

**A. ANTIFOULAND BIOKTONA και τοξικολογικές τους
επιδράσεις στους υδρόβιους οργανισμούς**

**B. Συγκριτική αξιολόγηση της οξείας τοξικότητας των
διθειοκαρβαμιδίων Maneb και Zineb στο Brachionus
plicatilis**



Σπουδαστές:
Ζαχαριάδου Πόλυ
Μαρουλάκης Μιχάλης

Εισηγήτρια:
Μαρκουλή Παναγιώτα

Περιεχόμενα

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

| | |
|--|----|
| <u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</u> | 5 |
| <u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u> | 7 |
| <u>FOULING</u> | 7 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο</u> | 10 |
| <u>1. ΤΥΠΟΙ ΑΝΤΙΦΟΥΛΙΝΓ ΒΑΦΩΝ</u> | 10 |
| <u>1.1 TBT- SPC</u> | 10 |
| 1.1.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του TBT-SPC :..... | 11 |
| <u>1.2 Antifouling βαφές χωρίς TBT</u> | 12 |
| 1.2.1 Συμβατικές (free association) βαφές χωρίς TBT..... | 12 |
| 1.2.2 Βαφές τύπου SPC χωρίς TBT..... | 13 |
| 1.2.3 Συστήματα βαφών με σιλικόνη..... | 14 |
| 1.2.4 Μέθοδος antifouling σε πειραματικό στάδιο..... | 15 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο</u> | 16 |
| <u>2. TBT</u> | 16 |
| <u>2.1 Γενικές πληροφορίες</u> | 16 |
| <u>2.2 Τοξικολογικές επιδράσεις</u> | 16 |
| <u>2.3 Μεταβολισμός</u> | 18 |
| <u>2.4 Οικολογικές επιπτώσεις</u> | 18 |
| <u>2.5 Τύχη στο περιβάλλον</u> | 31 |
| <u>2.6 Φυσικές ιδιότητες</u> | 31 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο</u> | 32 |
| <u>3. ΒΙΟΚΤΟΝΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ</u> | 32 |
| <u>3.1 Γενικές πληροφορίες</u> | 32 |
| <u>3.2 Τοξικολογικές επιδράσεις</u> | 32 |
| <u>3.3 Μεταβολισμός και βιοσυσσώρευση</u> | 33 |
| <u>3.4 Συνεργιστική δράση</u> | 33 |
| <u>3.5 Οικολογικές επιπτώσεις</u> | 34 |
| <u>3.6 Τύχη στο περιβάλλον</u> | 36 |

| | |
|--|-----|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο | 40 |
| 4. ΕΝΙΣΧΥΤΙΚΕΣ ΒΙΟΚΤΟΝΕΣ ΟΥΣΙΕΣ | 40 |
| 4.1 Γενικά | 40 |
| 4.2 Εμφάνιση στο υδάτινο περιβάλλον | 43 |
| 4.3 Βιοδιάσπαση | 45 |
| 4.4 Γενικά στοιχεία για τα ενισχυτικά βιοκτόνα-Τοξικότητα | 46 |
| 4.5 Zineb | 82 |
| 4.6 Maneb | 93 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο | 112 |
| 5. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ | 112 |
| 5.1 Επιτροπή της Ευρωπαϊκής κοινότητας | 114 |
| 5.2 Επιτροπή του Παρισιού | 114 |
| 5.3 Συνθήκη του Λονδίνου | 115 |
| 5.4 Συνθήκη της Βαρκελώνης | 116 |
| 5.5 Μεγάλη Βρετανία | 116 |
| 5.6 Γαλλία | 118 |
| 5.7 Γερμανία | 118 |
| 5.8 Ελβετία και Αυστρία | 119 |
| 5.9 Ηνωμένες Πολιτείες | 119 |
| 5.10 Ιαπωνία | 121 |
| 5.11 Επιδράσεις της ισχύουσας πολιτικής και πρακτικής | 121 |
| 5.12 Οικονομικά οφέλη της χρήσης του TBT | 122 |
| 5.13 Μελλοντικοί κανονισμοί της IMO-MEPC | 123 |

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

| | |
|--|-----|
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ | 127 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο | 129 |
| 1. ROTIFER | 129 |
| 1.1 Γενικά για τον οργανισμό | 129 |
| 1.2 Τα Rotifer στην υδρόβια τοξικολογία | 130 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο | 131 |
| 2. ROTOXKIT | 131 |
| 2.1 Γενικά | 131 |
| 2.2 Διαδικασία πειράματος τοξικής δοκιμής LC₅₀ | 133 |

| | |
|--|-----|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο | 146 |
| 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ | 146 |
| 3.1 Αποτελέσματα για το Zineb | 146 |
| 3.2 Αποτελέσματα για το Maneb | 149 |
| 3.3 Συμπεράσματα-σύγκριση τιμών | 152 |
| 3.4 Συζήτηση | 153 |
| | |
| Βιβλιογραφία | 154 |
| Συναφείς βιβλιογραφικές πηγές | 160 |

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η υποβάθμιση του υδάτινου περιβάλλοντος από ένα πλήθος ρυπαντών έχει προκαλέσει την ανησυχία για το αν και πως μπορεί η ανθρωπότητα να σταθεί ανάμεσα στη ραγδαία αύξηση των αναγκών του σύγχρονου ανθρώπου και στη διατήρηση της κρίσιμης οικολογικής ισορροπίας. Η εισαγωγή π.χ. ενός νέου φυτοφαρμάκου σε κάποια καλλιέργεια μπορεί να αυξάνει την παραγωγή βραχυπρόθεσμα αλλά και να έχει σωρία αρνητικών συνεπειών στο τροφικό πλέγμα που στηρίζει το οικοσύστημα μέρος του οποίου είναι και ο ίδιος ο άνθρωπος. Το ζήτημα της διατήρησης της οικολογικής ισορροπίας έχει απασχολήσει έντονα τόσο σε οικονομικό και πολιτικό (διεθνές ή κρατικό) επίπεδο, όσο και την επιστημονική κοινότητα και την κοινή γνώμη. Πολλές και πολλές φορές αντιφατικές απόψεις, εκφράζονται στη προσπάθεια εξεύρεσης λύσης στα οικολογικά προβλήματα που έχουν ανακύψει αλλά και στη κατεύθυνση της πρόβλεψης των νέων προβλημάτων που ενδεχόμενα μπορεί να εμφανιστούν. Αρκετά συχνό είναι δε το φαινόμενο, οι θεωρούμενες κάποια στιγμή λύσεις να αποδεικνύονται το ίδιο ή περισσότερο προβληματικές, στη συνέχεια.

Η παρούσα εργασία ασχολείται με τη ρύπανση που προκαλείται στο υδάτινο περιβάλλον από τα βιοκτόνα που χρησιμοποιούνται στις antifouling βαφές. Θεωρούμε ότι το πρόβλημα αυτό καθ'αυτό, αλλά και οι προτεινόμενες τακτικές αντιμετώπισής του, που θα αναλυθούν, αποτελούν ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα πολύπλευρου οικολογικού προβλήματος, για τη λύση του οποίου δραστηριοποιούνται πολλοί ερευνητές ενώ έχει απασχολήσει οικονομικούς οργανισμούς (εταιρείες κατασκευής βαφών, ναυλιακές εταιρείες, ιχθυοκαλλιέργειες κ.τ.λ.) και περιβαλλοντικές οργανώσεις.

Η ολοένα και αυξανόμενη χρήση των antifouling βαφών σε όλες τις βυθισμένες επιφάνειες (κοίτη σκαφών, εξοπλισμός στις ιχθυοκαλλιέργειες κ.τ.λ.) ώστε να αποφευχθεί η επιβάρυνσή τους με προσκολλητικούς οργανισμούς (fouling), έγινε η αιτία να αποκαλυφθούν οι σημαντικές

αρνητικές περιβαλλοντικές συνέπειες της εισαγωγής τους στο θαλάσσιο περιβάλλον. Αποτέλεσμα αυτού ήταν η λήψη νομοθετικών ρυθμίσεων σε διεθνές ή κρατικό επίπεδο.

Στην εργασία αρχικά, θα γίνει μία αναφορά στο πρόβλημα του fouling και θα αναλυθούν οι αιτίες ύπαρξης των antifouling βαφών και οι οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης τους. Στη συνέχεια παρατήθενται πληροφορίες για τους υπάρχοντες τύπους antifouling βαφών (1^ο κεφάλαιο). Στα επόμενα κεφάλαια (2^ο, 3^ο) αναλύονται οι βασικές βιοκτόνες ουσίες που χρησιμοποιούνται στις antifouling βαφές και επιχειρείται μία προσπάθεια ολοκληρωμένης παρουσίασης των τοξικολογικών και λοιπών δεδομένων που αφορούν το TBT και τις ενώσεις του χαλκού.

Δίνεται έμφαση στις ενισχυτικές βιοκτόνες ουσίες αφού σε αυτές εναποτίθενται οι ελπίδες των τμημάτων Έρευνας και Ανάπτυξης (Research & Development - R&D) των εταιρειών κατασκευής antifouling βαφών, για την παρασκευή εναλλακτικών των βασιζόμενων στο TBT (και πρόσφατα των Irgarol και Diuron) βαφών, που να χαρακτηρίζονται από την ίδια υψηλή απόδοση εμφανίζοντας μειωμένες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Ιδιαίτερη προσπάθεια καταβλήθηκε στη συλλογή όλων των διαθέσιμων δεδομένων από τοξικολογικές μελέτες σχετικά με τις επιπτώσεις των αναφερόμενων βιοκτόνων στους υδρόβιους οργανισμούς (4^ο κεφάλαιο). Ειδική αναφορά γίνεται στις δύο βιοκτόνες ενώσεις (Maneb, Zineb) που επιλέχθηκαν για το πειραματικό μέρος της εργασίας αυτής.

Στο 5^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο νομοθετικό πλαίσιο που ρυθμίζει τη χρήση και πώληση antifouling βαφών σε διάφορες χώρες και σε διεθνές επίπεδο.

Προκειμένου να εξοικειωθούμε με τη τυπική εργαστηριακή διαδικασία και το πειραματικό πρωτόκολλο δοκιμών για τοξικολογικές μελέτες επιλέξαμε δύο βιοκτόνες ενώσεις που ανήκουν στη κατηγορία των διθειοκαρβαμίδων (Maneb, Zineb) και προσδιορίσαμε τις αντίστοιχες τιμές LC₅₀ χρησιμοποιώντας ως βιοδείκτη το τροχόζωο *Brachionus plicatilis*. Γενικές πληροφορίες για τον οργανισμό και το πειραματικό πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε αναφέρονται στο πειραματικό μέρος της εργασίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

FOULING

Η προσκόλληση οργανισμών στα κύττα των σκαφών είναι ένα σημαντικό πρόβλημα για τη ναυσιπλοΐα. Έχουν αναγνωρισθεί περίπου 4000 είδη τέτοιων οργανισμών [1] που αν δεν τεθούν υπό έλεγχο, μπορούν γρήγορα να δημιουργήσουν αποικίες σε όλες τις βυθισμένες επιφάνειες (φαινόμενο γνωστό ως fouling). Στους οργανισμούς αυτούς περιλαμβάνονται δίθυρα, βακτήρια, προσκολλητικά φύκη κ.α. [2].

Η προσκόλληση των οργανισμών αυτών στο κύτος κάποιου σκάφους έχει, τόσο οικονομικές, όσο και οικολογικές συνέπειες. Με την ανάπτυξη του fouling, προκαλείται μεγέθυνση των τριβών του σκάφους με το νερό και αύξηση του συνολικού βάρους του. Αποτέλεσμα των μεταβολών αυτών, είναι η απώλεια ταχύτητας και η μείωση της ικανότητας του σκάφους να πραγματοποιεί ελιγμούς.

Ένα στρώμα φυκών πάχους 1mm ,μπορεί να αυξήσει την τριβή κατά 80%, προκαλώντας 15% μείωση της ταχύτητάς του (Mer 1996 στο [3]). Προκειμένου να διατηρηθεί σταθερή η ταχύτητα , αυξάνεται η κατανάλωση καυσίμου, γεγονός που αυξάνει το κόστος της κίνησης στη θάλασσα και την εκπομπή καυσαερίων. Η αύξηση αυτή έχει υπολογιστεί σε 70.6 τόνους πετρελαίου κάθε χρόνο, επί πλέον, σε παγκόσμιο επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή παράγει 201 εκατ. τόνους CO₂ και 6,5 εκατ. τόνους SO₂ [4].

Το fouling, επίσης, προκαλεί τη φυσική φθορά στις επιφάνειες που εκδηλώνεται ,επιταχύνοντας τη διάβρωσή τους και μειώνοντας αντίστοιχα το χρόνο ζωής τους. Τέλος, αφήνοντας τους fouling οργανισμούς στο κύτος του σκάφους, αυτοί μεταφέρονται μαζί με το σκάφος και εισάγονται (invasive species) σε ξένα οικοσυστήματα, γεγονός που βλάπτει τις ευαίσθητες και ιδιαίτερες βιοκοινωνίες, που έχουν αναπτυχθεί ανά τον κόσμο, θέτοντας σε κίνδυνο τη παγκόσμια βιοποικιλότητα. Οι επιπτώσεις αυτής της μεταφοράς ειδών σε ξένα οικοσυστήματα έχουν και οικονομικές συνέπειες. Για παράδειγμα η μεταφορά του πράσινου καβουριού *carcinus maenas*, απειλεί την αλιεία του

εγχώριου καβουριού στην Δυτική Ακτή της Βόρειας Αμερικής (Dumbauld and Kauffman 1998 στο [5]) ενώ, η μέδουσα *Mnemiopsis leidyi* μείωσε κατακόρυφα τον πληθυσμό της αντζούγιας όταν εισήχθη στην Μαύρη Θάλασσα με καταστροφικά οικονομικά αποτελέσματα στην τοπική αλιεία (Harvison and Volovik 1994 στο [5]). Ο πολύχαιπος *Sabella spallanzani* απειλεί να καταστρέψει την αλιεία κτενιού στην Αυστραλία, ενώ η πεταλίδα *Crepidula fornicata* είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα για τις καλλιέργειες στρειδιού στην Ευρώπη (Blanchard, 1995 στο [5]).

Το fouling παρατηρείται και στα δίκτυα των ιχθυοκλωβών, με εξίσου αρνητικές συνέπειες. Εκτός από το βάρος και την φθορά που προσδίδουν οι οργανισμοί στα δίκτυα, προκαλείται φράξιμό τους με αποτέλεσμα την κακή κυκλοφορία του νερού και τη δημιουργία δυσμενών συνθηκών για τα ψάρια. Αυξάνεται έτσι το κόστος της συντήρησης της μονάδας, καθώς χρειάζονται συχνότερα αλλαγές στα δίκτυα, ώστε να διατηρηθεί καλή η ποιότητα του νερού.

Από τότε που ο άνθρωπος κινείται μέσω θάλασσας, ψάχνει να βρει λύσεις σε αυτό το πρόβλημα. Το κλειδί ήταν να βρει ένα υλικό το οποίο θα "διαταρράσει" το κύκλο ζωής αυτών των οργανισμών και έτσι να εμποδίζει τη συσσώρευση και την ανάπτυξή τους στις επιφάνειες του σκάφους που προστατεύει, χωρίς αυτό να έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Το fouling παρεμποδίζεται κυρίως με τη χρήση antifouling βαφών (μουράβιες). Οι antifouling βαφές περιέχουν βιοκτόνες ουσίες, οι οποίες απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια της ζωής της βαφής και δημιουργούν μία συγκέντρωση της βιοκτόνου ουσίας στη μικροστοιβάδα του νερού που εφάπτεται με την επιφάνεια όπου η βαφή έχει εφαρμοστεί. Έτσι εμποδίζεται η εγκατάσταση των προσκολλητικών οργανισμών.

Ιστορικά, το TBT (tributyltin: τριοργανοκασιτερική ένωση) είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη βιοκτόνος ουσία στις antifouling βαφές. Το TBT ενσωματούμενο στις βαφές προσφέρει ιδανική προστασία από τους fouling οργανισμούς. Για αυτό η χρήση του, σε κάθε είδος σκάφους, γενικεύτηκε από το 1970.

Αποτέλεσμα αυτής της ευρείας χρήσης των TBT antifouling προϊόντων, ήταν να παρατηρηθούν αυξημένες συγκεντρώσεις αυτού και των

παραγώγων του, σε κλειστούς κόλπους, λιμάνια, μαρίνες και παράκτιες περιοχές. Αποκαλύφθηκε έτσι η τοξική δράση του σε οργανισμούς που δεν αποτελούσαν στόχο antifouling προστασίας και μελετήθηκαν οι σοβαρές αρνητικές περιβαλλοντικές συνέπειες της εισαγωγής του στα παράκτια οικοσυστήματα.

Εξ' αιτίας της περιβαλλοντικής ανησυχίας που προκάλεσε η χρήση του TBT ως βιοκτόνου ουσίας στις antifouling βαφές, αλλά και στην γενική ανησυχία για την αποβολή βιοκτόνων ουσιών στο περιβάλλον, νέες ρυθμίσεις σε πολλά κράτη τώρα απαιτούν, οι antifouling βαφές να ελαχιστοποιήσουν τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αυτό έχει αποτελέσει μια σημαντική πρόκληση στη βιομηχανία κατασκευής βαφών και εξελίξεις έχουν δρομολογηθεί στην κατεύθυνση δημιουργίας βαφών, με ίδια απόδοση με τις βαφές με TBT, αλλά με μειωμένες αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. ΤΥΠΟΙ ANTIFOULING ΒΑΦΩΝ

1.1 TBT-SPC (Self-Polishing-Copolymer) .

Οι βαφές τύπου TBT-SPC, περιέχουν ακρυλικό πολυμερές που λειτουργεί ως ουσία, η οποία φτιάχνει ένα φιλμ. Το TBT ενώνεται χημικά, μέσω ενός εστερικού δεσμού, με το ακρυλικό πολυμερές δημιουργώντας ένα TBT-συμπολυμερές. Στην τελική βαφή άλλα βιοκτόνα, κυρίως ενώσεις του χαλκού, ενώνονται με το TBT πολυμερές, μαζί με άλλα πρόσθετα και διαλύτες. Κατά την εμβάπτιση της βαμμένης επιφάνειας, το TBT ακρυλικό πολυμερές αντιδρά με το θαλασσινό νερό, αποδεδμεύοντας το TBT και τα άλλα βιοκτόνα. Η αντίδραση αυτή περιορίζεται στα επιφανειακά 10-90 nm της βαφής. Επιπρόσθετα κατά την απελευθέρωση των βιοκτόνων, δημιουργείται ένα υδατοδιαλυτό προϊόν (πολυμερές με ελεύθερες καρβοξυλικές ομάδες), το οποίο κάνει την επιφάνεια του σκάφους να γυαλίζει με το χρόνο, καθώς αυτό κινείται στο νερό. Με το μηχανισμό αυτό, ένα νέο στρώμα βαφής αποκαλύπτεται κάθε στιγμή, διατηρώντας σταθερή την ενεργή επιφάνεια. Ο μηχανισμός της απελευθέρωσης του βιοκτόνου, πραγματοποιείται διαμέσου χημικής αντίδρασης. Έτσι, είναι δυνατόν να ρυθμιστεί η ταχύτητα της αντίδρασης ώστε να μεγιστοποιηθεί η ζωή του TBT-SPC συστήματος, προσφέροντας antifouling προστασία για χρονική διάρκεια που συνδέεται ευθέως με το πάχος της επίστρωσης. Στη πράξη, με αυτό το τρόπο μπορεί να επιτευχθεί χρόνος ζωής για τη βαφή πάνω από 5 χρόνια.

Καθώς η βαφή είναι ακρυλικής φύσης, το TBT-SPC προϊόν είναι μηχανικά δυνατό και ικανό να αντεπεξέλθει σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως αυτές που επικρατούν στα τμήματα του πλοίου που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Επίσης, επιτυγχάνεται μεγάλη αντοχή σε περιόδους έκθεσης στην ατμόσφαιρα, όπως κατά την κατασκευή ή επισκευή του σκάφους. Η ικανότητα της βαφής να στεγνώνει

γρήγορα, βοηθά στο να ελαχιστοποιείται ο χρόνος εφαρμογής της (στα καρνάγια).

Το ευρύ φάσμα βιοκτόνας δράσης που εμφανίζει το TBT ενάντια στους προσκολλητικούς οργανισμούς, μαζί με τον ελεγχόμενο ρυθμό απελευθέρωσης βιοκτόνων, προσδίδει στα σκάφη τα οποία εφαρμόζεται το προϊόν ένα υψηλό επίπεδο προστασίας για πάνω από 5 χρόνια.

Αρχεία ναυπηγείων, δείχνουν ότι το 96% των σκαφών στα οποία εφαρμόστηκε βαφή TBT-SPC, επέστρεψαν στα ναυπηγεία σε ικανοποιητική κατάσταση μετά την λήξη της ενδεδειγμένης διάρκειας ζωής της βαφής [1].

Έχει υπολογιστεί ότι το συνολικό κέρδος από την εφαρμογή TBT-SPC βαφών από το παγκόσμιο στόλο ισούται περίπου με 3 δισεκατομμύρια US\$ κάθε χρόνο, συγκρινόμενο με την χρήση λιγότερο αποδοτικών βαφών χωρίς TBT [1].

1.1.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του TBT-SPC :

Όπως αναφέρθηκε η ευρεία διάδοση της χρήσης του TBT σε όλους τους τύπους των σκαφών μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 70, είχε ως αποτέλεσμα να εμφανιστούν αυξημένες συγκεντρώσεις του TBT σε παράκτιες περιοχές, λιμάνια και μαρίνες, ιδιαίτερα στα ιζήματα. Σε διάφορες περιπτώσεις αναφέρθηκαν ζημιές σε καλλιέργειες στρειδιών στις ρυπασμένες περιοχές και αναστροφή φύλου (εμφάνιση αρσενικών χαρακτηριστικών σε θηλυκά άτομα, φαινόμενο γνωστό ως imposex) στο οστρακοφόρο *dogwhelk* (*Nucella lapillus*) καθώς και αναστολή της αύξησης του.

Παρόμοιες αναφορές υπάρχουν για τοποθεσίες κοντά σε ναυπηγο-επισκευαστικές ζώνες, όπου το TBT ξεπλένεται κατά την αφαίρεση της παλιάς βαφής για την εφαρμογή νέας και καταλήγει στο θαλάσσιο περιβάλλον. Επιπρόσθετα πρόσφατες αναλύσεις οργάνων από θαλάσσια θηλαστικά, ψάρια και θαλάσσια πουλιά, έδειξαν μικρές αλλά ανιχνεύσιμες συγκεντρώσεις του TBT.

1.2 Antifouling βαφές χωρίς TBT (TBT-Free)

Η αύξηση της περιβαλλοντικής ανησυχίας για τις αρνητικές επιπτώσεις του TBT στα θαλάσσια οικοσυστήματα οδήγησαν στη λήψη περιοριστικών μέτρων σε διάφορα κράτη, με κορύφωση την απαγόρευσή του σε σκάφη μικρότερα από των 25 m από τον διεθνή οργανισμό international Maritime Organization-Marine Environmental Protection Committee (IMO-MEPC 1987). Αυτό ανάγκασε την βιομηχανία antifouling βαφών να αναπτύξει νέες antifouling βαφές με διαφορετική σύνθεση, οι οποίες να περιορίζουν τη περιβαλλοντική ζημία, εμφανίζοντας εξίσου αποτελεσματικές επιδόσεις με το TBT.

Οι εμπορικά διαθέσιμες τεχνολογίες antifouling προστασίας χωρίς TBT χωρίζονται σε 4 τύπους :

1.2.1. Συμβατικές (“free association”) βαφές χωρίς TBT :

Οι βαφές αυτού του είδους έχουν ως βασικό συστατικό για τη δημιουργία μεμβράνης τη φυσική ρητίνη (φυσικό προϊόν που βρίσκεται στα δέντρα). Η ρητίνη είναι μερικώς διαλυτή, εύθραυστη και ασταθής ουσία που οξειδώνεται εύκολα κατά την έκθεση της στην ατμόσφαιρα. Έτσι είναι αναγκαία η προσθήκη αδιάλυτων ουσιών που βελτιώνουν τις ιδιότητες της. Στο μίγμα που προκύπτει προστίθενται ενώσεις του χαλκού ως βασική βιοκτόνα ουσία.

Ο χαλκός αποτρέπει την προσκόλληση των περισσότερων fouling οργανισμών όπως δίθυρα, tubeworms και την πλειοψηφία των προσκολλητικών φυκών. Διάφορα όμως προσκολλητικά φύκη εμφανίζονται ανθεκτικά στο χαλκό (π.χ. Enteromorpha spp, Ectocarpus spp, Achnanthes spp). Έτσι ενισχυτικά βιοκτόνα προστίθενται στη σύνθεση της βαφής και σε συνδυασμό με το χαλκό, προσφέρουν ολοκληρωμένη antifouling προστασία.

Ως ενισχυτικά βιοκτόνα (εναλλακτικά του TBT) χρησιμοποιούνται, διάφορα φυτοφάρμακα, κυρίως ζιζανιοκτόνα και μυκητοκτόνα. Τέτοιες ουσίες είναι τα : Irgarol 1051, Diuron, , Maneb, Zineb, Ziram, Thiram, Dichlofluanid,

Chlorothalonil, Zinc pyrithion, Kathon 5287, TCMTB, TCMS pyridine (βλέπε κεφ. 4^ο).

Συγκρινόμενες με τις βαφές τύπου TBT-SPC, οι βαφές αυτές παρουσιάζουν τα παρακάτω μειονεκτήματα :

1. Λόγω της οξειδωσης της ρητίνης, αλλάζει η χημική δομή της βαφής με αποτέλεσμα την μείωση της ελαστικότητάς της και της antifouling προστασίας που προσφέρει.
2. Μη ελεγχόμενη απελευθέρωση βιοκτόνας ουσίας. Αρχικά το βιοκτόνο απελευθερώνεται γρήγορα και σε μεγάλη ποσότητα από το ρητινώδες πλέγμα. Με την πάροδο του χρόνου ο ρυθμός απελευθέρωσης του βιοκτόνου ελαττώνεται και μειώνεται η antifouling δράση της βαφής.
3. Με βάση τα παραπάνω, οι βαφές αυτού του τύπου έχουν ζωή μικρότερη από 36 μήνες, μετά τη πάροδο των οποίων χρειάζεται επαναεφαρμογή. Το 70% των σκαφών στα οποία εφαρμόστηκε η βαφή αυτού του τύπου, επέστρεψαν στα ναυπηγεία σε ικανοποιητική κατάσταση μετά τον ενδεδειγμένο χρόνο ζωής τους.
4. Δεν παρουσιάζει ιδιότητα αυτολείανσης, με αποτέλεσμα την αύξηση των τριβών, σε σχέση με το SPC σύστημα και δυσκολία κατά το νέο βάψιμο του σκάφους.

1.2.2. Βαφές τύπου SPC χωρίς TBT

Οι βαφές αυτού του τύπου προσομοιάζουν στο τρόπο δράσης του TBT-SPC συστήματος. Βασίζονται σε υδρολυόμενα πολυμερή τα οποία περιέχουν χαλκό, ενώ ενισχυτικά βιοκτόνα διασπείρονται στο διάλυμα του πολυμερούς και του προσδίδουν antifouling δράση.

Κατά την επαφή της βαφής με το θαλασσινό νερό, το επιφανειακό στρώμα της βαφής υδρολύεται, απελευθερώνοντας ενώσεις χαλκού και τα υπόλοιπα βιοκτόνα. Όπως και στο σύστημα TBT-SPC εμφανίζεται ένα υδατοδιαλυτό προϊόν που κάνει την επιφάνεια λεία.

Οι βαφές αυτού του τύπου εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στην Ιαπωνία το 1990, μετά τους περιορισμούς που επιβλήθηκαν στη χρήση του

TBT. Προσφέρουν προστασία για 36 μήνες (3 χρόνια) σε σκάφη που καλύπτουν 6000 ναυτικά μίλια το μήνα [1]. Το 90% των σκαφών στα οποία εφαρμόστηκε το προϊόν αυτό, επέστρεψαν στα ναυπηγεία σε ικανοποιητική κατάσταση μετά τον ενδεδειγμένο χρόνο ζωής της βαφής [1]. Το ποσοστό αυτό, (90%), είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ποσοστό των συμβατικών τύπων βαφών χωρίς TBT (70%), αλλά μικρότερο από αυτό των TBT-SPC συστημάτων (96%).

1.2.3. Συστήματα βαφών με σιλικόνη :

Από περιβαλλοντική άποψη, η πιο επιθυμητή προσέγγιση antifouling προστασίας, είναι ένα σύστημα, το οποίο δεν βασίζεται στην απελευθέρωση βιοκτόνου. Αυτό το σύστημα βαφής βασίζεται στη τεχνολογία ελαστομερών της σιλικόνης και σκευάσματα είναι εμπορικά διαθέσιμα, για χρήση σε ορισμένους τύπους σκαφών. Τα προϊόντα αυτά λειτουργούν προσδίδοντας μια πολύ λεία επιφάνεια στη βαφή που καλύπτει το κύτος του σκάφους [6].

Οι fouling οργανισμοί απεκκρίνουν ένα πολικό υλικό για την προσκόλλησή τους. Η μή πολική μορφή της βαφής εμποδίζει τους fouling οργανισμούς να προσκολληθούν σε αυτήν, ενώ όσοι οργανισμοί τελικά καταφέρουν να προσκολληθούν, μπορούν εύκολα να αφαιρεθούν, είτε με την τυρβώδη ροή του νερού που προκαλεί η κίνηση του σκάφους, είτε μηχανικά, με καθαρισμό κατά περιόδους [6].

Η εφαρμογή της βαφής αυτής στο κύτος ενός σκάφους, δημιουργεί μια πολύ λεία επιφάνεια που εμφανίζει μειωμένη τριβή με το νερό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμων και την επίτευξη μεγαλύτερης ταχύτητας [6].

Μειονέκτημα αυτού του προϊόντος αποτελεί η χρησιμοποίηση του μόνο σε σκάφη τα οποία κινούνται με ταχύτητα πάνω από 15 κόμβους και μένουν μικρό χρονικό διάστημα σε ακινησία [6].

Ο χρόνος ζωής αυτού του προϊόντος είναι τουλάχιστον 2 χρόνια σύμφωνα με τους κατασκευαστές του [6].

Συχνά σε αυτές τις βαφές προστίθενται ενώσεις του χαλκού και ενισχυτικά βιοκτόνα ώστε να επιτευχθεί αποτελεσματικότερη antifouling προστασία [6].

1.2.4. Μέθοδος antifouling σε πειραματικό στάδιο (Flocking)

Το Flocking, είναι μια διαδικασία, κατά την οποία, χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά φορτισμένες ίνες, ώστε να μετατραπούν οι λείες επιφάνειες σε πιο τραχείες, αυξάνοντας το εμβαδόν της συνολικής επιφάνειας. Έχουν γίνει διάφορες μελέτες και είναι αβέβαιη η αποδοτικότητα των μη λείων επιφανειών στην αντιμετώπιση του fouling. Οι Bornes και Powell (1950), βρήκαν ότι μεμβράνες από υαλοβάμβακα αναστέλλουν την ανάπτυξη των δίθυρων και των δακτυλιοσκόληκων. Οι ίνες αυτές προσκολλούνται κάθετα, δημιουργώντας μια τρισδιάστατη επιφάνεια. Δεν είναι απόλυτα εξακριβωμένος ο τρόπος με τον οποίο αναστέλλεται η ανάπτυξη των fouling αποικιών. Ο Gyllenham (1997), βρήκε ότι στις flocked επιφάνειες, προσκολλάται μικρότερος αριθμός δίθυρων και χλωροφυκών από ότι στις λείες επιφάνειες. Στην ίδια μελέτη, τα ροδοφύκη και τα φαιοφύκη, εμφανίστηκαν ποσοτικά ίδια σε όλες τις επιφάνειες, flocked ή μη. Ο Larsson (1997), επιβεβαίωσε τον Gyllenham [2].

Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου αυτής είναι αβέβαιη και για αυτό η χρήση της περιορίζεται, προς το παρόν, σε πειραματικό επίπεδο [2].

Μια πρόσφατη μελέτη, που έγινε στην Μασαχουσέτη από τον Phillipi και άλλους (2001), έδειξε ότι οι μαστιγοφόροι σπόροι των χλωροφυκών και φαιοφυκών, προτιμούσαν τα λεία υποστρώματα για προσκόλληση και όχι τις flocked επιφάνειες. Τα μη μαστιγοφόρα, ροδοφύκη, προσκολλήθηκαν σε όλες τις επιφάνειες. Στην ίδια μελέτη, κωπήποδα, αμφίποδα, και γυμνοβράγχια, εμφανίστηκαν σε μεγάλες ποσότητες σε flocked επιφάνειες, ενώ αναστάληκε η ανάπτυξη των οστρακοειδών. Μεγάλο μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι, δεν εμποδίζει την ανάπτυξη των Ascidians και των Stoloniferous οργανισμών, που αναπτύσσονται πολύ γρήγορα και σχηματίζουν μεγάλες αποικίες [2].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. TBT

2.1 Γενικές πληροφορίες

Εμπορικά ονόματα : Μεταξύ άλλων, Alumacoat, Biocheam, FloTin, Fungitrol, Tinsan, Ultrafresh και Vikol

Χημική ομάδα : Τριαλκυλική οργανοκασσιτερική ουσία

Χρήσεις : Το TBT και τα παράγωγά του είναι ευρέου φάσματος βιοκτόνα. Χρησιμοποιούνται για συντήρηση, επεξεργασία ξυλείας, στις antifouling βαφές, στα υφάσματα και σε βιομηχανικά συστήματα ψύξης με νερό, στη χαρτοβιομηχανία, ως μυκητοκτόνο.

2.2 Τοξικολογικές επιδράσεις:

- ♦ **Οξεία τοξικότητα** : Η οξεία τοξικότητα των οργανοκασσιτερικών ενώσεων, επηρεάζεται από το μήκος της αλκυλικής αλυσίδας, συνδεδεμένης με το κασσίτερο [7,8]. Το TBT γενικά είναι λιγότερο τοξικό από ότι το trimethyl και triethyltin [7]. Γενικά η τοξικότητα των οργανοκασσιτερικών ενώσεων επηρεάζεται περισσότερο από τους αλκυλικούς υποκαταστάτες παρά από τους ιονικούς υποκαταστάτες, οι οποίοι σχηματίζουν το υπόλοιπο μόριο (όπως salicylate, acrylate) [8]. Το TBT είναι μετρίως τοξικό μέσω της πέψης και της δερματικής απορρόφησης. Η αναφερόμενη δια κατάποσης τιμή LD₅₀ του tributyltin oxide (TBTO) είναι 55-87 mg/Kg Σ.Β. για τους αρουραίους και τα ποντίκια [8, 9] και 900 mg/Kg για τα κουνέλια [9, 10]. Η μέσω του δέρματος LD₅₀ τιμή είναι 200 mg/Kg για τους αρουραίους και τα ποντίκια [8, 9] και 900 mg/Kg για τα κουνέλια [9, 10]. Το TBT είναι πολύ ερεθιστικό για το ανθρώπινο δέρμα και ιδιαίτερα του κρανίου. Έκθεση του δέρματος σε υψηλή συγκέντρωση TBT για μόνο λίγα λεπτά, μπορεί να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα [11]. Εργάτες σε ναυπηγεία εκτεθειμένοι

στο TBT (κατά την διάρκεια της εργασίας τους εκτίθενται σε σκόνη και ατμούς), ανέπτυξαν ερεθισμό στο δέρμα, ζαλάδες, δυσκολία στην αναπνοή και συμπτώματα γρίπης [12]. Άλλες βλεννώδεις μεμβράνες όπως τα μάτια και οι ρινικές οδοί, μπορούν επίσης να εμφανίσουν ερεθισμό κατά την έκθεσή τους στο TBT.

- ◆ Χρόνια τοξικότητα : Υπάρχουν αναφορές έκθεσης ανθρώπων στο TBT. Στα ναυπηγεία εργάτες που εκτέθηκαν στο TBT, αναφέρουν, μειωμένη όσφρηση, επίμονους πονοκεφάλους και αίσθηση μυοσκελετικής δυσκαμψίας [8]. Παρατεταμένη έκθεση σε οργανοκασσιτερικές ενώσεις, προκάλεσε βλάβη στη χολή σε διάφορα θηλαστικά [8] και το TBT είναι πιθανόν να έχει τοξικές συνέπειες στο ανοσοποιητικό σύστημα [9]. Μια μελέτη σε αρσενικούς αρουραίους που έτρωγαν TBTO καθημερινά για 6 εβδομάδες, έδειξε ότι ελαττώθηκε η ανθεκτικότητά τους στη ρύπανση [13, 14].
- ◆ Επιδράσεις στην αναπαραγωγή : Δεδομένα για τις επιδράσεις του TBT στην αναπαραγωγή είναι περιορισμένα. Σε μια μελέτη, αυξημένη εμβρυακή θνησιμότητα παρατηρήθηκε σε αρουραίους σε δόση 16 mg/Kg/ημέρα [15].
- ◆ Τερατογενείς επιδράσεις : Σε μια μελέτη του TBT acetate σε εγκύους αρουραίους δόσεις των 16 mg/Kg/ ημέρα χορηγήθηκαν από την 7η έως την 17η ημέρα της εγκυμοσύνης και είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της εμβρυακής θνησιμότητας, ανωμαλίες στη θωρακική κοιλότητα και μείωση του βάρους των νεογνών [15]. Το TBT συνδέεται με την ανώμαλη συμπεριφορά των νεογνών, σε άλλη μελέτη, σε αρουραίους όπου χορηγήθηκε δόση 5 mg/Kg/ ημέρα [11]. Αυτές οι επιδράσεις δεν είναι αναμενόμενες στον άνθρωπο στα συνήθη επίπεδα.
- ◆ Μεταλλαξιγόνο δράση : Σε πολλές μελέτες, το TBT, δε φαίνεται να είναι μεταλλαξιγόνο ουσία, εντούτοις, σε μια μελέτη προκάλεσε αντικατάσταση βάσεων σε νουκλεοτίδια του DNA (γονιδιακή μετάλλαξη), σε μια σειρά βακτηριδίων στα οποία δοκιμάστηκε [9]. Επίσης το TBT φάνηκε να προκαλεί μεταλλάξεις στα ωκύτταρα σε χάμστερ [9]. Με βάση τα παραπάνω δε μπορούμε να βγάλουμε ασφαλές συμπέρασμα για τη μεταλλαξιγόνο δράση του TBT.

- ◆ Καρκινογενείς επιδράσεις : Παρόλο που μια μελέτη αποδεικνύει ότι αρουραίοι εμφάνισαν όγκους σε βλεννώδους αδένες μετά την έκθεσή τους σε μεγάλη συγκέντρωση του TBT, οι αποδείξεις δεν είναι αρκετές, [12] και η καρκινογόνος δράση του TBT είναι αβέβαιη.
- ◆ Επιπτώσεις στα όργανα : Στα θηλαστικά, ψηλά επίπεδα TBTO μπορούν να προκαλέσουν ανατροπή των ορμονικών επιπέδων, στους ενδοκρινείς αδένες, στους βλεννογόνους, τις γονάδες και στο θυρεοειδή αδέν. Επίσης μπορεί να εμφανίσουν προβλήματα στο αναπαραγωγικό και στο κεντρικό νευρικό σύστημα, στην κατασκευή των οστών, στο συκώτι, τη χολή και στο ανοσοποιητικό σύστημα.

2.3 Μεταβολισμός

Στα ποντίκια το TBTO εκκρίνεται στα περιττώματα αμετάβλητο. Αυτό αποδεικνύει χαμηλή απορρόφηση από τον οργανισμό. Σε θηλαστικά, το TBT μπορεί να μεταβολιστεί σε dibutiltin παράγωγο και συγγενικούς μεταβολίτες [9]. Ένα αόριστο ποσοστό από αυτήν την ένωση είναι γνωστό ότι μένει στο λίπος, στο συκώτι, στους νεφρούς και στους ιστούς των πνευμόνων.

2.4 Οικολογικές επιπτώσεις :

- ◆ Επιπτώσεις στα πτηνά : Σε μια τοξικολογική μελέτη της επίδρασης του TBTO σε Ιαπωνέζικα ορτύκια, που είχαν στο ημερήσιο διαιτολόγιο τους επίπεδα 150 ppm για 13 εβδομάδες, δεν παρατηρήθηκε θνησιμότητα, όμως στα 375 ppm παρατηρήθηκαν, μειωμένη παραγωγή αυγών και εκκολαψιμότητα, μείωση του πάχους του κελύφους του αυγού [16]. Από αυτά τα στοιχεία το TBT μπορεί να θεωρηθεί, μετρίως τοξικό για τα πτηνά.
- ◆ Επιπτώσεις στους υδρόβιους οργανισμούς : Οι ενώσεις του TBT είναι πολύ τοξικές σε πολλά είδη υδρόβιων οργανισμών. Η έκθεση υδρόβιων οργανισμών σε TBT προσκολλητικούς και μη όπως στα μύδια, αχιβάδες και στρείδια, ακόμα και σε χαμηλά επίπεδα, μπορεί να προκαλέσει σκελετικές αλλαγές, επιβράδυνση της ανάπτυξης και θάνατο [17, 18]. Το TBT είναι πολύ τοξικό στα καρκινοειδή. Λάρβες αστακού δείχνουν σχεδόν ολοκληρωτική παύση της ανάπτυξης σε συγκέντρωση TBT 1μg/L [19]. Τα μύδια και τα στρείδια, χρησιμοποιούνται σαν δείκτες της ρύπανσης από

TBT, επειδή είναι πολύ ευαίσθητα στο χημικό αυτό. Αντιδρούν αρνητικά ακόμα και σε πολύ χαμηλά επίπεδα (0,6-2,3 $\mu\text{g/L}$) και το TBT απεκκρίνεται πολύ αργά από τον οργανισμό τους μετά την απορρόφηση. Όταν θηλυκά σαλιγκάρια εκτέθηκαν σε 0,05 $\mu\text{g/L}$, παρατηρήθηκε μείωση της αναπαραγωγικής δραστηριότητας και imrosex. Imrosex επίσης παρατηρήθηκε κατά την έκθεση οστρακοφόρων και σαλιγκαριών σε συγκέντρωση μικρότερη από 3 ppt, TBT. Στρείδια στις γαλλικές και αγγλικές ακτές επηρεάστηκαν από το TBT, εμφανίζοντας ανωμαλία στην ανάπτυξη του οστράκου, μικρό βάρος, εύθραυστο κέλυφος και imrosex. Γενικά, οι λάρβες εμφάνισαν μεγαλύτερη ευαισθησία από τα ενήλικα άτομα σε μελέτες τοξικολογίας. Το TBTO φαίνεται να προσβάλλει τα θαλάσσια μονοκύτταρα φύκη, προκαλώντας θνησιμότητα σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Η τιμή EC_{50} (72 ωρών), κυμαίνεται από 0,33 $\mu\text{g/L}$ έως 1,03 $\mu\text{g/L}$. Το TBT είναι λιποφιλικό και συσσωρεύεται στα στρείδια, μύδια, οστρακοειδή, μαλάκια, ψάρια και φύκη. Οργανισμοί του γλυκού νερού συσσωρεύουν το TBT περισσότερο από θαλάσσιους οργανισμούς. Νεαρά άτομα του σολομού, Chinook salmon, συσσωρεύσαν το TBT άμεσα μετά την έκθεσή τους σε χαμηλές συγκεντρώσεις TBT, και ο μεταβολίτης του, DBT, βρέθηκε στο μυϊκό τους ιστό. Τα αυγά της ιριδιζουσας πέστροφας, θανατώθηκαν μέσα σε 10-12 ημέρες, όταν εκτέθηκαν σε συγκέντρωση TBT, 5 ppm. Μείωση της ανάπτυξης και αλλαγές στο συκώτι, εμφανίστηκαν σε νεαρές πέστροφες που εκτέθηκαν σε χαμηλά επίπεδα TBT.

Πίνακας 1: παρουσιάζονται οι επιδράσεις του TBT-Οξειδίου, σε διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών

| TBTO | | | | |
|---------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Short-spined brittle star | Ophioderma brevispina | 4 εβδομάδες- (ανάπτυξη) | 0.01 $\mu\text{g/L}$ | Ecotoxicol. Environ. Chem. 12(1):95-100 |

| ΤΒΤΟ | | | | |
|---------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| | | | | (1986) |
| Short-spined brittle star | Ophioderma brevispina | 4 εβδομάδες- (ανάπτυξη) | 0.01 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Chem. 12(1):95-100(1986) |
| Short-spined brittle star | Ophioderma brevispina | 4 εβδομάδες- (ανάπτυξη) | 0.1 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Chem. 12(1):95-100(1986) |
| Short-spined brittle star | Ophioderma brevispina | 4 εβδομάδες- (ανάπτυξη) | 0.1 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Chem. 12(1):95-100(1986) |
| Ascidian | Ascidia | 28 ημέρες-LC50 (θνησιμότητα) | 2.8 µg/L | In: M.F.Thompson, R.Nagabhushanam, R.Sa...(1994) |
| Ascidian | Ascidia | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 10.1 µg/L | In: M.F.Thompson, R.Nagabhushanam, R.Sa...(1994) |
| Αμφίβια-βατράχια | Rana temporaria | 5 ημέρες- (ανάπτυξη) | 30/ µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 28(4):49...(1982) |
| Αμφίβια-βατράχια | Rana temporaria | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 1.65 Min: 0.88 Max:3.09 µg/L | Rep. No. 16105, Netherlands Organization...(1989) |

| ΤΒΤΟ | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Αμφίβια-βατράχια | <i>Rana temporaria</i> | 5 ημέρες-(θνησιμότητα) | 3 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 28(4):49...(1982) |
| Αμφίβια-βατράχια | <i>Rana temporaria</i> | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 8.60 Min: 5.43 Max:13.65 µg/L | Rep. No. 16105, Netherlands Organization...(1989) |
| Αμφίβια-βατράχια | <i>Rana temporaria</i> | 5 ημέρες-(θνησιμότητα) | 30/ µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 28(4):49...(1982) |
| Αμφίβια-βατράχια | <i>Rana temporaria</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 35.08 Min: 18.32 Max:67.15 µg/L | Rep. No. 16105, Netherlands Organization...(1989) |
| Δακτυλιοσκώληκες- Annelida- Lugworm | <i>Arenicola cristata</i> | 168 ώρες-NR (θνησιμότητα) | 2 µg/L | Environ. Toxicol. Chem. 5:749-754(1986) |
| Δακτυλιοσκώληκες- Annelida- Lugworm | <i>Arenicola cristata</i> | 96 ώρες-NR (θνησιμότητα) | 4 mg/L | Environ. Toxicol. Chem. 5:749-754(1986) |
| Δακτυλιοσκώληκες- Annelida- Tubeworm | <i>Hydroides elegans</i> | 28 ημέρες-(θνησιμότητα) | 0.56 µg/L | In: M.F.Thompson, R.Nagabhushanam, R.Sa...(1994) |
| Δακτυλιοσκώληκες- Annelida- Tubeworm | <i>Hydroides elegans</i> | 28 ημέρες-LC50 (θνησιμότητα) | 3.8 µg/L | In: M.F.Thompson, R.Nagabhushanam, R.Sa...(1994) |

| ΤΒΤΟ | | | | |
|--|--------------------|---------------------------------|--|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Δακτυλιοσκώληκες- Annelida- Tubeworm | Hydroides elegans | 28 ημέρες- (θνησιμότητα) | 5.6 µg/L | In: M.F.Thompson, R.Nagabhushanam, R.Sa...(1994) |
| Δακτυλιοσκώληκες- Annelida- Tubificid worm | Tubifex tubifex | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 0.1 Min: 0.09 Max:0.13 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 36:38-42(1997) |
| Καρκινειδή- Fiddler crab | Uca pugilator | 1-3 εβδομάδες- (συμπεριφορά) | 0.5 - 50 µg/L | Estuaries 10(4):342- 346(1987) |
| Καρκινειδή- Fiddler crab | Uca pugilator | 1-3 εβδομάδες- (συμπεριφορά) | 0.5 - 50 µg/L | Estuaries 10(4):342- 346(1987) |
| Καρκινειδή- Fiddler crab | Uca pugilator | 1-3 εβδομάδες- (συμπεριφορά) | 0.5 - 50 µg/L | Estuaries 10(4):342- 346(1987) |
| Καρκινειδή- Fiddler crab | Uca pugilator | 1-3 εβδομάδες- (συμπεριφορά) | 0.5 - 50 µg/L | Estuaries 10(4):342- 346(1987) |
| Καρκινειδή- Fiddler crab | Uca pugilator | 1-3 εβδομάδες- (συμπεριφορά) | 0.5 - 50 µg/L | Estuaries 10(4):342- 346(1987) |
| Καρκινειδή- Striped barnacle | Balanus amphitrite | 24 ώρες-LOEC (συμπεριφορά) | 200 g | Fish. Sci. 60(6):773- 775(1994) |
| Καρκινειδή- Striped barnacle | Balanus amphitrite | 24 ώρες-LOEC (συμπεριφορά) | 200 g | Fish. Sci. 60(6):773- 775(1994) |
| Καρκινειδή- Fiddler crab | Uca pugilator | 96 ώρες-EC50 (συμπεριφορά) | Mean: 7300 Min: 6400 Max:8300 µg/L | U.S. EPA-OPP Registration Standard(1977) |
| Καρκινειδή- Fiddler crab | Uca pugilator | 48 ώρες-EC50 (συμπεριφορά) | >10000 µg/L | U.S. EPA-OPP Registration Standard(1977) |

| ΤΒΤΟ | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Καρκινοειδή- Fiddler crab | <i>Uca pugilator</i> | 24 ώρες-EC50 (συμπεριφορά) | >10000 µg/L | U.S. EPA-OPP Registration Standard(1977) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | <i>Rhithropanope us harrisii</i> | 4 ημέρες-BCF (βιοσυσσώρευση) | 1.34/ µg/L | Chemosphere 13(1):213- 219(1984) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | <i>Rhithropanope us harrisii</i> | 4 ημέρες-BCF (βιοσυσσώρευση) | 1.34/ µg/L | Chemosphere 13(1):213- 219(1984) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | <i>Rhithropanope us harrisii</i> | 4 ημέρες-BCF (βιοσυσσώρευση) | 1.34/ µg/L | Chemosphere 13(1):213- 219(1984) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | <i>Rhithropanope us harrisii</i> | 4 ημέρες-BCF (βιοσυσσώρευση) | 1.34/ µg/L | Chemosphere 13(1):213- 219(1984) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | <i>Rhithropanope us harrisii</i> | 4 ημέρες-BCF (βιοσυσσώρευση) | 1.34/ µg/L | Chemosphere 13(1):213- 219(1984) |
| Καρκινοειδή- Freshwater prawn | <i>Caridina rajadhari</i> | 10-30 ημέρες- (βιοχημική επίδραση) | 84 - 102 µg/L | J. Anim. Morphol. Physiol. 38(1/2):153- 1...(1991) |
| Καρκινοειδή- Freshwater prawn | <i>Caridina rajadhari</i> | 24-96 ημέρες- (βιοχημική επίδραση) | 9.7 µg/L | J. Anim. Morphol. Physiol. 38(1/2):153- 1...(1991) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | <i>Rhithropanope us harrisii</i> | 13 ημέρες- (ανάπτυξη) | 5 µg/L | Water Air Soil Pollut. 20(1):69- 79(1983) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | <i>Rhithropanope us harrisii</i> | 13 ημέρες- (ανάπτυξη) | 10 µg/L | Water Air Soil Pollut. 20(1):69- 79(1983) |

| ΤΒΤΟ | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|--|------------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Καρκινοειδή- American lobster | Homrus american | 24 ημέρες- (ανάπτυξη) | 1 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 25(5):80...(1980) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | Rhithropanope us harrisii | 13 ημέρες- (ανάπτυξη) | 10 µg/L | Water Air Soil Pollut. 20(1):69- 79(1983) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | Rhithropanope us harrisii | 13 ημέρες- (ανάπτυξη) | 15 µg/L | Water Air Soil Pollut. 20(1):69- 79(1983) |
| Καρκινοειδή- Fiddler crab | Uca pugilator | 1 εβδομάδες- (ανάπτυξη) | 0.5/ µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 17(5):58...(1988) |
| Καρκινοειδή- Fiddler crab | Uca pugilator | 14 ημέρες- (ανάπτυξη) | 0.5/ µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 16:321- 3...(1987) |
| Καρκινοειδή- Pugnose cardina | Caridina weberi | 1-30 ημέρες- (ιστολογικές αλλαγές) | 0.21 - 2.52 µg/L | J. Freshwater Biol. 2(1):29- 35(1990) |
| Καρκινοειδή- American lobster | Homarus americanus | 24 ημέρες- (θνησιμότητα) | 1 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 25(5):80...(1980) |
| Καρκινοειδή- American lobster | Homarus americanus | 6 ημέρες- (θνησιμότητα) | 5 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 25(5):80...(1980) |

| ΤΒΤΟ | | | | |
|---|------------------------------|--|----------------------------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Καρκινοειδή- American lobster | Homarus americanus | 24 ημέρες- (θνησιμότητα) | 20 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 25(5):80...(1980) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | Rhithropanope us harrisii | 10-20 ημέρες- LC50 (θνησιμότητα) | 46 nmol | Chemosphere 13(4):575- 584(1984) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | Rhithropanope us harrisii | 10-20 ημέρες- LC50 (θνησιμότητα) | 53.6 nmol | Chemosphere 13(4):575- 584(1984) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | Rhithropanope us harrisii | 13 ημέρες- (θνησιμότητα) | 0.5/ µg/L | Water Air Soil Pollut. 20(1):69- 79(1983) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | Rhithropanope us harrisii | 13 ημέρες- (θνησιμότητα) | 1 µg/L | Water Air Soil Pollut. 20(1):69- 79(1983) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | Rhithropanope us harrisii | 13 ημέρες- (θνησιμότητα) | 5 µg/L | Water Air Soil Pollut. 20(1):69- 79(1983) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | Rhithropanope us harrisii | 13 ημέρες- (θνησιμότητα) | 10 µg/L | Water Air Soil Pollut. 20(1):69- 79(1983) |
| Καρκινοειδή- Mud crab | Rhithropanope us harrisii | 13 ημέρες- (θνησιμότητα) | 15 µg/L | Water Air Soil Pollut. 20(1):69- 79(1983_ |
| Καρκινοειδή- Mud crab | Rhithropanope us harrisii | 13 ημέρες- (θνησιμότητα) | 25/ µg/L | Water Air Soil Pollut. 20(1):69- 79(1983) |
| Καρκινοειδή- Northern pink shrimp | Penaeus duorarum | 96 ώρες- LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 11 Min: 5.4 Max:23 µg/L | U.S. EPA-OPP Registration Standard(1977) |
| Καρκινοειδή- Northern pink shrimp | Penaeus duorarum | 48 ώρες- LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 13 Min: 6.2 Max:26 µg/L | U.S. EPA-OPP Registration Standard(1977) |

| ΤΒΤΟ | | | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Καρκινοειδή- Northern pink shrimp | <i>Penaeus duorarum</i> | 24 ώρες- LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 15 Min: 7.3 Max:31 µg/L | U.S. EPA-OPP Registration Standard(1977) |
| Καρκινοειδή- Shore crab | <i>Hemigrapsus nudus</i> | 14 ημέρες- (θνησιμότητα) | 25 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 25(5):80...(1980) |
| Καρκινοειδή- Shore crab | <i>Hemigrapsus nudus</i> | 14 ημέρες- (θνησιμότητα) | 50 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 25(5):80...(1980) |
| Καρκινοειδή- Shore crab | <i>Hemigrapsus nudus</i> | 14 ημέρες- (θνησιμότητα) | 75 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 25(5):80...(1980) |
| Καρκινοειδή- Shore crab | <i>Hemigrapsus nudus</i> | 14 ημέρες- (θνησιμότητα) | 100 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 25(5):80...(1980) |
| Καρκινοειδή- Shore crab | <i>Hemigrapsus nudus</i> | 14 ημέρες- (θνησιμότητα) | 500 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 25(5):80...(1980) |
| Καρκινοειδή- Shore crab | <i>Hemigrapsus nudus</i> | 14 ημέρες- (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 25(5):80...(1980) |
| Καρκινοειδή- Striped barnacle | <i>Balanus amphitrite</i> | 24 ώρες-LC30 (θνησιμότητα) | 600 g | Fish. Sci. 60(6):773- 775(1994) |

| ΤΒΤΟ | | | | |
|---|-----------------------|------------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Καρκινοειδή-Striped barnacle | Balanus amphitrite | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 0.71% | David W. Taylor Naval Ship Res. Dev. Ctr...(1977) |
| Καρκινοειδή-Striped barnacle | Balanus amphitrite | 28 ημέρες-(θνησιμότητα) | 0.56 µg/L | In: M.F.Thompson, R.Nagabhushan am, R.Sa...(1994) |
| Καρκινοειδή-Striped barnacle | Balanus amphitrite | 28 ημέρες-LC50 (θνησιμότητα) | 3.5 µg/L | In: M.F.Thompson, R.Nagabhushan am, R.Sa...(1994) |
| Καρκινοειδή-Striped barnacle | Balanus amphitrite | 28 ημέρες-(θνησιμότητα) | 5.6 µg/L | In: M.F.Thompson, R.Nagabhushan am, R.Sa...(1994) |
| Καρκινοειδή-Striped barnacle | Balanus amphitrite | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 300 mg/L | Fish. Sci. 60(4):485-486(1994) |
| Καρκινοειδή-Ostracod seed shrimp subclass | Ostracoda | 55 ημέρες-(πληθυσμός) | 80 µg/L | Riv. Idrobiol. 28(1/2):63-68(1989) |
| Ψάρια-Atlantic menhaden | Brevoortia tyrannus | 40 - Avoidance | 2.7/ µg/L | Water Resour. Bull. 20(2):235-239(1984) |
| Ψάρια-Atlantic menhaden | Brevoortia tyrannus | 40 - Avoidance | 5.5/ µg/L | Water Resour. Bull. 20(2):235-239(1984) |
| Ψάρια-Mummichog | Fundulus heteroclitus | 0.67 ώρες-Avoidance | 3.7/ µg/L | Water Air Soil Pollut. 25(1):33-40(1985) |

| ΤΒΤΟ | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια-Striped bass | Morone saxatilis | 40 - Avoidance | 14.7 µg/L | Water Resour. Bull. 20(2):235-239(1984) |
| Ψάρια-Striped bass | Morone saxatilis | 40 - Avoidance | 24.9/ µg/L | Water Resour. Bull. 20(2):235-239(1984) |
| Ψάρια-Guppy | Poecilia reticulata | 91 ημέρες- (συμπεριφορά) | 1.0 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | Poecilia reticulata | 91 ημέρες-EC50 (συμπεριφορά) | 1.8 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | Poecilia reticulata | 7 ώρες- (συμπεριφορά) | 3.2 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | Poecilia reticulata | 14 ημέρες- (συμπεριφορά) | 3.2 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | Poecilia reticulata | 21 ημέρες- (συμπεριφορά) | 3.2 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | Poecilia reticulata | 28 ημέρες- (συμπεριφορά) | 3.2 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | Poecilia reticulata | 56 ημέρες- (συμπεριφορά) | 3.2 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |

| ΤΒΤΟ | | | | |
|------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια-Guppy | <i>Poecilia reticulata</i> | 96 ώρες- (συμπεριφορά) | 5.6 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | <i>Poecilia reticulata</i> | 7 ημέρες-EC50 (συμπεριφορά) | 5.6 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | <i>Poecilia reticulata</i> | 14 ημέρες-EC50 (συμπεριφορά) | 5.8 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | <i>Poecilia reticulata</i> | 21 ημέρες-EC50 (συμπεριφορά) | 5.8 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | <i>Poecilia reticulata</i> | 28 ημέρες-EC50 (συμπεριφορά) | 5.8 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | <i>Poecilia reticulata</i> | 56 ημέρες-EC50 (συμπεριφορά) | 5.8 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | <i>Poecilia reticulata</i> | 96 ώρες-EC50 (συμπεριφορά) | 7.5 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Guppy | <i>Poecilia reticulata</i> | 96 ώρες-EC50 (συμπεριφορά) | 7.5 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |
| Ψάρια-Medaka high-eyes | <i>Oryzias latipes</i> | 104 ημέρες- (συμπεριφορά) | 1.0 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ... (1989) |

| ΤΒΤΟ | | | | |
|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|-------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια- Medaka high- eyes | Oryzias latipes | 7 ημέρες- (συμπεριφορά) | 1.0 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ...(1989) |
| Ψάρια- Medaka high- eyes | Oryzias latipes | 14 ημέρες- (συμπεριφορά) | 1.0 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ...(1989) |
| Ψάρια- Medaka high- eyes | Oryzias latipes | 21 ημέρες- (συμπεριφορά) | 1.0 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ...(1989) |
| Ψάρια- Medaka high- eyes | Oryzias latipes | 28 ημέρες- (συμπεριφορά) | 1.0 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ...(1989) |
| Ψάρια- Medaka high- eyes | Oryzias latipes | 96 ώρες- (συμπεριφορά) | 1.8 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ...(1989) |
| Ψάρια- Medaka high- eyes | Oryzias latipes | 12 ημέρες-EC50 (συμπεριφορά) | 1.8 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ...(1989) |
| Ψάρια- Medaka high- eyes | Oryzias latipes | 7 ημέρες-EC50 (συμπεριφορά) | 1.8 µg/L | Rep. No. 668118- 001, Natl. Inst. Public ...(1989) |
| Ψάρια- Medaka high- eyes | Oryzias latipes | 14 ημέρες-EC50 (συμπεριφορά) | 1.8 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ...(1989) |
| Ψάρια- Medaka high- eyes | Oryzias latipes | 21 ημέρες-EC50 (συμπεριφορά) | 1.8 µg/L | Rep. No. 668118-001, Natl. Inst. Public ...(1989) |

Πηγή: US EPA AQUIRE web site database, <http://www.epa.gov/ecotox/>,

2.5 Τύχη στο περιβάλλον :

- ◆ Διάσπαση στο έδαφος : Κάτω από αερόβιες συνθήκες το TBT, χρειάζεται 1-3 μήνες για να αποικοδομηθεί [20]. Σε αναερόβιες συνθήκες όμως, στο έδαφος, αυτή η ένωση μένει για περισσότερο από 2 χρόνια. Το TBT και τα συνθετικά του, είναι πολύ επίμονα στο περιβάλλον. Η αποικοδόμηση τους εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την παρουσία μικροοργανισμών. Κατά τη διάσπαση, ελευθερώνονται κασσιτερικά ιόντα [20]. Όλα τα παράγωγα της διάσπασης του, είναι λιγότερο τοξικά από το TBT.
- ◆ Διάσπαση στο νερό : Λόγω μικρής διαλυτότητας και άλλων ιδιοτήτων του TBT, δένεται ισχυρά σε διασπαρμένα οργανικά υλικά και ανόργανα ιζήματα [7], και καθιζάνει στα ιζήματα του πυθμένα [20]. Ο ρυθμός της ιζηματοποίησης διαφέρει ανάλογα με την τοποθεσία, το οργανικό περιεχόμενο, το μέγεθος του μορίου και το τύπο του υλικού. Ο χρόνος ημιζωής του TBT, είναι στο γλυκό νερό, 6-25 ημέρες, στο αλμυρό και στο υφάλμυρο νερό 1-34 εβδομάδες και εξαρτάται από τη αρχική συγκέντρωση [21]. Η φωτόλυση, δεν είναι δυνατό να παίξει σημαντικό ρόλο στην διάσπαση του TBT, λόγω του χαμηλού επιπέδου των UV ακτινοβολιών. Επίπεδα μέχρι 0,8 μg/L έχουν βρεθεί κατά μήκος της ανατολικής ακτής των Η.Π.Α. Στην παραλία του Σαν Ντιέγκο, η ανιχνευθήσα συγκέντρωση έφτασε το 0,1 μg/L.

2.6 Φυσικές ιδιότητες :

- ◆ Εμφάνιση : Το TBT είναι παχύρρευστο κίτρινο υγρό [12]
- ◆ Χημική ονομασία : Tributyltin, Bis(tributyltin)oxide [12]
- ◆ Αριθμός CAS : 5673-85-4
- ◆ Μοριακό βάρος : 595,62
- ◆ Διαλυτότητα στο νερό : 4 mg/L στους 20°C και pH 7.
- ◆ Σημείο τήξεως : 53°C.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. ΒΙΟΚΤΟΝΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ

3.1 Γενικές πληροφορίες

Ενώσεις: Υποξειδίο του χαλκού , μονοξειδίο του χαλκού , θειοκυανιούχος χαλκός, θειούχος χαλκός , ιόντα χαλκού.

Χρήσεις: Το υποξειδίο του χαλκού χρησιμοποιείται στην γεωργία για τον έλεγχο διαφόρων ασθενειών όπως, ερυσίβη, χνουδωτή ερυσίβη (ασθένειες των φυτών), σείρικας (μούχλα των φυτών), σκωρίαση (κηλίδες στα φύλλα). Εφαρμόζεται σε καλλιέργειες πατάτας, ντομάτας, σε κλήματα, λυκίσκο, ελιά, σπυροκηπευτικά, λεμόνια, παντζάρια, ζαχαρότευτλα, σέλινο, καρότο, καφέ, κακάο, τσάι, μπανάνες κ.α. [22]. Ο χαλκός αποτελεί την βασική βιοκτόνα ουσία στις antifouling βαφές, όπου συναντάται κυρίως με τις μορφές : Cu_2O , CuO , CuSCN , Cu_2S , Cu^+ , Cu^{++} [23].

Τύποι σκευασμάτων: Το Cu_2O και το CuO , βρίσκονται σε μορφή κόκκινης σκόνης, οκταεδρικών κρυστάλλων [22]. Ο CuSCN είναι άσπρος, και ο Cu_2S μαύρος [23].

3.2 Τοξικολογικές επιδράσεις :

- ◆ Δοκιμές οξείας τοξικότητας : Η τιμή LD_{50} για την στοματική και την δερματική χορήγηση Cu_2O σε αρουραίους είναι 470 mg/Kg Σ.Β. και μεγαλύτερη από 2000 mg/Kg Σ.Β. αντίστοιχα. Το Cu_2O προκάλεσε ερεθισμό του δέρματος και των ματιών σε αρουραίους [24].
- ◆ Χρόνια τοξικότητα : Δεν παρουσιάστηκε καμία τοξικολογική επίδραση ή ασθένεια που να μπορεί να αποδοθεί στο Cu_2O , κατά την χρόνια χορήγηση 500 mg/Kg Σ.Β. στο διαιτολόγιο αρουραίων [24].

- ♦ Τερατογενείς επιδράσεις : Όταν χορηγήθηκαν άλατα χαλκού με ενδοφλέβια ένεση σε χάνστερ την 8η ημέρα της εγκυμοσύνης τους, παρατηρήθηκαν προβλήματα καρδιακής λειτουργίας στα έμβρυα [12].

3.3 Μεταβολισμός και βιοσυσώρευση

Η βιοσυσώρευση, διαφόρων ενώσεων του χαλκού, εξαρτάται από το είδος του οργανισμού και την βιοδιαθεσιμότητά του σε κάποιο συγκεκριμένο περιβάλλον. Ο δείκτης βιοσυσώρευσης έχει τιμή μεγαλύτερη από 1000 στα φύκη και στα δίθυρα (π.χ. *Crassostrea virginica* , 28000) , ενώ στα καρκινοειδή, η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη από 10000 . Για τα περισσότερα ψάρια , ο παραπάνω δείκτης έχει μικρότερη τιμή, 150-700, γεγονός που δικαιολογείται από την ικανότητα των ψαριών και κάποιων ανωτέρων ασπόνδυλων, να ρυθμίζουν την συγκέντρωση του χαλκού, με ενεργό απέκκριση [23]. Ο βλεννογόνος του εντέρου στα είδη αυτά, αναστέλλει την απορρόφηση του χαλκού μέσω του πεπτικού συστήματος, με αποτέλεσμα μετά την πέψη, πάνω από το 99% του χαλκού να εκκρίνεται με τα περιττώματα. Ο υπόλοιπος χαλκός(1%), συσσωρεύεται στο συκώτι, στον εγκέφαλο, στην καρδιά, στους νεφρούς και στους μύες [12].

3.4 Συνεργιστική δράση

Συνεργιστική δράση , με αύξηση της τοξικότητας έχει παρατηρηθεί όταν ο χαλκός χρησιμοποιείται με κάποια βιοκτόνα, όπως οι διθειοκαρβαμίδες (Maneb, Zineb, Thiram, Ziram). Ο συνδυασμός του χαλκού με αυτά τα βιοκτόνα έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία λιποφιλικών συμπλόκων ικανών να διαπεράσουν την κυτταροπλασματική μεμβράνη και να απελευθερώσουν χαλκό στο κυτταρόπλασμα του κυτάρου. Ενδοκυτταρικά, τα ιόντα του χαλκού, συνδέονται με διάφορες ομάδες ενώσεων του κυτάρου όπως καρβοξύλια, φωσφορικές ομάδες, κ.α. με αποτέλεσμα μία μη ειδική αποδιάταξη πρωτεϊνών και ενζύμων [25, 26]

Έρευνα για την συνεργιστική επίδραση του χαλκού και των διθειοκαρβαμίδων στο βλεφαριδοφόρο *Colpidium campyllum* , έδειξε ότι, το Ziram, αυξάνει την τοξικότητά του κατά μία τάξη μεγέθους παρουσία χαλκού.

Στη περίπτωση του Thiram, η αντίστοιχη αύξηση της τοξικότητας ήταν 2 τάξεις μεγέθους (H. Bonnemain και D. Dive, 1990, στο [26]).

3.5 Οικολογικές επιπτώσεις :

- ♦ Επιπτώσεις στους υδρόβιους οργανισμούς : Η τιμή EC₅₀ για την προσκόλληση του κοραλλιού *Acropora tenuis* , βρέθηκε να είναι 35 mg/L [3]. Στο κοράλλι *Goniastrea aspera* , η συγκέντρωση Cu των 20μg/L, προκάλεσε σημαντική αναστολή της γονιμοποίησης με τιμή EC₅₀, 14,5 μg/L (Reichelt, Brushett και Harisson, 1999, στο [3]). Τιμή EC₅₀ 17,4 μg/L υπολογίστηκε σε πείραμα 4 ωρών πάνω στη γονιμοποίηση του είδους *Acropora millerora* [3]. Σε αντίστοιχη έρευνα στα κοράλλια , *Platygyra ryukyuensis* και *Favites chinensis* , παρατηρήθηκε τιμή EC₅₀ μικρότερη από 100μg/L (Heyword, 1988, στο [27]). Θεωρείται ότι η ευαισθησία στην γονιμοποίηση , οφείλεται κυρίως στην επίδραση του χαλκού στο σπέρμα, μιας και μεγάλες συγκεντρώσεις σπέρματος(>10⁵ σπέρμα/ml) , μειώνουν τις επιπτώσεις αυτές (Heyword, Farrell και Seamark, 1994, στο [27]). Ο χαλκός προκαλεί βλάβη στο σπέρμα σε πολλά είδη με ποικίλους τρόπους, (όπως οξειδωτικό stress), αλλά ο μηχανισμός επίδρασής του στους γαμέτες δεν είναι γνωστός (Loyd, Phillips και Carmichael 1997 στο [3]). Συγκέντρωση 110±20 μg/L ανέστειλε τη μεταμόρφωση του 50% των λαρβών του *Acropora millerora* [3]. Παρατηρήθηκε αναστολή της φωτοσύνθεσης σε φυτοπλαγκτονικούς οργανισμούς, σε συγκεντρώσεις χαλκού 6 και 15 μg/L [28]. Η τοξικότητα του χαλκού εξαρτάται από το pH, την αλατότητα, και τη παρουσία διαλυμένης οργανικής ύλης. Ο χαλκός σε διαφορετικό περιβάλλον, σχηματίζει διαφορετικά σύμπλοκα, με μικρότερη ή μεγαλύτερη τοξικότητα κατά περίπτωση. Για παράδειγμα, στο υδρόβιο μακρόφυτο *Hydrilla verticillata*, εμφανίστηκαν ενδείξεις τοξικού stress στη παρουσία χαλκού σε χαμηλό pH(4,5), ενώ σε υψηλό PH(9,5) η τοξικότητα εμφανίστηκε σημαντικά μειωμένη. Διαφορετικά είδη έχουν διαφορετική ευαισθησία στο χαλκό και μία γενική κατάταξη, με σειρά μειούμενης ευαισθησίας, είναι : μικροοργανισμοί > ασπόνδυλα > ψάρια > δίθυρα > μακρόφυτα [26]. Πολλά είδη φυκών όπως *Enteromorpha spp*, *Ectocarpus spp*, *Achnanthes spp*, εμφανίζουν σημαντική αντοχή στο χαλκό [1].

Πίνακας 2: παρουσιάζονται οι επιδράσεις του υποξειδίου του χαλκού σε διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών

| ΥΠΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ | | | | |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΑ |
| Καρκινοειδή | Balanus improvisus | 12-96 ώρες-LC50(ανάπτυξη) | 10 µg/L | Russ. J. Mar. Biol. 19(3):212-216 (1993) |
| Καρκινοειδή | Balanus improvisus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 20 µg/L | Russ. J. Mar. Biol. 19(3):212-216 (1993) |
| Καρκινοειδή | Balanus improvisus | 72 ώρες -LC50 (θνησιμότητα) | 140 µg/L | Russ. J. Mar. Biol. 19(3):212-216 (1993) |
| Καρκινοειδή | Balanus improvisus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 350 µg/L | Russ. J. Mar. Biol. 19(3):212-216 (1993) |
| Καρκινοειδή | Balanus improvisus | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 500 µg/L | Russ. J. Mar. Biol. 19(3):212-216 (1993) |
| Καρκινοειδή | Balanus improvisus | 12 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 700 µg/L | Russ. J. Mar. Biol. 19(3):212-216 (1993) |
| Φυτοπλαγκτόν-χλωροφύκη | Selenastrum capricornutum | 30 λεπτά-EC50 (φωτοσύνθεση) | Mean: 90/ Min: 80 Max:100 µg/L | In: W.Wang, J.W.Gorsuch, and W.R.Lower ... (1990) |
| Φυτοπλαγκτόν-χλωροφύκη | Selenastrum capricornutum | 4 ημέρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | Mean: 1300/ Min: 938 Max:1720 µg/L | In: W.Wang, J.W.Gorsuch, and W.R.Lower ... (1990) |
| Φυτοπλαγκτόν-χλωροφύκη | Selenastrum capricornutum | 4 ημέρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | Mean: 1600/ Min: 1490 Max:1820 µg/L | In: W.Wang, J.W.Gorsuch, and W.R.Lower ... (1990) |

| ΥΠΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ | | | | |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΑ |
| Φυτοπλαγκτόν-χλωροφύκη | Selenastrum capricornutum | 35 λεπτά-EC50 (φωτοσύνθεση) | Mean: 1900/ Min: 1660 Max:2170 µg/L | In: W.Wang, J.W.Gorsuch, and W.R.Lower ... (1990) |
| Φυτοπλαγκτόν-χλωροφύκη | Selenastrum capricornutum | 30 λεπτά-EC50 (φωτοσύνθεση) | >4500/ µg/L | In: W.Wang, J.W.Gorsuch, and W.R.Lower ... (1990) |
| Φυτοπλαγκτόν-χλωροφύκη | Plankton | 4 ώρες-φυσιολογικός χρωματισμός | 25-540 µg/L | Hydrobiol. J. 30(1):66-72; Gidrobiol. Zh... (1993) |
| Φυτοπλαγκτόν-χλωροφύκη | Selenastrum capricornutum | 4 ημέρες-EC50 (πληθυσμός) | Mean: 30/ Min: 21 Max:37 µg/L | In: W.Wang, J.W.Gorsuch, and W.R.Lower ... (1990) |
| Φυτοπλαγκτόν-χλωροφύκη | Selenastrum capricornutum | 4 ημέρες-EC50 (πληθυσμός) | Mean: 60/ Min: 55 Max:76 µg/L | In: W.Wang, J.W.Gorsuch, and W.R.Lower ... (1990) |
| Φυτοπλαγκτόν-χλωροφύκη | Selenastrum capricornutum | 4 ημέρες-EC50 (πληθυσμός) | Mean: 230/ Min: 139 Max:383 µg/L | In: W.Wang, J.W.Gorsuch, and W.R.Lower ... (1990) |

Πηγή: US EPA AQUIRE web site database, <http://www.epa.gov/ecotox/>

- ♦ Επιπτώσεις σε άλλους οργανισμούς : Κοπάδια προβάτων και βοοειδών, εμφανίστηκαν ευαίσθητα στο χαλκό. Ο χαλκός δεν θεωρείται τοξικός για τις μέλισσες. Οι αρνητικές επιδράσεις στους γαιοσκώληκες και κατ' επέκταση στη δομή του εδάφους, θεωρούνται ασήμαντες(υπό συνθήκες μέτριας χρήση σε καλλιέργεια) [22].

3.6 Τύχη στο περιβάλλον :

Ο χαλκός ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα σε συνδυασμό με αιωρούμενα υλικά. Κατακάθεται με τη βοήθεια της βαρύτητας με ξηρή εναπόθεση, υγρή εναπόθεση μέσω βροχής και ξεπλένεται στη θάλασσα.

Ο χαλκός είναι ένα αναγκαίο στοιχείο για την ομαλή ανάπτυξη όλων των φυτών και ζώων, και απαντάται ευρέως στο περιβάλλον.

- ♦ Αποικοδόμηση στο έδαφος: Η μεγαλύτερη απελευθέρωση χαλκού στο έδαφος, οφείλεται κυρίως σε διαδικασίες εξόρυξης, στη γεωργική του χρήση, και στα στερεά απόβλητα. Ο περισσότερος χαλκός που βρίσκεται στο έδαφος, είναι ισχυρά προσροφημένος και παραμένει στα πρώτα επιφανειακά εκατοστά του εδάφους. Απορροφάται από τα οργανικά υλικά, ανθρακικά άλατα, αργιλικά άλατα, ένυδρο σίδηρο και οξειδία του μαγνησίου. Το μεγαλύτερο ποσοστό απελευθέρωσης οφείλεται στα όξινα αμμώδη εδάφη. Στη ξηρά πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τη τύχη του χαλκού. Οι παράγοντες αυτοί είναι, η φυσική κατάσταση του εδάφους, το pH, η παρουσία οξειδίων, τα οργανικά υλικά και η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων.

Η βιοσυσσώρευση του χαλκού στους χερσαίους οργανισμούς, εξαρτάται από την βιολογική διαθεσιμότητα των διαφόρων ενώσεων του και από τους ίδιους τους οργανισμούς. Διαφορετικές ενώσεις του χαλκού εμφανίζουν διαφορετική τάση συσσώρευσης στα διάφορα είδη οργανισμών. Η συσσώρευση μπορεί να οδηγήσει σε εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις στο σώμα διαφόρων χερσαίων ζώων και φυτών, όταν αυτά αναπτύσσονται σε ρυπασμένα εδάφη. Μερικοί οργανισμοί έχουν την ικανότητα να ρυθμίζουν τη συγκέντρωση του χαλκού στο σώμα τους [23].

- ♦ Αποικοδόμηση στο νερό: Ο χαλκός ελευθερώνεται στο νερό ως αποτέλεσμα της φυσικής έκπλυσης του εδάφους, από εργοστασιακά απόβλητα και από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Επίσης χρησιμοποιείται ως βασικό βιοκτόνο στις antifouling βαφές. Στην Ολλανδία, υπολογίστηκε ότι απελευθερώνονται 25 tn χαλκού κάθε χρόνο από antifouling βαφές [23].

Διάφορες διαδικασίες επηρεάζουν τη τύχη του χαλκού στο υδάτινο περιβάλλον, όπως η δημιουργία συμπλόκων, η προσρόφηση από ένυδρα μεταλλικά οξειδία, άργιλο και οργανικά υλικά και η βιοσυσσώρευση.

Διάφορες χώρες έχουν θεσπίσει όρια ασφαλείας για την συγκέντρωση του χαλκού στη θάλασσα. Τα όρια αυτά αναφέρονται στο διαλυμένο χαλκό και όχι στις αδιάλυτες μορφές του. Στη Μ. Βρετανία το όριο αυτό είναι 5 $\mu\text{g/L}$, εκφρασμένο ως ετήσιος μέσος όρος της συγκέντρωσης του χαλκού, ενώ στις Η.Π.Α. και στη Δανία, το όριο αυτό είναι 2,9 $\mu\text{g/L}$. Η επιτροπή του Οσλο και του Παρισιού, θέσπισε όρια συγκέντρωσης χαλκού, 0,1-1 $\mu\text{g/L}$. Τα όρια αυτά είναι σαφώς μεγαλύτερα από τη μέση παγκόσμια συγκέντρωση του χαλκού στο θαλασσινό νερό, που έχει υπολογιστεί περίπου 0,15 $\mu\text{g/L}$ [26].

Η μέση συγκέντρωση χαλκού στη Βαλτική θάλασσα, βρέθηκε 0,5 $\mu\text{g/L}$ στην υδάτινη στήλη και 10-80 $\mu\text{g/L}$ στο ίζημα [23]. Στο ποταμό Όργουελ (Μ. Βρετανία) βρέθηκε συγκέντρωση χαλκού στο ίζημα 500-1000 mg/L , ενώ στην υδάτινη στήλη, 0,94-10,1 $\mu\text{g/L}$ [29]. Από τα στοιχεία αυτά εξάγεται το συμπέρασμα ότι υπάρχει σημαντική διάφορα μεταξύ των συγκεντρώσεων του χαλκού, στην υδάτινη στήλη και στα ιζήματα, τόσο στο γλυκό, όσο και στο θαλάσσιο νερό. Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο χαλκός θα έπρεπε να εμφανίζει πολλαπλάσιες τοξικές επιδράσεις στους οργανισμούς του ιζήματος και στους ιζηματοφάγους οργανισμούς. Η τοξικότητα όμως του χαλκού στο ίζημα δεν είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του, καθώς οι ενώσεις του χαλκού στο ίζημα είναι λιγότερο διαθέσιμες για τους οργανισμούς, από ότι στην υδάτινη στήλη. Αν και άγνωστος παραμένει ο βαθμός με τον οποίο ο χαλκός αντιδρά με την οργανική ύλη, υψηλά επίπεδα από αδιάλυτα οργανικά υλικά, αναμφίβολα μειώνουν τη βιοδιαθεσιμότητα του χαλκού, καθώς ενώνεται με αυτά. Η μείωση αυτή, της βιοδιαθεσιμότητας έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση των αρνητικών επιπτώσεων στους οργανισμούς.(Engel και άλλοι, Arpe και άλλοι, Gardner και Ravenscroft, 1991, στο [30]). Για παράδειγμα το 95% περίπου του αδιάλυτου χαλκού στη περιοχή Scheldt της Μ. Βρετανίας, βρέθηκε να ενώνεται με οργανικά υλικά.(Van Den Berg και άλλοι, στο [30]). Ο χαλκός που καταλήγει στο ίζημα πιθανόν να επανενεργοποιείται, σε μικρό βαθμό, από διάφορους ιζηματοφάγους οργανισμούς [23].

Το μονοξείδιο του χαλκού γενικά δεν αποικοδομείται γρήγορα στο θαλασσινό νερό. Κάτω από ανοξικές συνθήκες μπορεί να αναχθεί σε

υποξείδιο, Η βιολογική δραστηριότητα του υποξειδίου δεν είναι απόλυτα γνωστή. Στο ίζημα το υποξείδιο του χαλκού προσδένεται στην οργανική ύλη, αλλά η απορρόφησή του από μεταλλικές επιφάνειες είναι ποσοτικά πιο σημαντική. Σε ανοξικά και ισχυρά αναγωγικά ιζήματα σχηματίζονται σουλφίδια του χαλκού, τα οποία είναι πρακτικά αδιάλυτα. Οι ενώσεις αυτές δεν θεωρούνται βιολογικά διαθέσιμες [23].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4. ΕΝΙΣΧΥΤΙΚΕΣ ΒΙΟΚΤΟΝΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

4.1 Γενικά

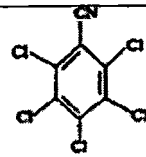
Μετά την απαγόρευση των antifouling βαφών με βάση το TBT, σε σκάφη μικρότερα από 25m (IMO MEPC-International Maritime Organisation, Marine Environmental Protection Committee), η βιομηχανία βαφών κλήθηκε να αναπτύξει βαφές με νέα σύνθεση, με στόχο εφάμιλλη προστασία από το fouling, αλλά μειωμένη αρνητική επίδραση στο περιβάλλον.

Το βασικό βιοκτόνο συστατικό σε αυτές τις βαφές είναι ο χαλκός. Ο χαλκός εισάγεται στη σύνθεση της βαφής υπό μορφή υποξειδίου του χαλκού, μονοξειδίου του χαλκού, θειοκυανιούχου χαλκού, θειούχου χαλκού ή ιόντων χαλκού και η απελευθέρωσή του από την επιφάνεια της βαφής, προσφέρει προστασία ενάντια στους περισσότερους fouling οργανισμούς όπως, δίθυρα, tube worms, και τη πλειοψηφία των προσκολλητικών οργανισμών. Διάφορα είδη αλγών όμως, π.χ. *Enteromorpha* spp, *Ectocarpus* spp, *Achnanthes* spp, εμφανίζονται ανθεκτικά στο χαλκό[26].

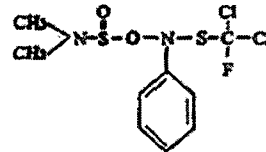
Με σκοπό την πλήρη προστασία από τους fouling οργανισμούς, διάφορες βιοκτόνες ουσίες, εισάγονται στη σύνθεση της βαφής μαζί με το χαλκό. Ως τέτοιες ουσίες έχουν χρησιμοποιηθεί τα : Irgarol 1051, Diuron, Maneb, Zineb, Ziram, Thiram, Dichlofluanid, Chlorothalonil, Zinc pyrithion, Kathon 5287, TCMTB, TCMS pyridine [26]. Οι ουσίες αυτές γενικά αναφέρονται ως "ενισχυτικά βιοκτόνα" (booster biocides).

Πίνακας 3 : Τα κυριότερα ενισχυτικά βιοκτόνα που χρησιμοποιούνται στις antifouling βαφές

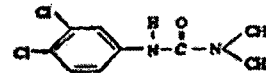
Chlorothalonil (2,4,5,6-tetrachloroisophthalonitrile)



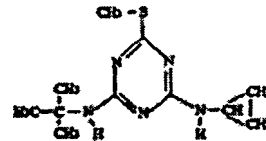
Dichlofuanid (N'-dimethyl-N-phenylsulphamide)



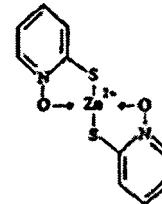
Diuron [3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea]



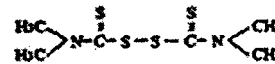
Irgarol 1051 (2-methylthio-4-t-butylamino-6-cyclopropylamino-s-triazine)



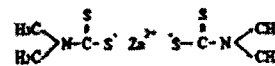
Zinc pyrithione (zinc complex of 2-mercaptopyridine-1-oxide)



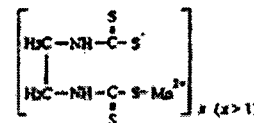
Thiram [bis(dimethylthiocarbamoyl)disulphide]



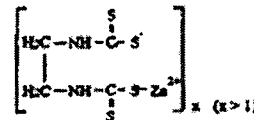
Ziram [zinc bis(dimethyl thiocarbamate)]



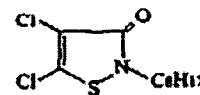
Maneb (manganese ethylene bisdithiocarbamate)



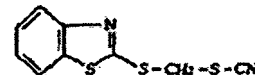
Zineb (zinc ethylene bisdithiocarbamate)



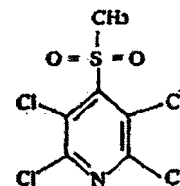
Kathon 5287 (4,5-dichloro-2-n-octyl-4-isothiazolin-3-one)



TCMTB [2-(thiocyanomethylthio)benzothiazole]



TCMS pyridine [2,3,5,6-tetrachloro-4-(methylsulphonyl)pyridine]



Πηγή : Voulvoulis και άλλοι "Alternative antifouling biocides", 1999 [26]

Ακόμα και στη περίπτωση των βαφών με βάση το TBT (για σκάφη μεγαλύτερα από 25 m), στη σύνθεση της βαφής , εισάγονται ενώσεις του χαλκού, αλλά και οργανικά βιοκτόνα για να βελτιστοποιήσουν την απόδοση της βαφής [26].

Όπως ήταν αναμενόμενο, με βάση τα παραπάνω, έρευνες αποκάλυψαν σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του χαλκού και εμφάνιση συγκεντρώσεων ενισχυτικών βιοκτόνων σε παράκτιες περιοχές.

Τα περισσότερα ενισχυτικά βιοκτόνα που προτείνονται ως εναλλακτικά του TBT χρησιμοποιούνται ευρέως στη γεωργία και έτσι μέρος των ποσοτήτων που ανιχνεύτηκαν, μπορεί να αποδοθεί στη γεωργική εφαρμογή των ουσιών αυτών.

Πίνακας 4 : Ενισχυτικά βιοκτόνα και άλλες εφαρμογές τους

| ΧΗΜΙΚΗ ΟΥΣΙΑ | ΆΛΛΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ |
|---------------------|--|
| Chlorothalonil | γεωργικό μυκητοκτόνο, βαφές, κόλλες |
| Dichlofluanid | γεωργικό μυκητοκτόνο |
| Diuron | γεωργικό ζιζανιοκτόνο |
| Irgarol 1051 | γεωργικό ζιζανιοκτόνο |
| Kathon 5287 | καμία άλλη χρήση |
| Maneb | γεωργικό μυκητοκτόνο σε φρούτα και λαχανικά |
| TCMS-Pyridine | καμία άλλη χρήση |
| TCMTB | γεωργικό μυκητοκτόνο, συντηρητικό ξύλου, επεξεργασία δέρματος |
| Thiram | γεωργικό μυκητοκτόνο, για θεραπεία σπόρων και φύλλων |
| Zinc-pyriithione | γεωργικό μυκητοκτόνο-βακτηριοκτόνο σε σαμπουάν (σε συγκέντρωση 1% περίπου) |
| Zineb | γεωργικό μυκητοκτόνο σε φρούτα και λαχανικά |
| Ziram | γεωργικό μυκητοκτόνο σε φρούτα και λαχανικά |

Πηγή : Voulvoulis και άλλοι "Alternative antifouling biocides", 1999 [26]

Το γεγονός όμως, ότι οι συγκεντρώσεις έφταναν συχνά σε μέγιστη τιμή σε περιοχές με υψηλή ναυτιλιακή δραστηριότητα, μαρτυρά ότι η χρήση

τους ως antifouling βιοκτόνων, μπορεί να είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την παρουσία τους στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Πολλοί ερευνητές διεξάγουν έρευνες πάνω στις επιπτώσεις που μπορεί να έχουν οι ουσίες αυτές στις θαλάσσιες βιοκοινωνίες, ώστε να διαπιστωθεί αν η αντικατάσταση του TBT με άλλα βιοκτόνα θα επιτύχει μείωση της ρύπανσης ή θα προκαλέσει νέες οικολογικές ανισορροπίες.

Τα ερευνητικά στοιχεία που στηρίζουν τη δεύτερη εκδοχή, πληθαίνουν με το χρόνο, ενώ ήδη, οι υπάρχουσες νομοθεσίες σε πολλά κράτη αλλά και σε διακρατικό επίπεδο, ορίζουν ότι όλα τα βιοκτόνα που εισάγονται στη θάλασσα, θα πρέπει να ελέγχονται με βάση τοξικολογικά, οικοτοξικολογικά, και οικολογικά κριτήρια όπως:

1. Να παρουσιάζουν χαμηλή οξεία τοξικότητα σε οργανισμούς μη-στόχους.
2. Να έχουν μικρή επιμονή στο υδάτινο περιβάλλον (να έχουν μικρό χρόνο ημιζωής).
3. Να έχουν μικρή βιοδιαθεσιμότητα στη στήλη νερού και στο ίζημα.
4. Να παρουσιάζουν μικρή βιοσυσσώρευση (μικρό BCF).
5. Οι μεταβολίτες και γενικά τα προϊόντα αποικοδόμησής τους να έχουν μικρότερη τοξικότητα.
6. Να προσφέρουν αποδοτική antifouling προστασία, εφάμιλλη των TBT-συστημάτων (Δηλαδή, να έχουν ευρεία βιοκτόνο δράση).

Παραμένουν λίγα τα διαθέσιμα στοιχεία για την δράση αυτών των ουσιών στους θαλάσσιους οργανισμούς και τη τύχη τους στη στήλη του νερού και στα ιζήματα, πόσο μάλλον για τη χρόνια τοξικότητά τους κατά την μακροχρόνια παραμονή τους σε μικρές αλλά υπολογίσιμες συγκεντρώσεις.

4.2 Εμφάνιση στο υδάτινο περιβάλλον.

Τα χημικά αυτά εμφανίστηκαν σχετικά πρόσφατα στο θαλάσσιο περιβάλλον και έτσι τεχνικές για την ποσοτική και ποιοτική ανίχνευσή τους στη στήλη του νερού και στο ίζημα έπρεπε να αναπτυχθούν. Οι τεχνικές αυτές είναι συχνά πολύπλοκες και δαπανηρές [31].

Σε έρευνα που δημοσιεύτηκε το 2000 για την παρακολούθηση 9 εγκεκριμένων ενισχυτικών βιοκτόνων στις ακτές της Μ. Βρετανίας εκτός από

υψηλές συγκεντρώσεις χαλκού (0,94-10,1 $\mu\text{g/L}$) παρατηρήθηκαν ανησυχητικά υψηλές συγκεντρώσεις του Diuron (μέχρι 880 ng/L) και Irgarol 1051 (μέχρι 235 ng/L) που έφταναν στη μέγιστη τιμή τους σε κλειστές μαρίνες και λιμάνια [29]. Οι υψηλές συγκεντρώσεις ψευδαργύρου που ανιχνεύτηκαν, στην ίδια μελέτη, θεωρήθηκε ότι πηγάζουν κατά κύριο λόγο, από τα ανώδια (που χρησιμοποιούνται στα μεταλλικά μέρη του σκάφους που έρχονται σε επαφή με το νερό για την αποφυγή της ηλεκτρόλυσής τους) και όχι από τη χρήση βιοκτόνων που περιέχουν ψευδάργυρο (όπως Zinc pyrithion, Ziram, Zineb κ.α.) σε antifouling βαφές [29].

Το Irgarol 1051 βρέθηκε σε σχετικά υψηλή συγκέντρωση σε έρευνες : στο Plymouth Sound (M. B.) μέχρι 127 ng/L (Scarlett και άλλοι, 1997 στο [26], στο Cote d'Azur της Γαλλίας, μέχρι 640 ng/L (Tolosa και άλλοι, 1996 στο [26]), στη Γροιλανδία (Scarlett και άλλοι, 1999 στο [5]), στη Δανία (CONSSO-Committee of North Sea Senior Officials, 1998 στο [5]). Το Irgarol έχει ανιχνευτεί σε όλα τα δείγματα νερού στο Seto Inland Sea της Ιαπωνίας, σε συγκεντρώσεις από 54,7 μέχρι 296 ng/L [32]. Οι antifouling βαφές θεωρούνται η πιθανότερη αιτία εμφάνισης αυτών των συγκεντρώσεων, μιας και τα μεγαλύτερα επίπεδα βρέθηκαν κοντά σε σημεία με έντονη ναυτιλία, όπως λιμάνια, μαρίνες και ναυπηγεία. Οι συγκεντρώσεις αυτές είναι πιθανόν να προκαλέσουν ζημιά σε βιοκοινωνίες μικροφυκών (Dahl και Blank, 1996 στο [5]), μακροφυκών και κοραλλιών, ενώ πιθανόν να επηρεαστούν έμμεσα και κάποια φυτοφάγα θηλαστικά όπως είδη φαλαινών (Scarlett και άλλοι, 1999 στο [5]).

Το Diuron βρέθηκε σε υψηλές συγκεντρώσεις σε διάφορες μαρίνες της Δανίας (CONSSO, 1998 στο [5]), σε μία μαρίνα της Νότιας Βρετανίας αλλά και σε δείγματα νερού από αποστραγγιστικά κανάλια και αντλιοστάσια κοντά στη Θεσσαλονίκη, όπου η παρουσία του αποδόθηκε στην εκτεταμένη γεωργική του χρήση [26]. Η εμφάνισή του στα ιζήματα αποδόθηκε στην ύπαρξη τεμαχιδίων που προέκυψαν κατά την αφαίρεση της παλιάς βαφής για την εφαρμογή της νέας, με τη μέθοδο της αμμοβολής [5].

Μια έρευνα διάρκειας 3 μηνών, διεξήχθη στη Conwy Marina της Βόρειας Ουαλίας το 1999, με σκοπό να καταγράφουν οι συγκεντρώσεις του Irgarol 1051. Η συγκέντρωση του Irgarol κυμάνθηκε από 7 έως 543 ng/L , σε

παρόμοια δηλαδή επίπεδα με αυτά που μετρήθηκαν σε άλλες μαρίνες και παράκτια νερά στην Αγγλία αλλά, χαμηλότερα από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις στο Cote d'Azur της Γαλλίας [33]. Η συγκέντρωση του Irgarol δεν φάνηκε να επηρεάζεται από την αλατότητα, το PH, ή τη θερμοκρασία, αλλά βρέθηκε ότι σχετίζεται με την ένταση της ναυτιλιακής δραστηριότητας. Είναι δυνατό, συγκεντρώσεις, όπως οι μετρηθείσες να αναστέλλουν σημαντικά τη φωτοσύνθεση [33].

4.3 Βιοδιάσπαση

Η Διάσπαση των ενισχυτικών βιοκτόνων, και άρα η μικρή ή μεγάλη επιμονή τους, στο υδάτινο περιβάλλον, επηρεάζεται από τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες, τη συγκέντρωσή τους, αλλά και άλλους παράγοντες που αφορούν τις ειδικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε οικοσύστημα, όπως η φύση, η πυκνότητα και η σύνθεση των μικροβιακών πληθυσμών, η συγκέντρωση αιωρούμενων και διαλυμένων υλικών, η θερμοκρασία, το PH και άλλα.

Μια μελέτη για τη βιοδιάσπαση στο θαλασσινό νερό, των Irgarol 1051, Diuron, Kathon 5287 και Chlothalonil, έδειξε ότι αβιοτικές οδοί δεν έχουν πρωτεύουσα σημασία στη διάσπαση αυτών ενώσεων, αν και η φωτόλυση τους στα ανώτερα στρώματα μπορεί να θεωρηθεί σημαντική [5]. Το Kathon 5287 εμφανίστηκε, εύκολα διασπάσιμο με χρόνο ημιζωής 8,5 ημέρες, ενώ η διάσπαση του Chlorothalonil, έγινε αισθητή μετά από 4 εβδομάδες. Τα Irgarol 1051 και Diuron, τέλος, δεν παρουσίασαν βιοδιάσπαση, κατά τη διάρκεια του πειράματος (8 εβδομάδες) [26].

Έχει αποδειχθεί ότι η βιολογική και χημική διάσπαση του Irgarol καθώς και η φωτόλυση του έχουν σαν αποτέλεσμα το σχηματισμό ενός σταθερού προϊόντος γνωστού ως "M1" (Liu και άλλοι 1997 και 1999, στο [32]). Το "M1" ανιχνεύτηκε στο 78% των δειγμάτων στο Setto Inland Sea, σε συγκεντρώσεις 20,3-1870 ng/L, πολύ μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του Irgarol (54,7 - 296 ng/L) που ανιχνεύτηκε στο 100% των δειγμάτων [32].

Στα θαλάσσια ιζήματα, ο χρόνος ζωής του Irgarol, έχει υπολογιστεί σε 100 ημέρες. Η τιμή BCF για τη συσσώρευση του Irgarol στα ψάρια έχει

υπολογιστεί 200 περίπου. Η αντίστοιχη τιμή για το Kathon είναι μεγαλύτερη από 100 [23].

Αν και ο χρόνος ζωής του Zinc pyrithion, σε συνθήκες ύπαρξης υπεριώδους ακτινοβολίας, είναι λιγότερο από μια ώρα (Neihof και άλλοι, 1979, στο [5]) εντούτοις συσσωρεύεται στο ίζημα όπου η υπεριώδης ακτινοβολία είναι ανύπαρκτη (Galvin και άλλοι, 1998, Thomas και άλλοι στο [5]) και σχηματίζει σταθερά σύμπλοκα με μαγνήσιο ή χαλκό (όπου η συγκέντρωση του χαλκού είναι αρκετά υψηλή).

4.4 Γενικά στοιχεία για τα ενισχυτικά βιοκτόνα-Τοξικότητα

Το Irgarol 1051 (2methylthio-4-tert-butylamino-6-cyclopropylomino-s-triazine) είναι πολύ αποτελεσματικό απέναντι στα φύκη του γλυκού και θαλασσινού νερού. Ανήκει στην ομάδα των συμμετρικών s-τριαζινών, ενώσεις που δρουν ως αναστολείς της φωτοσύνθεσης, καθώς επιδρά στη D1 πρωτεΐνη του φωτοσυστήματος II, διακόπτοντας την δέσμευση ηλεκτρονίων κατά τη διάρκεια της φωτοσυνθετικής διαδικασίας, στους χλωροπλάστες [34]. Είναι ένας νεοεμφανιζόμενος παράγοντας που χρησιμοποιείται ως πρόσθετο ενισχυτικό βιοκτόνο στις antifouling βαφές με βάση το χαλκό.

Έχει βρεθεί ότι το Irgarol σε συγκέντρωση 0,81 μg/L, έχει οξεία (σε ώρες) επίδραση στη φωτοσυνθετική ικανότητα των περιφύτων. Ενώ χρόνια (εβδομάδες) παραμονή του σε συγκεντρώσεις 0,25 μg/L, προκαλεί σημαντικές αλλαγές στη σύνθεση των θαλάσσιων βιοκοινωνιών (Dahl και Blanck στο [33]).

Το Diuron είναι ένα από τα βασικά ζιζανιοκτόνα με βάση την ουρία. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στη γεωργία από το 1950, ενώ η δράση του ως φυτοκτόνου, οφείλεται στην αναστολή της φωτοσύνθεσης [26].

Το Kathon 5287 είναι ένα αποτελεσματικό βιοκτόνο, ευρέου φάσματος. Ανήκει στην ομάδα των ισοθειαζολών [26].

Το Dichlofluanid είναι σχετικά αδιάλυτο στο νερό και υπάρχουν ενδείξεις ότι μπορεί να βιοσυσσωρευτεί [5].

Τα Dichlofluanid και Chlorothalonil είναι μυκητοκτόνα με ευρεία γεωργική χρήση και δρουν σε μεγάλο αριθμό οργανισμών. Το Chlorothalonil είναι

υψηλά τοξικό στα ψάρια και στα υδρόβια ασπόνδυλα, αλλά δεν παρουσιάζει τοξικότητα στα φυτά (Ernst και άλλοι, 1991, Caux και άλλοι, 1996 στο [34])

Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν την τοξικότητα των κυριότερων ενισχυτικών βιοκτόνων σε διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών

Πίνακας 5 : παρουσιάζονται οι επιδράσεις του Irgarol 1051 σε διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών

| IRGAROL 1051 | | | | |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Καρκινοειδή- Opossum shrimp | Americamysis bahia | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:0.4 Min:0.34 Max:0.47 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Καρκινοειδή- Opossum shrimp | Americamysis bahia | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:1.5 Min:1.3 Max:1.7 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Καρκινοειδή- Opossum shrimp | Americamysis bahia | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:13 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Καρκινοειδή- Opossum shrimp | Americamysis bahia | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:6 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Κυανοφύκη- Blue-green algae | Anabaena flosaquae | 5 ημέρες-EC50 | Mean:1.9 Min:1.5 Max:2.5 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |

| IRGAROL 1051 | | | | |
|--|--------------------------|-------------------------------|--|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Χλωροφύκη- Green algae | Chlorococccum | 5 ημέρες-EC50 | Mean:0.42 Min:0.41 Max:0.44 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Μαλάκια- American or virginia oyster | Crassostrea virginica | 48 ώρες-EC50 | Mean:3.2 Min:2.6 Max:4.3 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια- Sheepshead minnow | Cyprinodon variegatus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:3.5 Min:3.1 Max:3.8 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια- Sheepshead minnow | Cyprinodon variegatus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:11 Min:8.6 Max:13 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια- Sheepshead minnow | Cyprinodon variegatus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:13 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια- Sheepshead minnow | Cyprinodon variegatus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:4.6 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ζωοπλαγκτόν- Water flea | Daphnia magna | 48 ώρες-EC50 | Mean:5.3 Min:4.2 Max:6.9 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |

| IRGAROL 1051 | | | | |
|---|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ζωοπλαγκτόν- Water flea | Daphnia magna | 24 ώρες-EC50 | Mean:66 Min:49 Max:142 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Inflated duckweed | Lemna gibba | 14 ημέρες-EC50 | Mean:1.6 Min:1.4 Max:1.9 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια-Bluegill | Lepomis macrochirus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:2.6 Min:2.1 Max:3.5 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Inland silverside | Menidia beryllina | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:1.58 Min:1.2 Max:2 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Διάτομα-Diatom | Navicula pelliculosa | 5 ημέρες-EC50 | Mean:0.1 Min:0.07 Max:0.16 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια-Rainbow trout,donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:0.75 Min:0.5 Max:1.2 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια-Rainbow trout,donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:0.84 Min:0.49 Max:1.7 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |

| IRGAROL 1051 | | | | |
|---------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Χλωροφύκη- Green algae | Scenedesmus subspicatus | 72 ώρες-EC50 | Mean:2.4 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Χλωροφύκη- Green algae | Selenastrum capricornutum | 72 ώρες-EC50 | Mean:1.47 Min:1.2 Max:1.7 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Χλωροφύκη- Green algae | Selenastrum capricornutum | 5 ημέρες-EC50 | Mean:1.3 Min:0.97 Max:1.6 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Διάτομα-Diatom | Skeletonema costatum | 5 ημέρες-EC50 | Mean:0.45 Min:0.4 Max:0.5 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Διάτομα-Diatom | Skeletonema costatum | 5 ημέρες-EC50 | Mean:21 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |

Πηγή: US EPA AQUIRE web site database, <http://www.epa.gov/ecotox/>

Πίνακας 6: παρουσιάζονται οι επιδράσεις του Diuron σε διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών

| DIURON | | | | |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | Thalassiosira guillardii | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 39 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | Rhaeodactylum tricornutum | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 50 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |

| DIURON | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Navicula incerta</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 93 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Thalassiosira weissflogii</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 95 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Nitzschia</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 169 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Dunaliella tertiolecta</i> | 0.25 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 1.00 µM | Ecotoxicol. Environ. Saf. 16(3):272-278(1988) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Scenedesmus quadricauda</i> | 8 ημέρες (φωτοσύνθεση) | 100 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 6(1):1-8(1971) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Scenedesmus subspicatus</i> | 24 ώρες-NOEC (φωτοσύνθεση) | 4 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 27(1):64-81(1994) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Dunaliella tertiolecta</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 10 µg/L | Hyacinth Control J. 10:45-48 (Author Com...(1972) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Dunaliella tertiolecta</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 10 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorella</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 19 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorococcum</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 20 µg/L | Hyacinth Control J. 10:45-48 (Author Com...(1972) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorococcum</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 20 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Neochloris</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 28 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlamydomonas</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 37 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Scenedesmus quadricauda</i> | 2 ημέρες- (φωτοσύνθεση) | 100 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 6(1):1-8(1971) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Scenedesmus quadricauda</i> | 4 ημέρες- (φωτοσύνθεση) | 100 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 6(1):1-8(1971) |

| DIURON | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Scenedesmus quadricauda</i> | 6 ημέρες- (φωτοσύνθεση) | 100 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 6(1):1-8(1971) |
| Φυτοπλαγκτόν (πράσινα μαστιγοφόρα) | <i>Platymonas</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 17 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |
| Φυτοπλαγκτόν | <i>Isochrysis galbana</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 10 µg/L | Hyacinth Control J. 10:45-48 (Author Com...(1972) |
| Φυτοπλαγκτόν | <i>Isochrysis galbana</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 10 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |
| Φυτοπλαγκτόν (ροδοφύκη) | <i>Porphyra yezoensis</i> | 3 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 9 - 14 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(4-5):207-214(1986) |
| Φυτοπλαγκτόν (ροδοφύκη) | <i>Porphyridium cruentum</i> | 1.5 ώρες-EC50 (φωτοσύνθεση) | 24 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 9(5):291...(1973) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Gloeotaenium loitlesbergerianu</i> | 37 ώρες- (γενική φυσιολογία) | 2300*/ µg/L | Ann. Bot. 47(4):451-459(1981) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Gloeotaenium loitlesbergerianu</i> | 96 ώρες- (γενική φυσιολογία) | 2300*/ µg/L | Ann. Bot. 47(4):451-459(1981) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Gloeotaenium loitlesbergerianu</i> | 37 ώρες- (γενική φυσιολογία) | 23000*/ µg/L | Ann. Bot. 47(4):451-459(1981) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Gloeotaenium loitlesbergerianu</i> | 96 ώρες- (γενική φυσιολογία) | 23000*/ µg/L | Ann. Bot. 47(4):451-459(1981) |
| Φυτοπλαγκτόν | <i>Nitella flexilis</i> | 0 - 240 ώρες (αναπνοή) | 1E-5 M | Pestic. Biochem. Physiol. 22(3):346-348(1984) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Microcystis aeruginosa</i> | 12 ημέρες- (πληθυσμός) | 10 - 50 µg/L | J. Basic Microbiol. 34(3):197-204(1994) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Microcystis aeruginosa</i> | 12 ημέρες- (πληθυσμός) | 10 - 50 µg/L | J. Basic Microbiol. 34(3):197-204(1994) |
| Φυτοπλαγκτόν | Algae | 21 - 28 ημέρες- EC50 (πληθυσμός) | 1.6 - 1000 nM | Aquat. Toxicol. 22(2):129-144(1992) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Anabaena variabilis</i> | 14 ημέρες-LC50 (πληθυσμός) | 5.8 µg/L | Acta Hydrobiol. 23(2):155-172(1981) |

| DIURON | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Spirulina platensis</i> | 14 ημέρες-LC50 (πληθυσμός) | 8.5 µg/L | Acta Hydrobiol. 23(2):155-172(1981) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Oscillatoria</i> | 14 ημέρες-LC50 (πληθυσμός) | 40 µg/L | Acta Hydrobiol. 23(2):155-172(1981) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Nitzschia</i> | 48 ώρες- (πληθυσμός) | 50/ µg/L | In: M.F.Thompson, R.Nagabhushana m, R.Sa...(1994) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorococcum</i> | 14 ημέρες-LC50 (πληθυσμός) | 5 µg/L | Acta Hydrobiol. 23(2):155-172(1981) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | 14 ημέρες-LC50 (πληθυσμός) | 30 µg/L | Acta Hydrobiol. 23(2):155-172(1981) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Scenedesmus acutus</i> | 14 ημέρες-LC50 (πληθυσμός) | 50 µg/L | Acta Hydrobiol. 23(2):155-172(1981) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Scenedesmus quadricauda</i> | 14 ημέρες-LC50 (πληθυσμός) | 50 µg/L | Acta Hydrobiol. 23(2):155-172(1981) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Stichococcus</i> | 14 ημέρες-LC50 (πληθυσμός) | 1500 µg/L | Acta Hydrobiol. 23(2):155-172(1981) |
| Φυτοπλαγκτόν | Algae | 27 ημέρες-EC50 (πληθυσμός) | 60 nM | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 22(4):41...(1992) |
| Φυτοπλαγκτόν | Algae | 21 - 28 ημέρες-EC50 (πληθυσμός) | 1.6 - 1000 nM | Aquat. Toxicol. 22(2):129-144(1992) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Anabaena</i> | 15 ημέρες- (πληθυσμός) | >200 kg/h | Curr. Sci. 40(6):143-144(1971) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Nostoc</i> | 15 ημέρες- (πληθυσμός) | >1000 kg/h | Curr. Sci. 40(6):143-144(1971) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Aulosira fertilissima</i> | 15 ημέρες- (πληθυσμός) | <2 kg/h | Curr. Sci. 40(6):143-144(1971) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Tolypothrix tenuis</i> | 15 ημέρες- (πληθυσμός) | <2 kg/h | Curr. Sci. 40(6):143-144(1971) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Anacystis nidulans</i> | 15 ημέρες- (πληθυσμός) | 200 kg/h | Curr. Sci. 40(6):143-144(1971) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Phaeodactylum tricornutum</i> | 10 ημέρες- (πληθυσμός) | 0.4 µg/L | Appl. Microbiol. 10:532-537(1962) |

| DIURON | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Rhaeodactylum tricornutum</i> | 10 ημέρες-(πληθυσμός) | 10 µg/L | Hyacinth Control J. 10:45-48 (Author Com...(1972) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorella</i> | 10 ημέρες-(πληθυσμός) | 0.02/ µg/L | Appl. Microbiol. 10:532-537(1962) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Phytoconis</i> | 10 ημέρες-(πληθυσμός) | 0.4 µg/L | Appl. Microbiol. 10:532-537(1962) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Dunaliella euchlora</i> | 10 ημέρες-(πληθυσμός) | 0.4 µg/L | Appl. Microbiol. 10:532-537(1962) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorella</i> | 10 ημέρες-(πληθυσμός) | 4 µg/L | Appl. Microbiol. 10:532-537(1962) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorococcum</i> | 10 ημέρες-(πληθυσμός) | 10 µg/L | Hyacinth Control J. 10:45-48 (Author Com...(1972) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorococcum</i> | 10 ημέρες-(πληθυσμός) | 10 µg/L | Weed Sci. 19(5):568-570(1971) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorococcum</i> | 10 ημέρες-(πληθυσμός) | 10 µg/L | Weed Sci. 19(5):568-570(1971) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorococcum</i> | 10 ημέρες-(πληθυσμός) | 10 µg/L | Weed Sci. 19(5):568-570(1971) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorococcum</i> | 10 ημέρες-(πληθυσμός) | 10 µg/L | Weed Sci. 19(5):568-570(1971) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Dunaliella tertiolecta</i> | 10 ημέρες-(πληθυσμός) | 20 µg/L | Hyacinth Control J. 10:45-48 (Author Com...(1972) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Scenedesmus subspicatus</i> | 24 ώρες-NOEC (πληθυσμός) | 7 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 27(1):64-81(1994) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Scenedesmus subspicatus</i> | 72 ώρες-NOEC (πληθυσμός) | 10 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 27(1):64-81(1994) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Scenedesmus subspicatus</i> | 72 ώρες-EC50 (πληθυσμός) | 36 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 27(1):64-81(1994) |
| Φυτοπλαγκτόν | <i>Isochrysis galbana</i> | 10 ημέρες-(πληθυσμός) | 10 µg/L | Hyacinth Control J. 10:45-48 (Author Com...(1972) |

| DIURON | | | | |
|----------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ζωοπλαγκτόν | Scapholeberis mucronata | 30 - 50 ημέρες- (ανάπτυξη) | 50 - 250 µg/L | Hydrobiol J. 6(6):85-89; Gidrobiol Zh. ... (1972) |
| Ζωοπλαγκτόν | Moina macrocopa | 30 - 50 ημέρες- (ανάπτυξη) | 50 - 250 µg/L | Hydrobiol J. 6(6):85-89; Gidrobiol Zh. ... (1972) |
| Ζωοπλαγκτόν | Ceriodaphnia quadrangula | 30 - 50 ημέρες- (ανάπτυξη) | 50 - 250 µg/L | Hydrobiol J. 6(6):85-89; Gidrobiol Zh. ... (1972) |
| Ζωοπλαγκτόν | Daphnia magna | 30 - 50 ημέρες- (ανάπτυξη) | 50 - 250 µg/L | Hydrobiol J. 6(6):85-89; Gidrobiol Zh. ... (1972) |
| Ζωοπλαγκτόν | Daphnia pulex | 48 ώρες-EC50 (ακινητοποίηση) | Mean: 1400 Min: 1000 Max:1900 µg/L | Resour. Publ. 137, Fish Wildl. Serv., U.... (1980) |
| Ζωοπλαγκτόν | Daphnia pulex | 48 ώρες-EC50 (ακινητοποίηση) | Mean: 1400 Min: 1000 Max:1900 µg/L | Trans. Am. Fish. Soc. 95(2):165-169 (Aut... (1966) |
| Ζωοπλαγκτόν | Simoccephalus serrulatus | 48 ώρες-EC50 (ακινητοποίηση) | Mean: 2000 Min: 1400 Max:2800 µg/L | Resour. Publ. 137, Fish Wildl. Serv., U.... (1980) |
| Ζωοπλαγκτόν | Simoccephalus serrulatus | 48 ώρες-EC50 (ακινητοποίηση) | Mean: 2000 Min: 1400 Max:2800 µg/L | Trans. Am. Fish. Soc. 95(2):165-169 (Aut... (1966) |
| Ζωοπλαγκτόν | Daphnia magna | 26 ώρες-EC50 (ακινητοποίηση) | Mean: 47000 Min: 41600 Max:53100 µg/L | Science 154:289-290 (1966) |
| Ζωοπλαγκτόν | Gammarus fasciatus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 160 Min: 130 Max:190 µg/L | Resour. Publ. 137, Fish Wildl. Serv., U.... (1980) |

Πηγή: US EPA AQUIRE web site database, <http://www.epa.gov/ecotox/>

Πίνακας 6: παρουσιάζονται οι επιδράσεις του Dichlofluanid σε διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών

| DICHLOFLUANID | | | | |
|--------------------------|-----------------|----------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Καρκινοειδή-brown shrimp | Penaeus aztecus | 48 ώρες-EC50 (συμπεριφορά) | 1000 µg/L | In: Pesticide-Wildlife Studies, 1963. U... (1964) |
| Καρκινοειδή-brown shrimp | Penaeus aztecus | 24 ώρες- (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | In: Pesticide-Wildlife Studies, 1963. U... (1964) |

| DICHLOFUANID | | | | |
|--|--------------------------|----------------------------|-------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια-Κυπρινοειδή | Cyprinus carpio | 6 ημέρες-(θνησιμότητα) | 50 µg/L | Bull. Vet. Inst. Pulawy 23(3-4):124-130(1979) |
| Ψάρια-Κυπρινοειδή | Cyprinus carpio | 6 ημέρες-(θνησιμότητα) | 500 µg/L | Bull. Vet. Inst. Pulawy 23(3-4):124-130(1979) |
| Ψάρια-Spot | Leiostomus xanthurus | 24 ώρες-EC50 (θνησιμότητα) | 32 µg/L | In: Effects of Pesticides on Fish and W...(1965) |
| Ψάρια-Spot | Leiostomus xanthurus | 40 ώρες-EC50 (θνησιμότητα) | 32 µg/L | In: Effects of Pesticides on Fish and W...(1965) |
| Μαλάκια | Crassostrea virginica | 96 ώρες-EC50 (ανάπτυξη) | 59 µg/L | In: Pesticide-Wildlife Studies, 1963. U...(1964) |
| Μαλάκια, European physa, bladder snail | Physella acuta | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 7000 µg/L | Bull. Agric. Chem. Insp. Stn. 12:86-92 (...)(1972) |
| Μαλάκια, Marsh snail | Semisulcospira libertina | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 4800 µg/L | Bull. Agric. Chem. Insp. Stn. 12:86-92 (...)(1972) |
| Μαλάκια, Mud snail | Cipangopaludina malleata | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 8200 µg/L | Bull. Agric. Chem. Insp. Stn. 12:86-92 (...)(1972) |
| Μαλάκια-Snail | Indoplanorbis exustus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 7000 µg/L | Bull. Agric. Chem. Insp. Stn. 12:86-92 (...)(1972) |

Πηγή: US EPA AQUIRE web site database, <http://www.epa.gov/ecotox/>

Πίνακας 7: παρουσιάζονται οι επιδράσεις του Zinc pyriithion σε διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών

| ZINC PYRITHION | | | | |
|----------------------|--------------------------|----------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια | Oncorhynchus tshawytscha | 24 ώρες-(θνησιμότητα) | 10000/ µg/L | Univ. of Idaho Forest, Wildl. Range Exp....(1969) |

| ΖΙΝC ΠΥΡΙΘΙΟΝ | | | | |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια | Oncorhynchus kisutch | 24 ώρες- (θνησιμότητα) | 10000/ µg/L | Univ. of Idaho Forest, Wildl. Range Exp....(1969) |
| Ψάρια | Ptychocheilus oregonensis | 24 ώρες- (θνησιμότητα) | 10000/ µg/L | Univ. of Idaho Forest, Wildl. Range Exp....(1969) |

Πηγή: US EPA AQUIRE web site database, <http://www.epa.gov/ecotox/>

Πίνακας 8: παρουσιάζονται οι επιδράσεις του Ziram σε διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών

| ZIRAM | | | | |
|----------------------|---------------------|---|-------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Αμφίβια | Bufo bufo japonicus | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 210 µg/L | The Aquiculture /Suisan Zoshoku 23(2):88...(1975) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 6 - 9 ώρες-BCF (βιοσυσσώρευση) | 97 µg/L | Toxicology 42(1):33-46(1986) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 9 ώρες-BCF (βιοσυσσώρευση) | 138 µg/L | Toxicology 42(1):33-46(1986) |
| Ψάρια | Tilapia mossambica | 5 - 15 ημέρες- (αιματολογική παράμετρος) | 0.008/ ml/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 56(5):79...(1996) |
| Ψάρια | Tilapia mossambica | 3 - 12 ώρες- (αιματολογική παράμετρος) | 0.042/ ml/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 56(5):79...(1996) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LOEC (ανάπτυξη) | 1.8 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145(1986) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LOEC (ανάπτυξη) | 1.8 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145(1986) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LOEC (ανάπτυξη) | 1.8 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145(1986) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 30 ημέρες- (ιστολογικές αλλαγές) | 5 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2-3):147-159 (Used Ref...(1986) |
| Ψάρια | Ictalurus punctatus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 500 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |

| ZIRAM | | | | |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια | <i>Ictalurus punctatus</i> | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 580 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | <i>Ictalurus punctatus</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 730 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | <i>Ictalurus punctatus</i> | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | <i>Ictalurus punctatus</i> | 14 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 1100 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | <i>Ictalurus punctatus</i> | 1 ώρα-LC50 (θνησιμότητα) | >2000 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | <i>Ictalurus punctatus</i> | 2 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | >2000 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | <i>Ictalurus punctatus</i> | 4 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | >2000 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | <i>Cyprinus carpio</i> | 70 ώρες- (θνησιμότητα) | 90 - 102 mg/k | U.S. Fish. Wildl. Serv., Sp. Sci. Rep.-F...(1963) |
| Ψάρια | <i>Cyprinus carpio</i> | 69 ώρες- (θνησιμότητα) | 48 - 98 mg/k | U.S. Fish. Wildl. Serv., Sp. Sci. Rep.-F...(1963) |
| Ψάρια | <i>Cyprinus carpio</i> | 48 ώρες-LD50 (θνησιμότητα) | >10 mg/f | Sci. Pest Control /Botyu-Kagaku 34(2):63...(1969) |
| Ψάρια | <i>Cyprinus carpio</i> | 48 ώρες-LD50 (θνησιμότητα) | >0.1 mg/f | Sci. Pest Control /Botyu-Kagaku 34(2):63...(1969) |
| Ψάρια | <i>Cyprinus carpio</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 75 µg/L | Rev. Plant Protec. Res. 2:137-139(1969) |
| Ψάρια | <i>Cyprinus carpio</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 75 µg/L | Sci. Pest Control /Botyu-Kagaku 32(1):5-...(1967_ |
| Ψάρια | <i>Pimephales promelas</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 8 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Ψάρια | <i>Pimephales promelas</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 10 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Ψάρια | <i>Pimephales promelas</i> | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 20 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |

| ZIRAM | | | | |
|----------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια | <i>Pimephales promelas</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 240 Min: 190 Max:310 µg/L | Ohio J. Sci. 66(5):508-513(1966) |
| Ψάρια | <i>Pimephales promelas</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 240 Min: 190 Max:310 µg/L | Ohio J. Sci. 66(5):508-513(1966) |
| Ψάρια | <i>Pimephales promelas</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 250 Min: 190 Max:330 µg/L | Ohio J. Sci. 66(5):508-513(1966) |
| Ψάρια | <i>Pimephales promelas</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 250 Min: 190 Max:330 µg/L | Ohio J. Sci. 66(5):508-513(1966) |
| Ψάρια | <i>Pimephales promelas</i> | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 260 Min: 210 Max:330 µg/L | Ohio J. Sci. 66(5):508-513(1966) |
| Ψάρια | <i>Pimephales promelas</i> | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 290 Min: 220 Max:400 µg/L | Ohio J. Sci. 66(5):508-513(1966) |
| Ψάρια | <i>Carassius auratus</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 95 µg/L | Rev. Plant Protec. Res. 2:137-139(1969) |
| Ψάρια | <i>Carassius auratus</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 95 µg/L | Sci. Pest Control /Botyu-Kagaku 32(1):5-...(1967_ |
| Ψάρια | <i>Poecilia reticulata</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 750 Min: 560 Max:1000 µg/L | Aquat. Toxicol. 7(3):145-164(1985) |
| Ψάρια | <i>Oryzias latipes</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 56 µg/L | Rev. Plant Protec. Res. 2:137-139(1969) |
| Ψάρια | <i>Oryzias latipes</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 56 µg/L | Sci. Pest Control /Botyu-Kagaku 32(1):5-...(1967_ |
| Ψάρια | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 60 ημέρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 2.0 Min: 1.8 Max:2.1 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145(1986) |
| Ψάρια | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 60 ημέρες-EC50 (καμία επίδραση) | Mean: 1.5 Min: 1.4 Max:1.5 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145(1986) |
| Ψάρια | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 60 ημέρες-LOEC (καμία επίδραση) | 1.8 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145(1986) |
| Ψάρια | <i>Tilapia mossambica</i> | 5 - 15 ημέρες- (κατανάλωση οξυγόνου) | 0.008/ ml/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 56(5):79...(1996) |
| Ψάρια | <i>Tilapia mossambica</i> | 3 - 12 ώρες- (κατανάλωση οξυγόνου) | 0.042/ ml/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 56(5):79...(1996) |

| ZIRAM | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Μαλάκια | <i>Lamellidens marginalis</i> | 48 ώρες-(ενζυμική δραστηριότητα) | 5000/ µg/L | Curr. Sci. 53(17):935-936(1984) |
| Μαλάκια | <i>Physella acuta</i> | 48 ώρες- LC50 (θνησιμότητα) | 550 µg/L | Bull. Agric. Chem. Insp. Stn. 12:86-92 (...)(1972) |
| Μαλάκια | <i>Semisulcospira libertina</i> | 48 ώρες- LC50 (θνησιμότητα) | 4600 µg/L | Bull. Agric. Chem. Insp. Stn. 12:86-92 (...)(1972) |
| Μαλάκια | <i>Cipangopaludina malleata</i> | 48 ώρες- LC50 (θνησιμότητα) | 750 µg/L | Bull. Agric. Chem. Insp. Stn. 12:86-92 (...)(1972) |
| Μαλάκια | <i>Biomphalaria glabrata</i> | 7 λεπτά-LC50 (θνησιμότητα) | 300 µg/L | Garcia De Orta (Lisb.) 16(1):15-22 (POR)...(1968) |
| Μαλάκια | <i>Indoplanorbis exustus</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 600 µg/L | Bull. Agric. Chem. Insp. Stn. 12:86-92 (...)(1972) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | 96 ώρες-EC50 (ανάπτυξη) | 1200 µg/L | Aquat. Toxicol. 7(3):145-164(1985) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | 4 ώρες-EC50 (ανάπτυξη) | 1200 µg/L | Aquat. Toxicol. 7(3):145-164(1985) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Anacystis aeruginosa</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | <4/ µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Cylindrospermum licheniforme</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 16 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Cylindrospermum licheniforme</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 32 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Plectonema nostocorum</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 32 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Plectonema nostocorum</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 63 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Phormidium tenue</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 125 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Nostoc muscorum</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 256 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |

| ZIRAM | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------------|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Calothrix braunii</i> | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 500 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Phormidium tenue</i> | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 500 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Calothrix braunii</i> | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 1000 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Nostoc muscorum</i> | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 1000 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Symploca</i> | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 1000 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Symploca</i> | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 2000 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Cylindrospermum licheniforme</i> | 21 ημέρες- (πληθυσμός) | 2000 µg/L | Ohio J. Sci. 55(1):1-8(1955) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Anacystis aeruginosa</i> | 21 ημέρες- (πληθυσμός) | 2000 µg/L | Ohio J. Sci. 55(1):1-8(1955) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Cylindrospermum licheniforme</i> | 21 ημέρες- (πληθυσμός) | 2000 µg/L | Ohio J. Sci. 55(1):1-8(1955) |
| Φυτοπλαγκτόν (κυανοφύκη) | <i>Anacystis dimidiata</i> | 21 ημέρες- (πληθυσμός) | 2000 µg/L | Ohio J. Sci. 55(1):1-8(1955) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Nitzschia palea</i> | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 8 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Achnanthes linearis</i> | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 16 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Gomphonema parvulum</i> | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 16 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Nitzschia palea</i> | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 16 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Gomphonema parvulum</i> | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 32 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Nitzschia palea</i> | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 32 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |

| ZIRAM | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------------|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Achnanthes linearis</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 63 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Nitzschia palea</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 63 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Nitzschia palea</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 63 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Achnanthes linearis</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 125 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Achnanthes linearis</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 125 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Nitzschia palea</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 250 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Gomphonema parvulum</i> | 21 ημέρες-(πληθυσμός) | 2000/ µg/L | Ohio J. Sci. 55(1):1-8(1955) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Nitzschia palea</i> | 21 ημέρες-(πληθυσμός) | 2000/ µg/L | Ohio J. Sci. 55(1):1-8(1955) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Gomphonema parvulum</i> | 21 ημέρες-(πληθυσμός) | 2000/ µg/L | Ohio J. Sci. 55(1):1-8(1955) |
| Φυτοπλαγκτόν (Διάτομα) | <i>Nitzschia palea</i> | 21 ημέρες-(πληθυσμός) | 2000/ µg/L | Ohio J. Sci. 55(1):1-8(1955) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Haematococcus lacustris</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 32 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlamydomonas</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 63 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Stigeoclonium nanum</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 63 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorococcum humicola</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 125 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Mesotaenium caldariorum</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 125 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlamydomonas</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 250 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Chlorococcum humicola</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 250 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | <i>Gloeocystis grevillei</i> | 14 ημέρες-(πληθυσμός) | 250 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |

| ZIRAM | | | | |
|--------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------------|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | Haematococcus lacustris | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 250 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | Stigeoclonium nanum | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 250 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | Ankistrodesmus falcatus | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 500 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | Chlamydomonas | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 500 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | Chlamydomonas | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 500 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | Coccomyxa simplex | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 500 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | Coelastrum proboscideum | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 500 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | Mesotaenium caldariorum | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 500 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |
| Φυτοπλαγκτόν (χλωροφύκη) | Ankistrodesmus falcatus | 14 ημέρες- (πληθυσμός) | 1000 µg/L | Water Sewage Works 509-513(1956) |

Πηγή: US EPA AQUIRE web site database, <http://www.epa.gov/ecotox/>

Πίνακας 9: παρουσιάζονται οι επιδράσεις του TCMTB σε διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών

| TCMTB | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια-Chinook salmon | Oncorhynchus tshawytscha | 146 ώρες- (συμπεριφορά) | 5 - 20 µg/L | Aquat. Toxicol. 27(3/4):245-264(1993) |
| Ψάρια-Cogo salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 12-48 ώρες- (συμπεριφορά) | 5 - 20 µg/L | Aquat. Toxicol. 27(3/4):245-264(1993) |
| Ψάρια-Cogo salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 48 ώρες- (συμπεριφορά) | 7.5 µg/L | Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 17...(1991) |

| ΤΣΜΤΒ | | | | |
|----------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια-Coho salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 48 ώρες- (συμπεριφορά) | 10.0 µg/L | Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 17...(1991) |
| Ψάρια-Rainbow trout | Oncorhynchus mykiss | 48 ώρες- (συμπεριφορά) | 5 µg/L | Aquat. Toxicol. 27(3/4):245-264(1993) |
| Ψάρια-Rainbow trout | Oncorhynchus mykiss | 48 ώρες- (συμπεριφορά) | 10 µg/L | Aquat. Toxicol. 27(3/4):245-264(1993) |
| Ψάρια-Rainbow trout | Oncorhynchus mykiss | 16 ώρες- (συμπεριφορά) | 40 µg/L | Aquat. Toxicol. 27(3/4):245-264(1993) |
| Ψάρια-Rainbow trout | Oncorhynchus mykiss | 12 ώρες- (συμπεριφορά) | 40 µg/L | Aquat. Toxicol. 27(3/4):245-264(1993) |
| Ψάρια-Coho salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 48 ώρες- (συμπεριφορά) | 9.5 µg/L | Environ. Toxicol. Chem. 11(11):1541-1548...(1992) |
| Ψάρια-Coho salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 48 ώρες- (συμπεριφορά) | 14.5 µg/L | Environ. Toxicol. Chem. 11(11):1541-1548...(1992) |
| Ψάρια-Coho salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 48 ώρες- (βιοχημική επίδραση) | 5.0 µg/L | Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 17...(1991) |
| Ψάρια-Coho salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 48 ώρες- (βιοχημική επίδραση) | 7.5 µg/L | Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 17...(1991) |
| Ψάρια-Coho salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 48 ώρες- (βιοχημική επίδραση) | 9.0 µg/L | Environ. Toxicol. Chem. 11(11):1541-1548...(1992) |

| TCMTB | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια-Coho salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 48 ώρες- (βιοχημική επίδραση) | 9.5 µg/L | Environ. Toxicol. Chem. 11(11):1541-1548...(1992) |
| Ψάρια-Coho salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 0-146 ώρες- (ιστολογικές αλλαγές) | 0 - 40 µg/L | Aquat. Toxicol. 27(3/4):245-264(1993) |
| Ψάρια-Channel catfish | Ictalurus punctatus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 4.9 Min: 3.7 Max:6.5 µg/L | J. Great Lakes Res. 19(4):695-702(1993) |
| Ψάρια-Chinook salmon | Oncorhynchus tshawytscha | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 7.3 µg/L | Aquat. Toxicol. 27(3/4):245-264(1993) |
| Ψάρια-Chinook salmon | Oncorhynchus tshawytscha | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 11.5 µg/L | Aquat. Toxicol. 27(3/4):245-264(1993) |
| Ψάρια-Coho salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 10.3 µg/L | Aquat. Toxicol. 27(3/4):245-264(1993) |
| Ψάρια-Coho salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 11.4 µg/L | Aquat. Toxicol. 27(3/4):245-264(1993) |
| Ψάρια-Harlequifish, red rasbora | Rasbora heteromorpha | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 36 µg/L | Chem. Ind. (Lond.) 21:523-526(1975) |
| Ψάρια-Harlequifish, red rasbora | Rasbora heteromorpha | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 75 µg/L | Chem. Ind. (Lond.) 21:523-526(1975) |
| Ψάρια-Harlequifish, red rasbora | Rasbora heteromorpha | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 130 µg/L | Chem. Ind. (Lond.) 21:523-526(1975) |
| Ψάρια-Harlequifish, red rasbora | Rasbora heteromorpha | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 430 µg/L | Chem. Ind. (Lond.) 21:523-526(1975) |
| Ψάρια-Harlequifish, red rasbora | Rasbora heteromorpha | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 470 µg/L | Chem. Ind. (Lond.) 21:523-526(1975) |

| TCMTB | | | | |
|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια-Harlequifish, red rasbora | Rasbora heteromorpha | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 760 µg/L | Chem. Ind. (Lond.) 21:523-526(1975) |
| Ψάρια-Rainbow trout | Oncorhynchus mykiss | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 2.1 Min: 1.8 Max:2.6 µg/L | J. Great Lakes Res. 19(4):695-702(1993) |
| Ψάρια-Trout family | Salmonidae | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 6 - 17 µg/L | In: P.Chapman, F.Bishay, E.Power, K.Hal...(1991) |
| Ψάρια-Coho salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 48 ώρες- (κατανάλωση οξυγόνου) | 9.0 - 20.0 µg/L | Environ. Toxicol. Chem. 11(11):1541-1548...(1992) |
| Ψάρια-Coho salmon, silver salmon | Oncorhynchus kisutch | 0-48 ώρες- (κατανάλωση οξυγόνου) | 5.0 - 20.0 µg/L | Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 17...(1991) |
| Ψάρια-Trout family | Salmonidae | 0-48 ώρες- (φυσιολογία) | 1.8-10 µg/L | In: P.Chapman, F.Bishay, E.Power, K.Hal...(1991) |
| Ψάρια-Trout family | Salmonidae | 6 -43 ώρες-NOEC (φυσιολογία) | 4 µg/L | In: P.Chapman, F.Bishay, E.Power, K.Hal...(1991) |
| Ψάρια-Trout family | Salmonidae | 96 ώρες-NOEC (φυσιολογία) | 10 µg/L | In: P.Chapman, F.Bishay, E.Power, K.Hal...(1991) |
| Μαλάκια-Asiatic clam | Corbicula manilensis | 1411 ώρες- (συμπεριφορά) | 37.5 - 1200 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |

| ΤΣΜΤΒ | | | | |
|----------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 826 ώρες- (συμπεριφορά) | 7.5 - 1200 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 108 ώρες-LT50 (συμπεριφορά) | 500 µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 24:381-3...(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 192 ώρες- (συμπεριφορά) | 500 µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 24:381-3...(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 89 ώρες-LT50 (συμπεριφορά) | 1000 µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 24:381-3...(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 144 ώρες- (συμπεριφορά) | 1000 µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 24:381-3...(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 91 ώρες-LT50 (συμπεριφορά) | 2000 µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 24:381-3...(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 144 ώρες- (συμπεριφορά) | 2000 µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 24:381-3...(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 85 ώρες-LT50 (συμπεριφορά) | 4000 µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 24:381-3...(1993) |

| TCMTB | | | | |
|----------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Μαλάκια-Zebra mussel | <i>Dreissena polymorpha</i> | 110 ώρες- (συμπεριφορά) | 4000 µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 24:381-3...(1993) |
| Μαλάκια-Asiatic clam | <i>Corbicula manilensis</i> | 661.1 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 37.5 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....)(1993) |
| Μαλάκια-Asiatic clam | <i>Corbicula manilensis</i> | 1411 ώρες- (θνησιμότητα) | 37.5 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....)(1993) |
| Μαλάκια-Asiatic clam | <i>Corbicula manilensis</i> | 448.9 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 75 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....)(1993) |
| Μαλάκια-Asiatic clam | <i>Corbicula manilensis</i> | 735 ώρες- (θνησιμότητα) | 75 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....)(1993) |
| Μαλάκια-Asiatic clam | <i>Corbicula manilensis</i> | 401.4 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 150 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....)(1993) |
| Μαλάκια-Asiatic clam | <i>Corbicula manilensis</i> | 566 ώρες- (θνησιμότητα) | 150 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....)(1993) |

| ΤΣΜΤΒ | | | | |
|--------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Μαλάκια-Asiatic clam | Corbicula manilensis | 96.1 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 300 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Asiatic clam | Corbicula manilensis | 160 ώρες- (θνησιμότητα) | 300 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Asiatic clam | Corbicula manilensis | 90.8 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 600 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Asiatic clam | Corbicula manilensis | 127 ώρες- (θνησιμότητα) | 600 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Asiatic clam | Corbicula manilensis | 103.5 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 1200 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Asiatic clam | Corbicula manilensis | 120 ώρες- (θνησιμότητα) | 1200 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Three-horned wartyback | Obliquaria reflexa | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | >15000 µg/L | J. Great Lakes Res. 19(4):695-702(1993) |

| TCMTB | | | | |
|----------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 826 ώρες-(θνησιμότητα) | 75 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 652.5 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 150 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 758 ώρες-(θνησιμότητα) | 150 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 825.6 ώρες-(θνησιμότητα) | 250 µg/L | Proc. Am. Power Conf. 51:1006-1011(1990) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 336.0 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 300 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 485 ώρες-(θνησιμότητα) | 300 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 652.5 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 600 µg/L | Proc. Am. Power Conf. 51:1006-1011(1990) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 221.6 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 600 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |

| TCMTB | | | | |
|----------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 313 ώρες-(θνησιμότητα) | 600 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 336.0 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Proc. Am. Power Conf. 51:1006-1011(1990) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 183.7 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 1200 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 260 ώρες-(θνησιμότητα) | 1200 µg/L | In: T.F.Nalepa and D.W.Schloesser (Eds....(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 211.6 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 2000 µg/L | Proc. Am. Power Conf. 51:1006-1011(1990) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 183.7 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | 4000 µg/L | Proc. Am. Power Conf. 51:1006-1011(1990) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | >15000 µg/L | J. Great Lakes Res. 19(4):695-702(1993) |
| Μαλάκια-Zebra mussel | Dreissena polymorpha | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | >15000 µg/L | J. Great Lakes Res. 19(4):695-702(1993) |

Πηγή: US EPA AQUIRE web site database, <http://www.epa.gov/ecotox/>

Πίνακας 10: παρουσιάζονται οι επιδράσεις του *Thiram* σε διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών

| THIRAM | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Πλατυέλμυνθες (Στροβιλιστικοί) | <i>Dugesia gonocephala</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 48 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Πλατυέλμυνθες (Στροβιλιστικοί) | <i>Dugesia gonocephala</i> | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 88 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Πλατυέλμυνθες (Στροβιλιστικοί) | <i>Dugesia gonocephala</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 260 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Πλατυέλμυνθες (Στροβιλιστικοί) | <i>Dugesia gonocephala</i> | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 530 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Αμφίβια | <i>Xenopus laevis</i> | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 13 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Αμφίβια | <i>Xenopus laevis</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 13 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Αμφίβια | <i>Xenopus laevis</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 14 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Αμφίβια | <i>Xenopus laevis</i> | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 17 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Αμφίβια | <i>Xenopus laevis</i> | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 21 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |

| THIRAM | | | | |
|----------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Αμφίβια | Xenopus laevis | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 21 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Αμφίβια | Xenopus laevis | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 22 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Αμφίβια | Xenopus laevis | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 25 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Καρκινοειδή | Asellus aquaticus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 61000 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Καρκινοειδή | Asellus aquaticus | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 161000 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Καρκινοειδή | Asellus aquaticus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 688000 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Καρκινοειδή | Asellus aquaticus | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 1882000 µg/L | Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 31(...)(1983) |
| Καρκινοειδή | Procambarus clarkii | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 4300 Min: 1800 Max:6600 µg/L | Prog. Fish-Cult. 42(3):169-172(1980) |
| Ψάρια | Cyprinus carpio | 69 ώρες- παρατήρηση stress | 93 mg/k | U.S. Fish. Wildl. Serv., Sp. Sci. Rep.-F...(1963) |
| Ψάρια | Notopterus notopterus | 30 ημέρες- (βιοχημικές αλλαγές) | 0.1 - 0.2 µg/L | J. Environ. Biol. 4(1):27-33(1983) |

| THIRAM | | | | |
|----------------------|-------------------------|--|--------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια | Heteropneustes fossilis | 30 ημέρες- (βιοχημικές αλλαγές) | 1.58/ µg/L | Environ. Res. 32(1):127-133(1983) |
| Ψάρια | Mystus vittatus | 30 ημέρες- (βιοχημικές αλλαγές) | 0.045 - 0.13 µg/L | J. Environ. Biol. 2(2):79-86(1981) |
| Ψάρια | Mystus vittatus | 30 ημέρες- (βιοχημικές αλλαγές) | 0.168/ µg/L | Environ. Res. 32(1):127-133(1983) |
| Ψάρια | Clarias batrachus | 30 ημέρες- (βιοχημικές αλλαγές) | 2.3/ µg/L | Environ. Res. 32(1):127-133(1983) |
| Ψάρια | Heteropneustes fossilis | 30 ημέρες- (αιματολογικές παράμετροι) | 1.58/ µg/L | Environ. Res. 32(1):127-133(1983) |
| Ψάρια | Heteropneustes fossilis | 30 ημέρες- (αιματολογικές παράμετροι) | 2 µg/L | Water Air Soil Pollut. 16(1):107-114(1981) |
| Ψάρια | Mystus vittatus | 30 ημέρες- (αιματολογικές παράμετροι) | 0.13/ µg/L | Indian J. Environ. Health 24(1):58-64(1982) |
| Ψάρια | Mystus vittatus | 30 ημέρες- (αιματολογικές παράμετροι) | 0.168/ µg/L | Environ. Res. 32(1):127-133(1983) |
| Ψάρια | Clarias batrachus | 30 ημέρες- (αιματολογικές παράμετροι) | 2.3/ µg/L | Environ. Res. 32(1):127-133(1983) |
| Ψάρια | Danio rerio | 7 ημέρες-EC50 (τερατογενείς επιδράσεις) | Mean: 6 Min: 4 Max:8.3 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 20(1):42-52(1990) |
| Ψάρια | Mystus vittatus | 30 ημέρες (ενζυμική δραστηριότητα) | 0.045 µg/L | Toxicol. Lett. 8:67-71(1981) |
| Ψάρια | Mystus vittatus | 30 ημέρες (ενζυμική δραστηριότητα) | 0.067 µg/L | Toxicol. Lett. 8:67-71(1981) |

| THIRAM | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LOEC (ανάπτυξη) | <=0.32 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145(1986) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LOEC (ανάπτυξη) | 0.56 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145(1986) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 21 ημέρες (ιστολογικές αλλαγές) | 5 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2-3):147-159 (Used Ref...(1986) |
| Ψάρια | Notopterus notopterus | 30 ημέρες- (μορφολογικές αλλαγές) | 0.1 - 0.2 µg/L | J. Environ. Biol. 4(1):27-33(1983) |
| Ψάρια | Ictalurus punctatus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | >630 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | Ictalurus punctatus | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 790 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | Ictalurus punctatus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 790 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | Ictalurus punctatus | 1 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | >1000 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | Ictalurus punctatus | 2 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | >1000 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | Ictalurus punctatus | 4 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | >1000 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |

| THIRAM | | | | |
|----------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια | <i>Ictalurus punctatus</i> | 8 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | >1000 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | <i>Ictalurus punctatus</i> | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | >1000 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. N...(1959) |
| Ψάρια | <i>Cyprinus carpio</i> | 69 ώρες (θνησιμότητα) | 121 mg/k | U.S. Fish. Wildl. Serv., Sp. Sci. Rep.-F...(1963) |
| Ψάρια | <i>Cyprinus carpio</i> | 24 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 9(3):327-338(1985) |
| Ψάρια | <i>Cyprinus carpio</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 0.3 µg/L | Acta Hydrochim. Hydrobiol. 9(3):247-254(1981) |
| Ψάρια | <i>Pimephales promelas</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 54.9 Min: 49.1 Max:61.1 nM | Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54:1387-1390(1997) |
| Ψάρια | <i>Pimephales promelas</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 148 Min: 117 Max:156 nM | Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54:1387-1390(1997) |
| Ψάρια | <i>Poecilia reticulata</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 270 Min: 220 Max:330 µg/L | Aquat. Toxicol. 7(3):145-164(1985) |
| Ψάρια | <i>Rasbora heteromorpha</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 7 µg/L | Chem. Ind. (Lond.) 21:523-526(1975) |
| Ψάρια | <i>Rasbora heteromorpha</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 12 µg/L | Chem. Ind. (Lond.) 21:523-526(1975) |

| THIRAM | | | | |
|----------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια | Rasbora heteromorpha | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 20 µg/L | Chem. Ind. (Lond.) 21:523-526(1975) |
| Ψάρια | Heteropneustes fossilis | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 6.3 µg/L | Environ. Res. 32(1):127-133(1983) |
| Ψάρια | Heteropneustes fossilis | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 7.2 µg/L | Water Res. 16(5):525-529(1982) |
| Ψάρια | Heteropneustes fossilis | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 7.7 µg/L | Water Res. 16(5):525-529(1982) |
| Ψάρια | Heteropneustes fossilis | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 8.1 µg/L | Water Res. 16(5):525-529(1982) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 0.26 Min: 0.24 Max:0.28 µM | Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54:1387-1390(1997) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 0.27 Min: 0.24 Max:0.30 µM | Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54:1387-1390(1997) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LOEC (θνησιμότητα) | 1.0 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145(1986) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 1.1 Min: 1.1 Max:1.2 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145(1986) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 60 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 48 µg/L | Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. /Nippon Suisa...(1996) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 260 Min: 240 Max:320 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(1):13-19(1986) |
| Ψάρια | Oncorhynchus mykiss | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 300 Min: 180 Max:500 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(1):13-19(1986) |

| THIRAM | | | | |
|----------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια | <i>Channa punctatus</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 220 µg/L | Acta Hydrochim. Hydrobiol. 9(2):119-129(1981) |
| Ψάρια | <i>Channa punctatus</i> | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 270 µg/L | Acta Hydrochim. Hydrobiol. 9(2):119-129(1981) |
| Ψάρια | <i>Channa punctatus</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 360 µg/L | Acta Hydrochim. Hydrobiol. 9(2):119-129(1981) |
| Ψάρια | <i>Channa punctatus</i> | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 430 µg/L | Acta Hydrochim. Hydrobiol. 9(2):119-129(1981) |
| Ψάρια | <i>Mystus vittatus</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 0.67 µg/L | Water Air Soil Pollut. 13:229-234(1980) |
| Ψάρια | <i>Mystus vittatus</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 0.67 µg/L | Acta Hydrochim. Hydrobiol. 9(2):119-129(1981) |
| Ψάρια | <i>Mystus vittatus</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 0.67 µg/L | Environ. Res. 32(1):127-133(1983) |
| Ψάρια | <i>Mystus vittatus</i> | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 0.8 µg/L | Acta Hydrochim. Hydrobiol. 9(2):119-129(1981) |
| Ψάρια | <i>Mystus vittatus</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 0.9 µg/L | Acta Hydrochim. Hydrobiol. 9(2):119-129(1981) |
| Ψάρια | <i>Mystus vittatus</i> | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 1.2 µg/L | Acta Hydrochim. Hydrobiol. 9(2):119-129(1981) |

| THIRAM | | | | |
|----------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια | <i>Clarias batrachus</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 9.2 µg/L | Environ. Res. 32(1):127-133(1983) |
| Ψάρια | <i>Danio rerio</i> | 24 ώρες (θνησιμότητα) | 100/ µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 9(3):327-338(1985) |
| Ψάρια | <i>Danio rerio</i> | 7 ημέρες-LOEC (θνησιμότητα) | 1 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 20(1):42-52(1990) |
| Ψάρια | <i>Danio rerio</i> | 7 ημέρες-LD50 (θνησιμότητα) | Mean: 34 Min: 21 Max:54 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 20(1):42-52(1990) |
| Ψάρια | <i>Danio rerio</i> | 24 ώρες- (θνησιμότητα) | 1000/ µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 9(3):327-338(1985) |
| Ψάρια | <i>Cyprinus carpio</i> | 60 ημέρες- (πολλαπλές επιδράσεις) | 0.009 - 0.013 µg/L | Acta Hydrochim. Hydrobiol. 9(3):247-254(1981) |
| Ψάρια | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 60 ημέρες-LOEC (πολλαπλές επιδράσεις) | <=0.32 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145(1986) |
| Ψάρια | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 60 ημέρες-EC50 (πολλαπλές επιδράσεις) | Mean: 0.64 Min: 0.57 Max:0.73 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145(1986) |
| Ψάρια | <i>Danio rerio</i> | 7 ημέρες-LOEC (πολλαπλές επιδράσεις) | 1 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 20(1):42-52(1990) |
| Ψάρια | <i>Notopterus notopterus</i> | 30 ημέρες- (φυσιολογία) | 0.1 - 0.2 µg/L | J. Environ. Biol. 4(1):27-33(1983) |
| Ψάρια | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 24 ώρες (φυσιολογία) | 180 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(1):13-19(1986) |

| THIRAM | | | | |
|----------------------|-----------------|----------------------------|-------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 24 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215- 221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 48 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215- 221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 72 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215- 221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 96 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215- 221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 24 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215- 221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 48 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215- 221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 72 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215- 221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 96 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215- 221 (FRE) (ENG ...(1983) |

| THIRAM | | | | |
|----------------------|-----------------|----------------------------|-------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 24 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215-221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 48 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215-221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 72 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215-221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 96 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215-221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 24 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215-221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 48 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215-221 (FRE) (ENG ...(1983) |
| Υδρόβια έντομα | Cloeon dipterum | 72 ώρες (θνησιμότητα) | 1000 µg/L | Hydrobiologia 101(3):215-221 (FRE) (ENG ...(1983) |

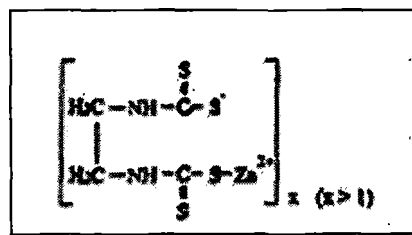
Πηγή: US EPA AQUIRE web site database, <http://www.epa.gov/ecotox/>

4.5 Zineb

Μοριακός τύπος: $C_4H_6N_2S_4Zn$

Διεθνή συνώνυμα: Zinc

ethylenebis(dithiocarbamate) / Zineb / 12122-67-7 (CAS Number) /



Ethylenebis(dithiocarbamic acid), zinc salt / EBDC, zinc salt / Carbamodithioic acid, 1,2-ethanediybis-, zinc salt / Lonacol / Dithane Z-78 / 12122677 / 12122-67-7 (CAS Number) / 12122677 (CAS Number) / 627 (CA DPR Chem Code) / 00627 (CA DPR Chem Code) / 014506 (US EPA PC Code) / Zineb / Zineb

Χημική ομάδα: Διθειοκαρβαμίδες

Χρήσεις: Το Zineb όπως όλες οι διθειοκαρβαμίδες είναι ένα ευρέως φάσματος μυκητοκτόνο, που χρησιμοποιείται στην αντιμετώπιση ασθενειών τόσο στην καλλιέργεια όσο και κατά την αποθήκευση και την μεταφορά της παραγωγής με σκοπό την καθυστέρηση της σήψης. Χρησιμοποιείται σε καλλιέργειες πατάτας, κριθαριού, καρπουζιού, πεπονιού, πιπεριάς, ντομάτας, κρεμμυδιού, μαρουλιού, λάχανου, ελιάς, αχλαδιού, μηλιάς, βερικοκιάς, δαμασκηιάς, ροδακινιάς και αμπελιού [35]. Το Zineb είναι επίσης ενισχυτική βιοκτόνα ουσία που χρησιμοποιείται στις antifouling βαφές (μουράβιες).

Τύποι γεωργικών σκευασμάτων: Διατίθεται σε σκευάσματα με μορφή βρέξιμης σκόνης και πούδρας. Το Zineb μπορεί να σχηματιστεί από το μυκητοκτόνο Nabam με την προσθήκη θειικού ψευδάργυρου στο δοχείο ψεκασμού.

Τοξικολογικές επιδράσεις

- ♦ Οξεία τοξικότητα: Το LD50 για την στοματική χορήγηση του Zineb στους αρουραίους υπολογίστηκε 1850-8900 mg/Kg σωματικού βάρους (Σ.Β.), στα ποντίκια 7600-8900 mg/Kg Σ.Β., και στα κουνέλια 4450 mg/Kg Σ.Β. Το LC10 τεσσάρων ωρών , αναπνοής σε αρουραίους είναι 0,8 mg/L. Το δερματικό LD50 σε αρουραίους είναι >2500 mg/Kg Σ.Β., η οποία είναι η μεγαλύτερη δόση που μπορούσε να εφαρμοστεί [36, 37]. Το Zineb είναι ελαφρά τοξικό όταν πέπτεται. Μετά από μία μεγάλη δόση Zineb, ποντίκια και αρουραίοι, εμφάνισαν απώλεια συντονισμού, υπερκινητικότητα που ακολουθήθηκε από υποκινητικότητα, πτώση του μυϊκού τόνου και απώλεια τριχώματος [37, 38]. Πρόβατα στα οποία χορηγήθηκε στοματικά, δόση 500 mg/Kg Σ.Β./ημέρα Zineb, πέθαναν μέσα σε 3 εβδομάδες. Σε μορφή πούδρας ή σταγονιδίων ψεκασμού το Zineb είναι αρκετά ερεθιστικό για το δέρμα, τα μάτια και το επιθήλιο των πνευμόνων [37]. Συμπτώματα έκθεσης ανθρώπων στο Zineb είναι, κούραση, ζαλάδα, αδυναμία, πονοκέφαλος, ναυτία, εξάντληση, σύγχυση, σπασμό, λιποθυμία [37, 38]. Αυτά τα συμπτώματα μπορεί να επιδεινωθούν με την κατανάλωση αλκοόλ. Οξείες νευροτοξικές επιδράσεις πιθανά οφείλονται στο θειούχο άνθρακα, ένα μεταβολίτη του Zineb [38]. Μελέτες σε ζώα δείχνουν ότι μεταβολές του θυρεοειδή μπορεί να εμφανιστούν μετά από μία μεγάλη δόση, οι οποίες όμως μπορεί να είναι αντιστρεπτές [38]. Η αιθυλεθειουρία (ETU) ένας εν δυνάμει τοξικός μεταβολίτης του Zineb μπορεί να σχετίζεται με τις επιδράσεις στο θυρεοειδή [38].
- ♦ Χρόνια τοξικότητα: Η επιβίωση, η ανάπτυξη και οι αιματολογικές παράμετροι σκύλων, δεν επηρεάστηκαν από την χορήγηση Zineb στο σιτηρέσιό τους σε επίπεδα μέχρι 250 mg/Kg Σ.Β./ημέρα για χρονική διάρκεια ενός χρόνου. Μεταβολές όμως παρατηρήθηκαν στο μέγεθος του θυρεοειδή και στην αύξηση βάρους στο επίπεδο της παραπάνω δόσης [38]. Σε μελέτη διάρκειας 2 χρόνων με ποντίκια που τρέφονταν με 500 mg/Kg Σ.Β./ημέρα, παρατηρήθηκαν μειωμένη ανάπτυξη, αύξηση βάρους και μεγέθους, του θυρεοειδή και νεφρικά προβλήματα [38]. Σε πρόβατα στα οποία χορηγήθηκε Zineb για χρονική περίοδο 19 εβδομάδων, σε δόσεις 100 και 250 mg/Kg Σ.Β./ημέρα δεν παρατηρήθηκαν αρνητικές

επιπτώσεις [38]. Εισπνοή του Zineb για μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε μεταβολές στα ηπατικά ένζυμα, σε αναιμία και σε άλλες αλλαγές στο αίμα, αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης συμπτωμάτων δηλητηρίασης κατά την διάρκεια της εγκυμοσύνης και χρωμοσωμικές αλλαγές στα λεμφοκύτταρα [37]. Η υπατική λειτουργία επηρεάζεται σε εργατές που εκτίθενται στο Zineb. Επίσης αναφέρθηκαν αιματολογικές αλλαγές και αναιμία κατά την έκθεση στο Zineb, 150 εργατών χημικής βιομηχανίας [38]. Μελέτη διάρκειας 5 μηνών έδειξε ότι συγκεντρώσεις 20 και 200 mg/L, προκάλεσαν μείωση στη δράση της χοληνεστεράσης, ενός απαραίτητου ενζύμου του νευρικού συστήματος. Η αναπνευστική έκθεση στο Zineb, μπορεί να μειώσει το μέγεθος των βρογχικών οδών [38]. Επαναλαμβανόμενη ή παρατεταμένη δερματική έκθεση μπορεί να προκαλέσει δερματίτιδα ή επιπεφυκίτιδα [37]. Επανειλημμένη έκθεση αγροτών σε Zineb, σε χωράφια που ψεκάστηκαν με 0,5 % αιώρημα του μυκητοκτόνου, ανέφεραν εκτενή και βαριάς μορφής δερματίτιδα [39]. Η αιθυλεθειουρία που σχηματίζεται κατά τον μεταβολισμό του Zineb, μπορεί να προκαλέσει βρογχοκήλη, κατάσταση στην οποία μεγεθύνεται ο θυρεοειδής αδένας [40].

- ◆ Επιδράσεις στην αναπαραγωγή: Συνιστάται η αποφυγή έκθεσης στο Zineb στις εγκύους, καθώς μπορεί να προκαλέσει ζημιά στο έμβρυο και να έχει αρνητικές επιδράσεις στο αναπαραγωγικό σύστημα [38, 41]. Μία ενδοπεριτοναϊκή ένεση 160 mg/Kg Σ.Β. σε ποντίκια, κατά το δεύτερο μισό της εγκυμοσύνης προκάλεσε αποβολές και υπογεννητικότητα. Μετά από στοματική χορήγηση Zineb, ίδιου επιπέδου συγκεντρώσεις ETU, βρέθηκαν τόσο σε μητρικούς όσο και σε εμβρυακούς ιστούς αρουραίων [37, 38].
- ◆ Τερατογενείς επιδράσεις: Μία σχεδόν θανατηφόρα δόση 2000 mg/Kg Σ.Β./ημέρα στην ενδέκατη και δέκατη τρίτη μέρα της εγκυμοσύνης σε αρουραίους προκάλεσε στα έμβρυα αυξημένο ποσοστό σκελετικών δυσπλασιών, όπως και αλλοιώσεις στο κλείσιμο του νευρικού σωλήνα, μίας εμβρυακής κατασκευής που τελικά σχηματίζει τον εγκέφαλο και την νευρική χορδή [42]. Μία πολύ υψηλή στοματική δόση 8000 mg/Kg Σ.Β. σε αρουραίους την ενδέκατη μέρα της εγκυμοσύνης, παρήγαγε πολλές

δυσπλασίες στα νεογνά [38]. Τερατογενείς επιδράσεις φάνηκαν επίσης, όταν χορηγήθηκε με ενδοπεριτοναϊκή ένεση 150 mg/Kg Σ.Β. σε ποντίκια κατά την εγκυμοσύνη [43]. Σε έγκυους αρουραίους, που ταΐστηκαν 5 mg/Kg Σ.Β./ημέρα, (η χαμηλότερη δόση που εφαρμόστηκε) παρατηρήθηκε αναπτυξιακή ανωμαλία καθώς καθυστέρησε η σκλήρυνση των οστών του κρανίου στα νεογνά. Ο μεταβολίτης του Zineb, ETU, μπορεί να προκαλέσει ανωμαλία στην ανάπτυξη του εμβρύου στα χάμστερ αλλά όχι στα ποντίκια [40, 44].

- ◆ Μεταλλαξιόγonos δράση: Δεν υπάρχουν ολοκληρωμένες ειδικές μελέτες για την μεταλλαξιόγono δράση του Zineb και της ETU. Τα στοιχεία όμως δείχνουν ότι το Zineb είναι ελαφρά μεταλλαξιόγono [37].
- ◆ Καρκινογενείς επιδράσεις: Τα διαθέσιμα στοιχεία δείχνουν εμφανώς, ότι μικρές δόσεις του Zineb δεν είναι καρκινογενείς. Πολύ υψηλές δόσεις όμως προκάλεσαν όγκους σε μερικά πειραματόζωα. Σε 2 είδη ποντικών η μέγιστη ανεκτή δόση Zineb κατά την διάρκεια της ζωής τους δεν προκάλεσε όγκους. Στοματικές δόσεις 3500 mg/Kg Σ.Β./εβδομάδα για 6 εβδομάδες, είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη καλοήθων όγκων στους πνεύμονες μετά από 3 εβδομάδες [38]. Δύο μελέτες σε αρουραίους που ταΐστηκαν με Zineb δεν έδειξαν στοιχεία εμφάνισης όγκων [37]. Τα στοιχεία καρκινογένεσης σε πειράματα χρόνιας στοματικής χορήγησης Zineb, σε ποντίκια και αρουραίους, δεν μπορούν να θεωρηθούν επαρκή. Οι μέχρι τώρα μελέτες, πάντως, δείχνουν ότι δεν είναι πιθανό να έχει καρκινογενή δράση στους ανθρώπους [38].
- ◆ Επιπτώσεις στα όργανα: Το Zineb εμφανίζεται επιβλαβές στο θυρεοειδή, το ήπαρ, και τους μύες. Βλάβες στο ήπαρ και στα νεφρά παρατηρήθηκαν, μετά από αυτοψία σε πρόβατα που πέθαναν μετά από στοματική χορήγηση Zineb για 3 εβδομάδες σε δόσεις 500 mg/Kg Σ.Β./ημέρα [38]. Μελέτες για τις επιπτώσεις του Zineb σε πειραματόζωα δείχνουν γρήγορη μείωση της απορρόφησης ιωδίου και πρήξιμο του θυρεοειδή [38].
- ◆ Μεταβολισμός: Περίπου 68-74 %, από το χορηγούμενο Zineb, αποβλήθηκε, μέσο των περιττωμάτων αμετάβλητο, σε ποικίλα διατροφικά επίπεδα, ενώ μόνον το 11-17 % , απορροφήθηκε από το σώμα, από την γαστρεντερική οδό των αρουραίων [38]. Γενικά το Zineb γρήγορα

αποβάλλεται από το σώμα μετά την πέψη. Το Zineb μεταβολίζεται στους ιστούς των θηλαστικών προς ETU και θειούχο άνθρακα [38].

Οικολογικές επιπτώσεις

- ◆ Επιπτώσεις στα πτηνά : Το Zineb δεν είναι ουσιαστικά τοξικό στα πτηνά. Η LD50 για τη στοματική χορήγηση στις αγριόπαπιες και στους νεαρούς φασιανούς δεν είναι μεγαλύτερη από 2000 mg/Kg Σ.Β.[45].
- ◆ Επιπτώσεις στους υδρόβιους οργανισμούς : Το Zineb είναι μέτρια τοξικό για τα ψάρια. Το LC50, 96 ωρών για τη πέρκα είναι 2 mg/L [36, 37]

Πίνακας 11: παρουσιάζονται οι επιδράσεις του Zineb σε διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών

| ZINEB | | | | |
|------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Αμφίβια-βάτραχος | Anura | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 380000 µg/L | Annu.Rep.Sankyo Res.Lab./Sankyo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| Αμφίβια | Bufo bufo japonicus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000/ µg/L | J.Pestic.Sci.6(2):257-264 (Jpn) (Eng Abs) (1981) |
| Ψάρια-χρυσόψαρο | Carassius auratus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000/ µg/L | J.Pestic.Sci.6(2):257-264 (Jpn) (Eng Abs) (1981) |
| Ψάρια-γατόψαρο | Channa punctatus | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 12000 µg/l | In: S.R.Verma, A.K.Tyagi, and S.K.Bansal (Eds.), Environmental Biology: Proc.Symp.Enviro n.Biol.Muzaffarnagar, India:343-348(1979) |
| Φυτοπλαγκτόν-χλωροφύκη | Chlorella pyrenoidosa | 96 ώρες-EC50 (ανάπτυξη) | 1800 µg/L | Aquat.Toxicol. 7(3):145-164 (1985) |
| Μαλάκια-σαλιγκάρι | Cipangopaludina malleata | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 100000 µg/L | Bull.Agric.Chem.In sp.Stn.12:86-92 (JPN) (ENG ABS) (ENG TRANSL) (Author Communication Used) (1972) |

| ZINEB | | | | |
|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Κλαδοκεραιωτά- Water flea order | Cladocera | 3 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000 µg/L | Annu.Rep.Sankyo Res.Lab./Sankyo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| Έντομο | Cloeon dipterum | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000/ µg/L | J.Pestic.Sci.6(2):2 57-264 (Jpn) (Eng Abs) (1981) |
| Μαλάκια-στρείδι | Crassostrea virginica | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 1 ppm | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1985) |
| Ψάρι-κυπρινοειδή | Cyprinidae | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000 µg/L | Annu.Rep.Sankyo Res.Lab./Sankyo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| Ψάρι-κυπρινοειδή | Cyprinidae | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000 µg/L | Annu.Rep.Sankyo Res.Lab./Sankyo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| Ψάρι-κυπρινοειδή | Cyprinodontidae | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000 µg/L | Annu.Rep.Sankyo Res.Lab./Sankyo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| Ψάρι-κυπρινοειδή | Cyprinus carpio | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000/ µg/L | J.Pestic.Sci.6(2):2 57-264 (Jpn) (Eng Abs) (1981) |
| Ζωοπλαγκτόν- κλαδοκεραιωτά | Daphnia magna | 21 ημέρες-LC50 (θνησιμότητα) | 89 µg/L | Aquat.Toxicol.7(3): 165-175; Aquat.Toxicol.11(3 /4):421-422 (1988) (ABS) (1985) |
| Ζωοπλαγκτόν- κλαδοκεραιωτά | Daphnia magna | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000 µg/L | Tr.Nauchnoizsled.l nst.Vodosnabdyav ane, Kanaliz.Sanit.Tekh .9(2):159-167 ((BUL) (ENG ABS) (1973) |
| Ζωοπλαγκτόν- κλαδοκεραιωτά | Daphnia magna | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 970 µg/L | Aquat.Toxicol. 7(3):145-164 (1985) |
| Ζωοπλαγκτόν- κλαδοκεραιωτά | Daphnia magna | 26 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 200 µg/L | J.Econ.Entomol. 60(5):1228-1236 (1967) |
| Ζωοπλαγκτόν- κλαδοκεραιωτά | Daphnia pulex | 3 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000/ µg/L | J.Pestic.Sci.6(2):2 57-264 (Jpn) (Eng Abs) (1981) |

| ZINEB | | | | |
|----------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Crayfish, crab order | Decapoda | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000 µg/L | Annu.Rep.Sankyo Res.Lab./Sankyo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| Μαλάκια-σαλιγκάρι | Indoplanorbis exustus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 100000 µg/L | Bull.Agric.Chem.In sp.Stn.12:86-92 (JPN) (ENG ABS) (ENG TRANSL) (Author Communication Used) (1972) |
| Μαλάκια-σαλιγκάρι | Indoplanorbis exustus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 100000/ µg/L | J.Pestic.Sci.6(2):257-264 (Jpn) (Eng Abs) (1981) |
| Ψάρι-Bluegill | Lepomis macrochirus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 180 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρι-Bluegill | Lepomis macrochirus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 180 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρι-τροπικό | Misgurnus anguillicaudatus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000/ µg/L | J.Pestic.Sci.6(2):257-264 (Jpn) (Eng Abs) (1981) |
| Water flea | Moina macrocopa | 3 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000/ µg/L | J.Pestic.Sci.6(2):257-264 (Jpn) (Eng Abs) (1981) |
| Ψάρι-πέστροφα | Oncorhynchus mykiss | 24 ώρες-Βιοσυσσώρευση-BCF | 245 µg/L | Toxicology 42(1):33-46 (1986) |
| Ψάρι-πέστροφα | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-Βιοσυσσώρευση-BCF | 225 µg/L | Toxicology 42(1):33-46 (1986) |
| Ψάρι-πέστροφα | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-EC50 | 188 µg/L | Aquat.Toxicol. 9(2/3):129-145 (1986) |
| Ψάρι-πέστροφα | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LC50 (θνησιμότητα) | 211 µg/L | Aquat.Toxicol. 9(2/3):129-145 (1986) |
| Ψάρι-πέστροφα | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LOEC (ανάπτυξη) | 32 µg/L | Aquat.Toxicol. 9(2/3):129-145 (1986) |
| Ψάρι-πέστροφα | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LOEC (ανάπτυξη) | 32 µg/L | Aquat.Toxicol. 9(2/3):129-145 (1986) |

| ZINEB | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρι-πέστροφα | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 60 ημέρες-LOEC (θνησιμότητα) | 180 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145 (1986) |
| Ψάρι-πέστροφα | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 60 ημέρες-LOEC | 100 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2/3):129-145 (1986) |
| Ψάρια-Medaka, high-eyes | <i>Oryzias latipes</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 40000/ µg/L | J.Pestic.Sci.6(2):257-264 (Jpn) (Eng Abs) (1981) |
| Ψάρια-Bony fish superclass | <i>Osteichthyes</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 620000 µg/L | Annu.Rep.Sankyo Res.Lab./Sankyo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| europaean physa, bladder snail | <i>Physella acuta</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 100000 µg/L | Bull.Agric.Chem.In sp.Stn.12:86-92 (JPN) (ENG ABS) (ENG TRANSL) (Author Communication Used) (1972) |
| europaean physa, bladder snail | <i>Physella acuta</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 100000/ µg/L | J.Pestic.Sci.6(2):257-264 (Jpn) (Eng Abs) (1981) |
| Ψάρια-Guppy | <i>Poecilia reticulata</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 7200 µg/L | Aquat. Toxicol. 7(3):145-164 (1985) |
| Αμφίβια-βάτραχος | <i>Rana limnocharis</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 31250 µg/L | J.Hunan Agricult.Coll.19(1):47-54 (CHI) (ENG ABS) (1993) |
| Ψάρι- red rasbora | <i>Rasbora heteromorpha</i> | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 560000 µg/L | Chem.Ind.(Lond.) 21:523-526 (1975) |
| Ψάρια- red rasbora | <i>Rasbora heteromorpha</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 400000 µg/L | Chem.Ind.(Lond.) 21:523-526 (1975) |
| Ψάρια- red rasbora | <i>Rasbora heteromorpha</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 250000 µg/L | Chem.Ind.(Lond.) 21:523-526 (1975) |
| Μαλάκια-σαλιγκάρι | <i>Semisulcospira libertina</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 100000 µg/L | Bull.Agric.Chem.In sp.Stn.12:86-92 (JPN) (ENG ABS) (ENG TRANSL) (Author Communication Used) (1972) |
| Μαλάκια-σαλιγκάρι | <i>Semisulcospira libertina</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 100000/ µg/L | J.Pestic.Sci.6(2):257-264 (Jpn) (Eng Abs) (1981) |

| ZINEB | | | | |
|--------------------------------|---------------------|----------------------------|-------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Tubificid worm | Tubifex tubifex | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | 270 µg/L | Exp. Water Toxicol./Eksp. Vod n. Toksikol. 5:169-178 (RUS) (ENG ABS) (1973) |
| Ψάρια-γατόψαρο | Channa punctatus | Βιοσυσσώρευση-BCF | 1000 µg/L | In: S.R.Verma, A.K.Tyagi, and S.K.Bansal (Eds.), Environmental Biology: Proc.Symp. Environ. Biol. Muzaffarnagar, India:343-348 (1979) |
| Ψάρια-γατόψαρο | Channa punctatus | Βιοσυσσώρευση-BCF | 2000 µg/L | In: S.R.Verma, A.K.Tyagi, and S.K.Bansal (Eds.), Environmental Biology: Proc.Symp. Environ. Biol. Muzaffarnagar, India:343-348 (1979) |
| Ψάρια-γατόψαρο | Channa punctatus | Φυσιολογία | NR | In: S.R.Verma, A.K.Tyagi, and S.K.Bansal (Eds.), Environmental Biology: Proc.Symp. Environ. Biol. Muzaffarnagar, India:343-348 (1979) |
| Common, mirror, colored, carp | Cyprinus carpio | 6 ημέρες-Συμπεριφορά | 5000 µg/L | Bull. Vet. Inst. Pulawy 23(3-4):124-130 (1979) |
| Frog | Microhyla ornata | 96 ώρες | 200 µg/L | Riv. Biol. 78(2):288-291 (1985) |
| Rainbow trout, donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 30 ημέρες-Ιστολογικά | 100 µg/L | Aquat. Toxicol. 9(2-3):147-159 (Used Ref 12096) (1986) |
| Βλεφαριδοφόρα | Paramecium aurelia | 1.5 ώρες-Θνησιμότητα | 1000/ µg/L | Biochem. Biophys. Res. Commun. 139(1):79-84 (1986) |
| Φυτοπλαγκτόν-χλωροφύκη | Scenedesmus acutus | 5 ημέρες-Πληθυσμός | 500 µg/L | Life Sci. 20:1525-1532 (1977) |
| Ψάρια-χέλι | Anguilla anguilla | 13 ημέρες-Κυτταρολογικά | 21 µg/L | Dis. Aquat. Org. 14(1):1-22 (1992) |
| Ψάρια-χέλι | Anguilla anguilla | 13 ημέρες-Ιστολογικά | 21 µg/L | Dis. Aquat. Org. 14(1):1-22 (1992) |

Πηγή: US EPA AQUIRE web site database, <http://www.epa.gov/ecotox/>

- ◆ Επιπτώσεις σε άλλους οργανισμούς : Το Zineb δεν είναι τοξικό στις μέλισσες [36, 37]. Μικρή ή καθόλου μείωση του πληθυσμού των ωφέλιμης μικροπανίδας και παρασιτικών αρθρόποδων, φάνηκε όταν χορηγήθηκε η συνιστώμενη δόση, σε περιβόλια του Καναδά. Τα ακάρεα εμφανίζονται ευαίσθητα στο Zineb [46].

Τύχη στο περιβάλλον

- ◆ Διάσπαση στο έδαφος και στα υπόγεια νερά: Το Zineb διασπάται χημικά, υδρολύεται και έχει μικρή επιμονή στο έδαφος. Το Zineb προσδένεται ισχυρά στα κοκκιώδη εδάφη και συνήθως δεν κινείται χαμηλότερα από το επιφανειακό στρώμα του εδαφικού προφίλ [47]. Για το λόγο αυτό, το Zineb δεν είναι πιθανό να μολύνει τα υπόγεια νερά. Ο βιοενεργός χρόνος ημιζωής του στο πεδίο, είναι 16 ημέρες. Όταν ψεκάστηκε ένα περιβόλι με φυτά alfalfa, μέσα σε τέσσερις μήνες, το 99,7 % του Zineb είχε χαθεί [48]. Ο μεταβολίτης του Zineb, ETU, ανιχνεύτηκε (στα 0.016 mg/L), σε 1 μόνο από τα 1295 δείγματα πόσιμου νερού που εξετάστηκαν στις ΗΠΑ [40].
- ◆ Διάσπαση στο νερό : Το Zineb είναι πρακτικά αδιάλυτο και ασταθές στο νερό [36]. Υδρολύεται γρήγορα σχηματίζοντας ETU και άλλα προϊόντα [48].
- ◆ Διάσπαση στη βλάστηση : Το Zineb είναι γενικά μη δηλητηριώδης ένωση για τα φυτά, εκτός από τις ποικιλίες που είναι ευαίσθητες στο ψευδάργυρο, όπως ο καπνός και τα κολοκύθια. Σε μερικές μελέτες φάνηκε ότι τα αχλάδια προσβάλλονται από αυτό το μυκητοκτόνο [37]. Κύριος μεταβολίτης του Zineb στα φυτά είναι το ETU [36].

Φυσικές ιδιότητες και χημικές πληροφορίες

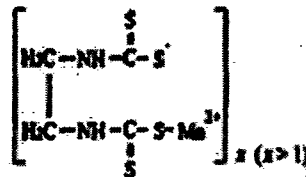
- ◆ Εμφάνιση : Το Zineb είναι ανοιχτόχρωμη σκόνη κρυσταλλικής μορφής [36]. Είναι πολυμερισμένο προϊόν, που οι αιθυλεν(δι)θειοκαρβαμιδικές ομάδες ενώνονται με ψευδάργυρο.
- ◆ Χημικό όνομα : Αιθυλεν(δι)θειοκαρβαμιδικός ψευδάργυρος [36].
- ◆ Αριθμός CAS : 12122-67-7

- ◆ Μοριακό βάρος : 275,74
- ◆ Διαλυτότητα στο νερό : 10 mg/L στους 25°C [36]
- ◆ Διαλυτότητα σε άλλους διαλύτες : Διαλυτό σε θειούχο άνθρακα, ελαφρώς διαλυτό στη πυριδίνη, πρακτικά αδιάλυτο στους συνήθεις οργανικούς διαλύτες [36].
- ◆ Σημείο τήξεως: Θερμική διάσπαση στους 157°C [36]
- ◆ Τάση ατμών: < 0,01 mPa στους 20°C [36].

4.6 Maneb

Μοριακός τύπος : $C_4H_6MnN_2S_4$

Διεθνή συνώνυμα : Manganese ethylenebis(dithiocarbamate) / Maneb / 12427-38-



2 (CAS Number) / Carbamodithioic acid, 1,2-

ethanediylbis-, manganous salt / Manganous ethylenebisdithiocarbamate /

EBDC, manganese salt / ((1,2-Ethanediylbis(carbamodithioato)) (2-))-

manganese / Ethylenebis(dithiocarbamic acid), manganous salt / Dithane S-

31, component of (with 050505) / Akzo chemie maneb / Manzin / Manex /

Granox, component of (with 061001) / Maneb 80 / Trimangol / Polyram M /

Mespor / M-Diphar / Manzate / Chem Web / Dithane M-22 / 12427382 /

12427-38-2 (CAS Number) / 12427382 (CAS Number) / 369 (CA DPR Chem

Code) / 00369 (CA DPR Chem Code) / 014505 (US EPA PC Code) / Maneb /

Maneb

Χημική ομάδα : Αιθυλέν(δι)διθειοκαρβαμίδες.

Χρήσεις: Το Maneb είναι ένα ευρέως φάσματος μυκητοκτόνο που χρησιμοποιείται σε καλλιέργειες ζαχαρότευτλων, καπνού, πατάτας, σίτου, αρακά, μπιζελιού, κουκιού, ρεβιθιού, φασολιού, κολοκυνθοειδών, μελιτζάνας, πιπεριάς, ντομάτας, κρεμμυδιού, πράσου, σκόρδου, αντιδιού, μαρουλιού, ραδικιού, κουνουπιδιού, λάχανου, μπρόκολου, σπανακιού, καρότου, μαϊντανού, σέλινου, μπάμιας, βερικοκιάς, δαμασκηνιάς, ροδακινιάς, αμυγδαλιάς, αμπελιού και διακοσμητικών φυτών [35]. Επίσης το Maneb είναι ενισχυτικό βιοκτόνο στις antifouling βαφές (μουράβιες).

Τύποι γεωργικών σκευασμάτων: Διατίθεται σε κοκκιώδη μορφή, σε μορφή βρέξιμης σκόνης, και συσκευασμένο, έτοιμο, προς χρήση.

Τοξικολογικές επιδράσεις:

- ♦ Δοκιμές οξείας τοξικότητας : Το Maneb είναι πρακτικά μη τοξικό όταν εισέρχεται στον οργανισμό μέσω του πεπτικού συστήματος. Οι τιμές LD50 για τη στοματική χορήγηση του σε αρουραίους και ποντίκια είναι 8000 mg/Kg [36, 38]. Δια μέσου του δέρματος το Maneb είναι ελαφρά τοξικό. Οι τιμές LD50 για τη δερματική χορήγηση του σε αρουραίους βρέθηκε μεγαλύτερη από 5000 mg/Kg [36]. Φλεγμονή ή ερεθισμός του δέρματος των ματιών και της αναπνευστικής οδού, έχουν αναφερθεί κατά την επαφή με το Maneb [38, 49]. Το LC50 εισπνοής 4 ωρών έχει τιμή μεγαλύτερη από 3,8 mg/L και χαρακτηρίζεται ελαφρά τοξικό. Οξεία έκθεση σε Maneb έχει επιδράσεις όπως υπερκινητικότητα, απώλεια συντονισμού κινήσεων, πτώση του μυϊκού τόνου, ναυτία, εμετός, διάρροια, ανορεξία, απώλεια βάρους, πονοκέφαλος, σύγχυση, πνιγμός, κώμα, μειωμένα αντανακλαστικά, παράλυση της αναπνευστικής οδού και θάνατο [49].
- ♦ Χρόνια τοξικότητα: Πειράματα σε αρουραίους που είχαν στο σιτηρέσιό τους Maneb για 2 χρόνια δεν έδειξαν καμία αρνητική επίδραση, σε δόσεις περίπου 12,5 mg/Kg/ημέρα [38]. Αύξηση του βάρους του θυρεοειδή αδένος και μείωση του ρυθμού ανάπτυξης, παρατηρήθηκαν σε δόσεις των 62,5 mg/Kg/ημέρα, μετά από 97 ημέρες, σε σιτιζόμενους αρουραίους [50]. Σκύλοι στους οποίους χορηγήθηκε Maneb στοματικά, σε δόσεις των 200 mg/Kg/ημέρα για 3 ή περισσότερους μήνες, ανέπτυξαν όγκους, μείωση της ενεργητικότητας, γαστρεντερικές διαταραχές και απώλεια συντονισμού κινήσεων. Επίσης παρατηρήθηκαν προβλήματα στο νωτιαίο μυελό, αλλά όχι στο θυρεοειδή αδένος [38]. Αρουραίοι που δέχτηκαν 1500 mg/Kg/ημέρα Maneb, για 10 μέρες παρουσίασαν, απώλεια βάρους, εξασθένηση και αυξημένη θνησιμότητα [38].
- ♦ Επιδράσεις στην αναπαραγωγή: Θηλυκοί αρουραίοι στους οποίους δόθηκε δόση 50 mg/Kg/ημέρα Maneb σε κάθε μέρα της περιόδου εγκυμοσύνης, παρουσίασαν αυξημένη εμβρυακή θνησιμότητα, αποβολές και μειωμένη επιβίωση των νεογνών [37]. Σε ποντίκια στα οποία χορηγήθηκε μια και μόνον δόση των 770 mg/Kg (η χαμηλότερη δόση που εφαρμόστηκε), την ενδέκατη μέρα της εγκυμοσύνης, παρατηρήθηκαν πρώιμοι εμβρυακοί θάνατοι [37]. Σε ποντίκια η χαμηλότερη δόση που

χορηγήθηκε στοματικά κατά την εγκυμοσύνη και προκάλεσε δηλητηρίαση του εμβρύου, ήταν 1420 mg/Kg [37]. Φαίνεται πως πολύ υψηλότερα επίπεδα έκθεσης στο Maneb χρειάζονται ώστε να προκαλέσουν αναπαραγωγικά προβλήματα σε ανθρώπους. Αυτά τα επίπεδα έκθεσης είναι απίθανο να υπάρξουν υπό κανονικές συνθήκες.

- ◆ Τερατογενείς επιπτώσεις: Εμβρυακές ανωμαλίες στα μάτια, αυτιά, δέρμα, κεντρικό νευρικό, μυϊκό και σκελετικό σύστημα, εμφανίστηκαν σε ποντίκια όταν χορηγήθηκε δόση 770 mg/Kg σωματικού βάρους [37]. Το Maneb μεταβολίζεται σε αιθυλεθειουρία (ETU) μια ένωση που έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στα νεαρά πειραματόζωα, όπως ποντίκια, αρουραίοι και χάμστερ [42]. Από αυτά τα δεδομένα και πληροφορίες για άλλες αιθυλεθειοκαρβαμιδικές ενώσεις, είναι πιθανόν ότι το Maneb δεν προκαλεί τερατογένεση σε ανθρώπους υπό φυσιολογικές συνθήκες.
- ◆ Μεταλλαξιόγonos δράση : Διάφορα πειράματα έχουν αποδείξει ότι το Maneb δεν είναι μεταλλαξιόγonos ουσία [50].
- ◆ Καρκινογενείς επιπτώσεις : Σε μία μελέτη το Maneb δεν εμφάνισε σημαντική καρκινογενής δράση, σε εργαστηριακά πειραματόζωα [49]. Σε μία άλλη μελέτη, κακοήθεις όγκοι παρατηρήθηκαν σε αρουραίους στους οποίους χορηγήθηκε ένεση στο όσχεο των 12,5 mg/Kg σωματικού βάρους Maneb καθαρότητας 82,6 % [37]. Βασιζόμενοι σε αυτά τα στοιχεία και πληροφορίες από άλλες αιθυλεθειοκαρβαμιδικές ενώσεις, το Maneb δεν είναι πιθανόν να προκαλεί καρκίνο στον άνθρωπο [38, 50].
- ◆ Επιπτώσεις στα όργανα : Όργανα που επηρεάζονται από το Maneb είναι ο θυρεοειδής, το συκώτι και η καρδιά.
- ◆ Μεταβολισμός : Μελέτες σε ζώα δείχνουν ότι το Maneb απορροφάται εύκολα διαμέσου του γαστρεντερικού συστήματος και εξουδετερώνεται γρήγορα. Σε ποντίκια το 55 % χορηγούμενης δόσης πάνω από 300 mg/Kg σωματικού βάρους, αποβλήθηκε μέσα σε 5 ημέρες [38]. Μία μελέτη σε ποντίκια έδειξε ότι η αποβολή έγινε κυρίως μέσω των περιττωμάτων. Οι μεταβολίτες του Maneb συμπεριλαμβάνουν αιθυλεδιαμίνη, αιθυλεν(δι)θειουραμινοσουλφίδιο και αιθυλεθειουρία [38].

Οικολογικές επιπτώσεις

- ♦ Επιπτώσεις στα πτηνά: Το Maneb δεν είναι ουσιαστικά τοξικό στα πτηνά. Η τιμή LC50, 5 ημερών, σε ορτύκια και σε μικρές αγριόπαπιες είναι μεγαλύτερη από 10000 ppm [51].
- ♦ Επιπτώσεις σε υδρόβιους οργανισμούς: Το Maneb είναι ισχυρά τοξικό στα ψάρια και υδρόβια είδη. Η τιμή LC50, 96 ωρών του Maneb είναι 1 mg/L στο ψάρι bluegill sunfish [51]. Η αντίστοιχη τιμή 48 ωρών είναι 1,9 mg/L, στην ιριδίζουσα πέστροφα και 1,8 mg/L στον κυπρίνο [51]. Το LC50, 72 ωρών είναι πάνω από 40 mg/L στο crayfish και το 48 ωρών LC50 είναι 40 mg/L στα tadpoles [51].

Πίνακας 12: παρουσιάζονται οι επιδράσεις του Maneb σε διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών

| MANEB | | | | |
|----------------------|---------------------|----------------------------|----------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Hooknose | Agonus cataphractus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:1000 µg/L | In: M.Ruivo (Ed.), Marine Pollution and Sea Life, FAO, Rome, Italy; Fishing News (Books) Ltd., London, England:212-217 (Author Communication Used)(1972) |

| ΜΑΝΕΒ | | | | |
|-----------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Hooknose | Agonus cataphractus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | min:330 max:1000 µg/L | Shellfish Information Leaflet No.22 (2nd Ed.), Ministry of Agric.Fish.Food, Fish.Lab.Burnham-on-Crouch, Essex, and Fish Exp.Station Conway, North Wales:12 (1971) |
| Ψάρια-Bleak | Alburnus alburnus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:520 min:480 max:560 µg/L | Chemosphere 8(11/12):843-851 (Author Communication Used)(1979) |
| Καρκινοειδή-Opussum shrimp | Americamysis bahia | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:3.3 min:2.4 max:4ppm | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C.(1995) |
| Αμφίβια-Frog and toad order | Anura | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:4000 µg/L | Annu.Rep.Sankyo Res.Lab./Sankyo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51(1973) |

| ΜΑΝΕΒ | | | | |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Εχινόδερμα- Starfish | Asterias rubens | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | min:33000 :max:100000 µg/L | Shellfish Information Leaflet No.22 (2nd Ed.), Ministry of Agric.Fish.Food, Fish.Lab.Burnham-on-Crouch, Essex, and Fish Exp.Station Conway, North Wales s:12(1971) |
| Cockle | Cerastoderma edule | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | min:100000 max:330000 µg/L | In: M.Ruivo (Ed.), Marine Pollution and Sea Life, FAO, Rome, Italy; Fishing News (Books) Ltd., London, England:212-217 (Author Communication Used) (1972_ |
| Cockle | Cerastoderma edule | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | min:100000 max:330000 µg/L | Shellfish Information Leaflet No.22 (2nd Ed.), Ministry of Agric.Fish.Food, Fish.Lab.Burnham-on-Crouch, Essex, and Fish Exp.Station Conway, North Wales s:12 (1971) |
| Χλωροφύκη- Green algae | Chlorella pyrenoidosa | 4 ώρες-EC50 (ανάπτυξη) | Mean3200 µg/L | Aquat.Toxicol. 7(3):145-164 (1985) |

| ΜΑΝΕΒ | | | | |
|---|-----------------------|-------------------------------|---|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Χλωροφύκη- Green algae | Chlorella pyrenoidosa | 96 ώρες-EC50 (ανάπτυξη) | Mean 3200 µg/L | Aquat. Toxicol. 7(3):145-164 (1985) |
| Water flea order | Cladocera | 3 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | min: 10000 max: 40000 µg/L | Annu. Rep. San kyo Res. Lab./Sank yo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| Καρκινοειδή- Common shrimp, sand shrimp | Crangon crangon | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | min: 3300 max: 10000 µg/L | In: M. Ruivo (Ed.), Marine Pollution and Sea Life, FAO, Rome, Italy; Fishing News (Books) Ltd., London, England: 212-217 (Author Communication Used) (1972) |
| Καρκινοειδή- Common shrimp, sand shrimp | Crangon crangon | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | min: 3300 max: 10000 µg/L | Shellfish Information Leaflet No. 22 (2nd Ed.), Ministry of Agric. Fish. Food, Fish. Lab. Burnham-on-Crouch, Essex, and Fish Exp. Station Conway, North Wales: 12 (1971) |
| Μάλακια- American or virginia oyster | Crassostrea virginica | EC50 | Mean: 0.64 min: 0.3 max: 1.18 ppm | Environmental Fate and Effects Division, U.S. EPA, Washington, D.C. (1995) |

| MANEB | | | | |
|--|--------------------------|-------------------------------|--|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Μάλακια- American or virginia oyster | Crassostrea virginica | EC50 | Mean:1 ppm | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| White dotted mosquito | Culex restuans | 18 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | min: 1000 max:10000 µg/L | Arch.Envirion.C ontam.Toxicol. 10:9-24 (1981) |
| White dotted mosquito | Culex restuans | 18 ώρες-LD50 (θνησιμότητα) | Mean:490000 ng | Arch.Envirion.C ontam.Toxicol. 10:9-24 (1981) |
| Ψάρια- Minnow, carp family | Cyprinidae | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:1800 µg/L | Annu.Rep.San kyo Res.Lab./Sank yo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| Ψάρια- Minnow, carp family | Cyprinidae | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 2000µg/L | Annu.Rep.San kyo Res.Lab./Sank yo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| Ψάρια-Killifish, topminnow family | Cyprinodontidae | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:3300 µg/L | Annu.Rep.San kyo Res.Lab./Sank yo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| Ψάρια-Common, mirror, colored, carp | Cyprinus carpio | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:2600 min:2400 max:2900 µg/L | Plant Prot.Bull./Chih Wu Pao Hu Hsueh Hui Hui K'an 29(4):385-396 (CHI) (ENG ABS) (1987) |

| MANEB | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------------|--|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια-Common, mirror, colored, carp | Cyprinus carpio | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:2000 min:1800 max:2200 µg/L | Plant Prot.Bull./Chih Wu Pao Hu Hsueh Hui Hui K'an 29(4):385-396 (CHI) (ENG ABS) (1987) |
| Ζωοπλαγκτόν- Water flea | Daphnia magna | 1.5 ημέρες-EC50 (πληθυσμός) | Mean:60 min:50 max:70 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 14(1):1-11; Aquat. Toxicol. 11(3/4):421-422 (1988) (ABS) (1987) |
| Ζωοπλαγκτόν- Water flea | Daphnia magna | 21 ημέρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:110 min:94 max:126 µg/L | Aquat. Toxicol. 7(3):165-175; Aquat. Toxicol. 11(3/4):421-422 (1988) (ABS) (1985) |
| Ζωοπλαγκτόν- Water flea | Daphnia magna | 21 ημέρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:110 min:90 max:130 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 14(1):1-11; Aquat. Toxicol. 11(3/4):421-422 (1988) (ABS) (1987) |
| Ζωοπλαγκτόν- Water flea | Daphnia magna | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:1000 min:800 max:1300 µg/L | Aquat. Toxicol. 7(3):145-164 (1985) |
| Ζωοπλαγκτόν- Water flea | Daphnia magna | 21 ημέρες-LOEC (ανάπτυξη) | Mean:60 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 14(1):1-11; Aquat. Toxicol. 11(3/4):421-422 (1988) (ABS) (1987) |
| Ζωοπλαγκτόν- Water flea | Daphnia magna | 21 ημέρες-LOEC (θνησιμότητα) | Mean:1000 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 14(1):1-11; Aquat. Toxicol. 11(3/4):421-422 (1988) (ABS) (1987) |

| MANEB | | | | |
|---|----------------------------|-------------------------------|--|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ζωοπλαγκτόν- Water flea | <i>Daphnia magna</i> | 21 ημέρες-LOEC (ανάπτυξη) | Mean:100 µg/L | Ecotoxicol. Environ. Saf. 14(1):1-11; Aquat. Toxicol. 11(3/4):421-422 (1988) (ABS) (1987) |
| Ζωοπλαγκτόν- Water flea | <i>Daphnia pulex</i> | 18 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:100 µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 10:9-24 (1981) |
| Ζωοπλαγκτόν- Water flea | <i>Daphnia pulex</i> | 18 ώρες-LD50 (θνησιμότητα) | Mean:2360 min:1440 max:3870 µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 10:9-24 (1981) |
| Καρκινοειδή- Crayfish, crab order | Decapoda | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:40000 µg/L | Annu. Rep. San kyo Res. Lab./Sankyo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| Ψάρια-Western mosquitofish | <i>Gambusia affinis</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:150 min:63 max:360 µg/L | Plant Prot. Bull./Chih Wu Pao Hu Hsueh Hui Hui K'an 29(4):385-396 (CHI) (ENG ABS) (1987) |
| Scud | <i>Hyalella azteca</i> | 18 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:100 µg/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 10:9-24 (1981) |
| Scud | <i>Hyalella azteca</i> | 18 ώρες-LD50 (θνησιμότητα) | Mean:9650 min:5270 max:1730 ng/L | Arch. Environ. Contam. Toxicol. 10:9-24 (1981) |
| Ψάρια-Channel catfish | <i>Ictalurus punctatus</i> | 1 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:41500 µg/L | U.S. Fish Wildl. Serv. Sci. Rep. Fish. No. 3 16, U.S.D.I., Washington, D.C. :10 (1959) |

| ΜΑΝΕΒ | | | | |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια-Channel catfish | Ictalurus punctatus | 13 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:5800 µg/L | U.S.Fish Wildl.Serv.Sci. Rep.Fish.No.3 16, U.S.D.I., Washington, D.C. :10 (1959) |
| Ψάρια-Channel catfish | Ictalurus punctatus | 2 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:17300 µg/L | U.S.Fish Wildl.Serv.Sci. Rep.Fish.No.3 16, U.S.D.I., Washington, D.C. :10 (1959) |
| Ψάρια-Channel catfish | Ictalurus punctatus | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:2700 µg/L | U.S.Fish Wildl.Serv.Sci. Rep.Fish.No.3 16, U.S.D.I., Washington, D.C. :10 (1959) |
| Ψάρια-Channel catfish | Ictalurus punctatus | 4 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:12300 µg/L | U.S.Fish Wildl.Serv.Sci. Rep.Fish.No.3 16, U.S.D.I., Washington, D.C. :10 (1959) |
| Ψάρια-Channel catfish | Ictalurus punctatus | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:1500 µg/L | U.S.Fish Wildl.Serv.Sci. Rep.Fish.No.3 16, U.S.D.I., Washington, D.C. :10 (1959) |
| Ψάρια-Channel catfish | Ictalurus punctatus | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:1500 µg/L | U.S.Fish Wildl.Serv.Sci. Rep.Fish.No.3 16, U.S.D.I., Washington, D.C. :10 (1959) |

| ΜΑΝΕΒ | | | | |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια-Channel catfish | <i>Ictalurus punctatus</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:1500 µg/L | U.S.Fish Wildl.Serv.Sci. Rep.Fish.No.3 16, U.S.D.I., Washington, D.C. :10 (1959) |
| Ψάρια-Bluegill | <i>Lepomis macrochirus</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:78 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια-Bluegill | <i>Lepomis macrochirus</i> | 72 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:3.85 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια-Bluegill | <i>Lepomis macrochirus</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:0.27 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια-Bluegill | <i>Lepomis macrochirus</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:68 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια-Bluegill | <i>Lepomis macrochirus</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:0.99 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια-Bluegill | <i>Lepomis macrochirus</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:68 min:59 max:78 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |

| MANEB | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|------------------------------|---|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια-Bluegill | Lepomis macrochirus | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:1 min:0.7 max:1.4 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Atlantic silverside | Menidia menidia | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:0.23 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Κωπήποδα-Harpacticoid copepod | Nitocra spinipes | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:110 min:90 max:140 µg/L | Chemosphere 8(11/12):843-851 (Author Communication Used) (1979) |
| Ψάρια-Rainbow trout,donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-EC50 | Mean:148 min:136 max:162 µg/L | Aquat.Toxicol. 9(2/3):129-145 (1986) |
| Ψάρια-Rainbow trout,donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:900 µg/L | Chem.Ind.(London.) 21:523-526 (1975) |
| Ψάρια-Rainbow trout,donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:770 µg/L | Chem.Ind.(London.) 21:523-526 (1975) |
| Ψάρια-Rainbow trout,donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:165 min:150 max:181 µg/L | Aquat.Toxicol. 9(2/3):129-145 (1986) |
| Ψάρια-Rainbow trout,donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:6000 min:4700 max:7600 µg/L | Aquat.Toxicol. 7(1-2):59-78 (1985) |
| Ψάρια-Rainbow trout,donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:5600 min:3200 max:10000 µg/L | Aquat.Toxicol. 7(1-2):59-78 (1985) |
| Ψάρια-Rainbow trout,donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:1800 min:1400 max:2400 µg/L | Aquat.Toxicol. 7(1-2):59-78 (1985) |
| Ψάρια-Rainbow trout,donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:1300 min:1000 max:1800 µg/L | Aquat.Toxicol. 7(1-2):59-78 (1985) |
| Ψάρια-Rainbow trout,donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:320 min:180 max:560 µg/L | Aquat.Toxicol. 7(1-2):59-78 (1985) |

| MANEB | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Ψάρια-Rainbow trout, donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:340 min:270 max:430 µg/L | Aquat.Toxicol. 7(1-2):59-78 (1985) |
| Ψάρια-Rainbow trout, donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:530 µg/L | Chem.Ind.(London) 21:523-526 (1975) |
| Ψάρια-Rainbow trout, donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:0.042 min:0.032 max:0.052 ppm | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια-Rainbow trout, donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LOEC (ανάπτυξη) | Mean:18 µg/L | Aquat.Toxicol. 9(2/3):129-145 (1986) |
| Ψάρια-Rainbow trout, donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LOEC (ανάπτυξη) | Mean:18 µg/L | Aquat.Toxicol. 9(2/3):129-145 (1986) |
| Ψάρια-Rainbow trout, donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LOEC (θνησιμότητα) | Mean:100 µg/L | Aquat.Toxicol. 9(2/3):129-145 (1986) |
| Ψάρια-Rainbow trout, donaldson trout | Oncorhynchus mykiss | 60 ημέρες-LOEC | Mean:32 µg/L | Aquat.Toxicol. 9(2/3):129-145 (1986) |
| Ψάρια-Bony fish superclass | Osteichthyes | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:7300 µg/L | Annu.Rep.Sankyo Res.Lab./Sankyo Kenkyusho Nempo 73(25):48-51 (1973) |
| Ψάρια-Guppy | Poecilia reticulata | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:3700 min:3200 max:5600 µg/L | Aquat.Toxicol. 7(3):145-164 (1985) |
| Water Flea | Scapholeberis kingi | 3 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:12000 min:12000 max:14000 µg/L | Plant Prot.Bull./Chih Wu Pao Hu Hsueh Hui Hui K'an 29(4):385-396 (CHI) (ENG ABS) (1987) |

| MANEB | | | | |
|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Χλωροφύκη- Green algae | <i>Selenastrum capricornutum</i> | 120 ώρες-EC50 | Mean:14 µg/L | Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C. (1995) |
| Ψάρια- Mozambique tilapia | <i>Tilapia mossambica</i> | 24 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:6800 µg/L | Fish.Bull.Dep.Fish.(Malays.) No .57:13 (1988) |
| Ψάρια- Mozambique tilapia | <i>Tilapia mossambica</i> | 48 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:5000 µg/L | Fish.Bull.Dep.Fish.(Malays.) No .57:13 (1988) |
| Ψάρια- Mozambique tilapia | <i>Tilapia mossambica</i> | 96 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:4500 µg/L | Fish.Bull.Dep.Fish.(Malays.) No .57:13 (1988) |
| Crested newt | <i>Triturus cristatus</i> | 10 ημέρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:25000 µg/L | Bull.Environtam.Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | <i>Triturus cristatus</i> | 16 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:125000 µg/L | Bull.Environtam.Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | <i>Triturus cristatus</i> | 19 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:75000 µg/L | Bull.Environtam.Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | <i>Triturus cristatus</i> | 19.5 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:100000 µg/L | Bull.Environtam.Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | <i>Triturus cristatus</i> | 25.5 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:75000 µg/L | Bull.Environtam.Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | <i>Triturus cristatus</i> | 28 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean:100000 µg/L | Bull.Environtam.Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |

| ΜΑΝΕΒ | | | | |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Crested newt | Triturus cristatus | 7 ημέρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 50000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 76 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 50000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 8.8 ώρες-LC50 (θνησιμότητα) | Mean: 125000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 10/6 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean: 25000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 11 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean: 100000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 16 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean: 100000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 16 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean: 125000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 19 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean: 75000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 19.5 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean: 100000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 25.5 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean: 75000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |

| ΜΑΝΕΒ | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| Crested newt | Triturus cristatus | 28 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean:100000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 28.5 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean:125000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 7 ημέρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean:50000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 76 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean:50000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 8.4 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean:125000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| Crested newt | Triturus cristatus | 8.8 ώρες-LT50 (θνησιμότητα) | Mean:125000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(2):261-267 (1978) |
| European crested newt | Triturus cristatus carnifex | 85 ημέρες (ανάπτυξη) | Mean:5000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 22(3):297-304 (1979) |
| European crested newt | Triturus cristatus carnifex | 85 ημέρες (ανάπτυξη) | Mean:5000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 22(3):297-304 (1979) |
| European crested newt | Triturus cristatus carnifex | 85 ημέρες (ανάπτυξη) | Mean:5000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 22(3):297-304 (1979) |
| European crested newt | Triturus cristatus carnifex | 85 ημέρες (ανάπτυξη) | Mean:5000 µg/L | Bull. Environ. Contam. Toxicol. 22(3):297-304 (1979) |

| MANEB | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------------|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ | ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ-ΕΠΙΔΡΑΣΗ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΑΝΑΦΟΡΕΣ |
| European crested newt | Triturus cristatus carnifex | 15 εβδομάδες (ιστολογικά) | Mean:2500 µg/L | Tumori 65(2):163-167 (1979) |
| European crested newt | Triturus cristatus carnifex | 15 εβδομάδες (ιστολογικά) | Mean:500 µg/L | Tumori 65(2):163-167 (1979) |
| European crested newt | Triturus cristatus carnifex | 259 ημέρες-INJ | Mean:5000 µg/L | Cancer Lett. 10(2):109-116 (1980) |
| European crested newt | Triturus cristatus carnifex | 259 ημέρες-INJ | Mean:5000 µg/L | Cancer Lett. 10(2):109-116 (1980) |
| Clawed toad | Xenopus laevis | Φυσιολογία | Mean:2500 µg/L | Teratology 7(2):143-150 (1973) |

Πηγή: US EPA AQUIRE web site database, <http://www.epa.gov/ecotox/>

- ◆ Επιπτώσεις σε άλλους οργανισμούς: Ο ψεκασμός με Maneb στα φυλλώματα των καλλιεργειών μπορεί να έχει τοξικά αποτελέσματα στους ζωντανούς οργανισμούς [52]. Το Maneb δεν θεωρείται τοξικό για τις μέλισσες [36].

Τύχη στο περιβάλλον

- ◆ Αποικοδόμηση στο έδαφος και στα υπόγεια νερά: Το Maneb δεν είναι επίμονο (αναφερόμενη ημιζωή σε συνθήκες χωραφιού 12 με 36 ημέρες), αλλά μετατρέπεται εύκολα σε ETU το οποίο είναι πιο επίμονο [53]. Προσροφάται ισχυρά στους περισσότερους τύπους εδαφών και έχει χαμηλή υδατοδιαλυτότητα [53]. Κατά συνέπεια δεν είναι πολύ κινητικό. Έτσι δεν θεωρείται ότι αποτελεί σημαντική απειλή για τα υπόγεια νερά. Το προϊόν αποικοδόμησης του (ETU) όμως, μπορεί να είναι περισσότερο κινητικό. Το Maneb διασπάται εξίσου σε αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες [37]. Μελέτη, αναφέρει πως υπολείμματα του Maneb στο έδαφος, δεν εκπλύθηκαν σε βάθος μεγαλύτερο από 5 ίντσες [37].
- ◆ Αποικοδόμηση στο νερό: Το Maneb διασπάστηκε εντελώς, μέσα σε μία ώρα στο νερό κάτω από αναερόβιες συνθήκες.

- ◆ Αποικοδόμηση στη βλάστηση: Ο κύριος μεταβολίτης του Maneb στα φυτά είναι η αιθυλεθειουρία (ETU). Αυτός γρήγορα μεταβολίζεται περαιτέρω. Σημαντικές ποσότητες ETU σχηματίστηκαν όταν μαγειρεύτηκαν λαχανικά που είχαν πριν πειραματικά ψεκαστεί με Maneb.

Φυσικές ιδιότητες και χημικές πληροφορίες

- ◆ Εμφάνιση: Το Maneb είναι μία κίτρινη σκόνη σχεδόν άοσμη [36]. Είναι πολυμερισμένο προϊόν που οι αιθυλεν-(δι)διθειοκαρβαμιδικές ομάδες ενώνονται με μαγνήσιο.
- ◆ Χημικό όνομα: Αιθυλεν(δι)διθειοκαρβαμιδικό μαγνήσιο (πολυμερές) [36].
- ◆ Αριθμός CAS: 12427-38-2
- ◆ Μοριακό βάρος : 265,29
- ◆ Διαλυτότητα στο νερό: 6 mg/L περίπου [36].
- ◆ Διαλυτότητα σε άλλους διαλύτες: Πρακτικά αδιάλυτο στους συνήθεις οργανικούς διαλύτες [36].
- ◆ Σημείο τήξεως: Διασπάται πριν το σημείο τήξεως (192°C) [36]
- ◆ Τάση ατμών: Αμελητέα στους 20°C [36]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Η χρησιμοποίηση antifouling βαφών με βάση τον οργανικό κασσίτερο, για τα πλοία, άρχισε στις αρχές της δεκαετίας του '70. Οι βαφές αυτές, θεωρήθηκαν εξ' αρχής απόλυτα επιτυχημένες με αποτέλεσμα να εξαπλωθεί η χρήση τους διεθνώς χωρίς κανένα προβληματισμό. Το 1974, οι καλλιεργητές στρειδιών ανέφεραν το πρώτο περιστατικό ανώμαλης ανάπτυξης του κελύφους των στρειδιών στο είδος *Crassostrea gigas* στα ανατολικά παράλια της Αγγλίας. Ωστόσο, μόνο στα μέσα του '80, ερευνητές στη Γαλλία και στη Μεγάλη Βρετανία, άρχισαν να διαπιστώνουν την αρνητική επίδραση του TBT στις antifouling βαφές σε μεγάλο αριθμό θαλάσσιων οργανισμών άλλων από τους fouling οργανισμούς. Έκτοτε, ένα μεγάλο πλήθος ερευνών κι ανακοινώσεων, έδειξαν εμφανώς, τις καταστροφικές συνέπειες της εισαγωγής του TBT στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Εμφανίστηκε έτσι, η επιτακτική ανάγκη θεσμοθέτησης ρυθμιστικών μέτρων αναφορικά με τη χρήση των antifoulant βιοκτόνων, ώστε να περιοριστεί η ήδη εκτεταμένη ρύπανση. Διάφοροι παράγοντες όμως, καθιστούν το έργο αυτό αρκετά δύσκολο και ταυτόχρονα πολύπλοκο. Ένας από αυτούς είναι, ότι η αποτελεσματικότητα των βαφών με βάση το TBT, αποφέρει τεράστια οικονομικά οφέλη στους ιδιοκτήτες των πλοίων. Πρόσφατοι υπολογισμοί έδειξαν ότι η χρήση επικαλύψεων για antifouling με TBT αποφέρει έμμεσα κέρδη περισσότερο από 2 δις. δολάρια ετησίως για τους ιδιοκτήτες πλοίων λόγω της εξοικονόμησης καυσίμων που απαιτούνται για την λειτουργία τους [54]. Ένας άλλος παράγοντας, ήταν η έλλειψη εξίσου αποτελεσματικών εναλλακτικών βιοκτόνων. Η κυριαρχία του TBT, εμπόδισε την ανάπτυξη συγκριτικής αξιολόγησης άλλων εναλλακτικών ουσιών. Ένας τρίτος παράγοντας που δυσκολεύει το έργο επιβολής περιοριστικών ρυθμίσεων στη χρήση του TBT, είναι το τεράστιο κόστος του ελέγχου της εφαρμογής οποιασδήποτε απαγορευτικής απόφασης, καθώς, θα χρειάζονταν ειδικά επιστημονικά κλιμάκια για να παίρνουν δείγματα από τα πλοία και να διενεργούν ελέγχους σε παγκόσμια κλίμακα. Επίσης τα οικολογικά οφέλη της

χρήσης του TBT (μικρότερη εκπομπή καυσαερίων), έπρεπε να αξιολογηθούν και συγκριθούν με τη ρύπανση που προκαλείται. Έτσι το 1998, μετά από πολύχρονες διαβουλεύσεις και μετά την προτροπή 9 χωρών (Βέλγιο, Δανία, Γαλλία, Γερμανία, Ιαπωνία, Νορβηγία, Ολλανδία, Σουηδία και Αγγλία), η επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος MEPC του International Maritime Organisation (IMO) συνέστησε τη σταδιακή διακοπή της χρήσης του TBT στις antifouling βαφές μέσα στα επόμενα πέντε χρόνια, μέχρι την 01/01/2003. Από την 01/01/2008 απαγορεύεται η οποιαδήποτε εμφάνιση βαφής με βάση το TBT σε όλα τα σκάφη [54].

Η πρόταση της επιτροπής προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος (MEPC) για την ολική απαγόρευση της χρησιμοποίησης του TBT σε antifouling επιστρώσεις, βασίστηκε σε διεθνή ευρήματα όπως:

1. τα υψηλά επίπεδα του TBT στα επιφανειακά νερά των λιμανιών και στην ανοιχτή θάλασσα
2. στις μελέτες που έδειξαν ότι η αναστροφή του φύλου εξακολουθεί να συμβαίνει και σε ακόμα μεγαλύτερο αριθμό ειδών γαστερόποδων
3. ότι το TBT έχει βρεθεί ότι βιοσυσσωρεύεται σε ορισμένα ιχθυοαποθέματα και
4. υπάρχουν συγκριτικά εναλλακτικά (του TBT) συστατικά με πιθανόν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Στη συνολική αυτή απαγόρευση περιλαμβάνεται και η ανάλυση της πολιτικής που θα αφορά: (1) τις αποδεκτές και εγκεκριμένες εναλλακτικές βιοκτόνες ουσίες από πολλές χώρες, (2) την εκτίμηση των τάσεων της αγοράς σε χώρες χωρίς κανονισμούς για το TBT, (3) την ολοκληρωμένη εκτίμηση των οικονομικών οφελών, (4) τον προσδιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε μαρίνες και λιμάνια και (5) τη συνειδητοποίηση της απαίτησης εξασφάλισης antifouling προστασίας των πλοίων διάρκειας 5-7 χρόνων [54, 55].

Γενικά, επικρατεί ο προβληματισμός ότι η αντικατάσταση των βαφών με βάση το TBT από άλλες μπορεί να οδηγήσει σε νέα σειρά μη αντιμετωπίσιμων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Για αυτό το λόγο προτάθηκε η σύσταση ενός συμβουλίου Marine Coatings Board (MCB) που συνδέεται με τη MEPC και θα χρηματοδοτείται από το κέρδος λόγω

εξοικονόμησης καυσίμων των ιδιοκτητών πλοίων και που αντικείμενο θα έχει την ανάπτυξη και συγκριτική αξιολόγηση (Standardized testing) εναλλακτικών ουσιών με antifouling δράση. Στόχος του MCB θα είναι η προώθηση της έρευνας για ανάπτυξη και έγκριση εναλλακτικών στις τοξικές antifouling οργανοκασσιτερικές βαφές, στο εγγύς μέλλον, με συγκριτικά περιβαλλοντικά και οικονομικά πλεονεκτήματα. Κύρια δραστηριότητα του MCB θα είναι η ανάπτυξη μιας συγκριτικής διαδικασίας αξιολόγησης που θα στηρίζεται σε τυποποιημένα πρωτόκολλα για τη σύγκριση διαφορετικών τεχνολογιών και προϊόντων [54, 55].

5.1 Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Κοινότητας

Τον Φεβρουάριο του 1988, η επιτροπή της Ευρωπαϊκής Κοινότητας πρότεινε τροποποίηση για τον περιορισμό της πώλησης και της χρησιμοποίησης συγκεκριμένων επικίνδυνων ουσιών και σκευασμάτων. Η πρόταση κατονομάζει τις ουσίες αυτές και απαγορεύει την χρησιμοποίηση τους ως υλικών και συστατικών για την παρεμπόδιση του fouling : (α) στους σκελετούς των πλοίων όπως καθορίστηκε από το ISO 8666, σε σκάφη μήκους μικρότερα από 25mm και (β) σε ιχθυοκλωβούς, πλωτά, δίχτυα και άλλους μηχανισμούς ή εξοπλισμούς που χρησιμοποιούνται για ιχθυοκαλλιέργεια ή οστρακοκαλλιέργεια ενώ μπορεί να πουλιούνται μόνο για επαγγελματική χρήση, σε συσκευασίες, όχι λιγότερο από 20 L [54, 55].

5.2 Η επιτροπή του Παρισιού

Η επιτροπή του Παρισιού, ασχολείται με χερσαίες πηγές ρύπανσης στο βορειοανατολικό τμήμα του Ατλαντικού ωκεανού, υπό τις υποδείξεις της συνθήκης του Παρισιού. Η συνθήκη που προτάθηκε το 1987, συνιστούσε στα συμβαλλόμενα μέλη, να πάρουν μέτρα ώστε να εξαλείψουν την ρύπανση από το TBT στις παράκτιες περιοχές. Μια από τις βασικές ρυθμίσεις, αφορούσε κυρίως τη χρησιμοποίηση ενώσεων του οργανικού κασσίτερου σε σκάφη

ανοικτής θαλάσσης. Για την πρόταση αυτή, το 1988 υπήρξε μια διαφωνία και η επιτροπή κατέληξε, ότι για οικονομικούς λόγους η απαγόρευση σε σκάφη ανοικτής θαλάσσης δεν ήταν εφικτή. Ωστόσο, τα μέλη συμφώνησαν να αναπτύξουν διαδικασίες και τεχνολογίες με σκοπό την μείωση της ποσότητας που απελευθερώνεται από τις ενώσεις του οργανικού κασσίτερου στα καρνάγια και στα ναυπηγεία από αμμοβολή, σκόνη, κομμάτια χρώματος κτλ και να τις θέσουν σε εφαρμογή στο άμεσο μέλλον [54, 55].

5.3 Η συνθήκη του Λονδίνου

Η επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος (MEPC) του Διεθνούς Θαλάσσιου Οργανισμού (IMO) στην 41η συνεδρία της το 1998, 30 Μαρτίου – 3 Απριλίου συμφώνησε να συντάξει υποχρεωτικούς κανονισμούς για την σταδιακή απόσυρση και τελική απαγόρευση της χρησιμοποίησης τοξικών antifouling βαφών που περιέχουν οργανικές ενώσεις του κασσίτερου όπως τον τρυβουτυλ-κασσίτερο (TBT). Η επιτροπή έδωσε οδηγίες σε μια ομάδα εργασίας μέχρι την συνάντησή τους στο επόμενο συνέδριο το Νοέμβριο του 1998, ώστε να ετοιμάσει κανονισμούς για την σταδιακή απόσυρση των οργανικών ενώσεων του κασσίτερου ως antifouling και να προτείνουν ένα χρονοδιάγραμμα για τη απαγόρευσή τους. Επίσης, η ομάδα εργασίας είχε ως ευθύνη την προετοιμασία ενός κειμένου αποφάσεων για ψήφισμα στην 21 συνέλευση της το 1999 η οποία θα καλούσε τα κράτη μέλη να ενθαρρύνουν τη χρήση εναλλακτικών προς τα οργανικά κασσιτερικά συστήματα antifouling μέχρι την ολική απαγόρευση τους [54, 55].

Τα εναλλακτικά του TBT συμπεριλαμβάνουν επιστρώσεις με βάση χαλκό και βαφές με βάση πυρίτιο που κάνουν την επιφάνεια του πλοίου λεία ώστε οι οργανισμοί του fouling να μην μπορούν να κολλήσουν σε αυτή καθώς το πλοίο διασχίζει τα νερά. Τα υποβρύχια συστήματα καθαρισμού δεν απαιτούν το σκάφος να οδηγηθεί στο καρνάγιο ή ναυπηγείο για τον καθαρισμό της επιφάνειάς του ενώ οι συσκευές υπερήχων ή ηλεκτρολυτικές συσκευές μπορούν επίσης, να χρησιμοποιηθούν για τον καθαρισμό των σκαφών από το στρώμα fouling [54, 55].

5.4 Η συνθήκη της Βαρκελώνης

Το 1989, τα συμβαλλόμενα μέλη στη συνθήκη της Βαρκελώνης (για την προστασία της Μεσογείου θάλασσας από την ρύπανση) ενέκριναν τον περιορισμό της χρήσης του TBT, μόνο για τα μεγάλα σκάφη. Επίσης, συμφώνησαν να αναπτύξουν μια διαδικασία ελαχιστοποίησης της ρύπανσης στα καρνάγια και ναυπηγικά νερά, που προέρχεται από το ξύσιμο της παλιάς antifouling βαφής και το πέρασμα με την καινούργια. Η συνθήκη της Βαρκελώνης προβλέπει ότι, από την 1 Ιουλίου του 1991, δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίηση παρασκευασμάτων που περιέχουν ενώσεις του οργανικού κασσίτερου, με σκοπό την εμπόδιση του fouling, στο θαλάσσιο περιβάλλον :

- ◆ σε σκελετούς σκαφών που έχουν συνολικό μήκος λιγότερο από 25m (σύμφωνα με την ISO, No 8666).
- ◆ σε όλες τις κατασκευές, εξοπλισμούς ή μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται στην ιχθυοκαλλιέργεια.

Επιπλέον, τα συμβαλλόμενα μέλη που δεν έχουν πρόσβαση σε εναλλακτικά προϊόντα αντικατάστασης των οργανικών ενώσεων του κασσίτερου έχουν την δυνατότητα να εξαιρεθούν για δυο χρόνια, μέχρι τον Ιούλιο του 1991, μετά από ενημέρωση της αρμόδιας διεύθυνσης [54, 55].

5.5 Μεγάλη Βρετανία

Από τον Υπουργό Περιβάλλοντος στη βουλή, στις 24 Ιουλίου 1985, ανακοινώθηκε η πρώτη ρυθμιστική ενέργεια του Ηνωμένου Βασιλείου για την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις οργανοκασσιτερικές antifouling βαφές. Η ενέργεια περιλαμβάνει τα ακόλουθα πέντε βήματα: (1) ανάπτυξη κανονισμών ελέγχου της λιανικής πώλησης των πιο βλαβερών οργανοκασσιτερικών ενώσεων που περιέχονται στις βαφές, (2) κοινοποίηση ενός πλάνου για όλα τα καινούργια antifouling μέσα, (3) ανάπτυξη κατευθυντήριων οδηγιών για τον καθαρισμό και το βάψιμο των πλοίων, (4) πρόταση για την καθιέρωση προσωρινού στόχου περιβαλλοντικής ποιότητας (EQT) που θα αφορά τη συγκέντρωση του TBT στο νερό και (5) συντονισμό

και επιπλέον ανάπτυξη προγραμμάτων παρακολούθησης ενώσεων του οργανικού κασσίτερου έτσι ώστε η κυβέρνηση να εκτιμήσει την αποτελεσματικότητα αυτών των ρυθμιστικών ενεργειών σε μελλοντική βάση.

Η πρώτη νομοθεσία ελέγχου της λιανικής πώλησης των οργανοκασσιτερικών antifouling βαφών, επιβλήθηκε το 1985. Αυτοί οι κανονισμοί αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του οργανισμού "Control of Pollution Act" του 1974. Αυτές οι ρυθμιστικές ενέργειες τέθηκαν σε ισχύ με την πρόβλεψη, να επαναθεωρηθούν ανάλογα με βάση τα αποτελέσματα συστημάτων επιστημονικών μελετών σχετικά με τον διασκορπισμό, την τύχη και τις επιδράσεις του TBT στο περιβάλλον καθώς και από εργαστηριακές μελέτες τοξικότητας [54, 55].

Η αρμόδια διεύθυνση μείωσε τα επιτρεπτά επίπεδα το TBT στο νερό από 20.0 σε 2.0 ppt. Οι καινούργιοι κανονισμοί απαγόρευαν την λιανική πώληση και προμήθεια των antifouling βαφών που περιείχαν οργανικές ενώσεις του κασσίτερου (triorganotin) καθώς επίσης και τη χονδρική και λιανική πώληση antifoulant προϊόντων που περιείχαν τέτοιες ενώσεις. Η απαγόρευση επίσης, δεν εξαιρούσε τα σκάφη με αλουμινένιο σκελετό, τμήματα ή εξαρτήματα, όπως είχε εφαρμοστεί από τις Ηνωμένες Πολιτείες [54, 55].

Τον Ιούλιο του 2001, η Μεγάλη Βρετανία, ανακοίνωσε την πρόθεση της να απαγορεύσει την πώληση antifouling προϊόντων που περιέχουν Irgarol ή Diuron. Η απαγόρευση για την πώληση βαφών που περιέχουν Diuron και Irgarol, πρόκειται να εφαρμοστεί από το Νοέμβριο του 2001, ενώ η πλήρης απαγόρευση της εφαρμογής τους στα κύπη των σκαφών έχει οριστεί για ένα χρόνο αργότερα. Για το Irgarol, η απαγόρευση αυτή, ισχύει για σκάφη μικρότερα των 25 m. Αυτή, είναι η πρώτη απαγόρευση antifouling προϊόντων, που περιέχουν εναλλακτικά, ενισχυτικά βιοκτόνα. Η απαγόρευση στηρίχθηκε στην περιβαλλοντική ανησυχία που προκάλεσε η εύρεση υψηλών συγκεντρώσεων αυτών των χημικών στο νερό, σε μελέτες το 1997 και 1998. Σηματοδοτείται έτσι, η έναρξη μιας νέας εποχής, στην υιοθέτηση ρυθμιστικών μέτρων για την αποβολή βιοκτόνων στο περιβάλλον, όπου το βάρος μετατοπίζεται από το TBT σε οποιαδήποτε ουσία αποδεικνύεται επικίνδυνη για το περιβάλλον. Το παράδειγμα της Αγγλίας ενδέχεται να ακολουθήσουν

και άλλες χώρες, καθώς αυξημένες συγκεντρώσεις των χημικών αυτών δεν έχουν βρεθεί μόνο στην Αγγλία. [56, 32].

5.6 Γαλλία

Η Γαλλία ήταν η πρώτη χώρα που εισήγαγε ρυθμίσεις για την χρησιμοποίηση των όργανο-κασσιτερικών antifouling βαφών σε μια προσπάθεια μείωσης των συγκεντρώσεων τους στο περιβάλλον. Το υπουργείο περιβάλλοντος ανακοίνωσε, στις 19 Ιανουαρίου του 1982, δυο χρόνια προσωρινή απαγόρευση των TBT βαφών που περιέχουν περισσότερο από το 3% κατά βάρος ενώσεις του οργανικού κασσίτερου σε πλοία χωρητικότητας μικρότερα των 25 τόνων τόσο για τις ακτές του Ατλαντικού όσο και για το κανάλι της Μάγχης (English Channel). Με ψήφισμα το 1982 επεκτάθηκε η απαγόρευση των βαφών του οργανικού κασσίτερου σε όλες τις παράκτιες περιοχές εφαρμόζοντας το, από 1 Οκτωβρίου 1982. Επίσης, αυτοί οι κανονισμοί επέτρεψαν τη χρήση τους, μόνο για σκάφη συνολικού μήκους μεγαλύτερο από 25m. Σκελετοί κατασκευασμένοι από αλουμίνιο ή κράματα αλουμινίου εξαιρέθηκαν της απαγόρευσης. Η παράταση αυτή ίσχυε μέχρι τις 12 Φεβρουαρίου 1987 οπότε και απαγορεύθηκε η εφαρμογή οργανοκασσιτερικών antifouling βαφών σε σκάφη μικρότερα από 25m [54, 55].

5.7 Γερμανία

Στη Γερμανία ισχύουν οι παρακάτω κανονισμοί για τις ενώσεις του οργανικού κασσίτερου:

- απαγόρευση της χρησιμοποίησης του σε σκάφη μικρότερα από 25m μήκους
- απαγόρευση της λιανικής τους πώλησης

- απαγόρευση της χρησιμοποίησης τους σε κατασκευές των ιχθυοκαλλιεργειών
- περιορισμός του TBT σε 3.8% (κατά βάρος) στις βαφές τύπου co-polymer και
- κανονισμοί για την ασφαλή απόθεση των antifouling βαφών μετά από την απομάκρυνση τους [54, 55]

5.8 Ελβετία και Αυστρία

Μαζί η Ελβετία και η Αυστρία (οι οποίες δεν έχουν άμεση πρόσβαση σε ωκεανό) απαγόρευσαν τη χρησιμοποίηση του TBT σε όλες τις antifouling βαφές στο γλυκό νερό [54, 55].

5.9 Ηνωμένες Πολιτείες

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι ρυθμιστικές ενέργειες για το TBT ξεκίνησαν με την έκδοση ανακοίνωσης του πολεμικού ναυτικού με τίτλο: «Περιβαλλοντική αποτίμηση: χρησιμοποίηση της antifouling βαφής οργανικού κασσίτερου από τον στόλο». Η απόφαση του πολεμικού ναυτικού ότι μπορεί να χρησιμοποιεί το TBT βασίστηκε στα ακόλουθα:

- ◆ Ο πολεμικός στόλος αποτελείται κυρίως από πλοία που παραμένουν ελάχιστη περίοδο το χρόνο σε λιμάνια ή παράκτια νερά.
- ◆ Το πολεμικό ναυτικό πρότεινε τη χρησιμοποίηση βαφών TBT τύπου co-polymer που έχουν χαμηλό ρυθμό αποδέσμευσης (release rate) έτσι ώστε η επίδραση στους μη στόχους οργανισμούς να περιοριστεί.
- ◆ Τα οφέλη από τη χρησιμοποίηση αυτών των επιστρώσεων, ανέρχονται από \$100 σε \$300 εκατομμύρια ετησίως, από την εξοικονόμηση καυσίμου και επιπλέον εκατομμύρια ετησίως από το κόστος συντήρησης.

Η EPA (US Environmental Protection Agency) στις 8 Ιανουαρίου 1986, ανακοίνωσε την έναρξη μιας ειδικής καταχώρησης όλων των συγκεκριμένων φυτοκτόνων που περιέχουν TBT και χρησιμοποιούνται ως βιοκτόνα σε

antifouling βαφές. Από τα μέσα του 1987 οι περισσότερες παράκτιες Πολιτείες είχαν προγραμματίσει ή έθεσαν σε εφαρμογή περιορισμούς στη χρησιμοποίηση του οργανικού κασσίτερου [54, 55].

Στο 6ο Διεθνές Συμπόσιο Ρύπανσης των Ωκεανών (International Ocean Disposal Symposium), (Απρίλιο 21-25, 1986), ο Edward D. Goldberg (από το Ωκεανογραφικό Ινστιτούτο, Scripps), βασικός ομιλητής επισήμανε ότι: «το TBT είναι πιθανόν η πιο τοξική ουσία που εισήχθη ποτέ σκοπίμως στο θαλάσσιο περιβάλλον από τον άνθρωπο».

Στη συνέχεια στην ακρόαση από το Κογκρέσο των Ηνωμένων Πολιτειών, γερουσιαστές από τις παράκτιες Πολιτείες πιστεύοντας ότι οι διαδικασίες στην EPA θα ήταν πολύ αργές, πρότειναν ρυθμιστική ενέργεια ελέγχου των οργανοκασσιτερικών antifouling βαφών (OAPCA) η οποία περιελήφθη στη Νομοθεσία από τον πρόεδρο Reagan στις 16 Ιουνίου, 1988. Σε αυτή την ενέργεια περιλαμβάνονται οι νόμοι και οι κανονισμοί που αφορούν τις Η.Π.Α. των οργανοκασσιτερικών ενώσεων που χρησιμοποιούνται ως προσθετικά ή βιοκτόνες antifouling βαφές για κελύφη των πλοίων. Οι οργανικές ενώσεις του κασσίτερου είναι οι μόνες χημικές ενώσεις που ελέγχονται νομικά στην Ηνωμένες Πολιτείες όπου σχετική περιβαλλοντική νομοθεσία έχει θεσπιστεί ονομαστικά για συγκεκριμένη χημική ουσία (The Organotin Antifouling Paint Control Act of 1988). Ο σκοπός της ενέργειας αυτής «ήταν η προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος με την έμμεση μείωση των ποσοτήτων των οργανικών ενώσεων του κασσίτερου που έρχονται στα ύδατα των Ηνωμένων Πολιτειών». Αν και η ενέργεια OAPCA και οι επόμενοι κανονισμοί της επέτρεψαν την χρησιμοποίηση των TBT επιστρώσεων σε μεγάλα σκάφη, το πολεμικό ναυτικό το 1989 αποφάσισε να μην χρησιμοποιεί επιστρώσεις του οργανικού κασσίτερου από περιβαλλοντική ευαισθησία και αβεβαιότητα για τις μελλοντικές ρυθμίσεις σε πολιτειακό και τοπικό επίπεδο [54, 55].

5.10 Ιαπωνία

Μελέτες παρακολούθησης στην Ιαπωνία στα τέλη της δεκαετίας του 1980, έδειξαν ότι «βιολογικώς σημαντικές» ποσότητες οργανικού κασσίτερου που προέρχονται από τις antifouling βαφές, απελευθερώθηκαν στο θαλάσσιο περιβάλλον. Στη συνέχεια η παραγωγή, εισαγωγή και χρήση αυτών των ουσιών τέθηκε υπό την επίβλεψη του νόμου που αφορούσε τον έλεγχο της παραγωγής χημικών ουσιών. Ο ακόλουθος περιορισμός εφαρμόστηκε τον Ιούλιο του 1990:

“Τα TBT antifouling δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε σκάφη προοριζόμενα για τοπικής κλίμακας ταξίδια που δεν φέρουν σκελετό από αλουμίνιο καθώς και σ’ αυτά που προορίζονται για διεθνή δρομολόγια με διάστημα περιόδου συντήρησης περίπου ένα έτος”.

Στο 30ο συνέδριο της επιτροπής Ρύπανσης του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) του διεθνούς θαλάσσιου οργανισμού (IMO), η Ιαπωνική αποστολή τόνισε ότι το παραπάνω μέτρο ήταν ανεπαρκές και ότι «η ολική απαγόρευση της χρήσης TBT antifouling βαφών σε όλα τα σκάφη, συμπεριλαμβανομένων σκαφών που είναι απασχολημένα σε διεθνή ταξίδια, θα πρέπει να υιοθετηθεί άμεσα ως μια διεθνή συμφωνία».

Η διακίνηση μεγάλων πλοίων στα Ιαπωνικά νερά θεωρείται η κύρια πηγή ρύπανσης από TBT σήμερα. Τα αποτελέσματα μελετών σύγκρισης δεδομένων παρακολούθησης, από λιμάνια με υψηλής πυκνότητα σε μεγάλα σκάφη, με αντίστοιχα χαμηλής πυκνότητας σε σκάφη (χωρίς να λάβουν υπόψη δεδομένα των χαρακτηριστικών του νερού π.χ. χρόνοι ανανέωσης) έδειξαν ότι ο μεγάλος αριθμός ποντοπόρων σκαφών σχετίζεται με / προκαλεί τα υψηλά επίπεδα TBT σε αυτά τα λιμάνια [54, 55].

5.11 Οι επιδράσεις της ισχύουσας ρυθμιστικής πολιτικής και πρακτικής

Η πολιτική απαγόρευσης των οργανοκασσιτερικών ενώσεων στις antifouling βαφές έχει δύο όψεις. Αφ’ ενός παρατηρείται απώλεια οικονομικών

και περιβαλλοντικών οφελών από την χρησιμοποίηση των οργανικών ενώσεων του κασσιτέρου σε antifouling επιστρώσεις. Αφ' ετέρου μειώνονται οι συγκεντρώσεις τους στο περιβάλλον ως αποτέλεσμα εθνικών κανονισμών και νομοθετικών ενεργειών. Τα επιχειρήματα όσων τίθενται κατά της απαγόρευσης του TBT αναφέρονται παρακάτω [54, 55].

5.12 Οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη της χρήσης του TBT

Το fouling δημιουργεί μια τραχύτητα στο κέλυφος του σκάφους λόγω της ανάπτυξης σε αυτό φυτών και ζώων. Αυτή η τραχύτητα αυξάνει την τυρβώδη ροή και την αντίσταση μειώνοντας την ταχύτητα του σκάφους ανά μονάδα καταναλισκόμενου καυσίμου. Αύξηση 10 μm στην τραχύτητα του σκάφους έχει εκτιμηθεί ότι δημιουργεί αύξηση στην κατανάλωση καυσίμων μεταξύ 0.3% έως 1.0%. Το καύσιμο καθορίζει το κόστος της λειτουργίας του πλοίου. Για τα φορτηγά πλοία το κόστος των καυσίμων μπορεί να φτάσει το 50% του ολικού λειτουργικού κόστους του σκάφους [54, 55].

Στην Αμερική, οι κύριοι κατασκευαστές των οργανικών κασσιτερικών antifouling βαφών (M & T chemicals, Inc. And International Paint Company) προέβλεψαν ότι ο κανονισμός περιορισμού των οργανικών κασσιτερικών ουσιών στις antifouling βαφές θα έχουν τις ακόλουθες αρνητικές συνέπειες για την χώρα:

- Τα ποντοπόρα σκάφη θα πηγαίνουν σε ξένα ναυπηγεία για βάψιμο.
- αυξημένο κόστος antifouling προστασίας για τους ιδιοκτήτες.
- υψηλότερο κόστος μεταφοράς.
- τα σκάφη τοπικών δρομολογίων θα έχουν δραματικά αυξημένο λειτουργικό κόστος.
- σοβαρές επιπτώσεις στα ναυπηγεία της Αμερικής (125.000 εργαζόμενοι)
- περιορισμός της συντήρησης και της επισκευής
- η απαγόρευση του TBT θα ωθήσει πολλά ναυπηγεία της Αμερικής σε αδιέξοδο και έτσι, ξένα σκάφη και ναυπηγεία θα καταλάβουν την αγορά

- περισσότερο από το 70% του παγκόσμιου στόλου χρησιμοποιεί βαφές τύπου copolymers με οργανικό κασσίτερο
- επιμήκυνση του χρόνου παραμονής στα ναυπηγεία και
- παρόλα αυτά σκάφη βαμμένα με υφαλοχρώματα που περιέχουν TBT θα εξακολουθούν να κινούνται στα νερά της Αμερικής

Το Organotin Enviromental Programme Association στην Ολλανδία και το Marine Painting Forum στην Μ. Βρετανία, το 1992, βασίστηκαν σε ένα πλήθος ειδικών τεχνικών εκδόσεων που παρουσιάστηκαν στην επιτροπή (MEPC) του IMO στη συνεδρίασή της τον Νοέμβριο του 1990 (MEPC 30) που οργανώθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο της Χημικής Βιομηχανίας (CEFIC) και υπολόγισαν ότι 2.7 δισ. δολάρια το χρόνο είναι τα οικονομικά οφέλη της ναυτιλίας από την χρησιμοποίηση TBT antifouling βαφών τύπου co-polymer (χρησιμοποιώντας τις τιμές καυσίμων του 1992) [54, 55].

5.13 Μελλοντικοί κανονισμοί της MEPC, IMO

Το Νοέμβριο του 1998, στην 42η συνεδρίαση της MEPC, η ομάδα εργασίας για τις βλαβερές επιπτώσεις από την χρησιμοποίηση antifouling βαφών για πλοία ανέφερε ότι η δημιουργία ενός διεθνούς οργάνου υπό την εποπτεία της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος θα πρέπει να εξασφαλίσει την παγκόσμια αναστολή της χρήσης των οργανικών ενώσεων του κασσίτερου ως βιοκτόνων σε πλοία, μέχρι την 1η Ιανουαρίου του 2003 και την ολοκληρωτική απαγόρευση της παρουσίας των ενώσεων αυτών σε πλοία από τον Ιανουάριο του 2008 [54, 55].

Πίνακας 13: Συνοπτική παρουσίαση των κανονισμών για το TBT ανά χώρα και χρόνο εφαρμογής

| ΧΡΟΝΟΣ | ΧΩΡΑ | ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ |
|--------|-----------------|---|
| 1982 | Γαλλία | · Απαγόρευση της χρήσης TBT βαφών σε σκάφη μικρότερα από 25m μήκος εκτός από αυτά που έχουν αλουμινένιο κέλυφος |
| 1985 | Μεγάλη Βρετανία | · Περιορισμός στην πώληση TBT βαφών, απαγόρευση όλων των TBTO βαφών τύπου free-association |

| ΧΡΟΝΟΣ | ΧΩΡΑ | ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ |
|--------|--------------------|--|
| 1987 | Ελβετία | · Η χρήση TBT βαφών απαγορεύθηκε στις λίμνες · Όλα τα antifoulants πρέπει να καταχωρηθούν |
| 1987 | Μεγάλη Βρετανία | · Απαγόρευση της χρήσης TBT βαφών σε σκάφη μικρότερα από 25m μήκος και στον εξοπλισμό της ιχθυοκαλλιέργειας · TBT antifoulants διαθέσιμα μόνο σε συσκευασίες 20 L · Όλα τα antifoulants πρέπει να καταχωρηθούν ως μικροβιοκτόνα, συμβουλευτική επιτροπή σε μικροβιοκτόνα πρέπει να εγκρίνει τη πώληση και τη χρήση · Κατάλοιπα από τη παρασκευή των TBT antifoulants πρέπει να επεξεργάζονται ως επικίνδυνα απόβλητα. |
| 1988 | Ηνωμένες Πολιτείες | · Απαγόρευση της χρήσης TBT βαφών σε σκάφη μικρότερα από 25m μήκους εκτός από τα σκάφη με αλουμινένιο κέλυφος · Μέγιστος ρυθμός αποδέσμευσης 4 μg/cm ² /day για σκάφη μεγαλύτερα από 25m μήκους |
| 1989 | Αυστραλία | · Απαγόρευση της χρησιμοποίησης TBT βαφών σε σκάφη μικρότερα από 25m μήκους |
| 1989 | Αυστραλία | · Ο μέγιστος ρυθμός αποδέσμευσης για σκάφη μεγαλύτερα από 25m μήκους να είναι 5 μg/cm ² /ημέρα · Όλα τα ναυπηγεία πρέπει να ακολουθούν τις προδιαγραφές της EPA (Επιτροπή Περιβαλλοντικής προστασίας) · Όλα τα antifoulants πρέπει να καταχωρηθούν |
| 1989 | Καναδάς | · Απαγόρευση της χρησιμοποίησης TBT βαφών σε σκάφη μικρότερα από 25m μήκος εκτός από αυτά που έχουν αλουμινένιο κέλυφος · Για σκάφη μεγαλύτερα από 25m μήκος ο μέγιστος ρυθμός αποδέσμευσης είναι 4μg/cm ² /ημέρα · Όλα τα antifoulants πρέπει να καταχωρηθούν |
| 1989 | Νέα Ζηλανδία | · Η εφαρμογή TBT τύπου copolymer βαφών είναι απαγορευμένη εκτός από σκάφη με αλουμινένιο κέλυφος ή σκάφη μεγαλύτερα από 25m μήκος · Η εφαρμογή TBTO βαφών τύπου free association είναι απαγορευμένη · Ο μέγιστος ρυθμός αποδέσμευσης για σκάφη μεγαλύτερα από 25m είναι 5μg/cm ² /ημέρα |
| 1989 | Νορβηγία | · Απαγόρευση της χρήσης TBT βαφών για σκάφη μικρότερα από 25m μήκος |
| 1989 | Σουηδία | · Απαγόρευση της χρήσης TBT βαφών για σκάφη μικρότερα από 25m μήκος · Ο μέγιστος ρυθμός αποδέσμευσης 4μg/cm ² /day για σκάφη μεγαλύτερα από 25m μήκος |
| 1990 | Γερμανία | · Απαγόρευση της χρήσης TBT βαφών σε σκάφη μικρότερα από 25m μήκος · Απαγόρευση της λιανικής πώλησης |
| 1990 | Γερμανία | · Απαγόρευση της χρησιμοποίησης τους σε κατασκευές για καλλιέργεια θαλάσσιων οργανισμών · Κανονισμός για ασφαλή διάθεση της antifouling βαφής μετά την αφαίρεση. |
| 1990 | Ηνωμένες Πολιτείες | · Όλα τα antifoulants πρέπει να καταχωρηθούν · TBT βαφές μπορεί να εφαρμόζονται μόνο από εγκεκριμένους βαφείς. |
| 1990 | Ιαπωνία | · Απαγόρευση του TBT για όλα τα καινούργια σκάφη |

| ΧΡΟΝΟΣ | ΧΩΡΑ | ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ |
|---------------------|--|---|
| 1990 | Ολλανδία | · Απαγόρευση της χρήσης TBT βαφών σε σκάφη μικρότερα από 25m μήκος · Κατάλοιπα από την παρασκευή των TBT antifoulants πρέπει να επεξεργάζονται ως επικίνδυνα απόβλητα |
| 1991 | Ιρλανδία | · Απαγόρευση της χρήσης TBT βαφών σε σκάφη μικρότερα από 25m μήκος · TBT antifoulants διαθέσιμα μόνο σε συσκευασίες 20 l. |
| 1991 | Ιρλανδία | · Όλα τα antifoulants πρέπει να καταχωρηθούν |
| 1991 | Νότια Αφρική | · Απαγόρευση της χρήσης TBT βαφών για σκάφη μικρότερα από 25m μήκος · TBT antifoulants διαθέσιμα μόνο σε συσκευασίες 20 L. · Όλα τα antifoulants πρέπει να καταχωρηθούν |
| 1991 | Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Κοινότητας | · Απαγόρευση της χρησιμοποίησης TBT βαφών σε σκάφη μικρότερα από 25m μήκος. · TBT antifoulants διαθέσιμα μόνο σε συσκευασίες 20 l |
| 1992 | Ιαπωνία | · Απαγόρευση του TBT για όλα τα σκάφη |
| 1992 | Σουηδία | · Όλα τα antifoulants πρέπει να καταχωρηθούν |
| 1993 | Νέα Ζηλανδία | · Όλα τα antifoulants πρέπει να καταχωρηθούν |
| 1993 | Νέα Ζηλανδία | · Η χρήση antifouling βαφών που περιέχουν οργανικό κασίτερο έχει απαγορευθεί ολοκληρωτικά |
| Ποικίλει ανά χώρα | Ευρώπη (εκτός από τα EC μέλη) Ποικίλει ανά χώρα | Απαγόρευση της χρήσης TBT βαφών σε σκάφη μικρότερα από 25m μήκος (στις περισσότερες χώρες) |
| Δεν υπάρχει αναφορά | Χονγκ-Κονγκ | · Όλα τα TBT antifouling πρέπει να έχουν άδεια εισαγωγής/διάθεσης · Όλα τα antifoulants πρέπει να καταχωρηθούν |
| Δεν υπάρχει αναφορά | Αυστρία | · Απαγόρευση της χρησιμοποίησης TBT antifouling βαφών στο γλυκό νερό των λιμνών |
| Δεν υπάρχει αναφορά | Φιλανδία | · Απαγόρευση της χρήσης TBT βαφών σε σκάφη μικρότερα από 25m μήκος |

Πηγή : Πτυχιακή εργασία ΤΕΙ Μεσολογγίου της σπουδάστριας Μπακούλια Γιούλη, εισηγήτρια
Μαρκουλή Παναγιώτα [55]

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

Όπως αναφέρθηκε, η περιβαλλοντική ανησυχία που προκάλεσαν οι συνέπειες της χρήσης του TBT και οι ρυθμιστικοί κανονισμοί που επιβλήθηκαν, κατεύθυναν το ερευνητικό ενδιαφέρον στην αξιολόγηση των εναλλακτικών βιοκτόνων ουσιών, αποτέλεσμα της οποίας ήταν και η απαγόρευση των εναλλακτικών του TBT ουσιών, Irgarol και Diuron, στη Μ. Βρετανία. Έγινε έτσι εμφανής η ανάγκη διερεύνησης των επιπτώσεων όλων των ουσιών που χρησιμοποιούνται, στους υδρόβιους και ειδικότερα στους θαλάσσιους οργανισμούς, ώστε να μπορούν αφ' ενός να προβλεφθούν οι συνέπειες της εισαγωγής τους στο θαλάσσιο περιβάλλον και αφ' εταίρου να γίνει συγκριτική αξιολόγηση τους.

Σκοπός του πειραματικού μέρους της εργασίας μας είναι η εξαγωγή τοξικολογικών δεδομένων (τιμές LC_{50}) για δύο βιοκτόνες ουσίες που χρησιμοποιούνται ως εναλλακτικές του TBT, τις Maneb και Zineb, χρησιμοποιώντας ως βιοδείκτη το τροχόζωο *Brachionus plicatilis*.

Η επιλογή των συγκεκριμένων ουσιών βασίστηκε στην έλλειψη δεδομένων οξείας τοξικότητας για τις ουσίες αυτές στους θαλάσσιους πλαγκτονικούς οργανισμούς όπως τα Rotifers, η ευρεία χρήση τους στη γεωργία, όπου καταναλώνονται πολύ μεγάλες ποσότητες και η αβεβαιότητα για την τοξικότητα τους στους υδρόβιους οργανισμούς που προκύπτει από τη μεγάλη διακύμανση των τιμών LC_{50} σε διαφορετικές μελέτες.

Το τροχόζωο *Brachionus plicatilis*, είδος γνωστό από την χρήση του ως ζωντανή τροφή στις νυμφικές καλλιέργειες των ευρύαλων ιχθύων, επιλέχθηκε ως βιοδείκτης για τη πραγματοποίηση δοκιμών οξείας τοξικότητας.

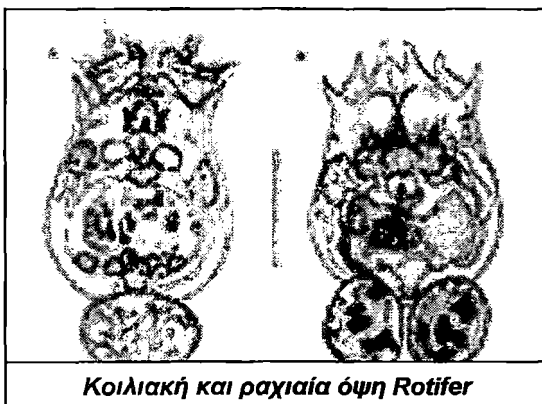
Τα Rotifers του γένους *Brachionus* παρουσιάζονται ιδιαίτερα χρήσιμα στην υδρόβια τοξικολογία λόγω της μεγάλης αναπαραγωγικής ικανότητας τους, το μικρό χρόνο γενεάς, την ευαισθησία που επιδεικνύουν σε διάφορα είδη ρυπαντών και της εμπορικής διαθεσιμότητας τους, σε μορφή αυγών διάρκειας (κύστεις). Τα *Brachionus* είναι κοσμοπολίτικα και αποτελούν σημαντικό κρίκο στο βιοτικό πλέγμα πολλών υδρόβιων βιοκοινωνιών, ανά το

κόσμο, που επηρεάζονται από την ρύπανση. Η ευαισθησία του *Brachionus plicatilis*, συγκρίνεται ικανοποιητικά με αυτή πολλών ασπόνδυλων, που χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στην υδρόβια τοξικολογία. Ο βαθμός της επαναληψιμότητας του test, μπορεί να θεωρηθεί πολύ ψηλός, μιας και κάθε Rotoxkit, περιέχει τυποποιημένα υλικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. ROTIFER

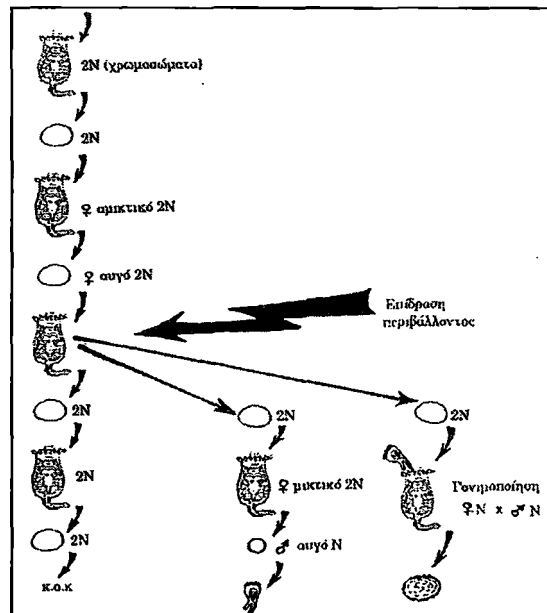
1.1 Γενικά για τον οργανισμό



Κοιλιακή και ραχιαία όψη Rotifer

Είναι ζώα μικροσκοπικά. Ζουν ελεύθερα ή προσκολλημένα. Πολύ σπάνια συμβιούν ή παρασιτούν. Το σώμα τους είναι διαφανές, καλύπτεται από εφυμενίδα και στο πρόσθιο τμήμα του, φέρει ένα βλεφαριδοφόρο, τροχοφόρο όργανο (τροχοζωα), που ουσιαστικά είναι βλεφαρίδες, των

οποίων η συντονισμένη κίνηση δίνει την εντύπωση τροχού. Αυτό το όργανο βοηθάει στη μετακίνηση του ζώου, όπως και στη σύλληψη της λείας του. Το πίσω άκρο του σώματός τους λεπτύνεται και σχηματίζει ένα είδος ποδίσκου με πολλούς αδένες που εκκρίνουν βλέννα και το βοηθούν να προσκολλάται. Αυτό καταλήγει σε δύο δακτυλιοειδείς προεκβολές. Στο μπροστινό τμήμα του πεπτικού σωλήνα φέρουν γνάθους που έχουν πολύπλοκη δομή. Έχουν πρωτονεφριδιακό απεκκριτικό σύστημα. Το νευρικό σύστημα αποτελείται κυρίως από ένα δίλοβο υπερφαρυγγικό γάγγλιο που νευρώνει



Αναπαραγωγή των Rotifers (Πηγή: "Υδατοκαλλιέργειες ευρύαλων ψαριών" Γ. Χΰτος, Ι. Ρογδάκης)

όλα τα υπόλοιπα όργανα. Έχουν επίσης και οφθαλμικές κηλίδες. Είναι γονοχωριστικά, αναπαράγονται όμως παρθενογενετικά (υπάρχουν κυρίως θηλυκά άτομα, τα αρσενικά είναι περιορισμένα και εφήμερα με ατροφικό πεπτικό σύστημα αλλά καλά αναπτυγμένο όρχι) [57].

Όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι δυσμενείς, τα αμικτικά θηλυκά (2N), (που μέχρι τότε αναπαράγονταν με παρθενογένεση) παράγουν μικτικά θηλυκά με μίτωση (2N). Τα μικτικά θηλυκά παράγουν ωάρια και αρσενικά άτομα με μείωση (N). Τα αρσενικά άτομα παράγουν σπέρμα (N), το οποίο γονιμοποιεί τα ωάρια, παράγοντας αυγά διαρκείας (κύστεις), (2N). Οι κύστεις έχουν την ιδιότητα να παραμένουν για μεγάλα χρονικά διαστήματα, σε δυσμενείς για τα Rotifer, συνθήκες. Όταν οι συνθήκες γίνουν πάλι ευνοϊκές, οι κύστεις εκκολάπτονται, παράγοντας πάντα αμικτικά θηλυκά (2N).

1.2 Τα Rotifers στην υδρόβια τοξικολογία

Ένας σημαντικός στόχος της υδρόβιας τοξικολογίας είναι να καθορίσει τις επιδράσεις των τοξικών ουσιών σε οργανισμούς που έχουν κεντρική θέση στις υδάτινες βιοκοινωνίες, είναι δηλαδή αντιπροσωπευτικοί της υπό μελέτης κατηγορίας οργανισμών.

Στο θαλάσσιο και γλυκό υδάτινο περιβάλλον τα τροχόζωα (Rotifer) παίρνουν μέρος σε πολλές σημαντικές οικολογικές διαδικασίες. Τα Rotifers ως ηθμοφάγοι οργανισμοί, βασικοί καταναλωτές φυτοπλαγκτονικών ειδών και συγκεκριμένων βακτηριδίων, επηρεάζουν τη συγκέντρωση των θηραμάτων τους και ρυθμίζουν, έτσι, τόσο τις ανταγωνιστικές σχέσεις στις πλαγκτονικές ομάδες οργανισμών όσο και τη γενικότερη ισορροπία στα άλλα διατροφικά επίπεδα. Επίσης τα Rotifers συνεισφέρουν σημαντικά στη δευτερογενή παραγωγή πολλών υδρόβιων βιοκοινωνιών, καθώς θεωρούνται σημαντική πηγή τροφής, για διάφορους θηρευτές των Rotifer όπως ασπόνδυλα, λάρβες ψαριών και διάφορα πλανκτονοφάγα ψάρια.

Στο γλυκό νερό τα Rotifers αποτελούν το κύριο τμήμα της ζωοπλαγκτόνικης βιομάζας σε διάφορες χρονικές περιόδους, όπου ο πληθυσμός τους φτάνει το μέγιστο. Οι ψηλοί ρυθμοί μεταβολισμού των

Rotifers, συνεισφέρουν στην ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών στην οποία, μπορεί να έχουν σημαντικότερο ρόλο από τα καρκινοειδή.

Εκτός από το σημαντικό οικολογικό ρόλο τους στις υδάτινες βιοκοινωνίες, ο άλλος παράγοντας που κάνει τα Rotifers ελκυστικά στη χρησιμοποίησή τους σε πειράματα τοξικολογίας, είναι η πλήρης κατανόηση της βιολογίας τους. Δημοσιευμένες μελέτες υπάρχουν για την καλλιέργεια πολλών ειδών Rotifers καθώς έχει διευκρινισθεί ο κύκλος ζωής τους, οι παράγοντες που τον επηρεάζουν και ο τρόπος ρύθμισης τους. Επίσης σημαντική και σε βάθος μελέτη έχει γίνει, πάνω στη συμπεριφορά, τη βιογεωγραφία και τη συστηματική των Rotifers.

Τα Rotifers του γένους *Brachionus* παρουσιάζονται ιδιαίτερα χρήσιμα στην υδρόβια τοξικολογία λόγω της μεγάλης αναπαραγωγικής ικανότητας τους, το μικρό χρόνο γενεάς, την ευαισθησία που επιδεικνύουν σε διάφορα είδη ρυπαντών και της εμπορικής διαθεσιμότητας τους, σε μορφή αυγών διαρκείας (κύστεις). Τα *Brachionus* είναι κοσμοπολίτικα και αποτελούν σημαντικό κρίκο στο βιοτικό πλέγμα πολλών υδρόβιων βιοκοινωνιών, ανά το κόσμο, που επηρεάζονται από την ρύπανση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. ROTOXKIT M

2.1 Γενικά

2.1.1 Προέλευση

Αυτό το test τοξικότητας αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα του καθηγητή Dr. G. Persoone στο State University of Ghent, στο Βέλγιο και του καθηγητή Dr. TW. Snell, στο University of Tampa Florida, USA.

2.1.2 Σκοπός

Τα TOXKITS (Artoxkit M, Rotoxkit F, Rotoxkit M και Streptoxkit F.), είναι η πρώτη εμπορικά διαθέσιμη σειρά δοκιμών τοξικότητας σε μορφή Kits που περιέχουν όλα τα απαραίτητα υλικά, μαζί με τους οργανισμούς, για τη πραγματοποίηση απλών, ευαίσθητων και μικρού κόστους δοκιμών οξείας τοξικότητας, με χημικά και απόβλητα που απελευθερώνονται σε γλυκά, αλμυρά και υφάλμυρα ύδατα.

Το βασικό πλεονέκτημα των Toxkits σε σύγκριση με τα συμβατικά test τοξικότητας είναι ότι κάθε Kit, περιέχει τα πειραματόζωα υπό μορφή αυγών διάρκειας (κύστες) από τα οποία οι λάρβες εκκολάπτονται “κατά παραγγελία” μέσα σε 24 ώρες. Αυτό, αντιμετωπίζει ένα βασικό πρόβλημα της υδρόβιας τοξικολογίας : Την ανάγκη για συνεχή καλλιέργεια των πειραματόζωων.

Μια 24 ωρών πειραματική δοκιμή, πραγματοποιείται σε μια πλακέτα πολλαπλών κυψελίδων, χρησιμοποιώντας νεαρά άτομα του τροχόζωου, *Brachionus plicatilis*, που εκκολάπτονται από κύστες. Κάθε Rotoxkit περιέχει όλα τα υλικά για τη πραγματοποίηση 6 ολοκληρωμένων δοκιμών τοξικότητας. Ο μόνος εξοπλισμός που χρειάζεται, είναι ένας επωαστήρας (θερμοθάλαμος σταθερής θερμοκρασίας) 25°C, ένα στερεοσκόπιο ή μικροσκόπιο με ικανότητα μεγέθυνσης 10-12 X και κοινός εργαστηριακός εξοπλισμός.

Η ευαισθησία του *Brachionus plicatilis*, συγκρίνεται ικανοποιητικά με αυτή πολλών ασπόνδυλων, που χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στην υδρόβια τοξικολογία. Ο βαθμός της επαναληψιμότητας του test, μπορεί να θεωρηθεί πολύ ψηλός, μιας και κάθε Rotokit, περιέχει τυποποιημένα υλικά.

Τα Rotifers έχουν, σημαντική θέση σε πολλά υδρόβια οικοσυστήματα. Τα Rotifers του γένους *Brachionus*, έχουν μια κοσμοπολίτικη κατανομή και βρίσκονται σε ποικίλους υδροβιότοπους σε όλο το κόσμο.

2.2 Διαδικασία πειράματος τοξικής δοκιμής LC⁵⁰

2.2.1 Ημέρα 0

Προετοιμασία του τεχνητού θαλασσινού νερού.

Τα μπουκάλια που διατίθενται με το kit και που περιέχουν κρυσταλλικά άλατα και συμπυκνωμένα διαλύματα αλάτων, χρησιμοποιούνται για την προετοιμασία 1L τεχνητού θαλασσινού νερού, αλατότητας 35 ppt. Το τεχνητό θαλασσινό νερό χρησιμοποιείται για την παρασκευή του μέσου εκκόλαψης των κύστεων και ως μέσω διάλυσης της τοξικής ουσίας.

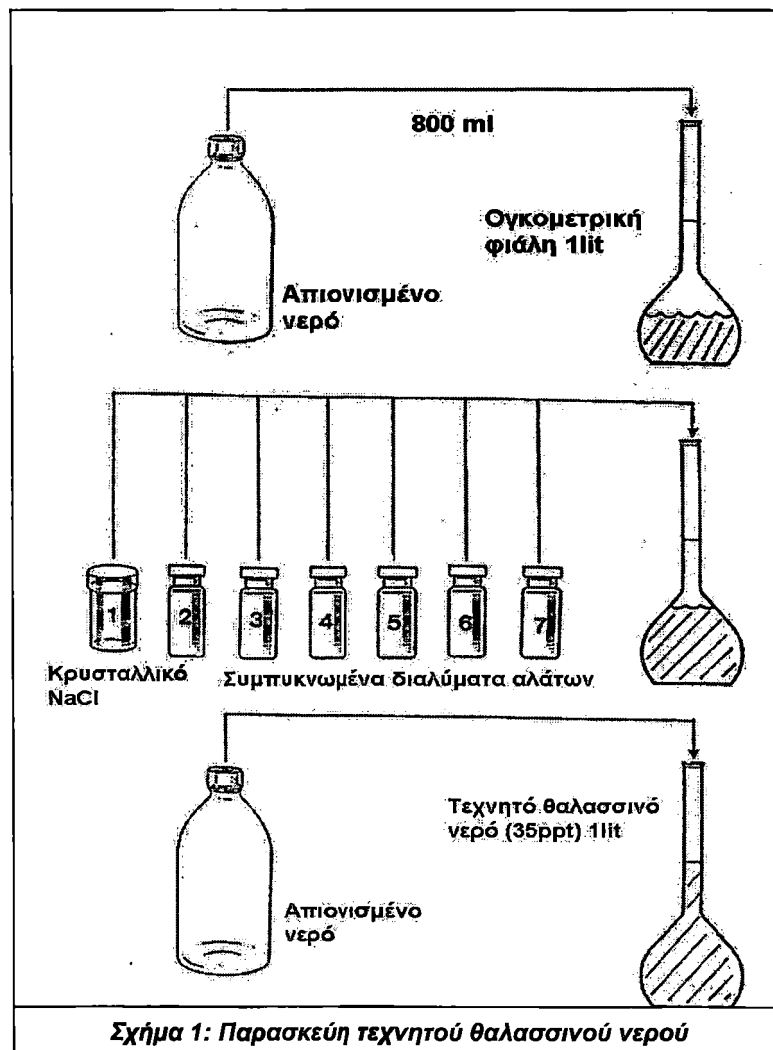
Διαδικασία (βλέπε σχήμα 1)

1. Σε μια ογκομετρική φιάλη του 1L τοποθετούνται 800ml απιονισμένο νερό.
2. Το περιεχόμενο του καθενός από τα 7 μπουκάλια, τοποθετείται στη φιάλη ακολουθούμενο από ανακίνηση, μέχρι τη πλήρη διάλυση των αλάτων. Με τη σειρά τοποθέτησης τους τα μπουκάλια περιέχουν : 1.κρυσταλλικό NaCl, 2.συμπυκνωμένο διάλυμα (σ. δ.) KCl₂, 3. (σ. δ.) CaCl₂, 4. (σ. δ.) MgCl₂, 5. (σ. δ.) MgSO₄, 6. (σ. δ.) NaHCO₃, 7. (σ. δ.) H₃BO₃.
3. Η ογκομετρική φιάλη γεμίζεται με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή (1000 ml-1L) και ανακινείται ώστε να προκύψει ομογενές διάλυμα.

Επειδή οι ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν (Maneb, Zineb) ήταν σε στερεή μορφή (σκόνη) και λόγω της χαμηλής διαλυτότητας τους χρειάστηκε περισσότερο από 1L τεχνητό θαλασσινό νερό, ώστε να επιτευχθεί αρχική συγκέντρωση χημικού, 1mg/L. Το τεχνητό θαλασσινό νερό που κατασκευάστηκε περιείχε συγκεντρώσεις αλάτων του παρακάτω πίνακα :

| ΑΛΑΤΑ | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ (G/L) |
|--------------------------------------|------------------------|
| NaCl | 26,40 |
| KCl | 0,84 |
| CaCl ₂ ·2H ₂ O | 1,67 |
| MgSO ₄ ·7H ₂ O | 5,58 |
| MgCl ₂ ·6H ₂ O | 4,60 |
| NaHCO ₃ | 0,17 |
| H ₃ BO ₃ | 0,03 |

Πίνακας 14: συγκεντρώσεις αλάτων στο τεχνητό θαλασσινό νερό (35 ppt)



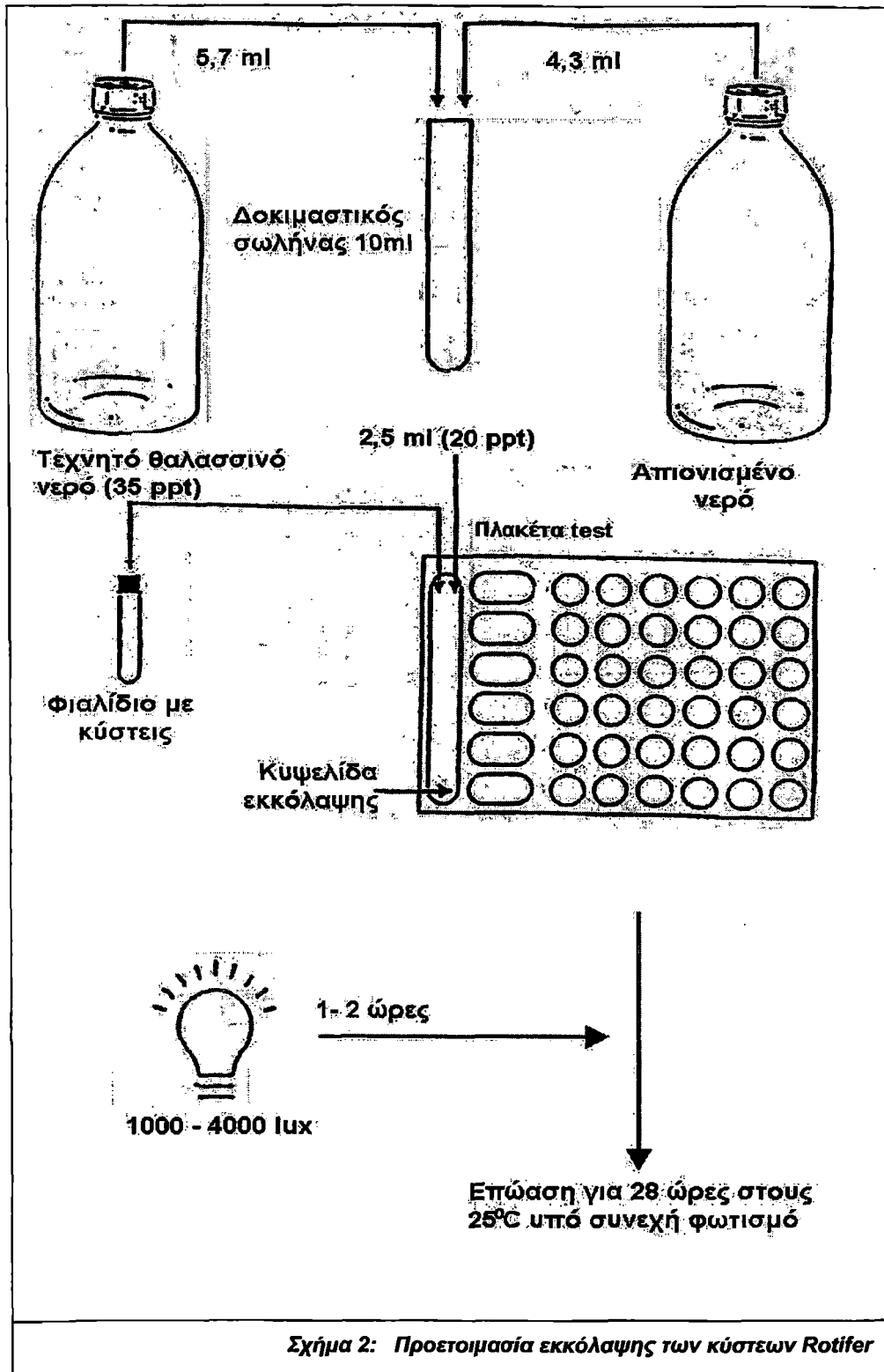
Αν η πραγματοποίηση του test, δεν γίνει μέσα σε λίγες μέρες από την παρασκευή του τεχνητού θαλασσινού νερού, τότε αυτό πρέπει να διατηρηθεί στο ψυγείο, στο σκοτάδι. Πριν όμως από τη χρησιμοποίησή του, θα πρέπει να επανέλθει σε θερμοκρασία δωματίου.

Εκκόλαψη των κύστεων Rotifer.

Η εκκόλαψη των κύστεων πρέπει να αρχίσει 28-30 ώρες πριν από την έναρξη του test τοξικότητας και να πραγματοποιηθεί σε θαλασσινό νερό μειωμένης αλατότητας (20ppt).

Διαδικασία (βλέπε σχήμα 2)

1. 10 ml τεχνητό θαλασσινό νερό μειωμένης αλατότητας 20ppt, παρασκευάζονται, αραιώνοντας θαλασσινό νερό που παρασκευάστηκε (αλατότητας 35 ppt), με 4,3 ml απιονισμένο νερό, σε δοκιμαστικό σωλήνα. Οι κύστεις των τροχόζωων που περιέχονται στο kit, αδειάζονται στη κυψελίδα εκκόλαψης της πλακέτας. Για να εξασφαλιστεί πλήρης μεταφορά των κύστεων, το δοχείο που τις περιέχει ξεπλένεται με 0,5 ml τεχνητό θαλασσινό νερό μειωμένης αλατότητας (20ppt).
2. Προστίθενται άλλα 2 ml νερό, αλατότητας 20 ppt, ώστε να βραχούν οι κύστεις.
3. Τοποθετείται μεμβράνη parafilm πάνω από την πλακέτα (ώστε να εμποδιστεί η εξάτμιση) και η πλακέτα εκτίθεται σε πηγή φωτός 1000-4000 lux για 24 ώρες.
4. Η πλακέτα τοποθετείται σε θερμοθάλαμο σταθερής θερμοκρασίας στους 25°C για 28 ώρες, κάτω από διαρκή φωτισμό για βέλτιστα αποτελέσματα εκκόλαψης. Αν ο αριθμός των εκκολαφθέντων Rotifers μετά από 28 ώρες είναι πολύ μικρός για τις ανάγκες του test, η πλακέτα επανατοποθετείται στον επωαστήρα για άλλες 2 ώρες.



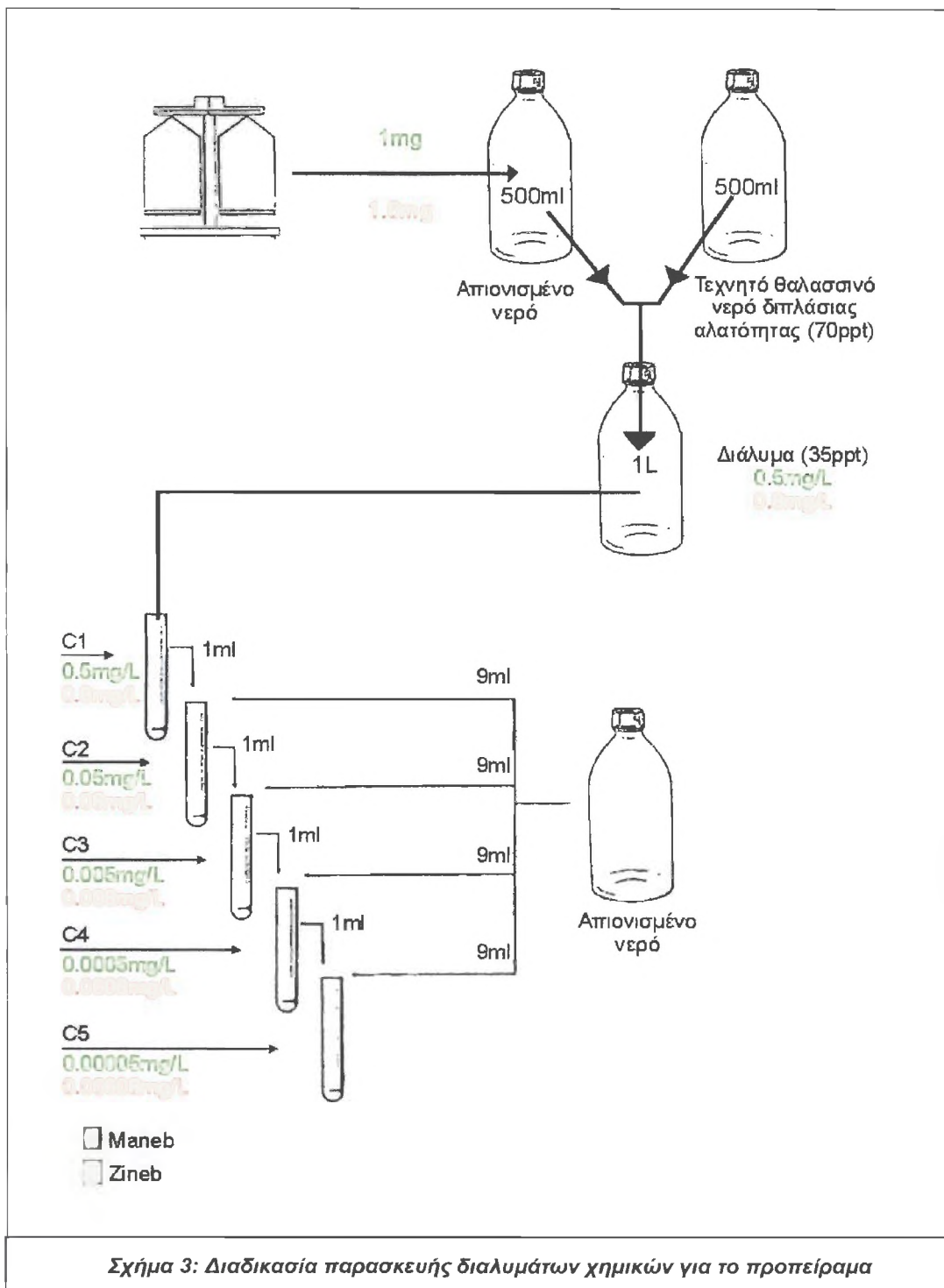
1.2.2. Ημέρα 1

A) Προπείραμα :

Το προπείραμα πραγματοποιείται ώστε να υπολογιστούν τα όρια τοξικότητας των χημικών. Δηλαδή, η περιοχή μεταξύ της ανώτερης συγκέντρωσης που δεν έχει επίδραση στον οργανισμό και της συγκέντρωσης που προκαλεί 100% θνησιμότητα.

Παρασκευή των διαλυμάτων, των χημικών (βλέπε σχήμα 3).

Η διαλυτότητα του Maneb και του Zineb στο απιονισμένο νερό είναι 6 mg/L και 10 mg/L αντίστοιχα. Για το λόγο αυτό, 1,6 mg Zineb και 1 mg Maneb (οι μικρότερες ποσότητες οι οποίες μπορούσαν να ζυγιστούν) διαλύθηκαν αρχικά σε 1 L απιονισμένο νερό, το καθένα. Από το διάλυμα που προέκυψε, 500 ml, αναμίχθηκαν με 500 ml, τεχνητού θαλασσινού νερού διπλάσιας αλατότητας (70 ppt), παράγοντας ένα διάλυμα συγκέντρωσης $C_{1z} : 0,8 \text{ mg/L}$ Zineb και $C_{1m} : 0,5 \text{ mg/L}$ Maneb με αλατότητα 35 ppt. Στη συνέχεια με δεκαδικές αραιώσεις παράχθηκαν τα διαλύματα με συγκεντρώσεις, $C_{2z} : 0,08 \text{ mg/L}$, $C_{3z} : 0,008 \text{ mg/L}$ (8 $\mu\text{g/L}$), $C_{4z} : 0,8 \mu\text{g/L}$, $C_{5z} : 0,08 \mu\text{g/L}$ για το Zineb και $C_{2m} : 0,05 \text{ mg/L}$, $C_{3m} : 0,005 \text{ mg/L}$ (5 $\mu\text{g/L}$), $C_{4m} : 0,5 \mu\text{g/L}$, $C_{5m} : 0,05 \mu\text{g/L}$ για το Maneb.



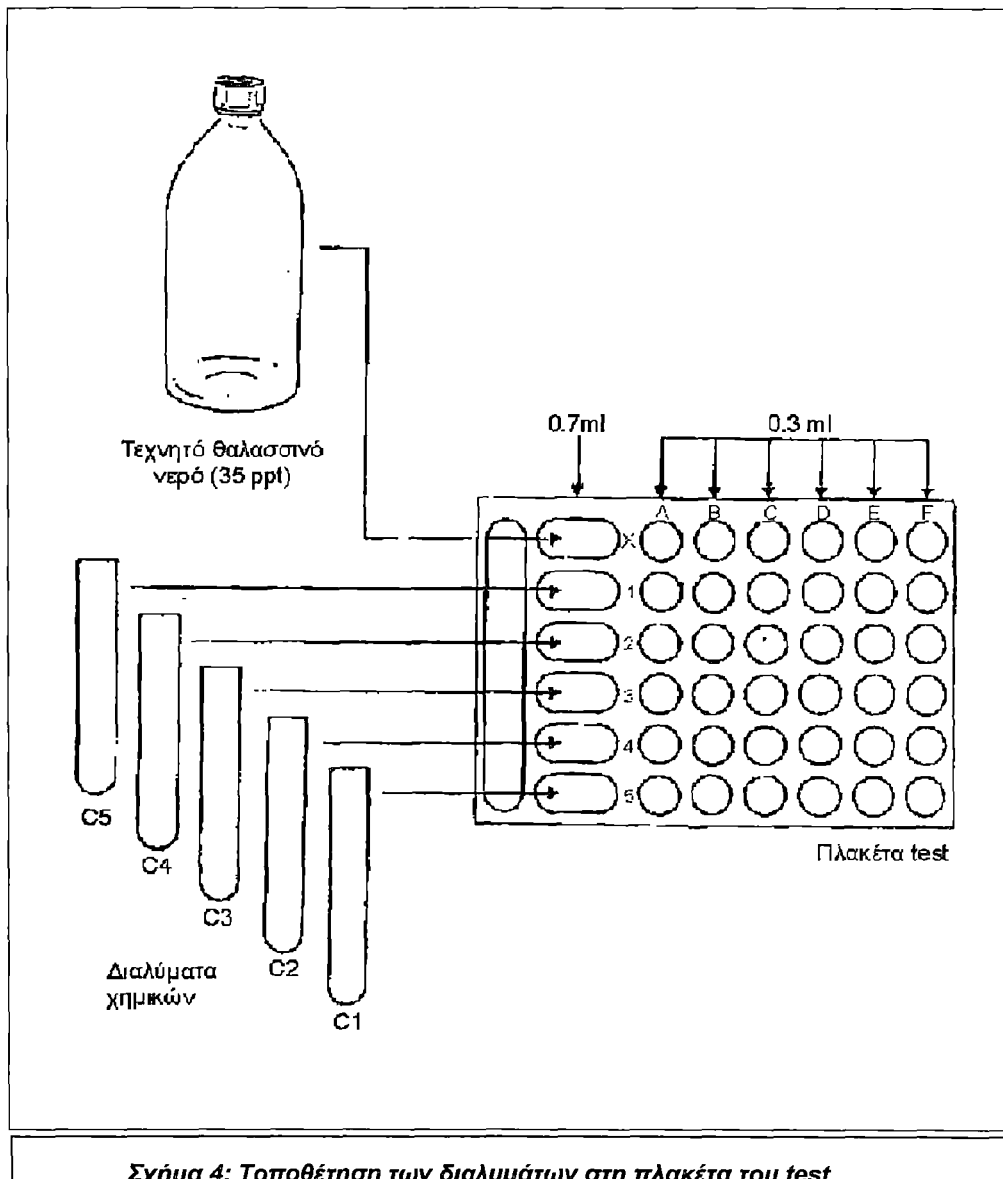
Πλήρωση της πλακέτας του test.

Το test τοξικότητας εκτελείται σε μια ειδική, μιας χρήσης, PVC, πλακέτα πολλαπλών κυψελίδων. Κάθε πλακέτα έχει μια μεγάλη κυψελίδα όπου πραγματοποιείται η εκκόλαψη των κύστεων (κυψελίδα εκκόλαψης), 6 κυψελίδες εμφάνισης και 36 κυψελίδες πειράματος όπως φαίνεται στο σχήμα 4. Οι κυψελίδες πειράματος, σημαίνονται οριζόντια σε στήλες A ως F και κάθετα σε σειρές x (control) και 1 έως 5. Η κατανομή των διαλυμάτων του test, πρέπει πάντα να πραγματοποιείται με σειρά, από την control x πάνω σειρά, προς την υψηλότερη συγκέντρωση, 5 κάτω σειρά (βλέπε σχήμα 4).

Διαδικασία

Control : 0,7 ml τεχνητού θαλασσινού νερού, προστίθενται στη κυψελίδα εμφάνισης της άνω σειράς x. 0,3 ml θαλασσινό νερό προστίθενται σε καθεμία από τις 6 κυψελίδες πειράματος της σειράς x.

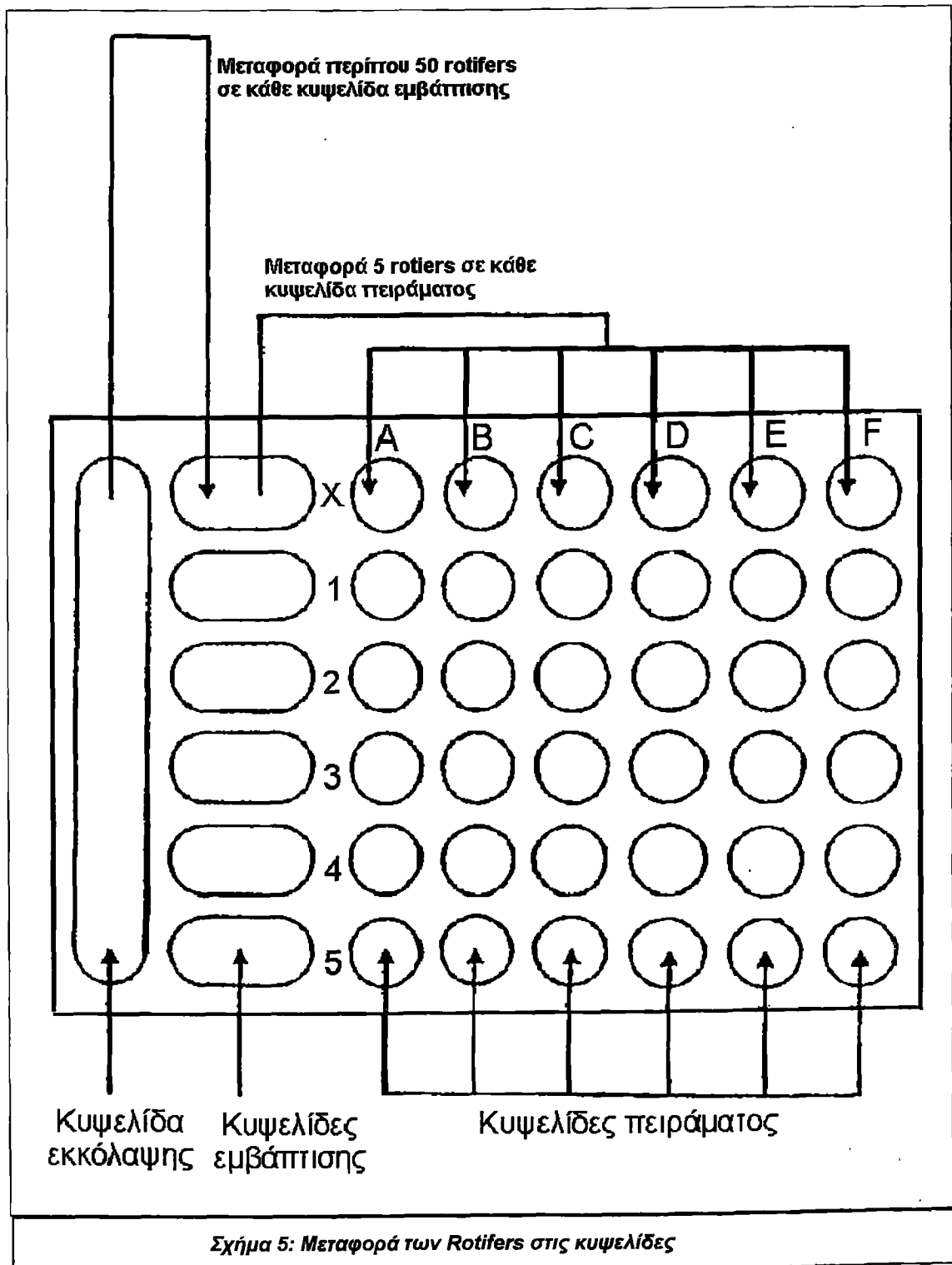
Διαλύματα τοξικών : Κάθε δοκιμαστικός σωλήνας, πωματίζετε και αναδεύεται πριν τη μεταφορά του τοξικού. 0,7 ml από το διάλυμα C₅, μεταφέρονται στην κυψελίδα εμφάνισης της σειράς 1. 0,3 ml από το διάλυμα C₅ μεταφέρονται σε καθεμία από τις 6 κυψελίδες πειράματος της σειράς 1. Επαναλαμβάνεται αυτή η διαδικασία έτσι ώστε τα διαλύματα C₄, C₃, C₂ και C₁, να μεταφερθούν το καθένα στις κυψελίδες εμφάνισης και στις κυψελίδες πειράματος των σειρών 2, 3, 4, και 5 αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Μεταφορά των Rotifers στις κυψελίδες εκκόλαψης (βλέπε σχήμα 5) :

Τα νεοεκκολαφθέντα rotifers είναι άσπρα και έτσι, είναι περισσότερο ορατά σε μαύρο φόντο. Για το σκοπό αυτό ένα μαύρο γυαλί τοποθετείτε κάτω από τη πλακέτα, κατά την παρατήρηση μέσω μικροσκοπίου. Μιας και τα Rotifers είναι φωτοτακτικά τείνουν να συγκεντρώνονται στα τοιχώματα των κυψελίδων εκκόλαψης (επειδή γυαλίζουν), διευκολύνοντας τη συλλογή τους.

1. Μεταφέρονται περίπου 50 Rotifers με τη μικροπιπέτα από την κυψελίδα εκκόλαψης στην κυψελίδα εμβάπτισης της άνω σειράς x. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται για τις σειρές 1, 2, 3, 4 και 5, προσέχοντας να μην έλθει σε επαφή η μικροπιπέτα με τα χημικά διαλύματα, ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε επιμόλυνση κατά τα επόμενα στάδια της διαδικασίας. Η μικροπιπέτα ξεπλένεται με απιονισμένο νερό.
2. Τα Rotifers αφήνονται για μία ώρα περίπου στις κυψελίδες εμβάπτισης ώστε να προσαρμοστούν στην αλλαγή της αλατότητας (από 20ppt σε 35 ppt). Η πλήρης προσαρμογή γίνεται εμφανής, με την ανάκτηση της ενεργητικής κολυμβητικής ικανότητας τους.
3. Πέντε Rotifers μεταφέρονται από την κυψελίδα εμβάπτισης σε κάθε μία από τις 6 κυψελίδες πειράματος της σειράς x, προσέχοντας να μεταφέρεται όσο γίνεται λιγότερο νερό μαζί με τα Rotifers. Επαναλαμβάνεται η παραπάνω διαδικασία για τις σειρές 1, 2, 3, 4 και 5 με αυτή τη σειρά (από την αραιότερη στη πυκνότερη συγκέντρωση).
4. Αφού ολοκληρωθεί και η τελευταία μεταφορά, αδειάζεται το εναπομείναν περιεχόμενο της κυψελίδας εκκόλαψης (ώστε να αποφευχθεί τυχόν χύσιμο, στις κυψελίδες πειράματος) και η πλακέτα τοποθετείται στο επωαστήριο για 24 ώρες στους 25°C στο σκοτάδι, αφού πρώτα σκεπάσει, με μία μεμβράνη parafilm και το κάλυμμα της.



B) Οριστικό πείραμα.

Στο οριστικό πείραμα οι συγκεντρώσεις που χρησιμοποιούνται, είναι ενδιάμεσες ως προς τη χαμηλότερη συγκέντρωση που προκάλεσε 100% θνησιμότητα και την υψηλότερη συγκέντρωση που δεν προκάλεσε θνησιμότητα (0% θνησιμότητα) στο προπείραμα. Αυτές οι δύο συγκεντρώσεις μπορεί να διαφέρουν κατά μία τάξη μεγέθους ή κατά δύο τάξεις μεγέθους. Με βάση αυτές τις συγκεντρώσεις, παρασκευάζονται 5 συγκεντρώσεις C_1' , C_2' , C_3' , C_4' και C_5' , όπου C_1' και C_5' , οι συγκεντρώσεις που παρατηρήθηκε 100% θνησιμότητα και 0% θνησιμότητα αντίστοιχα στο προπείραμα.

Διαδικασία :

1^η περίπτωση (βλέπε σχήμα 6^α) : Οι C_1' - C_5' διαφέρουν κατά μία τάξη μεγέθους. (Η C_5' είναι 10 φορές αραιότερη της C_1').

1. Σε πέντε δοκιμαστικούς σωλήνες προστίθεται ο όγκος νερού που αναφέρεται στον παρακάτω πίνακα.
2. Προστίθεται η ποσότητα του διαλύματος C_1' σε καθένα από τους δοκιμαστικούς σωλήνες αντίστοιχα όπως αναφέρεται στον παρακάτω πίνακα 15.
3. Οι δοκιμαστικοί σωλήνες κλείνονται και ανακινούνται.
4. Υπολογίζονται οι συγκεντρώσεις C_1' - C_5' . Με βάση τις παραπάνω αραιώσεις $C_2'= 0,56 \cdot C_1'$ mg/L, $C_3'=0,32 \cdot C_1'$ mg/L, $C_4'=0,18 \cdot C_1'$ mg/L, $C_5'= 0,1 \cdot C_1'$ mg/L.

Πίνακας 15: Αραίωση του διαλύματος C_1' για την παρασκευή των διαλυμάτων του οριστικού πειράματος όταν C_1' - C_5' διαφέρουν κατα μία τάξη μεγέθους

| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΟΓΚΟΣ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ (ml) | ΟΓΚΟΣ C_1' (ml) |
|-------------|--------------------------------------|-------------------|
| C_1' | 0 | 10 |
| C_2' | 4,4 | 5,6 |
| C_3' | 6,8 | 3,2 |
| C_4' | 8,2 | 1,8 |
| C_5' | 9,0 | 1,0 |



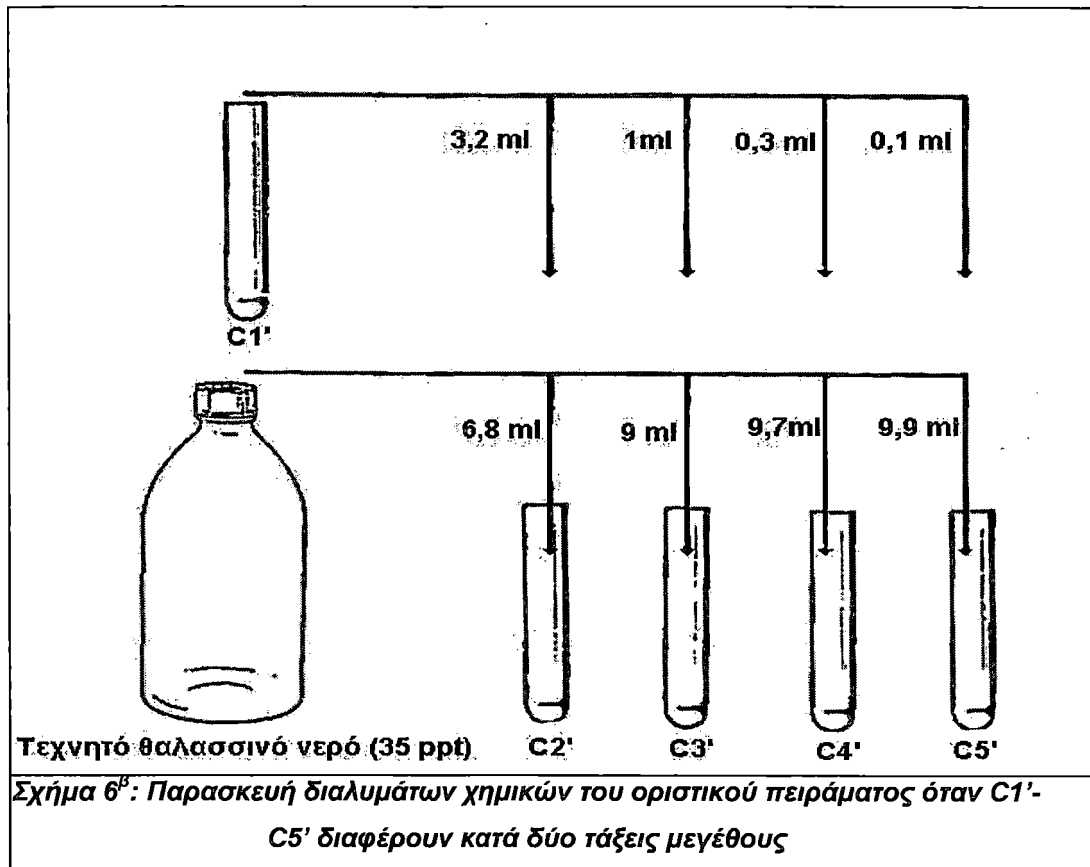
2^η περίπτωση (βλέπε σχήμα 6^β) : Οι συγκεντρώσεις C₁' - C₅' διαφέρουν δύο τάξεις μεγέθους. (Η C₅' είναι 100 φορές αραιότερη από τη C₁').

Ακολουθείται η ίδια διαδικασία αλλά οι αραιώσεις πραγματοποιούνται με βάση τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 15: Αραίωση του διαλύματος C₁' για την παρασκευή των διαλυμάτων του οριστικού πειράματος όταν C₁'-C₅' διαφέρουν κατά δύο τάξεις μεγέθους

| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ | ΟΓΚΟΣ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ (ml) | ΟΓΚΟΣ C ₁ ' (ml) |
|------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| C ₁ ' | 0 | 10 |
| C ₂ ' | 6,8 | 5,6 |
| C ₃ ' | 9,0 | 3,2 |
| C ₄ ' | 9,7 | 1,8 |
| C ₅ ' | 9,9 | 1,0 |

Μετά την παρασκευή των νέων συγκεντρώσεων C₁' - C₅', η πλακέτα του test γεμίζεται με την ίδια διαδικασία (βλέπε πλήρωση της πλακέτας του test στο πείραμα), Χρησιμοποιώντας τις παρασκευασμένες συγκεντρώσεις.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ZINEB

♦ Προπείραμα.

Οι συγκεντρώσεις και η αντίστοιχη θνησιμότητα που εμφανίστηκε στο προπείραμα, παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

| | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ($\mu\text{g/L}$) | ΘΝΗΣΙΜ/30 | ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (%) |
|---------|------------------------------------|-----------|--------------------|
| control | 0 | 1 | 3.33 |
| C5 | 0.08 | 0 | 0 |
| C4 | 0.8 | 1 | 3.33 |
| C2 | 80 | 6 | 20 |

Οι τιμές, με κόκκινο είναι οι συγκεντρώσεις C₁' και C₅' (100% θνησιμότητα και 0% θνησιμότητα αντίστοιχα), ανάμεσα στις οποίες αναμένεται να βρίσκεται η τιμή LC₅₀. Οι συγκεντρώσεις αυτές χρησιμοποιούνται ως ακραίες στο οριστικό πείραμα.

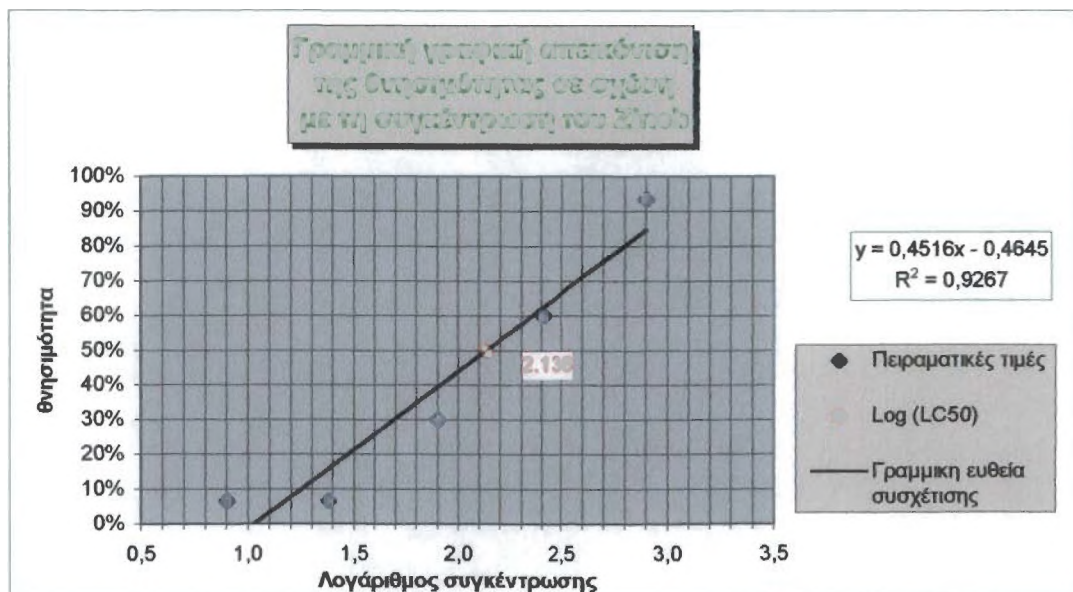
Παρατήρηση :Βάση των περιορισμών του πειραματικού πρωτόκολου, θνησιμότητα 1/30 θεωρείται αμελητέα και συμπτωματική μη έχονς σχέση με τις υπό έλεγχο ουσίες .

♦ Πείραμα

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις συγκεντρώσεις, τις λογαριθμικές συγκεντρώσεις και την αντίστοιχη θνησιμότητα στο οριστικό πείραμα.

| | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/L) | ΘΝΗΣΙΜ/30 | ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (%) | LOG (ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ) |
|---------|-----------------------|-----------|--------------------|----------------------|
| control | 0 | 0 | 0.00% | 0.000 |
| C1' | 8 | 2 | 6.67% | 0.903 |
| C2' | 24 | 2 | 6.67% | 1.380 |
| C3' | 80 | 9 | 30.00% | 1.903 |
| C4' | 256 | 18 | 60.00% | 2.408 |
| C5' | 800 | 28 | 93.33% | 2.903 |

Με βάση τα στοιχεία του πίνακα, χαράζεται η γραφική παράσταση της θνησιμότητας (%), συναρτήση της λογαριθμικής συγκέντρωσης του Zineb και η αντίστοιχη γραμμική καμπύλη συσχέτισης.



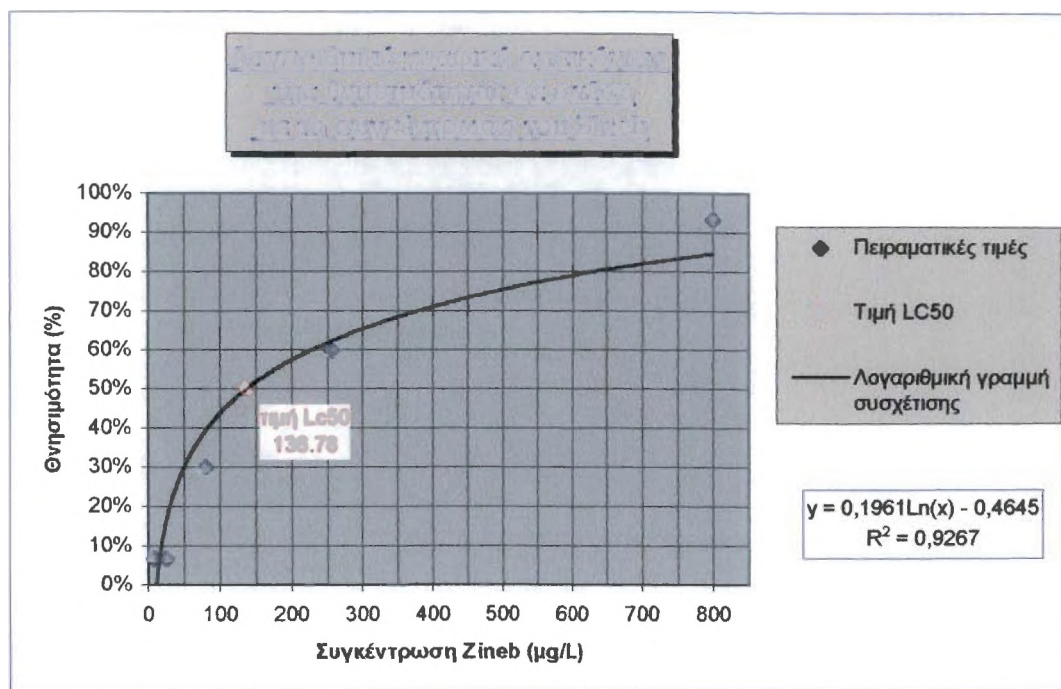
♦ Υπολογισμός της τιμής LC₅₀

Λύνοντας τη συνάρτηση της καμπύλης ($\psi = 0,4516x - 0,4645$) ως προς x , για $\psi = 50\%$ ($\psi = 0,5$), έχουμε :

$$x = (0,5 + 0,4645) / 0,4516 \Leftrightarrow x = 2,1357 = \text{Log}(\text{LC}_{50}) \Leftrightarrow \text{LC}_{50} = 102,1357$$

Οπότε $\text{LC}_{50} = 136,7848 \mu\text{g/L}$

Αντίστοιχα η λογαριθμική μορφή της αύξησης της θνησιμότητας, φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:



$$LC_{50} = 136,75 \mu\text{g/L}$$

Επομένως η συγκέντρωση του Zineb που προκαλεί 50% θνησιμότητα σε ναυπλίους του *Brachionus plicatilis* σε 28 ώρες είναι 136,75 µg/L.

3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΝΕΒ

♦ Προπείραμα.

Οι συγκεντρώσεις και η αντίστοιχη θνησιμότητα που εμφανίστηκε στο προπείραμα, παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

| | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/L) | ΘΝΗΣΙΜ/30 | ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (%) |
|---------|-----------------------|-----------|--------------------|
| control | 0 | 0 | 0.00% |
| C5 | 0.05 | 2 | 6.67% |
| C4 | 0.5 | 0 | 0.00% |
| | | | |
| C1 | 500 | 30 | 100.00% |

Οι τιμές, με κόκκινο είναι οι συγκεντρώσεις C₁' και C₅' (100% θνησιμότητα και 0% θνησιμότητα αντίστοιχα), ανάμεσα στις οποίες αναμένεται να βρήσκει η τιμή LC₅₀. Οι συγκεντρώσεις αυτές χρησιμοποιούνται ως ακραίες στο οριστικό πείραμα.

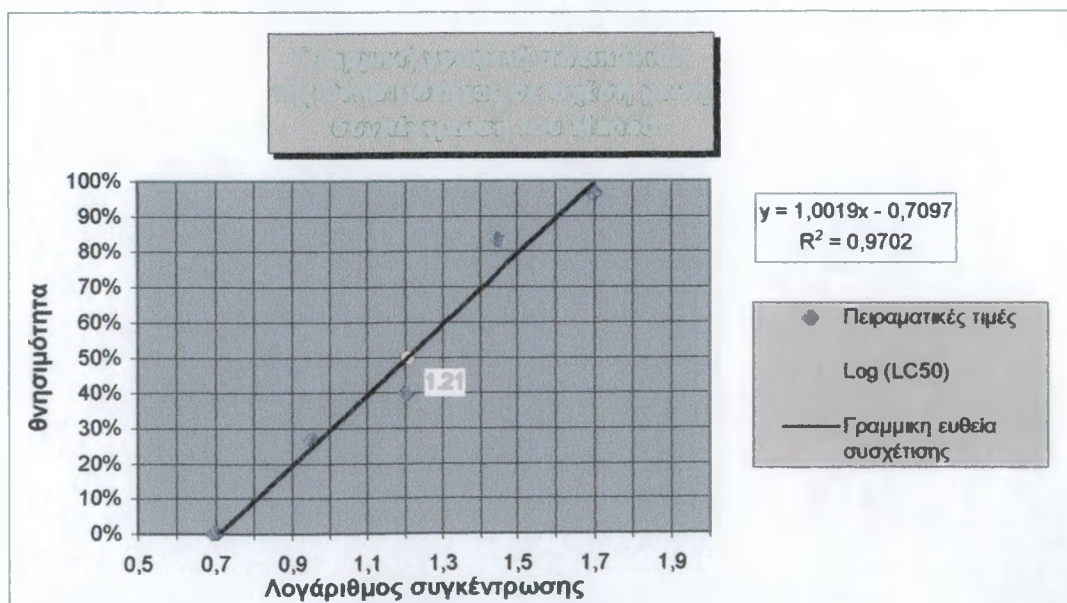
Παρατήρηση: Η παράδοξα υψηλή τιμή θνησιμότητας που παρουσιάστηκε στη C5 σχετιζόμενη με τις αντίστοιχες τιμές των C4 και C3 και αφού επαναλήφθηκε το προπείραμα αποδόθηκε σε κακούς χειρισμούς κατά τη μεταφορά των ναυπλίων.

◆ Πείραμα

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις συγκεντρώσεις και την αντίστοιχη θνησιμότητα στο οριστικό πείραμα.

| | ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (μg/L) | ΘΝΗΣΙΜ/30 | ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ (%) | LOG (ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ) |
|---------|-----------------------|-----------|--------------------|----------------------|
| control | 0 | 1 | 3.33% | 0.000 |
| C1' | 5 | 0 | 0.00% | 0.699 |
| C2' | 9 | 8 | 26.67% | 0.954 |
| C3' | 16 | 12 | 40.00% | 1.204 |
| C4' | 28 | 25 | 83.33% | 1.447 |
| C5' | 50 | 29 | 96.67% | 1.699 |

Με βάση τα στοιχεία του πίνακα, χαράζεται η γραφική παράσταση της θνησιμότητας (%), συναρτήση της συγκέντρωσης του Maneb και η αντίστοιχη γραμμική ευθεία συσχέτισης.



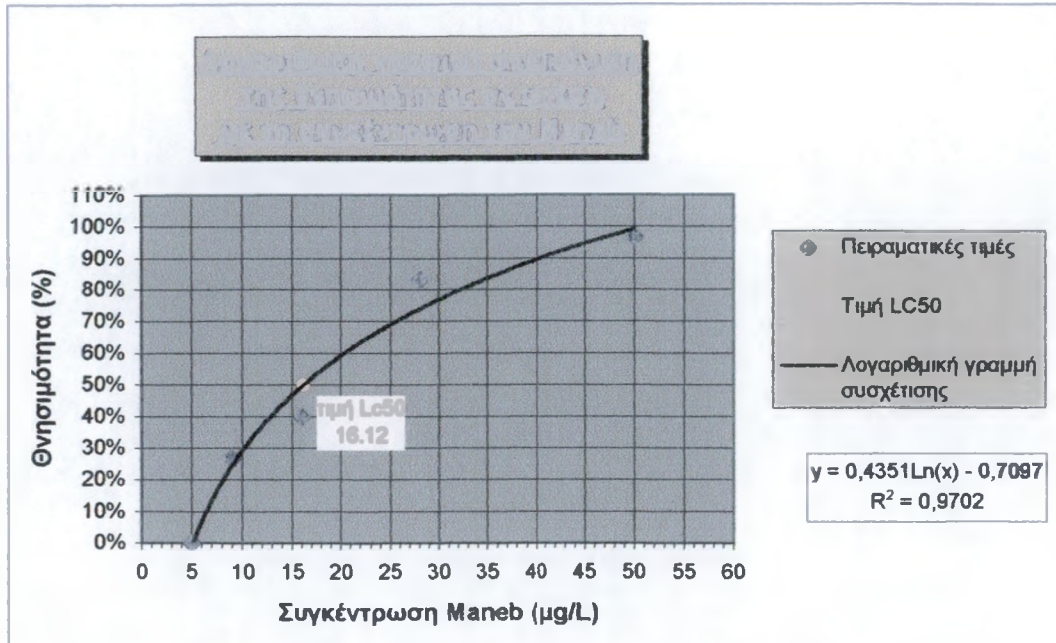
◆ Υπολογισμός της τιμής LC₅₀

Λύνοντας τη συνάρτηση της καμπύλης αυτής, ως προς x, για $\psi=50\%$ ($\psi=0,5$), έχουμε :

$$x = (0,5 + 0,7097) / 1,0019 \Rightarrow x = 1,207406 = \text{Log}(LC_{50})$$

Οπότε $LC_{50} = 16,1235$

Η τιμή LC_{50} , αλλά και η λογαριθμική μορφή της αύξησης της θνησιμότητας, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



$$LC_{50} = 16,12 \mu\text{g/L}$$

Επομένως η συγκέντρωση του Maneb που προκαλεί 50% θνησιμότητα σε ναυπλίους του *Brachionus plicatilis* σε 28 ώρες είναι 16,12 µg/L.

3.3 Συμπεράσματα-σύγκριση τιμών

Με βάση τα αποτελέσματα της δοκιμής οξείας τοξικότητας που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα εργασία και τις αναφερόμενες, στη βιβλιογραφία τιμές LC_{50} για το ζωοπλαγκτονικό είδος *Daphnia magna*, για τις ουσίες Maneb και Zineb, συντάσσεται ο παρακάτω πίνακας και επιχειρείται μία προσπάθεια συσχέτισης των τιμών.

Η επιλογή του είδους *Daphnia magna* για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων βασίστηκε αφ' ενός στο γεγονός ότι πρόκειται για ζωοπλαγκτονικό είδος και αφετέρου στο ότι υπήρχαν πολλές αναφορές δοκιμών οξείας τοξικότητας για το είδος αυτό καθώς θεωρείται είδος αναφοράς για τον καθορισμό της τοξικότητας των ρυπαντών σε ζωοπλαγκτονικά είδη.

| ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ | ZINEB | | MANEB | |
|------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| | Χρόνος πειράματος | Τιμή LC_{50} | Χρόνος πειράματος | Τιμή LC_{50} |
| <i>Daphnia magna</i> | 26 ώρες | 200 $\mu\text{g/L}$ | Δεν υπάρχει συγκρίσιμη αναφορά | |
| | 48 ώρες | 970 $\mu\text{g/L}$ | 48 ώρες | 1000 $\mu\text{g/L}$ |
| <i>Brachionus plicatilis</i> | 28 ώρες | 136,78 $\mu\text{g/L}$ | 28 ώρες | 16,12 $\mu\text{g/L}$ |

Σύγκριση Maneb-Zineb

1. Για το είδος *Daphnia magna* οι τιμές LC_{50} 48 ωρών, εμφανίζονται περίπου ίδιες (970 $\mu\text{g/L}$ για το Zineb και 1000 $\mu\text{g/L}$ για το Maneb)
2. Για το είδος *Brachionus plicatilis*, το Maneb εμφανίζεται 8,5 φορές πιο τοξικό από ότι το Zineb στο θεωρούμενο χρόνο (Maneb, 16,12 $\mu\text{g/L}$ και Zineb, 136,78 $\mu\text{g/L}$, για τις 28 ώρες). Παρόλα αυτά, η διαφορά αυτή (περίπου 120 $\mu\text{g/L}$ -0,12 mg/L) είναι ουσιαστικά πολύ μικρή και πιθανόν να οφείλεται στην ιδιαιτερότητα του οργανισμού (διαφορετική ευαισθησία στις δύο ουσίες [Mn-Zn]) ή ακόμα και σε μικροδιαφορές στην πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε, στις δοκιμές αυτές.

Σύγκριση οργανισμών

Τα Rotifers είναι μικροσκοπικοί οργανισμοί με μήκος 0,25 mm, περίπου το ¼ του μεγέθους της νεοεκκολαφθήσας *Daphnia magna*. Για το λόγο αυτό, θα περίμενε κανείς ότι οι τιμές LC₅₀, για το *Brachionus plicatilis* να είναι πολύ μικρότερες των αντίστοιχων τιμών για τη *Daphnia magna* σε συγκρίσιμης χρονικής διάρκειας δοκιμές LC₅₀. Κάτι τέτοιο παρατηρήθηκε για το Maneb (τιμή LC₅₀ 28 ωρών, 16,12 µg/L για το *Brachionus plicatilis* και τιμή LC₅₀ 48 ωρών, 1000 µg/L) αν και οι χρονική διάρκεια του πειράματος δεν είναι απόλυτα συγκρίσιμη. Αντίθετα για το Zineb, οι τιμές LC₅₀ είναι της ίδια τάξης μεγέθους (τιμή LC₅₀ 28 ωρών, 136,78 µg/L για το *Brachionus plicatilis* και τιμή LC₅₀ 26 ωρών, 200 µg/L και 48 ωρών, 970 µg/L για τη *Daphnia magna*).

Έτσι κανένα ασφαλές συμπέρασμα δεν μπορεί να εξαχθεί για την συγκριτική ευαισθησία των δύο ειδών.

3.4 Συζήτηση

Υπάρχει ένα πλήθος λόγων που καθιστούν την αξιολόγηση της τοξικότητας μίας ουσίας, με μοναδικό κριτήριο τις τιμές LC₅₀, ανακριβή και ελλιπή. Τέτοιοι λόγοι μπορεί να είναι: 1. οι εργαστηριακές συνθήκες μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτικές της ποικιλίας των περιβαλλοντικών συνθηκών, 2. τα είδη που χρησιμοποιούνται, μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτικά, 3. σε *in vivo* συνθήκες οι ουσίες πιθανόν να παρουσιάζουν συνεργιστικές επιδράσεις με άλλες ουσίες αυξάνοντας ή μειώνοντας την τοξικότητά τους κατά περίπτωση (π.χ. η συνεργιστική δράση των διθειοκαρβαμίδων με το χαλκό). Παρόλα αυτά η συσχέτιση των τιμών LC₅₀ για διαφορετικά είδη μπορεί να αποτελέσει ένα από τους παράγοντες αξιολόγησης της τοξικότητας μίας ουσίας.

Βιβλιογραφία

- [1].....J E Hunter, PhD and P Cain Courtaulds Coatings (Holdings) Ltd, UK (1996) : "Antifouling coating in the 1990s -environmental, economic and legislative aspects"
- [2].....Aimee L. Phillippi, Nansy J. O'Connor, Armand F. Lewis, Yong K. Kim (2001) : "Surface flocking as possible anti-biofouland" . Aquaculture, Vol. 195,p 225-238
- [3].....A. J. Reichelt-Brushett και P. L. Harrison (2000) : "The effect of Copper on the Settlement Success of Larvae from the Scleractinian Coral *Acropora tenuis*." Marine Pollution Bulletin Vol. 41, Issues 7-12, p. 385-391
- [4].....J. E. Hunter και C. V. Anderson : "Antifouling Paints and the Enviroment" International Coatings Ltd. <http://www.international-marine.com>
- [5].....S.M.Evans, A.C.Birchenough και M.S.Brancato (2000) : "The TBT Ban :Out of the Frying Pan into the Fire?" Marine Pollution Bulletin Vol. 40, No3,p 204-211
- [6].....<http://www.marlinpaint.com>
- [7].....*Clarkson, T. W. : "Inorganic and organometal pesticides." In Handbook of Pesticide Toxicology. Hayes, W. J. and Laws, E. R., Eds. Academic Press, New York, NY, (1991) .10-161
- [8].....*Kaloyanova, F. P. and El Batawi, M. A., Eds. : "Human Toxicology of Pesticides." CRC Press, Boca Raton, FL, (1991).10-192
- [9].....*Boyer, I. J. : "Toxicity of dibutyltin, tributyltin and other organotin compounds to humans and experimental animals." Toxicol. 55(3): 253 98, (1989).10-193
- [10].....*Sax, N. I. : "Dangerous Properties of Industrial Materials", Sixth Edition. VanNostrandReinhold Co., New York, NY, (1984).

- [11].....*Gardlund, A., Archer, T., Danielsen, K., Danielsson, B., Frederiksson, A., Lindquist, N.G., Lindstrom, H. and Luthman, J. : "Effects of prenatal exposure to tributyltin and trihexyltin on behavior in rats." *Neurotoxicol. Teratol*, 13(1): 99-105, (1991).10-197
- [12].....*U.S. National Library of Medicine. Hazardous Substances Databank. Bethesda, MD, (1995).10-9
- [13].....*Krajnc, E. I., Wester, P. W., Loeber, J. G., van Leeuwen, F. X. R., Vos, J. G., Vaessen, H. A. M. G. and van der Heijden, C. A. : "Toxicity of bis(tri n butyltin)oxide in the rat. I: Short term effects on general parameters and on the endocrine and lymphoid systems." *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 75: 363-386, (1984).10-194
- [14].....*Vos, J. G., de Klerk, A., Krajnc, E. I., Kruizinga, W., van Ommen, B. and Rozing, J. : "Toxicity of Bis(tri n butyltin)oxide in the Rat. II: Suppression of thymus dependent immune responses and of parameters of nonspecific resistance after short term exposure." *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 75: 387-408, (1984).10-195
- [15].....*Noda, T., Monith, S., Yamano, T., Shinizn, M., Sartoh, M. : "Teratogenicity study of tributyl u acetate on rats on oral administration." *Toxicol. Lett.* 55(1): 109-115, (1991).10-196
- [16].....* Solectis, R., Hilbig, V., Pfeil, R., Gericke, S., Gottscholk, M. Bis(tri-n-butyltin Oxide) : "Comparison of Effects of Single and Paired Housing on Subchronic Reproductive Toxicity Endpoints in Japanese Quail (*Coturnix Coturnix Japonica*) in a 13-Week Dietary Study, UBA-FB-93-025 (Original Title in German), Umweltbundesamt (Ministry of Environment), Federal Republic of Germany, (1992).10-198
- [17].....*Huggett, R. J, Unger, M. A., Seligman, P. F. and Valkis, A. D. : "The marine biocide tributyltin: Assessing and managing the environmental risks. *Environ. Sci. Technol.* 26(2): 232-237, 1992.10-199
- [18].....*Michigan Department of Natural Resources. Fact Sheet on Tributyltin Compounds. Lansing, MI, (1987).10-200

- [19].....*U.S. Environmental Protection Agency. Technical Support Document: Tributyltin. Office of Pesticide Programs, Washington, DC, 1985.10-201
- [20]..... *Short, J. W. and Thrower, F. P. : "Accumulation of Butyltins in Muscle Tissue of Chinook Salmon Reared in Sea Pens Treated With Tributyltin." Northwest and Alaska Fisheries Center, National Marine Fisheries Service, U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration, Auke Bay, AK, (1986).10-202
- [21]..... *Clark, A. C., Steritt, R. M., Lester, J. N. : "The fate of Tributyltin in the aquatic environment". Environ. Sci. Technol. 22(6): 600-5, (1988).10-203
- [22].....The Pesticide Manual
- [23].....Jahannes Ranke, Brend Jastorff : "Multidimensional Risk Analysis of Antifouling Biocides" Review Articles
- [24].....Extension Toxicology Network of Cornell University, Oregon State University, the University of Idaho, the University of California at Davis and the Institute for Environmental Toxicology, Michigan State University. USDA/Extension Service/National Agricultural Pesticide Impact Assessment Program.
- [25].....Andrew H. Jacobson και Gary L. Willingham (2000) : "Sea-nine antifoulant : an environmentally acceptable alternative to organotin antifoulants" The Science of The Total Environment Vol. 258, Issues 1-2,p. 103-110
- [26].....N. Voulvoulis, M. D. Scrimshaw και N. Lester (1999) : "Review Alternative Antifouling Biocides" Applied organometalic chemistry 13, 135-143
- [27].....A. P. Negri και A. J. Heyward (2001):-: " Inhibition of coral fertilisation and larval metamorphosis by tributyltin and copper." Marine Environmental Research Vol. 51, Issue 1, p. 17-27
- [28].....Gustavson K., Petersen S., Pedersen B., Stuer-Lauridsen F., Pedersen S., Wangberg S.-A. (1999) : " Pollution-induced community

tolerance (PICT) in coastal phytoplankton communities exposure to copper” *Hydrobiologia* Vol. 416,p.125-138

- [29].....A.B.A.Boxall, S.D.Comber, A.U.Conrad, J.Howcroft και N.Zaman (2000) : “Inputs, Monitoring and Fate Modelling of Antifouling Biocides in UK Estuaries” *Marine Pollution Bulletin* Vol. 40, Issue 11, p 898-905
- [30].....Peter Matthiessen, Jacqueline Reed και Johnson (1999) : “Sources and Potential Effects of Copper and Zinc Concentrations in Estuarine Waters of Essex and Suffolk, United Kingdom” *Marine Pollution Bulletin* Vol. 38, Issue 10, p. 908-920
- [31].....N. Voulvoulis, M. D. Scrimshaw και J. N. Lester: “Analytical methods for the determination of 9 antifouling paint booster biocides in estuarine water samples” (1998) *Chemosphere* Vol. 38, No. 15, pp. 3503-3516
- [32].....H. Okamura, I. Aoyama, D. Liu, R. J. Maguire, G. J. Pacepavicius και Y. L. Lau. (2000) : “Fate and ecotoxicity of the new antifouling compound Irgarol 1051 in the aquatic environment” *Water research* Vol. 34, Issue 14, p. 3523-3530
- [33].....C. J. Sargent, J. C. Bowman και J. L. Zhou (2000) : “Levels of antifoulant Irgarol 1051 in the Cowny Marina, North Wales” *Chemosphere* Vol. 41, Issue 11, p. 1755-1760
- [34].....N. Voulvoulis, M. D. Scrimshaw και J. N. Lester (2000) : “Occurrence of Four Biocides Utilized in Antifouling Paints, as Alternatives to Organotin Estuary in the UK” *Marine pollution Bulletin*, Vol. 40, Issue 11, p. 938-946
- [35].....“Εγχειρίδιο Γεωργικών Φαρμάκων” Π. Γ. Μπαλαγιάννης Καθηγητής Γεωργικής Φαρμακολογίας (1994) Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας
- [36].....Kidd, H. and James, D. R., Eds. *The Agrochemicals Handbook*, Third Edition. Royal Society of Chemistry Information Services, Cambridge, UK, 1991 (as updated).4-4
- [37].....*U.S. National Library of Medicine. *Hazardous Substances Data Bank*. Bethesda, MD, (1995) .4-5

- [38].....* Edwards, I. R., Ferry, D. G. and Temple, W. A. : "Fungicides & related compounds", In Handbook of Pesticide Toxicology. Hayes, W. J. and Laws, E. R., Eds. Academic Press, New York, NY, (1991) .4-2
- [39].....*Wagner, S. L. "Clinical Toxicology of Agricultural Chemicals." Oregon State University Environmental Health Sciences Center, Corvallis, OR, 1981.4-32
- [40].....*U.S. Environmental Protection Agency. Ethylene bisdithiocarbamates (EBDCs); Notice of intent to cancel and conclusion of Special Review. Fed. Regist. 57: 7434-7530, (1992) .4-3
- [41].....*National Toxicology Program. Carcinogenesis Bioassay of Ziram (CAS No. 137-30-4) in F344/N Rats and B6CF1 Mice (Feed Study), (Technical Report No. 238). National Institutes of Health, Bethesda, MD, 1983.
- [42].....* Shepard, T. H. Catalog of Teratogenic Agents, Fifth Edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, 1986.4-13
- [43].....*Cornell University. 1988 New York State pesticide recommendations. Forty-ninth Annual Pest Control Conference. Ithaca, NY, (1987).4-42
- [44].....*Hallenbeck, W. H. and Cunningham-Burns, K. M. : "Pesticides and Human Health" . Springer-Verlag, New York, NY, (1985) .4-36
- [45].....*Tucker, R. and Crabtree, D. G. : "Handbook of Toxicity of Pesticides to Wildlife." U.S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, DC, (1970).4-43
- [46].....*Pimentel, D. : "Ecological Effects of Pesticides on Nontarget Species." Executive Office of the President, Office of Science and Technology, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, (1971) .4-16
- [47].....*Augustijn-Beckers, P. W. M., Hornsby, A. G. and Wauchope, R. D. SCS/ARS/CES : "Pesticide properties database for environmental decisionmaking II Additional compounds" .Rev. Environ. Contam. Toxicol. 137:1-82, (1994) .4-22

- [48]..... *Howard, P. H., Ed. Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals: Pesticides. Lewis Publishers, Chelsea, MI, (1989). 4-20
- [49].....*Gosselin, R. E., Smith, R. P., Hodge, H. C. : "Clinical Toxicology of Commercial Products" , Fifth Edition. Williams and Wilkins, Baltimore, MD, (1984).4-9
- [50].....*U.S. Environmental Protection Agency. Guidance for the Registration of Pesticide Products Containing Maneb as the Active Ingredient. Washington, DC, (1988).4-11
- [51].....*E. I. DuPont de Nemours. : "Technical Data Sheet for Maneb." Agricultural Chemicals Department, Wilmington, DE, (1983) .4-35
- [52].....*Thomson, W. T. Fungicides. In Agricultural Chemicals: Book IV. Thomson Publications, Fresno, CA, (1985) .4-27
- [53].....*Wauchope, R. D., Buttler, T. M., Hornsby A. G., Augustijn-Beckers, P. W. M. And Burt, J. P. SCS/ARS/CES Pesticide properties database for environmental decisionmaking. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 123:1-157, (1992) .4-21
- [54].....Micheal A. Champ (1999) : "The Need for the Formation of an Independent, International Marine Coatings Board" Marine Pollution Bulletin Vol. 38, No 4, p. 239-246
- [55]..... Μπακούλια Γιούλη \ Μαρκουλή Παναγιώτα (2000) : "Antifouling agents :TBT και Irgarol" Πτυχιακή Τμήματος Ιχθυοκομίας-Αλιείας του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου
- [56]..... H. Okamura, I. Aoyama, T. Takami, T. Maruyama, Y. Suzuki, M. Matsumoto, I. Katsuyama, J. Hamada, T. Beppu, O. Tanaka, R. J. Maguire, D. Liu, Y. L. Lau και G.J. Pacepavicius (2000) : "Phytotoxicity of the New Antifouling Compound Irgarol 1051 and a Major Degradation Product" Marine Pollution Bulletin Vol. 40, Issue 9, p. 754-763
- [57]....."Ζωολογία Ασπονδύλων" (2^η Έκδοση 1991) Μαρία Λαζαρίδου – Δημητριάδου Τομέας Ζωολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Συναφείς βιβλιογραφικές πηγές

- [58].....Στ.Κωνσταντινίδου-Δολτσίνι (1998) Ινστιτούτο Προστασίας Φυτών Πατρών "Συμπεριφορά των μυκητοκτόνων στο περιβαλλον" πηγή: "Το βήμα του Γεωπονικού Συλλόγου Λάρισσας"
- [59].....Claude Alzieu (2000) : "Environmental impact of TBT :the French experience". The Science of Total Environment Vol. 258, Issues 1-2, p 99-102.
- [60].....A. Abbott, P .D. Abel, D. W. Arnold και A. Milne (2000) : "Cost-benefit analysis of the use of TBT : the case for a treatment approach" The Science of The Total Environment Vol. 258. Issyes 1-2, p 5-19.

*

* Με αστερίσκο συμβολίζεται η βιβλιογραφία με πηγή : [24]