

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ

---

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΣ  
ΤΩΝ ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΩΝ  
ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ  
ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΛΥΒΔΟΥ ΚΑΙ ΚΑΔΜΙΟΥ  
ΣΕ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ  
ΤΗΝ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΟΖΟΝ

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

### ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Στυλιανός Κιλικίδης, Καθηγητής Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος,  
Τμήματος Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ.

### ΜΕΛΗ

Αθανάσιος Καμαριανός, Επίκουρος καθηγητής Οικολογίας και Προστασίας Πε-  
ριβάλλοντος, Τμήματος Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ.

Δημήτριος Κουφίδης, Επίκουρος καθηγητής Εργαστηρίου Διατροφής, Τμήματος  
Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ.

Ξάνθιπος Καραμανλής, Ε.Μ.Υ. Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος,  
Τμήματος Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ.

Νικόλαος Κριάρης, Βιολόγος - Ιχθυολόγος.

Η χρηματοδότηση του προγράμματος έγινε από την Κτηνιατρική Υπηρεσία  
του Υπουργείου Γεωργίας, Δ/υση Κ.Ε.Ι.

### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το πειραματικό μέρος του προγράμματος έγινε στις εγκαταστάσεις του  
Σταθμού Εξυγάνησης Οστρακοειδών Επανωμής. Για την παραχώρηση αυτή ευχα-  
ριστούμε θερμώς τη Δ/υση του Σταθμού Εξυγάνησης.

## Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

	Σελίδα
ΕΙΣΑΓΩΓΗ . . . . .	1
ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΩΝ ΜΕ ΟΖΟΝ . . . . .	2
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ . . . . .	3
Δειγματοληψία . . . . .	6
Μέθοδοι αναλύσεως . . . . .	6
α) Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες . . . . .	6
β) Πολυκυκλικό αρωματικό υδρογονάνθρακες . . . . .	7
γ) Βαριά μέταλλα (Μόλυβδος και Κάδμιο) . . . . .	8
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ . . . . .	8
1. Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες . . . . .	9
2. Πολυκυκλικό αρωματικό υδρογονάνθρακες . . . . .	10
3. Βαριά μέταλλα . . . . .	12
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ . . . . .	13
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ . . . . .	14
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ . . . . .	15

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΣ  
ΤΩΝ ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ  
ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΛΥΒΔΟΥ ΚΑΙ ΚΑΔΜΙΟΥ ΣΕ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ  
ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΟΖΟΝ  
-----

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος και ιδιαίτερα του θαλάσσιου, αποτέλεσμα των έντονων παρεμβάσεων του ανθρώπου στη φύση, οφείλεται κατά κύριο λόγο στη ρύπανση, αφού όλοι οι ρυπαντές του περιβάλλοντος εισέρχονται άμεσα ή έμμεσα στην υδρόσφαιρα και προξενούν κρίση στα υδάτινα οικοσυστήματα. Οι χημικοί ρυπαντές, όπως είναι οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες (οργανοχλωριωμένα παρασιτοκτόνα και PCB's), οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες και τα βαριά μέταλλα, εισέρχονται στο θαλάσσιο περιβάλλον με τις φυσικές υδάτινες ροές ή τις εκροές των βιομηχανικών και αστικών λυμάτων και το ρυπαίνουν.

Η διασπορά των μικρορυπαντών στην υδρόσφαιρα έχει μελετηθεί επιστημονικά τα τελευταία χρόνια με σκοπό τον προσδιορισμό και την επίλυση του προβλήματος που δημιουργούν οι ουσίες αυτές στους υδρόβιους οργανισμούς. Η επίλυση του προβλήματος αυτού θα προστατέψει όχι μόνο την υδάτινη παραγωγή αλλά και τη Δημόσια Υγεία, αφού πολλοί από τους υδρόβιους οργανισμούς (φάρια, μαλάκια, μαλακόστρακα) καταναλώνονται ως τρόφιμα.

Από ερευνητικές εργασίες που έγιναν στο Θερμαϊκό κόλπο (Κιλικίδης και συν., 1984) αλλά και σε άλλους κόλπους της Β.Ελλάδας (Kilikidis et al., 1981), έχει διαπιστωθεί ότι οι θαλάσσιοι οργανισμοί (μύδια, κουτσομούρες κλπ.) έχουν ρυπανθεί με χλωριωμένους υδρογονάνθρακες, όπως είναι το DDT και οι μεταβολίτες του, το εξαχλωριούχο βανζόλιο, τα PCB's κλπ. Επιπλέον έχει διαπιστωθεί ότι τα μύδια του Θερμαϊκού κόλπου έχουν επίσης ρυπανθεί με πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (Iosifidou et al., 1982) και με βαριά μέταλλα (Στεφάνου και συν., 1984). Οι χημικοί ρυπαντές που προαναφέρθηκαν μπορούν να προξενίσουν βλάβη στην υγεία των καταναλωτών, εφ' όσον οι συγκεντρώσεις των ουσιών αυτών στα λχθυηρά βρίσκονται σε σχετικά υψηλά επίπεδα (Κιλικίδης, 1979).

Τα τελευταία χρόνια τόσο στο διεθνή όσο και στον ελλαδικό χώρο χρησιμοποιούνται διάφοροι τρόποι για την εξυγίανση των οστρακοειδών προκειμένου τα είδη αυτά να διοχετευθούν στην εσωτερική κατανάλωση ή να προωθηθούν για εξαγωγή. Ένας από τους τρόπους αυτούς είναι και η κατεργασία



τους με όζον. Η εξυγίανση όμως αυτή αφορά τη μείωση του μικροβιακού φορτίου των οστρακοειδών, ύστερα από την κατεργασία που προαναφέρθηκε. Δεν έχει όμως διαπιστωθεί αν ο τρόπος αυτός απαλλάσσει τα οστρακοειδή και από τους χημικούς ρυπαντές.

Με την παρούσα εργασία καταβλήθηκε προσπάθεια να διερευνηθεί αν ο τρόπος εξυγίανσης των οστρακοειδών με όζον τα απαλλάσσει και από τους χημικούς ρυπαντές, όπως είναι οι χλωριωμένοι και πολυκυκλικού υδρογονάνθρακες και ο μόλυβδος και το κάδμιο, από τα βαριά μέταλλα.

### ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΩΝ ΜΕ ΟΖΟΝ

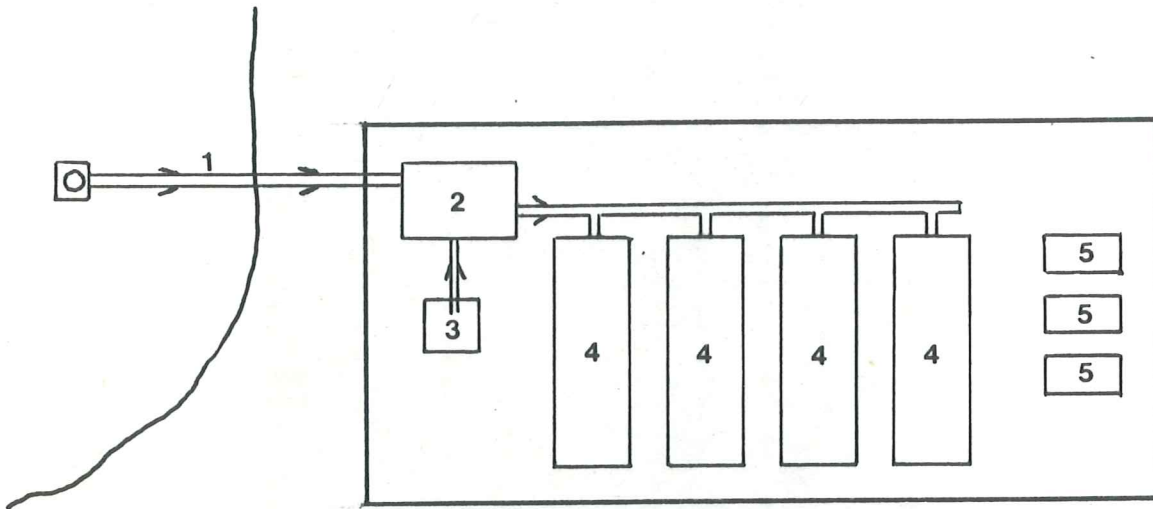
Η εξυγίανση των οστρακοειδών στην περιοχή Θεσσαλονίκης γίνεται με όζον, στις εγκαταστάσεις του σταθμού εξυγίανσης οστρακοειδών, που εδρεύει στην κοινότητα Επανωμής Θεσσαλονίκης (Εικ. 1).



Εικ. 1. Σταθμός εξυγίανσης οστρακοειδών της Επανωμής.

Τα οστρακοειδή που συλλέγονται από το Θερμαϊκό κόλπο, αλλά και από άλλες θαλάσσιες περιοχές της Β.Ελλάδας, μεταφέρονται για εξυγίανση στο σταθμό που προαναφέρθηκε, οι εγκαταστάσεις του οποίου δίνονται διαγραμματικά στο σχήμα 2.

Από τη θαλάσσια περιοχή της Επανωμής και από απόσταση 150 μέτρων από την ακτή και βάθος περίπου 2 μέτρων, με κατάλληλο αγωγό μεταφέρεται θα-



- 1) Αγωγός μεταφοράς θαλασσινού νερού.
- 2) Δεξαμενή οζονώσεως θαλασσινού νερού.
- 3) Οζονωτήρας.
- 4) Δεξαμενές εξυγίανσης οστρακοειδών.
- 5) Ενυδρεία πειραματισμού.

Σχ. 2. Σχηματική παράσταση των εγκαταστάσεων του σταθμού εξυγίανσης οστρακοειδών της Επανωμής.

λασσινό νερό σε δεξαμενή του σταθμού. Το όζον που παράγεται από οζονιστήρα (Εικ. 3) διοχετεύεται στη δεξαμενή που προαναφέρθηκε και ελέγχεται η συγκέντρωση του όζοντος στο νερό, ώστε να κυμαίνεται από 0,3 μέχρι 0,4 mg/L. Το νερό της δεξαμενής στη συνέχεια διοχετεύεται στις λεκάνες εξυγίανσης (Εικ. 4) όπου τοποθετούνται τα οστρακοειδή και παραμένουν σ' αυτές επί 3 ημέρες, με τις συνθήκες που προαναφέρθηκαν. Ο βαθμός εξυγίανσης των οστρακοειδών ελέγχεται περιοδικώς με μικροβιολογικές αναλύσεις που γίνονται στις εγκαταστάσεις του σταθμού.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η πειραματική αυτή εργασία που άρχισε το Μάρτιο του 1986 και περατώθηκε το Δεκέμβριο του 1986, έγινε στις εγκαταστάσεις του σταθμού εξυγίανσης οστρακοειδών στην Επανωμή και η κατεργασία και οι αναλύσεις των δειγμάτων στα Εργαστήρια του Τμήματος Κτηνιατρικής του Α.Π.Θ.

Κατά τη διάρκεια του πειραματισμού αλιεύονταν μύδια και κυδώνια από το θερμαϊκό κόλπο και μεταφέρονταν για εξυγίανση στο σταθμό εξυγίανσης. Μέρος από τα παραπάνω μύδια και τα κυδώνια μεταφέρονταν στο Εργαστήριο για ανάλυση χωρίς να υποστούν καμιά κατεργασία εξυγίανσης. Ο χρόνος ανά-



Εικ. 3. Οζονιστήρας για την παραγωγή όζοντος.



Εικ. 4. Λεκάνες εξυγίανσης οστρακοειδών.



λυσης των οστρακοειδών αυτών χαρακτηρίστηκε ως χρόνος  $t_0$ . Μέρος από τα υπόλοιπα οστρακοειδή τοποθετούνταν σε θαλασσινό νερό, το οποίο δεν είχε κατεργαστεί με όζον (Δείγματα αναφοράς - Blank) και τα υπόλοιπα εμβάπτιζονταν σε θαλασσινό νερό που είχε κατεργαστεί με όζον. Από τα τελευταία αυτά οστρακοειδή λαμβανόταν ένα μέρος για ανάλυση μετά 48 ώρες από της εμβάπτισής του ( $t_{48}$ ) και ένα άλλο μετά 96 ώρες ( $t_{96}$ ). Για το σκοπό αυτό τοποθετήθηκαν στις εγκαταστάσεις του σταθμού τρία ενυδρεία διαστάσεων 70 x 50 x 100 cm, συνολικής χωρητικότητας 300 L το καθένα (Σχ. 5).



Σχ. 5. Ενυδρεία που χρησιμοποιήθηκαν στον πειραματισμό  
κάθαρσης των οστρακοειδών από χημικούς ρυπαντές.

Το ενυδρείο N<sup>ο</sup> 1 ήταν γεμισμένο με θαλασσινό νερό και τα υπόλοιπα δύο (N<sup>ο</sup> 2 και N<sup>ο</sup> 3) με θαλασσινό νερό, στο οποίο διοχετευόταν όζον. Η συγκέντρωση του όζοντος στα δύο τελευταία ενυδρεία διατηρήθηκε σταθερή στη διάρκεια του πειραματισμού και κυμάνθηκε από 0,2 μέχρι 0,3 mg/L. Η θερμοκρασία του νερού των ενυδρείων κυμάνθηκε από 21 μέχρι 22<sup>ο</sup>C, η τιμή του pH ήταν 7,4 μονάδες και η αλατότητα του θαλασσινού νερού κυμάνθηκε από 32 μέχρι 33‰. Για να διατηρηθεί εξάλλου σταθερή η συγκέντρωση του οξυγόνου στο θαλασσινό νερό των ενυδρείων στα 6,2 μέχρι 6,8 mg O<sub>2</sub>/L, διοχετευόταν σ'αυτά αέρας με κατάλληλες αντλίες.



## Δειγματοληψία

Κατά τη διάρκεια του πειραματισμού έγιναν τρεις δειγματοληψίες μυδιών από τον κόλπο της Θεσσαλονίκης, την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο του 1986 και δύο δειγματοληψίες κυδωνιών το καλοκαίρι και το φθινόπωρο του ίδιου έτους, επίσης από τον κόλπο της Θεσσαλονίκης.

Αμέσως μετά τη δειγματοληψία ένα μέρος των δειγμάτων των μυδιών και κυδωνιών υποβαλλόταν σε ανάλυση (χρόνος  $t_0$ ) για να καθοριστεί το μέγεθος του φορτίου των χημικών ρυπαντών (χλωριωμένοι και πολυκυκλικού αρωματικού υδρογονάνθρακες, Μόλυβδος και Κάδμιο) πριν από την κατεργασία εξυγίανσης με όζον. Ένα άλλο μέρος των οστρακοειδών τοποθετούνταν στο ενυδρείο N<sup>ο</sup> 1 και τα υπόλοιπα στα ενυδρεία N<sup>ο</sup> 2 και N<sup>ο</sup> 3. Τα οστρακοειδή του ενυδρείου N<sup>ο</sup> 1 αποτελούσαν τα δείγματα αναφοράς (Blank), που θα συγκρίνονταν με εκείνα των ενυδρείων N<sup>ο</sup> 2 και N<sup>ο</sup> 3.

Ύστερα από 48 και 96 ώρες μετά την τοποθέτηση των οστρακοειδών στα ενυδρεία λαμβάνονταν δείγματα για ανάλυση και από τα τρία ενυδρεία. Τα δείγματα αυτά καθαρίζονταν από τα κελύφη, τοποθετούνταν σε γυάλινους περιέκτες και φυλάσσονταν σε κατάψυξη (-24<sup>ο</sup>C) μέχρι να υποβληθούν σε χημική ανάλυση.

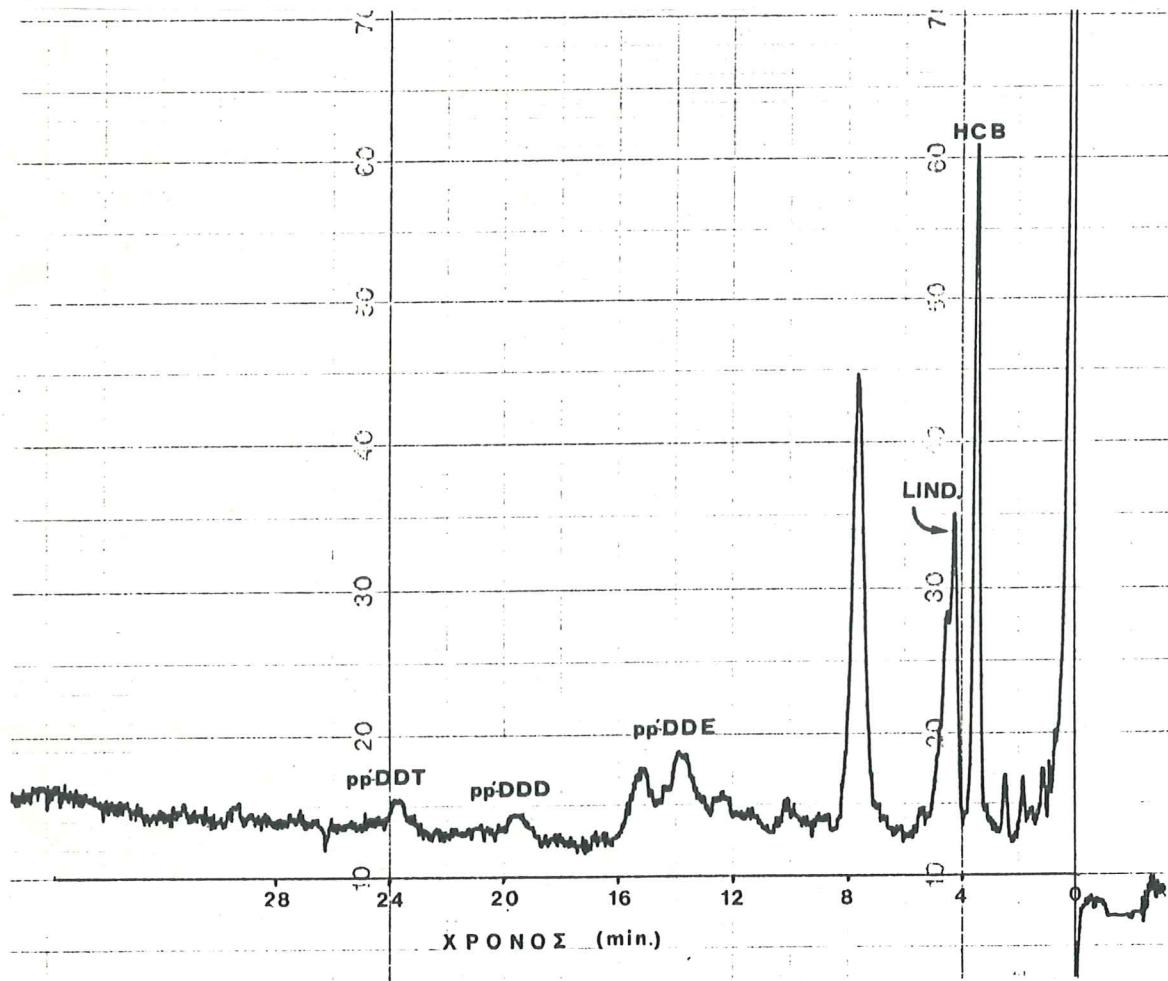
Οι αναλύσεις που έγιναν στα οστρακοειδή για τον έλεγχο της χημικής ρύπανσής τους, πριν και μετά την κατεργασία τους με όζον, αφορούσαν στον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των χλωριωμένων υδρογονανθράκων {Εξαχλωρούχο βενζόλιο, Lindane, Aldrin, Dieldrin, Heptachlor, Hept. epoxide, DDT και μεταβολίτες τους καθώς και τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB's)}, των Πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (PAH) καθώς και των βαριών μετάλλων (Μολύβδου και Καδμίου).

## Μέθοδοι αναλύσεως

Για τον προσδιορισμό της συγκεντρώσεως των χλωριωμένων και πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων καθώς και του μολύβδου και καδμίου στα οστρακοειδή εφαρμόστηκαν οι παρακάτω μέθοδοι αναλύσεως:

α) Χλωριωμένοι Υδρογονάνθρακες: Για τον έλεγχο των χλωριωμένων υδρογονανθράκων στα οστρακοειδή εφαρμόστηκαν οι τεχνικές των Johnson (1965) και Jensen et al. (1973). Για το σκοπό που προαναφέρθηκε χρησιμοποιήθηκε αεριοχρωματογράφος Perkin - Elmer F 11 εφοδιασμένος με ανιχνευτή δεσμεύσεως ηλεκτρονίων (E.C.D) <sup>63</sup>Ni και γυάλινη στήλη διαστάσεων 2 m X 2 mm. Οι στήλες αυτές ήταν γεμισμένες με υγρή φάση 15% QF-1 και 15% DC-200. Η φάση

αυτή ήταν προσροφημένη σε αδρανή ύλη, Chromosorb W, 80-100 mesh. Η ροή του φέροντος αερίου (άζωτο υψηλής καθαρότητας) ήταν 20 ml/min. Τέλος η θερμοκρασία της στήλης ήταν 210°C και του θαλάμου εξαερώσεως και του ανιχνευτή 250°C. Στο σχήμα 6 δίνεται αεριοχρωματογράφημα χλωριωμένων υδρογονανθράκων που προσδιορίστηκαν από δείγμα μυδιών με τις συνθήκες που προαναφέρθηκαν.



Σχ. 6. Αεριοχρωματογράφημα χλωριωμένων υδρογονανθράκων από δείγμα μυδιών.

β) Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες: Οι συγκεντρώσεις των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων προσδιορίστηκαν με την τεχνική των Rainio et al. (1986). Για την ταυτοποίηση και τον ποσοτικό προσδιορισμό των PAH χρησιμοποιήθηκε αεριοχρωματογράφος Hewlett Packard 5830 A, με διπλό ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (F.I.D) και διπλή γυάλινη στήλη διαστάσεων 2 m X 4 mm. Οι στήλες ήταν γεμισμένες με υγρή φάση OV-17, 3%, προσροφημένη σε Chromosorb, 80-100 mesh. Η ροή του φέροντος αερίου (άζωτο υψηλής καθαρότητας) ήταν 40 ml/min. Η θερμοκρασία εξάλλου του θαλάμου εξαερώσεως

και του ανιχνευτή ήταν 300°C. Για τις στήλες τέλος εφαρμόστηκε το ακόλουθο πρόγραμμα θερμοκρασιών: Αρχική θερμοκρασία 120°C για χρονικό διάστημα 3 min. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε μεταβαλλόμενη θερμοκρασία 3°C/min, μέχρι να φθάσει στους 290°C. Η θερμοκρασία αυτή διατηρήθηκε σταθερή για χρονικό διάστημα 3 min. Το όριο ανιχνεύσεως για όλους τους PAH ήταν 15 ppb.

γ) Βαριά μέταλλα (Μόλυβδος και Κάδμιο): Για τον προσδιορισμό του μόλυβδου και του καδμίου στα οστρακοειδή εφαρμόστηκαν οι τεχνικές των Bernhard (1976) και H.M.S.O. (1981). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης Perkin-Elmer 430, σε μήκος κύματος (λ) 217 nm για το μόλυβδο και 283 nm για το κάδμιο.

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτονται τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων που έγιναν στα οστρακοειδή (μύδια, κυδώνια) πριν και μετά την εξυγίανσή τους με όζον, καθώς και η συζήτηση επί των αποτελεσμάτων.

Όπως προαναφέρθηκε, ο έλεγχος που έγινε στα οστρακοειδή που υποβάλλονταν σε εξυγίανση με όζον, με σκοπό την απαλλαγή τους από μικροβιολογικούς παράγοντες, αφορούσε στην εκτίμηση της μεταβολής που υφίστανται οι συγκεντρώσεις των παρακάτω χημικών ρυπαντών από την κατεργασία αυτή. Οι χλωριωμένοι και πολυκυκλικού αρωματικού υδρογονάνθρακες καθώς και τα βαριά μέταλλα, μόλυβδος και κάδμιο.

Η εξυγίανση των οστρακοειδών με όζον, με τις συνθήκες που προαναφέρθηκαν, ήταν ικανοποιητική από μικροβιολογικής απόψεως, όπως φαίνεται από τα συνοπτικά αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων του πίνακα I που έγιναν στα οστρακοειδή που χρησιμοποιήθηκαν στον πειραματισμό. Ο έλεγχος αυτός αφορούσε την Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα (Ο.Μ.Χ) και την *Escherichia coli*.

ΠΙΝΑΚΑΣ I

ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΩΝ ΚΑΤΑ ΕΠΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ 24 ΩΡΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΟΖΟΝ.

Εποχή δειγματοληψίας	Πριν από την εξυγίανση		Μετά την εξυγίανση με όζον	
	Ο.Μ.Χ.	<i>Esch. coli</i>	Ο.Μ.Χ.	<i>Esch. coli</i>
ΑΝΟΙΞΗ	240 - 1100	26 - 43	3 - 41	∅
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	26 - 240	3 - 43	9 - 10	∅ - 9
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	1100 - 1500	∅ - 7	∅ - 93	∅



### 1. Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες

Οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες που ανιχνεύτηκαν τόσο στα μύδια όσο και στα κυδώνια που χρησιμοποιήθηκαν στον πειραματισμό ήταν οι ακόλουθοι: Εξαχλωριούχο βενζόλιο (HCB), Lindane, pp'-DDT και οι μεταβολίτες του pp'-DDE και pp'-DDD. Σε κανένα από τα δείγματα δεν ανιχνεύτηκαν οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες Aldrin, Dieldrin, Heptachlor, Hept. epoxide και PCB's. Στον πίνακα VII του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά και κατά εποχή δειγματοληψίας τα αποτελέσματα των αναλύσεων των χλωριωμένων υδρογονανθράκων που έγιναν σε οστρακοειδή πριν και μετά την εξυγίανσή τους με όζον. Εξάλλου στον πίνακα II δίνονται οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων των χλωριωμένων υδρογονανθράκων που προσδιορίστηκαν στα μύδια και στα κυδώνια πριν από την κατεργασία τους με όζον ( $t_0$ ) και μετά την κατεργασία τους για χρονικό διάστημα 48 ωρών ( $t_{48}$ ) και 96 ωρών ( $t_{96}$ ).

ΠΙΝΑΚΑΣ II

ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΣΕ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥΣ ( $t_0$ ) ΚΑΙ ΜΕΤΑ 48 ΩΡΕΣ ( $t_{48}$ ) ΚΑΙ 96 ΩΡΕΣ ( $t_{96}$ ) ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕ ΟΖΟΝ (ppb επί νωπής ουσίας).

Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες	Μ Υ Δ Ι Α					Κ Υ Δ Ω Ν Ι Α				
	Χρόνος κατεργασίας με όζον					Χρόνος κατεργασίας με όζον				
	$t_0$	$t_{48}$		$t_{96}$		$t_0$	$t_{48}$		$t_{96}$	
	B	O <sub>3</sub>	B	O <sub>3</sub>		B	O <sub>3</sub>	B	O <sub>3</sub>	
HCB	288	276	279	205	202	457	432	415	376	371
LINDANE	187	140	136	113	118	261	215	254	195	212
DDE	416	358	328	318	306	274	250	202	256	221
DDD	219	205	228	201	203	110	103	115	100	100
DDT	127	120	124	122	123	140	149	128	130	120

B = Δείγματα αναφοράς.

O<sub>3</sub> = Δείγματα που κατεργάστηκαν με όζον.

Από τα αποτελέσματα που προαναφέρθηκαν διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις των χλωριωμένων υδρογονανθράκων των οστρακοειδών που κατεργάστηκαν επί 96 ώρες με όζον είναι μικρότερες συγκριτικά με εκείνες των οστρακοειδών που δεν υποβλήθηκαν σε εξυγίανση. Η διαφορά αυτή είναι περισσότερο εμφανής για το εξαχλωριούχο βενζόλιο (HCB) (Πίνακας II). Συγκρίνοντας όμως τις συγκεντρώσεις αυτές με τα δείγματα αναφοράς (δείγματα που παρέμειναν το ίδιο χρονικό διάστημα σε θαλασσινό νερό χωρίς την επίδραση του όζοντος), η διαφορά είναι εντελώς ασήμαντη. Τούτο καταφαίνεται ιδιαίτερα

από τα στοιχεία του πίνακα III, όπου δίνονται οι ακραίες τιμές των επιμέρους και συνολικών χλωριωμένων υδρογονανθράκων τόσο για τα δείγματα που δεν υποβλήθηκαν σε εξυγίανση, όσο και για τα δείγματα αναφοράς και εκείνων που υποβλήθηκαν σε κατεργασία με όζον για 96 ώρες.

ΠΙΝΑΚΑΣ III

ΑΚΡΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΗΚΑΝ ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΩΝ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥΣ ( $t_0$ ), ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (B) ΚΑΙ ΕΚΕΙΝΑ ΠΟΥ ΚΑΤΕΡΓΑΣΤΗΚΑΝ ΜΕ ΟΖΟΝ ΕΠΙ 96 ΩΡΕΣ ( $t_{96}$ ). (ppb επί νωπής ουσίας).

Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες	Μ Υ Δ Ι Α			Κ Υ Δ Ω Ν Ι Α		
	Χρόνος κατεργασίας με όζον			Χρόνος κατεργασίας με όζον		
	$t_0$	B(96)	O <sub>3</sub> (96)	$t_0$	B(96)	O <sub>3</sub> (96)
HCB	76-450	67-295	67-293	332-583	318-434	300-443
LINDANE	63-315	40-167	42-161	231-292	176-215	194-230
DDE	344-559	275-406	265-378	189-360	163-350	153-290
DDD	∅-219	∅-201	∅-203	∅-110	∅-100	∅-100
DDT	∅-127	∅-123	∅-123	∅-140	∅-130	∅-120
Σύνολο χλωριωμένων υδρογον/κων	483-1670	382-1192	374-1158	752-1485	557-1229	647-1183

B = Δείγματα αναφοράς.

O<sub>3</sub> = Δείγματα που κατεργάστηκαν με όζον.

Απ'όσα αναφέρθηκαν παραπάνω φαίνεται ότι η κατεργασία των οστρακοειδών με όζον και για χρονικό διάστημα 96 ωρών δεν τα απαλλάσσει από τους χλωριωμένους υδρογονάνθρακες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι συγκεντρώσεις των χλωριωμένων υδρογονανθράκων που προσδιορίστηκαν στα δείγματα που εξετάστηκαν ήταν κατά πολύ υψηλότερες από εκείνες παλαιότερων μετρήσεων (Kilikidis et al., 1981· Κιλικίδης και συν., 1984).

## 2. Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH)

Από τον έλεγχο που έγινε στα δείγματα μυδιών και κυδωνιών για τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, ανιχνεύτηκαν μόνο τρεις υδρογονάνθρακες, μολονότι ο έλεγχος αφορούσε τους παρακάτω PAH: Naphthalene, Acenaphthylene, Acenaphthen, Anthracene, Chrysene, Fluoranthrene, 1,2-Benzanthracene, Phenanthrene, Benzo(a)pyrene, Pyrene, Benzo(k)fluoro-



anthene και 1,2,5,6-Dibenzanthracene. Οι τρεις υδρογονάνθρακες που ανιχνεύτηκαν στα δείγματα ήταν: Acenaphthylene (ACEN), Chrysene (CHRY.S.) και Benzo(k)fluoroanthene (B(k)F). Τονίζεται ότι οι παραπάνω υδρογονάνθρακες βρέθηκαν τόσο στα δείγματα των μυδιών όσο και σε εκείνα των κυδωνιών. Στον πίνακα του παραρτήματος VIII δίνονται αναλυτικά και κατά εποχή δειγματοληψίας τα αποτελέσματα των αναλύσεων των PAH που έγιναν σε οστρακοειδή πριν και μετά την εξυγίανσή τους με όζον.

Στον πίνακα IV δίνονται οι μέσες τιμές των συγκεντρώσεων των πολυκυκλικών υδρογονανθράκων που προσδιορίστηκαν στα μύδια και στα κυδώνια πριν από την κατεργασία τους με όζον ( $t_0$ ) και μετά την κατεργασία τους για χρονικό διάστημα 48 ωρών ( $t_{48}$ ) και 96 ωρών ( $t_{96}$ ).

ΠΙΝΑΚΑΣ IV

ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΣΕ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥΣ ( $t_0$ ) ΚΑΙ ΜΕΤΑ 48 ΩΡΕΣ ( $t_{48}$ ) ΚΑΙ 96 ΩΡΕΣ ( $t_{96}$ ) ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕ ΟΖΟΝ (ppb επί νωπής ουσίας).

Πολυκυκλικό αρωματικό υδρογον/κες	Μ Υ Δ Ι Α					Κ Υ Δ Ω Ν Ι Α				
	Χρόνος κατεργασίας με όζον					Χρόνος κατεργασίας με όζον				
	$t_0$	$t_{48}$		$t_{96}$		$t_0$	$t_{48}$		$t_{96}$	
		B	O <sub>3</sub>	B	O <sub>3</sub>		B	O <sub>3</sub>	B	O <sub>3</sub>
ACEN.	99	55	50	39	40	76	69	60	74	57
CHRY.S.	139	108	122	117	111	221	206	211	216	194
B(k)F	606	573	564	563	508	600	520	469	310	400

B = Δείγματα αναφοράς.

O<sub>3</sub> = Δείγματα που κατεργάστηκαν με όζον.

Από τα αποτελέσματα που προαναφέρθηκαν διαπιστώνεται, όπως και στην περίπτωση των χλωριωμένων υδρογονανθράκων, μικρή μόνο μείωση των συγκεντρώσεων στα οστρακοειδή (μύδια και κυδώνια) που υποβλήθηκαν σε εξυγίανση με όζον, συγκριτικά με εκείνα που δεν εξυγιάνθηκαν ( $t_0$ ). Η μείωση αυτή αφορά τους επιμέρους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες αλλά και το σύνολό τους (Πίνακας V).

Συγκρίνοντας όμως τις συγκεντρώσεις των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων των οστρακοειδών (μυδιών και κυδωνιών), που υποβλήθηκαν επί 96 ώρες σε κατεργασία με όζον, με τις συγκεντρώσεις των δειγμάτων που δεν υποβλήθηκαν σε κατεργασία με όζον αλλά απλώς παρέμειναν επί 96 ώρες σε καθαρό θαλασσινό νερό (B<sub>96</sub>), δε διαπιστώνονται σημαντικές διαφορές.

Η παρατήρηση ότι η κατεργασία των οστρακοειδών δεν τα απαλλάσσει από



ΠΙΝΑΚΑΣ V

ΑΚΡΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΥΔΡΟΓΟ-  
ΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΤΩΝ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΩΝ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥΣ  
( $t_0$ ), ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (B) ΚΑΙ ΣΕ ΕΚΕΙΝΑ ΠΟΥ ΚΑΤΕΡΓΑΣΤΗΚΑΝ ΜΕ  
ΟΖΟΝ ΕΠΙ 96 ΩΡΕΣ ( $t_{96}$ ). (ppb επί νωπής ουσίας).

Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογν/κες	Μ Υ Δ Ι Α			Κ Υ Δ Ω Ν Ι Α		
	Χρόνος κατεργασίας με όζον			Χρόνος κατεργασίας με όζον		
	$t_0$	B <sub>(96)</sub>	O <sub>3(96)</sub>	$t_0$	B <sub>(96)</sub>	O <sub>3(96)</sub>
ACEN.	88-114	34- 48	30- 51	72- 80	62- 86	44- 70
CHRYS.	59-272	36-280	48-214	173-270	160-272	128-260
B(k)F	510-778	487-702	460-572	480-720	300-320	360-440
Σύνολο	657-1164	557-970	538-837	725-1070	522-678	532-770

B = Δείγματα αναφοράς.

O<sub>3</sub> = Δείγματα που κατεργάστηκαν με όζον.

τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, αλλά απλώς η εμφάνισή τους σε καθαρό νερό μειώνει σε μικρό βαθμό τις συγκεντρώσεις των παραπάνω ουσιών βρίσκεται σε συμφωνία με τις απόψεις των Dunn και Stich (1976). Τονίζεται ακόμη ότι οι συγκεντρώσεις των PAH που προσδιορίστηκαν στα δείγματα των οστρακοειδών είναι υψηλότερες, συγκριτικά με παλαιότερες μετρήσεις που έγιναν σε δείγματα της ίδιας περιοχής (Iosifidou et al., 1982).

### 3. Βαριά μέταλλα (Μόλυβδος και Κάδμιο)

Για τη ρύπανση των οστρακοειδών (μυδιών και κυδωνιών) του κόλπου της Θεσσαλονίκης με βαριά μέταλλα και την ενδεχόμενη μείωση των συγκεντρώσεων των μετάλλων αυτών από την επίδραση του όζοντος, που χρησιμοποιείται για την εξυγίανση των οστρακοειδών, ελέγχθηκαν ο Μόλυβδος και το Κάδμιο. Οι μέσες συγκεντρώσεις των παραπάνω μετάλλων που προσδιορίστηκαν στα μύδια και στα κυδώνια πριν από την κατεργασία τους με όζον ( $t_0$ ) και μετά την κατεργασία τους για χρονικό διάστημα 48 ωρών ( $t_{48}$ ) και 96 ωρών ( $t_{96}$ ) δίνονται στον πίνακα VI.

Αναλυτικά και κατά εποχή δειγματοληψίας δίνονται τα αποτελέσματα που αφορούν τις συγκεντρώσεις του μολύβδου και καδμίου στα οστρακοειδή πριν και μετά την κατεργασία τους με όζον στον πίνακα IX του παραρτήματος.

Από τα αποτελέσματα που προαναφέρθηκαν διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχουν σημαντικές μεταβολές στις συγκεντρώσεις του μολύβδου και καδμίου στα οστρακοειδή που κατεργάζονται με όζον για εξυγίανση.

Σημειώνεται τέλος ότι οι συγκεντρώσεις του μολύβδου και καδμίου που προσδιορίστηκαν στα δείγματα πειραματισμού ήταν μικρότερες από εκείνες που προσδιορίστηκαν σε οστρακοειδή που αλιεύτηκαν από την ίδια περιοχή παλαιότερα (Στεφάνου και συν., 1984).

ΠΙΝΑΚΑΣ VI

ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΜΟΛΥΒΔΟΥ ΚΑΙ ΚΑΔΜΙΟΥ ΣΕ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥΣ ( $t_0$ ) ΚΑΙ ΜΕΤΑ 48 ΩΡΕΣ ( $t_{48}$ ) ΚΑΙ 96 ΩΡΕΣ ( $t_{96}$ ) ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕ ΟΖΟΝ (μg/g ξερής ουσίας).

Βαριά μέταλλα	Μ Υ Δ Ι Α					Κ Υ Δ Ω Ν Ι Α				
	Χρόνος κατεργασίας με όζον					Χρόνος κατεργασίας με όζον				
	$t_0$	$t_{48}$		$t_{96}$		$t_0$	$t_{48}$		$t_{96}$	
		B	O <sub>3</sub>	B	O <sub>3</sub>		B	O <sub>3</sub>	B	O <sub>3</sub>
Pb	2,9	2,4	2,3	2,5	2,8	4,2	3,2	4,0	3,5	3,5
Cd	3,3	2,8	3,0	2,8	2,8	7,0	5,5	6,0	5,2	5,7

B = Δείγματα αναφοράς.

O<sub>3</sub> = Δείγματα που κατεργάστηκαν με όζον.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα της ερευνητικής αυτής εργασίας που προαναφέρθηκαν και τη συζήτηση που ακολούθησε για τα αποτελέσματα αυτά, προέκυψαν τα ακόλουθα:

α) Η κατεργασία των οστρακοειδών (μυδιών και κυδωνιών) με όζον που χρησιμοποιείται για την εξυγίανσή τους δε μειώνει τις συγκεντρώσεις των χημικών ρυπαντών των οστρακοειδών αυτών. Οι χημικοί ρυπαντές που ελέγχθηκαν ήταν οι χλωριωμένοι και πολυκυκλικού αρωματικού υδρογονάνθρακες καθώς και ο μόλυβδος και το κάδμιο.

β) Μικρή μείωση των συγκεντρώσεων των παραπάνω χημικών ρυπαντών μπορεί να επιτευχθεί με την απλή μόνο εμβάπτιση των οστρακοειδών επί 96 ώρες σε καθαρό θαλασσινό νερό.

γ) Οι συγκεντρώσεις των χλωριωμένων και πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων που προσδιορίστηκαν στα οστρακοειδή κατά τη διάρκεια αυτής της έρευνας ήταν υψηλότερες συγκριτικά με εκείνες που προσδιορίστηκαν σε οστρακοειδή του κόλπου της Θεσσαλονίκης κατά τη διάρκεια παλαιότερων ερευνητικών εργασιών. Αντίθετα οι συγκεντρώσεις του μολύβδου και καδμίου ήταν χαμηλότερες.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BERNHARD, M. (1976): Manual methods in aquatic environment research. Part 3. Sampling and analyses of biological material. FAO. Fish. Tech. Pap. (158).
- DUNN, B.P., and H.F. STICH (1976): Release of the carcinogen Benzo(a)pyrene from Environmentally Contaminated Mussels. Bull. Env. Cont. Tox. 15:398-401.
- H.M.S.O. (1981): The Analysis of Agricultural Materials. Ministry of Agriculture Fisheries and Food. London.
- IOSIFIDOU, H., KILIKIDIS, S. and A.KAMARIANOS (1982): Analysis for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from the Thermaikos Gulf, Greece. Bul. Env. Cont. Tox. 28:535-541.
- JENSEN, S., REMBERG, L. and W.E. WESTLAKE (1973): Problems in the quantification of PCB in biological material. PCB conference. 2. Publ. Natl. Swed. Envir. Prot. Board (4E):7.
- JOHNSON, L.Y. (1965): Collaborative study a multiple detection method for chlorinated residues in fatty foods. J.A.O.A.C., 98:668.
- ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ, Σ. (1979): Οικολογία. Δομή, Λειτουργία και Ρύπανση των Οικοσυστημάτων. Θεσσαλονίκη.
- KILIKIDIS, S., PSOMAS, J., KAMARIANOS, A. and A.PANETSOS (1981): Monitoring of DDT, PCB's and other organochlorine compounds in marine organisms from the North Aegean Sea. Bull. Env. Cont. Tox. 26:496-501.
- ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ, Σ., ΨΩΜΑΣ, Ι., ΚΑΜΑΡΙΑΝΟΣ, Α. και Α.ΠΑΝΕΤΣΟΣ (1984): Ρύπανση του Θερμαϊκού κόλπου με χλωριωμένους υδρογονάνθρακες. "Γεωτεχνικά", Τεύχος 2:102-106.
- RAINIO, K., LINKO, R.R., and L.RUOTSILA (1986): Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in mussel and fish from the Finnish Archipelago Sea. Bull. Envir. Cont. Tox. 37:337-343.
- ΣΤΕΦΑΝΟΥ, Π., ΚΑΜΑΡΙΑΝΟΣ, Α. και Σ.ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ (1984): Ρύπανση μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) του Θερμαϊκού κόλπου με κάδμιο και μόλυβδο. Πρακτ. 3ου Πανελλ. Κτην. Συνεδρ.



П А Р А Р Т Н М А

ΠΙΝΑΚΑΣ VII

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΕΠΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΧΛΩ-  
ΡΙΩΜΕΝΩΝ ΥΔΡΟΡΟΓΑΝΘΡΑΚΩΝ ΣΕ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥΣ ( $t_0$ )  
ΚΑΙ ΜΕΤΑ 48 ΩΡΕΣ ( $t_{48}$ ) ΚΑΙ 96 ΩΡΕΣ ( $t_{96}$ ) ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΟΖΟΝ.  
(ppb επί νωπής ουσίας)

Εποχή δειγματο- ληψίας	Χλωριω- μένοι υδρογο- νάνθρακες	Μ Υ Δ Ι Α					Κ Υ Δ Ω Ν Ι Α				
		Χρόνος κατεργασίας με όζον					Χρόνος κατεργασίας με όζον				
		$t_0$	$t_{48}$		$t_{96}$		$t_0$	$t_{48}$		$t_{96}$	
			B	O <sub>3</sub>	B	O <sub>3</sub>		B	O <sub>3</sub>	B	O <sub>3</sub>
ΑΝΟΙΞΗ	HCB	339	314	338	295	293	583	530	522	434	443
	LINDANE	185	183	165	167	161	231	220	240	176	194
	DDE	344	338	348	275	274	360	350	261	350	290
	DDD										
	DDT										
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	HCB	450	448	444	254	248					
	LINDANE	315	201	200	134	151					
	DDE	345	340	270	275	265					
	DDD										
	DDT										
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	HCB	76	68	57	67	67	332	335	308	318	300
	LINDANE	63	37	43	40	42	292	211	269	215	230
	DDE	559	397	368	406	378	189	151	144	163	153
	DDD	219	205	228	201	203	110	103	115	100	100
	DDT	127	120	124	122	123	140	149	128	130	120

B = Δείγματα αναφοράς.

O<sub>3</sub> = Δείγματα που κατεργάστηκαν με όζον.

ΠΙΝΑΚΑΣ VIII

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΕΠΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΟΛΥ-ΚΥΚΛΙΚΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΣΕ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥΣ ( $t_0$ ) ΚΑΙ ΜΕΤΑ 48 ΩΡΕΣ ( $t_{48}$ ) ΚΑΙ 96 ΩΡΕΣ ( $t_{96}$ ) ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕ ΟΖΟΝ.  
(ppb επί υωπής ουσίας)

Εποχή δειγματο- ληψίας	Πολυκυ- κλικοί αρωματικοί υδρογ/κες	Μ Υ Δ Ι Α					Κ Υ Δ Ω Ν Ι Α				
		Χρόνος κατεργασίας με όζον					Χρόνος κατεργασίας με όζον				
		$t_0$	$t_{48}$		$t_{96}$		$t_0$	$t_{48}$		$t_{96}$	
			B	O <sub>3</sub>	B	O <sub>3</sub>		B	O <sub>3</sub>	B	O <sub>3</sub>
ΑΝΟΙΞΗ	ACEN.	106	42	43	34	40	72	59	42	62	44
	CHRYS.	88	68	81	96	72	173	175	172	160	128
	B(k)F	532	507	522	487	494	480	480	440	320	360
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ACEN.	114	36	28	35	30					
	CHRYS.	272	210	243	220	214					
	B(k)F	510	464	443	500	460					
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	ACEN.	88	89	80	48	51	80	80	79	86	70
	CHRYS.	59	48	44	36	48	270	240	250	272	260
	B(k)F	778	750	728	702	572	720	560	498	300	440

B = Δείγματα αναφοράς.  
O<sub>3</sub> = Δείγματα που κατεργάστηκαν με όζον.

ΠΙΝΑΚΑΣ IX

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΕΠΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΜΟ-ΛΥΒΔΟΥ ΚΑΙ ΚΑΔΜΙΟΥ ΣΕ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥΣ ( $t_0$ ) ΚΑΙ ΜΕΤΑ 48 ΩΡΕΣ ( $t_{48}$ ) ΚΑΙ 96 ΩΡΕΣ ( $t_{96}$ ) ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΜΕ ΟΖΟΝ.  
(μg/g επί ξερής ουσίας)

Εποχή δειγματο- ληψίας	Βαριά μέταλλα	Μ Υ Δ Ι Α					Κ Υ Δ Ω Ν Ι Α				
		Χρόνος κατεργασίας με όζον					Χρόνος κατεργασίας με όζον				
		$t_0$	$t_{48}$		$t_{96}$		$t_0$	$t_{48}$		$t_{96}$	
			B	O <sub>3</sub>	B	O <sub>3</sub>		B	O <sub>3</sub>	B	O <sub>3</sub>
ΑΝΟΙΞΗ	Pb	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	7,5	5,5	7,0	6,0	6,0
	Cd	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	8,0	6,0	8,0	7,5	6,5
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	Pb	3,4	1,0	1,0	1,0	2,5					
	Cd	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0					
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	Pb	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Cd	4,0	3,5	4,0	4,5	3,5	6,0	5,0	4,0	3,0	5,0

B = Δείγματα αναφοράς.  
O<sub>3</sub> = Δείγματα που κατεργάστηκαν με όζον.