

10% για 24h και όλα τα αντιδραστήρια ήταν υψηλής καθαρότητας (supra pure grade). Τέλος το νερό που χρησιμοποιήθηκε ήταν ποιότητας Milli-Q. Κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας και της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν «καθαρές τεχνικές» και λήφθηκε ιδιαίτερη μέριμνα ώστε να αποφευχθούν επιμολύνσεις των δειγμάτων.

### 7.3 Αποτελέσματα

Στους Πίνακες 7.1 και 7.2 δίνονται τα αποτελέσματα των ολικών συγκεντρώσεων των μετάλλων Fe, Mn, Cd, Ni, Cu, Pb, Zn στο θαλασσινό νερό στις περιοχές Τσιγκράδο και Βούδια αντίστοιχα. Από τις μέσες τιμές των συγκεντρώσεων καθίσταται σαφές ότι οι δύο περιοχές μελέτης δεν διαφοροποιούνται μεταξύ τους καθώς οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων κυμαίνονται σε παρόμοια επίπεδα. Τα αποτελέσματα αυτά δεν δείχνουν κάποια επιβάρυνση σε βαρέα μέταλλα και αντανακλούν φυσικά όρια διακύμανσης για μια παράκτια περιοχή.

**Πίνακας 7.1** Συγκεντρώσεις ολικών βαρέων μετάλλων στην υδάτινη στήλη του Τσιγκράδου Μήλου

Σταθμός	Βάθος m	Fe μg/L	Mn μg/L	Cd μg/L	Ni μg/L	Cu μg/L	Pb μg/L	Zn μg/L
MT1	2	3.79	1.80	0.004	0.217	0.138	0.223	2.23
MT2	2	4.07	1.70	0.005	0.283	0.183	1.772	2.19
MT3	2	2.36	0.73	0.005	0.375	0.108	0.163	1.29
MT3	20	1.21	0.35	0.004	0.231	0.096	0.084	1.28
MT4	2	3.83	1.18	0.011	0.337	0.509	0.155	2.32
MT4	20	0.77	0.21	0.008	0.388	0.118	0.125	2.03
MT4	37	0.98	0.28	0.006	0.351	0.382	0.178	2.46
MT5	2	2.45	0.88	0.014	0.440	0.556	0.249	2.89
MT5	17	2.26	0.43	0.004	0.266	0.084	0.061	1.39
MT6	2	2.03	0.70	0.004	0.431	0.371	0.247	4.23
MT6	15	2.35	1.40	0.004	0.265	0.116	0.089	4.17
MT7	2	1.61	0.61	0.012	0.322	0.198	0.212	2.08
MT7	20	1.04	0.16	0.006	0.296	0.131	0.133	1.76
MT7	72	-	1.72	0.004	0.469	0.660	0.328	1.92
ελάχιστο		0.77	0.16	0.004	0.22	0.08	0.06	1.28
μέγιστο		4.07	1.80	0.014	0.47	0.66	1.77	4.23
Μέση τιμή		2.21	0.87	0.006	0.33	0.26	0.29	2.30
Τυπ. απ.		1.12	0.59	0.004	0.08	0.20	0.43	0.92



Πίνακας 7.2 Συγκεντρώσεις ολικών βαρέων μετάλλων στην υδάτινη στήλη του Όρμου των Βουδίων, Μήλου

Σταθμός	Βάθος m	Fe μg/L	Mn μg/L	Cd μg/L	Ni μg/L	Cu μg/L	Pb μg/L	Zn μg/L
MB1	2	2.91	0.72	0.004	0.357	0.151	0.237	3.50
MB2	2	3.95	0.86	0.015	0.458	0.367	0.235	2.53
MB2	14	1.81	1.20	0.008	0.382	0.547	0.134	3.17
MB3	2	3.20	0.89	0.068	0.350	0.344	0.473	3.08
MB3	13	2.11	0.91	0.004	0.302	0.086	0.097	2.70
MB4	2	3.16	0.70	0.006	0.297	0.133	0.136	2.12
MB4	20	0.81	0.40	0.012	0.340	0.082	0.174	3.23
MB4	49	0.89	0.39	0.004	0.314	0.092	0.171	2.57
MB5	2	1.20	0.61	0.004	0.236	0.296	0.126	1.52
MB5	20	7.37	1.36	0.005	0.418	0.137	0.372	3.47
MB5	40	1.11	0.46	0.003	0.220	0.063	0.104	3.17
MB6	2	3.60	2.09	0.018	0.457	0.718	0.233	3.25
MB6	8	3.17	2.04	0.003	0.273	0.092	0.103	2.12
MB7	2	2.39	0.53	0.004	0.335	0.155	0.266	3.70
MB7	35	2.98	1.00	0.004	0.286	0.107	0.149	3.32
ελάχιστο		0.81	0.39	0.003	0.22	0.06	0.10	1.52
μέγιστο		7.37	2.09	0.068	0.46	0.72	0.47	3.70
Μέση τιμή		2.71	0.94	0.011	0.33	0.22	0.20	2.90
Τυπ. απ.		1.64	0.53	0.006	0.07	0.19	0.11	0.62

Συγκρίνοντας τα δεδομένα αυτά με αντίστοιχα στο Βόρειο Αιγαίο Πέλαγος αλλά και σε άλλες παράκτιες περιοχές της Ελλάδας (βλ. βιβλιογραφικές πηγές) (Πίνακας 7.3) βλέπουμε ότι οι συγκεντρώσεις των μετάλλων Cd, Ni, Pb στα νερά των περιοχών Τσιγκράδο και Βούδια είναι αντίστοιχες με αυτές του Β. Αιγαίου Πελάγους, ενώ είναι 2 φορές μεγαλύτερες του Cu, 4 φορές του Mn και 10 του Zn. Ο εμπλουτισμός αυτός όπως ήδη αναφέρθηκε είναι αναμενόμενος για μια παράκτια περιοχή με ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Πίνακας 7.3 Συντελεστής Εμπλουτισμού του θαλασσινού νερού διάφορων παράκτιων περιοχών σε βαρέα μέταλλα σε σχέση με το Βόρειο Αιγαίο.

Συντελεστής Εμπλουτισμού $E_f$	Cd	Ni	Cu	Pb	Zn	Mn
Β. Αιγαίο	1	1	1	1	1	1
Κ. Ελευσίνας	2	2	3	5	8	5
Ψυττάλεια	1.3	1.2	0.5			
Κ. Αλιβερίου	0.7	1.1	1.4	0.7	17	
Όρμος Θεσ/νίκης	3	2	3	7		
Θερμαϊκός Κ.	1	2	3	2		
Παραλία Ν. Μάκρης		0.5	1.4	1	6	
Μήλος	1	1	2	1	10	4

Περαιτέρω σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα διάφορα όρια που τίθενται από τις σχετικές Ευρωπαϊκές Οδηγίες και την Ελληνική Νομοθεσία (Πίνακας 7.4) τόσο για την ποιότητα του υδάτινου περιβάλλοντος όσο και για το πόσιμο νερό δείχνει ότι οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων στις περιοχές Τσιγκράδο και Βούδια είναι 1 τάξη μεγέθους χαμηλότερες των αντίστοιχων επιθυμητών ορίων για το Cd και Pb, 2 για τα Ni, Cu, Fe και 3 τον Zn.

**Πίνακας 7.4** Νομοθετικά όρια βαρέων μετάλλων σε επιφανειακά ύδατα και στο πόσιμο νερό

Οδηγία 2008/105/ΕΚ 'Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος στον τομέα της πολιτικής των υδάτων'	
( $\mu\text{g/L} = \text{ppb}$ )	Για επιφανειακά -παράκτια ύδατα
Cd	0.2
Pb	7.2
Ni	20
ΚΥΑ 2003 (ΦΕΚ 1866) 'Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο II της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ'	
( $\mu\text{g/L} = \text{ppb}$ )	Ποιοτικοί στόχοι για τα επιφανειακά ύδατα της χώρας
Fe	200
Mn	100
Cu	50
Zn	1000
Pb	20
ΚΥΑ Υ2/2600/2001 ΦΕΚ 892Β'/11-7-01 'Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης'	
( $\mu\text{g/L} = \text{ppb}$ )	
Cd	5.0
Cu	2.0
Pb	10
Ni	20

#### 7.4 Συμπέρασμα

Οι αναλύσεις των ολικών βαρέων μετάλλων Fe, Mn, Cu, Cd, Ni, Pb, Zn στα νερά των θαλάσσιων περιοχών Τσιγκράδο και Βούδια της Μήλου έδειξαν ότι:

- Το εύρος των συγκεντρώσεων που μετρήθηκαν δεν υποδεικνύει ρύπανση των περιοχών σε βαρέα μέταλλα.
- Για τα μέταλλα Cd, Ni, Pb το εύρος των συγκεντρώσεων είναι συγκρίσιμο με το αντίστοιχο των νερών του ανοιχτού Β. Αιγαίου.
- Για τα μέταλλα Cu, Zn, Mn παρατηρήθηκε εμπλουτισμός σε σχέση με το Β. Αιγαίο της τάξεως των 2, 10, 4 φορές αντίστοιχα. Ο εμπλουτισμός των παράκτιων περιοχών σε βαρέα μέταλλα σε σχέση με την ανοικτή θάλασσα είναι αναμενόμενος και μπορεί να οφείλεται τόσο σε φυσικά όσο και σε ανθρωπογενή αίτια.
- Οι συγκεντρώσεις που μετρήθηκαν απέχουν κατά πολύ από τα όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή και Ελληνική Νομοθεσία καθώς είναι 1 με 2 τάξεις μεγέθους χαμηλότερες, ειδικά δε οι συγκεντρώσεις του Zn είναι 3 τάξεις μεγέθους χαμηλότερες των ορίων.



## 7.5 Βιβλιογραφία

- Dassenakis M., Zeri C., Kaberi H., 2005. Heavy metals in sea water. In: 'State of the Hellenic Marine Environment (SoHelME 2005)', E. Papathanassiou & A. Zenetos (eds) 360 pp, HCMR Publ., Athens, Greece. pp.: 148-152.
- Kaberi H., Zeri C., Karageorgis A. and Anagnostou C., 2002, "Heavy metal distribution in the inner Saronikos Gulf: An area affected by the Psittalia sewage outfall", 1<sup>st</sup> Scientific Conference EFMS-HOA, Oceanographical Aspects for a Sustainable Mediterranean, Abstracts, p. 11.
- Kingston, H.M., Barnes, I.L., Brady, T.J., Rains, T.C., Champ, M.A., 1978. Separation of eight Transition Elements from Alkali and Alkaline Earth Elements in Estuarine and Seawater with Chelating Resin and their Determination by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry. *Anal. Chem.*, 50 (14), 2065-2070.
- Price N.B., A.P. Karageorgis, H. Kaberi, C. Zeri, E. Krasakopoulou, F. Voutsinou-Taliadouri, F. Lindsay, 2005, "Temporal and spatial variations in the geochemistry of major and minor particulate and selected dissolved elements of the Thermaikos Gulf, northwestern Aegean Sea", *Continental Shelf Research*, Vol. 25, Issues 19-20, 2428-2455.
- Riley, J.P., Taylor, D., 1968. Chelated resins for the concentration of trace elements from seawater and their analytical use in conjunction with atomic absorption spectrometry. *Anal. Chim. Acta*, 40, 479-485.
- Zeri C., 2004, "Dissolved zinc in North Aegean seawater – Eastern Mediterranean", *Fresenius Environmental Bulletin*, 13, 2, 139-145.
- Zeri C., Hatzianestis I., 2005, "Distribution of total dissolved and C-18 extractable copper and nickel in relation to dissolved organic matter sources, in the Thermaikos Gulf (eastern Mediterranean)", *Journal of Marine Systems*, 58, 143-152.
- Zeri C., Voutsinou-Taliadouri F., 2003. Processes affecting the distribution of dissolved trace metals in the North Aegean Sea (eastern Mediterranean). *Continental Shelf Research*, 23, 919-934, (doi: 10.1016/S0278-4343(03)00022-0).



## 8. Εκτίμηση επιδράσεων του περλίτη σε διηθητές οργανισμούς (μύδια *Mytilus galloprovincialis*).

Αικ. Τσαγκάρη, Ε. Στρογγυλούδη

### 8.1 Εισαγωγή

Οι επιδράσεις περιβαλλοντικών παραγόντων έντασης σε οργανισμούς-δείκτες χρησιμοποιούνται ευρέως ως εργαλεία για την εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Walker et al, 2006). Τέτοιες επιδράσεις δίνουν πρώιμα σήματα κινδύνου περιβαλλοντικής υποβάθμισης γιατί μπορούν να ανιχνευθούν πριν την εμφάνιση επιδράσεων σε πληθυσμούς και βιοκοινωνίες.

Οι διηθητές οργανισμοί είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στα αυξημένα επίπεδα σωματιδιακού υλικού στο νερό επειδή τρέφονται με διήθηση του νερού και επηρεάζονται τόσο από την ποσότητα όσο και από το είδος των αιωρούμενων σωματιδίων (Cranford & Gordon, 1992). Η διάθεση των υγρών αποβλήτων υπέρλεπτων περλίτη στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι δυνατόν να επηρεάσει την συγκέντρωση και το είδος των αιωρούμενων σωματιδίων στο νερό με πιθανές επιδράσεις σε διηθητές οργανισμούς οπότε στη παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε ως οργανισμός-δείκτης το μύδι *Mytilus galloprovincialis*, διηθητής οργανισμός που χρησιμοποιείται ευρέως σε μελέτες εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Viarengo et al, 2007).

Για την εκτίμηση πιθανών επιδράσεων των υγρών αποβλήτων υπέρλεπτων περλίτη σε μύδια έγιναν πειράματα στο πεδίο και στο εργαστήριο. Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο ρυθμός διήθησης, μέτρηση του ρυθμού θρέψης που επηρεάζεται άμεσα από την ποσότητα και το είδος των αιωρούμενων σωματιδίων στο νερό, ο δείκτης ευρωστίας, μέτρηση του ρυθμού αύξησης, και το ποσοστό θνησιμότητας. Σκοπός των πειραμάτων ήταν:

- να ελεγχθεί αν εμφανίζονται επιδράσεις στο ρυθμό διήθησης, στην αύξηση και θνησιμότητα μυδιών στις περιοχές διάθεσης των υγρών αποβλήτων υπέρλεπτων περλίτη,
- να ελεγχθεί αν και σε ποιες συγκεντρώσεις και κλάσματα του υγρού αποβλήτου υπέρλεπτων περλίτη εμφανίζονται επιδράσεις στο ρυθμό διήθησης των μυδιών.

### 8.2 Μεθοδολογία

#### 8.2.1 Πειράματα στο πεδίο

Μύδια μεγέθους 5-6 cm προερχόμενα από μυδοτροφείο στον Β.Δ. Σαρωνικό τοποθετήθηκαν σε κλωβούς (100 μύδια ανά κλωβό) και ποντίστηκαν στα 6 m περίπου από την επιφάνεια σε 7 σταθμούς (2 κλωβοί ανά σταθμό) στις θαλάσσιες περιοχές Τσιγκράδο (σταθμοί MT1, MT3, MT4, MT6) και Βούδια (σταθμοί MB1, MB2, MB4) τον Μάιο 2009 (Εικόνα 48). Οι κλωβοί ποντίστηκαν για διάστημα 2 μηνών ώστε να εγκλιματιστούν οι οργανισμοί στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Τον Ιούλιο 2009 συλλέχθηκαν οι κλωβοί και τα μύδια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο οικοτοξικολογίας του ΕΛΚΕΘΕ υπό συνθήκες υγρασίας στους 4C° όπου έγιναν μετρήσεις του ρυθμού διήθησης, του δείκτη ευρωστίας και του ποσοστού θνησιμότητας. Κλωβοί βρέθηκαν μόνο στους 3 από τους 7 σταθμούς στην περιοχή



Βούδια (σταθμοί MB1, MB2, MB4). Ως μάρτυρες χρησιμοποιήθηκαν μύδια που συλλέχθηκαν την ίδια χρονική περίοδο από το μυδοτροφείο όπου προέρχονταν ο αρχικός πληθυσμός.

### 8.2.2 Πειράματα εργαστηρίου

Μύδια μεγέθους 5-6 cm προερχόμενα από μυδοτροφείο στον Β.Δ. Σαρωνικό, εγκλιματίστηκαν στο εργαστήριο σε πλαστικές δεξαμενές 40 lt φιλτραρισμένου θαλασσινού νερού (0,2 μ) με αερισμό και καθημερινή παροχή τροφής φυτοπλανκτονικού οργανισμού (*Dunaniella tertiolecta*) για χρονικό διάστημα τουλάχιστον 7 ημερών.

Ο ρυθμός διήθησης προσδιορίστηκε σε μύδια που εκτίθονταν σε σειρά συγκεντρώσεων δύο κλασμάτων του υγρού αποβλήτου υπέρλεπτων περλίτη. Τα κλάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: α) μικρότερο των 7,5 μ (<7,5 μ) και β) 7,5 μ έως 63 μ (7,5-63 μ). Η επιλογή των κλασμάτων έγινε με βάση τη βιβλιογραφία σχετικά με το μέγεθος των σωματιδίων που απορροφούν επιλεκτικά τα μύδια (μικρότερο των 7,5 μ: Defossez and Hawkins, 1997). Το υγρό απόβλητο υπέρλεπτων περλίτη που παρείχε η εταιρία περάστηκε από κόσκινο 63 μ, ξηράνθηκε στους 60 °C και στη συνέχεια διαχωρίστηκε στα παραπάνω κλάσματα βάση της αρχής του Stokes (Müller, 1964).

Για τα πειράματα έκθεσης τα μύδια τοποθετούνταν σε δοχεία που περιείχαν 2L φιλτραρισμένου θαλασσινού νερού (1 μύδι/δοχείο) όπου προστίθονταν οι συγκεντρώσεις των κλασμάτων του υγρού αποβλήτου υπέρλεπτων περλίτη (1, 10, 100, 500 mg/l για το κλάσμα '< 7,5 μ' και 1, 10, 100 mg/l για το κλάσμα '7,5 - 63 μ') και τροφή (*D. tertiolecta*, 25.000 κύτταρα/ml). Επειδή η ποσότητα της παρεχόμενης τροφής είναι δυνατόν να επηρεάσει το ρυθμό διήθησης έγινε επιπλέον δοκιμή με προσθήκη χαμηλότερης συγκέντρωσης τροφής (*D. tertiolecta*, 1.000 κύτταρα/ml) σε συγκεντρώσεις 1 και 10 mg/l του κλάσματος '< 7,5 μ'. Για κάθε συγκέντρωση χρησιμοποιήθηκαν 8 μύδια. Μύδια σε δοχεία όπου προστίθετο μόνο τροφή αποτελούσαν τους μάρτυρες.

### 8.2.3 Μετρήσεις παραμέτρων φυσιολογίας

Ο ρυθμός διήθησης προσδιορίστηκε με μέτρηση της απομάκρυνσης των αιωρούμενων σωματιδίων από το νερό στα δοχεία όπου τοποθετούνταν οι οργανισμοί όπως περιγράφουν οι Widdows and Salked (1992). Συνοπτικά, τα μύδια τοποθετούνταν σε δοχεία (1 μύδι/δοχείο) που περιείχαν 2L φιλτραρισμένου θαλασσινού νερού (0,2μ) όπου προστίθετο μόνο τροφή (*D. tertiolecta* 25000 κύτταρα/ml) ή τροφή και το υγρό απόβλητο υπέρλεπτων περλίτη όπως αναφέρεται παραπάνω για τα πειράματα εργαστηρίου. Σε χρονικό διάστημα 90 λεπτών και ανά 30 λεπτά λαμβάνονταν δείγματα νερού από τα δοχεία όπου προσδιορίστηκε η συγκέντρωση σωματιδίων με σωματιδιακό μετρητή Coulter Counter Z1. Ο ρυθμός διήθησης υπολογίστηκε ως εξής:

$$\text{Ρυθμός διήθησης (l/h)} = V \times (\ln C_1 - \ln C_2) / t_2 - t_1 \text{ όπου}$$

V: όγκος νερού στο δοχείο (l)

C<sub>1</sub>: συγκέντρωση σωματιδίων στο χρόνο t<sub>1</sub> (σωματίδια/ml)

C<sub>2</sub>: συγκέντρωση σωματιδίων στο χρόνο t<sub>2</sub> (σωματίδια/ml)



Τα αποτελέσματα κανονικοποιήθηκαν ως προς το βάρος των οργανισμών με αναγωγή σε βάρος 1g.

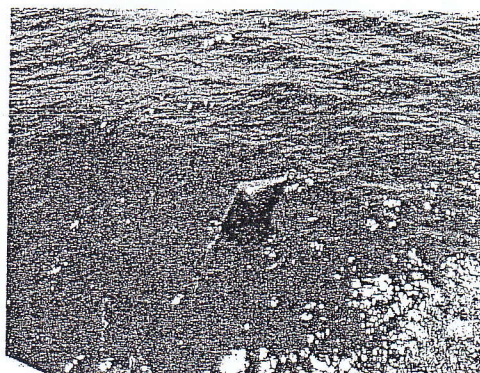
Για την εκτίμηση του ρυθμού αύξησης προσδιορίστηκε ο δείκτης ευρωστίας σύμφωνα με τους Lobel and Wright (1982) ως:

Δείκτης ευρωστίας = Ξηρό βάρος σάρκας (g)/ ξηρό βάρος κελύφους (g) X100

Το ποσοστό θνησιμότητας υπολογίστηκε με μέτρηση του αριθμού ζωντανών και νεκρών μυδιών σε κάθε κλωβό.

#### 8.2.4 Στατιστική ανάλυση

Η κανονικότητα των δεδομένων ελέγχθηκε με Kolmogorov-Smirnov test και η ομοιογένεια διασποράς με Levene's test. Η εμφάνιση διαφορών μεταξύ των δειγμάτων ελέγχθηκε με ανάλυση διασποράς ενός παράγοντα (One way Anova). Η στατιστική ανάλυση έγινε με χρήση του προγράμματος SPSS.



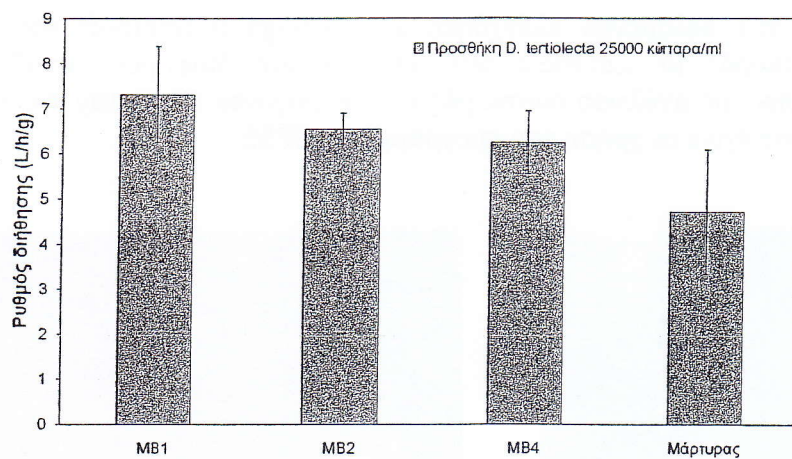
Εικόνα 48: Προετοιμασία και πόντιση κλωβών μυδοκοινωνιών.

### 8.3 Αποτελέσματα

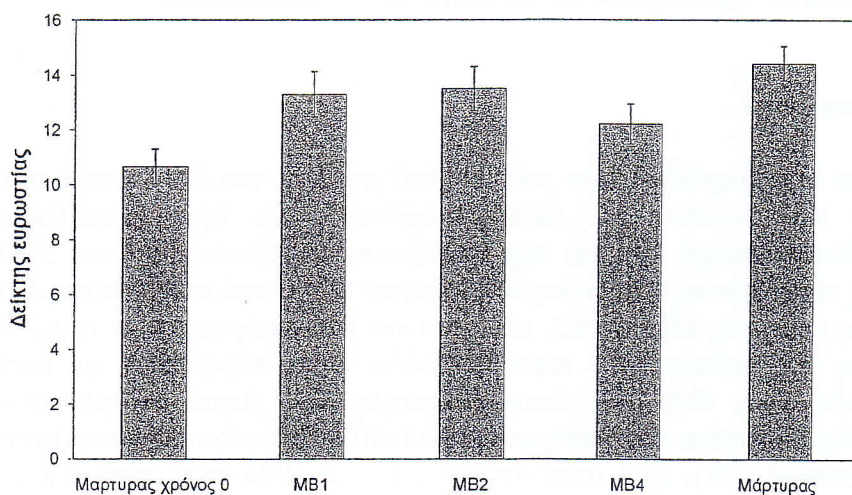
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ρυθμού διήθησης και του δείκτη ευρωστίας στα μύδια που ποντίστηκαν στην περιοχή διάθεσης των υγρών αποβλήτων υπέρλεπτων περλίτη (περιοχή Βούδια) παρουσιάζονται στις Εικόνες 49 και 50. Ο ρυθμός διήθησης και ο δείκτης ευρωστίας δεν διέφεραν σημαντικά ανάμεσα σε μύδια ποντισμένα στους σταθμούς MB1, MB2, και MB4 και μύδια μάρτυρες. Οι τιμές του δείκτη ευρωστίας των μυδιών στην περιοχή Βούδια είναι συγκρίσιμες με αυτές ποντισμένων μυδιών σε άλλες παράκτιες περιοχές του Αιγαίου (πρόγραμμα MYTIMED, μη δημοσιευμένα αποτελέσματα ΕΛΚΕΘΕ). Το ποσοστό θνησιμότητας ήταν 22% στον σταθμό MB1, 28% στον σταθμό MB2 και 25% στον σταθμό MB4. Ένα ποσοστό θνησιμότητας είναι αναμενόμενο σε πειράματα πόντισης μυδιών και οι παραπάνω θνησιμότητες συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες που αναφέρουν ποσοστό θνησιμότητας περίπου 20% (Andral et al, 2004). Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν δυσμενείς επιδράσεις στον ρυθμό θρέψης, στο ρυθμό αύξησης και στη θνησιμότητα των μυδιών που ποντίστηκαν στην περιοχή διάθεσης των υγρών αποβλήτων υπέρλεπτων περλίτη.



Στις Εικόνες 51 και 52 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ρυθμού διήθησης σε μύδια κατά την έκθεση τους στο εργαστήριο σε διαφορετικές συγκεντρώσεις και κλάσματα του υγρού αποβλήτου υπέρλεπτον περλίτη. Σημαντικές διαφορές στο ρυθμό διήθησης των εκτιθέμενων στο υγρό απόβλητο μυδιών σε σχέση με τους μάρτυρες δεν βρέθηκαν παρά μόνο στις υψηλότερες συγκεντρώσεις των 500 mg/l του κλάσματος '< 7,5 μ' και των 100 mg/l του κλάσματος '7,5 - 63 μ' όπου ο ρυθμός διήθησης ήταν μειωμένος. Οι παραπάνω συγκεντρώσεις είναι δύο τάξεις μεγέθους υψηλότερες από τις συγκεντρώσεις αιωρούμενου σωματιδιακού υλικού στο περιβάλλον. Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των εργαστηριακών πειραμάτων, η απουσία μείωσης στο ρυθμό διήθησης στα μύδια που ποντίστηκαν στους σταθμούς MB1, MB2, και MB4 συμφωνεί με τις συγκεντρώσεις αιωρούμενου σωματιδιακού υλικού στην περιοχή Βούδια που ήταν χαμηλότερες από 1mg/l.

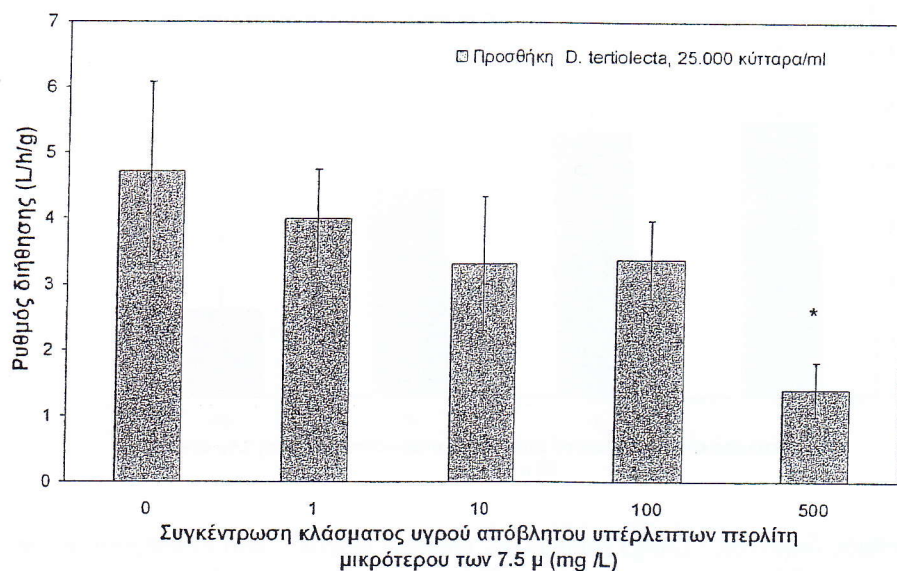


**Εικόνα 49.** Ρυθμός διήθησης (L/h/g) μυδιών *M. galloprovincialis* που ποντίστηκαν για δύο μήνες στους σταθμούς MB1, MB2, MB3 στην περιοχή Βουδια και μυδιών μαρτύρων από το μυδοτροφείο όπου προέρχονταν τα μύδια. Μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα.

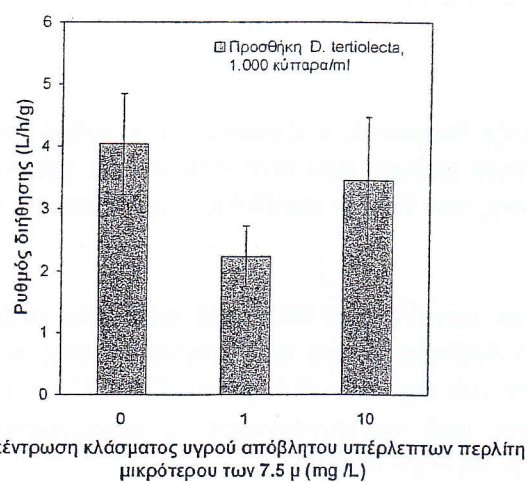


**Εικόνα 50.** Δείκτης ευρωστίας μυδιών *M. galloprovincialis* που ποντίστηκαν για δύο μήνες στους σταθμούς MB1, MB2, MB4 στην περιοχή Βουδια και μυδιών μαρτύρων από το μυδοτροφείο όπου προέρχονταν τα μύδια. Ο 'Μάρτυρας χρόνος 0' αντιστοιχεί σε δείγμα του αρχικού πληθυσμού πριν την πόντιση τον Μάιο 2009. Μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα.





A

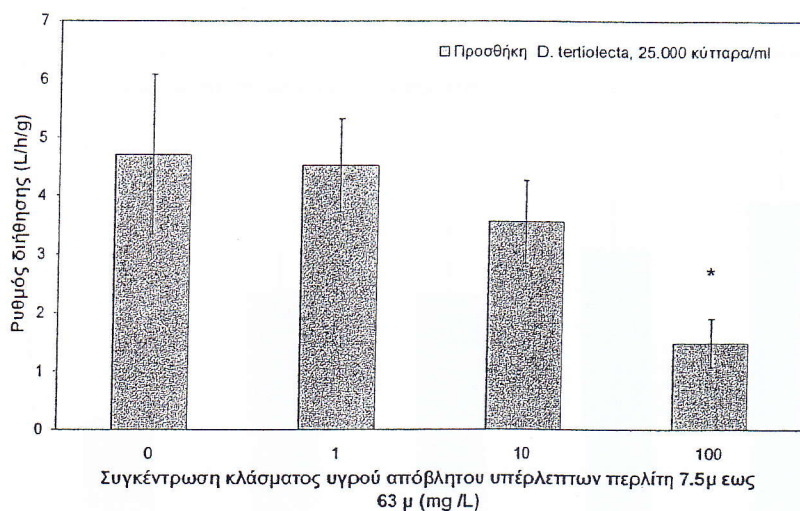


B

**Εικόνα 51.** Ρυθμός διήθησης (L/h/g) μυδιών *M. galloprovincialis* που εκτέθηκαν σε σειρά συγκεντρώσεων του κλάσματος του υγρού αποβλήτου υπέρλεπτων περλίτη μικρότερου των 7.5 μικρομέτρων με ταυτόχρονη προσθήκη τροφής *D. tertiolecta*: A. 25.000 κύτταρα/ml, B. 1.000 κύτταρα/ml.

Μέση τιμή  $\pm$  τυπικό σφάλμα.

\* στατιστικά σημαντική διαφορά από μάρτυρα ( $P < 0.05$ ).



**Εικόνα 52.** Ρυθμός διήθησης (L/h/g) μυδιών *M. galloprovincialis* που εκτέθηκαν σε σειρά συγκεντρώσεων του κλάσματος του υγρού αποβλήτου υπέρλεπτων περλίτη από 7.5 έως 63 μικρόμετρα με ταυτόχρονη προσθήκη τροφής *D. tertiolecta*, 25.000 κυτταρα/ml, Μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα.

\* στατιστικά σημαντική διαφορά από μάρτυρα ( $P < 0.05$ ).

#### 8.4 Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη δεν έδειξε δυσμενείς επιδράσεις στον ρυθμό θρέψης, στο ρυθμό αύξησης και στη θνησιμότητα μυδιών που ποντίστηκαν για χρονικό διάστημα δύο μηνών στην περιοχή διάθεσης των υγρών αποβλήτων υπέρλεπτων περλίτη στη θέση Βούδια.

Η εργαστηριακή έκθεση των οργανισμών στο υγρό αποβλήτο υπέρλεπτων περλίτη έδειξε μείωση του ρυθμού διήθησης μόνο στις συγκεντρώσεις των 500 mg/l του κλάσματος '< 7,5 μ' και των 100 mg/l του κλάσματος '7,5 - 63 μ' οι οποίες είναι δύο τάξεις μεγέθους υψηλότερες από τις συγκεντρώσεις αιωρούμενου σωματιδιακού υλικού που μετρήθηκαν στην περιοχή Βούδια.

#### 8.5 Βιβλιογραφία

- Andral, B., Stanisiere, J.Y., Sauzade, D., Damier, E., Thebault, H., Galgani, F., Boissery, P., 2004. Monitoring chemical contamination levels in the Mediterranean based on the use of mussel caging. *Mar. Pollut. Bull.* 49, 704-712.
- Cranford P.J., Gordon JR. D.C. 1992. The influence of dilute clay suspensions on sea scallop (*Plactopecten magellanicus*) feeding activity and tissue growth. *Netherlands Journal of Sea Research* 30:107-120.
- Defossez J.-M. and A. J. S. Hawkins. 1997. Selective feeding in shellfish: size-dependent rejection of large particles within pseudofaeces from *Mytilus edulis*, *Ruditapes philippinarum* and *Tapes decussates*. *Marine Biology* 129: 139±147
- Müller G. 1962. Methoden der sediment-untersuchung. *Sediment-Petrologie*. E.