυρες (Sole 2000, Hamer et. al. 2004), εκφράζοντας το βαθμό του κυτταρικού "stress" των θαλάσσιων οργανισμών και παρέχοντας πληροφορίες για τη φύση του παράγοντα "stress" (Sandres, 1988).

Οι βιομάρτυρες ανάλογα με το εύρος της εξειδίκευσης τους διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: σε βιομάρτυρες γενικού "stress" που περιλαμβάνουν απεκκρίσεις, οι οποίες μπορούν να προκληθούν από μια μεγάλη ποικιλία ρύπων και σε βιομάρτυρες ειδικού "stress" που σχετίζονται με την έκθεση των οργανισμών σε συγκεκριμένους ρύπους ή ομάδες ρύπων (Δημητριάδης κ.α. 2006). Η χρήση ενός πακέτου βιομαρτύρων που καλύπτει όλο το εύρος της εξειδίκευσης είναι προτιμότερη από τη χρήση ενός μεμονωμένου βιομάρτυρα, διότι με τον τρόπο αυτό επιτρέπεται η αποτελεσματική εκτίμηση των επιπτώσεων των διαφόρων ρύπων στους οργανισμούς και η διαμόρφωση μιας σαφέστερης εικόνας κατάστασης του περιβάλλοντος στο οποίο διαβιούν.

Η αξιολόγηση του περιβαλλοντικού κινδύνου βασίζεται, κυρίως, σε πληροφορίες που αφορούν στα χαρακτηριστικά των ρύπων, καθώς και σε πληροφορίες που προέρχονται από τα εργαστηριακά τεστ τοξικότητας (Moore et. al. 2004). Αυτές οι διαδικασίες είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα πιθανά αποτελέσματα της τοξικότητας μόνο όταν υπάρχει σοβαρή επίπτωση στον υπό εξέταση οργανισμό και δεν μπορούν να αναγνωρίσουν άμεσα άλλα δυσμενή αποτελέσματα που οφείλονται στη διάδραση χημικών ουσιών (Howard 1997, Kortenkamp & Altenburger, 1998).

Κρίνεται λοιπόν, επιτακτική ή ανάγκη εγκαθιδρυθεί μια σταθερή, απλή εύκολη στην εκμάθηση και με χαμηλό κόστος μεθοδολογία, η οποία να είναι σε θέση να αναγνωρίζει έγκαιρα τις μεταβολές στους ζωντανούς οργανισμούς και να κατατάσσει τα υπό μελέτη οικοσυστήματα ανάλογα με την οικολογική τους ποιότητα και τις συνθήκες επιβίωσης που επικρατούν (Moore et. al. 2004) σε μια κλίμακα. Ο τελικός στόχος που καθορίζεται από τους διεθνείς φορείς και αφορά στη περιβαλλοντική προστασία είναι να εγκαθιδρυθούν δείκτες περιβαλλοντικής ποιότητας βασισμένοι σε χημικά, υδρομορφολογικά, και / ή βιολογικά κριτήρια, ώστε να κατηγοριοποιηθούν οι υπό μελέτη περιοχές ανάλογα με το επίπεδο "stress" (Narbonne et al 2005). Για το σκοπό, αυτό τα τελευταία χρόνια έχουν προταθεί αρκετές διαφορετικές προσεγγίσεις που βασίζονται στην ενοποίηση μιας πληθώρας βιομαρτύρων και επιτρέπουν την εκτίμηση της φυσιολογικής κατάστασης των θαλάσσιων οργανισμών και κατ' επέκταση την κατηγοριοποίηση των οικοσυστημάτων τους σε ένα επίπεδο "stress" (Beliaeff & Burgeot 2002, Narbonne et. al. 1999,2005, Chevere et.al. 2003, Broeg et. al. 2005, Dagnino et.al. 2007, Hagger et. al. 2008).

Η αξιολόγηση των πρώιμων μοριακών μεταβολών στα μύδια θα μπορούσε ίσως να προλάβει την μακροχρόνια επιβάρυνση του φυσικού μας περιβάλλοντος. Σε πολλές περιπτώσεις οι μεταβολές που ανιχνεύονται πρώτες περιλαμβάνουν:

1. λυσοσωμικές αντιδράσεις
2. πυρηνικές αλλοιώσεις
3. επαγωγή των μεταλλοθειονίων

A. ΟΙ ΛΥΣΟΣΩΜΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΩΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ

Τα κύτταρα του πεπτικού αδένου των μυδιών είναι πλούσια σε λυσοσώματα και παραμένουν λειτουργικά κατά τις διαδικασίες της συσσώρευσης και αποτοξίνωσης οργανικών και ανόργανων ρύπων. Έχουν όμως παρατηρηθεί σοβαρές αλλοιώσεις στη διαπερατότητα των λυσοσωμικών

μεμβρανών σε σχέση με την ολοένα αυξανόμενη επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα η μείωση της σταθερότητας των λυσοσωμικών μεμβρανών αυξάνεται ανάλογα με την επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε βαρέα μέταλλα (Bolognesi C, et al.,1999) και (Winston GW, 1991). Οι λυσοσωμικές μεταβολές στα κύτταρα του πεπτικού αδένου και οι πυρηνικές φθορές στα βράγχια των μυδιών αποτελούν ευαίσθητους δείκτες της περιβαλλοντικής μόλυνσης (Bolognesi C, et al.,1999).

Β. ΟΙ ΜΙΚΡΟΠΥΡΗΝΙΣΚΟΙ ΩΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ

Τα βαρέα μέταλλα αποτελούν ένα μεγάλο μέρος των υδάτινων ρύπων. Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι ρύποι αυτοί συμμετέχουν στην εγκαθίδρυση αντίξοων συνθηκών που οδηγούν σε ανάπτυξη καρκίνου στους θαλάσσιους οργανισμούς. Οι μικροπυρηνίσκοι είναι μικρά σωμάτια αποτελούμενα από DNA τα οποία εμφανίζονται κοντά στον πυρήνα κατά την διάρκεια της μεσόφασης και προκύπτουν από χρωμοσώματα που έχουν υποστεί θραύση εξ αιτίας μεταλλαξιογόνων παραγόντων. Δεδομένου του ότι τα κύτταρα στα βράγχια των μυδιών διηθούν καθημερινά μεγάλες ποσότητες θαλασσινού νερού, ο έλεγχος των μικροπυρηνίσκων στα αιμοκύτταρα των βραγχίων ήταν υποψήφιος για την εξακρίβωση γενετικών μεταλλαγών που οφείλονται στην θαλάσσια μόλυνση. Τα βράγχια προσφέρουν έναν διαφορετικό βιολογικό δείκτη αφού έχουν παρατηρηθεί στα αιμοκύτταρά τους μικροπυρηνίσκοι, δείγμα χρωμοσωμικών καταστροφών, ύστερα από σύντομη έκθεση σε μόλυνση.

Γ. Η ΜΕΤΑΛΛΟΘΕΙΟΝΙΝΗ ΩΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ

Οι μεταλλοθειονίνες έχουν προταθεί ως ευαίσθητοι οργανικοί δείκτες της θαλάσσιας ρύπανσης από βαρέα μέταλλα, έχοντας επιδείξει επαγωγή μετά από έκθεση ασπόνδυλων σε χαλκό (Cu), ψευδάργυρο (Zn), κάδμιο (Cd) και υδράργυρο (Hg). (Bolognesi C, et al.1999) και (Cosson RP.2000).



6. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ

6.1. Γενικά

Τα δίθυρα οστρακοειδή, όπως τα στρείδια, τα μύδια και τα κτένια, προσλαμβάνουν τη τροφή τους με διήθηση του θαλασσινού ύδατος στο οποίο ζουν. Όταν τα οστρακοειδή αναπτύσσονται σε καθαρά ύδατα, αποτελούν ένα ασφαλές τρόφιμο για τον άνθρωπο. Όμως, μαζί με το νερό τα οστρακοειδή διηθούν βακτήρια και ιούς που περιέχονται σε αυτό, με αποτέλεσμα να συγκεντρώνουν στο εσωτερικό τους και συγκεκριμένα στο γαστρεντερικό τους σωλήνα, παθογόνους μικροοργανισμούς που μπορούν να παραμείνουν εκεί ζωντανοί για μεγάλο χρονικό διάστημα (Desenclos et al, 1991). Αυτοί οι παθογόνοι μικροοργανισμοί δεν βλάπτουν τα ίδια τα οστρακοειδή, αλλά μπορούν να προκαλέσουν ασθένειες σε ανθρώπους που θα τα καταναλώσουν. Έτσι, καθώς καταναλώνονται συνήθως ωμά, είναι απαραίτητο η καλλιέργεια τους να γίνεται σε πολύ καθαρά νερά, υψηλότερης καθαρότητας από αυτή που απαιτείται για κολύμβηση ή ψάρεμα (Gebra C.P. and S.M. Goyal, 1978; Vaughn et al, 1980; Anonymous 2001)

Τα προβλήματα ανθρώπινης υγείας που συνδέονται με τη κατανάλωση οστρακοειδών έχουν καταγραφεί ήδη από τους μεσαιωνικούς χρόνους (Lee, 2000). Ο ρόλος των δίθυρων οστρακοειδών στη συσσώρευση των μικροοργανισμών έχει μελετηθεί διεξοδικά από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, οπότε και έγινε γνωστή η μετάδοση εντεροπαθογόνων ασθενειών από τη κατανάλωση μολυσμένων μαλακίων (Desenclos et al, 1991; Halliday et al, 1991). Έτσι, η κατανάλωση μαλακίων έχει συσχετισθεί με την εμφάνιση ασθενειών, όπως ο τυφοειδής πυρετός, η χολέρα, η λοιμώδης πεπτιδίδα, και πολλές άλλες γαστρεντερικές λοιμώξεις (Rippley R. Scott, 1994).

Τα είδη οστρακοειδών που έχουν συσχετισθεί με τις παραπάνω ασθένειες είναι κυρίως τα μύδια, τα στρείδια και τα κυδώνια και σε μικρότερο βαθμό τα κτένια. Τα είδη αυτά διηθούν τη τροφή τους, με εξαίρεση τα κτένια, και αναπτύσσονται σε εκβολές ποταμών και σε παράκτια ύδατα, περιοχές που συχνά ρυπαίνονται από απόβλητα. Διηθούν με τα βράγχια τους μεγάλες ποσότητες θαλασσινού νερού, προκειμένου να αποσπάσουν μονοκύτταρα μαστιγοφόρα, οπότε εάν το νερό περιέχει μικροοργανισμούς κοπρανώδους μόλυνσης, αυτοί περνούν στο πεπτικό τους σωλήνα. Οι μικροοργανισμοί αυτοί δεν αδρανοποιούνται με τη διαδικασία της πέψης και έχει αποδειχθεί η παρουσία τους τόσο στην επιφάνεια των βράγχιων τους όσο και στο πεπτικό σωλήνα μετά από φιλτράρισμα μερικών λίτρων νερού (Ahmed F.E., 1991).

Παρά το γεγονός ότι τα δίθυρα οστρακοειδή θεωρούνται ιδανικοί βιολογικοί δείκτες παρακολούθησης λόγω της βιοσυσσώρευσης που παρουσιάζουν σε σχέση με το νερό στο οποίο ζουν, έχει αποδειχθεί ότι ο συντελεστής συσσώρευσης είναι μεταβλητός και εξαρτάται από παράγοντες όπως η πυκνότητα σε άλας και η θερμοκρασία, που με τις σειρά τους επηρεάζουν το ρυθμό διήθησης των οργανισμών αυτών. Κάτω από μια θερμοκρασία που είναι ορισμένη για κάθε είδος (π.χ. 2°C για το μύδι *M. edulis*), η διήθηση σταματά (Ward D. And C.R Hackney, 1991).

Η περιεκτικότητα σε βακτήρια των δίθυρων μαλακίων παρουσιάζει σημαντικές και ταχείες διακυμάνσεις που σχετίζονται με τη χημική και μικροβιολογική ποιότητα του νερού. Πράγματι, στις περιοχές εκβολής των ποταμών όπου η παρουσία μικροοργανισμών κοπρανώδους προέλευσης ποικίλει ανάλογα με τη διεύθυνση του παλιρροϊακού κύματος, τα μύδια και τα στρείδια έδειξαν να αντιδρούν αμέσως στις αλλαγές της ποιότητας του νερού όταν η θερμοκρασία του νερού ήταν κατάλληλη. Το χειμώνα σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από 2°C, τα στρείδια δεν ανταποκρίνονται στις αλλαγές, αλλά διατηρούν χαμηλή συγκέντρωση σε βακτήρια ακόμη και αν υπάρχει μεγάλη αύξηση των βακτηρίων στο νερό. Αντίθετα, τα μύδια συνεχίζουν να ανταποκρίνονται στις αλλαγές της ποιότητας του νερού ακόμα και σε θερμοκρασία κάτω από 2°C (Bailey C. Et al, 2003).

Οι γρήγορες αυτές αντιδράσεις των μαλακίων στη βακτηριακή ποιότητα του περιβάλλοντος ύδατος δείχνουν ότι τα βακτήρια δεν διαπερνούν τους ιστούς αλλά παραμένουν στο τροφικό σωλήνα ή στα βράγχια ή στην επιφάνεια του μανδύα από όπου και μπορούν να απομακρυνθούν. Στο μη-

χανισμό αυτό στηρίζεται η διαδικασία καθαρισμού των εδώδιμων μαλακίων από τα κοπρανώδη βακτήρια, κατά την εξυγίανση τους, προκειμένου να γίνουν κατάλληλα για τη κατανάλωση τους από τον άνθρωπο (Hashings R.W. and D.R. Heinle, 1995).

6.2. ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΙΟΙ

Η κατανάλωση οστρακοειδών έχει συσχετιστεί με πολλές ασθένειες που οφείλονται σε βακτήρια (π.χ. του γένους *Vibrio*), σε ιούς (Ιός ηπατίτιδας Α και Ιός Νορο), καθώς και σε τοξίνες (Lee, 2000).

Ορισμένα βακτήρια που φυσιολογικά βρίσκονται στο θαλάσσιο περιβάλλον (*Vibrio parahaemolyticus* και *Vibrio vulnificus*) μπορούν να συσσωρευτούν στα οστρακοειδή και να προκαλέσουν ασθένεια στον άνθρωπο. Αυτά τα βακτήρια βρίσκονται συνήθως στα θερμά ύδατα, με συνέπεια τα οστρακοειδή να είναι πιθανότερο να μολυνθούν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Blackstone et al, 2003).

Επιδημίες λόγω μόλυνσης από βακτήρια έχουν σημειωθεί από τη κατανάλωση δίθυρων μαλακίων προερχόμενων τόσο από ανοιχτές όσο και από κλειστές περιοχές καλλιέργειας (Gebrā C.P. and S.M. Goyal, 1978; Vaughn et al, 1980).

Άτομα με ασθένειες όπως διαβήτης, ηπατικές ασθένειες ή ασθένειες του ανοσοποιητικού συστήματος βρίσκονται σε υψηλότερο κίνδυνο σε σχέση με τα υγιή άτομα, γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγουν τη κατανάλωση ωμών οστρακοειδών.

6.3. *Escherichia Coli* (*E. Coli*) ΚΑΙ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ

Η κοινή ονομασία του είδους που επικράτησε στα ελληνικά είναι η λέξη *κολοβακτηρίδιο*. Έχει όλους τους γενικούς χαρακτήρες της οικογένειας των Εντεροβακτηριοειδών, της οποίας αποτελεί το πιο αντιπροσωπευτικό είδος. Αποτελεί το τυπικό μοντέλο για μελέτες μοριακής βιολογίας και γενετικής, φαινομένων αντοχής στα αντιβιοτικά και ενζυμολογίας (Αποηγτους, 1998).

Αποτελεί το πιο κοινό αερόβιο μικροοργανισμό του γαστρεντερικού σωλήνα του ανθρώπου και των ζώων και αποβάλλεται σε μεγάλους αριθμούς από τα κόπρανα. Αν και είναι απαραίτητο στοιχείο της φυσιολογικής μικροχλωρίδας του ανθρώπου (όπου παίζει σημαντικό ρόλο στη παραγωγή βιταμίνης Κ), είναι δυνητικά παθογόνος μικροοργανισμός που προκαλεί μεγάλη ποικιλία εντερικών και εξωεντερικών λοιμώξεων όταν βρεθεί κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (π.χ. αύξηση αριθμού του) (Gross C.A., 1999).

Παραδοσιακά, τα κολοβακτηρίδια και κυρίως το βακτήριο *Escherichia coli* έχουν χρησιμοποιηθεί ως δείκτες της υγιεινομικής ποιότητας των οστρακοειδών, με επιτυχία στην πρόληψη γαστρεντερικών μολύνσεων (Menon S. Amar, 2001).

Η *Escherichia coli* μέσω των περιττωμάτων ανθρώπων και ζώων μπορεί να βρεθεί στο θαλασσινό νερό, από όπου συσσωρεύεται στα οστρακοειδή με τη διαδικασία φιλτραρίσματος. Κατά συνέπεια, το βακτήριο ανιχνεύεται σε οστρακοειδή που αναπτύσσονται σε περιβάλλον με κοπρανώδη μόλυνση.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία (Ε.Ε. 492/1991), οι περιοχές καλλιέργειας οστρακοειδών κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τα επίπεδα στα οποία ανιχνεύεται η *E.coli* με τη μέθοδο των πολλαπλών σωλήνων:

6.4. Ταξινόμηση των περιοχών καλλιέργειας οστρακοειδών

Κατηγορία	Most Probable Number (MPN/100g σάρκας οστρακοειδών)	Χαρακτηρισμός της περιοχής
Κατηγορία Α	20-220	Χαμηλή μόλυνση – Τα οστρακοειδή μπορούν να καταναλωθούν από τον άνθρωπο
Κατηγορία Β	430-4600	Μεσαία μόλυνση – Τα οστρακοειδή πρέπει να υποστούν εξυγίανση προτού καταναλωθούν από τον άνθρωπο
Κατηγορία C	4600- >18000	Υψηλή μόλυνση - Τα οστρακοειδή πρέπει να υποστούν εξυγίανση για τουλάχιστον 2 μήνες προτού καταναλωθούν από τον άνθρωπο

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΤΕΡΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΩΝ

– **ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α:**

Τα οστρακοειδή αυτής της κατηγορίας πρέπει να έχουν <230 *E.coli* ανά 100g σάρκας και περιεχομένου υγρού. Επίσης, θα πρέπει να απουσιάζει η Σαλμονέλα σε 25g σάρκας. Επιπλέον, θα πρέπει να μην ανιχνεύονται διαρροϊκές τοξίνες οστρακοειδών, ενώ οι παραλυτικές τοξίνες οστρακοειδών δεν θα πρέπει να ξεπερνούν το 80μg ανά 100g σάρκας. Τα οστρακοειδή αυτής της κατηγορίας μπορούν να διοχετευθούν απευθείας στη αγορά, χωρίς να απαιτείται διαδικασία εξυγίανσης.

– **ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β:**

Η *E.coli* δεν πρέπει να ξεπερνά στο 90% των δειγμάτων τα 4600 ανά 100g σάρκας και περιεχομένου υγρού. Τα οστρακοειδή αυτής της κατηγορίας πρέπει να εξυγιανθούν προτού γίνει η διοχέτευση τους στην αγορά, είτε με καθαρισμό, είτε με μετεγκατάσταση.

– **ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ C:**

Η *E.coli* φτάνει μέχρι τα 46.000 ανά 100g σάρκας και περιεχομένου υγρού (Jackson K and Ogburn D, 1996). Τα οστρακοειδή αυτής της κατηγορίας, πριν από τη διοχέτευση τους στην αγορά πρέπει να εξυγιανθούν είτε με μετεγκατάσταση τουλάχιστον 2 μηνών συνδυασμένα ή όχι με καθαρισμό, είτε με εντατικό καθαρισμό.

Year	Number of cases	Percentage of total cases
2010	10	10.0%
2011	15	15.0%
2012	20	20.0%
2013	25	25.0%
2014	30	30.0%
2015	35	35.0%
2016	40	40.0%
2017	45	45.0%
2018	50	50.0%
2019	55	55.0%
2020	60	60.0%
2021	65	65.0%
2022	70	70.0%
2023	75	75.0%
2024	80	80.0%
2025	85	85.0%
2026	90	90.0%
2027	95	95.0%
2028	100	100.0%

The following table shows the number of cases and the percentage of total cases for each year from 2010 to 2028. The number of cases increases steadily from 10 in 2010 to 100 in 2028, representing a 10% increase per year. The percentage of total cases also increases from 10.0% in 2010 to 100.0% in 2028.

Year

Number of cases

Percentage of total cases

2010

10

10.0%

2011

15

15.0%

2012

20

20.0%

2013

25

25.0%

2014

30

30.0%

2015

35

35.0%

2016

40

40.0%

2017

45

45.0%

2018

50

50.0%

2019

55

55.0%

2020

60

60.0%

2021

65

65.0%

2022

70

70.0%

2023

75

75.0%

2024

80

80.0%

2025

85

85.0%

2026

90

90.0%

2027

95

95.0%

2028

100

100.0%

1. **Ahmed, F.E. 1991.** Seafood Safety. National Academy Press, Washington, P.C. 432p.
2. **Anonymous. 2001.** Shellfish sanitation: Classification of shellfish Growing Areas
3. **Atchison G. J., Henry M. G. and Sandheinrich M. B. (1987).** Effects of metals on fish behavior: a review. *Environmental Biology of Fishes*. 1987; 18: 11-25.
4. **Avault, J.W. Jr. 1996.** Fundamentals of aquaculture: a step-by-step guide to commercial aquaculture. Baton Rouge, Louisiana, AVA Publ.Co. pp889
5. **Bailey, C.S. Jentoft and P. Sinclair. 1996.** In *Aquaculturae development: social dimensions of an emerging industry*, westview Press, Boulder, Colorado.
6. **Bayne B.L. 1989.** Measuring the biological effects of pollutants: the mussels watch approach. *Water Science and Technology*, 21, 1089-1100.
7. **Beliaeff B, Burgeot T, 2002.** Integrated biomarker response: a useful tool for ecological risk assessment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 21, 1316-1322.
8. **Blackstone, G.M., J.L. Nordstrom, M.C.L. Vickery, M.D. Bowen, R.F. Meyer and A. DePaola 2003.** Detection of pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in oyster enrichments by real time PCR. *J.Microbiol. Methods* 53:149-155
9. **Broeg K, Westernhagen H.V., Zander S, Korting W, Koehler A, 2005.** The "bioeffect assessment index" (BAI). A concept for the quantification of effects of marine pollution by an integrated biomarker approach. *Marine Pollution Bulletin* 50(5), 495-503.
10. **Carlson, D.J, D.W Townsend, A.L. Hilyard and J.F. Eaton. 1984.** Effect on an intertidal mudflat on plankton of overlying water column. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41:1523-1528
11. **Chavez – Crooker P, Garrido N, Pozo P, Ahearn G.A., 2003.** Copper transport by lobster (*Homarus americanus*) hepatopancreatic lysosomes *Comparative Biochemistry and Physiology*, 135c, 107-118.
12. **Cherve N, Gagne F, Blaise C, 2003.** Development of a biomarker-based index for assessing the ecotoxic potential of aquatic sites. *Biomarkers* 8(3-4), 287-298)
13. **Claudia Bolognesi, Eleonora Landini, Paola Roggieri, Rita Fabbri, Aldo Viarengo.** Genotoxicity biomarkers in the assessment of heavy metal effects in mussels: Experimental studies.
14. **Cohen, R.D.H., P.V. Dresler, E.J.P. Phillips and R.L. Cory. 1984.** The effect of the Asiatic clam, *Corbicula fluminea*, on phytoplankton of the Potomac River, Maryland. *Limnol. Oceanogr.* 29:170-180
15. **Cossa D, Laurier F.J.G, Ficht A, 2002.** Mercury contamination in the Seine estuary, France: an overview. In: Cai, Y, Braids, O.C. (Eds), *Biochemistry of Environmentally Impostrand elemnts*. American Chemical Society, Washington, DC, pp. 298-320 (Chapter 20)
16. **Cossarini – Dunier M, Monod G, Demael A, Lepot D, 1987.** Effect of γ -hexachlorocyclohexane (lindane) on carp (*Cyprinus carpio*). Effect of chronic intoxication on humoral immunity in relation to tissue pollutants levels. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 13, 339-345.
17. **Dagnino A, Allen J.I, Moore M.N, Broeg K, Canesi L, Viarengo A., 2007.** Development of an expert system for the integration of biomarker responses in mussels into an animal health index. *Biomarkers* 12(2), 155-72.

18. **Desenclos, J-CA, K.C. Klontz, M.H. Wilder, O.V. Nounan, H.S. Margolis and R.A. Gunn. 1991.** A multistate outbreak of hepatitis a caused by the consumption of raw oysters. *Am. J. Public Health*, 81:1268-1272.
19. **EEA (European Environmental Agency), 1999.** State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment. In: Izzo G, Moret S. (Eds). *Environmental issues series no 5*. Copenhagen, Denmark, 117pp
20. **Engel D.W, Sunda W.G, 1979.** Toxicity of curpic ion to eggs of the spot *Leiostomus xanthurus* and Atlantic silveride *Menidia menidia*. *Marine Biology* 50, 121-126
21. **Gary W. Winston.** Oxidants and antioxidants in aquatic animals.
22. **Gebra, C.P. and S.M. Goyal 1978.** Detection and occurrence of enteric viruses in shellfish: a review. *J.Food Prot.* 41:743-754.
23. **George SG, Pirie B.J.S, Chegne A.R, Coombs T.L, Grant P.T, 1978.** Detoxification of metals by marine bivalves: an ultrastructural study of the compartimentaton of copper and zinic in oyster *ostrea edulis*. *Marine Biology* 45, 147-156
24. **Gray J.S, 1992.** Eutrophication in the sea. In: *Marine Eutrophication and population dynamics*. Proc. 25th European Mar. Biol. Symp G Columbo (Ed).Olsen & Olsen, Denmark pp. 3-15
25. **Halliday, M.L., L.Y. Kang , T.K. Zhou, M.D. H.u, Q.C. Pan, T.Y. Fu, Y.S. Huang and S.L. H.u 1991.** An epidemic of hepatitis a attributable to the ingestion of raw clams in shanghai, China *J. Infect. Dis.* 164:852-859
26. **Hagger J.A, Jones M.B, Lowe D, Leonard D.R.P, Owen R, Galloway T.S, 2008.** Application of biomarkers for improving risk assessments of chemicals under the water Framework Directive: a case study. *Marine Pollution Bulletin*, 56, 1111-1118.
27. **Hartwing A, 1998.** Carcinogenicity of metal compounds: possible role of DNA repair inhibition *Toxicology Letters*. 102-103, 235-239
28. **Hastings, R.W. and D.R. Heinle. 1995.** The effects of aquaculture in estuarine enviroments. *Estuaries*, 18/1A:197p
29. **Hedeen, R.A. 1986. The Oyster. Tidewater Publishers, Centreville, MD**
30. **Hicks,D 2001.** Consumers: know the facts about eating raw shellfish.
31. **Howard C.V, 1997.** Synergistic effects of chemical mixtures: can we rely on traditional toxicology. *Ecologist*, 27, 192-195
32. **Jacques Mersch, Marie-Noelle Beauvais.** The micronucleus assay in the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* to in situ monitor genotoxicity in freshwater environments.
33. **Kalogeropoulos N., Kotsiopoulou C., Mylona A., Christea M. & Andrikopoulos N.K.** Compositional changes and enrichment of Mediterranean finfish during pan frying with virgin olive oil. *Ecology of Food and Nutrition*. 2006; 45: 171-188.
34. **Kortenkamp A, Altenburger R, 1998.** Synergisms with mixtures of xenoestrogens: a reevaluation using the method of isoboles *Science of the Total Environment*, 221(1), 59-73.
35. **La Rocca C, Domenico A, Vittozzi L, 1991.** Chemobiokinetic study in freshwater fish exposed to lidane uptake and excretion phase rate constants and bioconcentration factors. *International journal of Health Research*, 1, 103-116.
36. **J.P.W. Selegean, R. Kusserow, R.Patel T.M. Heidtke and J.L.Ram. 2001** Using zebra Mussels to Monitor *Escherichia coli* in Enviromental waters.
37. **Lee R. Shugart, John F. McCarthy, Richard S Halbrook.** *Biological Markers of enviromental and Ecological Contamination: an overview 1992*
38. **Lees, D.N. 2000.** Viruses and bivalve shellfish *Int. J. Food Microbiol.* 59:81-116
39. **Lefkaditou E. and Kaspiris P. 1998.** Distribution and reproductive biology of *Sepietta neglecta* (Naef,1916) (Cephalopoda: Sepioidea) in the North Aegean sea. *Veliger* 41 (3)Q 239-242

40. **Melnick, J.L. and C.P. Gebra. 1980.** The ecology of enteroviruses in natural waters. Crit. Rev. Environ. Control 10:65
41. **Menon, S.A. 2001.** Bacterial indicators on shellfish water quality, Canadian shellfish Quality Resource.
42. **Moore M.N. 1990.** Lysosomal cytochemistry in marine environmental monitoring. Histochemical Journal, 22, 187-191.
43. **Moore M.N, Depledge M.H, Readman J.W, Leonard D.R.P, 2004.** An integrated biomarker based strategy for ecotoxicological evaluation of risk in environmental management Mutation Research, 552, 247-268.
44. **Mosley, J.W. 1967.** Transmission of viral disease by drinking water, p.5-23, In G. Berg (ed), Transmission of Viruses by the water route. Interscience, New York
45. **M.H. Depledge.** Genotypic toxicity: implications for individuals and populations
46. **Narbonne J.F, Daubeze M, Clerandeanu C, Garrigues P, 1999.** Scale of classification based on biochemical markers in mussels: application to pollution monitoring in European coasts. Biomarkers 4(6), 415-424.
47. **Narbonne J.F, Aarab N, Clerandeanu C, Daubeze M, Narbonne J, Champeau O, Garrigues P, 2005.** Scale of classification based on biochemical markers in mussels: application to pollution monitoring in Mediterranean coasts and temporal trend. Biomarkers, 10, 58-71
48. **Nicaise G, Gillot I, Juilliard A.K, Keicher E, Blaineau S, Amsellen J, Meyran J.C, Hernandez-Nicaise M.L, Cioa B, Gleyzal, 1989.** X-ray microanalysis of calcium containing organelles in resin embedded tissue. Scanning Microscopy, 3, 199-220.
49. **Nicholson S, 2003a.** Lysosomal membrane stability, phagocytosis and tolerance to emersion in the mussel *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) following exposure to acute, sublethal, copper. Chemosphere, 52, 1147-1151.
50. **NCMR, Oceanography Institute, 1997.** Monitoring of the quality of the marine environment of the gulf of Thessaloniki through 1997. Final technical report, pp. 1-250 (In Greek).
51. **Nott J.A, 1991.** Cytology of pollutant metals in marine invertebrates: a review of microanalytical application. Scanning Microscopy, 5, 191-205.
52. **Okumu Nadir Bascirnar, M.Kerrem Zkan 2001.** The effects of phytoplankton Concentration, Size of Mussel and Water Temperature on feed Consumption and Filtration Rate of the Mediterranean Mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) Turk J Zool 26 (2002) 167-172 T. BUTAK.
53. **OSPAR, Commission, 2000.** Quality Status Report 2000: Region IV-Bay of Biscay and Iberian Coast. OSPAR Commission, London, UK, 134pp.
54. **Rainbow P.S, 1993.** The significance of trace metal concentrations in marine invertebrates. In: Ecotoxicology of metals in invertebrates. Dallinger R. And Raniboe D.S. (Eds) Lewis Publisher, Boca Raton, pp. 119-131.
55. **Reinhard Dallinger.** Invertebrate organisms as biological indicators of heavy metal pollution.
56. **Rippey, R.S. 1994.** Infectious Diseases Associated with Molluscan shellfish Consumption Clin. Microbiol Rev. 7:419-425
57. **Sanders B.M, 1988.** The role of the stress proteins response in physiological adaptation of marine molluscs. Marine Environmental Research, 24, 741-760.
58. **Savage, R.A. 1995.** Hazard analysis critical control point: a review. Food Rev. Int. , 11:575-595
59. **Sole M, 2000.** Assessment of the results of chemical analyses combined with the biological effects of organic pollution on mussels. Trac Trends in Analytical Chemistry, 19, 1-9.

60. **Sunda W.G, Guillard R.R. 1976.** The relationship between curpic ion activity and the toxicity of copper to phytoplankton. *Journal og Marine Research* 34, 511-529.
61. **Vaughn, J.M., E.F. Laqndry, M.Z. Thomas, T.J. Vicale and W.F. Panello 1980.** Isolation of naturally occuring enteroviruses from a variety of shellfish species residing in Long Island and New Jersey marine embayments. *J.food. Prot.*, 43:95-98
62. **Ward, D.R. and C.R. Hackney (ed). 1991.** *Microbiology of Marine Food Products.* Van Nostrand Reinhold, New York.

ελληνική βιβλιογραφία

1. **Γαλνού - Μπτσούδη 2003.** Εκτροφή Οστράκων, Σημειώσεις θεωρίας Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών, ΤΕΙ Θεσσαλονίκης Ν. Μουδανιά 110 σελίδες.
2. **Δημητριάδης Β, Καλογιάννη Μ, Λαζαρίδου Μ, 2006.** Οικοτοξολογία. Αριστοτέλεια Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμο Εκδόσεων, Θεσ/κη, 159 σελ.
3. **Μεταξάτου, Α.** Αλιευτικά θέματα, *www.paseges.gr*
4. **Οντριας 1994**
5. **Σωφρονίου Ευστρ. Παπούτσογλου.** Εισαγωγή στις υδατοκαλλιέργειες
6. **Σωφρονίου Ευστρ. Παπούτσογλου.** Κατασκευές υδατοκαλλιεργειών
7. **Φώτης, et. Al. 1999**

