

Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΧΩΡΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ : ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ : ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Αρ 210:623

ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΠΕΡΤΣΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

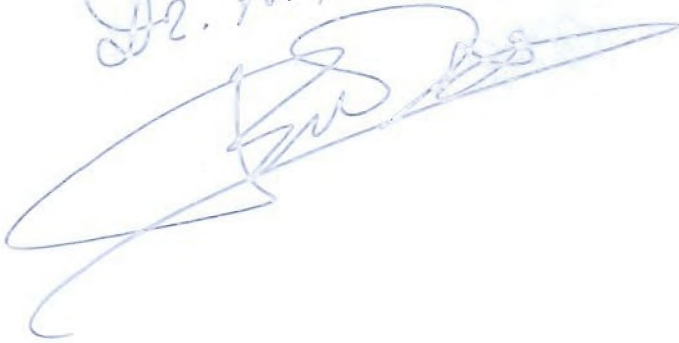
Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΧΩΡΙΑΣ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ
Από Εισαγωγή... 693

ΠΡΩΤΟΕΞΕΤΑΣΗ
ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ
ΣΕΛΕΥΣΤΙΚΩΝ ΓΕΩΡΓΙΩΝ ΤΩΝ ΜΕΣΣΟΧΩΡΙΑΣ

ΜΕΡΟΣ Β
Α. Ε. ΠΡΟΣΩΠΟ

ΜΕΡΟΣ Β

Εμπρινεται
Dr. Κ. ΒΙΔΑΛΗΣ



Εμπρινεται
Dr. Κ. ΒΙΔΑΛΗΣ



Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ
Αρμό. Επιστημολογίας **693**

Στους γονείς μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε το έτος 1997.

Τον έκτακτο καθηγητή της Σχολής Δρα Κοσμά Βιδάλη, ευχαριστώ θερμά για την εμπιστοσύνη και το ενδιαφέρον που μου έδειξε και για τη βοήθεια που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια της εργασίας αυτής. Οφείλω ακόμη να τονίσω τη συνεχή παρακολούθησή του κατά το στάδιο της συγγραφής, όπου η καθοδήγηση, οι εύστοχες παρατηρήσεις και διορθώσεις του οποίου, συνέλαβαν ουσιαστικά στην τελική παρουσία της εργασίας αυτής.

Τη φίλη, συνάδελφο και πτυχιούχο του Τμήματος Ιχθυοκομίας-Αλιείας Οлга Τζεμανάκη ευχαριστώ θερμά για την ουσιαστική συμβολή της στη συγγραφή της εργασίας αυτής, καθώς επίσης και τη συνάδελφο Καρκούλα Μαρίνα για τη βοήθειά της σε κρίσιμα στάδια της όλης εργασίας.

Τελειώνοντας, από το χώρο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλλαν στη συγγραφή της εργασίας αυτής και ιδιαίτερα τους γονείς μου για την αμέριστη συμπαράστασή τους και τη συνεχή ενθάρρυνση σε όλες τις φάσεις των σπουδών μου και μέχρι το τέλος της εργασίας αυτής.

Τα 'ευχαριστώ' ποτέ δεν αρκούν.

ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

Η συνολική παγκόσμια παραγωγή ψαριών, που προέρχεται από υδατοκαλλιέργειες εκτιμάται γύρω στους 15 εκατομμύρια τόνους ανά έτος και αποτελεί το 12% περίπου της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής ψαριών, έχει δε μια υπολογίσιμη τιμή ύψους 15 με 20 δισεκατομμυρίων US \$ (Thia-Eng, 1992).

Το κύριο μέρος αυτής της παραγωγής (56%) παράγεται σε υφάλμυρα νερά και παράκτιες υδατοκαλλιέργειες ιχθύων, μαλακίων και οστρακόδερμων.

Αυτοί οι αριθμοί δείχνουν καθαρά τη σημαντικότητα των υδατοκαλλιεργειών σε σχέση με την παραγωγή τροφής και το παραγόμενο εισόδημα σε παγκόσμια κλίμακα. Επιπλέον, παρά το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (80%) από την παγκόσμια παραγωγή υδατοκαλλιεργειών παράγεται στην Ασία και τον Ειρηνικό, οι υδατοκαλλιέργειες αποτελούν μια σημαντική πηγή τροφής και παραγωγική δραστηριότητα και στην Ευρώπη. Ο Ackefors (1989), για παράδειγμα, δηλώνει ότι το 1985 η παραγωγή ψαριών και οστρακοειδών των ευρωπαϊκών υδατοκαλλιεργειών ήταν 1,3 εκατομμύρια τόνοι και άμεσα απασχολούσαν 150.000 άτομα. Αυτή η εικόνα για τον αριθμό των ατόμων, που απασχολούνται είναι ίσως περισσότερο αξιοσημείωτη όταν αναγνωρίζεται ότι πολλές υδατοκαλλιεργητικές μονάδες βρίσκονται σε αγροτικές και συχνά απόμακρες περιοχές, όπου υπάρχουν λίγες εναλλακτικές λύσεις για απασχόληση.

Η παρούσα εργασία έχει σα στόχο να παρουσιάσει ορισμένα από τα προβλήματα που πιθανά δημιουργούνται από τη γρήγορη ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών σε σχέση με το υδάτινο περιβάλλον με το οποίο σχετίζονται και εκμεταλλεύονται καθώς και πιθανές λύσεις τους. Η σημαντικότητα των υδατοκαλλιεργειών παγκοσμίως και η ανάγκη για συνέχιση τους, οδηγεί αναπόφευκτα στην ανάγκη επίλυσης των προβλημάτων, που δημιουργούνται από αυτές.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μεγάλη αύξηση των υδατοκαλλιεργειών έφερε από νωρίς αυτή την παραγωγική δραστηριότητα σε σύγκρουση με άλλους χρήστες των φυσικών υδάτινων πόρων, ιδιωτών ή και οργανισμών, που ενδιαφέρονται για τα οικολογικά αποτελέσματα αυτής της δραστηριότητας.

Οι υδατοκαλλιέργειες μπορούν να δημιουργήσουν ορισμένα προβλήματα στο γύρω περιβάλλον και σε ορισμένες περιπτώσεις η οικολογική, η κοινωνική και η οικονομική αλλαγή, που επιφέρουν, έχουν μειώσει το μακρόχρονο κέρδος τους. Έτσι, η αποδοχή του ρόλου των υδατοκαλλιεργειών σε σχέση με τα υδάτινα οικοσυστήματα, όπου αυτές αναπτύσσονται, απαιτεί μια ολοκληρωμένη εκτίμηση των περιβαλλοντικών θεμάτων για να διασφαλιστεί η παραγωγικότητα του πλήρους δυναμικού μιάς μονάδας και η διασφάλιση ότι αυτή η προοπτική ανάπτυξης δε γίνεται εις βάρος του φυσικού περιβάλλοντος αλλά γίνεται ορθολογική χρήση των υδάτινων πόρων.

Τα παραπάνω προϋποθέτουν μια πληρέστερη γνώση των αλληλεπιδράσεων, που παρατηρούνται ανάμεσα στις υδατοκαλλιέργειες και τα υδάτινα οικοσυστήματα καθώς και στα κοινωνικά και οικονομικά αποτελέσματα της ανάπτυξης των υδατοκαλλιεργειών, σε σχέση με το υφιστάμενο καθεστώς.

Η έκταση των θεμάτων σχετικά με τις υδατοκαλλιέργειες και το φυσικό περιβάλλον είναι ποικίλη και η δυνατότητα πρόκλησης οικολογικών αλλαγών από τις υδατοκαλλιέργειες, έχει αναθεωρηθεί από ένα μεγάλο αριθμό ερευνητών (Rosenthal et al., 1988' Gowen et al., 1990' Makinen, 1991). Είναι ξεκάθαρο ότι ο τύπος και ο βαθμός οποιασδήποτε οικολογικής αλλαγής εξαρτάται πρωταρχικά από τον τύπο υδατοκαλλιέργειας και τα χαρακτηριστικά της περιοχής στην οποία παίρνει μέρος η ανάπτυξή τους. Έτσι, παρά τον αριθμό αξιοσημείωτων ερευνών, οι οποίες έχουν γίνει, γενικεύσεις πάνω στη δυνατότητα πρόκλησης οικολογικών αλλαγών από τις υδατοκαλλιέργειες, είναι δύσκολο να γίνουν και μπορεί να οδηγήσουν σε λάθος συμπεράσματα.

Είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι οι υδατοκαλλιέργειες είναι ένα ακέραιο μέρος του υδρόβιου οικοσυστήματος και ως τέτοιο, η οικολογική αλλαγή, φυσική ή αυτο-προκαλούμενη, μπορεί να επηρεάσει την ίδια την επιχείρηση. Έτσι, σποραδικά ή περιοδικά φυσικά γεγονότα, όπως το

περιστατικό της βλαβερής "άνθισης του ναρού" (blooming-άνθιση των αλγών) μπορεί να οδηγήσει σε περιορισμούς όσον αφορά τη συγκομιδή ή ακόμη και σε χάσιμο ολόκληρου του στοκ. Για τον σκοπό αυτό ο σχεδιασμός και η διαχείριση των αναπτυσσόμενων υδατοκαλλιεργειών αποτελεί σημαντικό παράγοντα και πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τη σχέση μεταξύ υδατοκαλλιεργειών και φυσικού περιβάλλοντος, η οποία θεωρείται αμφίδρομη. Είναι σημαντικό να εξεταστούν οι τρόποι, που μπορεί η ανάπτυξη μιας υδατοκαλλιέργειας να επηρεάσει το φυσικό περιβάλλον, η πιθανότητα μία οικολογική αλλαγή να επηρεάσει τη μακρόχρονη λειτουργία μιας τέτοιας επιχείρησης σε μια συγκεκριμένη περιοχή και η πιθανότητα ύπαρξης φυσικών γεγονότων, τα οποία να μπορούν πιθανά να επηρεάσουν την οικονομική βιωσιμότητα της επιχείρησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ**

1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι υδατοκαλλιέργειες έχουν ήδη γίνει μια από τις πιο σημαντικές βιομηχανίες στην παραγωγή τροφής. Η μεγάλη αξία των προϊόντων των υδατοκαλλιεργειών σχετίζεται με την ολική παραγωγή τους και με την ποιότητα τους. Τα ποσά και οι τύποι, των ιχνοστοιχείων, βιταμινών, αμινοξέων και λιπο-οξέων, τα οποία χαρακτηρίζουν τη χημική σύνθεση των φαγώσιμων μερών των καλλιεργούμενων ειδών των ψαριών, μαλακίων, οστρακόδερμων και φυκών, είναι δεκτά ως μια καταπληκτική πηγή θρεπτικών συστατικών (Paroutsoglou, 1985' Hopkins και Mancini, 1988).

Αν η σχέση ανάμεσα στη μεγάλη κλίμακα παραγωγής διαφόρων ειδών υδρόβιων οργανισμών και την επίδραση της στο υδρόβιο περιβάλλον πρέπει να εκτιμηθεί, κάποιος πρώτα πρέπει να διανοηθεί την παραγωγή των υδρόβιων ζώων και ειδικά αυτή των ψαριών. Αυτό συμβαίνει διότι σχεδόν όλα τα καλλιεργούμενα είδη ψαριών είναι παμφάγα-σαρκοφάγα και πρέπει να ταΐζονται κατά ένα μέρος ή αποκλειστικά με τεχνητές διατροφές, χρησιμοποιώντας τις υψηλότερες δυνατόν πυκνότητες εκτροφής εξαρτώμενες από το σύστημα παραγωγής.

Αυτή η μελέτη δεν είναι τόσο σχετική στην περίπτωση της παραγωγής διθύρων μαλακίων, διότι αυτά τα ζώα είναι πλαγκτονοφάγοι οργανισμοί. Ούτε στην περίπτωση των δεκάποδων οστρακόδερμων ισχύει αφότου η παραγωγή βιομάζας τους ανά μονάδα νερού εκτροφής είναι πολύ λιγότερη από αυτή των ψαριών.

Έτσι, αν κάποιος μιλάει για το αντίκτυπο των υδατοκαλλιεργειών στο υδρόβιο περιβάλλον, κάποιος πρέπει να το συσχετίσει, κυρίως με το ποσό των απεκκρινόμενων μεταβολιτών καθώς και με αυτό της άφαγης τροφής και των χημικών που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της παραγωγής ψαριών. Κάποιος πρέπει επίσης να λάβει υπόψη τη φύση και την περιοχή του συστήματος παραγωγής που εφαρμόζεται.

Οι απεκκρινόμενοι μεταβολίτες συμπεριλαμβάνουν την οργανική ύλη, αμμωνία και ουρία, όταν τα άφαγα κομμάτια τροφής είναι κυρίως συνθεμένα από οργανικά υλικά και διάφορα ανόργανα στοιχεία. Η παρουσία αυτών των ουσιών στο υδρόβιο περιβάλλον οδηγεί στην εξάντληση του οξυγόνου (οξειδωτική αποσύνθεση των οργανικών υλών) και σε μια αύξηση των συγκεντρώσεων της αμμωνίας, αζώτου και φωσφόρου στο νερό. Οι βασικές επιπτώσεις αυτής της κατάστασης μπορεί να είναι σχετικές με τις

οικολογικές ανισορροπίες του τοπικού υδρόβιου περιβάλλοντος κυρίως λόγω της μείωσης της συγκέντρωσης οξυγόνου, της αύξησης των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα και της αμμωνίας, την πιθανή σύνθεση του μεθανίου και υδροθείου και λόγω του υπερ-ευτροφισμού που μπορεί να λάβει χώρα (Institute of Aquaculture, 1988' Abel, 1989).

Παρόλο που τα ζημιογόνα αποτελέσματα στο υδρόβιο περιβάλλον από τα χημικά και τα αντιβιοτικά που χρησιμοποιούνται στις ιχθυοκαλλιέργειες δεν είναι καλά τεκμηριωμένα, είναι πιθανό ότι η παρουσία αυτών των ουσιών στο υδρόβιο περιβάλλον να σχετίζεται κατά κάποιο τρόπο με τις οικολογικές διαταραχές. Η ένταση αυτών των διαταραχών σχετίζεται κατά πολύ το τύπο της ουσίας, τη συχνότητα της χρήσης της και των φυσικών, χημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής της εφαρμογής (Braaten et al., 1988). Δεν πρέπει να ξεχαστεί ότι χημικά όπως το πράσινο του μαλαχίτη, φορμόλη, χλωραμίνες, κλπ. και αντιβιοτικά όπως φουραζολιδόνη, νιτροφουραζόνη, οξυτετρακυκλίνη κλπ. , καθώς και αντιπαρισιτικές οδοί και μυκητοκτόνα, χρησιμοποιούνται για να εμποδιστεί η ανάπτυξη ζωντανών οργανισμών, όπως ιοί, βακτήρια, πρωτόζωα, μεταζωικά παράσιτα και μύκητες.

2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Η πρόσφατη παραγωγή βιομάζας των ψαριών καθορίζεται από την εφαρμογή ποικίλων μεθόδων και τεχνικών που μπορούν να επικαλεστούν ως συστήματα παραγωγής. Η καλύτερη γνωστή ομάδα αυτών των συστημάτων είναι αυτή η οποία χαρακτηρίζεται από εισαγωγή ποικίλων ανθρώπινων ενεργειών (Papoutsoglou, 1985). Η εισαγωγή ενεργειών από αυτό το σημείο βλέψης της ποσότητας (ένταση) καθώς και ποιότητας (τύπος) εκφράζονται από:

1. τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας αλίευσης των άγριων πληθυσμών που ζουν σε φυσικά σώματα νερού (λίμνες, κλπ.) χρησιμοποιώντας παγίδες και περικλειστά ειδικών τύπων
2. την αύξηση της τελικής παραγωγής ενός ελεγχόμενου πληθυσμού ψαριών με τη βελτίωση της φυσικής παραγωγής σε μια γήινη λιμνούλα με το συνδυασμό των κατασκευών, γονιμοποιήσεων, και περιστασιακής χρήσης συμπληρωματικής τροφής

3. την αύξηση της τελικής παραγωγής ενός ελεγχόμενου εκτρεφόμενου πληθυσμού ψαριών με τη βελτίωση της φυσικής παραγωγής σε μια γήινη λιμνούλα σε συνδυασμό με μόνιμη χρήση συμπληρωματικής τροφής
4. την αποκλειστική χρήση τεχνητής διατροφής ψαριών χωρίς την παρουσία φυσικής παραγόμενης τροφής
5. τον έλεγχο ορισμένων βιολογικών ή φυσιολογικών φάσεων της ζωής των ψαριών, σε σχέση με τον έλεγχο αναπαραγωγής, έλεγχο φύλου παραγωγή πολυπλοϊδών ή αποστειρωμένων πληθυσμών, χειρισμός γένους, κλπ.
6. τη χρήση όχι-γήινων μερών εκτροφής (δεξαμενές, κλωβοί, raceways)
7. τον έλεγχο της ποιότητας νερού, για παράδειγμα θερμοκρασίας, περιεχόμενα οξυγόνου, αλατότητα, γενική χημεία, κλπ.

Σώστοι συνδυασμοί των παραπάνω ενεργειών καταλήγουν στην σύνθεση των πέντε συστημάτων παραγωγής, τα οποία είναι: το εκτατικό, το ημι-εκτατικό, το ημι-εντατικό, το εντατικό και το υπερ-εντατικό. Το σύστημα εκτατικής εκτροφής αναφέρεται στα φυσικά σώματα νερού, το ημι-εκτατικό και ημι-εντατικό σε τεχνητά κατασκευασμένες γήινες λιμνούλες, το εντατικό σε πληθυσμούς ψαριών που εκτρέφονται χρησιμοποιώντας κατασκευές ξηράς (raceways, tanks) ή διχτυωτά κλουβιά και το υπερ-εντατικό χρησιμοποιώντας διάφορους τύπους δεξαμενών (Papoutsoglou, 1989).

3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΥΔΡΟΒΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η εφαρμογή ενός απλού συστήματος εκτατικής παραγωγής είναι αποκλειστικά σχετιζόμενη με τη παραγωγή των φυσικά ζώντων πληθυσμών ψαριών, τα οποία με τη χρήση ορισμένων τύπων τεχνικών περικλειστων, μεγαλώνουν σε μια σχετικά μεγάλη και ρηχή φυσική υδρόβια περιοχή (λίμνη) τρεφόμενοι με φυσική τροφή. Κατά τη διάρκεια του κύκλου τα ψάρια αλιεύονται εύκολα χρησιμοποιώντας ειδικές κατασκευές (παγίδες), μέσα στις οποίες έχουν μετακινηθεί όταν πηγαίνουν πίσω στην ανοικτή θάλασσα. Σε αυτή την περίπτωση το υδρόβιο περιβάλλον είναι απίθανο να καταστραφεί αφού όλες οι ανθρώπινες ενέργειες είναι απλής φύσης. Αν οποιαδήποτε καταστροφή στην οικολογία του υδρόβιου περιβάλλοντος πάρει μέρος θα είναι τυχαία ή λόγω της ανεπαρκούς εφαρμογής. Το

σύστημα δεν περιλαμβάνει βιολογικές εμπλοκές, ούτε σε σχέση με την παροχή τροφής, ούτε σε σχέση με χρήση χημικών.

Η εφαρμογή των συστημάτων ημι-εκτατικής και ημι-εντατικής παραγωγής είναι, ίσως, τα πιο διαδεδομένης χρήσης συστήματα παραγωγής ψαριών (Huet, 1975). Η εφαρμογή αυτών των συστημάτων παραγωγής συμπεριλαμβάνει τη χρήση εκτεταμένων περιοχών γης, σε σχέση, με τεχνητά κατασκευασμένες γήινες λιμνούλες ποικίλων μεγεθών, με σχετικά μικρή παροχή νερού. Τα ψάρια πρέπει να μεγαλώσουν σε ένα ισορροπημένο υδρόβιο περιβάλλον, το οποίο μπορεί συνεχώς, να είναι κάτω από τον έλεγχο του ανθρώπου. Οι πληθυσμοί ψαριών, οι οποίοι συνήθως συμπεριλαμβάνουν περισσότερα από ένα είδη, πρέπει να ταΐστουν, κυρίως, με διάφορα είδη υδρόβιων οργανισμών (φυτά και/ή ζώα) τα οποία αποτελούν την τροφική αλυσίδα των λιμνών. Αυτή η τροφική αλυσίδα πρέπει να ελέγχεται. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με σωστή γήινη και/ή υδάτινη γονιμοποίηση, σε σχέση με την αγαλογία εναλλαγής νερού.

Στην περίπτωση του ημι-εκτατικού συστήματος παραγωγής την τελική παραγωγή ψαριών θα μπορούσε να προωθηθεί από περιστασιακή χρήση συμπληρωματικής τροφής, όπου στην περίπτωση του ημι-εντατικού συστήματος παραγωγής συμπληρωματική τροφή δίνεται συνεχώς πάνω σε μια καθημερινή βάση. Το ποσό και ο τύπος αυτής της τροφής πρέπει να φτάσουν τις θρεπτικές απαιτήσεις των ψαριών και τροφή δίνεται μόνο κάτω από μια συνθήκη, που είναι η συνεχής ύπαρξη των φυσιολογικών βιολογικών και βιοχημικών ισορροπιών του υδρόβιου περιβάλλοντος της λίμνης. Η επίτευξη αυτής της κατάστασης επιτυγχάνεται είτε από σωστή εναλλαγή του νερού, ή με τη χρήση τεχνητού αερισμού, ή και με τα δύο. Έτσι, όταν αγαφερόμαστε σε αυτά τα συστήματα, παρόλο που οι βιολογικές επεμβάσεις του ανθρώπου στο υδρόβιο περιβάλλον θα μπορούσαν να θεωρηθούν αρκετά δυνατές, κάποιος πάντα πρέπει να θυμάται ότι είναι σχετικές με το νερό της εκτροφής των ψαριών ή το περιβάλλον των λιμνών μόνο. Δεν έχει σχεδόν τίποτα να κάνει με το υδρόβιο περιβάλλον των φυσικών σωμάτων νερού. Εντούτοις, αν σε οποιαδήποτε περίπτωση οικολογική καταστροφή συμβεί από λάθος χειρισμό παραγωγής (που δημιουργήθηκε τυχαία, ή από ανεπαρκή γνώση), τότε οι συνέπειες του θα συγκεντρωθούν στο υδρόβιο περιβάλλον της ίδιας της λίμνης. Αυτό σημαίνει ότι τα ίδια τα εκτρεφόμενα ψάρια θα είναι ανάμεσα στα πιο σημαντικά θύματα της παρεμβολής και όχι η οικολογία του σώματος του φυσικού νερού το οποίο λαμβάνει το εκκρινόμενο νερό της

λίμνης, το ποσό του οποίου είναι έτσι και αλλιώς πολύ μικρό. Ως συνέπεια, αφού το περιβάλλον της λίμνης δεν είναι ρηθώς ένας εκτρεφόμενος χώρος, αλλά επίσης υπηρετεί ως ο βασικός παραγωγός τροφής για τα καλλιεργούμενα ψάρια, η φιλοσοφία της λειτουργίας αυτών των συστημάτων απαιτεί εξαιρετικές σχέσεις ανάμεσα "στον καλλιεργητή" και την οικολογία του υδρόβιου περιβάλλοντος της λίμνης.

Η επίτευξη του σωστού επιπέδου αυτών των σχέσεων, οι οποίες καταλαβαίνονται πολύ καλά από τους καλλιεργητές, οδηγεί όχι μόνο στα αναμενόμενα αποτελέσματα, αλλά επίσης στο γεγονός ότι τα φυσικά σώματα νερού παραμένουν οικολογικά ανενόχλητα και υγιή μετά την εισαγωγή του νερού εκτροφής από τις διεξόδους της λίμνης. Με άλλα λόγια, όταν τα μικρά ποσά νερού των εκκριμάτων της λίμνης συναντούν τα φυσικά στρώματα νερού, έχουν ήδη περάσει διαμέσου μιας θετικής και φυσικής διαδικασίας αγνοποίησης.

Στα συστήματα εντατικής παραγωγής το νερό μόνο υπηρετεί ως ένα μέσο εκτροφής. Αυτό το σύστημα δέχεται το εισαγόμενο νερό, το οποίο έχει προηγουμένως εκτιμηθεί ως γενικά να είναι δεκτό. Επίσης, το σύστημα δέχεται αυτά τα βιολογικά χαρακτηριστικά του νερού τα οποία σχετίζονται με μια πολύ χαμηλή, φυσική και φυσιολογικά δεκτή παρουσία των παθογενών οργανισμών καθώς και της φωτοσυνθετικής ενέργειας, αλλά μόνο από την άποψη παραγωγής οξυγόνου. Στην περίπτωση αυτού του συστήματος η απαιτούμενη τροφή δίνεται στα ψάρια είτε ως ωμά υλικά ή, κυρίως, ως τεχνητές διατροφές. Αυτό το γεγονός σε σχέση με την υψηλή συχνότητα εκτροφής η οποία χαρακτηρίζει αυτό το σύστημα θα μπορούσε να είναι ένας πολύ σημαντικός λόγος για οικολογικές διαταραχές στο υδρόβιο περιβάλλον το οποίο λαμβάνει το χρησιμοποιημένο νερό εκτροφής. Αυτό συμβαίνει διότι η βασική φιλοσοφία αυτού του συστήματος είναι να επιτυγχάνει στον χρόνο αυτό, την υψηλότερη δυνατή παραγωγή ανά μονάδα όγκου του νερού στο σωστό χρόνο με το χαμηλότερο κόστος παραγωγής. Οι πολύ υψηλές απαιτήσεις οξυγόνου είναι συνήθως ικανοποιητικές από εκτεταμένα ποσά παροχής καθαρού και καλά οξυγονωμένου νερού μέσα στο χώρο εκτροφής. Έτσι σε αυτό το σύστημα, το νερό πρέπει να παραμείνει μέσα στο χώρο εκτροφής για τόσο χρονικό διάστημα όσο τα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του παραμένουν στα απαιτούμενα επίπεδα. Αρκετά γρήγορα (ο χρόνος εξαρτάται από την αναλογία κίνησης του νερού) το νερό φεύγει από το μέρος εκτροφής και συναντά τα φυσικά στρώματα νερού. Το χρησιμοποιημένο νερό συνήθως χαρακτηρίζεται από χαμηλά

επίπεδα οξυγόνου και υψηλά επίπεδα οργανικών και διαθέσιμων υλών και συνθέτων αζώτου (αμμωνία, νιτρώδη, νιτρικά). Το αποτέλεσμα αυτού του συνδυασμού των περιστατικών θα μπορούσε να είναι ουδέτερο, αρνητικό ή ακόμα και θετικό, όσον αφορά την οικολογία του δεχόμενου νερού. Θα μπορούσε να είναι ουδέτερο όταν το φορτίο του νερού εκτροφής είναι σχεδόν αμέσως ικανοποιητικά συναντούμενο με την ικανότητα μεταφοράς του υδρόβιου περιβάλλοντος. Θετικό όταν το νερό εκτροφής λειτουργεί ως ένας κουβαλητής συστατικών ο οποίος θα μπορούσε να διεγείρει σε ένα υγιές επίπεδο τη πρωτογενή παραγωγή του φυσικού υδρόβιου περιβάλλοντος. Αρνητικό όταν το φορτίο του νερού εκτροφής είναι ανίκανο να ουδετεροποιηθεί από την ικανότητα μεταφοράς του φυσικού υδρόβιου περιβάλλοντος.

Επιπλέον αν μία λεπτομερής προσέγγιση μιας πιθανής επίδρασης του υδρόβιου περιβάλλοντος πρέπει να γίνει τότε μια λεπτομερής ανάλυση των πληροφοριών που αφορούν το φορτίο του νερού εκτροφής, καθώς και αυτή της ικανότητας μεταφοράς του υδρόβιου περιβάλλοντος στην επιλεγμένη τοποθεσία, πρέπει να γίνει. Η ανάλυση θα μπορούσε να λαμβάνει υπόψιν, για παράδειγμα το επίπεδο των συστατικών, της πρωτογενούς παραγωγής, τη συγκέντρωση τοξικών αερίων, την αφθονία παθογενών οργανισμών, τον κύκλο του αζώτου και την ισορροπία οξυγόνου. Καθένα από αυτά εμφανίζονται μονά ή σε συνδυασμό με άλλα ή όλα μαζί, εξαρτώμενα από τα ειδικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας ή την "προσωπικότητα".

Γενικά θα μπορούσε να ειπωθεί ότι για σχεδόν όλες τις πιθανές τοποθεσίες ίσως η μέθοδος ισορροπίας του οξυγόνου είναι η πιο γενικά εφαρμόσιμη. Σε αυτή τη μέθοδο το επίπεδο του φορτίου του νερού εκτροφής εκφράζεται σε σχέση με το ποσό του οξυγόνου για την οξειδωση των οργανικών υλών και για τις απαιτήσεις του κύκλου του αζώτου. Επίσης η ικανότητα μεταφοράς της τοποθεσίας του υδρόβιου περιβάλλοντος πρέπει να υπολογιστεί σε σχέση με τη συγκέντρωση του οξυγόνου. Είναι φανερό ότι το επίπεδο του οξυγόνου της περιοχής πρέπει πάντα να είναι υψηλότερο από αυτό που (του νερού εκτροφής) απαιτείται και σε περίπτωση που δε συμβαίνει αυτό οποιαδήποτε διαταραχή οικολογική του υδρόβιου περιβάλλοντος μπορεί να πάρει μέρος. Αυτοί οι υπολογισμοί δίνουν πολλές πιθανότητες για ένα καλά στηριγμένο επιστημονικό όρο της ικανότητας μεταφοράς μιας συγκεκριμένης τοποθεσίας. Και μπορούν να δώσουν μια σοβαρή απάντηση στην παρακάτω πολύ κοινή ερώτηση : "Τί θα μπορούσε να είναι το μέγιστο μέγεθος μιας ιχθυοκαλλιεργητικής μονάδας

σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία?". Εντούτοις πρέπει να σημειωθεί ότι αυτή η ερώτηση πρέπει να διαφοροποιείται σύμφωνα με τον τύπο των κατασκευών που μπορεί να χρησιμοποιηθούν.

Είναι γνωστό ότι η λειτουργία των συστημάτων εντατικής παραγωγής έχει επιτευχθεί με μέσα κατασκευών ξηράς, τα οποία είναι raceways και δεξαμενές ή/και κατασκευές υδάτων, οι οποίες είναι κλωβοί διχτυών. Χρησιμοποιώντας την πρώτη τεχνική (ξηράς) το μέγεθος της μονάδας (σε σχέση με το επίπεδο του φορτίου του νερού) θα μπορούσε να είναι πολύ υψηλότερο από ότι η ικανότητα μεταφοράς του φυσικού σώματος νερού, με το οποίο το νερό της μονάδας πηγαίνει να αναμιχθεί. Αυτός ο τύπος ιχθυοκαλλιέργειών μπορεί μόνο ασφαλές να ιδρυθεί και λειτουργήσει αν εξοπλιστεί με συστήματα καθαρισμού των απορριμμάτων. Έτσι, στην περίπτωση αυτού του τύπου του συστήματος εντατικής παραγωγής, υπάρχει μια λύση να ελεγχθούν με επιτυχία όλα τα πιθανά οικολογικά προβλήματα που μπορεί να εμφανιστούν. Αλλά, χρησιμοποιώντας την τεχνική των κλωβών διχτυών, αυτή η λύση είναι πρακτικά αδύνατη. Θα μπορούσε να λεχθεί ότι η τελευταία περίπτωση είναι η μόνη πιθανή περίπτωση η εφαρμογή των υδατοκαλλιέργειών να είναι ζημιόγona στο υδρόβιο περιβάλλον. Έτσι η τεχνική των κλωβών πρέπει να παρέχεται προσεκτικά όχι μόνο με μέσα σωστής επιλογής θέσης αλλά επίσης με μέσα ενός συνεχούς και προσεκτικού χειρισμού τα οποία έχουν πάντα συνοδευτεί με κανονικά περιβαλλοντικά τεστ.

Τα πιο διαδεδομένα συστήματα υπερ-εντατικής παραγωγής ψαριών είναι αυτά που χρησιμοποιούν ανανέωση του νερού το οποίο λόγω του τρόπου που λειτουργούν και παρέχονται θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως τεχνικές βασιζόμενες στην ξηρά. Πρέπει εντούτοις να δοθεί έμφαση στο ότι σε αυτή την περίπτωση οποιαδήποτε καταστροφή η οποία μπορεί να δημιουργηθεί στο υδρόβιο περιβάλλον είναι χωρίς αμφιβολία πολύ λιγότερη από αυτή των raceways και tanks. Αυτό συμβαίνει διότι η παρούσα εφαρμογή της ανακυκλώμενης τεχνητής καλλιέργειας ψαριών είναι σχετική με ένα πολύ χαμηλό ποσό εκκρινόμενου νερού, το οποίο μπορεί να καθαριστεί, έτσι και αλλιώς, πριν συναντήσει τα φυσικά σώματα νερού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
ΣΤΟ ΥΔΑΤΙΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

1. ΓΕΝΙΚΑ

Έντονη κριτική έχει γίνει κατά των ιχθυοκαλλιεργειών κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών. Πολλοί άνθρωποι νιώθουν ότι η μοντέρνα βιομηχανία ιχθυοκαλλιεργειών έχει αναπτυχθεί τόσο γρήγορα με αποτέλεσμα να μην είναι ικανή να χειριστεί τα προβλήματα, τα οποία έχουν έρθει στην επιφάνεια, με ικανοποιητικό τρόπο.

Στις πρόσφατες δεκαετίες η ετήσια παγκόσμια παραγωγή ψαριών αυξήθηκε ραγδαία από περίπου 20 εκατομμύρια τόνους στο τέλος της δεκαετίας του 1940 σε περίπου 65 εκατομμύρια τόνους στο τέλος της δεκαετίας του 1960. Σήμερα περίπου το 10% της παγκόσμιας σοδειάς ψαριών παράγεται από υδατοκαλλιέργειες. Από τον ολικό αριθμό των περίπου 10 εκατομμυρίων τόνων, μονάδες εκτροφής ψαριών παράγουν περίπου 4 εκατομμύρια τόνους, τα 3/4 των οποίων παράγονται σε γλυκά νερά. Οι οστρακοκαλλιέργειες παρουσιάζουν μια παρόμοια εικόνα, η οποία δίνεται από την παραγωγή μυδιών και στρειδιών.

Στη Νορβηγία υπήρξε τα τελευταία χρόνια μια απότομη αύξηση της παραγωγής καλλιεργούμενων ειδών και οι Νορβηγικές ιχθυοκαλλιέργειες έπεσαν θύματα έντονης κριτικής λόγω ορισμένων προβλημάτων. Τα προβλήματα που εμφανίστηκαν αναφέρονται παρακάτω και είναι:

- || ανεπιθύμητα αποτελέσματα πάνω στο θαλάσσιο περιβάλλον.
- || η επικινδυνότητα και η πιθανότητα της διάδοσης ασθενειών και παράσιτων από τα καλλιεργούμενα ψάρια στον άγριο πληθυσμό
- || η χρήση φαρμάκων και χημικών και των αποτελεσμάτων τους πάνω στο περιβάλλον.
- || η καταστροφή ορισμένων μονάδων, που έχει ως αποτέλεσμα τη διαφυγή των αρρωστημένων ψαριών, αλλά και γενικότερα ψαριών που μπορεί να εισβάλλουν στα ποτάμια και να διασταυρωθούν με τον άγριο πληθυσμό.

Το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει σε δυσάρεστες συνέπειες για το περιβάλλον, που επιγραμματικά μπορεί να είναι:

1. εντόπιση ή αντικατάσταση των ντόπιων πληθυσμών από άλλα καλλιεργούμενα είδη (π. χ. στις γαρίδες κ.λ.π.)
2. στη μείωση της γενετικής ποικιλομορφίας από τη σχετική ομοιομορφία των καλλιεργούμενων πληθυσμών

3. στη διάδοση ασθενειών, που μπορεί να μεταφερθούν και σε άλλα είδη στο οικοσύστημα.

2. ΦΑΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΥΔΡΟΒΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Δεν αποτελεί δύσκολο γεγονός η αγαγνώριση των προϋποθέσεων για την ίδρυση μιας ιχθυοκαλλιέργειας. Οι προϋποθέσεις, αυτές, είναι:

1. Η εύρεση μιας περιοχής
2. Η εύρεση ενός πληθυσμού ψαριών (φτοκ)
3. Η παροχή του νερού
4. Η παροχή της τροφής
5. Μια πηγή ενέργειας

Τα κριτήρια επιλογής τοποθεσίας πηγάζουν, συνήθως, από τη συνεισφορά της τοποθεσίας στην παροχή οικονομικών οφελών ή στη μείωση του οικονομικού κόστους. Η απόσταση από το κέντρο διάθεσης και πώλησης, η διαθεσιμότητα υποδομής και εύρεση περιοχής σε σχέση με την παρεχόμενη βοήθεια αποτελούν συχνά καθοριστικούς παράγοντες στην ίδρυση και επιλογή τοποθεσίας λειτουργίας μιας μονάδας. Πολλές φορές ιχθυοκαλλιεργητικές μονάδες ιδρύονται σε περιοχές που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες σε τέτοιες ενέργειες ή είναι σε σύγκρουση με παρακείμενες χρήσεις ξηράς (π.χ. τουρισμός, ξενοδοχειακές επιχειρήσεις, κ.λ.π.). Το λιγότερο, που θα μπορούσαμε να υποθέσουμε είναι ότι η ίδρυση παραγωγικής επιχείρησης σε μια περιοχή όπου ένα μέρος της κοινότητας είναι αντιτιθέμενο σε αυτή, θα έχει αυξημένα έξοδα, ή κλίμακα των οποίων θα σχετίζεται, μέχρι ένα ορισμένο βαθμό με την έκταση της αντίθεσης και αν το lobby υποστηρίζεται ή όχι από τις αρχές κανονισμών. Είναι ξεκάθαρο στα ενδιαφέροντα όλων των ομάδων ότι καινούργιες τοποθεσίες θα διαλεχτούν με τέτοιο τρόπο που να περιλαμβάνονται περιβαλλοντικά κριτήρια.

Στα πρώτα χρόνια των ιχθυοκαλλιεργειών, μονάδες θαλάσσης τοποθετήθηκαν σε προστατευμένους κόλπους, όπου τα κύματα δεν ήταν τόσο ψηλά ώστε τα κλουβιά να πάθουν ζημιές. Σε τέτοιες περιοχές, η κίνηση των υδάτων ήταν τόσο χαμηλή έτσι ώστε υπολείμματα τροφής να παραμένουν στο ζήτημα (λάσπη του βυθού της θάλασσας) κάτω από τα δίχτυα των κλωβών. Η εναπόθεση λάσπης κάτω από ορισμένες από τις

παλιότερες ιχθυοκαλλιέργειες στη Νορβηγία, για παράδειγμα, έχει, χωρίς αμφισβήτηση οδηγήσει σε μια άσχημη κατάσταση από πλευράς περιβάλλοντος και αισθητικής σε ορισμένους κόλπους και ορμίσκους κατά μήκος της νορβηγικής ακτής. Οι Νορβηγοί ιχθυοκαλλιεργητές έχουν έτσι διαφωνήσει κατά πολύ για την έγκριση να μετακινηθούν τέτοιες μονάδες σε καινούργιες τοποθεσίες όπου η ανταλλαγή του νερού είναι υψηλή και τα υπολείμματα τροφής και τα απεκρίμματα από τα ψάρια αναμιγνύονται εντελώς και αραιώνουν στο ακταίο ρεύμα του νερού του ωκεανού.

Λάσπη που περιλαμβάνει υπολείμματα τροφής και κόπρανα, γρήγορα γίνεται ανοξική με αποτέλεσμα την έκλυση υδροθείου, αμμωνίας και μεθανίου, τα οποία παράγονται κατά την αποσύνθεση και διαχέονται μέσα στις μάζες του νερού. Τα πρώτα δύο από αυτά τα δημιουργούμενα προϊόντα είναι δηλητηριώδη για όλους τους τύπους ζωής. Τα ίδια τα εκτρεφόμενα ψάρια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα, καθώς δεν έχουν τη δυνατότητα να κολυμπήσουν μακριά, αφού περιορίζονται από τα κλουβιά. Σε τέτοιες περιοχές, το αποτέλεσμα είναι η μειωμένη ανάπτυξη και αυξανόμενη θνησιμότητα των ψαριών.

Οι βιοχημικές και μικροβιακές διαδικασίες στη λάσπη του βυθού κάτω από θαλάσσιες μονάδες είναι πολύ διαφορετικές από αυτές στα ιζήματα γλυκών νερών. Οι διαδικασίες είναι ραγδαίες λόγω της υψηλής συγκέντρωσης θειϊκών αλάτων στα θαλασσόνερα. Σε αναερόβια ιζήματα, τα βακτήρια θα χρησιμοποιήσουν θειϊκά άλατα ως το δέκτη ηλεκτρονίων αντί για οξυγόνο και σε αυτή την αναερόβια διαδικασία αναπνοής, μετατρέπονται τα θειϊκά σε θειούχα. Υδροθείο συνθέτεται, επομένως, σε πολύ μεγαλύτερες ποσότητες σε οργανικά ιζήματα στα θαλάσσια νερά από ότι στα γλυκά νερά, όπου θειούχα συνθέτονται σχεδόν όλα από οξειδοαναγωγή του θείου, περιέχοντας αμινοοξέα. Στα ιζήματα θαλασσίων νερών ακόμα και οι γλυκόζες και τα λιπίδια αυξάνουν τα θειούχα όταν τα βακτήρια ανάγουν αυτά τα συστατικά με θειϊκά όπως στην οξειδωτική οδό.

Εφ' όσον τα θειούχα είναι πολύ τοξικά, ακόμα και στους μικροοργανισμούς, οι οποίοι το μετατρέπουν από θειϊκά, η αποσύνθεση της οργανικής ύλης στα θαλάσσια ιζήματα ελαττώνεται και ουσιαστικά σταματά όταν η συγκέντρωση θειούχων φτάσει τα 500-1000 ppm. Παρόλο που, οι μικροβιακές διαδικασίες στα αναερόβια ιζήματα μπορούν να γίνουν πολύ αργά, λόγω της ανασταλτικής ενέργειας των θειούχων, τα βακτήρια δεν πεθαίνουν οπωσδήποτε. Έχει δηλωθεί ότι παθογενή βακτήρια ψαριών, όπως τα *Vibrio anguillarum* και *Vibrio salmonicida* παραμένουν βιώσιμα σε θαλάσσια

νερά και σε ιζήματα κάτω από μονάδες ψαριών για πολύ καιρό (Enger et al., 1989' Hoff, 1989). Αν το ίζημα επίσης περιέχει υπολειματικά αντιβιοτικά, μπορεί ακόμη και να αποτελέσει ένα θέρετρο ανθεκτικών παθογενών, τα οποία μπορεί να κουβαλούν πλασμίδια με γονίδια για αντίσταση στα αποτελέσματα των αντιβιοτικών (Aoki, 1988' Torsvik et al., 1988). Αυτό αποτελεί μια κατάσταση η οποία δεν είναι παραδεκτή και πρέπει να αποφεύγεται. Οι περιπλοκές τέτοιας επέκτασης των αντιβιοτικών στο περιβάλλον είναι ένα ενδιαφέρον θέμα στον οδηγό υγείας όλης της κοινωνίας και οι ιχθυοκαλλιεργητές πρέπει να δεχτούν την κριτική χωρίς να προσπαθήσουν να ελαττώσουν ή να κρύψουν το γεγονός ότι τόσα πολλά αντιβιοτικά χρησιμοποιούνται στις ιχθυοκαλλιέργειες.

Στα τελευταία πάντως χρόνια η χρήση προληπτικών εμβολιασμών έχει μετριάσει εν μέρη τη χρήση των αντιβιοτικών, αλλά παρόλα ταύτα το πρόβλημα παραμένει.

3. ΧΡΗΣΗ ΑΝΤΙΒΙΟΤΙΚΩΝ

Τα προβλήματα , που δημιουργούνται με τη χρήση αντιβιοτικών από τις ιχθυοκαλλιέργειες μπορούν να ξεπεραστούν ή να μειωθούν αισθητά με σωστές μεθόδους διαχείρισης και λειτουργίας, οι οποίες βασίζονται στη γνώση των παραγόντων που προδιαθέτουν τα ψάρια για ασθένειες, παραγόντων που αυξάνουν την αντίσταση των ψαριών σε ασθένειες και παραγόντων που συνεισφέρουν στην εξάπλωση των ασθενειών. Οι παραπάνω παράγοντες αναφέρονται παρακάτω:

1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΟΙ ΟΠΟΙΟΙ ΠΡΟΔΙΑΘΕΤΟΥΝ ΤΑ ΨΑΡΙΑ ΝΑ ΑΣΘΕΝΗΣΟΥΝ

- Όχι σωστή σύνθεση τροφής
- Απορρίμματα τροφής (υπερβολική ποσότητα τροφής, που καθιζάνει)
- Μόλυνση του περιβάλλοντος του νερού
- Μικροβιακές συνθήκες στο νερό
- Λάθος τεχνολογία ή εσφαλμένη χρήση
- Υψηλές πυκνότητες ψαριών (Μεγάλη ιχθυοπυκνότητα)
- Λάθος τοποθεσίες (μικρός ρευματισμός, μικρό βάθος κ.λ.π.)
- Έλλειψη τοποθεσιών ανακούφισης
- Φτωχή υγιεινή ή έλλειψη υγιεινής

2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΟΙ ΟΠΟΙΟΙ ΑΥΞΑΝΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

II Εμβολιασμός

- II Συστατικά τροφής (βιταμίνες κ.λ.π.)
- II Προφυλάξεις
- II Ανατρεφόμενα με σκοπό τη βελτιωμένη αντίσταση στις ασθένειες (ανθεκτικά στελέχη και ποικιλίες)

3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΟΙ ΟΠΟΙΟΙ ΣΥΝΕΙΣΦΕΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ

- II Ρεύματα νερού / Υδρολογία
- II Μεταφορά του smolt/fingerlings και γεννητόρων
- II Αίμα / απορρίμματα από νεκρά που πετώνται στη θάλασσα ή παραμένουν επί μακρόν στα κλουβιά
- II Διαφυγή ασθενούντων ψαριών

Μια ευρεία ακτίνα χημικών συχνά χρησιμοποιείται στην υδατοκαλλιέργεια (Πιν.1) και υπάρχει αμξανόμενο ενδιαφέρον πάνω στη χρήση τους και τα ποσά που χρησιμοποιούνται στα υδρόβια περιβάλλοντα (cf.e.g. Roed, 1991). Υπάρχουν λίγες λεπτομέρειες στα ολικά ποσά των χημικών που χρησιμοποιούνται παρόλο που καταγραφές σε χρήση αντιβιοτικών από τη Νορβηγία, για παράδειγμα, δείχνουν ότι το 1987 η βιομηχανία ιχθυοκαλλιεργειών χρησιμοποίησε ένα σύνολο 48,5 τόνων (Gray, 1990). Τα ενδιαφέροντα πάνω στη χρήση χημικών περιλαμβάνουν την οικοτοξικολογία ειδικών συνθετών, τη δυνατότητα για βιοσυσσώρευση σε υδρόβιους οργανισμούς και την αντίσταση σε βακτήρια μη στόχους (non target). Τα προβλήματα που λάβαν χώρα με τη χρήση antifouling συνθετών, tributyl tin (χρησιμοποιούμενα ως ένα επικάλυμμα στα δίχτυα θαλασσίων μονάδων κλωβών) περιλαμβάνουν τοξικότητα σε μη - στόχους οργανισμούς (Stepaenson et al., 1986)' βιοσυσσώρευση (Laughin, 1986)' συσσώρευση στη σάρκα των καλλιεργούμενων ψαριών και θνησιμότητα του καλλιεργούμενου στοκ (Short και Thrower, 1986)' οδηγούν την ανάγκη διευκρίνησης για προσεκτική εκτίμηση της χρήσης συγκεκριμένων χημικών στις υδατοκαλλιέργειες.

Σήμερα υπάρχει αξιοσημείωτη διαφωνία πάνω στη χρήση του dichlorvos (Nuvan, Aquaguard), ένα οργανοφωσφορικό σύνθετο που χρησιμοποιείται για το χειρισμό ενάντια στα παρασιτικά κωπήποδα (θαλάσσιες ψείρες). Το dichlorvos είναι ένα γενικό εντομοκτόνο, το οποίο είναι τοξικό σε μια γκάμα λαρβών οστρακόδερμων, καθώς και στις θαλάσσιες ψείρες. Ως ένα αποτέλεσμα του ευρέως φάσματος αποτελέσματος και της δυνατότητας εμφάνισης αγνώστων αποτελεσμάτων, η χρήση του dichlorvos στις υδατοκαλλιέργειες έχει αμφισβητηθεί (Ross, 1990). Πρόσθετα προβλήματα σχετιζόμενα με τη χρήση του dichlorvos περιλαμβάνουν δυνατότητα εμφάνισης τοξικότητας στους ανθρώπους και στρες στα ψάρια κατά τη διάρκεια της θεραπείας (Smith, 1990). Αυτά τα προβλήματα είναι γενικά αναγνωρισμένα σε όλη την ευρωπαϊκή βιομηχανία εκτροφής.

Αντιμικροβιακά σύνθετα χρησιμοποιούνται κατ'επέκταση στις ιχθυοκαλλιέργειες για τη διαχείριση μιας γκάμας βακτηριακών μολύνσεων και στα πρόσφατα χρόνια υπήρξε ένας αριθμός ερευνών πάνω στα οικολογικά αποτελέσματα και *fate* αυτών των συνθέτων. Αποτελέσματα από προηγούμενες μελέτες (cf Samuelsen et al., 1988b), οι οποίες δηλώνουν ότι ορισμένα αντιβιοτικά μπορούν να περιέχονται σε ιζήματα κάτω από μονάδες ψαριών έχουν επιβεβαιωθεί από περισσότερες πρόσφατες μελέτες (Bjorklund και Rabergh, 1991, Hektoen και Berge, 1991). Οι Bjorklund και Rabergh (1991) μέτρησαν συγκεντρώσεις ανάμεσα σε 2,0 και 6,3 μgr οξυτετρακυκλίνης ανά gr ιζήματος κάτω από πέντε μονάδες ψαριών και βρήκαν ότι οι συγκεντρώσεις έπεσαν ανάμεσα στα 0,8 και 2,5 $\mu\text{gr} \cdot \text{gr}^{-1}$ μετά από 12 ημέρες. Οι Kurka Hansen et al. (1991) έχουν δείξει ότι οξυτετρακυκλίνη και οξολικό οξύ περιέχεται στο ίζημα για πάνω από 7 μήνες μετά τη θεραπεία. Η οικολογική σημαντικότητα αυτών των ευρημάτων δεν έχει εκτιμηθεί, αλλά η παρουσία αντιβιοτικών σε ιζήματα μπορεί να επηρεάσει την ικανότητα του ιζήματος να αφομοιώνει απορρίμματα οργανικού άνθρακα από μονάδες ψαριών. Οι Kurka Hansen et al. (1991), για παράδειγμα, μέτρησαν μια αρχική πτώση στην τιμή της μείωσης του θειϊκών αλάτων που ακολούθησε τη χρήση φαρμακευτικής τροφής.

Ένα περισσότερο σημαντικό πρόβλημα σχετιζόμενο με τη συνεχή χρήση αντιμικροβιακών οδών σχετίζεται με την ανάπτυξη ανθεκτικών στελεχών βακτηρίων. Αυτό είναι ένα συχνό πρόβλημα για τις υδατοκαλλιέργειες, όπου ορισμένα παθογενή έγιναν ανθεκτικά (Aoki, 1989, τοποθετημένο στο Austin, 1992). Επιπρόσθετα, υπάρχει η δυνατότητα για

την μεταφορά μέσω πλασμιδίων γενετικού υλικού (*plasmid-mediated*) από ανθεκτικά στελέχη παθογενή των ψαριών σε παθογενή ανθρώπων (Austin, 1992) παρόλο που υπήρξε λίγη δουλειά σχετικά με το θέμα αυτό.

Η δυνατότητα για τη βιοσυσσώρευση ορισμένων χημικών σε οργανισμούς μη-στόχους είναι ένα πρόσθετο πρόβλημα σχετικό με τη χρήση αυτών των συνθέτων στην υδατοκαλλιέργεια. Ίσως το περισσότερο ενδιαφέρον σχετίζεται με τη δυνατότητα άγριων ψαριών και οστρακοειδών (τα οποία μπορεί να ψαρευτούν για αναπαραγωγικούς ή εμπορικούς σκοπούς) να συσσωρεύσουν θεραπευτικά. Οι Hektoen και Berge, για παράδειγμα, βρήκαν ότι σε μια ιχθυοκαλλιεργητική μονάδα αντιβιοτικά που λήφθηκαν από άγρια ψάρια και καβούρια διαμέσου της κατανάλωσης των απορριμμάτων φαρμακευτικής τροφής η οποία είχε κατακαθίσει στο βυθό. Σε εργαστηριακά πειράματα οι Black et al. (1991) βρήκαν ότι τα στρείδια μπορούν να συσσωρεύσουν οξυτετρακυκλίνη (πάνω από 20 ppm μετά από 20 ημέρες), σουλφαμεθοξίνη (πάνω από 2,9 ppm μετά από 7 ημέρες) και ίχνη ορμετροπίνης. Η εργαστηριακή μελέτη από τους Black et al. (1991) καθαρά δείχνει ότι τα στρείδια μπορούν να συσσωρεύσουν θεραπευτικά, αλλά τα αποτελέσματα των ερευνών πεδίου είναι λιγότερο καθαρά. Ο Jones (τοποθετημένο στους Black et al., 1991) βρήκε σουλφαμεθοξίνη και ορμετροπίνη σε άγρια στρείδια, αλλά μια μελέτη από τον Black (Aquaculture and the Environment, 1991) απέτυχε να ανιχνεύσει σουλφαμεθοξίνη σε άγρια στρείδια που διασπάρθηκαν σε μονάδα ψαριών. Παρά την περιορισμένη έκταση της εργασίας, η οποία έγινε, είναι ξεκάθαρο ότι υπάρχουν ορισμένες δυνατότητες για μερικούς άγριους οργανισμούς να συσσωρεύσουν αντιβιοτικά. Αυτό έχει περιπλοκές για την ανθρώπινη υγεία, αφού ψάρια και οστράκα που πιάνονται σε περιοχές ιχθυοκαλλιεργειών δε θα είναι υποκειμενικά στην ίδια περίοδο ανάκλησης, όπως τα εκτρεφόμενα ψάρια.

Τα αποτελέσματα από τέτοιες έρευνες ανέσυραν την ερώτηση του τι θα έπρεπε να είναι η ελάχιστη απόσταση ανάμεσα στις ιχθυοκαλλιέργειες και στις οστρακοκαλλιέργειες, αν τα οστράκα μπορούν να συσσωρεύσουν αντιβιοτικά. Στο παρόν δεν υπάρχει απάντηση σε αυτή την ερώτηση και οι Καναδικές μελέτες πεδίου προτείνουν ότι μπορεί να μην υπάρξει μια απλή ελάχιστη απόσταση, αφού η δυνατότητα για τα οστράκα να συσσωρεύσουν αντιβιοτικά είναι πιθανά εξαρτούμενη από τον τύπο της καλλιέργειας οστράκων (διάσπαρτα ή βυθού) και τις τοπικές υδρογραφικές συνθήκες.

Μπορεί να υπάρχουν, εντούτοις, πλεονεκτήματα στα αναπτυσσόμενα οστράκα στη περιοχή των ιχθυοκαλλιεργειών. Για παράδειγμα, οι

ιχθυοκαλλιέργειες θα μπορούσαν να λειτουργήσουν ως μια πηγή συγκεκριμένων οργανικών υλικών κατά τη διάρκεια περιόδων όταν η συγκέντρωση των φυσικών διαθέσιμων συγκεκριμένων υλικών και του φυτοπλαγκτόν είναι χαμηλή. Επιπλέον, οι Black et al. (1991) προτείνουν ότι η καλλιέργεια οστράκων σε περιοχές μεγάλου επιπέδου ιχθυοκαλλιέργειας θα μπορούσε να μετριάσει οποιαδήποτε δυνατότητα ευτροφισμού προκαλούμενου από τη μονάδα ιχθύων. Σε οποιαδήποτε τέτοια πολυκαλλιέργεια είναι ζωτικό ότι τα καλλιεργούμενα όστρακα είναι ελεύθερα από θεραπευτικά και από οτιδήποτε άλλα χημικά, τα οποία μπορεί να έχουν χρησιμοποιηθεί από την ιχθυομονάδα. Μια στρατηγική θα ήταν να ανατοποθετήσουμε τα όστρακα για να επιτραπεί καθαρισμός πριν τη σοδειά. Οι Black et al. (1991) προτείνουν ότι μια περίοδος 30 ημερών είναι πιθανά ικανοποιητική να διασφαλιστεί ότι οποιαδήποτε συσσωρεύσιμο θεραπευτικό είναι κάτω από το επίπεδο ανίχνευσης. Τα αποτελέσματα από τις μελέτες είναι πιθανά ανεπαρκή να συστήσουν συγκεκριμένες στρατηγικές που θα διασφαλίσουν την ποιότητα των δίθυρων προϊόντων και είναι ξεκάθαρο ότι παραπέρα δουλειά απαιτείται πριν η πολυκαλλιέργεια ψαριών και δίθυρων να μπορεί να λάβει χώρα.

Σε σχέση με τα ενδιαφέροντα πάνω στη χρήση βιοενεργών συνθέτων και αυξανόμενου ποσού πληροφοριών πάνω στα οικολογικά αποτελέσματα τους, έχει γίνει ένας αριθμός προσκλήσεων για τη μείωση στη χρήση των βιοενεργών συνθέτων στην υδατοκαλλιέργεια, ειδικότερα των αντιβιοτικών (Roed, 1991). Επιπρόσθετα, οι αρχές σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες σκοπεύουν να περιορίσουν τα ποσά των βιοενεργών συνθέτων τα οποία φτάνουν στο υδρόβιο περιβάλλον. Ο Roed (1992) για παράδειγμα, δηλώνει ότι το Norwegian Pollution Control Agency θα ζητήσει όλα τα χαμένα φαρμακευτικά pellets τροφής να συλλέγονται από τα ιζήματα κάτω από τα κλουβιά των μονάδων.

4. ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

Τροφή η οποία δεν τρώγεται από ζωοπλαγκτόν, ψάρια ή όστρακα, αλλά συνεχίζει να αιωρείται στις μάζες νερού, θα είναι τροφή για τα βακτήρια. Στις θαλάσσιες μάζες νερού, όπου η εναλλαγή νερού είναι υψηλή και έτσι πλούσια σε οξυγόνο, οι μικροοργανισμοί δε θα συνθέσουν τοξικά υποβιβάσιμα προϊόντα, όπως στα ιζήματα βυθού. Περισσευούμενη τροφή θα μεταβολιστεί σε βιομάζα με τη μορφή βακτηρίων και ζωοπλαγκτόν. Ορυκτά

και ανόργανα αποσυνθεμένα προϊόντα, όπως νιτρικά και φωσφορικά άλατα τα οποία απελευθερώνονται σε αυτή τη διαδικασία θα αφομοιωθούν ξανά από τα άλγη.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη παροχή περισσότερων συστατικών στις πλούσιες σε οξυγόνο θαλάσσιες μάζες νερού είναι ένα αντικείμενο προς συζήτηση από μεγάλο αριθμό ερευνητών. Κάποιοι φαίνεται να φοβούνται ότι τα υπολείμματα τροφής των ψαριών και τα απεκκρίματα τους αντιπροσωπεύουν έναν κίνδυνο ευτροφισμού του θαλάσσιου περιβάλλοντος και διαφωνούν κατά την παραπέρα εξάπλωση με το να αναφέρονται στο περιεχόμενο αζώτου, φωσφορικών αλάτων και ολικής οργανικής ύλης, τα οποία ελευθερώνονται από μονάδες ψαριών. Μπορεί να βοηθήσει η σύγκριση της εισαγωγής περισευούμενης τροφής με τη φυσική εισαγωγή οργανικών και ανόργανων συστατικών στο θαλάσσιο περιβάλλον και ποιοτικά και ποσοτικά.

Πολλά από τα πρώτα ενδιαφέροντα των αποτελεσμάτων της ανάπτυξης των ιχθυοκαλλιεργειών σχετίζονται με τη δυνατότητα των υδατοκαλλιεργειών να δημιουργηθεί εμπλουτισμός των υδρόβιων οικοσυστημάτων από την εναπόθεση ειδικών οργανικών και διαλυμένων ανόργανων αποβλήτων. Τα ποσά των απορριμμάτων που παράγονται από την εντατική εκτροφή ψαριών μπορούν να καταλογιστούν με το να ληφθούν υπόψιν οι διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών (Gowen και Bradbury, 1987 και αναφορές που τοποθετούνται εκεί μέσα) ή διαμέσου πειραμάτων και της ίδρυσης μιας μαζικής ισορροπίας μοντέλων της ροής των διατροφικών συστατικών μέσω μιας καλλιέργειας (cf. Penczak et al., 1982' Hall et al., 1990). Γενικά, υπάρχει μια σχετική συμφωνία ανάμεσα σε διαφορετικές μελέτες όσον αφορά την κλίμακα του ποσού απορριμμάτων υλικών που παράγονται από τις ιχθυοκαλλιέργειες. Έτσι, οι Bergheim et al. (1992) προτείνουν ότι μια τυπική Νορβηγική θαλάσσια μονάδα κλωβών που παράγει 200 τόνους ψάρι ανά χρόνο θα , σε κύκλο παραγωγής ενός έτους, παράγει 2 τόνους φωσφόρου και 18 τόνους νιτρογενών απορριμμάτων.

Ο εμπλουτισμός του οικοσυστήματος του θαλάσσιου βυθού από συγκεκριμένα απόβλητα άνθρακα (μη φαγώσιμη τροφή και υλικά κοπράνων) έχει μελετηθεί πολύ καλά σε σχέση με την καλλιέργεια ψαριών σε θαλάσσια κλουβιά (Brown et al., 1987' Ritz et al., 1989' Weston, 1990). Οι συνέπειες των απορριμμάτων κοπράνων και ψευδοκρπράνων από καλλιέργεια διθύρων έχει επίσης ερευνηθεί (Dahlback και Gunnarsson, 1981' Mattsson και Linden, 1983). Οι αλλαγές, οι οποίες έγιναν (Πιν,2) , είναι κοινές και για τους δύο

τύπους υδατοκαλλειργειών και έχουν πρόσφατα αναθεωρηθεί από τους Gowen et al. (1992).

Για ορισμένα θέματα χημείας ιζημάτων που έχουν μελετηθεί, τα ιζήματα θαλασσίων και γλυκών υδάτων φιαφέρουν. Η βασική διαφορά έχει σχέση με τη σημαντικότητα της μείωσης των θειϊκών αλάτων ως μια οδός για αναερόβια αποσύνθεση των οργανικών αποβλήτων. Σε σύγκριση με τα γλυκά νερά, τα θαλάσσια νερά περιέχουν μεγάλες ποσότητες θειϊκών. Έτσι, η μετατροπή του οργανικού άνθρακα από βακτήρια και η μείωση των θειϊκών είναι ποσοτικά πιο σημαντική στα θαλάσσια ιζήματα από ότι στα ιζήματα γλυκών υδάτων (Jones, 1985). Στα γλυκά νερά η απονιτροποίηση και η μεθανογένεση είναι μάλλον τα κύρια μονοπάτια από τα οποία γίνεται η αποσύνθεση του οργανικού άνθρακα. Η εναπόθεση οργανικών απορριμμάτων από μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα σε αυξανόμενες αναλογίες τη μείωση των θειϊκών σε σύγκριση με τα μη εμπλουτισμένα ιζήματα (cf. Holmer, 1992) και στις τοποθεσίες όπου θαλάσσια ιζήματα λαμβάνουν μεγάλες ποσότητες οργανικών απορριμμάτων, αυξανόμενη μικροβιακή εγέργεια μπορεί να προκαλέσει την απελευθέρωση αερίων (outgassing) από τα ιζήματα (Gowen et al., 1988). Η ανάλυση των αερίων που ελευθερώνονται από τα θαλάσσια ιζήματα δηλώνει ότι οι φούσκες αερίων αποτελούνται κατά μεγάλο μέρος από διοξείδιο του άνθρακα (70%), μεθάνιο (18%) και υδρόθειο (2%) (Samuelsen et al., 1988a). Μελέτες από τον Ervik (Aquaculture and the Environment, 1991), εντούτοις, δηλώνουν ότι ουσιαστικά όλο το υδρόθειο σε αέριες φούσκες που φεύγουν από την επιφάνεια των ιζημάτων κάτω από τις μονάδες θαλασσίων κλωβών οξειδώνεται μέχρι οι φούσκες να φτάσουν ένα ύψος των 10 m πάνω από το βυθό της θάλασσας.

Η εναπόθεση οργανικών υλικών κάτω από μονάδες διθύρων μπορεί να είναι τέτοια ώστε οι καλλιεργητές διθύρων να αναγκάζονται να τις μετακινήσουν σε άλλες περιοχές περιοδικά και να χρησιμοποιήσουν μηχανικά μέσα για να διευκολυνθεί η μετακίνηση των απορριμμάτων (Rosenthal et al., 1988 και αναφορές τοπρηθετημένες εκεί μέσα). Η εξαγωγή αερίων από τα ιζήματα κάτω από μονάδες θαλασσίων κλωβών έχει οδηγήσει πολλές φορές σε μια χειροτέρευση της υγείας των ψαριών και έχει μειώσει την παραγωγή σε ανεξάρτητες μονάδες (Braaten et al., 1983). Αυτό το αποτέλεσμα, το οποίο αναφέρεται ως 'souring', έχει δοθεί ως παράδειγμα για το πώς η ικανότητα του οικοσυστήματος να αφομοιώσει τα απόβλητα

μονάδων ψαριών μπορεί να ξεπεραστεί και η μακρόχρονη χρησιμοποίηση μιας περιοχής να καταστρέψει την περιοχή αυτή.

Ερευνητές που διεξήγαν μια προκαταρκτική μελέτη στη Σκωτία, ανίχνευσαν μόνο υδροθείο στην στήλη του νερού (Aquaculture and the Environment, 1991) κοντά στην επιφάνεια του ιζήματος σε δύο μακριά τοποθετημένες ιχθυοκαλλιέργειες, οι οποίες προκάλεσαν ένα υψηλό σημείο εμπλουτισμού κάτω από τους κλωβούς. Είναι πιθανό ότι σε περιοχές καλά τοποθετημένων μονάδων η διαθεσιμότητα των θειϊκών μέσα στο ιζημα είναι περιορισμένη έτσι ώστε η αντικατάσταση του άνθρακα να επιτυγχάνεται από άλλα βακτήρια (π.χ. μεθανογενή βακτήρια). Η απουσία του υδροθείου κοντά στα νερά της επιφάνειας σε δύο Σκωτσέζικες μονάδες δημιουργεί αμφιβολίες για την ανάμιξη του υδροθείου στη χειροτέρευση της υγείας των ψαριών. Είναι ξεκάθαρο από έναν αριθμό παραδειγμάτων (cf. Rosenthal και Rangeley, 1989), εντούτοις, ότι παρόλο που οι αιτίες παραμένουν άγνωστες, η οικολογική αλλαγή που προκαλείται από τα μονάδες ψαριών μπορεί να δημιουργήσει μια χειροτέρευση στην υγεία των ψαριών. Επιπλέον υπάρχει μια αυξανόμενη αποδοχή από τους ιχθυοκαλλιεργητές ότι ο εμπλουτισμός του βυθού της θάλασσας μπορεί να είναι ένας συμβάλλον παράγοντας στην μειωμένη παραγωγικότητα σε ορισμένες περιοχές (Aquaculture and the Environment, 1991). Γενικά, φαίνεται ότι η φτωχή υγεία των ψαριών είναι αποτέλεσμα από τον εμπλουτισμό από βένθος και συνέβη μόνο σε ρηχές, χαμηλής ροής περιοχές. Εντούτοις, ο εμπλουτισμός με βένθος μπορεί να μην είναι η μοναδική αιτία του 'souring'. Η περίπτωση της British Columbia για παράδειγμα, έδειξε ότι μια μεταβολή στις συνθήκες μπορεί να συμβεί και σε μονάδες σε περιοχές όπου το βάθος του νερού είναι 300 m. Τέτοιες αλλαγές είναι απίθανο να είναι αποτέλεσμα του βενθικού εμπλουτισμού, αλλά μέχρι σήμερα η αιτία παραμένει άγνωστη (Aquaculture and the Environment, 1991).

Μελέτες από τους Gowen et al. (1988) έδειξαν ότι σε μονάδες σε περιοχές με ένα βάθος νερού των 20-25 m και με μια μέση ταχύτητα ρεύματος περίπου του $0,05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ τα αποτελέσματα του εμπλουτισμού (καθορισμένη από κατασκευές κοινωνίας μακροπανίδας και δυνατότητα αναγωγής του ιζήματος) δεν μπορούν να εξαφανιστούν πέρα από μια απόσταση των περίπου 30 m από τους κλωβούς. Υπάρχουν, εντούτοις ορισμένες εξαιρέσεις σε αυτό το γεγονός, για παράδειγμα στο Weston (1990) που παρατηρήθηκε εμπλουτισμός περίπου 100 m από μια μονάδα στο Puget Sound, στη Washington State . Καθαρά, σε ακταίες περιοχές όπου

υπάρχει λιγότερη μετακίνηση νερού καθώς και στα γλυκά νερά, ο διασκορπισμός των οργανικών αποβλήτων των μονάδων θα είναι μικρότερος, και έτσι αυξάνεται η πιθανότητα ότι θα συσσωρευθούν, ως αποτέλεσμα του "souring" της περιοχής.

Η δυνατότητα για ευτροφισμό (τροφικός εμπλουτισμός) των θαλάσσιων και εσωτερικών υδάτων διαμέσου των απεκκριμάτων των διαλυτών απορριμμάτων των ιχθυοκαλλιεργειών με τη μορφή ανόργανου αζώτου και φωσφόρου έχουν αναθεωρηθεί από τους Gowen et al. (1990) και τον Persson (1992).

Ο ευτροφισμός, ο ίδιος, δεν είναι ένα οικολογικό πρόβλημα. Το ενδιαφέρον σχετίζεται με τη δυνατότητα για αυτά τα συστατικά να διεγείρουν την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτόν, το οποίο είναι το πρώτο στάδιο στην διαδικασία του ευτροφισμού, και το γεγονός αυτό αποτελεί την αύξηση του τροφικού στάτους μιας στήλης νερού. Οι επιπτώσεις του ευτροφισμού για την οικολογία του φυτοπλαγκτόν μπορούν να περιέχουν: αύξηση της βιομάζας των αλγών, αλλαγή στη σύνθεση των ειδών, αύξηση της συχνότητας της άνθισης των αλγών, διακυμάνσεις του διαλυμένου οξυγόνου, με ανοξικές συνθήκες σε χαμηλής ενέργειας περιβάλλοντα. Σε σχέση με τα γλυκά νερά, ο Persson (1992) δηλώνει ότι η αυξανόμενη πλαγκτονική και βενθική ανάπτυξη των αλγών, που οδηγεί σε μείωση της διαφάνειας και την εξάντληση οξυγόνου είναι γεγονότα που έχουν σχετιστεί με εισαγωγές φωσφόρου από τις ιχθυοκαλλιέργειες.

Αμφισβητήθηκε ότι τα ποσά του αζώτου και φωσφόρου που εισάγονται στα παράκτια νερά από υδατοκαλλιέργειες είναι μικρά συγκρινόμενα με άλλες ανθρωπογενείς πηγές και ότι σε σύγκριση, οι συνέπειες των υδατοκαλλιεργειών πάνω στα παράκτια νερά είναι παραταύτα ελάχιστες. Ο Ackefors και Enell (1990) για παράδειγμα, προτείνουν ότι η απελευθέρωση αζώτου και φωσφόρου από Σουηδικές υδατοκαλλιέργειες αντιπροσωπεύουν το 0,02 και 0,05 % του εισερχόμενου αζώτου και φωσφόρου στα Σουηδικά παράκτια νερά, αντίστοιχα. Πάνω στη βάση της σύγκρισης ανάμεσα στα εισαγόμενα συστατικά μέσα σε εκβολές διαφορετικού τροφικού στάτους στις Ηνωμένες Πολιτείες και της εναπόθεσης των συστατικών στα Σκωτσέζικα δυτικά παράκτια νερά από υδατοκαλλιέργειες, οι Gowen και Ezzi (1992) διαφωνούν ότι η υψηλή κλίμακα ευτροφισμού των Σκωτσέζικων δυτικών παράκτιων υδάτων μπορεί να θεωρηθεί ως ένα αποτέλεσμα της ανάπτυξης υδατοκαλλιεργειών. Τέτοιο συμπέρασμα πιθανόν ανταποκρίνεται σε άλλες χώρες όπου υψηλή κλίμακα

ανάπτυξης ιχθυοκαλλιεργειών έχει λάβει χώρα, για παράδειγμα στην Ιρλανδία. Για να είναι αξιόπιστες τέτοιες συγκρίσεις πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν την κλίμακα των συστατικών που απελευθερώνονται από ιχθυοκαλλιεργητικές μονάδες σε σχέση με έναν αριθμό παραγόντων που είναι σημαντικός. Οι Bergheim et al. (1992) προτείνουν ότι παρόλο ότι η εισαγωγή του αζώτου και φωσφόρου από Νορβηγικές υδατοκαλλιέργειες είναι μικρές (8 και 14 % , αντίστοιχα) σχετικά με τα ολικά Νορβηγικά απεκκρίματα στην Βόρεια Θάλασσα, σε αρκετές περιοχές η συνεισφορά από υδατοκαλλιέργειες μπορεί να είναι τόσο υψηλή όσο 40 % της ολικής εναπόθεσης συστατικών.

Στα εσωτερικά ύδατα υπάρχουν λιγότερα παραδείγματα πάνω στα αποτελέσματα των ιχθυοκαλλιεργειών του στάτους των θρεπτικών συστατικών και της οικολογίας του φυτοπλαγκτόν στα παράκτια νερά. Υπάρχουν αναφορές αυξανόμενων συγκεντρώσεων φωσφόρου ως ένα αποτέλεσμα λειτουργίας ιχθυοκαλλιεργειών σε ένα αριθμό παράκτιων περιοχών στη Φιλανδία (Mäkinen και Rumsianinen, 1987) και αναβίβασιμα επίπεδα της χλωροφύλλης που σχετίζονται με τη βιομάζα φυτοπλαγκτόν που έχει αναφερθεί από μια παράκτια περιοχή της Φιλανδίας (Isotalo et al., 1985). Σε αυτή τη συγκεκριμένη περίπτωση, εντούτοις, η αύξηση της βιομάζας μπορεί να έγινε σύμφωνα με τη συσσώρευση της βιομάζας παρά της ανάπτυξης, αφού η αύξηση είχε παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια μιας περιόδου όπου η ανταλλαγή ανάμεσα σε παράκτια νερά και πιο ανοιχτά ακταία νερά ήταν περιορισμένη. Μια πρόσφατη μελέτη από τους Gowen και Ezzi (1992), απέδειξε ότι ο θρεπτικός εμπλουτισμός μιας μικρής βάσης από τις ιχθυοκαλλιέργειες πήρε μέρος, αλλά δεν υπήρχαν σχετικές αλλαγές στην οικολογία του φυτοπλαγκτόν. Αυτή η μελέτη η οποία , έγινε σε μια παράκτια περιοχή με μια παλιρριακή ακτίνα των 5 m, παρέχει αποδείξεις για το τι έχει αναφερθεί ως η δυνατότητα προβλήματος και ως τέτοιο που ήταν πιθανό μόνο να συμβεί σε χαμηλής ενέργειας παράκτια περιβάλλοντα. Η μελέτη επίσης δείχνει ότι ο θρεπτικός εμπλουτισμός από ιχθυοκαλλιέργειες δεν οδηγεί υποχρεωτικά σε ευτροφισμό και αυτό έχει περιπλοκές στο σχεδιασμό της ανάπτυξης ιχθυοκαλλιεργειών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

**ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ
ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
ΜΕ ΤΗΝ ΑΓΡΙΑ ΖΩΗ**

Υπάρχουν πολλές κατηγορίες ότι η ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών έχει μια αρνητική επίδραση στην άγρια ζωή, ειδικά σε πουλιά και θηλαστικά θηρευτές, τα οποία προσελκύονται σε περιοχές όπου υπάρχουν υδατοκαλλιέργειες (Scottish Wildlife and Countryside Link, 1988' Whikde, 1990). Η Scottish Wildlife and Countryside Link (1988), για παράδειγμα, κατέγραψε πιθανά προβλήματα τα οποία δημιουργούνται από την επίδραση των υδατοκαλλιεργειών πάνω σε τοπικούς πληθυσμούς και αναφέρονται σε αυξανόμενη θνησιμότητα (με πρόθεση ή χωρίς πρόθεση σε μονάδες ψαριών και οστρακοειδών), καθώς και στην αυξανόμενη κίνηση των δρόμων κοντά σε υδατοκαλλιέργειες, που διαταράσσει τους αναπτυσσόμενους πληθυσμούς των πουλιών και των θηλαστικών. Ορισμένες έρευνες που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια (cf. NCC, 1990 και αναφορές που βρίσκονται εκεί) καταλογίζουν το επίπεδο θνησιμότητας αρπακτικών ειδών σε περιοχές υδατοκαλλιεργειών, αλλά οι πληροφορίες πάρθηκαν με τη μορφή ερωτηματολογίων σταλμένα σε ιχθυοτρόφους. Τα αποτελέσματα από τέτοιες έρευνες πρέπει να χρησιμοποιηθούν με κάποια προσοχή λόγω της έλλειψης καλής πληροφόρησης. Παρ' ταύτα το UK Nature Conservancy Council (NCC, 1990) πρότεινε ότι υπάρχουν λίγες αποδείξεις ότι η ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιεργειών γλυκών νερών στην Σκωτία προκάλεσε σημαντική διαταραχή στους άγριους πληθυσμούς.

Πολλές εργασίες έχουν γίνει όσον αφορά τα προβλήματα τα οποία βγαίνουν στην επιφάνεια ως ένα αποτέλεσμα της μεταφοράς και εισαγωγής νέων ειδών. Για παράδειγμα, μπορεί να υπάρξουν αλλαγές στη βιο-ανομοιογένεια ενός οικοσυστήματος ή εισαγωγή παθογενών που σχετίζονται με τα είδη αυτά (βλέπε παράδειγμα Rosenthal, 1976). Ως αποτέλεσμα υπάρχουν στη σημερινή εποχή κώδικες εφαρμογής (ICES/EIFAC), οι οποίοι καλύπτουν τις διαδικασίες οι οποίες πρέπει να βγουν εις πέρας όταν ληφθεί υπόψιν η μεταφορά ή εισαγωγή ενός είδους. Είναι έτσι πιθανόν, ότι αν αυτοί οι κώδικες εφαρμογής προσχωρήσουν, οι κίνδυνοι που σχετίζονται με τη μεταφορά και εισαγωγή των ειδών για σκοπούς καλλιέργειας θα είναι ελαχιστοποιημένα (Aquaculture and the Environment, 1991).

Σήμερα υπάρχει αξιοσημείωτη διαφωνία πάνω στο δυναμικό για τη γενετική αλληλεπίδραση ανάμεσα στους άγριους και εκτρεφόμενους οργανισμούς, για παράδειγμα, η αλληλεπίδραση ανάμεσα στους εκτρεφόμενους και άγριους ατλαντικούς σολομούς (Hansen, 1991). Τα

ενδιαφέροντα συγκεντρώνονται γύρω από τη διαφωνία ότι τα προγράμματα εκτροφής στην υδατοκαλλιέργεια έχουν ρυθμίσεις πάνω στα εκτρεφόμενα ψάρια τα οποία θα είναι λιγότερο καλά προσαρμοσμένα από ότι τα άγρια. Έτσι εσωαναπαραγωγή ανάμεσα σε σημαντικούς αριθμούς άγριων και εκτρεφόμενων ψαριών θα είχε ως αποτέλεσμα προηγούμενα χαμένα σημαντικά χαρακτηριστικά και θα γινόταν λιγότερο καλά προσαρμόσιμο στην άγρια φύση. Μέχρι προσφάτως αυτά τα ενδιαφέροντα βασίζονταν κατά μεγάλο μέρος πάνω σε θεωρητικά ενδιαφέροντα και γνώμες πάνω στη πιθανότητα για γενετική αλληλεπίδραση διαφοράς (cf. NASCO, 1989). Είναι ξεκάθαρο, εντούτοις, ότι τα εκτρεφόμενα ψάρια μπορούν να διαφύγουν και έχουν πιαστεί στη θάλασσα και σε ποταμούς. Για παράδειγμα, ο Gudjonsson (1991) βρήκε ότι το 1988 15,9 % των σολομών που πιάστηκε (ανάμεσα σε 2000 και 4000) στον ποταμό Ellidaar (Ισλανδία) ήταν εκτρεφόμενης και μιγαδικής καταγωγής. Το 1989 το ποσοστό ήταν 30,1 %. Βασιζόμενος σε αποτελέσματα από ένα αριθμό ποταμών, ο Gudjonsson (1991) συμπέρανε ότι αυξανόμενοι αριθμοί σε διαφυγόντα εκτρεφόμενων ψαριών και "αδέσποτων" από μιγάδες του ωκεανού μπαίνουν σε ποτάμια (συχνά ανερχόμενα σημαντικές αποστάσεις) στη νοτιοδυτική Ισλανδία και ότι η αύξηση ήταν σε αναλογία με την αύξηση των ιχθυοκαλλιεργειών. Επιπρόσθετα, παρόλο που αυτά τα ψάρια γενικά μπαίνουν σε ποτάμια αργότερα μέσα στο χρόνο από ότι τα άγρια ψάρια έδειξαν να είναι σεξουαλικά ώριμα, παρόλο που ο Hansen (1991) πρότεινε ότι υπάρχει κάποια απόδειξη ότι ο εκτρεφόμενος σολομός είναι λιγότερο αποτελεσματικός όσον αφορά την ωορρηξία από ότι τα άγρια ψάρια. Παρα ταύτα, τα ευρήματα των ερευνητών όπως του Gudjonsson μαζί με τη δουλειά πάνω στο γενετικό "φτιάξιμο" των άγριων και εκτρεφόμενων σολομών (cf. e. g. Cross, 1992) ο οποίος προτείνει ότι οι εκτρεφόμενοι ατλαντικοί σολομοί και άγρια στοκ είναι γενετικά διαφορετικοί, έδειξαν ότι η αναπαραγωγή ανάμεσα σε άγρια και εκτρεφόμενα ψάρια αποτελεί μια πιθανότητα καταστροφική στους άγριους πληθυσμούς.

Ως αποτέλεσμα των ενδιαφερόντων πάνω στη γενετική αλληλεπίδραση ανάμεσα στα άγρια και εκτρεφόμενα /μιγάδες ψάρια στην Ισλανδία, ένας αριθμός κανονισμών ιδρύθηκε που περιλαμβάνει μια απαίτηση το εθνικό στοκ να χρησιμοποιηθεί για την ανύψωση ποταμών και για ποτάμια με μια ετήσια αλιεία άγριου πληθυσμού με υπερβάλλουσα τα 500 ψάρια και η εκτροφή σε κλωβούς πρέπει να είναι 15 km από την εκβολή του ποταμού.

Ένα δεύτερο θέμα σχετικό με την αλληλεπίδραση ανάμεσα στα διαφυγόντα εκτρεφόμενα ψάρια και τους άγριους πληθυσμούς είναι ο ανταγωνισμός για το ρόλο του κάθε οργανισμού στο οικοσύστημα. Μια πρόσφατη αναφορά από το Nature Conservancy Council της Σκωτίας (1990) προτείνει ότι στη Σκωτία τουλάχιστον υπάρχει ορισμένη πιθανότητα για αλληλεπιδράσεις συμπεριφοράς ανάμεσα στα εκτρεφόμενα και άγρια ψάρια στα γλυκά νερά. Υπάρχει εντούτοις μια έλλειψη πληροφοριών πάνω στην οποία ποσοτικοποιούνται αυτά οι κίνδυνοι και η αναφορά προτείνει ότι παραπέρα μελέτες συμπεριφοράς είναι απαραίτητες πριν οποιαδήποτε ποσοτική εκτίμηση να μπορεί να γίνει.

Σε παράκτια νερά έχουν γίνει πολλές παρατηρήσεις σε συναθροίσεις άγριων ψαριών στην περιοχή μονάδων κλωβών αλλά είναι δύσκολο να καταλογιστεί η οικολογική σημαντικότητα αυτού. Μια πρόσφατη μελέτη των αποτελεσμάτων της υδατοκαλλιέργειας σε φυσικούς πληθυσμούς ψαριών σε Φιλανδικά παράκτια νερά (Henriksson, 1991) συμπέρανε ότι υπήρχαν σημαντικές αλλαγές στην κατασκευή του πληθυσμού και της βιομάζας των ψαριών στη περιοχή των ιχθυοκαλλιεργειών και ότι "στρατολόγηση" ψαριών πιστευόταν να συμβαίνει κοντά σε μονάδες λόγω της μεγαλύτερης παροχής τροφής. Τα αποτελέσματα της μελέτης από τον Henriksson (1991) είναι κατά πολύ σε συμφωνία με τα αποτελέσματα μιας μελέτης από τους Koivisto και Blomqvist (τοποθετημένο από τον Henriksson, 1991) η οποία δηλώνει ότι οι ιχθυοκαλλιέργειες μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στους πληθυσμούς ψαριών συμπεριλαμβανομένων αλλαγών στη σύνθεση ειδών, τη βιομάζα και την αφθονία. Η μελέτη από τον Henriksson (1991) μόνο κάλυπτε μια περίοδο των δύο μηνών και σε ορισμένα σημεία της μελέτης μόνο μιας μόνο ημέρας ψάρεμα έγινε. Έτσι, ενώ η μελέτη δείχνει ότι η ιχθυοκαλλιέργεια μπορεί να επηρεάσει τους πληθυσμούς των άγριων ψαριών σε βραχεία διαστήματα, είναι καθαρά σημαντικό να καθορίσουμε ποιές, αν υπάρχουν, είναι οι μακροπρόθεσμες αλλαγές και αν ή όχι οποιαδήποτε τέτοια αποτελέσματα περιλαμβάνουν εμπορικά είδη ψαριών. Μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση που έγινε από τους Christensen et al. (1991) ήταν ότι πολλά πλατύψαρα στη περιοχή των μονάδων κλωβών είχαν pellets τροφής στα στομάχια τους. Οι Christensen et al. (1991) προτείνουν ότι αυτό μπορεί να μειώσει το επίπεδο του οργανικού εμπλουτισμού κάτω από τις ιχθυοκαλλιεργητικές μονάδες παρόλο που η σημαντικότητα αυτού αναμένεται να αξιολογηθεί.

Σε αυτές τις τοποθεσίες όπου ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών παίρνει μέρος υπάρχει καθαρά η πιθανότητα για τη μεταφορά παθογενών ανάμεσα στο εκτρεφόμενο στοκ και τους άγριους πληθυσμούς. Θα πρέπει να γίνει κατανοητό, εντούτοις, ότι τέτοια μεταφορά είναι μια αμφίδρομη διαδικασία στην οποία η μεταφορά παθογενών από τα άγρια στα εκτρεφόμενα στοκ μπορεί επίσης να συμβεί. Ένας αριθμός μελετών στη Σκωτία (cf. NCC, 1990) απέτυχαν να καθορίσουν με γεγονότα τη μεταφορά παθογενών από εκτρεφόμενα σε γλυκά νερά ψάρια στα άγρια και δεν υπάρχουν καλά τεκμηριωμένες υποθέσεις της μεταφοράς παθογενών σε θαλάσσιες ιχθυοκαλλιεργητικές μονάδες κλωβών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

**ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ
ΙΧΘΥΟΚΑΛΜΙΕΡΓΕΙΕΣ**

1. ΓΕΝΙΚΑ

Η σημαντικότητα της ποιότητας του νερού αναφέρθηκε παραπάνω ιδίως για εντατικής μορφής καλλιέργεια ψαριών. Όμως οι περισσότεροι ιχθυοκαλλιεργητές δε λαμβάνουν τόσο σοβαρά υπόψη την ποιότητα του νερού. Πρόσφατα εκτιμάται ότι η φτωχή ποιότητα νερού συνεισφέρει στη μείωση της ανάπτυξης και της τιμής τρρφικής μετατροπής (FCR) σε ένα αυξανόμενο περιστατικό ασθένειας και αυξάνει τις τιμές θνησιμότητας. Πολλοί καλλιεργητές και επιστήμονες που ασχολήθηκαν με το θέμα της ποιότητας του νερού έχουν διαλέξει λάθος τεχνικές, εξοπλισμό και μεθόδους. Κι αυτό διότι δεν ξέρουν να βρίσκουν μέσω δειγματοληψιών τις διακυμάνσεις της ποιότητας του νερού.

Η ποιότητα του νερού είναι ένα βασικό ενδιαφέρον για οποιοδήποτε ενδιαφέρεται για τα ψάρια καθώς αυτό είναι το μέσο μέσα στο οποίο ζουν. Η αναγνώριση των συνθηκών ποιότητας νερού οι οποίες είναι πιο πιθανό να οδηγήσουν σε επιτυχία είναι έτσι ένα θεμελιώδες ενδιαφέρον στο διευθύνων σύμβουλο της αλιείας, που ενδιαφέρεται στο να διατηρήσει φυσικούς πληθυσμούς. Οι καλλιεργητές ψαριών εγδιαφέρονται για την αύξηση της φυσικής παραγωγικότητας και τα αναπτυσσόμενα ψάρια σε συστήματα εντατικής καλλιέργειας. Ο ερευνητής θέλει να διατηρήσει συστήματα ενυδρείων για στοκ ψαριών ή καλές σπνθήκες για γενετικές, θρεπτικές, ασθενικές και τοξικές μελέτες. Και ο ερασιτέχνης ή ο επαγγελματίας ενδιαφέρεται για τη διατήρηση του σπιτιού, στοκ ή για ενυδρεία θεάματος. Υπάρχει μεγάλη πρόοδος στην τεχνολογία των υδατοκαλλιεργειών στις τελευταίες δύο δεκαετίες. Εντούτοις, ένας αυξανόμενος αριθμός μεγάλων λαθών από εμπορικές βιομηχανίες στην υδατοκαλλιέργεια έχει δείξει ότι υπάρχει αδυναμία στη βασική πληροφόρηση πάνω στην ποιότητα νερού και ότι αυτό παίζει ένα ρόλο κλειδί στο ολικό σύστημα εμφάνισης (Rosenthal, 1989' Myrseth, 1990, στο Girin και Secretan, 1990' Poxton, 1990). Τα υψηλού επιπέδου, μοντέρνας παραγωγής συστήματα έχουν συχνά αποτύχει μετά από ένα αριθμό ετών λειτουργίας λόγω των άγνωστων απαιτήσεων της ποιότητας του νερού κάτω από ένα δεδομένο σεν λειτουργικών περιστάσεων. Οι περισσότερες από τις πρόσφατες επιτυχίες στην ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών στην Ευρώπη έχουν σχετιστεί με τεχνολογίες αναπτυσσόμενες σε περιοχές ανοικτών υδάτων όπου εκτατικές παροχές φυσικού νερού είναι εύκαιρες.

2. ΣΩΣΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΕΚΤΡΟΦΗ ΙΧΘΥΩΝ

Ένα αναπτυσσόμενο σώμα πληροφοριών πάνω στην ποιότητα νερού έχει συσσωρευθεί, ειδικά σε σχέση με τη μόλυνση και την ανάγκη να προστατευθούν νησιώτικες και παράκτιες ιχθυοκαλλιέργειες. Στη Βόρεια Αμερική πολλές από τις πρώτες εργασίες έχουν καθιερωθεί πάνω στην ποιότητα νερού από το US Federal Water Pollution Control Administration (USFWPCA), US National Academies of Sciences (NAS) και of Engineering (NAE) και από το US Environmental Protection Agency (USEPA). Οι ανακοινώσεις τους είναι γνωστές ευρέως σύμφωνα με τα χρώματα των καλύψεων τους όπως τα πράσινα, μπλε και κόκκινα βιβλία, αντίστοιχα (USFWPCA, 1968, NAS/NAE, 1973, USEPA, 1977). Μια χρήσιμη περίληψη του EPA κόκκινου βιβλίου έγινε από τους Thurston et al. (1979). Κριτήρια ποιότητας νερού στα Ευρωπαϊκά γλυκά νερά μελετήθηκαν από την European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) και συνοψίζονται από τους Alabaster και Leoyd (1980). Δεν υπάρχει καμιά ισότιμη πληροφορία όσον αφορά τα θαλάσσια νερά, αλλά οι Alabaster (1974), Poxton και Allouse (1982) αναγνώρισαν τις συνθήκες οι οποίες είναι και οι δύο λογικά ασφαλής και άμεσα ζημιολόγες στους φυσικούς πληθυσμούς. Οι Krom και van Rijn (1989) συζήτησαν τις ομοιότητες και τις διαφορές ανάμεσα στα νερά θαλάσσης και στα γλυκά νερά που επηρεάζουν τις εντατικές ιχθυοκαλλιέργειες σε λίμνες. Αυτές οι μελέτες επίσης τράβηξαν την προσοχή σε κάποιες από τις σύνθετες αλληλεπιδράσεις οι οποίες υπάρχουν ανάμεσα σε σημαντικές παραμέτρους και εξηγούν που οδήγησε η έλλειψη τέτοιας γνώσης που υπήρχε από την παλιά βιβλιογραφία.

Οι απαιτήσεις της ποιότητας νερού για εντατική υδατοκαλλιέργεια έχει αναθεωρηθεί από τους Wickins (1981), Boyd (1982), Poxton και Allouse (1982), Krom και van Rijn (1989), Meade (1989) και Poxton (1990), ενώ θέματα ποιότητας νερού που παράγουν στρες στις εντατικές ιχθυοκαλλιέργειες αναθεωρήθηκαν από τους Smart (1981), Wedemeyer (1981), Poxton και Allouse (1982), Colombo et al. (1990) και Poxton (1990). Ο τελευταίος συγγραφέας υπέδειξε ότι ρεαλιστικά κριτήρια έπρεπε ακόμα να καθοριστούν αν και η απαιτούμενη πληροφόρηση πάνω στη μακρόχρονη χρονική τοξικότητα κάτω από συνθήκες εντατικής εκτροφής ήταν γενικά μη διαθέσιμη.

Για παράδειγμα, τα αποτελέσματα σύνθετων μειγμάτων των υψηλών επιπέδων της αμμωνίας και νιτρωδών είναι απαραίτητο να διερευνηθεί ενώ ταυτόχρονα ενδιαφέρον τα αποτελέσματα χαμηλού διαλυμένου οξυγόνου (DO) υψηλών θερμοκρασιών και υψηλών συχνοτήτων στοκαρίσματος. Πληροφορίες πάνω στα όρια ασφάλειας στο γεγονός ενός ατυχήματος, όπως αποτυχία της παροχής νερού ή αέρα ή ένα επιπρόσθετο στρες, όπως διαβάθμιση μεταφοράς, ή μια πρόκληση ασθένειας, επίσης απαιτούνται. Κίνδυνοι λόγω των αποτελεσμάτων μολυσμάτων, όπως τοξικά οργανικά σύνθετα, βαρέα μέταλλα, και αντι-μολυσματικά ή θεραπείες ασθενειών, είτε αυτά πρακαλούνται από άλλους που χρησιμοποιούν το νερό ή από τους ίδιους τους ιχθυοκαλλιεργητές χρειάζεται να εκτιμηθούν. Κριτήρια ποιότητας νερού συχνά σκεφτόμενοι να είναι σωστό για εντατικές ιχθυοκαλλιέργειες συνοψίζονται στον Πιν.β.

3. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ

Μεταβολές εξαρτώμενες από το χρόνο και κυκλικές μεταβολές έχουν αναγνωριστεί ως σημαντικές παράμετροι ποιότητας νερού και στα συστήματα γλυκών νερών και στα συστήματα ξηράς θάλασσης για μια ποικιλία ειδών, όπως το sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*), tilapia (*Sarotherodon nilotica* spp.), rainbow trout (*O. mykiss*), turbot (*Scophthalmus maximus*), ευρωπαϊκό χέλι (*Anguilla anguilla*), αντίστοιχα από τους Brett και Zala (1975), Rosenthal et al. (1981,1982), Poxton και Allouse (1987) και Poxton και Lloyd (1989). Η πληροφόρηση πάνω σε τέτοιες μεταβολές σε συστήματα παραγωγής είναι περιορισμένη (Rosenthal et al., 1982' Shilo και Rimon, 1982' Rosenthal, 1983' Diab και Shilo, 1986' Rosenthal και Murray, 1986' van Rijn et al., 1986) και αποτελέσματα επιπέδου κακώς δεν έχουν ληφθεί υπόψιν. Ομοίως υπάρχουν πολύ λίγες πληροφορίες πάνω στις μεταβολές ποιότητας νερού σε συστήματα εκτροφής ανοικτών κλωβών αν και θεωρητικά, οι μεταβολές εκεί είναι περιορισμένες να πάρουν μέρος σε τέτοιες καταστάσεις όπου υψηλές πυκνότητες ψαριών εκτρέφονται σε πολύ προστατευμένες περιοχές ως ένα αποτέλεσμα των διακυμάνσεων με συνεχή ταχύτητα. Πράγματι, οι κίνδυνοι των ταϊζόμενων σε κλουβιά ατλαντικών σολομών (*Salmon salar*) σε αδρανή παλίρροια είναι αποδεδειγμένη από την Εικ. 1 η οποία δείχνει ότι το διαλυμένο οξυγόνο μέσα στο κλωβό έπεσε στο 70 % μόνο του πλήρους κορεσμού. Ακόμα και

ανάμεσα στα τείσματα το διαλυμένο οξυγόνο ήταν μόνο 80-85 % του κορεσμού σε αυτό το συγκεκριμένο κλωβό.

Επιπρόσθετη έρευνα που αφορά πολύ αντικρουόμενα αποτελέσματα, απαιτείται σε συστήματα παραγωγής καθώς αυτά μπορεί να είναι η αιτία ή το έναυσμα για μια ποικιλία παθολογικών ρυθμηκών και εξάρσεις ασθενειών, καθώς και γενικών αποπροσανατολισμών στην υγεία των ψαριών και την κατάσταση τους. Συγκεκριμένα μελέτες πάνω σε τέτοιους φυσιολογικούς δείκτες ποιότητας νερού όπως του FCR, τη μεταβολική δραστηριότητα και την αναλογία αναπνοής, μαζί με την εξέταση στοχεύοντων οργάνων της αναπτυσσόμενης βιομάζας, μπορεί να δηλώνει την παρουσία παραγόντων στρες όπως υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνίας, νιτρικών και ολικών διαλυμένων αερίων ή μιας μη αποτελεσματικής συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου. Για παράδειγμα, ο Chiba (1983) δείχνει ότι η τιμή ανάπτυξης του silver bream (*Sparus sarba*) μειώθηκε όταν η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου ήταν λιγότερη από 60 % του κορεσμού και ότι η αποτελεσματικότητα της μετατροπής τροφής (FCE) μειώνεται σημαντικά σε ένα επίπεδο διαλυμένου οξυγόνου του 40 % . Υπερπλασία βραγχίων είναι ένα πολύ γνωστό φαινόμενο ανάμεσα στα στρεσοσαρισμένα ψάρια αλλά οι Rosenthal et al. (1982) έχουν δείξει ότι στην ανάπτυξη της πέστροφας υπερπλασία του ήπατος μπορεί επίσης να συμβεί ως ένα σχετιζόμενο σύμπτωμα. Μεταβολές ποιότητας νερού σε συστήματα εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας συμβαίνουν λόγω των μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων όπως είναι οι εποχιακοί κύκλοι. Βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα υπάρχουν επίσης τα οποία συχνά οδηγούν σε ημερήσιους ή εβδομαδιαίους κύκλους, καθώς και μεταβολές συμβαίνουν ως αποτέλεσμα απότομων αλλαγών λόγω ορισμένης ενέργειας συστημάτων μανατζμεντ.

Εποχιακοί κύκλοι παραμέτρων όπως η θερμοκρασία και το φως μπορούν να αναφερθούν ως κύριοι παράγοντες οι οποίοι προκαλούν φυσικούς κύκλους στο τείσμα και την αναπαραγωγή ανάμεσα στα άγρια στοκ ψαριών. Σε συστήματα ανοικτής ροής, όπως σε μια μονάδα πέστροφας που χρησιμοποιούν εξωτερικές λίμνες ή μεγάλες δεξαμενές, αυτοί οι ίδιοι κύκλοι είναι καθαρά αποδεδειγμένοι στα εκτρεφόμενα ψάρια. Ίσως το απλούστερο παράδειγμα της σημαντικότητας και φανέρωσης των μεταβολών ποιότητας νερού είναι αυτή της θερμοκρασίας. Καθώς όλα τα ψάρια είναι ψυχρόαιμα είναι γενικά καλά εκτιμημένο ότι εποχιακές ποικιλομορφίες στην θερμοκρασία ξεκινούν μοντέλα εποχιακής δραστηριότητας (Εικ.2). Ομοίως, καινούργια μοντέλα εποχιακής

δραστηριότητας προκαλούν και οι ενέργειες φωτός στο κεντρικό νευρικό σύστημα και κανονίζουν τη δραστηριότητα ψαριών κατά πολύ με τον ίδιο τρόπο. Για παράδειγμα ο Brown (1945) έδειξε ότι όταν η πέστροφα (*Salmo trutta*) που ταΐστηκε μέχρι υπερβολής μια φορά την ημέρα, μεγάλωσε γρηγορότερα όταν η φωτοπερίοδος ήταν 6-12 h*d-1. Μπορεί επίσης να είναι μια βέλτιστη ένταση φωτός σε ένα ειδικό μήκος κύματος κατά τη διάρκεια της περιόδου ταΐσματος. Ο Friedrich (1961) πιστεύει ότι το φως και η θερμοκρασία ήταν είτε σχετικά ή αλλιώς εξαρτώμενα το ένα με το άλλο και ότι το μήκος κύματος και η ένταση του φωτισμού θα μπορούσε να καθορίσει τη συμπεριφορά των ψαριών.

Είναι εντούτοις σημαντικό να σημειωθεί ότι οι ημερήσιες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του νερού (Poxton, 1991b) και του φωτός επίσης παίρνουν μέρος και έχουν άμεσα αποτελέσματα στο τάισμα και το μεταβολισμό. Για παράδειγμα, ο Hirata (1960) έχει δείξει ότι ακόμα και σχετικά μικρές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας (εικ.3A) μπορούν να προκαλέσουν πολύ σημαντικές αλλαγές στην δραστηριότητα ταΐσματος του χρυσόψαρου (*Carassius auratus*).

Όταν τα ψάρια εγκλιματίστηκαν σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες το αποτέλεσμα μιας αλλαγής στη θερμοκρασία του νερού πάνω στην απαίτηση ταΐσματος ήταν μικρό ενώ όταν τα ψάρια εγκλιματίστηκαν σε χαμηλές θερμοκρασίες ακόμα και μια αμυδρή θετική αλλαγή ενήργησε ως ένα δυνατό κίνητρο ταΐσματος και μια αμυδρή μείωση θα μπορούσε να κατεβάσει την τιμή ταΐσματος (εικ.3B). Ο Hirata βρήκε ότι σε διαδοχικές ημέρες όταν οι μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες νερού ήταν οι ίδιες (εικ.3A), η απαίτηση ταΐσματος ήταν συχνά διαφορετική, η πιο ενεργητική δραστηριότητα ταΐσματος που έχει καταγραφεί όταν η συναποτελεσματική ποικιλία της θερμοκρασίας νερού ήταν μεγαλύτερη.

Κύκλοι ταΐσματος, είτε λειτουργούν φυσικά με διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και του φωτός αποδεικνύοντας τη συμπεριφορά της απαίτησης ταΐσματος των ψαριών, ή τεχνικά, από τάισμα με τα χέρια από τους καλλιεργητές ή χρησιμοποιώντας αυτόματες ταΐστρες, οι ίδιοι οι κύκλοι ταΐσματος προκαλούν διακυμάνσεις στην αμμωνία, το διαλυμένο οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα και ως επακόλουθο στις παραμέτρους όπως την απαίτηση του βιολογικού οξυγόνου (BOD5), το PH και ειδικά σε ανακυκλώμενα συστήματα στα νιτρώδη (Honer et al., 1987' Poxton και Allouse, 1987). Ενέργειες μανατζμεντ όπως η αλλαγή της ιχθυοπυκνότητας των ψαριών, το κλείσιμο της ροής του νερού σε μια λίμνη, το κλείσιμο του

αεριστή, ή αλλαγή της αναλογίας ροής διαμέσου ενός φίλτρου οδηγεί σε απότομες αλλαγές σε αυτές τις ίδιες παραμέτρους. Φυσικά η αποτυχία βασικών υπηρεσιών όπως η παροχή του ηλεκτρικού, των συστατικών συστήματος όπως ένας αεριστής, του σχεδίου του συστήματος, όπως του μπλοκαρίσματος ενός φίλτρου, μαζί με φυσικές και ανθρωπογενής καταστροφές, όπως του μπλοκαρίσματος μιας πίπας παροχής ή κάποιος να κλείσει τη λάθος βαλβίδα, μπορεί να οδηγήσει σε παρόμοια αποτελέσματα. Κακώς σκεφτόμενες διαδικασίες παραμονής μπορούν επίσης να παρέχουν προβλέψιμες ή όχι διακυμάνσεις ποιότητας νερού. Για παράδειγμα, η εικ.4Α δείχνει ότι οι αεριστές στις δεξαμενές μιας μονάδας ξηράς σολομού (αντλούμενο νερό θαλάσσης) κανονικά διατηρούν το διαλυμένο οξυγόνο ανάμεσα στο 83-93 % του σημείου κορεσμού. Εντούτοις, οι αεριστές έκλειναν τακτικά για $6-8 \text{ min} \cdot \text{d}^{-1}$ για να επιτρέψουν τη συλλογή των θνησιμοτήτων από τον πάτο της δεξαμενής, κατά τη διάρκεια της οποίας χρονικής στιγμής το διαλυμένο οξυγόνο έπεσε ραγδαία σε μόνο το 76 % του σημείου κορεσμού. Γενικά μια βουτιά του διαλυμένου οξυγόνου εκτεινόμενη για κάποια 12 λεπτά (εικ.4B) μπορεί να προκαλέσει ένα επιπρόσθετο στρες το οποίο μπορεί το ίδιο να συνεισφέρει στις επόμενης ημέρας της θνησιμότητας.

Ένα όμοιο αν και πιο σοβαρό παράδειγμα φαίνεται στην εικ.5 για μια δεξαμενή salmon smolt (η βαρύτητα τροφοδοτεί το φρέσκο νερό) πάνω σε μια διαφορετική μονάδα. Παρά το γεγονός ότι το εισερχόμενο διαλυμένο οξυγόνο παρουσιάζεται να είναι (cf επίσης εικ7) και συχνά να παραμένει στο, ή περίπου, 100 % του κορεσμού(εικ.5A), ακριβής συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου ποικίλουν ανάμεσα στα 10,5-12,1 $\text{mgr} \cdot \text{lt}^{-1}$ λόγω των διακυμάνσεων της θερμοκρασίας (εικ.5B). Καθημερινοί χειρισμοί με πράσινο του μαλαχίτη για ασθένειες μυκήτων συνέπιπταν, χωρίς πρόθεση, με τις περιόδους υψηλότερης θερμοκρασίας νερού και χαμηλότερο διαλυμένο οξυγόνο. Αυτό καταλήγει σε αρκετά δραματικό μικρό διάστημα πεσίματος του διαλυμένου οξυγόνου σε τόσο λίγο όσο 4,2 $\text{mgr} \cdot \text{lt}^{-1}$ (38,7 % του κορεσμού) μια συγκέντρωση η οποία φαίνεται πιθανό η ίδια να οδηγεί σε παραπέρα στρες των ψαριών (πιν.3). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η εικ.5 δεν περιέχει όλες τις πληροφορίες που καταγράφηκαν.

Οι διευθυντές καθαρά χρειάζεται να καθορίσουν όρια ασφάλειας, για παράδειγμα το χρόνο του κρίσιμου διαλυμένου οξυγόνου στο περιστατικό μιας αποτυχίας στο νερό και, ή ροές αέρα και να πάρει σωστή δράση στο να καταχωρηθούν συστήματα συναγερμού, να παρέχεται εξοπλισμός standby

και ξεχωριστά μέρη και στο να εκπαιδεύει το προσωπικό της μονάδας με το να βγάλει εις πέρας ασκήσεις εκπαίδευσης, οι οποίες μπορεί πιθανόν να αποτελέσουν αληθινές καταστάσεις. Πρέπει επίσης να εκτιμηθεί ότι παραπέρα μπερδέματα βγαίνουν λόγω άλλων παραγόντων, όπως σεληνιακοί και παλιρροιακοί κύκλοι, που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ψαριών και αυτά σε αντίθεση μπορούν να προκαλέσουν επιπρόσθετες μεταβολές. Φυσικά ποικίλες μεταβολές υπερωφελούν η μια από την άλλη και μπορεί να οδηγήσουν σε διακυμάνσεις όχι φανερές.

4. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΤΑΪΣΜΑ

Για να διατηρηθεί οικονομική βιωσιμότητα οι ιχθυοκαλλιεργητές συχνά υπεργεμίζουν τις ικανότητες των ρυστημάτων τους συνήθως χωρίς να καταλαβαίνουν τα ρίσκα που συμπεριλαμβάνονται (Rosenthal, 1989). Αυτή είναι συνήθως η περίπτωση με τα ανακυκλώμενα συστήματα όπου οι διακυμάνσεις ποιότητας νερού που προκαλούνται από το ταΐσμα συνεχώς φαίνονται (Rosenthal et al., 1981' Honer et al., 1987' Poxton και Allouse, 1987' Poxton και Lloyd, 1989). Η παραγωγή αμμωνίας αυξάνεται λίγο μετά το ταΐσμα, και μετέπειτα αυξήσεις στις συγκεντρώσεις αμμωνίας στο νερό του 400 % μετά από 4,0-4,5 ώρες (Brett και Zala, 1975) 75-200 % μετά από 6 ώρες (Rosenthal et al., 1981) και 73-205 % μετά από 3,5-4,0 ώρες (Poxton και Allouse, 1987) έχουν καταγραφεί. Οι Poxton και Lloyd (1989) έδειξαν ότι οι διακυμάνσεις της αμμωνίας δεν ήταν μόνο εξαρτώμενες από το ποσό της καταναλώμενης τροφής αλλά ότι ο συγχρονισμός και η μέθοδος του ταΐσματος ήταν επίσης κρίσιμοι παράγοντες. Γρήγορα αναπτυσσόμενα χέλια (μέσο βάρος 16,4 gr) που ταΐζονταν 2,5 % του βάρους σώματος ανά ημέρα παράγαγαν λιγότερη αμμωνία ($500 \text{ mgf NH}_4 \text{ -N} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{kgf}^{-1}$ του ψαριού) όταν δίνονταν 2 γεύματα ανά ημέρα, με τη χαμηλότερη κορυφή συγκεντρώσεων να παίρνουν μέρος όταν αυτά τα γεύματα ήταν ανά 12 ώρες (πιν.4). Πιο συχνό ταΐσμα οδηγεί σε υψηλότερες τιμές απέκκρισης, ενώ η χρήση αυτόματων ταΐστρών διπλασίασε το πλάτος ταλάντωσης των κύκλων της αμμωνίας.

Προηγουμένως, οι Rychly και Marina(1977) βρήκαν αυξήσεις στα επίπεδα αμμωνίας του αίματος μέσα σε μία ώρα ταΐσματος του rainbow trout ενώ ο Kutty (1978) έδειξε ότι οι μέγιστες τιμές απέκκρισης αμμωνίας στο sockeye salmon έγιναν όταν 50 % της γαστρικής εκκένωσης πήρε

μέρος. Ταυτόχρονα με τις αυξήσεις της αμμωνίας, αυξήθηκαν επίσης οι τιμές της κατανάλωσης του οξυγόνου, αρχικά ως ένα αποτέλεσμα της αυξανόμενης δραστηριότητας κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ταΐσματος και επακολούθως ως ένα αποτέλεσμα μιας αυξανόμενης απαίτησης κατά τη διάρκεια της χώνεψης του γεύματος (Jobling, 1981). Οι Rosenthal et al. (1981) βρήκαν ότι τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου μειώθηκαν σε 50 % μέσα σε λίγα λεπτά μετά το ταΐσμα και ότι θεωρητικά τιμές εναλλαγής νερού ήταν ανεπαρκείς να αντισταθμίσουν την αυξανόμενη απαίτηση οξυγόνου του χρόνου ταΐσματος. Πράγματι, επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου δεν επανήλθαν πριν την επακόλουθη τροφή έτσι ώστε συνεχές ταΐσμα όπως με μια αυτόματη ταΐστρα, θα μπορούσε να οδηγήσει σε κρίσιμα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου που πήραν μέρος σε συστήματα με υψηλή ιχθυοφόρτιση. Μεταβολές στο PH και το διοξείδιο του άνθρακα οδηγούν επίσης άμεσα σε αυξανόμενες τιμές αγαπνοής και απέκκρισης μετά το ταΐσμα, ενώ διακυμάνσεις στα νιτρώδη συμβαίνουν σε συστήματα ανακύκλωσης ως ένα αποτέλεσμα της νιτροποίησης.

Συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών επίσης αλλάζουν λόγω της ελευθέρωσης υλικών από απορρίμματα τροφής, κόπρανα, χώμα και λάσπη, διαμορφώσεις στερεών στα οποία κάποια συστατικά μπορεί να περιοριστούν και στις δραστηριότητες ποικίλων πληθυσμών βακτηρίων (Poxtan, 1990).

5. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

Μια από τις πιο κρίσιμες περιοχές που απαιτεί επείγουσα προσοχή είναι αυτή του σχεδιασμού δεξαμενής με τα σχετικά προβλήματα χειρισμού του στοκ, διατροφή και ποιότητα νερού. Για παράδειγμα, οι Poxtan και Lloyd (1989) περιέγραψαν πως στο χρόνο ταΐσματος η δραστηριότητα των ψαριών μπορεί να οδηγήσει σε ομαδικό μπλοκάρισμα του ανοίγματος των δεξαμενών, που οδηγεί σε βραχύ κύκλωμα, μόλις η απαίτηση του οξυγόνου των ερεθισμένων ψαριών φτάσει μια κορυφή. Παράδειγμα των προβλημάτων που μπορούν να πάρουν μέρος σε παραγωγικές μονάδες δόθηκαν από τους Rosenthal et al. (1982) και Rosenthal και Murray (1986) οι οποίοι αναγνώρισαν την ανάγκη να ελεγχθούν τα μοντέλα ροής σε δεξαμενές σε σχέση με την ιχθυοπυκνότητα, η συμπεριφορά των ψαριών και το μέγεθος. Μια έλλειψη πληροφοριών πάνω στη ροή και στα

χαρακτηριστικά ρύθμισης των αποβλήτων τροφής και κοπράνων αναγνωρίστηκαν. Αυτό δημιουργεί προβλήματα σε ρηχές δεξαμενές με αποτέλεσμα την καθίζηση αλλά αλλαγές στο σχέδιο των δεξαμενών και στο χειρισμό που σκοπεύουν στο να διορθώσουν αυτή τη κατάσταση μπορεί να καταλήξουν σε ακόμα μεγαλύτερα προβλήματα αν, για παράδειγμα, αυξήσουν τις τιμές ροής σε δίνη αποτέλεσμα που θα προκαλέσει το σχηματισμό κεντρικών "νεκρών ζωνών".

6. ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΚΘΕΣΗ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΣΕ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

Ως ένα αποτέλεσμα των διακυμάνσεων της θερμοκρασίας, τα ψάρια τείνουν να εκθέσουν μια "τακτοποιημένη συμπεριφορά"(shuttling behaviour) με το να κάνουν εξερευνητικές επιδρομές μέσα στα νερά και των χαμηλών και των υψηλών θερμοκρασιών (Reynolds, 1977'1978). Σε ένα κυκλικό θερμικό καθεστώς αυτή η τακτοποιημένη συμπεριφορά μαζί με μια ένταση για γρηγορότερο εγκλιματισμό να αυξάνεται από τις μειωμένες θερμοκρασίες (Brett, 1956) καταλήγει στον εγκλιματισμό σε μια θερμοκρασία κοντά στο μέγιστο παρά στο μέσο του κύκλου (Otto, 1974). Αυτό δε σημαίνει ότι συνεχείς θερμοκρασίες είναι υποχρεωτικά οι καλύτερες. Για παράδειγμα, οι Spigarelli et al. (1982) δείχνουν ότι εκκολαπτήριο που έκτρεφε brown trout έκθεσε αύξηση της ανάπτυξης όταν μεγάλωναν σε συμφωνία με τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας (9-18 C' μέσο 12,5 C) όταν συγκρίθηκαν με ψάρια μεγαλωμένα είτε σε 13 C, άριστη συνεχή θερμοκρασία για την ανάπτυξη του brown trout, ή σε φυσικές διακυμάνσεις, αρρυθμικές θερμοκρασίες (4-11, μέσο 7,7). Όμοια, οι Hokanson et al. (1973) έδειξαν ότι οι θερμοκρασίες νερού, παρουσιάζοντας την ωορρηξία του brook trout (*Salvelinus fontinalis*) επακολούθως είχαν ένα σημαντικό αποτέλεσμα στην βιωσιμότητα των αυγών. Η εκτροφή εμβρύων σε μια "άριστη" θερμοκρασία επώασης είναι έτσι όχι εφικτή να εγγυηθεί καλή επιβίωση αφότου η θερμική ιστορία της προηγούμενης των ψαριών για ωορρηξία πρέπει επίσης να είναι "αισιόδοξη" για μέγιστη βιωσιμότητα αυγών. Ούτε είναι απαραίτητο μια απλή άριστη θερμοκρασία ή ακόμα μια αισιόδοξη ακτίνα για οποιαδήποτε ειδικά είδη καθώς ένας αριθμός συγγραφέων έχουν δείξει ότι φυλετικές ποικιλομορφίες υπάρχουν ανάμεσα, για παράδειγμα, σε ράτσες του ατλαντικού σολομού σε διαφορετικά συστήματα ποταμών (Aulstad και Gjerdem, 1973' Canis et al., 1976' Gunnes, 1979). Καθαρά άρα σταθεροποιημένα καθεστώτα επώασης είναι λάθος στην

απουσία των σταθεροποιημένων ψαριών και της ποιότητας νερού (Roxton, 1991b).

Οι Thurston et al. (1981) έδειξαν ότι για πέστροφα σε οξύ βιο-θέματα, έκθεση σε διακυμάνσεις συγκέντρωσης αμμωνίας είναι πιο τοξική από την έκθεση σε συνεχής συγκεντρώσεις. Εντούτοις ψάρια εκτεθειμένα σε διακυμάνσεις συγκεντρώσεων κάτω από το τοξικό επίπεδο ήταν καλύτερα ικανά να αντισταθούν υψηλότερες διακυμάνσεις συγκεντρώσεων. Μπορεί πολύ καλά να είναι ότι μικρές διακυμάνσεις, μέσω ορίων ανέχειας, μπορεί να αναφέρει ορισμένη προστασία ακόμα και όταν όρια ανέχειας είναι περιοδικά υπερβαίνοντα (εικ.6C). Ενώ μεγάλες διακυμάνσεις θα πρέπει να αποφεύγονται, καθώς είναι συνήθως γεμάτες στρες (εικ.6A), συνεχής συνθήκες μπορεί είτε να είναι ούτε απαραίτητες ούτε πλεονεκτικές (εικ.6B). Όμοίως, οι Ruffier et al.(1981) συμπέραναν ότι οι απαντήσεις του πληθυσμού ήταν λόγω του βαθμού της διακύμανσης, μέση συγκέντρωση και ικανότητα εγκλιματισμού των ψαριών.

Στους τελεόστεους η πρωταρχική ρπάντηση στο στρες περιλαμβάνει νευρικές και ορμονικές καταστάσεις οι οποίες ανυψώνουν τα επίπεδα των κατεχολαμινών και κορτικοστεροϊδών ορμονών (Pickering, 1981) και αυτό οδηγεί σε δευτερεύοντες αλλαγές στη φυσιολογία, μορφολογία και συμπεριφορά (Mazeaud et al., 1977). Τεταρτογενείς αλλαγές μπορεί να περιλαμβάνουν μειωμένη όρεξη και αυξανόμενη επιδεκτικότητα στις ασθένειες. Καταλογισμός του στρες είναι περίπλοκος εντούτοις όπως για παράδειγμα ο Strange (1980) έχει δείξει ότι η "κανονική" ή βασική συγκέντρωση της κορτιζόλης ποικίλει σύμφωνα με τη συνήθη θερμοκρασία, όπως η απάντηση και της κορτιζόλης και της γλυκόζης στο στρες. Οι Peters et al. (1981) ενδιαφέρθηκαν πως να διαγνώσουν το στρες το οποίο εντατικά εκτρεφόμενα ψάρια δεν μπορούν να διαφύγουν, αναφέρονται ως έχοντα ένα φυσιολογικό βάρος. Οι Wedemeyer και Mc Leay (1981) αναθεώρησαν μεθόδους καθιέρωσης της ανέχειας των ψαριών σε περιβαλλοντικό στρες.

Οι Billard et al. (1981) συμπέραναν ότι το στρεσορριζμένο περιβάλλον που δημιουργήθηκε σε ιχθυοκαλλιέργειες λόγω παραγόντων όπως φτωχής ποιότητας νερού, υπερπλήρωση και ανισορροπημένες, αφύσικες διατροφές θα μπορούσε να ξεπεραστεί από το εσωτερικό στο οποίο μετά από αρκετές γενιές εκτρεφόμενων ψαριών έγιναν υϊοθετήσιμα από επιλογή στο καινούργιο τους περιβάλλον. Προηγουμένως αν και οι Burrows και Combs (1968) και Spieler (1977) έδειξαν ότι εκτρεφόμενες συνθήκες θα πρέπει να υϊοθετηθούν στους ποικίλους φυσιολογικούς ρυθμούς των ψαριών.

Πράγματι, ο Pickering (1981) ένωσε ότι πολλαπλοί παράγοντες πιέσεων θα οδηγήσουν σε πρόσθετα ή συνεργειακά αποτελέσματα όπως ανοσοκαταστολή. Αυτό μπορεί να είναι σημαντικό καθώς αυτές οι ίδιες συνθήκες καλλιέργειας προτιμούν τη μεταφορά και επιβίωση των παθογενών και έτσι αυξάνει τους κινδύνους σοβαρών ξεσπασμάτων ασθενειών. Η κατάσταση είναι παραπέρα περίπλοκη στο ότι οι Coverl και Reynolds (1977) βρήκαν ότι χρυσόψαρα επηρεαζόμενα εξ' επίτηδες με ζωντανά βακτήρια άλλαξε την προτίμηση της θερμοκρασίας τους από 27,9 σε 32,7 C και καθαρά όλα κατάφεραν στα να "κάνουν καλά τον εαυτό τους". Ο Love (1986) αναθεώρησε τις απαντήσεις των ψαριών στο επιβαλλόμενο στρες από τους καλλιεργητές, το φυσικό περιβάλλον και τη διαδικασία καλλιέργειας (dominance και ιεραρχία, ιχθυοπυκνότητα, άσκηση και ποιότητα νερού, ειδικά το PH και την αλατότητα). Επίσης, διευκρίνησε ότι συχνές μέθοδοι καλλιέργειας ψαριών επηρεάζουν την ποιότητα της σάρκας τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

**ΥΔΑΤΟΚΑΛΜΙΕΡΓΕΙΑ
ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Υπήρξαν πολλά ενδιαφέροντα πάνω στις κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της ανάπτυξης των υδατοκαλλιεργειών (Mc Nab et al., 1987' Sargeant, 1990). Σύμφωνα με τους Neijland et al. (1992) η συνεχιζόμενη ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών στην Ευρώπη θα έχει ένα σημαντικό κοινωνικό και οικονομικό αντίκτυπο, παρόλο που οι συγγραφείς δηλώνουν ότι υπάρχει στο παρόν λίγη πληροφόρηση η οποία αναλαμβάνει ανάλυση των αλλαγών που έχουν μέχρι τώρα πάρει μέρος.

Το οικονομικό αποτέλεσμα της ανάπτυξης των υδατοκαλλιεργειών στην Ευρώπη είναι σημαντικό και μπορεί να σκιαγραφηθεί με αναφορά στην επέκταση της εκτροφής του σολομού και της πέστροφας. Στην Σκωτία για παράδειγμα ο αριθμός των ατόμων με πλήρης απασχόληση στις υδατοκαλλιέργειες το 1990 εκτιμόνταν στους 1600. Σε πολλά μέρη της Ευρώπης η ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών πήρε μέρος σε απόμακρες περιοχές και ως τέτοιες τη πιθανότητα ότι η υδατοκαλλιέργεια παρέχει σε διαστήματα απασχόλησης είναι σημαντικό. Επιπλέον, δεδομένου του καταλογισμένου ενδιαφέροντος της χρήσης εναλλακτικών ειδών στην υδατοκαλλιέργεια και η ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας σε χώρες όπου υπήρξε μέχρι σήμερα μικρή ανάπτυξη (e.g. Turkey, Albania και Hossucu, 1989) είναι πιθανό να εξασφαλιστεί η συνεχής οικονομική σημαντικότητα της υδατοκαλλιέργειας. Κατά τη διάρκεια του 1989 και 1990 εντούτοις υπήρξε αξιοσημείωτη υπερ-παραγωγή του ατλαντικού σολομού στην Ευρώπη. Αυτό έχει μειώσει την ικανότητα κέρδους των υδατοκαλλιεργειών και κατέληξε σε εκτεινόμενη οικονομική δοκιμασία από την ανεργία των ατόμων στην οικονομική κατάρρευση των ιχθυοκαλλιεργητικών επιχειρήσεων. Φαίνεται πιθανό ότι η βιομηχανία εκτροφής σολομού στην Ευρώπη είναι ενός ουσιαστικού μεγέθους να προσαρμόσει του τι φαίνεται από πολλούς ως προσωρινά επιβραδυνόμενο για τη βιομηχανία, αλλά παρόλα αυτά είναι ένα παράδειγμα του πώς η ραγδαία ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών μπορεί να καταλήξει σε αυτοπροκαλούμενα οικονομικά προβλήματα.

Πολλά από τα κοινωνικά προβλήματα τα οποία έχουν ανασυρθεί ως ένα αποτελέσματα της ανάπτυξης της υδατοκαλλιέργειας σχετικά με τη χρήση των υδροβίων πηγών (Πίνακας 5). Έχει προταθεί ότι η υδατοκαλλιέργεια θα έχει μια αρνητική επίδραση στον τουρισμό (Sargeat, 1990) παρόλο που έχουν γίνει λίγες μελέτες για να καθορίσουν αν ή όχι η υδατοκαλλιέργεια έχει μια αρνητική επίδραση στον τουρισμό. Οι Mc Nab et

αι. (1987) προσπάθησαν να απευθύνουν την ερώτηση των αποτελεσμάτων των υδατοκαλλιεργειών στην αναδημιουργία, η οποία σε χώρες όπως η Σκωτία και η Ιρλανδία έχει μια σημαντική σχέση με το τουρισμό. Παρόλο που η έρευνα τους (Mc Nab et al., 1987) βρήκε ότι ένας αριθμός οργανισμών συμπεριλαμβανομένου και των Scottish Tourist Board, Royal Yachting Association(Σκωτία) και Scottish Anglers National Association είχαν ένα αριθμό ενδιαφερόντων που σχετίζονταν με το ερασιτεχνικό ψάρεμα, ιστιοπλοΐα και τα αποτελέσματα της ανάπτυξης πάνω στη θεαματική ομορφιά της Σκωτίας. Ο Sargeant(1990) επίσης συζήτησε την αλληλεπίδραση ανάμεσα στην ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας και του τουρισμού και συμπέρανε ότι παρόλο που ορισμένες αντιπαραθέσεις υπήρχαν με σωστούς ελέγχους η υδατοκαλλιέργεια και ο τουρισμός θα μπορούσαν να συνυπάρξουν. Εντούτοις καμιά μελέτη δεν παρουσίασε πληροφορίες να δηλώνουν αν ο τουρισμός είναι αντίθετος επηρεαζόμενος από την υδατοκαλλιέργεια. Η Scottish Wildlife και Countryside Link απόσπασμα από Scottish Scenic Trust το οποίο δηλώνει ότι ο ιδιοκτήτης ενός ξενοδοχείου παρέλαβε 90 γράμματα προς υποστήριξη μιας αντίρρησης για της τοποθεσία μιας ιχθυομονάδας. Τέτοιες απομονωμένες και φτωχά στηριγμένες υποθέσεις σημαίνουν ότι είναι αδύνατο να εκτιμηθούν τα αποτελέσματα της ανάπτυξης της υδατοκαλλιέργειας πάνω στο τουρισμό. Παραπέρα το γεγονός ότι λίγες έρευνες έχουν γίνει μπορεί να αντανakλά την έλλειψη της σημαντικότητας η οποία είναι προσκολλημένη σε αυτό το θέμα. Άλλα θέματα όπως εμπόδιο των εδαφών παραδοσιακού ψαρέματος και η μείωση της αξίας της περιουσίας που καταλήγει από την ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών έχουν επίσης τοποθετηθεί ως πηγές αντιπαραθέσης (Scottish Countryside και Wildlife Link, 1988' Anonymous, 1990). Υπήρξαν αρκετά απομονωμένα παραδείγματα, όπου οι υδατοκαλλιέργειες αποτελούσαν εμπόδιο των παραδοσιακών εδαφών ψαρέματος, αντιπαραθέσεων ενδιαφέροντος που ανασύρθηκαν αλλά δεν υπάρχει καμιά ένδειξη του πόσο ευρέως διαδεδομένο είναι αυτό το πρόβλημα στην Ευρώπη. Μια από τις λίγες μελέτες πάνω στα πιθανά αποτελέσματα της ανάπτυξης των υδατοκαλλιεργειών πάνω στην αξία ιδιωτικής περιουσίας κοντά σε επιχειρήσεις υδατοκαλλιεργειών στο Puget Sound, η Washington State δε βρήκε καμιά απόδειξη ότι η ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών επηρέασε την αξία της ιδιωτικής περιουσίας (Alpine Appraisal Service, 1990).

Σε έναν αριθμό ευρωπαϊκών χωρών ψάρια και δίθυρα μπορούν να εκτραφούν σε όμοιες περιοχές και ως τέτοιες αντιπαραθέσεις πάνω στη

χρήση της υδρόβιας πηγής μπορεί να συμβεί ανάμεσα σε διαφορετικούς τύπους υδατοκαλλιέργειας καθώς και μεταξύ της υδατοκαλλιέργειας και άλλων μορφών βιομηχανίας.

ΑΝΤΙ ΕΠΙΛΟΓΟΥ

Είναι αρκετά φανερό ότι οι υδατοκαλλιέργειες και ειδικά μαζική παραγωγή ψαριών μπορούν να αναπτυχθούν και να επιτύχουν τον σκοπό τους χωρίς καμιά διαταραχή των ευαίσθητων υδρόβιων οικολογικών ισορροπιών. Τι χρειάζεται ή τι πρέπει να επιτευχθεί αποτελεί μια συνεχή ισορροπία ανάμεσα στη διαδικασία παραγωγής ψαριών και υγείων υδάτινων περιβαλλόντων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο αν καθένα από τα συστήματα παραγωγής εφαρμοστεί σωστά .

Έλλειψη αμοιβαίας συνεννόησης για τη δημιουργία και λειτουργία μιας υδατοκαλλιέργειας όσον αφορά το σύστημα παραγωγής, την εκλογή της τοποθεσίας, τα εκτρεφόμενα είδη, το μέγεθος της μονάδας και το χειρισμό παραγωγής, θα μπορούσε να είναι ο βασικός λόγος για τη δημιουργία περιβαλλοντικών προβλημάτων και για το νερό εκτροφής και για την ευρύτερη υδάτινη περιοχή. .

Αυτό οδηγεί στην ανάγκη πρόβλεψης των επιδράσεων μιας υδατοκαλλιέργειας προς το υδάτινο περιβάλλον. Για παράδειγμα, για τα γλυκά νερά το μοντέλο Vollinweider (Vollinweider, 1976), το οποίο σχετίζεται με "λίμνες"(lake) φωσφόρου που εισχωρεί στη χλωροφύλλη του φυτοπλαγκτόν (cf. Gowen et al., 1990) έδειξε την πολυτιμότητα του για καλλιέργειες κλωβών στη Σουηδία (Persson, 1992) και χρησιμοποιείται από το Highland River Purification Board στην Σκωτία, έτσι ώστε να καταλογιστούν τα αποτελέσματα της καλλιέργειας κλωβών πάνω στο θρεπτικό στάτους και στο φυτοπλαγκτόν ορισμένων Σκωτσέζικων λιμνών γλυκών νερών. .

Ένα παρόμοιο μοντέλο σχετικό με τη βιομάζα του φυτοπλαγκτόν (χλωροφύλλη) με νιτρικά στα παράκτια γερά αναπτύχθηκε πρόσφατα από τους Gowen et al. (ms). Έτσι η παραγωγή χλωροφύλλης από νιτρικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψουμε τη μέγιστη δυνατή αύξηση της βιομάζας του φυτοπλαγκτόν που προκαλείται από μια δεδομένη πρόσθεση αζώτου(με τη μορφή αμμωνίας) από τη δράση εκτροφής ψαριών σε ένα δεδομένο σώμα νερού. Επιπρόσθετα, οι Wallin και Hakanson (1991) πρόσφατα ανέπτυξαν μοντέλα αύξησης θρεπτικών συστατικών για να προβλέψουν τα αποτελέσματα της καλλιέργειας κλωβών πάνω σε μια ακτίνα μεταβλητών στα παράκτια νερά. Σύμφωνα με τους Wallin και Hakanson (1991) η οικολογική ποικιλία που έχει σχετιστεί (στατιστικά) με το

μοντέλο αύξησης ήταν σε σχέση με το βάθος secchi χρησιμοποιείται ευρέως ως ένας δείκτης ποιότητας νερού, σε εσωτερικά νερά, και χρησιμοποιείται σε χαμηλής ενέργειας θαλάσσια περιβάλλοντα, είναι ευρύτερης χρήσης, σε παράκτια νερά είναι μικρής αξίας. Πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι το βάθος secchi είναι ένα μέτρο θολερότητας και μόνο έμμεσα ένα μέτρο βιομάζας φυτοπλαγκτόν και δεν υπάρχει συχνά καμιά στατιστική σχέση ανάμεσα στα secchi βάθη και τη χλωροφύλλη (Gowen, αδημοσ. πληροφ.). Έτσι είναι πιο σημαντικό να συσχετίσουμε το θρεπτικό εμπλουτισμό άμεσα με τη βιομάζα του φυτοπλαγκτόν αφού η αύξηση της ανάπτυξης του φυτοπλαγκτόν είναι το πρώτο στάδιο στη διαδικασία του ευτροφισμού.

Για να αποφευχθούν προβλήματα με εναπόθεση λάσπης κάτω από θαλάσσιες μονάδες καινούργια και πιο γερά συστήματα κλωβών έχουν αναπτυχθεί για να αντιπαρέλθουν σε πιο δύσκολες θάλασσες σε πιο εκτεθειμένες τοποθεσίες. Επιπρόσθετα η βιομηχανία τροφών έχει αναπτύξει τύπους τροφών οι οποίοι δε βυθίζονται τόσο γρήγορα στο βυθό αλλά παραμένουν διαθέσιμοι για κάποιο χρονικό διάστημα στο νερό. Το πρόβλημα της εναπόθεσης λάσπης κάτω από τις περισσότερες μονάδες έχει έτσι μειωθεί αισθητά. Υπολείμματα τροφής μπορούν παρόλα αυτά να βρεθούν ακόμα και γύρω από μονάδες ψαριών οι οποίες έχουν καλή εναλλαγή νερού. Αν το αποτέλεσμα στο περιβάλλον μπορεί να χαρακτηριστεί ως μόλυνση, είναι μια ερώτηση που παραμένει.

Είναι δύσκολο να δηλωθεί οποιαδήποτε αύξηση του επιπέδου των θρεπτικών αλάτων στις ελεύθερες θαλάσσιες μάζες γύρω από μονάδες ψαριών στη θάλασσα. Ούτε είναι δυνατόν να παρατηρηθεί οποιαδήποτε αλλαγή στη βιομάζα του φυτοπλαγκτόν. Αυτό συμβαίνει λόγω της γρήγορης μεταφοράς των νερών διαμέσου των μονάδων ψαριών και των υψηλών τιμών αραίωσης των υπολειμμάτων τροφής και των περιττωμάτων. Η βενθική χλωρίδα και πανίδα θα, εντούτοις, είναι ικανά να χρησιμοποιήσουν τα συστατικά που κατακάθονται στην περιοχή της μονάδας και τέτοιοι οργανισμοί είναι έτσι οι πιο χρήσιμοι δείκτες οποιουδήποτε περιβαλλοντικού αποτελέσματος. Γύρω από τις μονάδες ψαριών τέτοια αίτια είναι συνήθως περιορισμένα σε μια πολύ στενή ζώνη (0-100 μέτρα) αλλά αποτελέσματα έχουν παρατηρηθεί τόσο μακριά όσο σε 1 km παρόλο που όχι υποχρεωτικά ενός είδους το οποίο θα πρέπει να καλεστεί αρνητικό.

Η καρδιά του προβλήματος της μόλυνσης στη θάλασσα είναι έτσι να βρεθεί το κοινωνικό σύστημα το οποίο να βέπει ότι απόβλητα από ενέργειες βασιζόμενες στην ξηρά να μπορούν να τοποθετηθούν στο θαλάσσιο

περιβάλλον από ότι να ανακυκλωθούν όπου τα απόβλητα παράγονται. Έτσι πιστεύεται ότι η κριτική πάνω στις περιβαλλοντικές επιδράσεις των ιχθυοκαλλιεργειών είναι έξω από κάθε σχέση και ότι η δημόσια γνώμη και ο πολιτικός ανταγωνισμός που αντιμετωπίζει η βιομηχανία σε αυτό το σημείο είναι άδικος. Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη βιομηχανία των ιχθυοκαλλιεργειών είναι ότι η μόλυνση του θαλάσσιου περιβάλλοντος που δημιουργείται από απόβλητα και άλλα απεκκρίματα από εδαφικές πηγές θα υποβαθμίσουν το περιβάλλον για ιχθυοκαλλιέργειες. Χωρίς καθαρό νερό οι ιχθυοκαλλιέργειες δεν έχουν μέλλον. Θα έπρεπε να είναι ένα κοινό ενδιαφέρον των περιβαλλοντικών και ιχθυοκαλλιεργειών για να σιγουρεύσουν ότι τα στάνταρς και οι κανονισμοί, οι οποίοι είναι εφαρμόσιμοι να κοντρολάρουν αυτούς τους τύπους μόλυνσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος δε θα υπονομεύσει μια ενέργεια η οποία βασίζετε στις κοντρολαρισμένες διασκευές μιας θαλάσσιας πηγής τροφής, συμπεριλαμβανομένου επεξεργασμένα απορρίμματα τοπικών ψαριών σε μια καθαρή θαλάσσια τροφή.

Είναι ξεκάθαρο ότι υπάρχει μέλλον για τις ιχθυοκαλλιέργειες. Οι λίγες περιπτώσεις περιβαλλοντικών διαταραχών που έχουν συμβεί ήταν αποτέλεσμα κατά κύριο λόγο μιας λάθος εφαρμογής των υδατοκαλλιεργειών, για παράδειγμα αποτέλεσμα ανθρώπινου λάθους και όχι της ίδιας της υδατοκαλλιέργειας. Αυτό το μήνυμα θα βοηθούσε να πείσει τους ανθρώπους για το χρήσιμο και επιτυχή ρόλο των υδατοκαλλιεργειών στο διεθνές πρόβλημα της σωστής διατροφής της ανθρωπότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abel P.D. 1989.** Water pollution. Ellis Horwood.
- Ackefors H. 1989.** Address by the president of the European Aquaculture Society. p. 3-5. *In* Aquaculture - a biotechnology in progress. De Pauw N., E. Jaspers, H. Ackefors, and N. Wilkins(Eds). European Aquaculture Society, Bredene, Belgium. 1222p.
- Ackefors H. and M. Enell. 1990.** Discharge of nutrients from Swedish fish farming to adjacent sea areas. *Ambio* 19:28-35
- Aksnes G.L., J.Aure, K. Furnes, H. Skjoldal, and R. Saetre. 1988.** Analysis of the *Crysochromulina polylepis* bloom in the Skgerak, May 1988. Environmental conditions and possible causes. Bergen Scientific Centre report 89/1. 38p.
- Alabaster J.S. 1974.** The development of water quality criteria for marine fisheries. *Ocean Management* 2:101-115.
- Alabaster J.S. and R. Lloyd. 1980.** Water quality criteria for freshwater fish. Butterworths, London and Boston. 297 p.
- Anonymous. 1990a.** Report of the working group on environmental impacts of mariculture. ICES CM 1990/F:12. 69p.
- Anonymous. 1990b.** LENKA, Landsomfattende egnethetsvurdering av den norske kystonen og vassdragene for akvakultur. NOU 1990:22. 144p.
- Aoki Ti. 1988.** Drug-resistant plasmids from fish pathogens. *Microbiological Sciences* 5:219-223.
- Aston R.J. 1981.** The availability and quality of power station cooling water for aquaculture. p.39-58. *In*: Aquaculture in heated effluents and recirculation systems. Vol.1. Tiews K. (Ed.). Heenemann Verlagsgesellschaft, Berlin. 513p.
- Aulstad D. and T. Gjerdem. 1973.** The egg size of salmon (*Salmo salar*) in Norwegian rivers. *Aquaculture* 2:337-341.
- Austin B. 1992.** Environmental issues in the control of bacterial of farmed fish. Paper presented to ICLARM conference on environment and third world aquaculture. Belgio studu and conference centre, Lake Como, Italy, 17-22 Sept. 1990.

- Balarin J.D. Hatton. 1979.** Tilapia: a guide to their biology and culture in Africa. University of Stirling. 174p.
- Bergheim A., J.P. Aabel, and E.A. Seymore. 1992.** Past and present approaches to aquaculture waste of management in Norwegian net pen culture operation. *In* Nutritional strategies in management of aquaculture waste. Cowey C.B. and C.Y. Cho (Eds). University of Guelph, Ontario, Canada.
- Billard R., C. Bry, and C. Gillet. 1981.** Stress, environment and reproduction in teleost fish. p.185-208. *In* Stress and fish. Pickering A.D. (Ed.). Academic Press, New York, London. 367p.
- Bjorklund,H. and C. Raberg. 1991.** Persistence of oxolinic acid and oxytetracycline in fish farm sediments. p.284. *In* Havbrug og miljø. Hoffmann E., R. Persson, E. Gaard, and G.S. Jonsson (Eds). Nordisk Ministerrad, Kobenhvn K, Denmark. Nord 1991 : 10.Black E.A., 1992. Coastal resource inventories - a pacific coast strategy for aquaculture development. (these proc.).
- Black E.A., J.M. Little, J.Brackett, T. Jones and G.K. Iwama. 1991.** Co-culture of fish shellfish: the implication for antibiotic contamination of shellfish. ICES CM 1991/F:23. Mariculture Committee, Ref. Theme Session o. 21p.
- Boyd C.E. 1982.** Water quality management for pond fish culture. Elsevier, Amsterdam. 318p.
- Braaten B., J. Aure, A. Ervik, and E. Boge. 1983.** Pollution problems in Norwegian fish farming. ICES CM 1983/F26. Mariculture Committee. 11p.
- Braaten B., T. Poppe, P. Jacobsen, and K. Maroni. 1988.** Risks from self-pollution in aquaculture: evaluation and consequences. p. 139-165. In: Efficiency in aquaculture production: disease control. Proceedings of the 3rd International Conference on Aquafarming "Aquaculture '86". Verona, Italy, October 9-10, 1986. E. Grimaldi and H. Rosenthal (Eds). Ediz. del Sole 24 Ore, Milano. 227p.
- Brett J.R. 1956.** Some principles in the thermal requirements of fish. Quarterly Review of Biology 31:75-87.
- Brett J.R. and C.A. Zala. 1975.** Daily pattern of nitrogen excretion and oxygen consumption of sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, under controlled conditions. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 32:2479-2486.

- Brown J.R., R.J. Gowen, and D.S. McLusky. 1987.** The effects of salmon farming on the benthos of a Scottish sea loch. *Journal of Experimental Marine and Ecology* 109: 39-51.
- Brown M.E. 1945.** The growth of brown trout (*Salmo trutta* L.). II. The growth of two year old trout at a constant temperature of 11.5°C. *Journal of Experimental Biology* 22:130-144.
- Burrows R.E. and B.D. Combs. 1968.** Controlled environments for salmon propagation. *The Progressive Fish Culturist* 30:123-136.
- Canis E., T. Refstie, and T. Gjedrem. 1976.** A genetic analysis of egg, alevin and fry mortality in salmon (*Salmo salar*), sea trout (*Salmo trutta*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture* 8:259-268.
- Carter R.R. and K.O. Allen. 1976.** Effects of flow rate and aeration on survival and growth of channel cat fish in circular tanks. *The Progressive Fish Culturist* 38:204-206.
- Chiba K. 1983.** The effect of dissolved oxygen on the growth of young silver bream. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 49:601-610.
- Christensen K.D., E. Hoffmann, S.J. Horsted. 1991.** Impact of marine aquaculture on the wild fish population. p.66-68. *In* : Aquaculture and the environment. Short communications and abstracts. De Pauw N. and J. Joyce (Eds). European Aquaculture Special Publication 14. 332p.
- Colombo L., A.D. Pickering, P. Belvedere, and C.B. Schreck. 1990.** Stress inducing factors and stress reaction in aquaculture. p.93-121. *In* : Aquaculture Europe '89 - Business joins science. De Pauw N. and P. Billard. (Eds). European Aquaculture Society, Special Publication 12, Bredene, Belgium. 462p.
- Colt J.E., S. Mitchell, G. Tchobanoglous, and A. Knight. 1979.** The environmental requirements of fish. p.240. *In* : The use and potential of aquatic species for wastewater treatment. Appendix B. California State Water Resources Control Board, Sacramento, California, Publication 65.
- Covert J.B. and W.W. Reynolds. 1977.** Survival value of fever in fish. *Nature (London)* 267:43-45.
- Cross T.F. 1992.** Potential genetic interaction between reared and wild fish in Europe with particular emphasis on Atlantic salmon. (these proc.).

- Dahlback B. and L.A.H. Gunnarsson. 1981.** Sedimentation and Sulphate reduction under a mussel culture. *Marine Biology* 63: 269-275.
- De Pauw N. and G. Pruder. 1986.** Use and production of microalgae as food in aquaculture: practices, problems and research needs. p.77-106. *In* : *Realism in aquaculture: achievements, constraints, perspectives.* Bijio M.,H. Rosenthal, and C.J. Sindermann (Eds). European Aquaculture Society, Bredene, Belgium. 585p.
- Diab S. and M. Shilo. 1986.** Transformation of nitrogen in sediments of fish ponds in Israel. *Bamidgch* 38:67-88.
- EIFAC 1969.** Water quality criteria for European freshwater fish - extreme pH values and inland fisheries. *Water Research* 3:593-611.
- EIFAC 1984.** Water quality criteria for European freshwater fish - report on nitrite and freshwater fish. EIFAC Technical Paper 46:19p.
- Enger O., B. Husevag, and J. Goksoyr. 1989.** Presence of the fish pathogen *Vibrio salmonicida* in sediments. *Applied Environmental Microbiology* 55:2815-2818.
- Friedrich H. 1961.** Psychological significance of light in marine ecosystems. p.257-270. *In* : *Oceanography.* Sears M. (Ed.). American Association for the Advancement of Science, Washington DC. Publication 67.
- Girin M. and P.A.D. Secretan. 1990.** Success, failure and bankruptcy in the aquaculture industry: professional standards for consultants (panel report). p.439-455. *In* : *Aquaculture Europe '89 - Business joins science.* De Pauw N. and R. Billard. (Eds). European Aquaculture Society, Special Publication 12, Bredene, Belgium. 462p.
- Gowen R. 1990.** An assessment of the impact of fish farming on the water column and sedimentecosystem of Irish coastal waters (including a review of current monitoring programmes). Report prepared for Department of the Marine, Dublin. 75p.
- Gowen R.J. and A. Edwards. 1990.** The interaction between physical and biological processes in coastal and offshore fish farming: an overview. p.39-47. *In*: *Engineering for offshore fish farming.* Thomas Telford, London. 219p.
- Gowen R.J. and I. Ezzi. 1992.** Assessment and prediction of the potential for hypernutrification and eutrophication associated with cage culture of salmonids in

Scottish coastal waters. Natural Environment Research Council, Dunstaffnage Marine Laboratory, Oban, Argyll, Scotland. 151p.

Gowen R.J. and N.B. Bradbury. 1987. The ecological impact of salmon farming in coastal waters: a review. *Oceanograph Marine Biology Annual Review* 25:562-575.

Gowen R.J., H. Rosenthal, T. Mäkinen, and I. Ezzi. 1990. The environmental effects of aquaculture activities. p. 257-283. In: *Aquaculture Europe '89 - Business joins science*. De Pauw N. and R. Billard (Eds). European Aquaculture Society Special Publication 12. 462p.

Gowen R.J., J.R. Brown, N.B. Bradbury, and D.S. Mclusky. 1988. Investigation into benthic enrichment, hypereutrophication and eutrophication associated with mariculture in Scottish coastal waters (1984-1988). Dept. Biological Science, University of Stirling. p. 289.

Gudjonsson S. 1991. Famed salmon in natural salmon rivers in Iceland. p.183-196. In: *Havbrug og miljø*. Hoffmann E., R. Persson, E. Gaard, and G.S. Jonsson (Eds). Nordisk Ministerrad, København K, Denmark. Nord 1991: 10.291p.

Gunnes K. 1979. Survival and development of Atlantic salmon eggs and fry at three different temperatures. *Aquaculture* 16:211-218.

Hall P.O., L.G. Anderson, O. Holby, S. Kollberg, and M.A. Samuelsson. 1990. Chemical fluxes and mass balance in a marine fish cage farm. I. carbon. *Marine Ecology Progress Series* 61:61-73.

Hansen L.P. 1991. Escaped farmed salmon: a problem for the wild salmon stock? p.79. In: *Havbrug og miljø*. Hoffmann E., R. Persson, E. Gaard, and G.S. Jonsson (Eds). Nordisk Ministerrad, København K, Denmark. Nord 1991:10. 291p.

Hektoen H. and J.A. Berge. 1991. Degradation and leakage of antibiotics in marine sediments and uptake of antibiotic residues in wild lining organisms around fish farms. p.281. In: *Havbrug og miljø*. Hoffmann E., R. Persson, E. Gaard, and G.S. Jonsson (Eds). Nordisk Ministerrad, København K, Denmark. Nord 1991:10.291p.

Henriksson S. 1991. Effects of fish farming on natural Baltic fish communities. p.85-104. In: *Marine aquaculture and environment*. Mäkinen T. (Ed.). Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Denmark. 126p.

- Hirata H.** 1960. Diurnal rhythm of the feeding activity of goldfish with special reference to the inflection point of temperature changes. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 26:783-791.
- Hokanson K.E.F., J.H. McCormick, B.R. Jones, and J.H. Tucker.** 1973. Thermal requirements for maturation, spawning and embryo survival of the brook trout, *Salvelinus fontinalis*. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 30:975-984.
- Holf K.A.** 1989. Survival of *Vidrio anguillarum* and salminicida at different salinities. *Applied Environmental Microbiology* 55:1775-1786.
- Holmer M.** 1992. Impacts of aquaculture on surrounding sediments : generation of organic-rich sediments. (these proc.)
- Honer G., Rosenthal, and G. Kruner.** 1987. Fluctuations of water quality during the experimental rearing of juvenile *Sarotherodon galilaeus*. *Journal of Aquaculture in the Tropics* 2:31-44.
- Hopkins A.T. and W.E. Mancini.** 1988. Feed conversion, waste and sustainable aquaculture. *Aquaculture Magazine* 15(2):30-36.
- Huet M.** 1975. Textbook of fish culture. Breeng and cultivation of fish. Fishing News. 436p.
- ICES.** 1987. Assessment of the environmental conditions in the Skagerak and the Kattegat. Hognestad P.T. (Ed.). ICES Cooperative Report 149. 45p.
- Institute of Aquaculture, University of Stirling.** 1988. The reduction of the impact of fish farming on the natural marine environment. Report prepared for the Nature Conservancy Council. UK. 167p.
- Isotalo I., T. Huttula, E. Leskinen, E. Neimi, J. Neimi, M. Vaikutukset Kustavin Stroomin TilaanKesalla.** 1985. The impact of fish farming on the state of the Stroom area in Kustavin. *Vestihallituksen Monistesarja* 352.
- Itazawa Y.** 1971. An estimation of the minimum level of dissolved oxygen in water required for normal life of fish. *Bulletin of the Japanese Society for Scientific Fisheries* 37:273-276.
- Jobling M.** 1981. The influences of feeding on the metabolic rate of fishes: a short review. *Journal of Fish Biology* 18:385-400.

- Jones J.G. 1985.** Decomposition in lake sediments: bacterial action and interactions. Freshwater Biological Association Annual Report: 31-44.
- Krom M.D. and J. van Rijn. 1989.** Water quality processes, problems, and possible solutions. p.1091-1111. *In* : Aquaculture - a biotechnology in progress. Vol.2. De Pauw N., E. Jaspers, H. Ackefors and N. Wilkins (Eds). Aquaculture Society, Bredene, Belgium. 1222p.
- Kruner G. and H. Rosenthal. 1987.** Circadian periodicity of biological oxidation under three different operational conditions. *Aquacultural Engineering* 6:79-96.
- Kupka-Hansen P., B.T. Lunestad, and O.B. Samuelsen. 1991.** Environmental effects of antibiotics/chemotherapeutics from aquaculture. p.178-179. *In* : Aquaculture in the environment. Short communications and abstracts. De Pauw N. and J. Joyce (Eds). European Aquaculture Special Publication 14. 322p.
- Kutty M.N. 1978.** Ammonia quotient in sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 30:223-227.
- Laghlin R.B. 1986.** Bioaccumulation of tributyltin : the link between environment and organism. p.1206-1212. *In* : Proceeding of Oceans '86, Vol.4, organotin symposium. Marine Technology Society, Washington.
- Love R.M. 1986.** Stress and behaviour in the culture environment. p.449-470. *In*: Realism in aquaculture: achievements, constraints, perspectives. Bilio M., H. Rosenthal, and C.J. Sindermann (Eds). European Aquaculture Society, Bredene, Belgium. 585p.
- Makinen T. (Ed.). 1991.** Marine aquaculture and environment. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Denmark. 126p.
- Makinen T. 1991.** Nutrient load from marine aquaculture. p.1 - 8. *In* : Marine Aquaculture and Environment. Makinen T. (Ed.). Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Denmark. 126p.
- Makinen T. and M. Pursiainen. 1987.** Environmental impact of mariculture in Finland. Report to the Mattsson J. and O.Liden. 1983. Benthic macrofauna succession under mussels, *Mytilus edus* L. (Bivalvia), cultured on hanging long-lines. *Sarsia* 68:97-102.
- Mazeaud M.M., Mazeaud, and E.M. Donaldson. 1977.** Primary and secondary effects of stress in fish: some new data with a general review. *Transactions of the American Fisheries Society* 106:201-212.

- Meade J.W.** 1985. Allowable ammonia for fish culture. *The Progressive Fish-Culturist* 47:135-145.
- Meade J.W.** 1989. Water and health management. p.59-69. In: *Aquaculture management*. Meade J.W. Van Nostrand Reinhold, New York. 175p.
- Mitchell J.R.** 1981. Constraints to aquaculture research at the pilot-scale level. p.493-503. In: *Aquaculture in heated effluents and recirculation systems*. Vol.1. Tiews K. (Ed.). Heenemann Verlagsgesellschaft mbH, Berlin. 513p.
- NASCO (North Atlantic Salmon Conservation Organisation).** 1989. The genetic threats to wild salmon posed by salmon aquaculture. Report of a meeting held in Dublin 23rd May 1989. NASCO, Edinburgh, Scotland. 18p.
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering (NAS/NAE).** 1973. Water quality criteria 1972. Environmental Protection Agency Ecological Research Series EPA-R3-73-033. United States Environmental Protection Agency, Washington DC. 594p.
- NCC (Nature Conservancy Council).** 1990. Fish farming and the Scottish freshwater environment. Nature Conservancy Council, Edinburgh, Scotland. 285p.
- Otto R.G.** 1974. The effects of acclimation to cyclic thermal regimes on heat tolerance of the western mosquitofish. *Transactions of the American Fisheries Society* 103:331-335.
- Papoutsoglou S.E.** 1985. Introduction to aquaculture. Karamperopoulos S. Athens, Greece, 595p. (in greek).
- Penczak T., W. Galicka, M. Molinski, E. Kusko, and M. Zalewski.** 1982. The environment of a mesotrophic lake by carbon, phosphorus and nitrogen from the cage aquaculture of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Journal of Applied Ecology* 19:371-393.
- Persson G.** 1992. Eutrophication resulting from salmonid fish culture in fresh and salt water: Scandinavian experiences. In: *Nutritional strategies in management of aquaculture waste*. Cowey C.B. and C.Y. Cho (Eds). University of Guelph, Ontario, Canada.
- Peters G., H. Delventhal, and H. Klinger,** 1981. Stress diagnosis for fish in intensive culture systems. p.239-248. In: *Aquaculture in heated effluents and recirculation systems*. Vol.2. Tiews K. (Ed.). Heenemann Verlagsgesellschaft, Berlin. 666p.
- Pickering A.D.** 1981. Introduction: the concept of biological stress. p.1-9. In: *Stress and fish*. Pickering A.D. (Ed.). Academic Press, London. 367p.

- Poxton M.G. 1990.** A review of water quality for intensive fish culture. p.285-303. In: Aquaculture Europe '89 - Business joins science. De Pauw N. and R. Billard. (Eds). European Aquaculture Society, Special Publication 12, Bredene, Belgium. 462p.
- Poxton M.G. 1991a.** Control of ammonia fluctuations in recycle systems. p.262-263. In: Aquaculture and the environment. Joyce J. and N. De Pauw (Eds). European Aquaculture Society, Special Publication 14, Bredene, Belgium. 332p.
- Poxton M.G. 1991b.** Incubation of salmon eggs and rearing of alevins: natural temperature fluctuations and their influence on hatchery requirements. *Aquacultural Engineering* 10: 31-53.
- Poxton M.G. and N.J. Lloyd. 1989.** Fluctuations in ammonia production by eels (*Anguilla anguilla* L.) as a result of feeding strategy. p.1125-1135. In: Aquaculture - a biotechnology in progress. Vol.2. De Pauw N., E. Jaspers, H. Ackefors and N. Wilkins (Eds). European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, 1222p.
- Poxton M.G. and S.B. Alloué. 1982.** Water quality criteria for marine fisheries. *Aquacultural Engineering* 1:153-191.
- Poxton M.G. and S.B. Alloué. 1987.** Cyclical fluctuations in ammonia and nitrite-nitrogen resulting from the feeding of turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), in recirculating systems. *Aquacultural Engineering* 6:301-322.
- Reynolds W.W. 1977.** Temperature as a proximate factor in orientation behaviour. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34:734-739.
- Reynolds W.W. 1978.** The final preference of fishes: shuttling behaviour and acclimation overshoot. *Hydrobiologia* 57:123-124.
- Ritz D.A., M.E. Lewis, and M. Shen. 1989.** Response to organic salmon seacages. *Marine Biology* 103:211-214.
- Roed H. 1991.** State Pollution Control Authority's demands to reduce the amount of antibacterials used in Norwegian Fish farming. p.283 In: Havbrung og miljø. Hoffmann E., R. Person, E. Gaard, and G.S. Jonsson (Eds). Nordisk Ministerråd, København K, Denmark. Nord 1991:10. 291p.
- Rosenhal H. 1976.** Implications of transplantation to aquaculture and to ecosystems. FAO Technical Conference on Aquaculture. Rome, FAO, FIR:AQ/Conf. 76/E.67:19p.

- Rosenthal H. 1983.** Diurnal fluctuations in water quality levels in relation to different pond conditions and their significance in intensive fish culture. Unpublished discussion paper, Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg. 46p.
- Rosenthal H. 1989.** Water quality: problems and solutions (Panel report). p.1137-1142. In: Aquaculture - a biotechnology in progress. Vol.2. De Pauw N., E. Jaspers, H. Ackefors, and N. Wilkins (Eds). European Aquaculture Society, Bredeme, Belgium. 1222p.
- Rosenthal H. and K.R. Murray. 1986.** System design and water quality criteria. p.473-493. In: Realism in aquaculture: achievements, constraints, perspectives. Bilio M., H. Rosenthal, and C.J. Sindermann (Eds). European Aquaculture Society, Bredeme, Belgium. 585p.
- Rosenthal H. and R.W. Rangeley. 1989.** The effect of salmon cage on the benthic community in a largely enclosed bay (Dask Harbour, Grand Manan Island, NB Canada). p.207-223. In : Fish health protection strategies. Lillelund K. and H. Rosenthal (Eds). Bundesministerium fur Forschung und Technologie, Hamburg/Bonn. 299p.
- Rosenthal H., D.P. Weston, R.J. Gowen, and E. Black. 1988.** Report of the ad hoc study group on environmental impact of mariculture. International Council for the Exploration of the Sea (ICES). Co-operative Research Report 154. 81p.
- Rosenthal H., K. Chiba, and G. Kruner. 1984.** Daily fluctuation of water quality in a recirculating system and its influence on the performance of a rotating biofilter biological filter. ICES CM 1984/F:20. 11p.
- Rosenthal H., R. Andjus, and G. Kruner. 1981.** Daily variations in water quality parameters under intensive culture conditions in a recirculating system. p.113-120. In: Aquaculture in heated effluents and recirculation systems. Vol.1. Tiews K. (Ed.). Heckenmann Verlagsgesellschaft mbH, Berlin. 513p.
- Rosenthal H., R. Hoffmann, L. Jorgensen, G. Kruner, G. Peters, H.-J. Schlofeldt, and H. Schomann. 1982.** Water management in circular tanks of a commercial intensive culture unit and its effects on water quality and fish condition. ICES CM 1982/F:22. 13p.
- Ross A. 1990.** UK usage of pesticides - controls and lesson to be learned. p.40-43. In : Interactions between aquaculture and the environment. Oliver P. and E. Colleran (Eds). An Taisce: The National Trust for Ireland, Dublin 8, Ireland. 75p.

- Ruffier P.J., W.C. Boyle, and J. Kleinschmidt. 1981.** Short-term acute bioassays to evaluate ammonia toxicity and effluent standards. *Journal of the Water Pollution and Control Federation* 53:367-377.
- Rychly J. and B.A. Marina. 1977.** The ammonia excretion of trout during a 24-hour period. *Aquaculture* 11:173-178.
- Samuelson O., V. Torsvik, P. Kupla Hansen, K. Pittmann, and A. Ervik. 1988b.** Organic waste and antibiotics from aquaculture. ICES CM/F:14. 14p
- Scottish Countryside and Wildlife Link. 1988.** Marine fish farming in Scotland, a discussion paper. Scottish Wildlife and Countryside Link, SWCL, Southesk Bank, Perth, Scotland. 70p.
- Shapiro J. 1988.** Introductory lecture at the international symposium «Phosphorus in freshwater ecosystems», Uppsala, Sweden in October 1985. *Hydrobiologia* 170:9-17.
- Shilo M. and A. Rimon. 1982.** Factors which affect the intensification of fish breeding in Israel. 2. Ammonia transformation in intensive fish ponds. *Bamidgeh* 34:101-114.
- Short J.W. and F.D. Thrower. 1986.** Tri-n-Butyl caused mortality of chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, on transfer to TBT-treated marine net pens. p.1202-1209. *In* : proceedings of Oceans '86, Vol.4, organotin symposium. Marine Technology Society, Washington DC.
- Smart G.R. 1981.** Aspects of water quality producing stress in intensive fish culture. p.277-293. *In*: Stress and fish. Pickering A.D. (Ed.). Academic Press, New York, London. 367p.
- Smith P. 1990.** Disease control in fish farming. p.27-32. *In*: Interactions between aquaculture and the environment. Oliver P. and E. Colleran (Eds). An Taisce: The National Trust for Ireland, Dublin 8, Ireland. 75p.
- Spieler R.E. 1977.** Diel and seasonal changes in response to stimuli: a plague and a promise for mariculture. *Proceedings of the World Mariculture Society* 8:865-874.
- Spigarelli S.A., M.H. Thommes, and W. Propejchal. 1982.** Feeding, growth and fat desposition by brown trout in constant and fluctuating temperatures. *Transactions of the American Fisheries Society* 111:199-209.
- Stepaenson M.D., D.R. Smithn, J. Goetzl, G. Ichikawa, and M. Martin. 1986.** Growth abnormalities in mussels and oysters from areas with high levels of tributyl tin in San

- Diego Bay. p.1246-1251. In: proceedings of oceans '86, Vol.4 organotin symposium. Marine Technology Society, Washington DC .
- Strange R.J. 1980.** Acclimation temperature influences cortisol and glucose concentrations in stressed channel catfish. Transactions of the American Fisheries Society 109:298-303.
- Thia-Eng C. 1992.** Environmental management of coastal aquaculture development. Paper presented to ICLARM conference on environment and third world aquaculture. Belgio study and conference centre, Lake Como, Italy, 17-22 Sept. 1990
- Thurston R.V., C. Chakonmakos, and R.C. Russo. 1981.** Effect of fluctuating exposures on the acute toxicity of ammonia to rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and cutthroat trout (*S. clarki*). Water Research 15:911-917.
- Thurston R.V., R.C. Russo, C.M. Fetterolf, Jr., T.A. Edsall, and Y.M. Barber, Jr. 1979.**
A review of the EPA red book: Quality criteria for water. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 313p.
- Tiews K. 1981.** Aquaculture in heated effluents and recirculation systems. Heenemann Verlagsgesellschaft, Berlin. Vol.1. 513p.; Vol.2. 666p.
- US Environmental Protection Agency (USEPA). 1977.** Quality criteria for water. Office of Water and Hazardous Materials, United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C. 256p.
- US Federal Water Pollution Control Administration (USFWPCA). 1968.** Water quality criteria. National Technical Advisory Committee to the Secretary of the Interior, Federal Water Pollution Control Administration Washington, DC. 234p.
- van Rijn J., S.R. Stutz, S. Diab, and M. Shilo. 1986.** Chemical, physical and biological parameters of superintensive concrete ponds. Bamidgeh 38:35-43.
- Wedemeyer G.A. 1981.** The physiological responses of fishes to the stress of intensive aquaculture in recirculation systems. p.3-18. In : Aquaculture in heated effluents and recirculation systems. Vol.2. Tiews K. (Ed.). Heenemann Verlagsgesellschaft, Berlin. 666p.
- Wedemeyer G.A. and D.J. McLeay. 1981.** Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors. p.247-275. In: Stress and fish. Pickering A.D. (Ed.). Academic Press, New York, London. 367p.

- Westers H. and K.M. Pratt. 1977.** Rational design of hatcheries for intensive salmonid culture based on metabolic characteristics. *Progressive Fish Culturist* 39:157-165.
- Weston D.P. 1990.** quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Marine Ecology Progress Series* 61:233-244.
- Wilde T. 1990.** Sharing the environment with the original inhabitants - some thoughts on aquaculture and the environment. p. 56-59. In: *Interactions between aquaculture and the environment*. Oliver P. and E. Colleran (Eds). An Taisce: The National Trust for Ireland, Dublin 8, Ireland. 75p.
- Wickins J.F. 1981.** Water quality requirements for intensive aquaculture: a review. p.17-37. In: *Aquaculture in heated effluents and recirculation systems*. Vol.1. Tiews K. (Ed.). Heenemann Verlagsgesellschaft, Berlin. 513p.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1: Μια λίστα χημικών συχνά χρησιμοποιούμενη στις
υδατοκαλλιέργειες (βασισμένη στον Buchanan, 1990)

A. Field use

1. Test papers
2. Colour detection kits
3. Colour cubes
4. Comparators
5. Some ion selective electrodes e.g. DO, pH
6. Field titration systems
7. Field spectrophotometers with simplified chemistry

B. Laboratory use

8. Simplified chemistry with laboratory spectrophotometers
 9. Full wet chemistry - titrimetric
- spectrophotometric
 10. Some ion selective electrodes e.g. certain cations
 11. Advanced laboratory techniques - atomic absorption spectrophotometry
- plasma emission spectroscopy
- gas chromatography
- mass spectrometry
-

Πίνακας 2: Αλλαγές στο βενθικό οικοσύστημα που σχετίζονται με οργανικό εμπλουτισμό με απόβλητα από καλλιέργεια ψαριών και οστράκων (από Gowen et al., 1990)

Sediment chemistry

Reduction in redox potential
Increase in sedimentary carbon and nitrogen
Production of methane and hydrogen sulphide
Enhanced remineralization of nitrogen and phosphorus
Increased biochemical oxygen demand

Biological

Growth of sulphur bacteria (e.g. *Beggiatoa* sp.)
Reduction in macrofauna biomass, abundance and species composition.

Πίνακας 3: Σωστά κριτήρια ποιότητας νερού

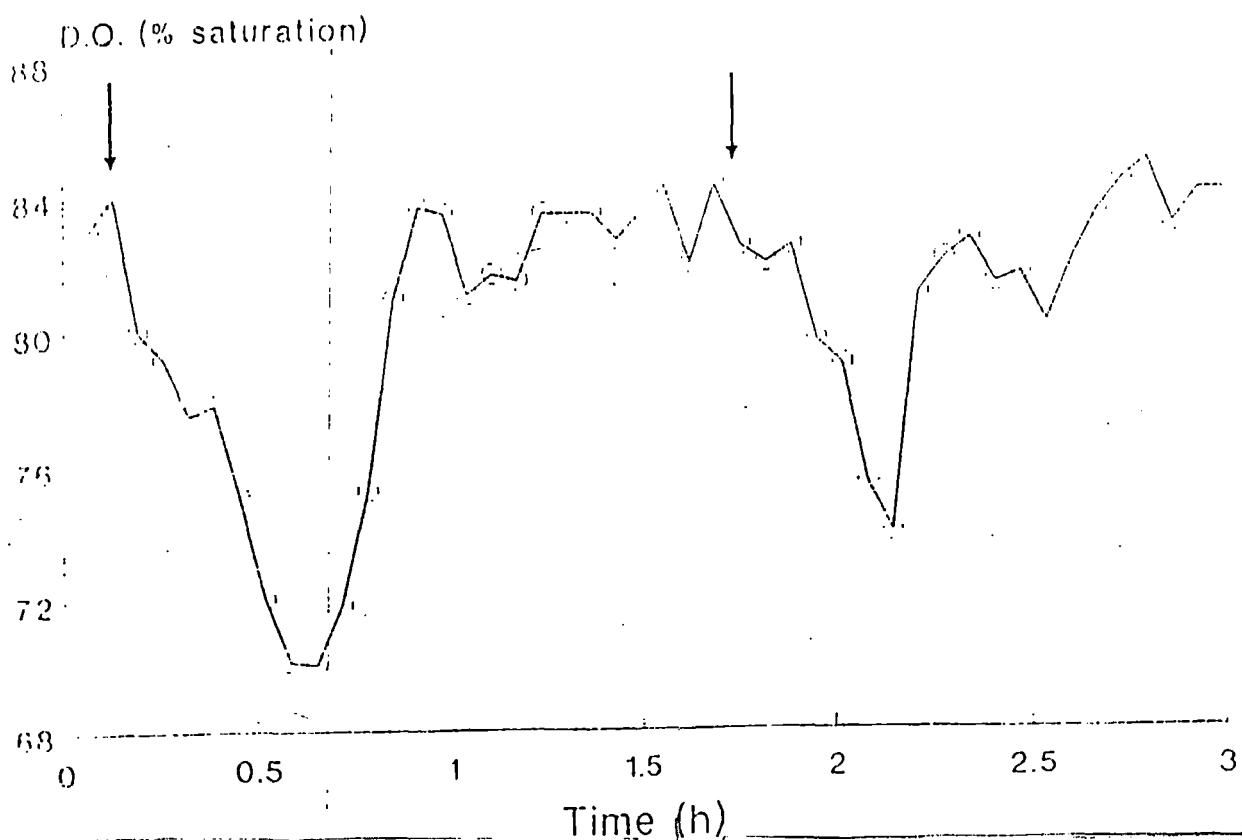
Parameter	Species	Concentration (mg.l ⁻¹)	Reference
Oxygen	Salmonids	>5.0-6.0	Westers and Pratt (1981)
	Most fish	>5.0 (90% sat.)	Wickins (1981)
	European eel	>4.0	Wickins (1981)
	Common carp	>3.0	Itazawa (1971)
	Channel catfish	>3.0	Carter and Allen (1971)
	Tilapia	>3.0	Balarin and Hauon (1971)
Carbon dioxide	Most fish	<6.0 as CO ₂ -C	Smart (1981)
Ammonia	Rainbow trout	<0.04 as NH ₃ -N	Meade (1985)
Nitrite	Salmonids	<0.01 as NO ₂ -N	EIFAC (1984)
	Coarse fish	<0.02 as NO ₂ -N	EIFAC (1984)
Nitrate	Most fish	<50 as NO ₃ -N	Poxton (1990)
Suspended solids	Most fish	<15 (dry wt)	Wickins (1981)
Parameter	Species	Range	Reference
Temperature	Salmonids	12-17°C	Poxton (1990)
	European eel	22-26°C	Aston (1981)
	Common carp	25-30°C	Aston (1981)
	Channel catfish	28-30°C	Colt et al. (1979)
	Tilapia	29-32°C	Colt et al. (1979)
		Freshwater fish	6.0-9.0
	Most marine fish	6.5-8.5	Poxton and Alloush (1981)

Water quality criteria

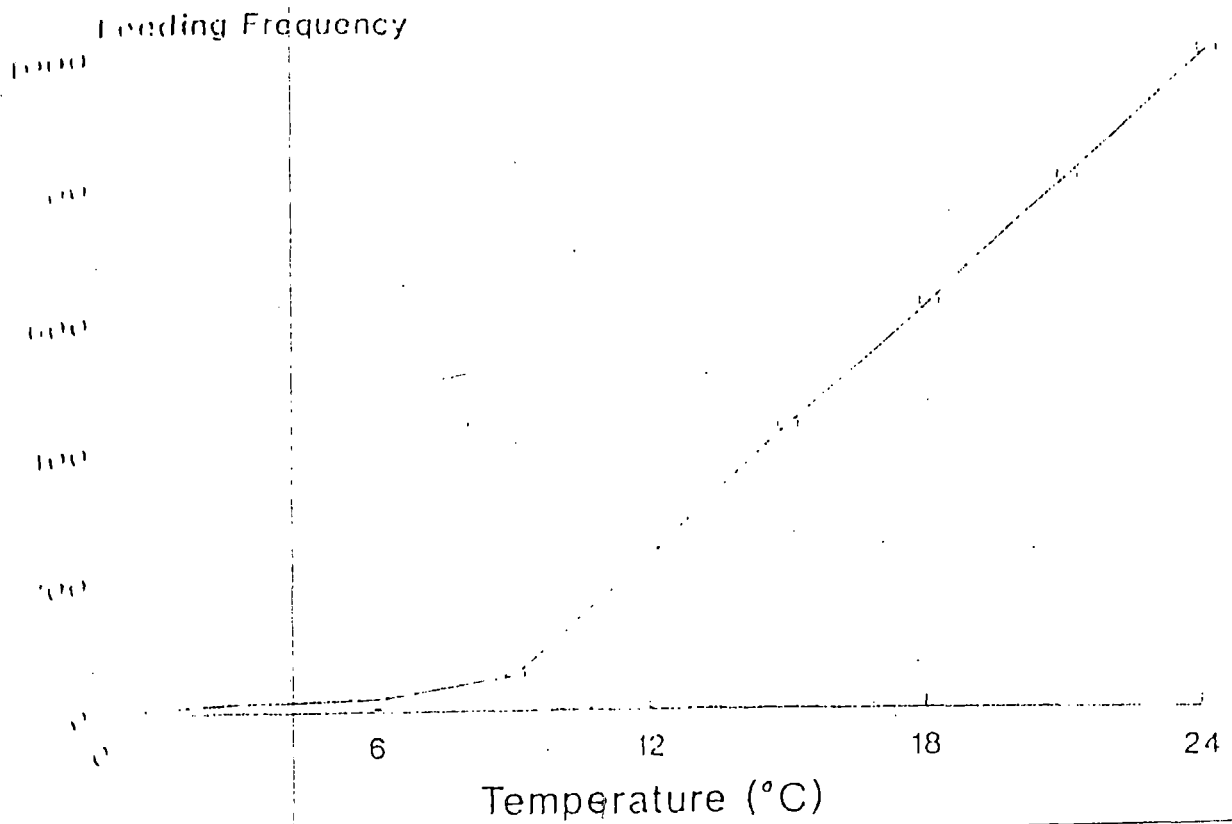
Πίνακας 4: Περίληψη των μέσων καθημερινών τιμών παραγωγής αμμωνίας ($\text{NH}_4\text{-N mg}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ των ψαριών) και κορυφή των συγκεντρώσεων αμμωνίας ($\text{NH}_4\text{-N mg}\cdot\text{l}^{-1}$) που επιτεύχθηκαν από fingerling ευρωπαϊκά χέλια χρησιμοποιώντας διαφορετικές συνταγές ταΐσματος (από Roxton και Lloyd, 1989)

Feeds (No.d ⁻¹)	Feeding regime (h)	Ammonia ($\text{NH}_4\text{-N}$)	
		Production ¹ (mg.d ⁻¹ .kg ⁻¹ fish)	Peak concentration (mg.l ⁻¹)
2	09.30, 15.30	500	0.8
2	08.30, 20.30	537	0.6
5	08.30, 11.30, 14.30, 17.30,	632	0.8
Many	20.30 08.30-20.30 (every 5-10min)	546	1.5

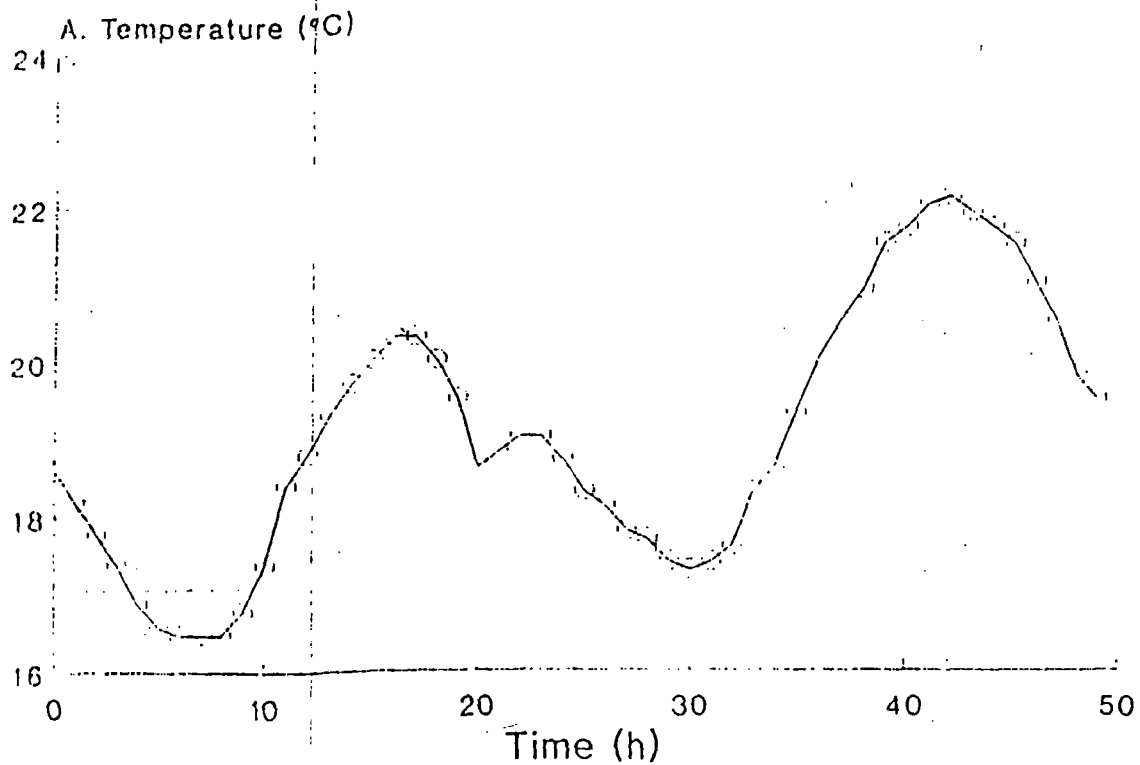
¹ Calculated as (outlet concentration - inlet concentration) x Flow rate.



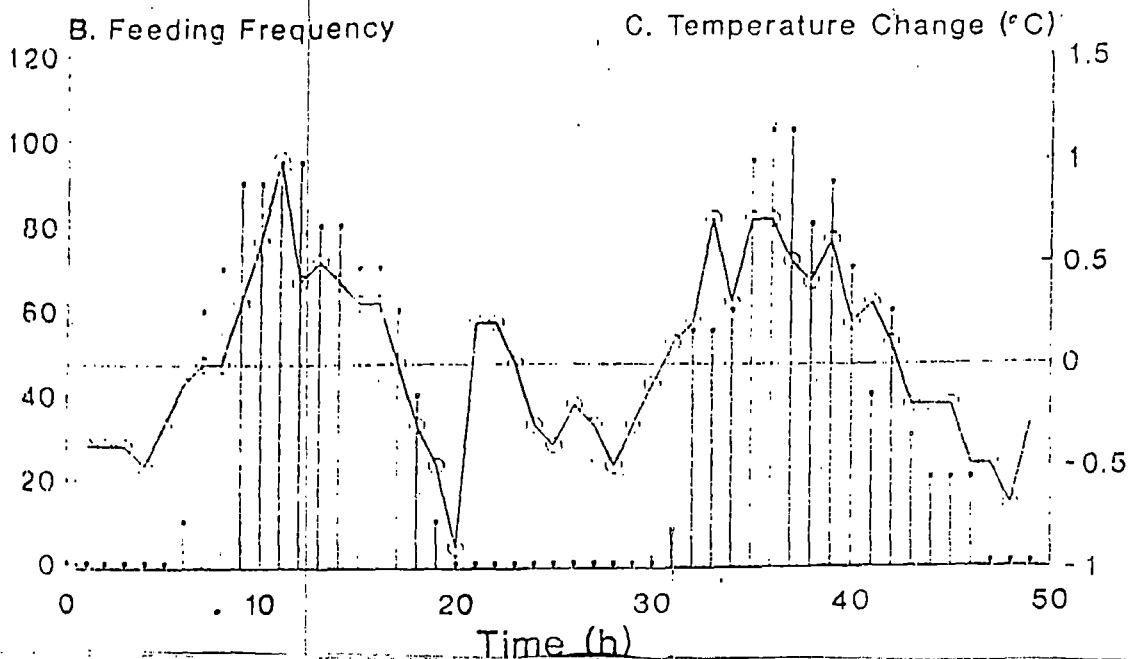
Εικόνα 1: Κάμψεις διαλυμένου οξυγόνου ως αποτέλεσμα του τσίσηματος (φαίνεται με τα βέλη) του ατλαντικού σολομού σε ένα θαλάσσιο κλωβό σε "χαλαρή" παλίρροια (η πληροφορία είναι προσφορά του R. Stewart, Bobcat Ltd)



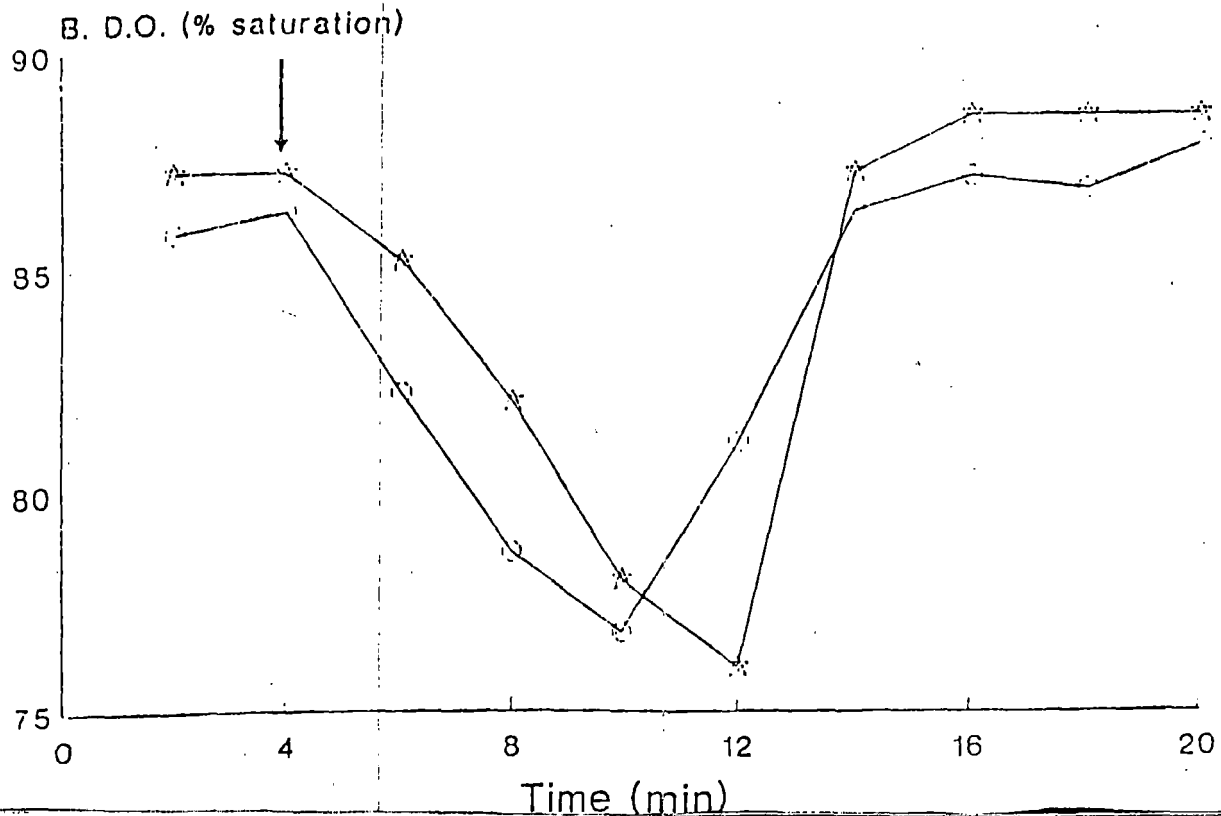
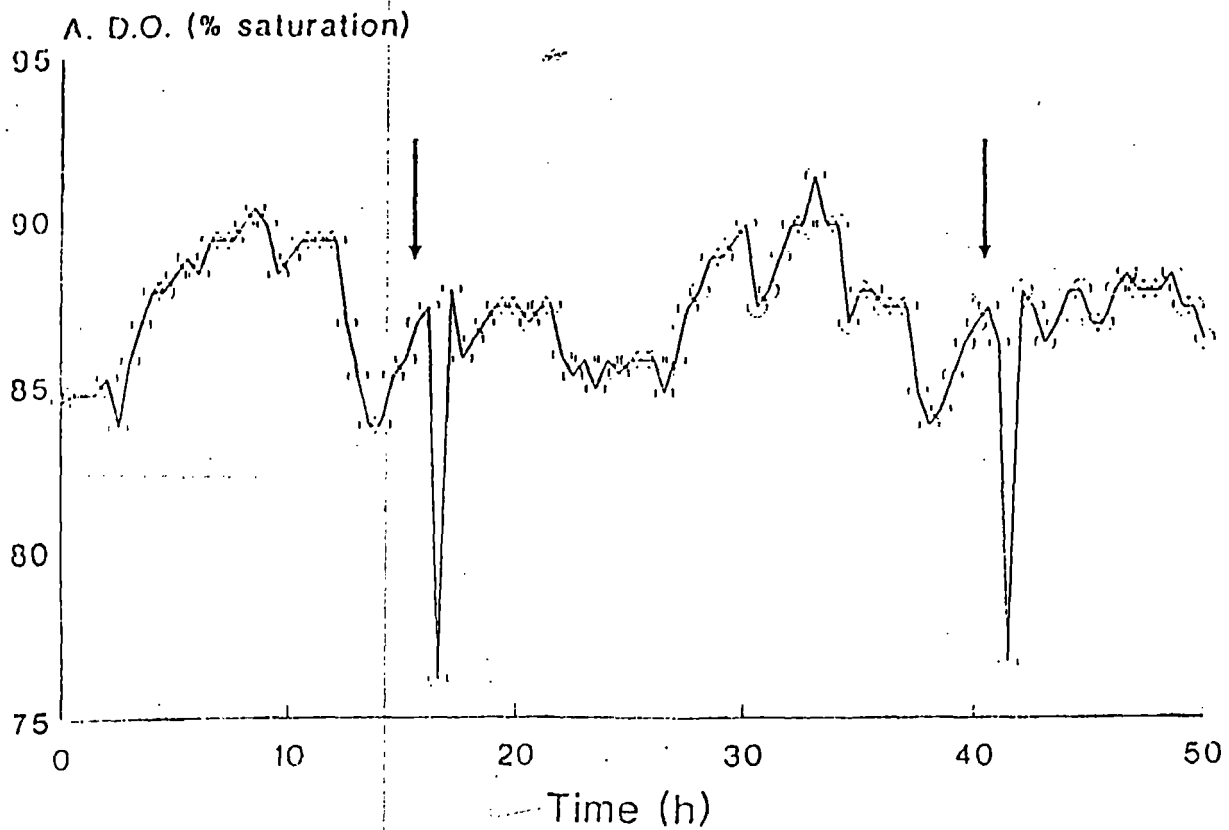
Εικόνα 2: Σχέση ανάμεσα στην συχνότητα ταΐσματος στα χρυσόψαρα και στη μέση θερμοκρασία νερού (modified after Hirata, 1960)



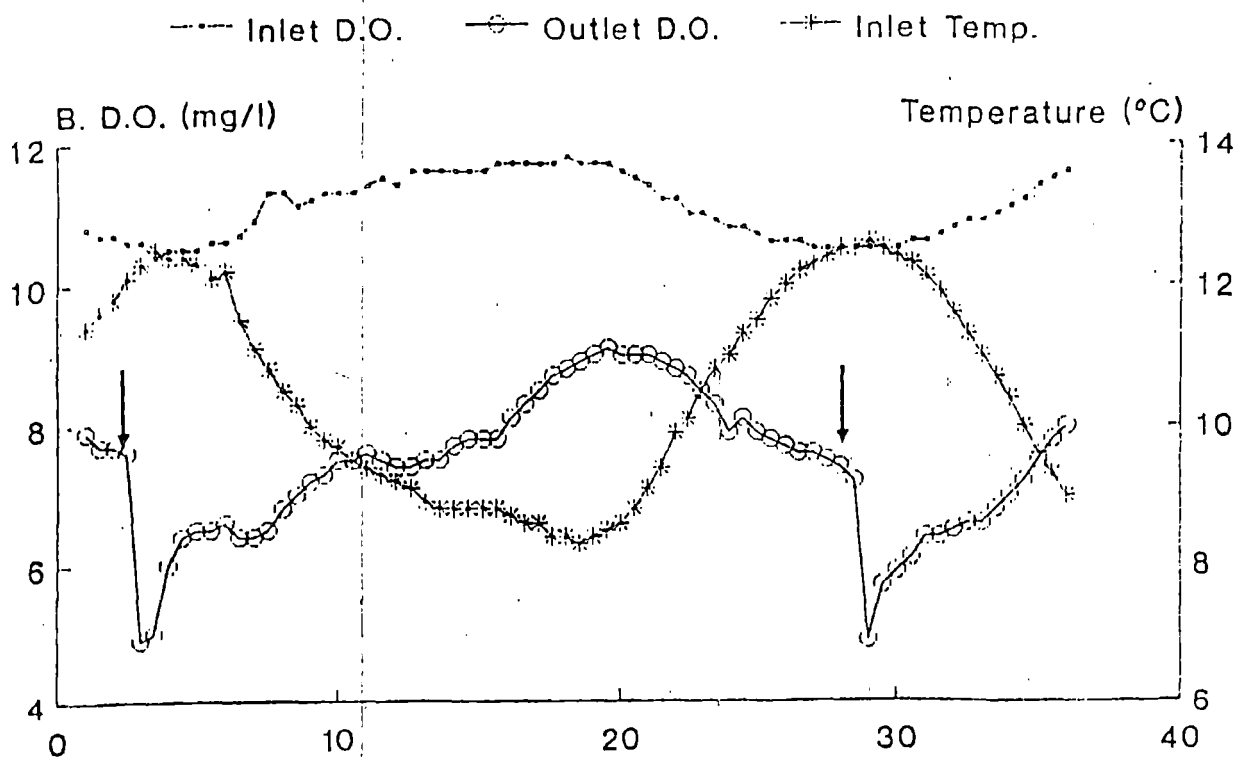
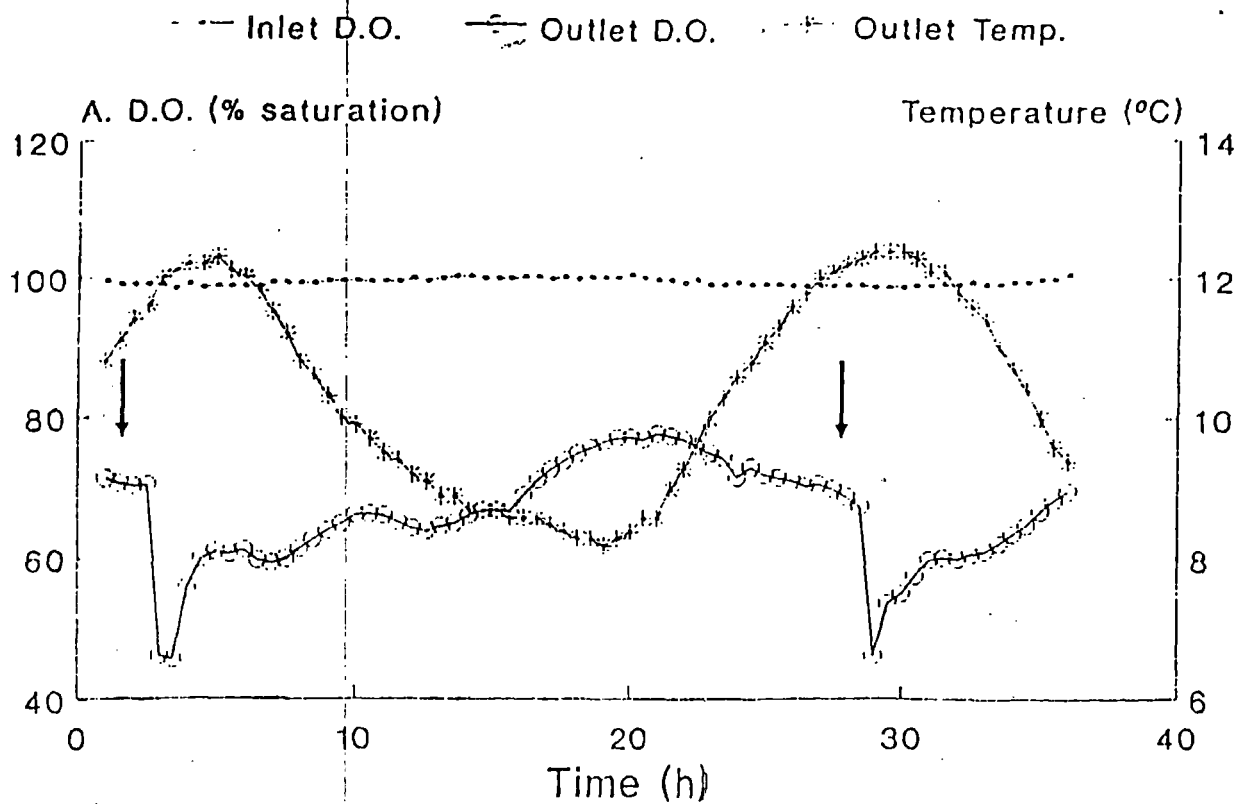
— Feeding Frequency — Temperature Change



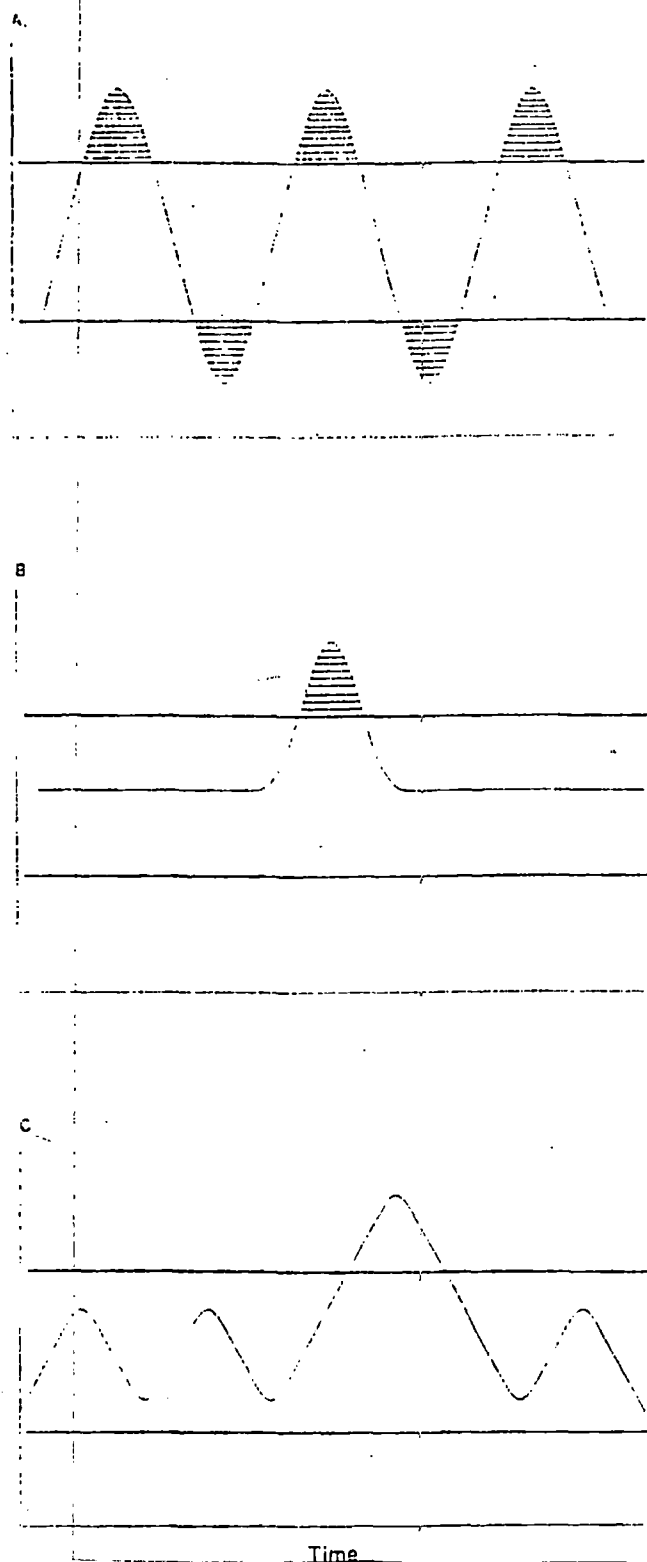
Εικόνα 3: Καθημερινές διακυμάνσεις της δράσης ταΐσματος των χρυσόψαρων (B), σχετικές με (A) θερμοκρασίες νερού, και (C) την τιμή αλλαγής της θερμοκρασίας με το χρόνο (modified after Hirata, 1960).



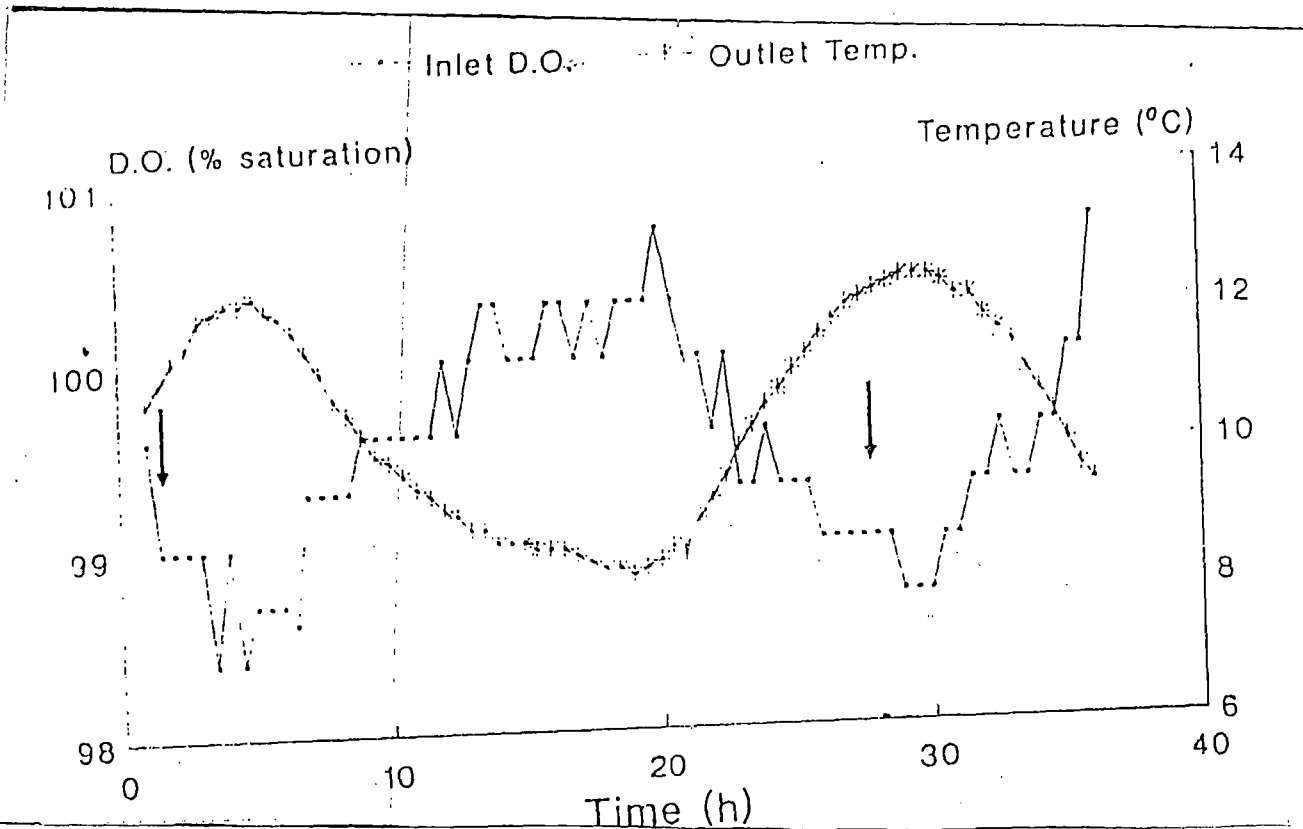
Εικόνα 4: Διέξοδος DO δεξαμενής για τον ατλαντικό σολομό που αναπτύσσεται σε θαλάσσιο νερό και δείχνει τα αποτελέσματα κλεισίματος των αεριστών (φαίνονται με τα βέλη) για συλλογή των θνησιμοτήτων. Οι κάμψεις του DO επεκτείνονται στην 4B (data is courtesy of R. Stewart, Bobcat Ltd)



Εικόνα 5: Διέξοδος θερμοκρασιών δεξαμενής εισόδου και διέξοδος DO (A) Fig. % κορεσμός και εισόδου θερμοκρασιών δεξαμενών εισόδου και έξοδος DO (B) συγκέντρωση σε $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ πάνω από 40 ώρες για μια δεξαμενή ατλαντικών salmon smolts και τα αποτελέσματα των καθημερινών χειρισμών ασθενειών (φαίνονται με τα βέλη) πάνω στο DO (data is courtesy of R. Stewart Bobcat Ltd)



Εικόνα 6: Μεγάλες διακυμάνσεις μπορούν να είναι ζημιογόνες (A), αλλά μικρές διακυμάνσεις (C) μπορεί να είναι ασφαλέστερες από ότι συνεχής συνθήκες (B) ειδικά σε περιστατικό μιας τυχαίας ή ξαφνικής κορυφής (αμμωνίας) ή διαμέσου (DO) μιας κρίσιμης παραμέτρου



Εικόνα 7: Κυκλικές διακυμάνσεις στο εισερχόμενο DO (% κορεσμός) στο εκκολαπτήριο ατλαντικού σολομού όχι φανερού από την Εικ. 5Α. Σημειώνεται ότι υπερκορεσμός συμβαίνει φυσικά ως αποτέλεσμα της θερμοκρασίας που πέφτει

FEEDING

Quality
Quantity
Timing

Temp.
Light

FISH

Growth

FCR

FLUCTUATIONS

SD:competition
Behaviour:app.
Physiol.:health

Digestion
Excretion
Respiration

Ammonia
Urea
Sus. solids

Wastage

pH
D.O.
CO₂

Environmental Impact

B.O.D.
C.O.D.

Εικόνα 8: Πώς, τι και πότε το τάισμα εντατικής εκτροφόμενων ψαριών έχει σημαντικές συνέπειες για το κέδρος, την υγεία ψαριών και της επιδράσεις στο περιβάλλον