

ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΜΕΣΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΠΟΥ  
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ  
ΑΥΤΩΝ

ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ  
ΚΟΙΔΑΚΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ  
ΜΑΡΤΗΣ ΑΦΕΝΤΟΥΛΗΣ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

ΒΛΑΧΟΣ ΝΙΚΟΣ  
ΕΚΤ. ΔΕΚΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΜΕΣΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΠΟΥ  
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ  
ΑΥΤΩΝ

ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ  
ΚΟΛΙΔΑΚΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ  
ΜΑΡΤΗΣ ΑΦΕΝΤΟΥΛΗΣ

ΕΓΚΡΙΝΕΤΑΙ



ΒΛΑΧΟΣ ΝΙΚΟΣ  
ΕΚΤ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 14/3/96

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 1996

	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	ΣΕΛ.
	ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ	1
1.	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ (ΕΙΣΑΓΩΓΗ )	2
2.	ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ UV	7
2.1	Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΥΠΕΡΙΘΑΛΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	7
2.2	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	8
2.2.1	ΔΟΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	8
2.2.2	ΑΠΟΡΟΦΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ	8
2.2.3	ΦΩΤΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	10
2.2.4	ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ UV ΔΟΣΗ D- 10	10
2.3	ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ	11
2.3.1	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	11
2.3.2	ΕΠΙΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ	11
2.3.4	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	12
2.4	ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ	12
2.5	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ	13
2.6	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΥΠΩΧΗΝ	14
2.7	ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ UV	17
2.8	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ % ΕΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ	21
2.9	UV ΔΑΜΤΗΡΕΣ	25
2.10	UV ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΤΕΣ	27
3.	ΘΥΣΗ	33
3.1	ΘΑΝΑΤΟΦΟΡΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ	33
3.2	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΚΑΤΟΣΤΙΑΙΑ ΘΑΝΑΤΩΣΗ	33
3.3	ΡΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	33
3.4	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΥΣΗ	35

3.5	ΕΧΘΕΛΙΑΙΣΜΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΑΦΕΑ ΟΥΣΙΝΤΟΣ	37
3.6	ΕΜΠΟΡΙΚΟΙ ΑΡΧΟΙ ΕΚΧΕΝΩΤΙΚΟΙ ΟΥΣΙΝΟΤΗΡΕΙ	38
3.7	ΑΛΛΕΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΟΥΣΙΝ	39
4.	ΚΑΡΡΙΝΗ	47
5.	ΘΕΡΜΑΝΗ	49
6.	ΑΛΛΕΙ ΜΕΡΟΔΟΙ ΑΠΟΔΥΜΑΝΗ	51
7.	ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΚΑΙ ΧΡΗΗ ΤΟΥΣ	54
8.	ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ - ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΕΤΙΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	51
9.	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	58
10.	ΧΡΗΗ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΕ ΙΧΘΥΗ ΜΕ ΤΟΝ Ε.Ο.Φ.	71
11	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	72
12.	ΠΗΓΕΣ - ΕΣΝΑ ΣΥΓΓΡΑΜΑΤΑ	74

## ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

Ένα από τα πολλά πεδία που πρέπει να ληφθούν υπόψη στις υδατοκαλλιεργείες είναι και η καταπολέμηση των διάφορων παθογόνων οργανισμών. Ο βαθμός περιορισμού των ασθενειών αυτών εξαρτάται από το είδος της εκτροφής καθώς και από οικονομικούς παράγοντες.

Η αναγκαιότητα του περιορισμού των ασθενειών είναι πολύ μεγαλύτερη σε κλειστά ή μικτά συστήματα, εκτροφής, καθώς και σε σταθμούς ελεγχόμενης αναπαραγωγής και αναθράψης νεαρών ατόμων ψαριών, καρκινοειδών, απ'ότι σε ανοικτά συστήματα. Με το δεδομένο της μεγάλης ευαισθησίας των οργανισμών αυτών στην ποιότητα του νερού φαίνεται ότι η διατήρησή της σε άριστα επίπεδα, αποτελεί δραστηριότητα μείζονος σημασίας.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι σημαντικότερες ασθένειες προκαλούν μαζική θνησιμότητα των καλλιεργούμενων υδρόβιων οργανισμών που προέρχονται από βακτήρια, ιούς ή μονοκύτταρους οργανισμούς.

Υπάρχουν διάφοροι παθογόνοι οργανισμοί, στις διάφορες φάσεις του κύκλου ζωής των ετρεφόμενων οργανισμών, άλλοι όπως ιοί και άλλοι με τη μορφή βακτηρίων ή μυκήτων ή σπορίων αυτών.

Γενικά η εξόντωση των σπορίων είναι δυσκολότερη λόγω της ανθεκτικής τους δομής. Έτσι απολύμανση είναι γενικότερα, η εισαγωγή ενός συστήματος ή μεθόδου στην καλλιέργεια που ελέγχει τους οργανισμούς. Αντίθετα αποστείρωση είναι η καταστροφή όλων των ζωντανών οργανισμών που βρίσκονται σε μια ποσότητα νερού.

Οργανισμοί οι οποίοι δεν είναι επικίνδυνοι για τους εκτρεφόμενους οργανισμούς, μπορεί επίσης να καταστραφούν κατά την διάρκεια της απολύμανσης.

Σε συστήματα υδατοκαλλιεργειών η αποστείρωση μπορεί να μην είναι απαραίτητη και μάλιστα σε πολλές περιπτώσεις αντανδείκνυται, γιατί καταστρέφει οργανισμούς που χρησιμοποιούνται ως τροφή καθώς και άλλους χρήσιμους συμβιωτικούς οργανισμούς (αζωτοδεσμευτικά βακτήρια κ. λ. π.).

Ο ρυθμός εξαφάνισης για τις περισσότερες μεθόδους απολύμανσης, δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$[dN] / [dt] = -KN$$

όπου:

$dN/dt$ : ρυθμός εξαφάνισης στην μονάδα του χρόνου.

K: σταθερά εξαφάνισης

N: αριθμός ζώντων μικροοργανισμών.

Μετατροπή της εξίσωσης αυτής, δίνει την ακόλουθη βάση της οποίας υπολογίζεται ο χρόνος καταστροφής της επιθυμητής ποσότητας μικροοργανισμών:

$$t = [2.3/k] * \log(N_0/N_1)$$

όπου:

K: σταθερά εξαφάνισης μικροβίων.

N<sub>0</sub>: αρχικός αριθμός μικροβίων.

N<sub>1</sub>: αριθμός μικροβίων σε χρόνο t.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το N<sub>1</sub> ποτέ δεν φθάνει το (0) λόγω συνεχούς αναπαραγωγής των μικροβίων και την είσοδο νέων πηγών μόλυνσης στα ανοικτά συστήματα της εκτροφής. Οι σημαντικότερες από τις μεθόδους απολύμανσης που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι:

- \* Υπεριώδες ακτινοβολίες.
- \* Χημικές μέθοδοι, οι πιο διαδεδομένες είναι: η χλωρίωση και το όζον.
- \* Η θέρμανση.

Σκοπός όλων των προαναφερθέντων μεθόδων είναι η μείωση των βλαβερών οργανισμών και του περιβάλλοντος στο οποίο ζούν. Η απολύμανση μπορεί να φανεί χρήσιμη στο να εμποδίσουμε τη μετάδοση παθογόνων οργανισμών, χωρίς να είναι υποκατάστατο των αντιβιοτικών ή άλλων χημιοθεραπευτικών μέσων στην θεραπεία ασθενειών.

Η απολύμανση επηρεάζεται από την παρουσία του διαλυμένου και αδιάλυτου οργανικού άνθρακα. Οι UV αποστειρωτές ή οζονοτές πρέπει να τοποθετηθούν σε σειρά μετά τα βιολογικά και μηχανικά φίλτρα καθώς και φυσικών προσροφητικών επαφών.

Τα οζονόμενα νερά πρέπει να περνούν ακόμη από ένα σύστημα φυσικών προσροφητικών επαφών G.A.C επαφές πριν επιστρέψουν στις δεξαμενές.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η απολύμανση των νερών στις υδατοκαλλιέργειες με τη χρήση υπερυδρών ακτινοβολιών και οζονοτήρων. Η οζόνωση είναι δύσκολο να κατανοηθεί και αρκετοί από τους μηχανισμούς με τους οποίους πραγματοποιείται είναι αμφισβητήσιμοι και μερικώς γνωστοί.

Οι εργασίες που έχουν γίνει σε γλυκό νερό είναι λίγες και ακόμη λιγότερες στο αλμυρό νερό δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στο αλμυρό, εξαιτίας διαφορών στην απαιτούμενη οζόνωση.

Ακριβώς λόγω των λίγων και όχι ξεκάθαρων πληροφοριών,



όσον αφορά την καταπολέμηση ασθενειών σε συνδυασμό με παράλληλη ευνόητων στοιχείων και πειραματικών δεδομένων η απολύμανση συχνά δεν ενδύκνεται.

Τα νερά των ποταμών (ιδίως αυτών που χρησιμοποιούνται για ιχθυοκαλλιέργειες, εμφανίζουν πάντοτε υψηλή οργανική φόρτιση και ουσίες που αυξάνουν την θολρότητα. Για τους λόγους αυτούς, είναι απόλυτα αναγκαίος ο καθαρισμός του νερού ανακυκλοφορίας με κάποιο σύστημα (π.χ. φίλτρο άμμου), κατά προτίμηση αυτοκαθαριζόμενο. Με τη σύνδεση της μονάδας UV στην έξοδο του φίλτρου, επιτυγχάνεται η βέλτιστη απολύμανση του νερού.

Επιπλέον πρέπει να δίνεται σημασία και ιδιαίτερη προσοχή στην ύπαρξη αμμωνίας, λόγω της τοξικής επίδρασης στα ψάρια, η συγκέντρωσή της οποίας πρέπει να ελέγχεται και να ρυθμίζεται με την παροχή γλυκού νερού.

Η οξόνωση του νερού είναι προβληματική για τους εξής λόγους:

- \* Λόγω της χημικής αστάθειας (διάσπαση) του όζοντος, οι μονάδες παραγωγής όζοντος απαιτούν ευαίσθητες ρυθμίσεις, διαρκή επιτήρηση και έχουν υψηλό λειτουργικό και επενδυτικό κόστος γιατί το όζον πρέπει να παράγεται επί τόπου.
- \* Το όζον είναι ουσία τοξική για τα ψάρια και δεν μπορεί να διοχετευθεί στις δεξαμενές χωρίς προηγούμενη διέλευση του από φίλτρο ενεργού άνθρακα.

Η χρήση ωστόσο τέτοιων φίλτρων αυξάνει τον βακτηριολογικό κίνδυνο, γιατί μετά από κάποιο χρονικό διάστημα τα φίλτρα ενεργού άνθρακα αποτελούν πιθανό μέσο ανάπτυξης μικροοργανισμών (επαναμφάνιση μόλυνσης).

- \* Το όζον μπορεί να προκαλέσει μεταβολή του ΡΗ του νερού προς το όξινο περιβάλλον.
- \* Η ισχυρή οξειδωτική δράση του όζοντος μπορεί να προκαλέσει την δημιουργία προϊόντων οξειδωτικής διάσπασης των οργανικών ουσιών, τα οποία με την σειρά τους να αποτελέσουν θρεπτικές ουσίες για την ανάπτυξη μικροοργανισμών.

Για τους παραπάνω λόγους, η οζόνωση στην χθυσκιάλβ έργια εκτός του ότι είναι αντιοικονομική, μπορεί να προκαλέσει δυσμενείς επιδράσεις στην παραγωγή. Αντιθέτα, η απολύμανση UV είναι η οικονομικά συμφέρουσα, ασφαλής και αποτελεσματική μέθοδος, χωρίς καμία αλλοίωση των χημικών συστατικών του νερού. Η υπερύθρη ακτινοβολία απορροφείται από τους μικροοργανισμούς, επιδρά φωτοβιολογικά στην κυτταρική δομή τους και τους καταστρέφει σε λίγα μόνο δευτερόλεπτα, με αποτέλεσμα το νερό να είναι έτοιμο για χρήση άμεσα μετά την διέλευσή του από την μονάδα UV.

## 2. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΩΡΙΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΜΕ ΥΠΕΡΙΩΔΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η επεξεργασία του νερού με υπεριώδη ακτινοβολία (UV) είναι μια σύγχρονη μέθοδος απολύμανσης που προσφέρει μεγάλη ασφάλεια από άποψη υγιεινής, εφόσον τηρηθούν ορισμένοι βασικοί κανόνες. Η μέθοδος αυτή γίνεται ακόμη δημοφιλέστερη, επειδή δεν προστίθεται στο νερό καμία χημική ουσία με πιθανή αρνητική επίδραση στην ποιότητα του νερού και τον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά και γιατί δεν αλλοιώνεται η γεύση, η οσμή και η χημική σύσταση του νερού.

Ειδικά στο σημείο αυτό, η υπεριώδης ακτινοβολία υπερτερεί σαφώς των χημικών μεθόδων απολύμανσης.

### 2.1. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Από άποψη υγιεινής άριστο νερό θα πρέπει αναμφίβολα να προτιμάται από ένα νερό που μπορεί να έχει μικροβιακή επιβάρυνση. Επειδή σπάνια προσφέρεται νερό από πλήρως προστατευμένες πηγές, το πόσιμο νερό με την ευρύτερη έννοια (δίκτυα υδροδότησης, νερό παραγωγής τροφίμων, φαρμάκων κ.τ.λ.) καθώς και το νερό ειδικών χρήσεων (π.χ. για νατρίκας εγκαταστάσεις κ.τ.λ.), πρέπει να απολυμένεται προληπτικά.

Για απολημαντικούς λόγους απαιτείται ακτινοβολία μήκους κύματος περίπου 260nm, η οποία δημιουργείται από λυχνίες υδραργύρου χαμηλής πίεσης. Οι λυχνίες αυτές, που

μοιάζουν με τις κοινές λυχνίες νέον, λειτουργούν με εκκένωση ατμού και εξασφαλίζουν καλή απόδοση στην βακτηριοκτόνο περιοχή. Οι σύγχρονες λυχνίες υψηλής απόδοσης μετατρέπουν τουλάχιστον το 35% της παρεχόμενης ισχύος σε ακτινοβολία μήκους κύματος 253,7nm.

Οι λυχνίες από σωληνες χαλαζία στο γυαλί δεν είναι διαπερατό στην υπεριώδη ακτινοβολία (διαμέτρου 20mm περίπου με τα αντίστοιχα ηλεκτρόδια και λειτουργούν με εναλλασσόμενη τάση. Ο χαλαζίας περιέχει και διοξείδιο του τιτανίου, για να απέρροφά την ακτινοβολία κάτω από τα 200 nm, η οποία προκαλεί την δημιουργία όζοντος.

Ο βαθμός απόδοσης μιάς τέτοιας λυχνίας, η θερμοκρασία λειτουργίας καθορίζει την πίεση σε μία λυχνία και συνεπώς και την απόδοσή της. Στις συνηθισμένες λυχνίες το βέλτιστο σημείο βρίσκεται σε θερμοκρασία 40 βαθμών Κελσίου. Μετά την λειτουργία πολλών μηνών εμφανίζεται κάποια επικάλυψη υδραργύρου στις επιφάνειες του χαλαζία, με αποτέλεσμα την μείωση της διαπερατότητας του χαλαζία.

## 2.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

### 2.2.1. ΔΟΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η ενέργεια μιάς ακτινοβολίας είναι αντιστρόφως ανάλογη προς το μήκος κύματος της ακτινοβολίας αυτής. Η ισχύς ακτινοβολίας ορίζεται σαν το πηλίκο της εκπεμπόμενης ισχύος της λυχνίας στο μήκος κύματος 253,7nm προς το εμβαδόν της επιφάνειας που ακτινοβολείται. Πολλαπλασιάζοντας την ισχύ με την διάρκεια ακτινοβολήσης λαμβάνουμε την δόση ακτινοβολίας.

Εισηγητής: ΒΛΑΧΟΣ ΝΙΚΟΣ.

Γόνο αυτή η εφαρμοσμένη "δόση ακτινοβολίας" προσφέρει κάποιο μέτρο σύγκρισης για την απολυμαντική ισχύ μιας εγκατάστασης υπεριώδους ικτινοβολίας. Εάν η συγκεκριμένη περίπτωση απαιτεί μία υψηλή δόση ικτινοβολίας, τότε πρέπει να αυξηθεί ή η ισχύς ή η διάρκεια ικτινοβολίας. Τα στοιχεία αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη κατά το σχεδιασμό της εγκατάστασης.

Από την εμπειρία που υπάρχει για την απολύμανση του νερού έχει αποδειχθεί μέχρι σήμερα, ότι μία δόση ακτινοβολίας τουλάχιστον 250 J/m<sup>2</sup> είναι ασφαλής και οικονομική. Συνιστάται δε μέχρι στιγμής από τον Ομοσπονδιακό Σύνδεσμο των Εταιριών του κλάδου Αερίων και Νερών (FIGAWA, 1985) σαν ελάχιστη δόση για την απολύμανση του πόσιμου νερού. Κατά το σχεδιασμό δεν επιτρέπεται να λαμβάνεται αυτή η τιμή σαν μέση τιμή. Αυτή η τιμή πρέπει να επιτυγχάνεται σε κάθε σημείο του θαλάμου ακτινοβολίας και κάθε στιγμή, ακόμα και στις πιο δυσμενείς συνθήκες.

### 2.2.2. ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ

Μόνο η απορροφώμενη ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει φωτοχημική ή φωτοβιολογική επίδραση. Έτσι, η απορροφητικότητα του νερού είναι αποφασιστικός παράγοντας για τον σχεδιασμό των μονάδων απολύμανσης UV. Πολλές ουσίες που περιέχονται στο νερό, ιδιαίτερα δε οι οργανικές και ο τρισθενής σίδηρος, απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία και σε ορισμένες περιπτώσεις σε μεγάλο βαθμό. Το μέρος της δόσης ακτινοβολίας που απορροφάται από τις ουσίες αυτές δεν μπορεί να επιδράσει απολυμαντικά. Σε κάθε περίπτωση όμως είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί περίσσεια σε δόση ακτινοβολίας, κάτι που θα επιφέρει στην χειρότερη περίπτωση αυξημένο κόστος.

Σαν μέγεθος αξιολόγησης για την καταλληλότητα του νερού για απολύμανση UV χρησιμοποιείται ο φασματικός συντελεστής απορρόφησης σύμφωνα με το DIN 38 404 Μέρος 3 (1976), από τον οποίο μπορούν να προκύψουν εύκολα με απλούς υπολογισμούς άλλα μεγέθη, όπως η έκθεση ή η ποσοστιαία διαπερατότητα. Τα καθαρά νερά πηγών έχουν π.χ. συντελεστή απορρόφησης μεταξύ 1 και 2 m<sup>-1</sup>, ενώ τα νερά με συντελεστή πάνω από 10 m<sup>-1</sup> μπορούν να απολυμανθούν μόνο μετά από προεπεξεργασία.

Τα νερά διαφορετικής προέλευσης μεταφέρουν και διαφορετικές ουσίες. Η διαπερατότητα σε ακτινοβολία UV καθορίζεται από την συγκέντρωση, αλλά και από το είδος των ουσιών. Για παράδειγμα, η διαπερατότητα T δύο σιδηρούχων διαλυμάτων με 1 mg/l και 10 mg/l αντίστοιχα, είναι στην περιοχή του ορατού φωτός (380-780 nm) σχεδόν 100%. Η ορατή αυτή διαύγεια είναι όμως χωρίς καμία σημασία για την απολύμανση UV. Το διάλυμα με 10 mg/l είναι σχεδόν αδιαπέρατο από την ακτινοβολία UV στα 254 nm., όσο και αν οπτικά φαίνεται "κρυστάλλινα" διαυγές.

### 2.2.3. ΦΩΤΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

πό την ταύτιση των καμπυλών απορρόφησης των νουκλεϊνικών οξέων και της φασματικής καμπύλης αδρανοποίησης των μικροοργανισμών βγαίνει το συμπέρασμα, ότι η μικροβιοκτόνος δράση της ακτινοβολίας UV οφείλεται στην εκλεκτική απορρόφηση της ακτινοβολίας από τα νουκλεϊνικά οξέα. Η μακρομοριακές ουσίες που δημιουργούνται με πολύπλοκες βιοχημικές διεργασίες υπόκεινται σε σχετικά μικρές αλλαγές, οι οποίες όμως θροιστικά, έχουν σαν αποτέλεσμα την διακοπή των απαραίτητων διαδικασιών επιβίωσης των μικροοργανισμών ή/και καταστρέφουν την δυνατότητα αναπαραγωγής τους. Επειδή η ακτινοβολία διαπερνά πλήρως τους μικροοργανισμούς, η αδρανοποίησή τους επέρχεται σε λίγα μόνον ευτερόλεπτα.

Για τους λόγους αυτούς, η ακτινοβολία UV απαιτεί ελάχιστο χρόνο επαφής. Το νερό μπορεί να διατεθεί αμέσως μετά την διέλευσή του από την μονάδα για χρήση ή κατανάλωση, χωρίς να χρειάζονται άλλοι αντιδραστήρες ή επιπρόσθετες επεξεργασίες.

### 2.2.4. ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ UV, ΔΟΣΗ D-10 ΚΑΙ ΔΟΣΗ UV

Για τις απαιτήσεις της υδροδότησης με πόσιμο νερό είναι καθοριστικό το γεγονός, ότι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, σύμφωνα με τις μέχρι σήμερα εμπειρίες, έχουν μεγάλη ευαισθησία στην ακτινοβολία UV και καταστρέφονται με σχετικά μικρές δόσεις. Για αυξημένες απαιτήσεις πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, ότι η ευαισθησία στην ακτινοβολία UV καθορίζεται από το είδος των μικροοργανισμών, την φυσιολογική κατάσταση των κυττάρων και από παράγοντες του περιβάλλοντος. Οι μύκητες και οι σπόροι π.χ. εμφανίζουν σε μερικές περιπτώσεις μειωμένη ευαισθησία, η οποία μπορεί να αντιμετωπιστεί μόνο με αυξημένες δόσεις ακτινοβολίας. Οι ιοί, οι οποίοι λόγω της απλής δομής τους δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στα χημικά μέσα απολύμανσης, μπορούν να καταστραφούν επιτυχώς με υπεριώδεις ακτίνες. Στον τομέα πάντως αυτόν, παρά τις μέχρι σήμερα θετικές εμπειρίες απαιτείται ακόμα ερευνητική δραστηριότητα, επειδή πολλά βιβλιογραφικά στοιχεία βακτηριολογίας έχουν καθοριστεί με μεθόδους που δεν είναι δυνατόν να ελεγχθούν εύκολα.

Η διαφοροποιημένη ευαισθησία των διαφόρων μικροοργανισμών έχει πολλές αιτίες. Ορισμένοι μικροοργανισμοί δημιουργούν ένα προστατευτικό στρώμα αδιάλυτο στο νερό, ενώ είναι γνωστοί και κάποιοι μηχανισμοί αποκατάστασης με βιοχημικές αντιδράσεις. Η ευαισθησία UV καθορίζεται ποσοτικά από την τιμή D-10. Η τιμή αυτή δίνει την δόση ακτινοβολίας, η οποία είναι απαραίτητη για την μείωση του αρχικού αριθμού συνολικών παθογόνων στο 10% του αριθμού αυτού. (Αδρανοποίηση 90%). Η απαραίτητη δόση ακτινοβολίας για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση επιτυγχάνεται με χρονικό διάστημα ακτινοβολίας επί η, όταν απαιτείται μείωση του συνολικού αριθμού

θογόνων 10<sup>7</sup>. Για τους περισσότερους μικροοργανισμούς, οι τιμές 10 κυμαίνονται μεταξύ 20 και 70 J/m<sup>2</sup>.

### 3. ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ UV

#### 3.1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

ινός σε όλες τις μονάδες είναι ο στεγανός θάλαμος ακτινοβολήσης, ο οποίος περιέχει τις λυχνίες, οι οποίες διαχωρίζονται από το νερό με οστατευτικούς σωλήνες χαλαζία. Οι λυχνίες μπορούν να έχουν αφορετική διάταξη, ανάλογα με τον κατασκευαστή. Μπορούν π.χ. να ναι τοποθετημένες στο εσωτερικό του αντιδραστήρα παράλληλα προς ν ροή, στο εξωτερικό μέρος του αντιδραστήρα περιφερειακά, η κάρσια προς την ροή μέσα στον αντιδραστήρα. Η τοποθέτηση εσωτερικά ι παράλληλα προς την ροή έχει αποδειχθεί καταλληλότερη για την ολύμανση του πόσιμου νερού.

#### 3.2. ΕΠΙΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

λυχνίες βρίσκονται μέσα στους ερμητικά κλειστούς θαλάμους ολύμανσης. Ο έλεγχος λειτουργίας τους μπορεί συνεπώς να γίνει νο μέσω του ελέγχου των ηλεκτρικών λειτουργιών. Ένας ιοτελεσματικός έλεγχος γίνεται μέσω της μέτρησης της ακτινοβολίας : την βοήθεια εκλεκτικών (UV) φωτοαισθητήρων. Αυτοί μετρούν σε θροιστικό σήμα τόσο την ισχύ της ακτινοβολίας, όσο και τις απώλειες τό ενδεχόμενες επικαθήσεις πάνω στους σωλήνες χαλαζία, ή από κακή ιότητα του νερού. Επειδή αυτή η μέθοδος ελέγχου έχει αποδειχθεί ολύ αποτελεσματική, πρέπει να είναι οπωσδήποτε ενσωματωμένο τμήμα ης μονάδας UV.

ι μετρητές ωρών λειτουργίας για τον έλεγχο της διάρκειας ζωής των οχνιών δεν είναι οπωσδήποτε απαραίτητοι, εάν οι εκλεκτικοί ιοσθητήρες UV έχουν μέγιστη ευαισθησία στην ακτινοβολία UV. Στην ερίπτωση αυτή, η απώλεια ακτινοβολίας λόγω παλαιοσύνης των λυχνιών ιδεται από την επιτήρηση των φωτοαισθητήρων. Σε άλλες περιπτώσεις, μετρητής ωρών λειτουργίας είναι απαραίτητος. Υπάρχουν επίσης οκλώματα συναγερού που επεξεργάζονται τα σήματα των φωτοαισθητήρων αι διαβιβάζουν ειδοποίηση για βλάβες, ακόμα και σε απομακρυσμένες γκαταστάσεις με τηλεμετάδοση.

αυτόνομη επιτήρηση των μονάδων UV είναι σημαντικότερη για την εασφάλιση υψηλής ασφάλειας από άποψη υγειεινής του νερού. Εφ' όσον ια σωστά μελετημένη μονάδα UV εργάζεται χωρίς βλάβες, εξασφαλίζεται απολυμαντική δράση και το αποτέλεσμα είναι η παροχή νερού άριστης ικροβιολογικής ποιότητας. Επειδή οι απαιτήσεις συντήρησης των ονάδων UV, είναι ιδιαίτερα μικρές, μπορεί να εξασφαλίζεται υψηλή ιοιότητα νερού, ακόμα και σε περιοχές που δεν διατίθεται ειδικευμένο ορσωπικό.

### 2.3.3. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

τις ιδιότητες φυσικών νερών περιλαμβάνεται και η τάση να δημιουργούν επικαθίσεις σε τοιχώματα. Εφ' όσον δημιουργούνται τέτοιες επικαθίσεις στα τοιχώματα, μειώνεται η απόδοση της μονάδας. Στις περιπτώσεις αυτές απαιτούνται κάποιες ενέργειες καθαρισμού. Από άποψη υγιεινής είναι προτιμότερος ο καθαρισμός με χημικές μεθόδους. Με την χρησιμοποίηση κατάλληλων καθαριστικών διαλυμάτων. Προηγουμένως η μονάδα πρέπει να διακόψει την παροχή της με κλείσιμο των αποφρακτικών οργάνων, ώστε να αποτραπεί η διέλευση μη ακτινοβολημένου νερού ή καθαριστικού διαλύματος στις σωληνώσεις. Ο μηχανικός καθαρισμός και η αποσυναρμολόγηση των λυχνιών πρέπει να αποφεύγονται, γιατί υπάρχει ο κίνδυνος εισόδου και ανάπτυξης μικροοργανισμών στο σύστημα.

### 2.3.4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Όταν υπάρχει πιθανότητα θολότητας του νερού, πρέπει να τοποθετείται πριν την προσαγωγή στην μονάδα κάποιο σύστημα φίλτρανσης. Σε τέτοιες περιπτώσεις πάντως, η βαθμίδα φίλτρανσης αποτελεί βασικό μέρος μίας εγκατάστασης επεξεργασίας νερού.

Δεν επιτρέπεται να ξεπεραστεί η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα ροής, για να τηρείται η ελάχιστη διάρκεια ακτινοβολήσης. Για τον λόγο αυτό, η μονάδα πρέπει να είναι διαστασιολογημένη έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται η απολύμανση και σε συνθήκες μέγιστης υδροληψίας. Επίσης πρέπει να υπάρχουν και κατάλληλες, (π.χ. μαγνητικές) βαλβίδες, που διακόπτουν την ροή σε περίπτωση διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος ή βλάβης. Σε περίπτωση διακοπτόμενης λειτουργίας των αντλιών, οι αντλίες πρέπει να ξεκινούν τουλάχιστον 3 λεπτά μετά την έναυση των λυχνιών. Ο χρόνος αυτός είναι απαραίτητος, για να δώσουν οι λυχνίες την μέγιστη ισχύ τους.

### 2.4. ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ

Η αποδοτικότητα της απολύμανσης UV έχει αποδειχθεί πολλαπλά μέχρι σήμερα, σε πρακτικές εφαρμογές. Εκτός από την άμεση απολυμαντική δράση, που εκφράζεται με την σχέση των αποικιών πριν και μετά την μονάδα UV, έχει εξεταστεί ιδιαίτερα το ερώτημα της επανεμφάνισης αποικιών μικροοργανισμών στις σωληνώσεις και τα δίκτυα μετά την μονάδα UV. Μέχρι σήμερα, στις σχετικές έρευνες πολλών μνημών δεν έχει παρατηρηθεί ανάπτυξη αποικιών σε στάσιμα νερά και δίκτυα. Οι παρατηρήσεις αυτές αφορούν πάντως δίκτυα μικρού κυρίως μεγέθους, καθώς και αγωγούς σε καλή κατάσταση.

Οι θετικές εμπειρίες συμπίπτουν με τις εμπειρίες της Εταιρίας Υδάτων του Βερολίνου, η οποία από το 1979 έχει σταματήσει την απολύμανση του νερού, το οποίο αντλείται από μεγάλο βάθος και από αμώδη



ρώματα εδάφους. Το νερό αυτό έχει άριστη μικροβιολογική ποιότητα, αλλά η διακοπή της απολύμανσης σχετίζεται ασφαλώς και με την σπηματική και σχολαστική συντήρηση του δικτύου που γίνεται στο ρολίνο. Αυτό το γεγονός ενισχύει την άποψη, ότι σε ένα καλής ιδιότητας δίκτυο επικρατούν βακτηριοστατικές συνθήκες.

Μαίτερα θετικές εμπειρίες υπάρχουν επίσης σε σχεδόν όλους τους μείς της χρήσης καθαρού νερού. Εκτός από την υδροδότηση πόσιμου νερού, η απολύμανση UV εφαρμόζεται σήμερα με μεγάλη επιτυχία στον μέγα του νερού παραγωγή σε ζυθοποιίες, στην βιομηχανία τροφίμων και ποτών, και στην παραγωγή φαρμάκων και καλλυντικών. Χαρακτηριστική εφαρμογή της απολύμανσης UV είναι επίσης η απολύμανση του νερού λύσης των χρησιμοποιημένων φιαλών σε βιομηχανίες ποτών. Μία σύγχρονη σημαντικότερη εφαρμογή είναι τέλος η απολύμανση του νερού των υγραντήρων ψεκασμού σε κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, για την αποφυγή λοιμώξεων και άλλων ασθενειών (αλλεργιών κ.λπ.), που προκαλούνται από παθογόνους μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στο νερό των υγραντήρων και μεταφέρονται με αεροζόλ αέρα/νερού στους λιματιζόμενους χώρους.

## 2.5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ

Πρέπει να αναφερθούν ορισμένα όρια της μεθόδου. Πρέπει να τονιστεί με έμφαση, ότι η απολύμανση UV δεν είναι μέθοδος αποστείρωσης. Σε περίπτωση που υποβάλλονται διάφορα πιστοποιητικά, τα οποία αναφέρουν ότι με την απολύμανση UV επιτυγχάνεται πολυμαντική δράση επιπέδου αποστείρωσης, οι ενδιαφερόμενοι πρέπει να γνωρίζουν ότι διακινδυνεύεται η ασφάλεια υγεινής, όταν οι μονάδες απολύμανσης δεν θα είναι σε θέση να επιτύχουν την αναμενόμενη απόδοση.

Η απολύμανση υπεριώδους ακτινοβολίας δεν συνιστάται επίσης για την απολύμανση ακαθάρτων νερών, π.χ. απόνερων βιολογικών καθαρισμών με υψηλό μικροβιακό φορτίο. Η απολύμανση UV χρησιμοποιείται συνήθως για να δώσει ένα νερό υψηλής μικροβιολογικής ποιότητας για χρήση σαν πόσιμο νερό ή νερό για ειδικές χρήσεις π.χ. νερό παραγωγής τροφίμων και ποτών. Αν η μέθοδος χρησιμοποιηθεί σε ακάθαρτα νερά, η ακτινοβολία UV θα μειώσει μεν δραστικά το μικροβιακό φορτίο, αλλά δεν θα μπορέσει ποτέ να δώσει ένα νερό κατάλληλο για πόση ή άλλες παρόμοιες χρήσεις. Επειδή συχνά εμφανίζονται στην αγορά κατασκευαστές που προτείνουν την απολύμανση UV για ακάθαρτα, ή αναφέρουν ότι η απολύμανση UV είναι ισοδύναμη με την χημική απολύμανση και σε περιπτώσεις "ακαθάρτων με μεγάλο μικροβιακό φορτίο", πρέπει να τονιστεί ότι παρόμοιοι ισχυρισμοί είναι τουλάχιστον ανεύθυνοι. Επίσης, ορισμένα διαφημιστικά φυλλάδια αναφέρουν ότι η απολύμανση UV είναι κατάλληλη για την αποστείρωση του γάλακτος, της μύρας, των φυσικών χυμών και του λευκώματος. Τέτοιες εφαρμογές απαγορεύονται στις περισσότερες χώρες της ΕΟΚ.

διότι ξεπερνούν τις δυνατότητες απολύμανσης με ακτινοβολία UV.

## 2.6. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΥΠ'ΟΨΗΝ.

Οι βασικότερες παράμετροι για τον σχεδιασμό μιας μονάδας απολύμανσης UV είναι οι εξής:

- \* Είδος των μικροοργανισμών.
- \* Ρυθμός πολλαπλασιασμού τους.
- \* Αριθμός μικροοργανισμών.
- \* Ευαισθησία στην ακτινοβολία UV.
- \* Δόση ακτινοβολίας.
- \* Ταχύτητα ροής του νερού.
- \* Διάρκεια ακτινοβολήσης.
- \* Ποιότητα νερού.
- \* Ισχύς ακτινοβολίας.
- \* Τύπος και διάρκεια ζωής των λαχνίων.

Η απολύμανση με ακτινοβολία UV είναι μια φυσική μέθοδος απολύμανσης που δεν είναι απαραίτητο να υπερτερεί της χλωρίωσης και γενικά της χημικής απολύμανσης όταν εξετάζεται μόνο η απολυμαντική δράση.

Είναι όμως τουλάχιστον μία ισοδύναμη μέθοδος, η οποία παρουσιάζει σοβαρά πλεονεκτήματα στον τομέα του πόσιμου νερού και του νερού παραγωγής, γιατί δεν μεταβάλλει την χημική σύσταση του νερού, τη γεύση και την γεύση του.

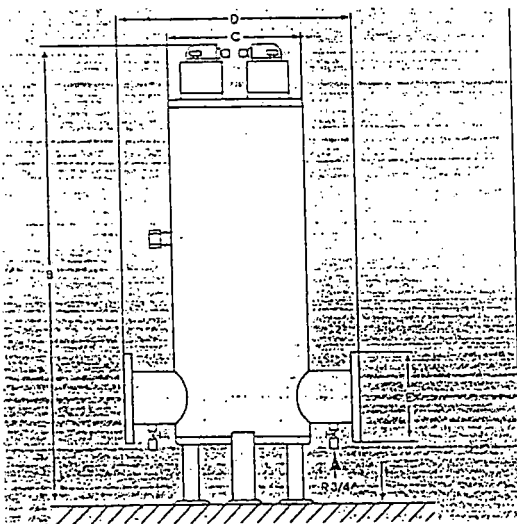
Η χλωρίωση διδόθηκε ευρύτητα, γιατί ο άνθρωπος έπρεπε

να προστατευθεί αποτελεσματικά στο παρελθόν από σοβαρές ασθένειες, όπως ο τύφος ή χολέρα κ.ά, χωρίς να ενδιαφέρεται για την χημική σύσταση του νερού και τις τοξικές ή επικίνδυνες ουσίες που διαχέονται στο νερό ή είναι δυνατόν να προκύψουν από χημικές αντιδράσεις των χημικών μέσων απολύμανσης. Στο σημείο αυτό, η τεχνολογία UV αποτελεί μία σύγχρονη μέθοδο απολύμανσης που συμβάλλει αποτελεσματικά στην αποφυγή πρόσθετων επιβαρύνσεων της υγείας από χημικά παράγωγα της χημικής απολύμανσης και είναι άμεσα λύσεις σε ειδικά και σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα του σύγχρονου ανθρώπου, όπως είναι η απολύμανση του νερού των υδραντήρων σε κλιματιστικές μονάδες.

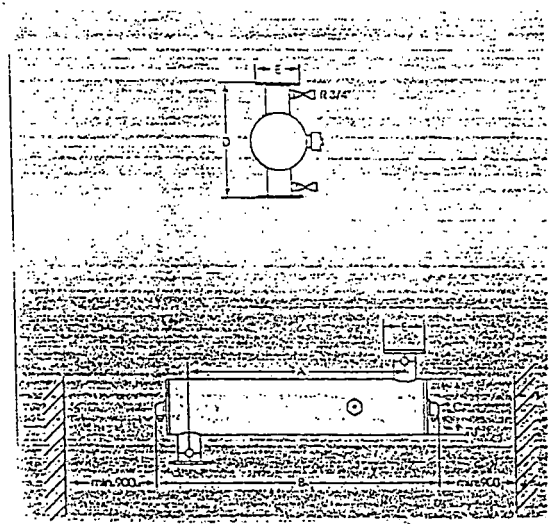
Στο σχέδιο που ακολουθεί φαίνεται η τομή ενός υπερκώδους ακτινοβολίας.

ΣΧΗΜΑ Α

Ελάχιστη τροφοδοσία  
350 [m<sup>3</sup>/h



Ελάχιστη τροφοδοσία  
700 [m<sup>3</sup>/h



Εισηγητής: ΒΛΑΧΟΣ ΝΙΚΟΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Εξοπλισμός και τεχνικά χαρακτηριστικά μιας μονάδας UV.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
<p>1. Μονάδα απολύμανσης υπερύδους ακτινοβολίας KRYSOHI τύπος MS-D30e για επιφάνεια νερού με παροχή: (σε διηλεκτρικότητα UV καλύτερη του 40% στα 254nm Ηλεκτρ. τροφοδοσία: Πίεση λειτουργίας: Βαθμός προστασίας: Συνδέσεις: Υλικά:</p> <p>που αποτελείται από: 1 αντιδραστήρα (θάλαμο ακτινοβολίας)</p> <p>3 προστατευτικούς σωλήν. λυχνιών 3 λυχνίες UV</p> <p>1 αισθητήρα UV</p> <p>1 πίνακα αυτοματισμού</p> <p>2. Λυχνία UV (ανταλλακτική) εγγυημένη διάρκεια ζωής 1 χρόνος συνεχούς λειτουργίας.</p>	<p>μέχρι 17κ.μ/η σε 1000 j/m<sup>2</sup></p> <p>μέχρι 40 βαθμούς κελσίου 220V/50Hz/330w PN 10 IP 55 βάνα απόPVC/φλάντζα DN 65 ανοξείδωτο χάλυβας 1.4571</p> <p>από ανοξείδωτο χάλυβα 14571 συμπερ. των υδραυλικών εξαρτημάτων για πλήρωση και πλύση με το υγρό καθαρισμού</p> <p>από καθαρό χιλαζία 60 W λυχνία χαμηλής πίεσης Διάρκεια ζωής: 1 χρόνος λειτουργίας. Για την ακριβή μέτρηση και επίτηρηση της ελάχιστης δόσης ακτινοβολίας. polycarbonate με παράθυρο πλήρη, με όλα τα απαραίτητα όργανα ελέγχου, σήμα συναγερμού, μετρητή ωρών λειτουργίας, κεντρικό διακόπτη, επαφή για σύνδεση με εξωτερικά όργανα σήμανση</p>

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.: Διάφοροι τύποι UV ακτινοβολίας και χαρακτηριστικά αυτών.

ΤΥΠΟΙ	D - e	MS - De	MS -DK	MS -D/2
Αριθμός UV Προσότητα Ισχύς	1 40-130	2-12 80/130	3-12 80/130	6-24 30/130
Ταχύτητα Κανονική πίεση Μέγιστ. απώλειες	15 PN 10 0,15	350 PN 10 0,2	350 PN 10 0,3	700 PN 10 0,3
Ισχύς	220-220W	220-2,1	220-2,1KW	220-4,2 KW
Διαστάσεις (mm)				
A	350, 600	500	-	1450
B	530, 780	975	1400	1900
C	76, 114	>500	>560	>500
D	-	>860	>860	>860
E	3/4, 1, 2, 4	>300	>300	>400
ΚΟΥΤΙ W*H*D	310*410	400*400 > 1000*800	400*400 > 1000*800	800*600*200 > 1200*1800

## 2.7. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ UV

Οι υπεριώδεις ακτινοβολίες αποτελούν μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, που βρίσκεται ανάμεσα στο ορατό φως και τις ακτίνες X, δηλαδή, εκείνα τα μήκη κύματος ανάμεσα στα 136-4000Å. Τα ενεργότερα βιολογικώς μήκη κύματος είναι αυτά των 1900-3000Å και ιδιαίτερα στις 2500Å.

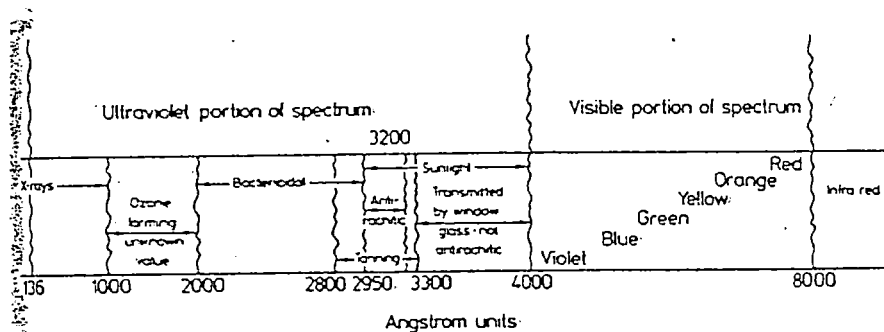
Οι UV λάμπες έχουν σχεδιαστεί να αποστειρώνουν στα

Εισηγητής: ΒΛΑΧΟΣ ΝΙΚΟΣ

2537A, επειδή αυτό είναι το επιθυμητό μήκος κύματος.

Έχει παρατηρηθεί ότι οι UV λάμπες παράγουν στο 16% του συνόλου του μήκους κύματος μεγαλύτερα των 2537A. Η παραγωγή του όζοντος υπάρχει στις 1000-2000A, στις UV όμως γίνεται στα 1950A.

Παραγωγή βιταμίνης D υπάρχει στα 2900-3100A (αντιραχιατικό φάσμα). Ακμή στα μήκη 2800-3300A προκαλείται μαύρισμα του ανθρώπινου δέρματος. (σχ.1)



**ΘΑΝΑΤΗΦΟΡΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ**

Οι ακτινοβολίες είναι ικανές να σκοτώσουν άμεσα μικροοργανισμούς, απενεργοποιώντας το D.N.A των γονιδίων τους, ή άμεσα προκαλώντας χημικές αλλαγές στο νερό, παράγοντας τοξικές ουσίες. Το D.N.A. προσβάλλεται κυρίως από UV ακτινοβολίες των 2600A ή πολύ κοντά στις 2537A που παράγουν οι UV λάμπες (σχ.2).

Απενεργοποίηση του D.N.A γίνεται όταν τα μόρια βλαφθούν

στα πυριμιδινικά διμερή. Πειραματικές έρευνες έδειξαν ότι η παραγωγή αυτών των ενώσεων επιδρά στην σύνθεση D.N.A του βακτηρίου *Escherichia coli* και μειωμένη δράση στο R.N.A καθώς και την πρωτεϊνική σύνθεση του D.N.A των βακτηρίων όπως *Bacillus subtilis*. Απενεργοποίηση D.N.A σημαίνει τον θάνατο ή την αδυναμία άμυνας του οργανισμού. Αντίσταση στις ακτινοβολίες UV τόσο μεμονωμένα όσο και κοινά βακτήρια, πράγμα που δείχνει ότι η θανατηφόρα δόση UV είναι συγγενής (σε κάποιο βαθμό).

Ορισμένοι οργανισμοί αντιστέκονται στην δράση των UV επισκευάζοντας τις ζημιές του D.N.A με προσωρινή πάυση της ζωής τους. Οι επισκευές των ~~των~~ ζημιών πραγματοποιούνται με ελευθέρωση πυριμιδινικών διμερών και επανασύνθεση των καταστραμμένων μερών καθώς και επανασύνθεση των δυο άκρων της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας, ευαίσθητοι οργανισμοί σε UV αδυνατούν να το κάνουν αυτό. Παρατηρήθηκε ότι η ακτινοβολία UV εμποδίζει τον σχηματισμό αποικιών της ~~της~~ *E. coli*, αλλά έχει μικρή επίδραση στον σχηματισμό άλλων ειδών αποικιών.

Οι ειδικοί το φαινόμενο αυτό το απέδωσαν στις διαφορετικές επιδράσεις της UV ακτινοβολίας στη σύνθεση του D.N.A στις δυο αποικίες. Η ευαίσθητη αποικία εμφάνισε αναστολή της D.N.A σύνθεσης, σε δόσεις που ανέστηλαν τον σχηματισμό αποικιών κατά 50%, όπου στα γονίδια που αντιστέκονταν η σύνθεση D.N.A αναστάληκε προσωρινά από πολύ μεγαλύτερες δόσεις που όμως δεν απέτρεψαν τον σχηματισμό αποικιών.

Η διαδικασία επισκευής του D.N.A μπορεί να οδηγήσει σε μεταλλάξεις. Οι μεταλλάξεις οφείλονται σε έκθεση σε UV ακτινοβολία, από κενά που δημιουργούνται κατά την κατασκευή αφού κοπούν τα πυριμιδινικά διμερή. Αποικίες βακτηρίων που έχουν την ικανότητα να κόβουν τα πυριμιδινικά διμερή, εμφάνισαν μεταλλάξεις σε χαμηλά επίπεδα UV. Αποδείχθηκε ότι η UV αντίστροφη, εξαντλεί τους μικροοργανισμούς οπότε μπορεί να εφαρμοσθεί στα ενυδρεία που είναι συνεχώς φωτισμένα, αυτό δεν έχει αποδειχθεί ολοκληρωμένα ακόμη.

Αναφέρθηκε ότι εξάντληση του *Neurospora crassa*, αναφερομένη ως N 51, εμφάνισε 2πλάσια ως 6πλάσια αύξηση του αριθμού αποικιών μετά την χρήση UV, άγριες αποικίες εξαντλήθηκαν κατά την έκθεσή τους σε όμοια επίπεδα ακτινοβολίας. Η εξάντληση της N 51 ήταν μικρή έως ότου χρησιμοποιήθηκε UV. Οι υπεύθυνοι πρότειναν ότι ο ιός, που προφανώς παρουσιάστηκε στα βακτηριακά γονίδια, ήταν απενεργοποιημένος από την έκθεσή του σε UV. Μετά από κάποιο χρόνο τα βακτήρια άρχισαν να πολλαπλασιάζονται.



## 2.8. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ % ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ

Οι παράγοντες που επιρεάζουν την θνησιμότητα των ελευθέρων μικροοργανισμών από ακτινοβολίες UV είναι:

1. Το μέγεθος των μικροοργανισμών.
2. Το επίπεδο της ακτινοβολίας.
3. Η διαπερατότητα των UV στο νερό.

Βασικός κανόνας είναι ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο παθογόνος οργανισμός, τόσο περισσότερη ακτινοβολία απαιτείται για την θανάτωσή του, αν και διάφορα είδη ομοίου μεγέθους έδειξαν ποικίλες αντιδράσεις. Αναφέρεται ότι 29100  $\mu\text{wsec/cm}^2$  UV ακτινοβολίας μείωσε τον αριθμό πέντε βακτηρίων και ενός εξωντομένου *E. coli* σε λιμναία νερά από 99,99%.

Τα μελετούμενα είδη ήταν: *AEROMONAS FUNCTATA* IAM 1646, *A. HYDROPHILA* IAM 1018, *A. SALMONICIDA* ATCC 141774, *PSEUDOMONAS FLUORESCENS* EFDL, *VIBRIO ANGUILLARUM* NCM86 & *E. COLI*, 0-25. Το μέγεθος των κυττάρων είναι 0,5x2μκρά. Ήρθε ότι η απαιτούμενη δόση για να σκοτώσει τα ζωοσπορίδια του παρασιτικού μύκητα *Saprolegnia* ήταν 55000  $\mu\text{wsec/cm}^2$  και 3000  $\mu\text{wsec/cm}^2$ , σε συγκέντρωση οργανισμών 50 ζωοσπορίδια/ml.

Το μέγεθος των ζωοσπορίδιων είναι 4-12μμ. Το μυξοσπορίδιο *ceratomyxa* που ευθύνεται για υψηλές θνησιμότητες στα σαλμονοειδή σε πλήθος 4x15μκρά και 215.000  $\mu\text{wsec/cm}^2$  ήταν 100% αποτελεσματικό για την θανάτωσή του, παρόλο ότι και μικρότερες δόσεις ήταν εξίσου αποτελεσματικές.

Το πλήθος του παρασιτικού ασβεστώδη έχει μετρηθεί 20 x35μμ.

και η μικρότερη θανάσιμη ποσότητα (MLD) των 236000  $\mu\text{wsec/cm}^2$  είναι ικανή να σκοτώσει σε συγκεντρώσεις 255/ml.

Το ενήλικο παράσιτο έχει μεγάλο μέγεθος (διάμετρος 800 $\mu\text{m}$ ) και σε συγκεντρώσεις 20 ml βρέθηκε ότι η MLD ήταν 1.717.200  $\mu\text{wsec/cm}^2$ . Αρκετά από τα στοιχεία καθώς και άλλα περιλήφθηκαν από τον Hoffman και δίνονται στο σχήμα 3. Αποδείχθηκε από τον Hoffman ότι δεν είναι εξακριβωμένα τα ακριβή επίπεδα UV που σκοτώνουν τους παθογόνους. Εξάλλου ο Brode συνέστησε σαν ελάχιστη δόση τα 35000  $\mu\text{wsec/cm}^2$  προς απολύμανση των θαλάσσιων καλλιέργειών, το ποσό αυτό είναι αρκετό για να μειώσει τους ελεύθερους ιούς, βακτήρια, μύκητες και άλλα πρωτόζωα.

Αγνωστα παραμένουν τα επίπεδα που σκοτώνουν μεγάλης οργανισμού όπως σφύροδοξα, αλμυθες.

Τα επίπεδα δόσεων των 55000  $\mu\text{wsec/cm}^2$  πρέπει να είναι αποτελεσματικά κατά του παρασιτικού ζινομοστίγιου *Thodinium oscillatum* (προκαλεί μεγάλα προβλήματα στις θαλάσσιες καλλιέργειες), πράγμα που δεν έχει βεβαιωθεί πειραματικά. Δόση λοιμών δημοσιεύσεων είναι γνωστό ότι το *Mycosoma cerebrales* (σπορόζωο των γλυκών νερών) που προκαλεί την περιστροφική νόσο στα σαλμονοειδή μπορεί να ελεγχθεί αποτελεσματικά σ' αυτή την ακτινοβολία.

Ενα άλλο πρωτόζωο το *ασβεστώδες* που είναι πρόβλημα στις θαλάσσιες καλλιέργειες, που τα ελεύθερα πλήθη έχουν μέγεθος 35 x 56, 5 $\mu\text{m}$ , είναι συγκριτικά μεγαλύτερα απ' αυτά του *Ichthyophthirius*, συνιστάται λοιπόν ως MLD 100000  $\mu\text{wsec/cm}^2$ .

Παρόλα αυτά τα 336000μw/sec/cm<sup>2</sup> που συνιστάθηκαν από το Vlasenko είναι πιο αποτελεσματικά. Το πρωτόζωο *Chilodella cyprini* που μεταδίδεται στα ψάρια μετρήθηκε 35 x70μm και τα κάνει προσεγγιστικά στο ίδιο μέγεθος με το πλαθερμιακό στάδιο του *C. irritans*.

Η MLD που χρειάστηκε να σκοτώσει το *C. cyprini* βρέθηκε 1.003.400μw/sec/cm<sup>2</sup> σε οργανισμούς συγκέντρωσης 300/ml.

Επειδή ο συγκεκριμένος οργανισμός είναι ελαφρώς μεγαλύτερος του *C. irritans* εμπειρικά και τυχαία αναφέρεται μια δόση των 800.000μw/sec/cm<sup>2</sup> για αργότερα.

Η διεισδυτική δύναμη των UV είναι συνδεδεμένη με τους παράγοντες όπως θερμοκρασία, διαλυμένη οργανική ουσία, και ιόντα σε διάλυση. Οι ακτίνες UV είναι λιγότερο αποτελεσματικές στο θαλασσινό νερό από ότι στο γλυκό νερό λόγω της διαφορετικής συγκέντρωσης διαλυμένων ανόργανων ουσιών. Πιθανότατα οι UV να μην μπορούν να διαπεράσουν το νερό σε βάθος μεγαλύτερων των 5 μέτρων (στις καλύτερες συνθήκες). Για τον λόγο αυτό ο έλεγχος διαλυμένων ουσιών είναι οφίστης σημασίας για την αποτελεσματικότητα των UV.

Η θερμοκρασία παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, διότι μειώνει την εκατοστιαία θανάτωση προστατεύοντας τους μικροοργανισμούς από τις θανάσιμες για αυτούς επιδράσεις της UV. Αναφέρεται ότι μειώνοντας την θερμοκρασία η ακτινοβολία ήταν πιο αποτελεσματική. Επίσης αναφέρεται ότι η θερμοκρασία έχει μεγάλη δράση στην θανάτωση των ιών πολυμελίτιδας στο θαλασσινό νερό, που θεραπεύτηκε με χρήση UV.

Σε επίπεδα θολαρότητας 70 mg/lit τα είδη που επιβιώνουν, υπολογίζονται σε  $1,9 \times 10^{-4}$  έως  $1,5 \times 10^{-5}$ , με ροή νερού 15-25lt/min. Ενώ με αύξηση θολαρότητας στα 240mg/lit τα επιβιώντα είναι από  $3,2-2,2 \cdot 10^{-4}$  με ροή 3-25lt/min.

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Περιγράφοντας τους τύπους λαμπών UV, την διάθεση και λειτουργία τους, αναφέρεται ότι λάμπες που παράγουν συγκεκριμένο ποσό ακτινοβολίας περιέχουν υδραργύρου κή εξασέρωση. Ένα ηλεκτρικό κύμα περνά μέσα από τον εξασερωτήρα και ελευθερώνει άτομα υδραργύρου σε διάφορες ενεργειακές στοιβάδες. Καθώς τα άτομα επιστρέφουν στα αρχικά χαμηλά ενεργειακά επίπεδα, παρέχουν ακτινοβολίας στα ορισμένα μήκη κύματος. Όλα τα άτομα έχουν περισσότερα από ένα στάδιο και το συγκεκριμένο εκπαιρόμενο μήκος κύματος εξαρτάται από το ενεργειακό στάδιο στο οποίο γίνεται η μεταβίβαση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Διάφοροι οργανισμοί και ποσοστά επί τον χρόνο απασχόλησης.

ΧΡΟΝ. ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ	ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ
0,01 min	ρeudomonas, Salmonella, Κολοβακτηρίδια, Ιοί	100%
0,03 min	Κολοβακτηρίδια, Βακτήρια Ζέκιλλοι.	99 %
0,1 min	Ανθεκτικοί μύκητες	99 %

Εισηγητής: ΒΛΑΧΟΣ ΝΙΚΟΣ

## 2.9. UV - ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ

Υπάρχουν υψηλής και χαμηλής πίεσης λαμπτήρες. Αυτοί της χαμηλής πίεσης οι οποίοι χρησιμοποιούνται συχνότερα λόγω του χαμηλού τους κόστους και του ότι το 95% της εκπροπέμμενης ακτινοβολίας βρίσκεται σε φάσμα εκτός των 2537Å.

Οι λαμπτήρες χαμηλής πίεσης απαντώνται σε τρεις τύπους:

- α) Ξεστής καθόδου.
- β) Κρύας καθόδου.
- γ) Υψηλής εντάσεως.

Οι λαμπτήρες Ξεστής καθόδου λειτουργούν με χαμηλή τάση και λειτουργούν με έρμα όμοιο αυτού που χρησιμοποιείται στις κοινές λάμπες φθορίου. Αρχικά κατασκευάστηκαν με αργό (σάβριο) και με επίγνωση για προθέρμανση των ηλεκτροδίων.

Τα ηλεκτρόδια συνδέονται στις άκρες του λαμπτήρα και είναι φτιαγμένα από τουργκστένιο επιχρησμένο από οξειδία του Βαρίου Καλσίου και στροντίου.

Οι λαμπτήρες Κρύας καθόδου λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες κυρίως επειδή χρειάζονται υψηλή τάση.

Τα νικέλινα ηλεκτρόδια δεν χρειάζονται προθέρμανση. Λειτουργούν επίσης σε υψηλότερες τάσεις από τις συνηθισμένες.

Περιέχουν αργό και νέο σε συνδυασμό με εξαιρετές υδραργύρου.

Οι λαμπτήρες υψηλής τάσεως έχουν τα χαρακτηριστικά των δύο ανωτέρων (κρύας και Ξεστής καθόδου). Χρειάζονται υψηλή τάση για να λειτουργήσουν και παράγουν περισσότερο ακτινοβολία.

από τους άλλους τύπους, επίσης είναι αποδοτικά ανώτερες από τους άλλους τύπους.

Οποιοσδήποτε εκ των τριών τύπων είναι ικανός να λειτουργήσει αποδοτικά ως μέσο απολύμανσης, όμως οι λαμπτήρες ζεστής καθόδου αλλά και κρύας καθόδου είναι αποδοτικότερες σε νερό υψηλής θερμοκρασίας.

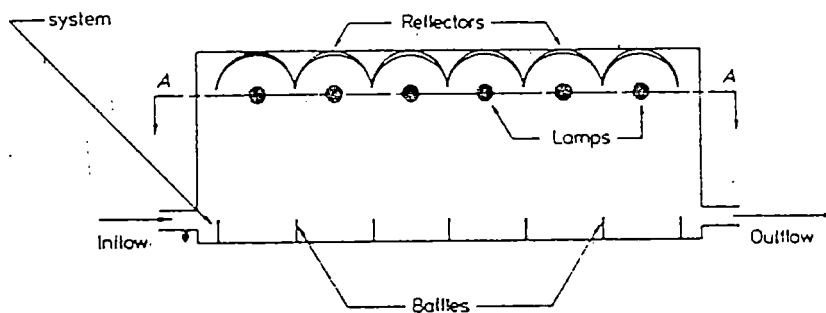
Κατά τους Fresnell & Cummins αυτό οφείλεται στο ότι σε πειράματα που έγιναν, τα μοντέλα λαμπών καυτής καθόδου παράγουν περισσότερη ακτινοβολία συγκρινόμενη με 73 μw σε 1 μέτρο αυτών της κρύας καθόδου.

Οι Fresnell & Cummins συγκρίνοντας την επίδραση των δύο μοντέλων στην μείωση του αριθμού κολοβακτηριδίων σε θαλό νερό, βρήκαν ότι οι λαμπτήρες καυτής καθόδου ήταν bactericidase (όταν η ροή ήταν 16lt/min) και η θερμοκρασία 130JFU, ενώ οι λαμπτήρες κρύας καθόδου απέτυχαν να μειώσουν τον αριθμό των βακτηριδίων όταν τα επίπεδα ροής ήταν 18 lt/min & 90 JFU.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα επίπεδα θερμοκρασίας και στις δύο περιπτώσεις είναι πολύ υψηλότερη από ότι συνήθως στις υδατοκαλλιέργειες με συμβατικά φίλτρα. Οι περισσότερες UV αποστειρωτές που σχεδιάστηκαν για απολύμανση νερών χρησιμοποιούν λαμπτήρες υψηλής εντάσεως.

## 2.10 UV-ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΤΕΣ

Υπάρχουν δύο τύποι συστημάτων που εκπέμπουν UV ακτινοβολίες: οι αιωρούμενοι και οι βυθιζόμενοι. Ο σχεδιασμός των βυθιζόμενων είναι καλύτερος διότι οι μονάδες είναι μικρότερες και οι μηχανικές παράμετροι μπορούν να ελεγχθούν. Τα αιωρούμενα συστήματα παρέχουν την μπαταρία των UV λαμπτήρων και αντανάκλαστρες που κρέμονται πάνω από αβάντες συλάκι από όπου περνά το νερό όπως φαίνεται στο σχήμα 4.



Οι λάμπες τοποθετούνται 10-20 cm πάνω από το νερό. Αν οι λαμπτήρες είναι πολύ κοντά στο νερό η ένταση της ακτινοβολίας μπορεί να διαφέρει σε διαφορετικά σημεία στο σύστημα. Αυτό το πρόβλημα είναι μεγαλύτερο σε συστήματα θαλασσινού νερού, επειδή το νερό είναι υψηλά διαθροτικό. Οι αντανάκλαστρες είναι ένα σημαντικό μέρος των αιωρούμενων αποστειρωτών. Χωρίς σύστημα αντανάκλασης υπάρχει σημαντικό πρόβλημα απώλειας φωτός. Οι αρχικοί σχεδιαστικοί παράγοντες

στα αιωρούμενα συστήματα (wheaton) είναι :

- \* Βάθος νερού
- \* Ποιότητα του διαλυμένου και αδιάλυτου οργανικού υλικού στο νερό.
- \* Απόσταση νερού-λαμπτήρα.
- \* Απόσταση μεταξύ των λαμπτήρων.
- \* Ροή του νερού.
- \* Ο σχεδιασμός του αντανakλαστήρα.

Ένας από τους πιο συνιθισμένους αποστειρωτές είναι ο Kelly-runtz, όπου περιγράφει μια μονάδα UV, η, οποία περιέχει 13 λάμπες σε απόσταση 14 cm από το νερό. Το νερό κατά την ροή του πρέπει να περάσει από σειρά ηβωμάτων που δημιουργούν στο νερό βάθος 0,6 cm, προσθέτωντας την διαπεραστική δύναμη των UV ακτινοβολιών. Βρέθηκε ότι οι κρίσιμη θελωρότητα για αυτές τις μονάδες είναι ανάμεσα στις 43-82 JTU.

Αυτό βασίστηκε στην παρατήρηση ότι σε ροή 145 lt/min και θελωρότητα 43 JTU το νερό αποστειρωνόταν αποτελεσματικά ενώ στην ίδια ροή αλλά στα 82JTU όχι. Οι βυθιζόμενοι UV στο νερό, χρησιμοποιούν λαμπτήρες βυθιζόμενες, είτε απευθείας είτε μέσα σε χαλαζιακό μανδύα. Ο χαλαζίας είναι ανωτέρας ποσότητας σε σχέση με άλλα είδη γυαλιού, λόγω της υψηλής επί τοις εκατό ποσότητας των UV ακτινών που στέλνει.

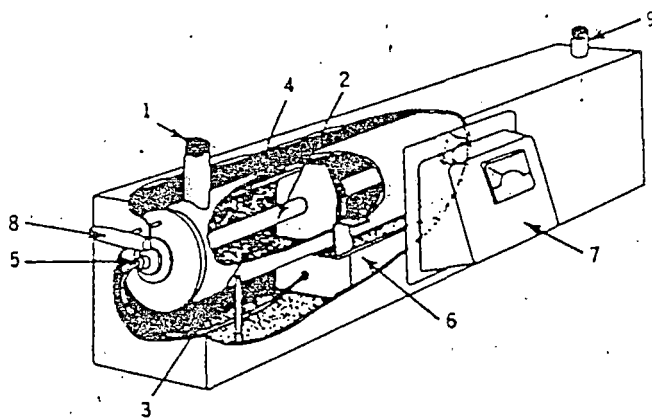
Πρώτον επιτρέπει στον λαμπτήρα να λειτουργεί κοντά στη βέλτιστη θερμοκρασία, μεγαλώνοντας την UV φωτομετάδοση. Η αποτελεσματικότητα των UV ακτινών εξαρτάται από την



θερμοκρασία. Αναφέρθηκε ότι οι UV λαμπτήρες σε απευθείας επαφή με το νερό, λειτουργεί άριστα φέροντας την μέγιστη αποδοτικότητα. Αυτό επιτυγχάνεται μόνο εάν το νερό είναι στους 21 βαθμούς Κελσίου. Εάν λοιπόν στους 21 βαθμούς ο λαμπτήρας έχει μόνο 50% αποδοτικότητα.

Όταν ο λαμπτήρας είναι κλειστός μέσα στον μανδύα, το κενό αέρος γύρω από την λάμπα παρέχει μόνωση που του επιτρέπει να λειτουργεί στους 40,5 βαθμούς με ελάχιστη απώλεια του εξωτερικού νερού. Το βασικό θετικό του μανδύα είναι ότι μπορεί να αλλάξει η λάμπα ευκολότερα.

Ο τυπικός σχεδιασμός ενός βυθιζόμενου UV αποστειρωτήρα φαίνεται στο σχήμα 5.



το νερό εισέρχεται στο -1-, περνά από την λάμπα και τον μανδύα στο -2- και φθάνει στο ενυδρείο από το -9-. Από το σχήμα φαίνεται ότι το βυθιζόμενο σύστημα σε αντίθεση με το αιωρούμενο δημιουργεί προϋποθέσεις τέτοιες ώστε η εκπομπή του φωτός γύρω από τον λαμπτήρα να φθάνει στις 360 μοίρες, εξολοθερώντας έτσι την ανάγκη για υπολογισμούς

του αντανάκλαστήρα. Ο βυθιζόμενος αποστειρωτήρας μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο μέσα στο νερό.

Ενώ στα αιωρούμενα συστήματα που απαιτούν χώρο, με αποτέλεσμα να απαιτείται επιπρόσθετος σχεδιασμός μπαταρίας και του συστήματος αντανάκλασης καθώς και αύξηση του κόστους.

Οποιοδήποτε βυθιζόμενη αποστειρωτική μονάδα θα έπρεπε να είναι εφοδιασμένη με ένα μετρητή έντασης, προτιμώντας μια στενή βαθμίδα ακτινοβολίας κλειδωμένη στα 2537 Å.

#### ΕΚΤΙΜΗΣΗ MLD

Οι δόσεις είναι εφάρμογες της ροής. Πριν τον σχεδιασμό η τοποθέτηση ενός καταδυόμενου αποστειρωτή, αυτός ο κανόνας πρέπει να ακολουθείται. Βασισμένος στην ένταση του νερού για να θεραπευτεί, υποθέτωντας ότι η δόση των  $1 \times 10^6 \mu\text{wsec/cm}^2$  θα είναι η μέγιστη ένταση που επιβάλλεται, σ' αυτό το επίπεδο όλη η ένταση του νερού στην υδατοκαλλιέργεια θα πρέπει να περάσει από τον αποστειρωτή όχι λιγότερο από μια φορά κάθε 24 ώρες. Η δόση σ' αυτή την ένταση είναι ίσως επαρκής να σκοτώσει μεγαλύτερα πρωτόζωα όπως πλυθησμοί των *Cryptosporidium irritans*. Πριν μια αποτελεσματική δόση UV ακτινοβολίας, μπορεί να εκτιμηθεί η ροή του αποστειρωτή σε θεωρούμενο επίπεδο δόσης πρέπει να είναι γνωστό και το μέγεθος των μεταδιδόμενων οργανισμών εκτιμημένα με λογική ακρίβεια. Οι κατάλληλες προδιαγραφές για καταδυόμενους αποστειρωτές δίνονται στο σχήμα 6.

## ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Η μακροζωία ενός UV λαμπτήρα εξαρτάται από:

- \* Τη ζωή των ηλεκτροδίων.
- \* Την σκούρηση του λαμπτήρα.

Η ζωή των ηλεκτροδίων εξαρτάται από τον βαθμό χρήσης του λαμπτήρα (ανοίγο-κλεισίματα).

Λέγοντας σκούρηση του λαμπτήρα, εννοείται η σκοτεινίωση του εσωτερικού του γυαλιού της λάμπας από την συνεχή έκθεση σε ακτίνες UV. Η ποσότητα του χαλκού που εξεσρώνεται, επικάθεται πάνω στο γυαλί φιλτράροντας ένα, συνεχώς αυξανόμενο μέρος της ακτινοβολίας που παράγεται.

Ένας UV λαμπτήρας δεν «καίγεται» με την κοινή σημασία, ούτε θαμπώνει ή τρεμοσβήνει λόγω παρατεταμένης χρήσης.

Στους βυθιζόμενους αποστειρωτές, σχηματίζεται στις πλευρές του χαλαζιακού μανδύα που εκτίθεται στο νερό, ένα λεπτό βιολογικό στρώμα που μειώνει την ένταση της UV ακτινοβολίας.

Σε σωστά σχεδιασμένους αποστειρωτές ο λαμπτήρας είναι δυνατόν να καθαρισθεί είτε μηχανικά, είτε με το χέρι (ένας μηχανικός καθαριστήρας είναι το-θ- στο σχήμα 5.).

Οι λαμπτήρες των αιωρούμενων αποστειρωτών είναι δυνατόν να καθαριστούν από επικαθίματα άλατα και σκόνη με ένα καθαρό ύφασμα.

Κατά την συντήρηση πρέπει να λαμβάνονται οι εξής προφυλάξεις

- \* Όταν καθαρίζονται οι λαμπτήρες πρέπει να είναι προστατευμένα τα μάτια, ειδικώς προκαλούνται σοβαρές βλάβες.

\* Ο αποστειρωτής πρέπει να είναι κλειστός κατά τον καθαρισμό ή την αντικατάσταση των λαμπτήρων.

Table 1. Specifications of Some UV Sterilizers Used in Fish Culture

Model No.	Flow Rate (l min <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> lamp)	Dosage Level (μw sec cm <sup>-2</sup> )
RM-2-1S	7.57	36,000
RM-2-1P	7.57	35,942
RS-5-1S	18.93	39,409
RS-5-1P	18.93	39,409
RL-10-1S	37.85	45,203
RL-10-1P	37.85	45,203
RS-20-4S	75.70	39,345
RL-50-4S	189.27	36,192
RS-50-9S	189.27	35,503
RL-100-9S	378.53	40,697
RL-150-12S	567.80	36,253
RL-200-16S	757.06	36,246

Source: REFCO Purification Systems, Inc., 2010 Farallon Drive, San Leandro, CA 94577.

### 3. ΟΖΟΝ

Το όζον ( $O_3$ ) είναι μια ένωση του οξυγόνου, δηλαδή μπορεί να έχουν διαφορετικούς χημικούς τύπους όμως δεν παύουν να έχουν την ίδια σύνθεση. Το όζον όμως σε αέρια φάση είναι ασταθές και αποσυντίθεται αργά σε οξυγόνο.

Στον αέρα (σε συνήθεις θερμοκρασίες και μικρές συγκεντρώσεις) η διαδικασία αποσύνθεσης του όζοντος είναι αργή, όμως η αύξηση της θερμοκρασίας τις επιταχύνει.

Η ασταθής φύση του όζοντος αναγκάζει αυτούς που το χρησιμοποιούν για απολύμανση, να το παράγουν εκείνη τη στιγμή.

### Η ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΟΖΟΝ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

Στο νερό το όζον μπορεί να αντιδρά πριν ή μετά την διάστασή του. Διαπιστώνεται ότι η διάσταση του όζοντος στο νερό, εξαρτάται από τα ιόντα  $OH^-$  συμπεριφερόμενα σαν επαρκήρια. Κατά την διάσταση του, σχηματίζονται άλλες ελεύθερες ρίζες συμπεριλαμβανομένων και αυτών του  $HO_2$ ,  $OH^-$ ,  $O^-$ ,  $OO^-$ . Ακόμη σχηματίζονται  $H_2O_2$  και  $O_2$ . Σπουδαιότερο ρόλο παίζει το υδροξύλιο στην διάσταση του όζον.

### 3.1. Θανατηφόροι μηχανισμοί

Το όζον προκαλεί πρωτοπλάσματική οξειδωση στις κυτταρικές μεμβράνες των μικροοργανισμών. Διαπιστώθηκε (Eagosa) ότι η αποδερμντική διεργασία του όζοντος, οριοθετήτε από την χημική αντίδραση του όζοντος στην κυτταρική επιφάνεια, και όχι την μαζική μεταφορά του μέσα από την κυτταρική μεμβράνη. Οι τοξικοί μηχανισμοί του όζοντος με τις ακτινοβολίες UV είναι διαφορετικοί, αφού το όζον πρέπει να περάσει την κυτταρική μεμβράνη για να επηρεάσει το DNA, όπως είναι άγνωστη η φύση της βλάβης που προκαλεί. Αναφέρεται εξάλλου (Hamelin και Chung) ότι μη θανάσιμες δόσεις όζοντος βοηθούν τα βακτήρια να επισκευάσουν το DNA τους, όπως και μετά από έκθεση των βακτηρίων σε μη θανάσιμες δόσεις ακτινοβολίας UV.

Σε μη θανάσιμα επίπεδα το όζον αποτρέπει την E. coli να δημιουργήσει αποικίες, τροποποιώντας τις πυριμιδινικές βάσεις στα νουκλεϊκά οξέα και αλλάζοντας το γενετικό υλικό μέσα στα κύτταρα, συνήθως πριν την καταστροφή της κυτταρικής μεμβράνης. Από τα τελευταία φαίνεται ότι σε μη θανάσιμες δόσεις, αυξάνεται η διαπερατότητα της μεμβράνης προωθώντας την διάχυση των «ενεργών αρχών» μέσα στο κύτταρο, αλλάζοντας το γενετικό υλικό. Αναφέρεται ότι μη θανάσιμες δόσεις όζοντος εκλεκτικά επηρέασαν το ιστορικό υλικό των κυττάρων, χωρίς να είναι γνωστό εάν οι επιδράσεις ήταν σαφείς. Κατά τους Hamelin και Chung η ενεργός αρχή πιθανών να είναι το όζον.

Στις καλλιέργειες τύπου Waste Water (αποβλήτων νερών) κατά την θεραπεία με όζον έχουμε ολική εξόντωση των μικροοργανισμών ή μηδενική δηλαδή ο οργανισμός μόλις έρθει σε επαφή με θανάσιμη ποσότητα όζοντος αποσυντίθεται άμεσα, δεδομένου ότι οι μικροοργανισμοί είναι ευάλωτοι στην οξειδωση.

Το φαινόμενο της ολικής ή μηδενικής επίδρασης, είναι αυτό κατά το οποίο τριπλάσια δόση βακτηριακού πρέπει να δοθεί πριν τα κύτταρα πεθάνουν. Αυτό επιτυγχάνεται σε πειραματικές καταστάσεις με ένα είδος οργανισμού, όμως μπορεί να φέρει τροπικά αποτελέσματα σε υδατοκαλλιέργειες που έχουμε απόβλητα νερού με διάφορα είδη μικροοργανισμών. Αυτοί οι οργανισμοί δεν σκοτώνονται έως ότου η κυτταρική τους μεμβράνη διαπεράσει από όζον. Σε ανάμικτους πληθυσμούς, η θεωρία της ολικής ή μηδενικής εξόντωσης λέει ότι οι μεμβράνες όλων των οργανισμών δεν παρουσιάζουν κάποια αδυναμία στο όζον ή άλλες χημικές συνθέσεις όπως θανατώνονται ταυτόχρονα όταν η συγκεντρωση του όζοντος τριπλασιαστεί. Όλα τα στοιχεία αυτά έχουν αποκτηθεί από πειράματα που χρησιμοποιήθηκε φούρνος ελέγχου οργανισμών με διαφορετικές συγκεντρώσεις όζοντος και όχι με μελέτες. Αυτός ο τρόπος δεν είναι αρκετά αξιόπιστος. Η θεωρία της ολικής ή μηδενικής επίδρασης χρειάζεται απλώς για σύγκριση με τις ακτινοβολίες UV, στην οποία οι θνησιμότητες είναι διαβαθμισμένες αντί απότομες.

Σε έρευνες που έγιναν όσον αφορά τις δοσολογίες και τον έλεγχο διαφόρων οργανισμών καθώς και τις αντιδράσεις τους στην

οζόνωση, οι οργανισμοί έδειξαν ποικίλες και πολυπόδαρες αντιδράσεις. Όταν τα γονιμοποιημένα αυγά τοποθετήθηκαν σε οζονωμένα θαλάσσια νερά, η γονιμοποιημένη μεμβράνη σηκώθηκε από το κύτταρο και η κυτταρική επιφάνεια εκρήχθηκε με συνέχεια την κυτόλυση του αυγού. Οι αλλαγές ήταν πιο δραματικές όταν τα νερά αυγά τοποθετήθηκαν στο οζονωμένο νερό 5 λεπτά μετά την γονιμοποίηση.

Τα τροχόζωα αντιστάθηκαν περισσότερο στο όζον από τα πρωτόζωα, δείχνοντας ότι οι πολυκύτταροι οργανισμοί έχουν μεγαλύτερη αντίσταση στο όζον από ότι τα ισομεγέθη μ' αυτά πρωτόζωα. Στα πρωτόζωα που μελετήθηκαν, έδειξαν όλα τους μειωμένη αντίδραση κατά την έκθεση τους στο όζον. Συγκριτικά με τις μηχανικές οργανέδες οι αντιδράσεις ήταν κοινές ενώ περικοί οργανισμοί ανέπτυξαν *vesicles on the pellicle*. Όταν κύτταρα του *Colpidium* μεταφέρθηκαν σε νερό με όζον, άρχισαν να δίστανται ταχύτατα υποδεικνύοντας ότι τα νουκλεϊκά οξέα δεν καταστράφηκαν στις υποθανάσιμες δόσεις. Τα βαμμένα κύτταρα του *Paramecium* διατηρούσαν το χρώμα τους όσο τα ζώα ήταν άθικτα, ενώ υπό την επίδραση του όζοντος αποχρωματίζονταν δείχνοντας ότι το όζον δρα μόνον στην κυτταρική τους επιφάνεια.

Σε ιδανικές συνθήκες η οζόνωση έχει 100% αποτελέσματα στην θανάτωση των ελεύθερων μικροοργανισμών. Αναφέρεται σε στατιστικές μελέτες ότι το όζον επιδρά στους ιούς και τα βακτήρια που είναι παθογενή στον άνθρωπο. Βρέθηκε κατόπιν μελετών (Conrad 1975) ότι με το όζον μειώνεται ο αριθμός του βακτηρίου *Flexibacter Columnaris* σε νερό σαλμοκαλλιέργειών, όπως δεν αναφέρονται αποτελέσματα για την 3ηλάσια ποσότητα ή τον χρόνο επαφής. Οι Wedemeyer και Nelson περιέγραψαν την δράση του όζοντος σε δύο παθογενή βακτήρια, του *Aeromonas salmonicida* και του *E.R.M.*. Σε καθαρό αποστειρωμένο νερό, χωρίς όζον, το *E.R.M.* εξοντώθηκε από πυκνότητα 0,01mgO<sub>3</sub>/lt σε 0,5min, ενώ το *A. Salmonicida* σε 10min. Για να γίνει ο χρόνος επαφής 0,5min απαιτήθηκε αύξηση της δόσης σε 0,04mgO<sub>3</sub>/lt για 100% θανάτωση. Σε παλακά και σκληρά νερά η απαιτούμενη υψηλή δόση, ήταν αποτελεσματική για την θανάτωση των δύο βακτηρίων σε 10min. Η απολύμανση στα σκληρά νερά ήταν εκτεταμένη και δύσκολη, εάν υποδοχιστεί ότι με αύξηση των κατιόντων του νερού επηρεάζεται η ταχύτητα της απολύμανσης από όζον, μειώνει όμως την αποτελεσματικότητα. Οι Schlesuer και Rheinheimer που χρησιμοποίησαν το όζον στις θαλασσοκαλλιέργειες, παρατήρησαν αύξηση του αριθμού των μικροοργανισμών. Ο Farooq σημείωσε ότι οι περισσότερες μελέτες που αναφερόταν σε ολική θανάτωση των μικροοργανισμών από όζον, αναφερόταν σε καθαρούς πληθυσμούς κοινών ειδών.

Οι μελέτες αυτές είναι άνευ σημασίας αφού αναφέρονται σε ιδανικές συνθήκες και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις υδατοκαλλιέργειες (που έχουν υψηλά επίπεδα οργανικού ή ανόργανου υλικού το οποίο περιέχει μικροοργανισμούς, όμως αναμειγνύεται κατά την απολύμανση).

### 3.2. Παράγοντες που επιδρούν στην εκατοστιαία θανάτωση

Οι παράγοντες που επιδρούν στην ταχύτητα διάλυσης του όζοντος στο νερό, επιδρούν και στην θανάτωση των μικροοργανισμών, αυτό οφείλετε στην χημική δράση του όζοντος κατά την λύση του. Πριν τεκμηριωθεί αυτό πρέπει να γίνουν τρεις υποθέσεις:

- 1) Το διαλυμένο όζον να δρα με το DOC και όχι με το POC (περιέχει ελεύθερους μικροοργανισμούς).
- 2) Το pH δεν συνδέεται άμεσα με την απολύμανση, αλλά έμμεσα ελέγχοντας την ταχύτητα διάλυσης του όζοντος (Farooq).

3) Οι περιστάσεις που αναρριχνώνται στον χρόνο επαφής με το αδιάλυτο  $O_3$  ίσως να επιδρούν στην αύξηση της θανάτωσης των μικροοργανισμών.

Σε αρκετές εργασίες αναφέρεται ότι η απολύμανση ήταν πιο αποτελεσματική σε υψηλές θερμοκρασίες (ταχύτερη δράση του όζοντος με τους μικροοργανισμούς), παρά την αυξημένη διάλυση του όζοντος. Τελικώς η ταχύτητα απολύμανσης όταν αυξάνεται μειώνει την συγκέντρωση του όζοντος σε υψηλές θερμοκρασίες.

Οι παράγοντες που δρουν στην ταχύτητα διάλυσης του όζοντος είναι:

- η συγκέντρωση του DOC.
- η συγκέντρωση του POC.
- η συγκέντρωση και το είδος των διαλυμένων ανόργανων ιόντων.
- το pH.
- η θερμοκρασία.

Τους τέσσερις πρώτους ονομάζουμε αποκτήσεις του όζοντος, επειδή η αύξησή τους σε τριπλάσια ποσότητα όζοντος χρειάζεται για την απολύμανση. Γενικώς οι αυξήσεις τους έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση επί τοις εκατό θανάτωσης.



DOC και POC

Σε αδυσιδωτές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο ενυδρίο και ιδιαίτερα αυτή της οζόνωσης του νερού, οφείδονται στην αποσύνθεση του όζοντος είναι επίσης κύριες στην οξείδωση του DOC και των ανόργανων ιόντων. Στο νερό με υψηλά επίπεδα DOC, ελεύθερες ρίζες σχηματίζονται από την διάλυση του όζοντος, οι οποίες μπορεί να εκταθούν πριν οι μικροοργανισμοί καταστραφούν ή σημασία την διαπέρασής των από το DOC είναι μικρότερης αξίας από την διαπέρασή τους στους μικροοργανισμούς. Αυτό αιτιολογεί και το γεγονός ότι όταν συνυπάρχουν μικροοργανισμοί και DOC οι ρίζες υδροξυλίου αντιδρούν με το DOC.

Οι παράγοντες που βοηθούν την αντίδραση του όζοντος με το DOC, κρύβουν την ικανότητά τους να οξειδώσουν το POC και αντίστροφα. Αποδείχθηκε (Geraudom) ότι απεσταγμένο νερό με 50mg/lit καοδίνη και 25mg/lit δικτοαδβουρίνη απαιτεί 50mgO<sub>3</sub>/lit για να απεργοποιήσει τους ιούς. Ενώ χωρίς οργανικό υλικό και με 50mg/lit καοδίνη χρειάστηκαν μόνο 0,16mgO<sub>3</sub>/lit. Χρησιμοποιώντας ως ελεγχόμενο οργανισμό την μαγιά του *Candida parapsilosus* το όζον που απαιτήθηκε ήταν 0,15mg/lit και το DOC μετρήθηκε σαν TOC. Στον πρώτο έλεγχο διάλυσης υπήρξε 4πλάσια παραγωγή, με πυκνότητα μαγιάς σε κύτταρα  $1,35 \times 10^5$ /ml και δεν είχαμε αξιόλογη παραγωγή κατά την δεύτερη λύση που η πυκνότητα κυττάρων ήταν  $1,55 \times 10^7$ /ml. Όταν συγκρίθηκαν οι αξίες TOC, φάνηκε ότι στον πρώτο έλεγχο λύσης η τιμή ήταν μόνο 4mg TOC/ml ενώ στην δεύτερη 120mg TOC/lit. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα οι τιμές TOC να εξαρτώνται από την μαγιά των κυττάρων. Άρα μέρος του DOC επιτέθηκε αντί του όζοντος με αποτέλεσμα την μείωση της απολύμανσης.

Στην ίδια μελέτη ο αριθμός των μικροοργανισμών ανά όγκο νερού με όζον δείχθηκε ως επιδρών παράγοντας. Όσο υψηλότερη ήταν η πυκνότητα των κυττάρων, τόσο χαμηλότερη ήταν η ταχύτητα απολύμανσης. Οι μικροοργανισμοί συνισφέρουν στο POC όπως απεδείχθει και το POC αυξάνει την αποδοτικότητα της οζόνωσης όταν μέρος των οξειδωμένων νερών περιέχει ζωντανά μικρόβια.

### 3.3. pH και θερμοκρασία

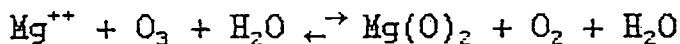
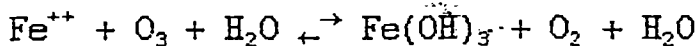
Η θερμοκρασία και το pH ελέγχουν έμμεσα την ταχύτητα διάσπασης του όζοντος, εάν υποθέσουμε ότι η οξειδωση του DOC είναι ανάλογη της παρουσίας ελεύθερων ριζών του όζοντος. Καθώς το όζον διαλύεται με αυξήσεις του pH ή της θερμοκρασίας η οξειδωση εξαρτάται από αλυσιδωτές αντιδράσεις καθώς και από τα προϊόντα διάλυσης του όζοντος. Αποδείχθηκε από τους Howe και Davidson ότι η ταχύτητα οξειδωσης του DOC αυξανόταν με αύξηση του pH και της θερμοκρασίας. Ενώ ο Peleg έδειξε ότι οι δύο αυτοί παράγοντες επιδρούν στην διαλυτική ταχύτητα του όζοντος αφού τα παράγωγα διάλυσης ελέγχουν την οξειδωτική διαδικασία και όχι το pH ή η θερμοκρασία.

Η εκατοστιαία θανάτωση των μικροοργανισμών συνδέεται με αύξηση του pH. Κατά τον Farooq η αποδοτικότητα του όζοντος στο καθαρό νερό, εξαρτάται από την αληθή αντίδραση του όζοντος στον θάλαμο επαφής. Σημειώθηκε ότι η αποδύμανση ήταν πιο αποτελεσματική σε χαμηλό pH επειδή η αύξηση του pH επιδρούσε στην αύξηση της διάλυσης του όζοντος.

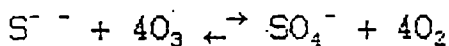
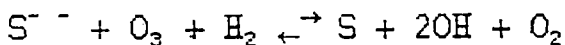
Η σχέση θερμοκρασίας - αποδύμανσης είναι άμεση και υψηλές ταχύτητες θανάτωσης γίνονται σε ανεβασμένες θερμοκρασίες. Ο Kiuman ωστόσο αναφέρει ότι η δύναμη του όζοντος ήταν ίδια στους 25 και 39°C. Ο Farooq απέδειξε όμως σε πειράματα με το *Mycobacterium fortuitum* ότι ο βαθμός ενεργοποίησης ήταν συνδεδεμένος σαφώς με την θερμοκρασία σε στιγμιαία επίπεδα όζοντος, ο βαθμός όμως ενεργοποίησης ήταν λιγότερο εξαρτημένος από την μείωση του όζοντος. Μια αύξηση της θερμοκρασίας δημιούργησε υψηλή ταχύτητα θανάτωσης ακόμη και όταν το όζον μειωνόταν. Σε δεύτερη σειρά πειραμάτων μια οζονική μείωση ήταν κυρίαρχη στο χρόνο επαφής για 4 θερμοκρασίες (9, 20, 30, 37°C). Αυτό έγινε αλλάζοντας την πίεση του όζοντος στο τροφοδοτούμενο αέριο. Η ταχύτητα ροής του οζονωμένου αέρα ήταν σταθερά 0,5lt/min. Ο βαθμός ενεργοποίησης αυξάνεται σημαντικά με αύξηση της θερμοκρασίας για δινόμενη οζονική μειούσα συγκέντρωση (σχ.8)..

Ανόργανα ιόντα

Η παρουσία των οξειδωτικών ιόντων στο νερό αυξάνει τη διάλυση του όζοντος. Το θαλασσινό νερό περιέχει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις των περισσότερων ανόργανων ειδών από το γλυκό νερό και είναι δυσκολότερο να απολυμανθεί. Λίγα είναι γνωστά για τον τρόπο δράσης των ανόργανων ιόντων επί της οζονικής διεργασίας στο θαλασσινό νερό. Τα στοιχεία χλώριο, βρώμιο, σίδηρος, ιώδιο και μαγνήσιο παίζουν σπουδαίο ρόλο στην οξείδωση σε πολλές χημικές ενώσεις. Η οζόνωση στο θαλασσινό νερό είναι γνωστή για την οξείδωση σιδήρου και μαγνησίου και γίνεται με τις εξής αντιδράσεις (Keenan Hegemaun):



Επίσης οι Keenan και Hegemaun πρότειναν ότι το θείο οξειδώνεται από το όζον αποτελεσματοποιώντας τον σχηματισμό θειωδών ή θειϊκών:

3.4. Παραγωγή όζοντος

Το όζον παρασκευάζεται με δύο τρόπους:

- 1) με ηλεκτρική εκκένωση
- 2) με μοντέρνους παραγωγούς (οζονοτήρες).

Οι οζονοτήρες είναι δύο τύπων: 1) οι ΥΥ οζονοτήρες και 2) αυτοί της άηχης ηλεκτρικής εκκένωσης. Οι ΥΥ ψενήτριες χρησιμοποιούνται συνήθως σε περιπτώσεις που απαιτούνται χαμηλές συγκεντρώσεις όζοντος, χρησιμοποιούνται συνήθως αυτού του τύπου οζονοτήρες σε μικρά ενυδρεία. Εάν το τροφοδοτικό αέριο είναι το οξυγόνο, τότε παράγεται 1grO<sub>3</sub>/lt σε συγκεντρώσεις 1-10mgO<sub>3</sub>/lt περιεχομένου στο τροφοδοτικό αέριο. Ο τροφοδοτήρας αέρα έχει μειωμένη παραγωγή σε όζον κατά 50%. Επίσης εάν ο τροφοδοτήρας περνά από τον ΥΥ λαμπτήρα ή μέσω ενός χαλαζιακού πανδύα, εξαρτάται αποκλειστικά από τον σχεδιασμό της μονάδας.

Στους οζονοτήρες ΥΥ η λειτουργία βασίζεται στην επίδραση ακτινοβολίας που βρίσκεται στα 1000-2000Å, που αντίθετα εξαρτάται από τον σχεδιασμό του ΥΥ λαμπτήρα, την σύνθεση του τροφοδοτούμενου αερίου, την πίεση και θερμοκρασία του τροφοδοτούμενου αερίου.

Οι άηχοι εκκενωτήρες χρησιμοποιούνται σε μονάδες που απαιτούνται μεγάλες ποσότητες σε όζον. Ο εκκενωτήρας λειτουργεί με εναλλασσόμενη τάση που τροφοδοτεί δύο ηλεκτρόδια

χωρισμένα από διηλεκτρικό υλικό στο κενό εκκένωσης. Το μονωτικό υλικό συλλέγει και φορτίζει τα ηλεκτρόνια στην επιφάνειά του κατά τον μισό κύκλο της εναλλασσόμενης τάσης και τα ελευθερώνει όταν αλλάζει η πολικότητα.

Όταν ο οζονοτήρας λειτουργεί, το κενό εκκένωσης περιέχει με *diffused glow* που ονομάζεται κορώνα. Τα ηλεκτρόδια φτιάχνονται από ανοξείδωτο ατσάλι και αλουμίνιο ενώ το διηλεκτρικό είναι πορώδες γυαλί. Το ένα ηλεκτρόδιο είναι συνεχές με το διηλεκτρικό του γυαλιού ενώ το εκκενωτικό γυαλί είναι τοποθετημένο ανάμεσα στο διηλεκτρικό και το δεύτερο ηλεκτρόδιο (σχ.9). Το πάχος του εκκενωτικού υλικού σε τάσεις μικρότερες των 1500V είναι συνήθως 1-3mm. Οι εκκενωτήρες μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια κατά το πλείστον σε θερμότητα και γι' αυτό απαιτείται κάποιο είδος ψύξης, εκτός και αν το αέριο βρίσκεται σε υψηλή αναλογία στην ηλεκτροδιασκή περιοχή. Η υψηλή ροή αερίου μειώνει την αποτελεσματικότητα παραγωγής σε όζον.

Η τοποθέτηση της άηχης εκκενωτικής γεννήτριας εξαρτάται από την καθαρότητα του οξυγόνου (τροφοδοτικό αέριο), της θερμοκρασίας, της ροής, της παραγωγής τάσης, της συχνότητας, της χωριτικότητας του εκκενωτικού κενού, της πίεσης του τροφοδοτούμενου αερίου στο εκκενωτικό κενό και της χωριτικότητας του διηλεκτρικού.

Οι γνωστοί οζονοτήρες άηχης εκκένωσης ανήκουν σε έναν από τους εξής βασικούς τύπους:

- 1) αυτόν του otto δίσκου
- 2) αυτόν του σωδήνα
- 3) αυτόν του χαμηλού δίσκου.

Ο ημιρόνινος otto - δίσκου οζονοτήρας, βασίζεται στο σχέδιο του H.P.otto (1905). Βασικά στοιχεία λειτουργίας του είναι το παγωμένο νερό και ο αέρας (ως τροφοδοτικό αέριο). Αποτελείται από τα εξής εξαρτήματα: ένα καθούπι από αλουμίνιο ή σίδηρο το οποίο ψύχεται από νερό, ένας διηλεκτρικός δίσκος από γυαλί, ένα εκκενωτικό κενό, ακόμη ένα διηλεκτρικό γυαλί και ένα υψηλής τάσης ανοξείδωτο ατσάλινο ηλεκτρόδιο. Ορισμένα καθούπια είναι χαμηλού δυναμικού και ψυχρό νερό περνά από μέσα τους, ενώ τα υπόλοιπα είναι υψηλού δυναμικού και ψύχονται με ηλεκτρικά μονωμένους ψεκαστήρες ψυχρού νερού. Όταν λειτουργεί ο οζονοτήρας ο αέρας ερπυσσάται στο εκκενωτικό κενό που μετατρέπεται σε οζονικό αέρα. Τέλος ο οζονομένος αέρας βυθίζεται μέσω οπών στο κέντρο ηλεκτροδίων και διηλεκτρικών. Ο otto - δίσκος αποτελείται από 24 καθούπια με 96 δίσκους και 48 εκκενωτικά κενά (το μεγαλύτερο μέγεθος).

Ο οζονοτήρας - σωδήνας περιέχει αρκετούς οριζόντια τοποθετημένους σωδήνες. Μπορεί να λειτουργεί με ξηρό αέρα και ψύχεται με νερό. Τα εξωτερικά ηλεκτρόδια συνδέονται με ατσάλινους οξειδωτικούς σωδήνες που με την σειρά τους είναι δερμένα με οξειδωτικά ατσάλινα κενά, το όλο σύστημα είναι κυκλωμένο από ψυκτικό νερό. Κεντρικά και μέσα στους σωδήνες, υπάρχουν πυρωμένα γυαλίνα διηλεκτρικά που εσωτερικά είναι καλυμένα με γραφίτη ή αλουμίνιο. Το κάλυμα του συστήματος

είναι το δεύτερο ηλεκτρόδιο. Οι εξωτερικοί ανοξείδωτοι ατσάλινοι σωλήνες έχουν τοποθετηθεί σε παράλληλη διάταξη ενώ ανάμεσά τους κυκλοφορεί ψυκτικό νερό, το όλο σύστημα βρίσκεται έγκλειστο σε έναν αεροστεγή σιδερένιο «ανεύρονα». Έτσι το οξυγόνο ή ο αέρας τροφοδοτούνται από την μία μεριά ενώ το όζον συλλέγεται στην άλλη. Ένας γυάλινος σωλήνας κυκλοφορεί το τροφοδοτικό αέριο, ώστε να περνά μόνο μέσα από το εκκενωτικό κενό. Το εκκενωτικό κενό καθώς ο γυάλινος σωλήνας είναι 0,25cm.

Ο οζονοτήρας - χαμηλού δίσκου διαφέρει από τους άλλους τύπους, καθώς είναι αερόψυκτος. Λειτουργεί και αυτός με αέρα ή οξυγόνο σαν τροφοδοτικό αέριο. Η βασική μονάδα είναι ένα αεροστεγές σάντουιτς, αποτελούμενο από αλουμινένιο θερμικό διασκορπιστήρα, ένα ατσάλινο ηλεκτρόδιο ντυμένο με κεραμικό και το διηλεκτρικό που είναι ένας γυάλινος κενωτήρας (σχηματίζει το εκκενωτικό κενό), ένα δεύτερο κεραμοντυμένο ατσάλινο ηλεκτρόδιο με ένθετο για αέρα ή οξυγόνο και τέλος πρόσθετο όζον που μεταφέρει το νεοσχηματιζόμενο αέριο μέσω ενός δεύτερου θερμικού διασκορπιστήρα από αλουμίνιο.

### 3.5. Σχεδιασμός γεννήτριας και επαφά όζοντος

Υπάρχουν ορισμένοι τεχνικοί παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή του όζοντος και οι οποίοι είναι πιο σημαντικοί από φυσικούς και χημικούς παράγοντες που ελέγχουν την ταχύτητα ροής του όζοντος στο νερό. Ακόμη η θερμοκρασία, το pH, η ιονική δύναμη και η σύνθεση του θαλάσσιου νερού επιδρούν στην ταχύτητα διάλυσης του όζοντος, όρως για να επιτευχθούν οι εργασίες θα στρεσάρουν τα φάρια και το πλავτικό. Μόνο οι συγκεντρώσεις DOC και POC μπορούν να ελεγχθούν σε κάποιο βαθμό. Στην κατασκευή ενυδρείων βασικό είναι να παράγεται μια βέλτιστη ποσότητα σε όζον με τα υπάρχοντα μέσα, αφού το όζον κατά την επαφή του με το νερό γίνεται πιο αποτελεσματικό. Η επάρκεια σε όζον εξαρτάται από την ικανότητα και την λειτουργία της γεννήτριας καθώς και του επαφά όζοντος.

### 3.6. Εμπορικοί άηχοι εκκενωτικοί οζονοτήρες

Για την βελτίωση του αποδιδόμενου όζοντος των άηχων εκκενωτικών γεννητριών, πρέπει το πιεσόμενο εκκενωτικό κενό να κατασκευαστεί ώστε η ένταση να παραμένει χαμηλή καθώς οι λειτουργικές πιέσεις παραμένουν. Η χαμηλή ένταση προστατεύει το διηλεκτρικό και την επιφάνεια των ηλεκτροδίων από επικίνδυνες υψηλές τάσεις. Οι πιέσεις από 0,703 έως 1,055kg/cm gauge βοηθούν εάν το οζονομένο αέριο εκτοξεύεται από την βάση του επαφά. Η πίεση του όζοντος καθώς εκτοξεύεται τροφοδοτεί με ενέργεια που απαιτείται για να έρθουν σε επαφή το νερό με το αέριο.

Το διηλεκτρικό πρέπει να είναι κατασκευασμένο από λεπτά υλικά με υψηλή διηλεκτρική σταθερά, ώστε το παραγόμενο όζον να

είναι υψηλής αποδοτικότητας. Πρακτικά, το γυαλί είναι το πιο συμφέρον διηλεκτρικό υλικό, επειδή είναι αρκετά δυνατό για να αντέξει και διατηρεί την λεπτότητα του διηλεκτρικού στο ελάχιστο. Όταν το διηλεκτρικό είναι λεπτό, βελτιώνεται η απόδοση του όζοντος και μεταφέρει (το διηλεκτρικό) την θερμότητα από την επιφάνεια των ηλεκτροδίων.

Απαραίτητως θεωρούνται οι μεγάλες συχνότητες αλλαγών, διότι είναι λιγότερο καταστροφικές από τις υψηλές τάσεις για την επιφάνεια του διηλεκτρικού. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η απόδοση σε όζον και εξασφαλίζεται η μακροζωία του μηχανήματος.

Η απομάκρυνση της θερμότητας είναι απαραίτητη, η ροή του αερίου από το εκκενωτικό κενό απομακρύνει τη θερμότητα και επιτρέπει την παραγωγή του όζοντος. Το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται για την παραγωγή του όζοντος και την απομάκρυνση της θερμότητας. Για αύξηση της παραγωγής του όζοντος πρέπει το εκκενωτικό κενό να φύχεται.

Ένας οζονοτήρας μικρού μεγέθους, γίνεται πιο αποδοτικός σε  $O_3$ , εάν αυξηθεί η ηλεκτρική ενέργεια και η ροή του αερίου. Η απόδοση σε όζον ανά μονάδα καταναλισκόμενης ενέργειας, δείχνει την απόδοση του οζονοτήρα. Στους καλύτερους εμπορικούς οζονοτήρες είναι:

- 70g.kw/hw όταν τροφοδοτικό αέριο είναι ο αέρας
- 136g.kw/hw όταν τροφοδοτικό αέριο είναι το οξυγόνο.

Από αυτά γίνονται εμφανή τα πλεονεκτήματα του οζονοτήρα χαμηλού δίσκου έναντι αυτών του otto - δίσκου και των οζονοτήρων σωλήνα. Τα πλεονεκτήματα αυτά κατά τον Rosen (1973) είναι: λειτουργούν με αέρα και οξυγόνο σαν τροφοδοτικό αέριο με μικρές ξηραντικές απαιτήσεις, είναι αερόψυκτοι, λειτουργούν με χαμηλές τάσεις οπότε παρατείνεται η ζωή του διηλεκτρικού και τέλος δεν έχουν συντηρητικές απαιτήσεις.

Η αερόψυξη είναι σημαντική διότι εξαφανίζει τα προβλήματα που εμφανίζονται σε νομικά και οικονομικά πλαίσια. Ακόμη η χαμηλές απαιτήσεις σε ενέργεια είναι σημαντικές για την οικονομική λειτουργία του συγκροτήματος. Τέλος η απομάκρυνση της θερμότητας είναι το οριστικό σχεδιαστικό πλεονέκτημα, που στους οζονοτήρες χαμηλού δίσκου είναι πιο απλή και λειτουργική.

### Σχεδιασμός επαφών

Το οζονομένο αέριο αφού παραχθεί εκτοξεύεται στο νερό υπό πίεση. Οι τέσσερις πιο δημοφιλείς μέθοδοι εκτόξευσης είναι:

- εγχειρηματικής δράσης
- περιστροφόμενης δράσης
- οδικής εκτόξευσης
- διαλύτες σε ατμοσφαιρική πίεση.

Όλοι αυτοί οι τύποι είναι για μικρά ενυδρεία, όμως σε συνδυασμό με άηχους εκκενωτές μπορούν να χρησιμοποιήσουν και σε μεγάλα ενυδρεία. Η χρήση των δύο πρώτων τύπων (εγχειρηματικής και περιστροφικής δράσης) αποφεύγεται διότι η βίαιη αναδευτική τους

δράση μειώνει την οζονική διάσπαση και άρα μειώνει την απόδοση της απολύμανσης.

Η μέθοδος της οδικής εκτόξευσης χρησιμοποιήθηκε στη Γαλλία για απολύμανση των πόσιμων νερών, το 1900 ο Masschelein επινόησε μέθοδο για την χρήση της οδικής εκτόξευσης στα ενυδρεία (σχ.10). Το οζονομένο αέριο εκτοξεύεται στο νερό από φηλά, και εάν η κάτω - ροϊκή ταχύτητα του νερού είναι 0,4m/sec οι φουσαλίδες βυθίζονται. Συνιστάται το οζονομένο αέριο να εκτοξεύεται στο σύστημα με ελάχιστη πίεση 0,5 bar, επίσης το σημείο εκτόξευσης επιβάλλεται να βρίσκεται 30 - 50cm πάνω από το επίπεδο εισροής του νερού.

Η μέθοδος διασπαστικής οζόνωσης χρησιμοποιεί τις ίδιες αρχές σχεδίασης με αυτές που περιλαμβάνονται στην κλασματοποίηση του αφρού. Το οζονομένο αέριο εκτοξεύεται από την βάση της κοιλώνας που γίνεται η επαφή. Μετά την εκτόξευση του αερίου, η κίνηση του αερίου είναι όποιας ή αντίθετης κατεύθυνσης με αυτή του νερού.

Ομόροποι επαφείς αποφεύγονται, εκτός και εάν σκοπός είναι η μείωση της θερμορύτητας, αλλιώς ο χρόνος επαφής είναι μικρός για απολύμανση. Ενώ οι αντίθετης ραής επαφής είναι πιο ικανοί, αφού η προς τα κάτω φουσαλίδες του οζονομένου αερίου δημιουργούνται.

Η κυριότητα της ξήρανσης του τροφοδοτούμενου αερίου σε άηχους εκκενωτήρες δεν πρέπει να υπερεμφανιστεί. Τα υλικά που χρειάζονται για να επιτευχθεί αυτό είναι βασικά για το σχεδιασμό του συστήματος οζόνωσης. Οι αποξηραντήρες είναι τοποθετημένοι σε σειρά για την ψύξη του τροφοδοτούμενου αερίου. Η ψύξη έχει δύο λειτουργίες:

- εξολαθρεύει την υγρασία του τροφοδοτούμενου αερίου και έτσι οι αποξηραντήρες καθίστανται αποδοτικότεροι
- μειώνει την θερμοκρασία του εκκενωτικού κενού και άρα διευκολύνει η διάσπαση των μορίων όζοντος καθώς παράγονται.

Η υγρασία του τροφοδοτούμενου αερίου σε ποσότητες μικρότερες των 0,02 - 0,03mg/lit μπορεί να βλάψει την παραγωγή σε όζον. Για αύξηση της υγρασίας από 2,313 σε 4,626mg/lit η παραγωγή σε όζον μειώθηκε από 225 σε 160gr/lit. Τα κοινότερα αποξηραντικά είναι το  $\text{CaCl}_2$  και Silica Gel, τα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθούν ξανά εάν περάσουν από ρεύμα ζεστού αέρα, με κατεύθυνση αντίθετη της φυσιολογικής κατεύθυνσης του τροφοδοτούμενου αερίου. Ορισμένα αποξηραντικά περιέχουν κρύσταλλους που αλλάζουν χρώμα όταν πρέπει να αποβληθούν.

Απαραίτητα η εκροή του επαφέα συνδέεται με κύστη αέρωσης ώστε να αποκλειστεί η μείωση όζοντος με αύξηση του οξυγόνου. Ακόμη το νερό πρέπει να περνά από επαφέα GAC ώστε να απομακρυνθούν τα κατάλοιπα παραγωγής όζοντος και τα τοξικά παράγωγα. Έτσι με την χρήση GAC παρέχονται στο σύστημα φυσικές προσροφητικές μέθοδοι.

Συνήθειες είναι οι αυξήσεις ή μειώσεις του όζοντος στις εκροές του επαφέα όπου συσσωρεύεται  $\text{O}_2$  που αποσυνθέτει το

όζον· για τον λόγο αυτό απαραίτητος είναι ο αερισμός στην αερωτική κύστη. Εάν αυτό δεν γίνει το αποτέλεσμα είναι οι υψηλές (έως και 100%) θνησιμότητες.

### Προσωπική ασφάλεια

Το αέριο όζον έχει καυστική οσμή που ανιχνεύεται ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις. Ο βήχας είναι το πρώτο σύμπτωμα· όπως παρουσιάζονται και δηλητηριάσεις, κατάπνοση, κυάνωση, ναυτία, παλμικό οίδημα. Τα επίπεδα του όζοντος που δημιουργούν προβλήματα, δεν είναι γνωστά.

Από την κυβέρνηση των Ηνωμένων Πολιτειών έχει θερωδισθεί ως ανεκτό όριο, η ποσότητα των 0,05mg/lt. Όταν διαφύγει ποσότητα μεγαλύτερη των 0,05mg/lt από τον επαφέα, πρέπει να παγιδευτεί με sodium trisulfate. Ο χώρος που είναι εγκατεστημένος ο επαφέας πρέπει να αερίζεται ώστε να μην συγκεντρώνεται το όζον.

### 3.7. Άλλες επιδράσεις του όζοντος

Ελάχιστα γνωρίζουμε για τις βιολογικές διεργασίες του όζοντος και ακόμη λιγότερα για την δράση του στο γλυκό και αλμυρό νερό.

Όσον αφορά τις επιδράσεις του όζοντος στα οργανικά και ανόργανα συστατικά γνωρίζουμε τρεις διεργασίες που πιθανόν να ισχύουν:

- 1) η εκδοχή της απόφραξης των οργανικών υπολειμμάτων που παραμένουν και απορροφούνται από τον ενεργό άνθρακα
- 2) η μείωση του χρώματος και της θολερότητας
- 3) της περαιτέρω κλάσματοποίησης του αφρού, όταν το οζονομένο αέριο αντικαθιστά τον αέρα στο σημείο εκτόξευσης του κλάσματοποιητή αφρού.

Όπως οι εξής δύο καταστάσεις πρέπει να αποφεύγονται, όταν υπάρχουν λογικά επίπεδα όζοντος:

- ολοκληρωμένη οξείδωση TOC σε CO<sub>2</sub>
- μεγάλες ποσότητες αμμωνίας σε υψηλές οξειδωτικές βαθμίδες.

### Εκτίμηση

Οι UV αποστειρωτές και οι οζονοτήρες είναι χρήσιμοι σε συστήματα νερών ιδιαίτερα όταν παρουσιάζονται επιζωοτικές ασθένειες, σε θεραπείες ρουτίνας, ιδιαίτερα χρήσιμοι είναι σε φάρια τα οποία είναι ευαίσθητα στις χημειοθεραπείες, ακόμη χρησιμοποιούνται για την θανάτωση οργανισμών που εισέρχονται με τα εξωτερικά νερά. Η αξία της απολύμανσης είναι άμεσα συνδεδεμένη με το μέγεθος του πληθυσμού. Παρόλο αυτά όμως δεν έχουν γίνει κάποια συγκριτικά της οζόνωσης με τις UV ακτινοβολίες.

Η ακτινοβολία νερών με UV, μειώνει την μετάδοση κολλητικών ασθενειών και μειώνει τις θνησιμότητες. Παρατηρήθηκε (Hoffman)



μείωση στην μόλυνση της πέστροφας από το *Myxosoma cerebralis*, όταν τα νερά ακτινοβολήθηκαν με 35.000  $\mu\text{wsec}/\text{cm}^2$ . Μετά από 4,5 μήνες οι πέστροφες μεταφέρθηκαν σε νερά με 1,8 - 2,6 φορές περισσότερη ακτινοβολία και δεν βρήκε σημάδια κυκλικών ασθνευιών.

Σε άλλη εργασία (Sanders 1974), όπου τα εισερχόμενα νερά φωτίστηκαν με 215.000  $\mu\text{wsec}/\text{cm}^2$ , στις νεαρές πέστροφες υπήρξαν θνησιμότητες 1% από το *Ceratomyxa shasta*, ενώ όταν τα νερά δεν φωτιζόταν οι θνησιμότητες έφθασαν τα 20%. Στην ίδια εργασία, όταν τα νερά με νεαρές *Coco salmon* φωτίστηκαν από 360.000  $\mu\text{wsec}/\text{cm}^2$ , μόνο το 2% προσβλήθηκε από *Ceratomyxa shasta*. Ακόμη αναφέρεται ότι τα ψάρια έδειξαν μικρότερες θνησιμότητες στο βακτήριο *Chadrosococcus columnaris*.

Οι Bullock και Stuckey αναφέρουν ότι χρήση φίλτρου των 25 $\mu\text{m}$  σε συνδυασμό με UV ακτινοβολία των 13.100 - 29.400  $\mu\text{wsec}/\text{cm}^2$  απέτρεψαν την μετάδοση της ασθένειας *funculosis* στο *Salmo salar* (με χρήση καθαρού νερού πηγής). Επίσης δήλωσαν ότι η σημαντικότητα της επί τοις εκατό θανάτωσης των παθογενών βακτηρίων είναι αδύνατο να βρεθεί, αφού ο αριθμός των οργανισμών που είναι απαραίτητοι για την μετάδοση της ασθένειας είναι άγνωστος. Παράδειγμα: με 99,99% θανάτωση των παθογενών, όταν η πυκνότητά τους είναι 10<sup>4</sup>/ml, επιζούν 10 βακτήρια/ml. Εάν όμως οι παθογενείς είναι ιώδης τότε η πυκνότητα των βακτηρίων μπορεί να μεταφέρει την ασθένεια. Η αποτελεσματικότητα επίσης εξαρτάται από την μείωση του επιπέδου των ελεύθερων παθογενών οργανισμών σε μη κολλητικά επίπεδα.

Η χρήση της ακτινοβολίας UV ή της οζόνωσης, είναι αμφιβόλου αξίας. Οι καλύτερητες από την μεριά τους δηλώνουν ότι καμία μέθοδος δεν λύνει τα προβλήματα που έχουν με τις ασθένειες και ότι η απολύμανση είναι καλή για τον έλεγχο των ασθνευιών.

Αναφέρεται από τον Herald ότι η ακτίνες UV παράγουν υπεροξειδία και άλλες ελεύθερες ρίζες που δύνανται να σκοτώσουν μικροοργανισμούς ακόμη και όταν τα κύτταρά τους δεν έχουν εκτεθεί στην ακτινοβολία. Η αναλογία των κατεστραμμένων κυττάρων είναι μικρή, γεγονός που οφείδεται στην στιγμιαία φαινίτισή τους με την λάμπα, αυτό κάνει τα αντιβιοτικά, τα σουλφίδια και το όζον να φαίνονται αποδοτικότερα. Κατά τον Herald το *Oodinium* δεν θανατώνεται στα ελεύθερα στάδιά του καθώς το θαλασσινό νερό περνά από τον αποστειρωτή, το ίδιο συμβαίνει και όταν το εηθλικο *Oodinium* βρίσκεται κρυμμένο στα βράγχια του ψαριού. Το ίδιο συμβαίνει και με άλλα παράσιτα, τα οποία όμως απομακρύνονται με την χρήση ελεύθερων ιόντων χαλκού.

Πειράματα που έγιναν σε θαλασσόνερα για καλύτερη λάρβας, χρησιμοποιήθηκαν UV λάμπες προς ακτινοβολήση των νερών επί 3 ημέρες πριν την είσοδο των πηλθυσρών, οι θνησιμότητες όμως παρέμεναν πολύ μεγάλες. Έτσι οδηγήθηκαν στα εξής συμπεράσματα:

- Φάρια ενυδρείων σε καλές συνθήκες είναι δυνατό να ζήσουν σε μεγάλο υδατοσύστημα με μεγάλη βακτηριακή περιεκτικότητα.
- Φάρια με καλή υγεία μπορούν να ζήσουν ικανοποιητικά χωρίς τη χρήση αποστειρωτών, εάν βέβαια έχουν τον απαραίτητο αερισμό, φίλτρωση και ιχθυοπυκνότητα.

Η UV ακτινοβολία είναι προτιμότερη από την οζόνωση, διότι:

- προσθέτουν λιγότερα χημικά στο ενυδρείο από ότι οι οζονωτήρες,
- είναι απλούστεροι στον σχεδιασμό,
- είναι ευκολότεροι στην επισκευή,
- είναι φθηνότεροι στην λειτουργία,
- έχουν μικρότερο κόστος,
- και το σημαντικότερο είναι ότι η δόση της UV ακτινοβολίας μπορεί να ελεγχθεί.

Παρόλα αυτά δεν αποκλείεται να υπάρξουν μεταγενείς επιδράσεις της UV ακτινοβολίας και του όζοντος στους γαμέτες των θαλάσσιων οργανισμών. Οι επιδράσεις μπορεί να προκληθούν ευθέως από την UV ακτινοβολία αλλάζοντας τα συνθετικά του DNA στα κύτταρα. Παρατηρήθηκαν (Mc Lean) ανωμαλίες στην ανάπτυξη του *Crassostrea virginica* που καλλιεργούνταν σε νερό με οζόνωση και φίλτρο ενεργού άνθρακα.

Η οζόνωση στα θαλάσσια νερά παράγει τοξικά υποπαράγωγα που προκαλούν προβλήματα στην φυσιολογική ανάπτυξη των οργανισμών, αυτό δεν εκπλήσει ιδιαίτερα όταν τα υποπαράγωγα είναι υποχλωρίδια ή υποβρωρίδια. Τα προβλήματα που συνδέονται με μεταγεννήσεις είναι σημαντικά στις θαλασσοκαλλιέργειες με ζώα, τα οποία προτιμάται να έχουν επιτυχείς κύκλους ζωής παρά καλές αναπαραγωγές.

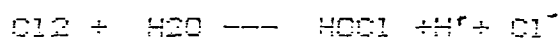
Η οζόνωση ακόμη παράγει τοξικά υποπαράγωγα που προκαλούν θνησιμότητες παρά μεταλλάξεις. Δημοσιεύτηκε (De Manche) ότι η χρήση του όζοντος σε θαλάσσια νερά σκότωσε λάρβες στρειδιών. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η απομάκρυνση των τοξικών υποπαραγμάτων γίνεται με φίλτρα ενεργού άνθρακα και όχι με αέρωση.

## 4. ΧΛΩΡΙΝΗ

Η χλωρίνη στις διάφορες μορφές της χρησιμοποιείται από πολλά χρόνια για την απολύμανση του νερού. Αν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλές μορφές, συνήθως προτιμώνται το αέριο χλώριο και οι υποχλωρίτες του ασβεστίου ή του νατρίου.

Το αέριο χλώριο είναι αρκετά διαλυτό στο νερό (7,160 mg/lit στους 20 βαθμούς Κελσίου και πίεση  $1,013 \times 10^5$  Pa).

Η χλωρίνη υδρολύεται ταχύτατα στο νερό, παράγοντας υποχλωριώδες οξύ (HOCI) ως εξής:



Για μικρές συγκεντρώσεις χλωρίνης (<1000 mg/lit) & PH > 5 θα η χλωρίνη μετατρέπεται σε HOCI.

Το HOCI σε αραιό διάλυμα διασπάται σε υποχλωριώδες ιόν και H<sup>+</sup>. Η αντίδραση αυτή εξαρτάται από το PH.

Οι υποχλωρίτες ιονίζονται κατά την διάβυσή τους στο νερό.

Η χλωρίνη, το υποχλωριώδες οξύ και τα υποχλωριώδη ιόντα είναι ισχυρά οξειδωτικά μέσα. Ενώνονται και αντιδρούν με αμμωνία.

Οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα εξαρτώνται από την τιμή του PH, την θερμοκρασία και τις συγκεντρώσεις των αντιδρώντων ενώσεων.

Το υποχλωριώδες οξύ και τα υποχλωριώδη ιόντα αναφέρονται ως χλωρίνη. Η τοξικότητά τους είναι διαφορετική για τους μικροοργανισμούς & για τους ανώτερους υδρόβιους οργανισμούς.

Η χρήση της χλωρίνης ως μέσο απολύμανσης εγκυμονεί κινδύνους.

για τους εκτρεφόμενους οργανισμούς. Οι περισσότεροι υδρόβιοι οργανισμοί είναι πολύ ευαίσθητοι σε μικρές συγκεντρώσεις χλωρίνης γιατί τόσο αυτή, όσο και ηοι υποχλωρίτες της είναι πολύ τοξικοί πιο συγκεκριμένα η αντοχή των περισσότερων ψαριών κυμαίνεται μεταξύ 0 και 0,3 mg/lit, ενώ για τις γαρίδες η συγκέντρωση δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0,01mg/lit.

Η εξίσωση για την περίπτωση της απολύμανσης της χλωρίνης έχει βρεθεί να είναι:

$$t = [4,6 / K ] \times \log [N_0 / N_1 ]$$

Η χρήση της χλωρίνης σαν αποτελεσματικό απολυμαντικό, προϋποθέτει τον ακριβή προσδιορισμό του χρόνου δράσεως και μετά της εκπληρώσεως της από τις δεξαμενές ή τα απολυμενόμενα σκεύη. Η χλωρίνη ή οι χλωραμίτες μπορούν να απομακρυνθούν από τις δεξαμενές ή τα σκεύη με φυσικές ή χημικές μέθοδοι. Βάση αυτών, παρουσία θειϊκού νατρίου και αλάτων σιδήρου προκαλεί την απομάκρυνση της χλωρίνης με την μορφή αβλαβών αλάτων.

Επίσης η χλωρίνη προσροφάται πάνω σε ενεργό άνθρακα που λειτουργεί σαν <<σφουγγάρι>>.

Τέλος συνεχής αερισμός και ανάδευση του ύδατος για 24 ώρες τουλάχιστον πριν την χρήση του, έχει αποδειχθεί ότι επιτρέπει την απομάκρυνση της χλωρίνης με την μορφή αερίου του χλωρίου.

## 5. ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Το νερό μπορεί επίσης να αποστειρωθεί με θέρμανση (συνήθως υψηλή). Τα διάφορα είδη βακτηρίων και ιών δεν αντέχουν τις υψηλές θερμοκρασίες. Το βασικό μειονέκτημα για την χρήση της μεθόδου αυτής είναι η απαιτούμενη μεγάλη ποσότητα ενέργειας.

Η ενέργεια αυτή προέρχεται είτε με ηλεκτρικές συσκευές, είτε από υγρά καύσιμα. Από την άλλη πλευρά, το νερό πρέπει να αποκτήσει την σωστή θερμοκρασία μετά την απολύμανση πριν εισέλθει στο σύστημα καλλιέργειας.

Πρέπει να σχεδιαστεί μια τέτοια συσκευή σωστά ώστε από την μια πλευρά να φθάνει την κατάλληλη θερμοκρασία γρήγορα και με το μικρότερο δυνατό κόστος και από την άλλη, η δαπανώμενη ενέργεια για απολύμανση μιας ποσότητας νερού να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα για την προθέρμανση της νέας ποσότητας νερού που εισέρχεται στον καυστήρα.

Ετσι η λειτουργία του συστήματος δεν χρειάζεται να είναι συνεχής και σε υψηλά επίπεδα.

Η βασική εξίσωση που διέπει το σύστημα του θερμαινόμενου νερού είναι η ακόλουθη:

$$E = 4180 \cdot (w \text{ kg/min}) \cdot \Delta T \text{ } ^\circ\text{C}$$

όπου:

E: Η ζητούμενη ενέργεια μεταβολής θερμοκρασίας κατά  $\Delta T$ .

W: Βάρος νερού που απαιτεί η καλλιέργειά μας.

$\Delta T$ :  $T_1 - T_2$

T1: Θερμοκρασία απολύμανσης

T2: Θερμοκρασία εισόδου στον καυτήρα

Χρησιμοποιώντας αναλλάκτη θερμότητας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε α% ποσοστό ενέργειας για την προθέρμανση της επόμενης [ποσότητας νερού στην είσοδο του καυτήρα, οπότε κατά τη φάση λειτουργίας του συστήματος παράγεται ουσιαστικά το  $(1-\alpha) \cdot E$  ποσό ενέργειας και χρησιμοποιείται για την απολύμανση του νερού. Πολλαπλασιασμός του τελικού αποτελέσματος με το 24 δίνει τις ημερήσιες κιλοβατώρες που απαιτεί ένα τέτοιο ηλεκτρικό σύστημα και έτσι μπορεί να γίνει η εκτίμηση του κόστους λειτουργίας του.

Επί παραδείγματι, αν ο αναλλάκτης μπορεί να επανακτήσει το 75% της παραγόμενης ενέργειας ( $\alpha=0,75 \times E$ ) τότε το ημερήσιο κόστος φτάνει τις 75000 δρχ για  $\Delta T=47$  βαθμούς κελσίου (σημείο απολύμανσης 75 βαθμοί κελσίου).

## 6. ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

Υπάρχουν και άλλες μέθοδοι απολύμανσης όπως:

- \* Παστερίωση
- \* Θεραπείες με υψηλό PH(212,0 για 3 ώρες)
- \* Μακρυπρόθεσμη αποθήκευση υγρού
- \* Απολύμανση με άλλες χημικές μεθόδους
- \* Απολύμανση με υψηλής ενέργειας ακτινοβολήση

Η παστερίωση είναι μια διαδικασία που γίνεται στις Ηνωμένες Πολιτείες και απαιτείται στην Γερμανία και τη Σουηδία κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι. Για την χρήση, απαιτούνται τα εξής:

- \* Σωστή λειτουργία του βραστήρα
- \* Κατανόηση των διεργασιών της υψηλής θερμοκρασίας και πιέσεως

Δύο μέθοδοι είναι γνωστές και χρησιμοποιούνται για παστερίωση:

1. Αυτή της απευθείας εκτόξευσης ατμού.
2. Αυτή της έμμεσης ανταλλαγής θερμότητας.

Επειδή το οργανικό υλικό ξεγελά τους ανταλλαγείς θερμότητας η πρώτη μέθοδο θεωρείτε ως αποδοτικότερη.

Χημικά μέσα απολύμανσης είναι: το χλώριο και τα παραγωγά του το βρώμιο, το ιώδιο, το όζον, η φαινόλη και τα παραγωγά της, οι αλκοόλες, τα βαρέα μέταλλα, κάποια σαπούνια, αμμωνιακά συστατικά, διάφορα οξέα και αλκάλια.

Τα χημικά μέσα χρησιμοποιούνται σε καθαρό νερό, εάν το νερό

δεν είναι καθαρό, πρέπει απαραίτητα να καθαριστούν. Ακόμη κάποιο φίλτρο από κεραμικό και χαρτί χρησιμοποιείται. Τα φίλτρα αυτά φέρουν πόρους οι οποίοι είναι αρκετά μικροί, ώστε να συγκρατούν τα βακτήρια.

Ορισμένα τέτοια φίλτρα είναι επανδεδυμένα με ασήμι και σκοτώνουν τα βακτήρια, έχει αποδειχθεί ότι τα ασήμι-επένδυτα φίλτρα απομακρύνουν και ορισμένους ιούς. Τα κεραμικά φίλτρα πρέπει να καθαρίζονται μια φορά την εβδομάδα, αυτό γίνεται με βρασμό του φίλτρου, κατόπιν ξύνεται και σπουνιίζεται υπό τρεχόμενο νερό, τέλος ξαναβράζεται.

Τα κεραμικά φίλτρα έχουν το μειονέκτημα ότι είναι εύθραυστα και οι ρωγμές που διαστέουν έχουν ως αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη ροή του νερού.

Ενώ τα χάρτινα είναι φθηνότερα, πιο ελαφρά, λιγότερο εύθραυστα, πρέπει όμως να αλλάζονται διότι κατά τον καθαρισμό τους σπάζουν και συρρικνώνονται.

Στα μηχανικά φίλτρα, σημαντικό είναι η επιφάνεια να μπορεί να αντιμετωπίσει το P.O.C που παράγεται στο σύστημα.

Το φίλτρο απαιτεί συχνό πλύσιμο το οποίο κοστίζει σε χρόνο και χρήμα αφού το PE σφερρίπεται.

Αφού το παλιό φίλτρο πεταχθεί μαζί με το συσσωρευμένο P.O.C, το PE φίλτρο ντύνεται με νέο στρώμα διατόμων. Το νέο φίλτρο προστατεύει τα εφεδρικά από το οργανικό υλικό. Ακόμη πρέπει να απομονωθεί από το νερό του ενυδρείου και να ανακυκλωθεί σε κλειστό κύκλωμα, πράγμα που γίνεται με ρύθμιση των βαλβιδών. Επίσης γίνεται προντύσιμο με στρώση DE και



ανακύκλωση γίνεται έως ότου το DE συνδεθεί με το φίλτρο. Το νερό με DE είναι γαλακτώδες και όταν επιστρέψει καθαρό το προνύσσιμο έχει ολοκληρωθεί.

Για την πρόντυση χρησιμοποιείται -αχρησιμοποίητο στην μονάδα νερό, γιατί είναι χαμηλό σε POC &DOC.

Το ξηρό DE ανακατεύεται με ενωτικό και προστίθεται σε χύτρα προνύσσεως, η οποία το διαχετεύει μέσω πίεσεως στο φίλτρο. Η σωστή ποσότητα προντυπτικού υλικού είναι  $10 \text{ K/m}^2$  της επιφάνειας του εφεδρικού φίλτρου. (ένος τυπικός διακανονισμός φαίνεται στο σχήμα 11)

Βέβαια η πρόντυση δεν αρκεί αφού το POC δεν αφήνει να παραμείνει το πορώδες του φίλτρου.

Σε αρκετές μονάδες προστίθεται συμπύκνωτο DE στην εξωτερική επιφάνεια της πρόντυσης μέσω της απορρόφησης, ώστε να παραμείνει το πορώδες του φίλτρου.

Τα μετρημένα ποσά DE συμπεριλαμβάνουν την σωματική τροφοδοσία. Οι αρχές φαίνονται στο σχήμα 2.12.

Χωρίς την σωματική τροφοδοσία τα διαστήματα πτώσεως μικραίνουν. Το απαιτούμενο ποσό σωματικής τροφοδοσίας είναι  $0.5 \text{ kg} / \text{m}^2 \text{ σωματικού φίλτρου} / \text{h}$ .

## 7. ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ

### ΜΑΓΕΙΡΙΚΟ ΑΛΑΤΙ

Ενεργεί ως θεραπευτικό, διευκολύνει την απόσπασή της βλεπυλώδους ουσίας που καλύπτει την επιδερμίδα του ψαριού και έτσι συντελεί στην απομάκρυνση των οργανισμών που βρίσκονται σ' αυτή.

Μεγαλώνει το ειδικό βάρος του νερού και μεταβάλλει την οσμωτική πίεση, η οποία με την σειρά της κάνει πολλά παράσιτα να υποστούν διάρρηξη των ιστών ή των κυττάρων τους και κάνει πολλά παράσιτα να ψωφίσουν. Παρουσιάζει την καλύτερη δράση της σε διάλυση 3%. Η διάρκεια του λουτρού ποικίλει με τη θερμοκρασία του νερού και την κατάσταση του ψαριού.

### ΘΕΙΚΟΣ ΧΑΛΚΟΣ

Χρησιμοποιείται για σπυλές εμβαπτίσεις σε αναλογία 1:2000 για 1-2 λεπτά της ώρας. Συχνά παράσταται ανάγκη προσθήκης μιας μικρής ποσότητας οξικού οξέως. Το οξύ εμποδίζει τον θεικό χαλκό να απομακρυνθεί από το διάλυμα και να σχηματίζει ένα λευκό κατακρήμνισμα στον πάτο της λεκάνης. Είναι χρήσιμος στην καταπολέμηση εξωτερικών βακτηρίων, μπορούν να καταπολεμηθούν επίσης και μερικά πρωτόζωα.

**ΦΟΡΜΑΛΔΕΥΔΗ**

Χρησιμοποιείται για λουτρά μικρότερης διάρκειας σε λεκάνες, βαζαμένες όταν ο όγκος του νερού μπορεί να προσδιοριστεί με μεγάλη ακρίβεια. Λόγω της διάρκειας του μπάνιου μπορεί να χρασιασθεί ο ίσπερισμός του νερού όσο διάστημα θα γίνεται το μπάνιο. Η καλύτερη πυκνότητα είναι 1:4000 έν και μια διάλυση της τάξης 1:6000 μπορεί να είναι ικανοποιητική.

Χρησιμοποιείται για εξωτερικά πρωτόζωα.

**ΙΣΟΥΛΦΟΜΕΡΑΖΑΝΗ**

Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση της δωθειήνωσης και της ερυθροστομίας. Χρησιμοποιείται στις πέστρες σε αναλογία 100 rounds ημερησίως σε ξηρά τροφή επί 5 -10 μέρες.

**ΤΕΡΡΑΜΥΚΙΝΗ**

Χρησιμοποιείται για εξωτερικά και εσωτερικά βακτήρια που προσβάλλουν τον σολομό και την πέστρα. Η θεραπεία διαρκεί 10 ημέρες.

**FUROX 50**

Χρησιμοποιείται κατά της δωθειήνωσης.

Περιέχει 11% φουραζολιδόνη και χορηγείται με την τροφή σε αναλογία 25 με 50 γραμμ. για 100 πάουντ ζωντανού βάρους ψαριού.

**ΠΡΑΣΙΝΟ ΤΟΥ ΜΑΛΑΧΙΤΗ**

Χρησιμοποιείται επιτυχώς για την καταπολέμηση των μυκητών που προσβάλλουν την πέστρα και άλλα ψάρια.

Η ξόση που χρησιμοποιείται είναι 1:15000 (μπάνιο 10 εώς 60.

δευτερόλεπτα) χρησιμοποιείται επίσης για απολύμανση αυγών διαφόρων σαμονιδών.

#### ΥΠΕΡΜΑΓΓΑΝΙΚΟ ΚΑΛΙΟ

Χρησιμοποιείται για εξωτερική απολύμανση (εκτοπαράσιτα, πρωτόζωα, μύκητες, μαλακόστρακα κ.λ.π) σε διάλυμα 1:1000 για 20- 35 έsec ή 1:10000 για 5-10sec ή 1:100000 για 30-50min.

Το υπερμαγγανικό κάλι προκαλεί στα ψάρια έκκριση άφθονης βλένας που μπορεί να προκαλέσει ασφυξία στα ψάρια. Μειώνεται αισθητά η βλένα με την προσθήκη διαλύματος αλατιού 0.5 -1%. Πρέπει να χρησιμοποιείται σε καθαρό περιβάλλον και απαλλαγμένο οργανικών ουσιών, γιατί διαφορετικά η οξειδωτική του ενέργεια ελαττώνεται σημαντικά.

#### ΑΣΒΕΣΤΟΣ- ΑΣΒΕΣΤΗΣ CaO

Είναι το καλύτερο απολυμαντικό για τις υδατοθεξαμενές. Πρέπει να χρησιμοποιείται σε ξηρή σκόνη δηλαδή χωρίς να έχει πάρει υγρασία. Αφού καθαριστούν καλά οι θεξαμενές και οι γρίλιες είναι ακόμη υγρές, απλώνουμε πετώντας τη σκόνη του ασβέστη παντού έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα λευκό στρώμα το οποίο να παραμένει 1-2 ημέρες τουλάχιστον.

Μετά το διήμερο πρέπει να ξεπλυθούν καλά οι θεξαμενές και όταν γεμίσουν με νερό να μετρηθεί το pH του το οποίο θα πρέπει να είναι μικρότερο του 9 .

Έτσι απολυμνούνται οι θεξαμενές από τα βακτηρίδια και παράσιτα ψαριών. Η δόση είναι 500-2000κ1/στρέμμα, για γενική

απολύμανση. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για την απολύμανση των ψαριών για εκτοπαράσιτα κάνοντας μπάνιο σε διάλυμα 1:500 (2 γραμμ. στο λίτρο), για 5 λεπτά.

## ROCCAL- ZERHIZOL

Χρησιμοποιείται για την πρόληψη και θεραπεία της νόσου των βραγχίων στις μικρές πάστρες σε διάλυμα 20PPM ή 2000/ΜΕ για μια ώρα και 1-2 φορές την εβδομάδα της εμπορικής διαλύσεως 10%.

Table 10-3 Properties of Ozone

Symbol	O <sub>3</sub>
Molecular wt	48
Generation methods	Photochemical (UV) reaction Silent (electric) discharge
Specific gravity (air = 1.0)	1.658
Mass (0°C, 1 atm)	2.144 g
Solubility in water	1.09 g l <sup>-1</sup> (0°C) 0.57 g l <sup>-1</sup> (20°C)
Melting point	-251°C
Boiling point	-112°C
Oxidizing potential	-2.07 v
Absorption wavelength	2537 Å
Color	None
Odor	Pungent, fresh (< 5 mg l <sup>-1</sup> ) Unpleasant, acid (> 5 mg l <sup>-1</sup> )
Toxic	Yes

Source: McCarthy and Smith (1974).

ΦΑΡΜΑΚΑ ΚΑΛΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΚΑΤΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑ ΕΙΔΗ Η ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΨΑΡΙΩΝ

Είδος φαρμάκου	Ασθένεια	Είδος ψαριού	Δοσολογία
1. Σουλφμεραζίνη	Ερ. Πανώλης	Ιέλι	20MG/100γρ ΖΒ χελιδν. τροφγεταιται με την τροφή επί 5 συνεχές ημέρες.
2. Σουλφμεραζίνη	Δοθιήνωση	Πέστροφες	12-22γρ/100KG ΖΒ κεστροφθν/ήμ. επί 3 έβδ.
3. Μίγμα σουλφμεραζίνης και σουλφογκουανιδ.	Ερ. Πανώλης	Ιέλι	24γρ Σουλφμεραζίνης και 6γρ Σουλφογκουανιδίνης/100KGS ΖΒ ψαριων/μέρες
4. Σουλφδιαζίνη	Αιμοραγική σφαιμία.	Πέστροφες	Με την τροφή 25MG/100 KGS ΖΒ/ήμ επί 7 ημέρες. Η θεραπεία συνεχίζεται με μειωμένες δόσεις.
5. ΣΥΜΦΑΙΣΟΧΑΖΟΛΕ	Ερ. Πανώλης	Ιέλι κ.δ.	Με την τροφή 250MG/KG ΖΒ ψαριων/ήμ. επί 5-10 μέρες.
6. Πράσιν. Μαλαχίτη	Τυθουοθειρίωση.	Όλα σχεδόν	40-60γρ/600 τ.μ. επίφ. δεξαμενης, επί 3 φορές ανά χρον. διαστήματα 2 ημερων.
7. " "	Τυθουοσκοριδίαση.	"	I: 180.000/δρα.
8. " "	Ιειλδοβίαση	"	0, 15MG/λίτρο νερού.
9. " "	Σαπρολεγνίαση.	Διάφορα	I: 180.000/1 δρα, έκαναλαμβανόμενο επί πολλές μέρες ή I: 15.000/γρ/ δευτερ. υπό μορφήν μπάνιου.
10. Χλωραμίνη	Διάφορες μυκητιάσεις.	"	Ανάλογα με την περίπτωση.
11. POLIVINYL-PIRROLIDONE-IODURE.	Μολυσμ. Παχ-ρεατική Νεκρώση.	Σαλμονίδες	550-1370γρ/KG ΖΒ/ήμ. στην τροφή.
12. Τρυκαφλαβίνη.	Τυθουοθειρίωση.	Διάφορα	1γρ/100 λίτρα νερού για 3-6 μέρες.
13. Ατεμπρίνη.	"	"	"
14. Μπλέ του μεθουλενίου.	"	"	300διαλ. I% σέ 10 λίτρα νερού.
15. Άκουαρόλ	"	"	2γρ/25 λίτρα νερού επί 3 μέρες.
16. Άσβέστης	Δεντοσκορίαση.	"	125 KGS/στρέμμα.
17. Άασβεστοκυαναμίδη.	"	"	0,5-1,0 KG/M <sup>3</sup> .
18. Κινίνη.	Τριχοδινίαση.	"	1γρ/50λίτρα νερού/5-6 δρες
19. Ζεφυρόλ.	Γυροδακτύλωση.	"	I: 2.000-4.000 για 30 λεπτά της δρας.
20. ΙΟΥΛΙ.	Πισικούλωση.	"	Μπάνιο διαρκείας υπό πυκν. 0,25 PPM.
21. ΡΗΕΝΟΤΙΑΖΙΝΗ.	Άκανθοκεφάλωση.	"	1γρ/KG ΖΒ ψαριου επί 3 συνεχές μέρες.
22. Τετραχλ. ένθραζ.	"	"	"
23. ΡΗΕΝΑΖΟΛΗ.	Βοθροκεφάλωση.	Κυπρίνος	Σέ δνάμιξη με τά PELLETS, στή δόση 1γρ./KG ΖΒ επί 6 φορές.
24. ΡΙΒΑΝΟΛ.	Γυροδακτύλωση.	Διάφορα	1 γρ. σέ 400 λίτρα νερού.
25. ΔΙΠΤΕΡΕΞ.	Δακτυλόγυρος	"	Διάλυση 0,8 PPM
26. Θειϊκή κινίνη	"	"	1 γρ. σέ 50 λίτρα.
27. ΝΕΓΥΝΟΝ	Άργούλωση.	Ιέλι	0,25 PPM.
28. ΓΕΣΑΡΟΛ	"	Διάφορα	20γρ/λίτρο για 30 λεπτά.
29. Άσβεστόγαλα	Γενικά.	Όλα	0,2% για 10-15-20 δευτερόλεπτα.
30. Γαλαζόπετρα	Παρασιτώσει	Ιέλι κ.δ.	Μαζί με θειϊκό σίδρο(καρμπογιά).
31. ΛΙΣΟΛ	"	Διάφορα	0,2% για 5-15 δευτερόλεπτα.
32. D.D.T.	Έργασίλωση.	Ιέλι	Αραίωση δλκοολ. διαλύμ. σέ αναλογία I: 50-100.000 για μερικές μέρες.
33. Βρώμιο	"	"	0,3 PPM
34. ΛΙΝΔΑΝ	"	"	0,3 PPM
35. ΔΙΠΤΕΡΕΞ	Δερνάωση.	Διάφορα	0.25 PPM/έβδ. επί 4 εβδομάδες.

Είδος φαρμάκου	Ευθένεια	Είδος φαιτού	Δοσολογία
36 Φθειική βιομυκίνη	Φυματίωση	Διάφορα	Αναλόγα με την περίπτωση
37 Φθειική στρεπτομυκίνη	"	"	"
38 ΔΙΠΙΧ (DIFLUOR-DIPIC) ENΠ-Τριμεθυλομεθάνιο.	Αργούλωση	Ξέλι κλπ.	Διάλυμα 1:10.000 για 3 λεπτά.
39 Βάλαμο τουπεροσίου	"	"	40ΡΡΜ για 3 ώρες.
40 Πύρεθρο	Απολύμανση ύδροστ.	Διάφορα	30-100ΡΡΜ για 10 μέ 20 λεπτά
41 Γαλαζόπετρα	Βραγχιουμύκωση.	"	11,3 γρ. 30 <sub>4</sub> Cu ανά έκταριο.
42 ROCAL	Ασθ. βραγχ.	"	Διάλυμα έμπορίου 10%: 1:50.000 σε διάλυση 20 ΡΡΜ ή 2000/λίτρο. 1-3 φορές την εβδομάδα.
43 Θουραζολιντόν	Δοθιήνωση	Πέστρ. κλπ	0,25 γρ./κιλό στά PELLETS.
44 Δκριφλαβίνη	"	"	Έιγμα 2,8-ΔΙΑΚΙΝΟ-10-χλωρ. μεθυλακτριδινίου και 2,8-διαμινοσκληρίνης. Συνιστάται διάλυση 1:2000 για 20 λεπτά της ώρας.
45 Τερραμυκίνη	"	"	Στήν τροφή σε ποικίλους εδός.
46 Σφωραφενικόλη	"	"	Στή τροφή σε 5-7,5 γρ. για 100000 πεστροφών /ήμ. για 2 εβδομάδες.
47 Δχρομυκίνη	Κολυματική δισκίτιδα.	Κυπρίνοι	Κορηγείται από τό στόμα στή δόση 1:1.000, στήν τροφή σάν σκόνη.
48 Τετρακυκλίνη	"	"	Στή δόση 3-10-20MG/KG ΣΒ
49 Σφωραφενικόλη	"	"	CA7-δντιβιωτικό. Κορηγείται με ένέσεις διαπεριττωσιακάς, πάνω από τό άριστερό κοιλ. πτερύγ. στή δόση 3-6-10MG/KG ΣΒ.
50 Ασβεατος νωπή	Απολύμ. ύδρ.	Όλα	1:500/5 δευτ.
51 Τρυποφλαβίνη	Λουτρά διαρ. κείας.	"	1γρ/100λίτρα νερού
52 BIFURAN	Δοθιήνωση	Πέστροφες	Δόση κατά συνταγή κτηνιάτρου. Περιέχει ΜΕΤΡΟΦΟΥΖΟΝΗ και FURAZΟΙΔΟΝΗ και χρησιμοποιείται για τίς κοινές διάσεις τών όρνίθων, χοίρων κλπ.
53 Βιμπροιοβακτηρίνη (άνοσοποιητικό)	Ερ. Πανώλης	Σαλμονίδες	Κορηγείται με ένέσεις. Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση του VIBRIO ANGIILLIARUM.
54 MS-222	Αναίσθητικό; καλμαντικό.	Όλα	
55 Χλωρισχο άμμόνιο	Αργούλωση	Ξέλι κ.ά.	Διάλυμα 500 ΡΡΜ
56 Μαλαθετον	Παρασιτώσει	Διάφορα	0,25 ΡΡΜ
57 D.D.V.P.	"	"	
58 Ξερυθρομυκίνη	Βακτηριακή νεφρίτιδα.	Σαλμονίδες	100 mg/kg φαρικών/21 ήμ.
59 Ξιτροφουραζόν	Κυκοβακτηρίωση.	Διάφορα	100 MG/KG φαρικών/ήμ. επί 21 μέρες
50 Σουλφαμίνη	Βακτηρίωση (VIBRIOSIS)	"	0.1-0.20γρ/KG ΣΒ/ήμ.
51 TM-5	"	"	1/500-1/300 στήν τροφή
2, AUFROFAC-2A	"	"	"
3 SULFADIMETHOXINA	"	"	"
4 Βιταμινικά φάρμ.	Αιμορ. σφαιμιά α.	Πέστροφες	50-100 mg/kg ΣΒ όδρια/ήμ. επί 4-5 μέ. βιτ. Γ ή βιτ. Α, Β <sub>1</sub> και Β <sub>12</sub> , Β <sub>1</sub> , Α <sub>1</sub>
5 Ξωρ. ύδράργυρος	Απολυμαντικό	Όλα	Τοπικά για έξωτερ. μέρη του σώματος με ένα βαμβάκι βουτηγμένο σε χλωρισχο ύδράργυρο 1/- Σαπρολεγνία και άλλα παράσιτα.
6 Ξωρ. ύδρ. νάτριο	Γιά λουτρά		Χρησιμοποιούνται διαλύσεις από 1,5 έως 2,5% Cl <sub>2</sub> , στις οποίες τά

Όνομα φαρμάκου	Άσθენεία	Είδος ψαριού	Δοσολογία
περμαγγαν. κάλι	Σαπρολεγνίωση, Όλα κυκλοχαίτιωση, γυροδακτυλίωση		ψάρια διατηρούνται επί 15-30 λεπτά μπάνια σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να επαναλαμβάνονται καθημερινά με βαθμιαία αύξηση της πυκνότητας του διαλύματος. Αρχίζουμε από μία διάλυση 0.5% και φθάνουμε σιγά σιγά στα 1,5% όπου τα ψάρια μπορεί να μείνουν για αρκετό χρονικό διάστημα. Το 311α χρησιμοποιείται αποτελεσματικά κατά της σαπρολεγνίας, του ΙΧΤΗΥΟΡΡΗΤΗΥΙΟΥ κ.δ. παρασ- Ισχυροποιείται τόσο για κλύσεις (ισχυρή διάλ. 1%) όσο και για λουτρά (φάρια διαλύματα 1:250.000 με 1:500.000.) Συνήθως χρησιμοποιούνται διαλύσεις 1:100.000 για λουτρά μέσα σε λεκάνες στις οποίες έχουμε βάλει τα προσβλημένα ψάρια για 30 περίπου λεπτά της ώρας.
δξυγονούχο νερό	"		Χρησιμοποιούμε 1 μέρος νερού δξυγονούχου σε 9 μέρη κοινού νερού. Σε μία τέτοια διάλυση τα παράσιτα ψοφούν μέσα σε λίγα λεπτά. Ειδικά για τη σαπρολεγνία χρησιμοποιούμε 1 μέρος δξυγονούχου νερού σε 6 μέρη κοινού νερού επί 4-5 λεπτά.
μυμώνια	Γυροδακτυλίωση		Διαλύσεις 0,5-1% μπάνιο επί 10-15
λωφ. μμώνιο	"		" 1,5-2,5% " "
μορμόλη	Κοστίαση κλπ		0,25%-μέχρι 15 λεπτά. Για την κοστίαση 0,2%.
αλικιλικ. δξύ	Διάφ. παράσιτα		Χρησιμοποιείται κυρίως κατά του γυροδακτυλου και των θμοιώντου. Τα ψάρια βυθίζονται για λίγα λεπτά της ώρας-και πολλές φορές κατά διαστήματα-μέσα σε διάλυση αλικιλικού δξέως 2,5% και νερού κατ'αναλογία 2,5:1,000 γρ. νερού Το μπάνιο επαναλαμβάνεται κάθε 25 μέρες αν θέλουμε να καταστρέψουμε και τ'αυτά τα παράσιτα.
Ήσεικό δξύ	Τριχοδινίωση	Πέστρ. Σολ.	1:500 διάλ. βούτηγμα για 1 λεπτό. ή 1:6000 για μία ώρα.
ΕΠΙΟΧ-50	Ασθιήνωση	"	Στην τροφή, ανακατωμένο με άραβοσιτέλαιο: 50/1000 ΡΟΥΝΗΣ ψαριού.
ΝΕΣΣΟΥΝΕ	Έναντιον βακτηρίων, Ιβν, ιουκίτων, βρύων.		1:300 για 10λεπτά για αυγά πέστρουφας, σολομού κλπ.
Δοξειδίο του άγθοακα.	Αναισθητικό	Όλα	

**ΔΙΕΘΝΗ ΣΥΜΒΟΛΑ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΨΑΡΙΩΝ**

**ΝΟΜΑΣΙΑ ΑΣΘΕΝΕΙΑΣ**

Πολυμυοπαρεσβαστική Νέκρωση:  
 Πολυμυο. α. (μυοκοιητική Νέκρωση)  
 Αιμορραγική σπείριαια (Ιος)  
 Πολυμυοματική δσκιτίδα  
 Αιμφοκύστις  
 Ίώσεις σολομών  
 Ασθιήνωση  
 Ξυθρά πανώλης  
 Βιμπίωση (VIBRIOSIS)  
 Βακτηρ. νεφρίτιδα  
 Σηλοειδής ασθενεία (COLIFORMIS)  
 Ίσθενεία των βραγχίων  
 Ίέκρωση των πτερυγίων  
 Βραχιολομύκωση  
 Σαπρολεγνίωση  
 Ιοδινίωση  
 Κοστίαση  
 Ίχθυοσθερίωση  
 Λεντοσπορίωση

**ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΜΒΟΛΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΟΡΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΩΝ**

IPN	1. Ήρ. Παν.	Ξυθρά πανώλης
IMN	2. Ήρ.	Ίλιόστα του γραμμαρ
VHS	3. Ήρ. και 3S	Ίλιόγραμμα
IB	4. Ήρ. και γρ.	Γραμμορία
(I)	5. Ήρ. και 3S	Ίλιόγραμμα
SRCD	6. Αιέλ.	Ίλιόγραμμα
OIE	7. Ήρ.	Ίλιόγραμμα
RPE	8. Ήρ.	Ίλιόγραμμα
Y	9. κ.δ.	Ίλιόγραμμα
ED	10. ΡΡΠ	Ίλιόγραμμα
CD	11. Ήρ.	Ίλιόγραμμα
GD	12. Ήρ.	Ίλιόγραμμα
PD	13. Ήρ.	Ίλιόγραμμα
B	14. Ήρ.	Ίλιόγραμμα
S	15. Αιμορ.	Ίλιόγραμμα
VD	16. Ήρ.	Ίλιόγραμμα
C	17. Ασθ.	Ίλιόγραμμα
WS	18. Ήρ.	Ίλιόγραμμα
OIE	19. Ήρ.	Ίλιόγραμμα



**9. ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ - ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΣΤΙΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ**

Αναμφίβολα η πρόληψη ασθενειών και άλλων δυσμενών παραγόντων στις υδατοκαλλιέργειες είναι καλύτερη από την θεραπεία των και στοιχίζει πολύ λιγότερο από αυτή και από τις απώλειες και άλλες επιπτώσεις που μπορεί να έχουν. Δυστηχώς όμως υποβαθμίζουμε τη λογική αυτή και πολλές φορές την αγνοούμε.

Ούτε επίσης πολλά βιώματα μας ή ατυχήματα άλλων μας προβλημάτισαν έστω προσωρινά ή μας δίδαξαν και μας συνέτησαν και μόνο όταν πάθει κάποιος μεγάλες καταστροφές τότε αναγνώριζει την αξία των προληπτικών μέτρων και λέει πως αν πρόβλεπτα και έκανα εκείνο ή το άλλο και δεν θα το πάθαινα αυτό. Τα προληπτικά μέτρα για την προστασία της υγείας του ιχθυοπληθυσμού, της καλής ανάπτυξης και και ποιοτική του κατάσταση, της καλής λειτουργίας των εγκαταστάσεων και γενικότερα της προστασίας της επιχείρησης από κάθε δυσμενή επίδραση για την μεγαλύτερη δυνατή απόδοση μειώνοντας στο ελάχιστο τους οποιοδήποτε κινδύνους και δυσμενείς παράγοντες για την εύρυθμο λειτουργία και μεγάλη παραγωγικότητα μιας ιχθυοκαλλιέργειας, είναι βασικός και πρωταρχικός παράγοντας.

Όλα αυτά τα μέτρα θα μπορούσαμε να τα κατατάξουμε σε υγειονομικά, οικολογικά, λειτουργικά, και τεχνικοοικονομικά.

## ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Υγειονομικά μέτρα εννοούμε όλες τις ενέργειες που αποσκοπούν στην αποτροπή της εισβολής, επέκτασης, καταστάλης και εκρίζωσης μιας οποιαδήποτε μεταδοτικής ιχθυονόσου στην εκτροφή μας ή την μετάδοση αυτής σε άλλες εκτροφές.

Διακρίνονται σε μόνιμα, πάγια, ή γενικά, σε περιοδικά και έκτακτα και σε προληπτικά, θεραπευτικά και κατασταλτικά.

## Μόνιμα υγειονομικά

Είναι τα καθημερινά μέτρα υγιεινής για την προστασία της εκτροφής και του περιβάλλοντος αυτής από τυχόν διάφορες μολύνσεις.

Αυτά είναι:

- 1) Αποφυγή κάθε επικοινωνίας του προσωπικού ή άλλου ατόμου που σχετίζεται με την εκτροφή μας με άλλες εκτροφές, χώρους εμπορίας ή συνάντησης ιχθυοτρόφων ή προσωπικού ιχθυοτροφείων.
- 2) Καμία ανταλλαγή ψαριών, τροφών, δοχτιών, εργαλείων κλπ με άλλα ιχθυοτροφεία.
- 3) Κατά την εισαγωγή γόνου, γένητόρων ή άλλων ψαριών προς πάχυνση απ' το εξωτερικό, είναι απαραίτητο να συνοδεύονται από επίσημο πιστοποιητικό υγείας απ' τις υγειονομικές αρχές της χώρας προελεύσεών τους. Κατά την εισαγωγή καλό είναι να ελέγχονται από κτηνίατρο - ιχθυοπαθολόγο.
- 4) Η εισαγωγή στην εκτροφή μας γόνου ή ψαριών από το εξωτερικό καλό θα ήταν να συνοδεύονται από βεβαίωση του υγειονομικού υπευθύνου, που να βεβαιώνει ότι είναι υγιή.

και δεν παρουσιάστηκε μεταδοτική νόσος από έτους τουλάχιστον στην εκτροφή τους.

- 5) Η μεταφορά των εισαγόμενων ψαριών στην εκτροφή μας καλά είναι να γίνεται με μεταφορικά μέσα της επιχείρησής μας τηρώντας πάντα αυστηρώς τους όρους υγιεινής.
- 6) Σαν πάγιο προληπτικό μέτρο για κάθε εισαγωγή ψαριών στην εκτροφή μας θα πρέπει αυτά να παραμένουν τουλάχιστον για 10 ημέρες σε καραντίνα και υπό παρακολούθηση από ιχθυοπαθολόγο σε ειδικούς προστατευόμενους θαλάμους.
- 7) Στο 10ήμερο της καραντίνας η περιποίηση θα γίνεται από ειδικό και πάντα από το ίδιο άτομο τηρώντας αυστηρά τους κανόνες υγιεινής.
- 8) Πάγιος θα είναι ο καθημερινός επιφανειακός και υποβρύχιος έλεγχος της εκτροφής, η συλλογή τυχόν νεκρών ψαριών και η εξέταση αυτών από τον ιχθυοπαθολόγο, καθώς επίσης και η καύση αυτών.
- 9) Τακτική καθαριότητα και απολύμανση όλων των χώρων όπως επίσης εργαλεία, σκεύη, απόχες, μπότες, ρούχα, βάρκες, αυτοκίνητα, διαδρόμους, κ.λ.π.

Στα μόνιμα υγειονομικά μέτρα περιλαμβάνονται και τα μέτρα προστασίας από εξωτερικούς κινδύνους, που μπορεί να μολύνουν την εκτροφή μας. Το σκέπασμα των κλωβών με μαύρα δίχτυα προστατεύουν τα ψάρια απ'τα αρπακτικά πουλιά που δεν προκαλούν μόνο ζημιές, αλλά υπάρχει κίνδυνος μετάδοσης μιας μολυσματικής νόσου από άλλη κοντινή εκτροφή ή από την δική

μας σε άλλη.

Το σκέπασμα των κλωβών με τα μαύρα δίχτυα προσφέρει σκιά στα ψάρια απαραίτητη λόγω φωτοευαισθησίας των περισσότερων το καλοκαίρι αλλά και εμποδίζει την υπερανάπτυξη των πλαγκτονικών οργανισμών, αποφεύγοντας έτσι τον ευτροφισμό με τις γνωστές δυσμενείς επιπτώσεις.

#### ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Είναι τα μέτρα εκείνα που πέρνουμε σε ορισμένες περιόδους ή καταστάσεις όπως η αραιώση των πληθυσμών προς αποφυγή κανιβαλισμού και τραυματισμών και πιο άνετη διαβίωση των ψαριών, η διαλογή επίσης των ψαριών σε μεγέθη για καλύτερη ανάπτυξη, οι περιοδικές απολυμάνσεις και άλλες ενέργειες που συμβάλουν στην καλύτερη ανάπτυξη των ψαριών και ισχυροποίηση του οργανισμού των. Παράληψη των ενεργειών αυτών προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη αλλά και στην υγεία των ψαριών. Περιοδικά επίσης είναι οι διάφοροι εμβολιασμοί που γίνονται για καλύτερη προστασία των ιχθυοπληθυσμών από ορισμένες αρρώστιες.

#### ΟΙΚΟΒΙΟΠΑΘΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Αυτά είναι περισσότερα μέτρα προστασίας της εκτροφής μας, τα οποία πρέπει να προβλεφθούν, όπως κατά των διαφόρων ρυπάνσεων της περιοχής της εκτροφής μας από αστικά λήματα βιομηχανικά απόβλητα και ζωοτεχνικών εγκαταστάσεων κ.λ.π.

Η καλύτερη μέριμνα είναι να κάνουμε την εκτροφή μας σε

περιοχές ακατοίκητες, άγονες πατρώδες και να μην γειτνιάζουν με παιδινές και καλλιεργούμενες περιοχές.

Έτσι αποφεύγουμε τους κινδύνους των διαφόρων ρυπάνσεων και μόλυνσεων αλλά και τις πιθανές δηλητηριάσεις από τα γεωργικά φάρμακα, λιπάσματα.

Η σωστή επιλογή του χώρου της εκτροφής αποτελεί ένα πολύ καλό μέτρο. Εάν οι κατασκευές χερσαίων εγκαταστάσεων δεν ήταν πολύ δαπανηρές τότε θα ήταν προτιμότερες των θαλασσινών γιατί μας έλυναν πολλά προβλήματα και θα μπορούσαμε να έχουμε σχεδόν τον πλήρη έλεγχο της εκτροφής.

Η γνώση των διαφόρων θαλασσινών ρευμάτων και η σωστή διάταξη των κλωβών ανάλογα με τη φορά των ρευμάτων είναι ένα σοβαρό μέτρο όχι μόνο αντιμετώπισης δυσμενών καιρικών συνθηκών αλλά και ευνοϊκής εκμετάλλευσης αυτών.

#### ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Οι σωστές και αθεκτικές εγκαταστάσεις μας εξασφαλίζουν καλή λειτουργικότητα, μακρόχρονη προστασία και ασφάλεια της εκτροφής από αντίξοες συνθήκες, οικονομία εργασίας και καλύτερη απόδοση της επιχείρησης έχοντας μεγαλύτερο οικονομικό αποτέλεσμα.

Η οικονομική ευρωστία της επιχείρησης αποτελεί το βασικό ευνοϊκό παράγοντα και μαζί με τη σωστή λογιστική διαχείριση συντελούν στην ανάπτυξη και καλύτερη εκμετάλλευση της εκτροφής.

**ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΜΕΤΡΑ**

Είναι τα μέτρα που λαμβάνονται για την εύρυθμη λειτουργία της ιχθυοτροφικής εκμετάλλευσης και την αποφυγή περιττών ενεργειών και δαπανών.

Είναι η παροχή ευκολιών μέσω λειτουργικών, άνετης εργασίας, προστασίας και εξυπηρέτησης της εκτροφής.

Η εύκολη αλλαγή δίχτυων, ο εύκολος καθαρισμός αυτών, οι σωστές αποθήκες τροφών, οι αυτόματες τσίπρες, οι καλοί διαλογεϊστά μεταφορικά μέσα, οι χειρσίδες εγκαταστάσεις κ.λ.π. προσφέρουν στην εκτροφή πολλά ευνοϊκά στοιχεία που συμβάλουν στην καλύτερη λειτουργικότητα και απόδοση της επιχείρησης.

**ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ - ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΑ - ΚΑΤΑΣΤΑΛΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ**

**ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ** είναι αυτά που αναφέραμε περίπου που συντελούν στην πρόληψη και προστασία μιας εκτροφής από την προσβολή μιας ασθένειας και αποτροπή δυσμενών παραγόντων.

**ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΑ** είναι η επέμβαση με θεραπευτικά μέσα αντιβιοτικά, σουλφαμιδικά, απολυμαντικά) για την θεραπεία και τον περιορισμό μιας ασθένειας που πρόσβαλε την εκτροφή μας.

**ΚΑΤΑΣΤΑΛΤΙΚΑ** είναι τα μέτρα εκείνα που παίρνονται για την καταστολή ή εκρίζωση μιας σοβαρής ασθένειας με μεταδοτικότητα και θνησιμότητα. Αυτά είναι ανάλογα της βαρύτητας, της έκτασης και της απειλής άλλων εκτροφών, όπως θανάτωση των προσβληθέντων ψαριών ή όλου του πληθυσμού, απομόνωση της εκτροφής, ή και της περιοχής.

Η Κτηνιατρική υπηρεσία αρμόδια για την υγεία και υγιεινή όλων των εγχώριων υδρόβιων οργανισμών ενεργεί σε ανάλογες περιπτώσεις επιβάλλοντας υγειονομικά μέτρα σύμφωνα με την νομοθεσία της Ε.Ο.Κ και την εθνική μας Νομοθεσία.

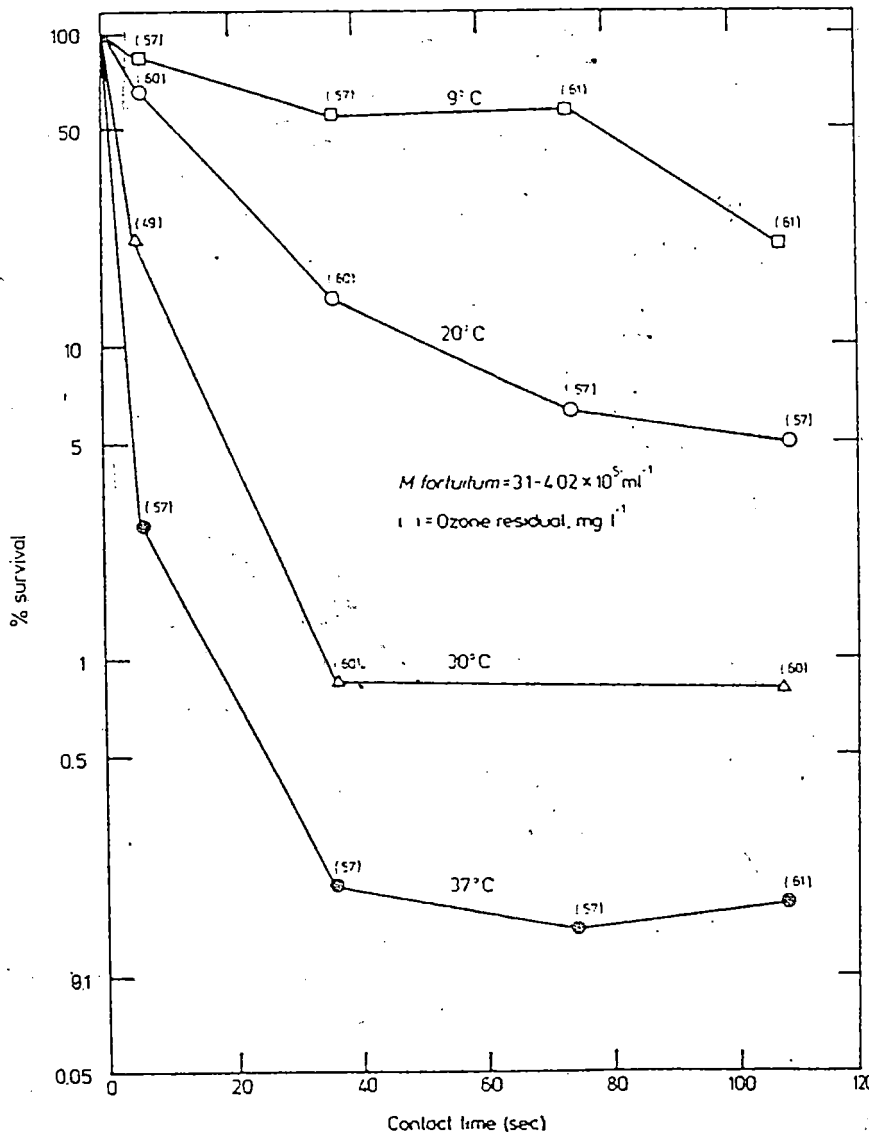


Figure 10-9 Effect of temperature on the survival of *M. fortuitum* for a constant ozone residual at a given contact time. Redrawn and modified from Farooq et al. (1977b).

## 9. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ

Χρησιμοποιούνται τρεις τύποι φίλτραρισματος σε κλειστά συστήματα υδατοκαλλιεργειών:

\* ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ

\* ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

\* ΧΗΜΙΚΟΣ

Από αυτούς ο πιο σπουδαίος είναι ο βιολογικός. Εάν βιολογικό φίλτρίσμα αναγνωρίζουμε την παρακάτω αλληλουχία χημικών διεργασιών.

1η: Μετατροπή των οργανικών αζωτούχων ενώσεων σε αμμωνία.

2η: Νιτροποίηση.

3η: Απονιτροποίηση.

Όλες αυτές οι χημικές διεργασίες εκτελούνται από βακτηρίδια που υπάρχουν μέσα στο νερό. Υπάρχουν είτε ελεύθερα σε όλη τη μάζα του νερού είτε προσκολλημένα στους κόκκους του υλικού του φίλτρου.

Τα βακτηρίδια αυτά είναι αερόβια ή αναερόβια, αυτότροφα ή ετερότροφα.

Η πρώτη χημική διεργασία γίνεται σε δυο φάσεις, η πρώτη ονομάζεται αμμωνιοποίηση και η δεύτερη ονομάζεται αποαμμωνιοποίηση.

Η πρώτη διεργασία στο βιολογικό φίλτρίσμα εκτελείται από ετερότροφα βακτήρια.



ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Σαν ικανότητα φόρτισης ορίζεται το ζωικό φορτίο (φάρια) που κάποιο σύστημα μπορεί να κρατήσει.

Ο παρακάτω τύπος του HIRAYAMA δίνει την ικανότητα φόρτισης ενός μικρού συστήματος αλμυρού νερού.

$$\sum_{i=1}^p \frac{10 W_i}{0,7 V_i + \frac{0,95 \times 10^3}{G_i D_i}} \geq \sum_{i=1}^p (B_i \times 10) + 0,051 \times F$$

Το αριστερό σκέλος της σχέσης αντιπροσωπεύει την οξειδωτική ικανότητα του φίλτρου.

W: Η έκταση της επιφάνειας του φίλτρου.

V: Η ταχύτητα φιλτραρίσματος σε cm/min .

D: Βάθος φίλτρου σε cm.

p: Ο αριθμός των φίλτρων που εξυπηρετούν το σύστημα

G: Αντιπροσωπεύει το μέγεθος των κόκκων που αποτελούν το βιολογικό φίλτρο.

$$G = \frac{1}{R_1} X_1 + \frac{1}{R_2} X_2 + \dots + \frac{1}{R_n} X_n$$

Όπου R: Το μέσο μέγεθος κόκκων κάθε τμήματος του φίλτρου σε mm.

X: Το ποσοστό βάρους του κάθε τμήματος σε σχέση με το βάρος του όλου φίλτρου.

Το δεξί μέλος της σχέσης αντιπροσωπεύει το ρυθμό "μόλυνσης" του συστήματος από τα ψάρια. Μετρείται και αυτό σε mgw O<sub>2</sub>/min.

B: Σωματικό βάρος κάθε ψαριού σε γραμμάρια.

F: Ποσότητα τροφής που μπαίνει στο σύστημα καθημερινά σε gr.

q: Αριθμός των ψαριών στο σύστημα, να είναι  $3,2 = q(450 \times 10)$

$q=11$ , δηλαδή περί τα 11 ψάρια 450 gr το καθένα.

Αν αυτά τα ψάρια τα τρέφαμε καθημερινά η ικανότητα φόρτισης θα μειώνονταν ακόμη περισσότερο.

Αν υποθέσουμε ότι κάθε ψάρι θα τρώει 6 gr καθημερινά, ο μέγιστος αριθμός των ψαριών που θα κρατούσε το σύστημα είναι:

$$3,2 = q(450 \times 10) + 0,051 \times 6,9$$

τότε  $q=5$  δηλαδή 5 ψάρια των 450 gr το καθένα.

## 10. ΧΡΗΣΗ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ Ε.Ο.Φ.

ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ	ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ
1. ΔΕΥΤΕΤΡΑΚΥΚΛΙΝΕΣ	ΣΩΛΩΜΟΙ	400 ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ
2. ΣΟΥΛΦΑΝΑΜΙΔΕΣ	//	500 //
3. ΘΕΥΛΙΝΙΚΟ ΟΞΥ	//	5000 //

Σχετικά με τα άλλα είδη ψαριών και όλα τα φάρμακα (αντιβιοτικά) γενικώς ο χρόνος αναμονής είναι ουστηρά 500 βαθμοημέρες (οδηγία 90/ 675/Ε.Ε.Ο)

Άλλες χημικές ουσίες
----------------------

- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1. ΠΡΑΣΙΝΟ ΤΟΥ ΜΑΛΑΧΙΤΗ      | Δεν έχει καταγραφεί στον Ε.Ο.Φ |
| 2. TRICHLOROΒΟΝ, DICHLOROΒΟΣ | ομοίως                         |
| 3. DES                       | Απαγορεύεται η Χρήση           |
| 4. Β-αγωνιστές               | Δεν καταγράφηκε στον Ε.Ο.Φ.    |

## 11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η θέρμανση του νερού είναι καλή μέθοδος απολύμανσης γιατί δεν αφήνει χημικά υπολλείματα ωστόσο όμως είναι πολύ δαπανηρή και αυτός είναι ο λόγος παντελούς απόρριψης της λύσης αυτής. Η χρήση της χλωρίνης ή βρωμίνης ή ιωδίνης είναι δυναμικά απολυμαντικά. Δραούν σε βακτήρια αλλά απαιτούν πολύ χρόνο, 20- 30 λεπτά, για την καταπολέμηση των, πράγμα που δημιουργεί διαχωριστικά προβλήματα στην παροχή του νερού.

Η χλωρίνη παράγει τοξικές χλωραμίνες παρουσία οργανικής ύλης και αμμωνίας. Μπορεί να απομακρυνθεί εύκολα με αερισμό, όχι όμως και τα παραγωγά της, γι'αυτό απαιτείται φιλτράρισμα σε ενεργό άνθρακα.

Επει το κόστος χρήσης της αυξάνει, επίσης υπάρχει και κίνδυνος πρόκλησης θνησιμότητας στην παραγωγή λόγω ελλιπούς απομάκρυνσης αυτής και των παραγώγων της.

Το όζον έχει πιο ενισχυμένο αποτέλεσμα από την χλωρίνη και ταχύτερη δράση. Πρέπει να παρασκευάζεται επί τόπου λόγω της ασταθούς χημικής του δομής πράγμα που αυξάνει κατά πολύ το κόστος γιατί οι συσκευές παραγωγής του είναι ευαίσθητες.

Επιπροσθέτως, το όζον, είναι τοξικό για τους καλλιεργούμενους οργανισμούς και πρέπει να ελέγχεται συνεχώς.

Τέλος η τάση του να οξειδώνει οργανική και ανόργανη ύλη στο νερό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα οξειδωσης χρησίμων αλάτων του νερού ή και ακόμα την παραγωγή ουσιών τοξικών και τη μεταβολή των επιπέδων του PH. Όλα αυτά μπορούν να αποβούν μοιραία για την παραγωγή.

Η χρήση λαμπτήρων υπεριώδους ακτινοβολίας θεωρείται σήμερα η πιο συμφέρουσα. Αυτό συμβαίνει γιατί με σχετικά χαμηλό κόστος πραγματοποιείται η απολύμανση του νερού χωρίς την δημιουργία χημικών υπολειμάτων ή εν γένει την αλλοίωση του νερού κατά ροιονδήποτε τρόπο. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην παραγωγή της κατάλληλης ποιότητας γυαλιού ώστε να μην επιτρέπεται η παραγωγή και εκπομπή ακτινών μικρότερων των 2000 Å γιατί έτσι μπορούν να παραχθούν ποσότητες όζοντος που μπορεί να ρυλύνουν το νερό.

Επίσης (ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να δίδεται στην προστασία του προσωπικού αλλά και του περιβάλλοντος.

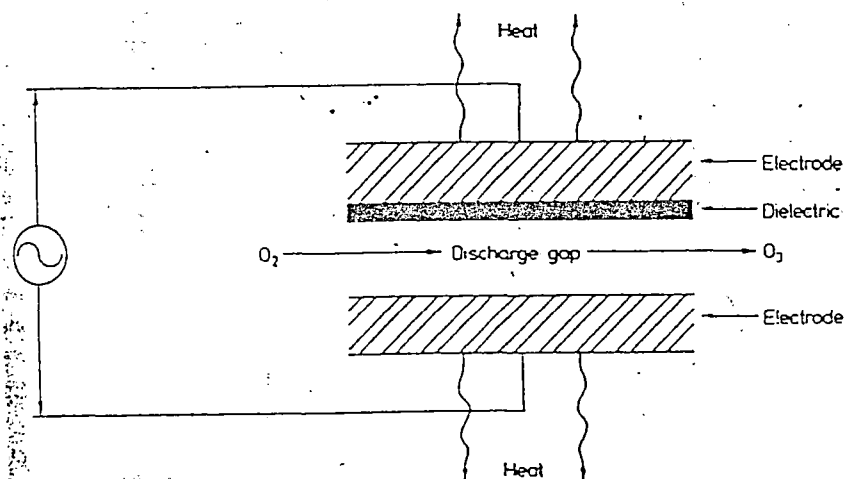


Figure 10-10 Basic ozonator configuration. Redrawn from Rosen (1973).

12. ΠΗΓΕΣ - ΞΕΝΑ ΣΥΓΓΡΑΜΑΤΑ

1. Modelews lineaires de prediction des débarquement de homard. BOUDREAUULT G R 1977
2. BOX, GEP, and G.M. JENKINS 1976 Time series analysis forecasting and controlling.
3. SAILA Wigoyt and Lermite 1979 Comparison of some time series models for the analysis of fisheries data.
4. STERGIΟΥ 1989 Myltivari analysis and treatment of the Greek fishery.
5. Aquaculture engeneering.