

Τ.Ε.Ι ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ -ΑΛΙΕΙΑΣ

Πτυχιακή εργασία με θέμα:

ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ
ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥΣ.

Της σπουδάστριας:
Χατζής Αθηνάς

Εγκρίνεται



Εισηγήτρια:
Παπαγγελή Π.



Μεσολόγγι 1997

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
1.2 ΤΟ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΚΚΟΛΑΠΤΗΡΙΟΥ.....	5
1.3 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ SMOLTIFICATION.....	7
1.4 ΚΑΤΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΥΝΘΕΣΗ, ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΥΠΡΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΛΙΠΙΔΙΩΝ, ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ.....	9
1.5 ΕΝΔΟΚΡΙΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	10
1.6 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ.....	11
1.6.1 <i>Μέγεθος και χρόνος απαλλαγής</i>	13
1.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΣΟΛΟΜΩΝ.....	16
1.7.1 <i>Ποιότητα νερού</i>	16
1.8 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ.....	19
1.9 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ.....	21
1.10 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΨΑΡΙΩΝ - ΘΕΡΑΠΕΙΑ, ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΕΙΟΥ.....	22
1.11 ΣΥΣΤΑΣΗ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΕΙΩΝ, ΒΙΟ - ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ & ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	27
ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΤΩΝ ΓΛΥΚΩΝ ΝΕΡΩΝ	27
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	27
2.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΙΒΙΩΣΗ.....	28
2.2.1 <i>Θερμοκρασία</i>	28
2.2.2 <i>Φωτοπερίοδος</i>	29
2.2.3 <i>Ταχύτητα νερού</i>	29
2.3 <i>Χημικές απαιτήσεις</i>	30
2.3.1 <i>Διαλυμένο οξυγόνο</i>	30
2.3.2 <i>Άζωτο</i>	30
2.3.3 <i>Διοξείδιο του άνθρακα</i>	31
2.3.4 <i>Αζωτούχες ενώσεις</i>	31
2.3.5 <i>Ανόργανα άλατα</i>	32
2.3.6 <i>Ρυπαντές</i>	32
2.4 <i>Απαιτήσεις για αύξηση - περιβαλλοντολογικές συνθήκες</i>	33
2.4.1 <i>Θερμοκρασία</i>	33
2.4.2 <i>Διαλυμένο οξυγόνο</i>	33
2.4.3 <i>Μεταβολίτες</i>	33
2.5 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ.....	34
2.6 ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΡΟΦΟΛΗΨΙΑΣ.....	34
2.6 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	35
2.6.1 <i>Ωοτοκία</i>	35
2.6.2 <i>Απαιτήσεις σε κρύα και ζεστά νερά</i>	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	38
ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΕΙΩΝ	38
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	38
3.2 ΕΚΚΟΛΑΠΤΗΡΙΑ ΠΕΣΤΡΟΦΑΣ.....	38
3.3 <i>Συμπεριφορά</i>	39
3.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	39

3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	44
3.6 ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΑ ΟΣΤΡΑΚΟΔΕΡΜΑ ΤΑ ΨΑΡΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΜΑΛΑΚΙΑ.....	45
3.6.1 Εισαγωγή.....	45
3.6.2 Πηγές αζωτούχων ενώσεων στα συστήματα καλλιέργειας.....	45
3.6.3 Χημεία των αζωτούχων ενώσεων στα συστήματα καλλιέργειας.....	47
3.6.4 Επιδράσεις στο επίπεδα των κατάρων.....	50
3.7 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΕΚΚΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ.....	51
3.8 Επιδράσεις στην ωσμωρύθμιση.....	52
3.9 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ.....	53
3.10 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	54
3.11 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ.....	56
3.12 ΘΑΝΑΤΟΦΟΡΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ.....	58
3.13 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΑΤΤΩΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ.....	61
3.14 ΕΛΑΤΤΩΣΗ ΤΩΝ ΘΑΝΑΤΟΦΟΡΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ.....	61
3.15 ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	63
3.16 ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ.....	64
3.16 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	68
ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΦΩΤΟΤΑΚΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΚΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΣΕ ΛΑΡΒΕΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ WALLEYE.....	68
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	68
4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	69
4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	70
4.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	71
4.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	74

Πρόλογος

Η Εργασία μας αυτή έχει ως σκοπό να βοηθήσει τους σπουδαστές του τμήματος Ιχθυοκομίας - Αλιείας του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου προκειμένου να ασχοληθούν όλο και περισσότερο με το αντικείμενο της ιχθυολογίας το οποίο αποτελεί και ένα θαυμαστό τμήμα που απαιτεί περισσότερη εξερεύνηση.

Η εργασία αυτή παρουσίασε αρκετές δυσκολίες κατά την συγγραφή της για αυτό το λόγο ζητάμε την κατανόηση από όλους εσας για τυχόν λάθη ή ατέλειες που παρατηρηθούν.

Μέσα από αυτή την εργασία θέλουμε να ευχαριστήσουμε την εισηγητριά μας Κα Παπαγγελή για την βοήθεια που μας προσέφερε κατά την διάρκεια εκπόνησής της. Επίσης Δε, θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον Κω Νικόλαο Βλάχο έκτακτα εκπαιδευτικό του τμήματος, για την βοήθεια και την συμπαράσταση, που μου έδειξε κατά την εκπόνηση της εργασίας αυτής. Τέλος Δε, ευχαριστώ όλους όσους μου συμπαράσταθηκαν προκειμένου να ολοκληρωθεί η εργασία αυτή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

1.1 Εισαγωγή.

Τα εκκολαπτήρια έχουν κτιστεί και χτίζονται για την ευκολία προσωπικού και όχι αναγκαία για τις ανάγκες των που πρέπει να διευθετηθούν. Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι να επιστήσουμε την προσοχή σε μερικές από τις σημαντικές απαιτήσεις των ψαριών.

1.2 Το απαιτούμενο περιβάλλον εκκολαπτηρίου.

Ένα χρόνιο πρόβλημα στην επαρκή χρήση των τεχνητά διαδομένων ανάδρομων σολωμοειδών για προγράμματα εμπλουτισμού ή για τις υδατοκαλλιέργειες, είναι το γεγονός ότι η επιβίωση των εκκολαπτόμενων σολομών στους ωκεανούς είναι πολύ συχνά μικρότερη από την επιβίωση των φυσικών πληθυσμών του σολομού, μολονότι τα εκκολαπτήρια μπορούν κατά ακολουθία να συντελέσουν στην επιβίωση των ψαριών, διαμέσου της εκκόλαψης και των αρχικών έχει σταδίων ανάπτυξης. Η εμπειρία της εκκόλαψης έχει δείξει ότι μέσα σε κάποια όρια μέγεθος τους κατά την διαφυγή από το εκκολαπτήριο.

Τα περισσότερα εκτραφεία απελευθερώνουν μεγάλο μέγεθος μικρούς σολομούς προσπαθώντας να αυξήσουν τη συνεισφορά στην αλιεία και τις επιστροφές στο εκκολαπτήριο. Όμως τα αποτελέσματα τέτοιων προσπαθειών τις περισσότερες φορές δεν είναι τα αναμενόμενα.

Σαν παράδειγμα, η ελευθέρωση μικρών σολομών πολύ μεγάλου μεγέθους του γένους Coho (*Oncorhynchus kisutch*), μπορεί απλά και μόνο να έχει σαν αποτέλεσμα την αυξανόμενη κάθοδο πρόωρων αρσενικών (jacks) και τη δραστική μείωση στις επιστροφές ενηλίκων (Bilton 1978).

Υπάρχει λόγος για υποψία ότι αρκετοί από τους υγιείς μικρούς σολομούς του εκκολαπτηρίου που απελευθερώνονται και είναι μεγάλο μέγεθος και αργυρόχρωμοι, είναι φυσιολογικά απροετοίμαστοι να πάνε στη

θάλασσα και έτσι η συνεισφορά στην αλιεία είναι περιορισμένη ακόμα και όταν απελευθερώνονται στο ίδιο ποτάμι που είχαν συλληφθεί οι γονείς τους.

Η αποτυχία στην παραγωγή καλής ποιότητας μικρών σολομών προέρχεται αφενός στην ελλιπή κατανόηση της φυσιολογίας των μικρών σολομών από τους βιολόγους του εκκολαπτηρίου, που απαιτείται για την επιτυχή μεταμόρφωση των μικρών σολομών, από τους μηχανικούς σχεδιασμού εκκολαπτηρίου.

Σε αυτή την εργασία περιγράφονται τα κριτήρια φυσιολογίας και συμπεριφοράς για την παραγωγή μικρών σολομών, για τους σολομούς του Ατλαντικού *Salmo salar*, του Ειρηνικού (*Oncorhynchus SP*), και για την ιριδίζουσα πέστροφα (*Salmo gairdneri*). Επίσης θα συζητηθούν οι επιδράσεις των περιβαλλοντικών συνθηκών του εκκολαπτηρίου στη μεταμόρφωση των μικρών σολομών και η εργασία θα ολοκληρωθεί με κατευθυντήριες γραμμές για πρακτικές καλλιέργειας ψαριών, για να βοηθήσει στη μέγιστη θαλάσσια επιβίωση και στη συνεισφορά στην αλιεία.

1.3 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ SMOLTIFICATION

Αργυρόχρωμο σώμα, Πτερύγιο σκουρόχρωμο

Στον πίνακα 1 δίνεται ένα σύνολο των πρόσφατα αντιλαμβανόμενων φυσιολογικών αλλαγών που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της μεταμόρφωσης των μικρών ιχθυδίων των ανάδρομων σολωμοειδών.

Μεταξύ των ορατών σημάδιων που χρησιμοποιούνται από τους βιολόγους για να διαχωρίσουν τους μικρούς σολομούς από τις μικρές πέστροφες είναι το αργυρόχρωμο χρώμα του αξωτερικού σώματος και το μαύρισμα των περιθωρίων του πτερυγίου (στο σολωμό του Ατλαντικού, τον coho salmon και την ιριδίζουσα πέστροφα).

Το αργυρόχρωμο χρώμα είναι αποτέλεσμα της εναπόθεσης γουανίνης και κρυστάλλων υποξανθίνης στο δέρμα και στα λέπια. Είναι γνωστό ότι οι θυροειδείς ορμόνες εμπλέκονται μέχρι τη διατροφή με βοδινούς θυροειδής αδένες ή η πρόσθεση θυροξίνης στο νερό έχει σαν αποτέλεσμα το αργυρόχρωμο χρώμα του σώματος (Landgrebe 1941, Piggins 1962, Dodd and Matty 1964).

Σε φυσικά παραγόμενους μικρούς σολομούς ιδιαίτερα του Ατλαντικού, τα περιθώρια του ουραίου και του θωρακικού πτερυγίου γίνονται μαύρα εξαιτίας της εκκρίσεως της χρωστικής μελανίνης. Αυτό το χαρακτηριστικό των ασημόχρωων μικρών της πέστροφας σε αρχικό μέρος της αποδημητικής φυγής, από τους μικρούς σολομούς. Παρόλο που το αργυρόχρωμο χρώμα και το μαύρισμα των πτερυγίων ίσως είναι μια καλή ένδειξη της κατάστασης των μικρών σολομών στους άγριους πληθυσμούς, αυτά τα χρώματα συχνά αναπτύσσονται στις μικρές πέστροφες του εκκολαπτηρίου. Τότε για το διαχωρισμό χρειάζονται επιπρόσθετα φυσιολογικά κριτήρια.

1.3.1 Αντοχή στο θαλασσινό νερό.

Μια άλλη σημαντική φυσιολογική προσδοκία της διαδικασίας παραγωγής μικρών σολομών, είναι η αύξηση της υποοσμωρυθμιστικής ικανότητας, η οποία προσαρμόζει το ψάρι να ζήσει στο θαλασσινό μερό.

Αυτο συχνά συσχετίζεται με μια δραματική αύξηση των αριθμών κελλιών χλωριδίων στα βράγχια, καθώς επίσης και αύξηση της δραστηριότητας του νατρίου και του ενζύμου K^+ -ATPase στα βράγχια που ονομάζεται αντλία άλατος. Οι δύο αυτές αυξήσεις μπορούν να παρακολουθηθούν στα εκκολαπτήρια και να ακολουθήσει η ανάπτυξη της παραγωγής μικρών σολομών. Η βραχυπρόθεσμη ικανότητα της επιβίωσης στο θαλασσινό νερό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν κριτήριο διαχωρισμού μικρών σολομών από μικρές πέστροφες.

Τα ενήλικα άτομα ιριδίζουσας πέστροφας, σολομού *Coho* και σολομού του Ατλαντικού αναπτύσσουν αντοχή στο θαλασσινό νερό, πριν ακόμα ολοκληρωθεί η διαδικασία του *smolting*. (*Conte και Wagner 1965, Conte et al. 1966, Wagner 1974, Farmer et al. 1978*).

Η υποσμορρυθμιστική ικανότητα της μικρής πέστροφας μπορεί να διαχωριστεί από την αντίστοιχη ικανότητα των μικρών σολομών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας προσαρμογής στο θαλασσινό νερό. Για παράδειγμα πρόκληση υψηλής αλατότητας (40‰), φανερώνει ότι η αντοχή των μικρών σολομών του Ατλαντικού δεν αναπτύσσεται σε υψηλές αλατότητες πριν το *smoltification*, και είναι ένας καλός δείκτης της κατάστασης του μικρού σολωμού και της μη προετοιμασίας του για ωσμωτική ρύθμιση (*Saunders and Henderson 1978*).

Η αντοχή στην αλατότητα επηρεάζεται επίσης και από το μέγεθος του ψαριού. Σε είδη όπως η ιριδίζουσα πέστροφα, ο σολομός του Ατλαντικού και ο σολομός *Coho* η υποσμορρυθμιστική χωρητικότητα αυξάνει με την ανάπτυξη μέχρι να συμβεί το *smolting*. Όμως αν εμποδιστεί η είσοδος των μικρών σολομών στο θαλασσινό νερό, τότε ελαττώνεται και η ικανότητα προσαρμογής τους σε αυτό ακόμα και αν η ανάπτυξη τους συνεχίζεται (*Evropeitseva 1957, Koch 1968, Zaugg και McLain 1970*).

Αυτό το μεταναστευτικό φαινόμενο (*desmoltification* ή *parr-reversion*) έχει θεωρηθεί σαν ένας λόγος για τους συχνά χαμηλούς ρυθμούς ανάπτυξης των *landlocked* σολομών σε σχέση με τους σολομούς της θάλασσας (*sea run*).

Όμως οι *Saunders & Henderson* (1969) κατόρθωσαν να συμπεράνουν ότι ο σολωμος του Ατλαντικού ήταν περισσότερο ευάλωτος κατά την

ανεπαρκή τροφοδοσία τροφής στα γλυκά νερά σε σχέση με τους σολομούς των αλμυρών υδάτων. Σε μη-ανάδρομα είδη όπως ιριδίζουσα πέστροφα η ανάπτυξη συνεχίζει να εμφανίζεται όταν αυξάνεται η ικανότητα προσαρμογής της σε αλμυρά νερά (*Houston 1961, Landless και Jackson 1976*).

Αιτία της εποχιακής αύξησης στην ανεκτικότητα της αλατότητας κατά την διάρκεια της φάσης ανάπτυξης στα ηλυκά νερά, είναι ο περιοδικός προσδιορισμός της υποσμορυσμιακής ικανότητας, ο οποίος συντελείται μέσω τέστ σε αλμυρό νερό. Η ανεκτικότητα της αλατότητας γενικά κορυφώνεται την χρονική στιγμή της εισόδου και προκαλείται δια μέσον ελέγχων οι οποίοι μπορούν να βοηθήσουν στην αποτροπή της δραματικής καταστολής της συμπεριφοράς τους κατά την τροφοληψία τους, στην ανάπτυξη, στην συνισταμένη των ευρημάτων και στην ενδοκρινολογική δυσμορφία η οποία τυχαίνει να εμφανίζεται όταν ο σολομός μετακινείται στα αλμυρά νερά πριν ολοκληρωθεί το στάδιο της εισόδου (*Clarke & Nagahama 1977*).

1.4 Κατά προσέγγιση σύνθεση, δυναμικής έκθεσης της υγρασίας των λιπιδίων, μεταβολισμός υδατανθράκων.

Μια άλλη φυσιολογική αλλαγή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως έλεγχος στα ιχθυοτροφεία κατά την διάρκεια της εισόδου στην περίοδο της ωρίμανσης, η οποία ελαττώνει την συνολική ποσότητα των λιπιδίων του σώματος. Για παράδειγμα, ο *Komoyrdjian et al* το 1976 απέδειξε ότι ο συνολικός αριθμός των λιπιδίων που περιέχονται στον σολομό του Ατλαντικού είναι μικρής σημαντικότητας σε σχέση με άλλα (όπως τα είδη που δεν εισέρχονται στα αλμυρά ύδατα).

Σύμφωνα με την ελάττωση των επιπέδων των λιπιδίων η περιεχόμενη ολική υγρασία τείνει να αυξηθεί. Και τα δύο μαζί επηρεάζουν πιθανότατα τα αποτελέσματα των μεταβολικών αλλαγών και τους ρυθμούς αύξησης της κατανάλωσης του οξυγόνου και το συνοδεύουν καθ'ολη την διάρκεια της εισόδου τους.

Ο μεταβολισμός των υδατανθράκων μεταβάλλεται επίσης κατά τη διάρκεια της εισόδου-μετακίνησης. Η γλυκόζη του αίματος επιταχύνεται όταν

ανυψώνεται στην έξοδο των αποθεμάτων του γλυκογόνου του συκωτιού και των πρωτεϊνών, καθώς και στον καταβολισμό των λιπιδίων (*Wendt και Saunders 1973*).

Την ίδια χρονική περίοδο, οι σολομοί έχουν υψηλά αποθέματα γλυκογόνου στο συκώτι και χαμηλά επίπεδα γλυκόζης στο αίμα καθώς επίσης και των επιπέδων υδατανθράκων. Ο *Wedemeyer (1972)* απέδειξε ότι το stress που προκαλείται σε τυπικά ιχθυοτροφεία είναι αιτία για την πρόκληση σοβαρών λειτουργιών όπως υπογλυκαιμίας και υποχλωραιμίας. Επίσης η ενεργοποίηση διαφόρων υποκλινικών βακτηριακών ειδών, τα οποία μεταδίδουν ασθένειες στους σολομούς εισόδου *Coho*. Έχουμε λιγότερη επίδραση στον μεταβολισμό των υδατανθράκων.

1.5 Ενδοκρινικό σύστημα.

Ένας σημαντικός αριθμός ενδοκρινικών αλλαγών έχει παρατηρηθεί ιστολογικά κατά τη διάρκεια της εισόδου τους. Ο μετασχηματισμός αυτός ενεργοποιείται από το θυρεοειδή ενδονεφρικά καθώς και την αύξηση-ανάπτυξη των κυττάρων των βλενογόνων ορμονών. Ο *Dickhoffetal (1978)* απέδειξε τόσο καλά ότι η κυκλοφορούμενη ορμόνη του θυρεοειδούς είναι σε υψηλά επίπεδα στον *Coho* σολομό, κατά την διάρκεια της εισόδου. Βρίσκει εφαρμογές στα ιχθυοτροφεία εκτροφής σολομού κατά το στάδιο της ανάπτυξης, ως νέες αξιολογές τεχνικές διαχείρισης τόσο της ορμόνης του θυρεοειδούς όσο και της ειδικής τριειδιοθυρονίνης. (*Higgs etal 1977*).

Η αύξηση της βλενογόνου ορμόνης επιτυγχάνεται κατά την πορεία-διαδικασία της εισόδου και υποδηλώνεται με διάφορους τρόπους. Αφ' ενός μεν υπάρχει μια περίοδο ταχείας ανάπτυξης κατά την διάρκεια της διαδικασίας της εισόδου, αφετέρου δε υπάρχει μια ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στον ρυθμό αύξησης σε σχέση πάντα με την αντοχή τους. Διαπιστώθηκε επίσης η κατανόη ιστολογικά, της υπετροφίας τόσο καλά όσο η υπερπλασία την ανάπτυξης των κυττάρων των βλενογόνων ορμονών (*Clark και Nagahama 1977*). Επίσης οι ενέσεις των θηλαστικών με την αυξητική ορμόνη προσφέρουν επίσης την δυνατότητα σε είδη όπως η πέστροφα *Salmo trutta* και ο Ατλαντικός σολομος να επιβιώνουν σε θαλασσινά νερά.

Ομοίως ο *Clark et al 1977* απέδειξε ότι οι ενέσεις ως αυξητικές ορμόνες βελτιώνουν την υποσμορυθμιστική επίδοση των μονοετές σολομό sockeye (*Oncorhynchus nerka*). Εντούτοις, πολλές επιπρόσθετες εργασίες θα απαιτηθούν ώστε να ξεκαθαρίσουν τους σκοπούς (λειτουργίες) των αυξητικών ορμονών, οι οποίες κατατάσσουν την διαδικασία της εισόδου. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί ο πιθανός ρόλος της προλακτίνης, η οποία είναι γνωστή ως η επίδραση της ωσμορυθμιστικής ικανότητας του σολωμού στα γλυκά νερά. Πολύ λίγα είναι γνωστά για τις λειτουργίες κατά την διάρκεια της εισόδου.

Από ένα φυσιολογικό έλεγχο της εικόνας, μια από τις σημαντικές εξελίξεις που λαμβάνει χώρα κατά την διάρκεια της εισόδου των σαλμονίδων είναι μια αύξηση στο Na^+ , K^+ ενεργοποιώντας το ATP, ένζυμο από το βραγχιακό μικροσωμικό σύστημα. Το σύστημα αυτό συμπεριλαμβάνει έμμεσα ή άμεσα στις "φυσιολογικές αποστάξεις" του αλμυρού νερού, τα οποία οι σαλμονίδες "εισάγουν" ώστε να αντικαθιστούν το νερό που αποβάλουν κατά την διάρκεια του φαινομένου της ώσμωσης. Αλλα ευρύαλα ψάρια δείχνουν επίσης μια αύξηση στον ATP και των ενεργοποιημένων ιόντων που αντλούνται πριν και μετά την προσαρμογή στα αλμυρά νερά.

Στις σαλμονίδες, η αύξηση του ενεργοποιημένου ATP αρχίζει στα γλυκά νερά, κατά την διάρκεια της εισόδου. Όπως φαίνεται στο γράφημα (1) η καμπύλη έχει τη μέγιστη τιμή την χρονική στιγμή όπου τα ψάρια δείχνουν υψηλή μεταναστευτική συμπεριφορά. Εάν η είσοδος σταματά στα αλμυρά νερά το ενεργοποιημένο ATP συνεχίζει να αυξάνει και σταθεροποιείται σ' ένα υψηλό επίπεδο. Θα μειώνεται βαθμιαία (φθίνουσα πορεία) σε ατομικό-αρχικό επίπεδο όπως παρουσιάζεται αντιστρόφως.

1.6 Αλλαγές στη συμπεριφορά.

Με την προσθήκη στους φυσιολογικούς τρόπους εισόδου, διακρίνονται πολλές αλλαγές στην συμπεριφορά κατά τη διάρκεια της εισόδου. Ο χώρος όπου ζεί ο Ατλαντικός σολομός είναι στο βυθό ρυακιών. Επειδή κατευθύνονται σε μέρη ώστε να αναπτύξουν και να διαμορφώσουν συνήθειες νέες, φυσικά σε μέσα βάθη. Οι σαλμονίδες είναι φυσίστομοι οργανισμοί οι οποίοι προσαρμόζονται σε μεγάλους όγκους αέρα όπου δεν επιρεάζονται μερής του

σώματος όπως η πυροδόχος κύστη. Τα αποτελέσματα αύξησης της πλευστότητας πιθανότατα να οφείλονται αρχικά στη επίδραση του ρυακιού αλλά και της μετανάστευσης.

Μία άλλη πρότυπη συμπεριφορά είναι η ανάπτυξη των ατόμων σε διαφορετικές συνθήκες αύξησης της αλατότητας. Ο Baggerman (1960) απέδειξε ότι η προνομιακή μεταχείριση της αλατότητας ήταν επίσης επηρεασμένοι από φωτοπερίοδο και υποθέτωντας ότι η ενδοκρινική ενέργεια ελέγχεται από περιβαλλοντολογικούς παράγοντες, οι οποίοι αρχικώς συμπεριλήφθηκαν. Ίσως η περισσότερη αισθητή αλλαγή συμπεριφοράς φαίνεται όταν εισέρχονται στο κάτω ρυάκι κατά τη μετανάστευσή τους.

Η δραστηριότητα της μετανάστευσης έχει μακράν περίοδο χρησιμοποίησης σε ιχθυοτροφεία, ως ένας κατάλογος κατά την είσοδό τους. Πολλές φορές αποτελεί ένα περιορισμό όταν χρησιμοποιείται από μόνο του. Ο Baggerman (1960) επίσης παραδέχθηκε το μοντέλο των διάδρομων ψαριών έτοιμα για μετανάστευση σε οποιοδήποτε περιβάλλον και φυσικά σε τοπικούς παράγοντες, όπως οι συνθήκες θερμοκρασίας καθώς επίσης και οι κλιματολογικές συνθήκες παίζουν σπουδαίο ρόλο στη δημιουργία, στη μορφοποίηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών, που οφείλονται κυρίως διαμέσω των βλενογόνων, καθ' όλη τη διάρκεια προετοιμασίας της μετανάστευσης.

Επουσιώδεις χαρακτηριστικοί παράμετροι όπως η ένταση του φωτός, ο ρυθμός ροής (ευναλαγής) των ποταμών, οδηγούν τελικώς στη μετανάστευση.

Έχουν διαπιστωθεί πολλές παρατηρήσεις ιστορικά, όπως ο Koch (1968) συμπερέλαβε το γεγονός ότι η μετανάστευση και το φαινόμενο ειδικά του *smoltifications* μπορούν να έχουν ξεχωριστές αιτίες.

Μια πρακτική εφαρμογή της σχέσης ανάμεσα στην συμπεριφορά τους κατά την είσοδο αλλά και κατά τη μετανάστευση η οποία χρησιμοποιείται έχει σαν σκοπό να αναβάλει την μεταναστευτική ικανότητα των πληξυσμών σολωμού. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αντιπροσώπου είναι ο σολωμός chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*).

1.6.1 Μέγεθος και χρόνος απαλλαγής.

Ένα τελικό κριτήριο που λαμβάνεται υπόψη είναι η επίδραση του μεγέθους του σώματος κατά την είσοδο. Οι άγριοι σολομοί του Ατλαντικού φθάνουν σε ελάχιστο μέγεθος 12-13 cm άν και πολλές φορές το μήκος τους κυμαίνεται μεταξύ 14-17 cm (καθ' όλη τη διαδικασία της εισόδου). Εντούτοις, η είσοδος πραγματοποιείται όταν η ηλικία των ψαριών κυμαίνεται από 2-5 χρονών. Αν και μικρότεροι σολομοί σε μέγεθος μπορεί να αποκτήσουν ασημόχρωμη απόχρωση, παρ' όλο που μπορεί να έχουν ασφαλή αντοχή σε διάφορα επίπεδα αλατότητας, να εμφανίζουν αυξημένη πλευστότητα κατά τη χρονική περίοδο της εισόδου και όλα τα άλλα χαρακτηριστικά που παρατηρούνται κατά την μετανάστευσή. Λαμβάνοντας υπόψη όλα αυτά παρατηρείται μια καθυστέρηση μέχρι να αποκτήσουν το συγκεκριμένο μέγεθος σώματος, κατάλληλο για την εκκίνηση της μεταναστευτικής περιόδου.

Κατ' αυτό τον τρόπο κάνουν την εμφανισή τους διάφορα συνθετικά που υπάρχουν σε πολύ μικρούς σολομούς, κατά την διαδικασία της εισόδου σε φυσιολογικές εναρμονίσεις. Για τον σολωμό του Ειρηνικού ο γενικός κανονισμός, που ρυθίζει το μέγεθος στη πραγματικότητα είναι η παραδοχή χωρίς όρια ότι " το μεγαλύτερο είναι καλύτερο".

Όμως πρόσφατες μελέτες, έδειξαν ότι υψηλά ποσοστά εισόδου δεν είναι αναγκαία να έχουν υψηλή βραγχιακή δραστηριότητα στην ATP λειτουργία. Για τον *chinook* σολωμό υπάρχει ένα ελάχιστο και ένα μέγιστο μέγεθος ψαριών πέρα από την κυκλική ανάπτυξη της βραγχιακής ATPπάσης (Ewing et al 1979). Για τον ίδιο σολωμό υπάρχουν χαμηλά και ανώτατα όρια τα οποία προσεγγίζουν τελικώς τα 80-90 mm και 140-150 mm (εικόνα 2).

Είναι δύσκολο να διαχωριστούν τα αποτελέσματα του μεγέθους των ψαριών που εισέρχονται, από τα αποτελέσματα του πραγματικού χρόνου επιστροφής των ώριμων ατόμων σολωμού. Ο Peterson (1973) βρήκε ότι η αποδέσμευση 2 χρόνων σολωμών τα οποία είναι σε μέγεθος μικρότερα από 14 cm έδωσαν λίγα άτομα τα οποία επιστρέφουν. Μεγαλύτερος αριθμός επιστρεφόμενων ώριμων ατόμων, τα οποία απέκτησαν μέγεθος μεγαλύτερο από 114 ως 18cm ενώ, ένας αριθμός από τα επιστρεφόμενα γίνονται λεπτά. Σε σύγκριση με τα νεότερα είδη σολωμών (γόνος), όπου τα άτομα που

επιστρέφουν είναι πιο ώριμα και μήκους 12,5 cm - 14 cm. Αυτή η διαφορά ανάμεσα στις δύο κλασσικές ηλικίες δείχνει ότι το μέγεθος δεν είναι ένας απόλυτος παράγοντας ο οποίος λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της επιβίωσης στη θάλασσα. Ίσως ο ρυθμός αύξησης είναι περισσότερο σημαντικός.

Για τον σολομό του Ειρηνικού (Coho) ο χρόνος παρουσίασης του μεγέθους στους μικρούς σολομούς (*smolt*) επηρεάζεται σε χαμηλό βαθμό της θαλασσίας επιβίωσης. Ο *Bilton* το (1978) αύξησε την ποσότητα του φαινόμενου αποδεσμεύοντας διαφόρων κατηγορίες μεγεθών σε χρονικό διάστημα πάνω από 4 μήνες. Βρέθηκε ότι το ιδανικό μέγεθος ποικίλει, πολλές φορές και εξαρτάται από το χρόνο της αποδέσμευσης, καθώς επίσης και από το ποσοστό της επιστροφής των ώριμων ατόμων τα οποία φτάνουν κατά προσέγγιση στα 20 gr. μόλις πριν από το καλοκαιρινό ηλιοστάσιο. Ένας πολύ μεγάλος αριθμός ατόμων είναι πρόωρος πληθυσμός όπου συντελεί στην ολική μείωση της βιομάζας των ώριμων ατόμων.

Πολλές καλλιέργειες εκτροφής σολομών, προς το παρών διαχειρίζονται όταν το μέγεθος τους φράνει περίπου τις 90 lb - 200 kg (5gr) για τον σολομό *fall hinoock salmon*, 15 - 17/lb ή 33 - 38/kg (26 - 30g) για τον *Coho salmon* και 7 - 8lb ή 16 - 18 kg (56 - 63g) για τον *spring Chinook salmon*.

Σημαντικές αναφορές έχουν κατανοηθεί όσον αφορά την φυσιολογία των σολομών της εισόδου, αλλά πολλές πρόσθετες πληροφορίες απαιτούνται πριν οι βιολόγοι - ερευνητές θα είναι σε θέση να ελέξουν την αποδοτικότητα τους όταν χρησιμοποιούνται ιχθυοτροφεία αναπαραγωγής ιχθυδίων. Άλλοι ερευνητές πιστεύουν ότι η φυσιολογική διαδικασία διαχωρίζεται και πρέπει να λαμβάνει χώρα πριν ολοκληρωθεί η είσοδος των σολομών στη θάλασσα. Κατά την διάρκεια της μετανάστευσης ή και πριν οι σολομοί αλλάζουν συμπεριφορά και συνήθειες. Μερικές από αυτές τις αλλαγές είναι σε εξέλιξη τη χρονική στιγμή της εισόδου παρουσιάζουν ανταπόκριση στους περιβαλλοντικούς ερεθισμούς και ίσως πολλά από αυτά έχουν ένα ενδογενή ρυθμό. Στο σολομό του Ατλαντικού και του Ειρηνικού η φωτοπερίοδος έχει προσδιοροστεί ως ο κύριος περιβαλλοντικός πρωταρχικός παράγοντας, συντονίζοντας συγχρόνως την πορεία - διαδικασία σε χρονική βάση. Η

θερμοκρασία του νερού ελέγχει το εύρος πάντα στα πλαίσια της διαδικασίας και προσδιορίζει - υπολογίζει τους ρυθμούς της αντίδρασης.

Στα ιχθυοτροφεία μπορούν να αναβληθούν αυτές οι ενεργοποιήσεις - δραστηριότητες ή συντονίζονται ομαδικός σε όλες τις δραστηριότητες όπως το ασημόχρωμο σώμα τους, αντοχή στην αλατότητα, ρυθμός αύξησης και στην επιτάχυνση της βραγχιακής ΑΤΡάσης. Χρησιμοποιώντας όλο τον βιο - μηχανικό εξοπλισμό για τον έλεγχο της φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας.

1.7 Αποτελέσματα του ιχθυοτροφικού περιβάλλοντος και μέθοδοι εκτροφής σολομών.

1.7.1 Ποιότητα νερού.

Είναι φυσικά εμφανείς οι φυσικοχημικές απαιτήσεις για τη διαδικασία της εισόδου στα αλμυρά ύδατα των νεαρών σολομών. Οι παράμετροι και οι τιμές αυτές είναι περιοριστικοί.

Πίνακας 2. Ποιότητα του υδρόβιου περιβάλλοντος που προτείνεται κατά τη διάρκεια της φάσης εκτροφείας στα γλυκά νερά του κύκλου της ζωής των ανάδρομων σαλμονίδων.

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΡΙΑ
Καυστικότητα / ΡΗ	6 - 9
Αλκαλικότητα	20 PPM (CaCO ₃)
Αμμωνία ¹	0,02 ppm (μη ιονισμένη μορφή)
Κάδμιο ²	0,4 ppb σε μαλακά νερά (<100 ppm ως CaCO ₃)
Κάδμιο ³	3ppb σε σκληρά νερά (>100 ppm)
Χλωρίδια ⁴	2 - 3 ppm σε μαλακά νερά (<100ppm)
Χαλκός ⁴	<5 ppm σε μαλακά νερά 30 ppb σε σκληρά νερά
Μόλυβδος	0,03 ppm
Υδράργυρος (οργανικός και ανόργανος)	0.2 ppm μέγιστο και 0.05 ppb διαθέσιμο
Άζωτο	Μέγιστο ολικό αέριο 110% κορεσμό
Νιτρικά	100 ppb σε μαλακά νερά 200 ppb σε σκληρά (30 και 60 ppb νιτρικά-άζωτο)
Οξυγόνο	75% κορεσμένο στους 5°C και 90% στους 15°C

1. 0,005 ppm είναι πιθανότατα κατάλληλο για τους σολομούς.
2. Για την προστασία των αυγών, γόνου των νεαρών σολομών 4 ppb.
3. Αποδεκτό όριο είναι το 0,03 ppm για την προστασία των αυγών των σαλμονίδων και του γόνου.

4. Ελάχιστο όριο τοξικότητας των NO_2^- σε μαλακά νερά και κυρίως σε κλειστά συστήματα όπου παρουσιάζουν ανάπτυξη.

Αρκετές μικρές μεταβολές μπορεί να έχουν κύρια βλαβερά αποτελέσματα εποκόλουθων της επιβίωσης στο θαλασσινό νερό. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί μια αξιοσημείωτη ιχθυοτροφική διαχείριση με όλα τα επακόλουθα των αποτελεσμάτων της απελευθέρωσης βαρέων μετάλλων που εκκείθονται κατά την διάρκεια της ανάπτυξης. Αυτό οφείλεται κανονικά στο σχεδιασμό του ιχθυοτροφείου, έλλειψη ή στην έκθεση από ορυκτά μεταλλικά αποχετευτικά ή ουδεμία βιομηχανική πηγή ρύπανσης η οποία προέρχεται από εδρεόμενα προβλήματα.

Δυστυχώς, το σύστημα της βραγχιακής ATPάσης των νεαρών σολομών είναι ευαίσθητα σε επίπεδα διαλυμένων βαρέων μετάλλων. Για παράδειγμα η χρόνια έκθεση σε χαλκό κατά την διάρκεια του μετασχηματισμού των νεαρών σολομών σε ώριμα άτομα και σε επίπεδα 20 - 30 $\mu\text{g} / \text{lt}$ αδρανοποιεί μερικώς ή πλήρως αδρανοποιεί το σύστημα της βραγχιακής ATPάσης (Lorz και McPherson 1976). Η βιολογική καταστροφή δεν είναι εμφανής στα ιχθυοτροφεία, αλλά όταν τα ψάρια εισέρχονται στο αλμυρό νερό, παρατηρούνται υψηλά ποσοστά θνησιμότητας. Μια ισότιμη σημασία είναι η εξολόθρευση και η καταστολή της φυσικής μεταναστευτικής συμπεριφοράς. Όμοια αποτελέσματα αναφέρθηκαν από τον Davis και Shand (1978) για τον *Sockeye* σολωμό (*Oncorhynchus nerka*). Η έκθεση των σολομών σε συγκεντρώσεις χαλκού σε 30 $\mu\text{g} / \text{lt}$ (έκταση 144 h) στα γλυκάνερα ελαττώθηκε η ωσμоруθμιστική ικανότητα, η οποία αποκαλύφθηκε από την αύξηση του ηλεκτρολύτη του αίματος κατά τη διάρκεια της δοκιμής στο αλμυρό νερό.

Το Κάδμιο πρέπει να βρίσκεται σε επίπεδα περισσότερα από 4 $\mu\text{g} / \text{lt}$ στα γλυκά νερά. Τα αποτελέσματα της δοσολογίας επιφέρουν θνησιμότητα καθώς οι σολομοί μεταφέρονται άμεσα σε νερά αλατότητας 30‰. Εντούτοις, αν μια πενθήμερη περίοδο ανάκτησης στα γλυκά νερά παρέχεται τότε η επιβίωση στο αλμυρό νερό επιστρέφει σε φυσιολογικά επίπεδα. Σε αντίθεση με τον χαλκό υποθανατηφόρα έκθεση σε κάδμιο ή ψευδάργυρο κατά τη διάρκεια της εμφανής ανάπτυξης δεν παρουσιάζει αντίθετα αποτελέσματα κατά την μεταναστευτική τους συμπεριφορά. Οπωσδήποτε, αν εκκείθονται σε

πολύ χαμηλά επίπεδα χαλκού (10μg / lt) παρουσιάζονται ταυτόχρονα μία απογόρευση τόσο στη συμπεριφορά τους κατά τη μετανάστευση όσο και στην ενεργοποίηση της φυσιολογικής βραγχιακής ATPάσης. Δυστηχώς, μερικές εμφανής τροποποιήσεις στην ανάπτυξή τους στα γλυκά νερά ή στη διατροφική συμπεριφορά η οποία γίνεται μια ενέργεια προειδοποίησης στους εκτροφείς των ψαριών. Τα ψάρια (νεαροί σολομοί) εμφανίζονται "φυσιολογικοί" όταν απελευθερώνονται.

Μία βιολογική άμεση συνέπεια των σολομών είναι η ανικανότητα της ευθέως μετανάστευσης τους στους Ωκεανούς, η οποία αυξάνει την χρονική διαμονή στα ποτάμια έχει ως επακόλουθω την αύξηση της εκθεσής τους σε αρπακτικά ζώα αλλά και σε ασθένειες όπως το Βίμπριο (*Vibrio*) και στη VEN (νέκρωση του εγκεφάλου).

Όταν τα ψάρια αυτά εκτίθονται για 96 ώρες σε νικέλιο ή χρώμιο και σε ποσότητες μεγαλύτερες των 5 mg/ l, τότε δεν παρουσιάζουν μεταναστευτική συμπεριφορά ή ικανότητα επιβίωσης στη θάλασσα. Γίνονται πτοι ευαίσθητα και ψοφούν. Η έκθεση τους σε ποσότητες υδραργύρου έχει ως συνέπεια την αύξηση της θνησιμότητας τους (*Lory et al 1978*).

Λίγα είναι γνωστά για τα αποτελέσματα των χαμηλών σε βαρέα μέταλα επίπεδα κατά την διαδικασία της μετανάστευσης όλων των ειδών του σολωμού, τα οποία έχουν διαφορές στη συμπεριφορά αλλά και στις συνήθειες. Οι *Servizi και Martens (1978)* οι οποίοι μελέτησαν τα αποτελέσματα και τις επιδράσεις των χαλκού, κάδμιου και υδράργυρου, έχουν να αναφέρουν ότι η θνησιμότητα, η ιχθυοτροφεία και η αύξηση των σολομών κατά την διαδικασία και από το πέρασμα από τα αυγά στον γόνο δεν επιρεάστηκε από συνεχείς εκθέσεις σε κάδμιο με συγκεντρώσεις 5,7 μg / lt. Για τον χαλκό όταν έχουμε αυξημένες συγκεντρώσεις αποτελεί επικίνδυνο στοιχείο κατά την εκκόλαψη των αυγών. Όταν οι συγκεντρώσεις που εκτίθονται είναι υψηλές, τότε υψηλές είναι οι ποθανότητες αύξησης του ποσοστού θνησιμότητας. Ο διαλημμένος χαλκός είναι εικίνδυνος για τα αυγά, τον γόνο όταν οι αναλογίες των συγκεντρώσεων είναι σε υψηλά επίπεδα. Για τον *Pink salmon*, η θνησιμότητα λαμβάνει χώρα όταν οι συγκεντρώσεις στους ιστούς φθάνουν σε επίπεδα των 105 mg / kg στα αυγά και 7 mg / kg στο γόνο.

Για την έκθεση τους σε ανόργανο ψευδάργυρο και σε συγκεντρώσεις των 2,5 $\mu\text{g} / \text{lt}$ κατά την διάρκεια της επώασης των αυγών με άμεση συνέπεια την παραμορφοποίηση των εμβρύων. Η επιτυχία της ιχθυοτροφείας, η θνησιμότητα του γόνου και η επιτυχία της αύξησης εξαρτάται από την μειωμένη έκθεση των παραγόντων που αναφέρθηκαν σε ποσότητες - συγκεντρώσεις υδραργύρου, που σκοπό έχει την γενική μορφολογική και λειτουργική δυσμορφία. Όταν οι συγκεντρώσεις σε υδράργυρο φτάνουν στο 1,9 mg / kg , τότε από πειράματα που διεξήχθησαν και μελετήθηκαν, εξάγουμε το συμπέρασμα ότι λαμβάνουν χώρα πολλές ανωμαλίες στο έμβρυο.

Γενικώς η έκθεση σε βαρέα μέταλλα αυξάνει τα προβλήματα σε όλα τα ψάρια των σολομών που εξετάστηκαν - παρατηρήθηκαν. Έτσι για παράδειγμα ο σολομός *Coho salmon* εκτίθεται μόνο για 96 ώρες στο "herbicide Tordon 101" και σε συγκεντρώσεις 0,6 - 1,8 mg / lt . Έχουμε αρνητικές επιδράσεις στην μεταναστευτική διαδικασία. Το Tordon 101 είναι μια έκφραση σαλαμούρας και διμεθυλοαμινικού άλατος 2,4 - D το οποίο έχει πολλές χρήσεις. Άλλοι τύποι 2,4 -D και 2,4,5 - T χρησιμοποιούνται για να ελέγχουν τα ύδατα της Ευρώπης - Ασίας, καθώς επίσης τις συμπεριφές κατά τη μετανάστευση τους. Χαμηλά επίπεδα έκθεσης 2,4 - D είναι γνωστές οι αιτίες για την αποφυγή αντιδράσεων στην όχι ανάδρομη πέστροφα.

1.8 Θερμοκρασία νερού.

Μερικά ανάδρομα ψάρια αναπτύσσονται σε υψηλές θερμοκρασίες κυρίως στα ιχθυοτροφεία επαναχρησιμοποιούμενου νερού όπου επιταχύνεται στο μέγιστο η αύξηση και ανάπτυξη του ψαριού, σε σχέση με τον μικρό φυσιολογικό χρόνο που παράγονται οι σολομοί. Οποσδήποτε μια τεχνητή θερμοκρασία στα καθεστώτα συστήματα μπορεί να χρησιμοποιηθεί με αρκετή φροντίδα γιατί η θερμοκρασία αύξησης και ανάπτυξης του ψαριού έχει μια δυνατή επίδραση στο πρότηπο της βραγχιακής ΑΤΡάσης και της ωσμоруθμιστικής ικανότητας η οποία αυξάνει την ανάπτυξη.

Ένας οδηγός θερμοκρασιών για ιχθυοτροφεία δίνεται στον πίνακα 3. Σε μερικά ανάδρομα είδη, αυξάνουν την θερμοκρασία ανάπτυξης, με σκοπό την επιτάχυνση - επίσπευση της διαδικασίας για τη μεταναστευτική περίοδο

(εικόνα 3). Έτσι για παράδειγμα ο *Coho salmon* δείχνει μια χαμηλή, διατηρούμενη σε υψηλά επίπεδα της ενεργοποιημένης βραγχιακής ΑΤΡάσης στους 6°C, φυσικό υπόδειγμα αποτελεί στους 10°C και μια πρόωρη ανάπτυξη σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 20°C (Zaugg και McLain 1976). Οπωσδήποτε, υψηλές θερμοκρασίες όπως 15°C χρησιμοποιούνται στο σολωμό *Coho salmon* όπου οι νεαροί σολομοί φτάνουν τα 200 mm στο τέλος του πρώτου χρόνου. Δυστυχώς όπως φαίνεται στην εικόνα 3 επιταχύνει αντίστροφα αποτελέσματα έτσι να υπάρχει μια μικρή ευρύτητα στο χρόνο απελευξέρωσης. (Novotny 1975, Donaldson και Brannon 1976, Clarke και Shelbourn 1977). Οι νεαροί σολομοί (γόνος) υφίστανται μια γρήγορη αντίδραση στις συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών. Εάν οι υψηλές θερμοκρασίες ανάπτυξης πρέπει να χρησιμοποιούνται παρ'όλο τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να δημιουργούνται ακόμη και σε αλατότητες 10 - 20%.

Πίνακας 3. Μέγιστες θερμοκρασίες νερού για την παραγωγή ανάδρομων σαλμονίδων στα ιχθυοτροφεία ώστε να έχουμε ιδανική ανάπτυξη αυγών, αύξηση και μεταναστευτική συμπεριφορά.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ		ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ
°C	°F	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
15	59	Αύξηση, μεταναστευτική συμπεριφορά όλων των ανάδρομων σαλμονίδων εκτός της πέστροφας και του Ατλαντικού σολωμού.
13	55	Ωοτοκία, ιχθυοτροφεία, ανάπτυξη των αυγών του Ειρηνικού σολωμού και της πέστροφας. Φυσιολογική ανάπτυξη των σολομών και μεταναστευτική συμπεριφορά.
9	48	Ωοτοκία, ιχθυοτροφεία και ανάπτυξη αυγών του σολωμού του Ατλαντικού.

Σε μερικές σαλμονίδες, η θερμοκρασία επιταχύνει την ανάπτυξη και σε πολλές περιπτώσεις είναι αιτία παρεμπόδισης της διαδικασίας εισόδου κατά την μερανάστευση. Η πέστροφα είναι ευαίσθητη (εικόνα 4) και η ανάπτυξη της ΑΤΡάσης παρεμποδίζεται στους 13°C και πάνω (*Adams et al 1973, 1975 Zaugg και Wagner 1973*). Στην περίπτωση του σολωμού του Ατλαντικού εργαστηριακές μελέτες έδειξαν φανερό εισόδο σε υψηλές θερμοκρασίες όπως 15°C. Οπωσδήποτε, μέχρις ότου η θερμοκρασία εξαρτώμενη δώσει πλήρες χαρακτηριστικά. Πρέπει να προσέξουμε ότι στον σολωμό του Ατλαντικού όπου η μεταναστευτική του πορεία είναι προς την κατεύθυνση του ρεύματος, ενεργοποιείται σε θερμοκρασίας 10°C και φυσικά τότε η μετανάστευση επιτυγχάνεται φυσιολογικώς πριν η θερμοκρασία του νερού φθάσει τους 15°C.

1.9 Φωτοπερίοδος.

Ο εποχιακός κύκλος της ανάπτυξης και της μετανάστευσης των νεαρών ατόμων σολωμών έχει ένα ενδογενή συνθετικό όπου συγχρονίζεται από τον ετήσιο κύκλο της φωτοπεριόδου. Πειράματα με γόνο σολωμού απέδειξαν ότι η ανοιξιάτικη αύξηση επιταχύνεται τόσο καλά όσο η μετανάστευση, μπορεί να γίνεται προοδευτικά τους μήνες, αν εφαρμόζεται κατά φωτοπερίοδο.

Η φωτοπερίοδος παίζει έναν σημαντικό ρόλο και τα αποτελέσματα τόσο στην ανάπτυξη, όσο και στην ωσμορυθμιστική ικανότητα είναι θετική. Ο *Wagner (1970, 1974)* απέδειξε ότι ο κύκλος της φωτοπεριόδου συγχρονίζεται με την ανάπτυξη των χαρακτηριστικών του σολωμού και την μεταναστευτική συμπεριφορά των νεαρών πεστροφών. Ο ρυθμός των αλλαγών της φωτοπεριόδου είναι σημαντικός και ο χρόνος εισόδου μπορεί να τροποποιηθεί επιτυχώς μετατοπίζοντας την συχνότητα. Ως ότου η θερμοκρασία του νερού ελεγχθεί, ο ρυθμός της φυσιολογικής αντίδρασης στη φωτοπερίοδο έχει ως σκοπό τη γρήγορη εμφάνιση φαινομενικών αποτελεσμάτων, φυσικά σε υψηλές θερμοκρασίες.

1.10 Ασθένειες ψαριών - θεραπεία, πρακτική ιχθυοτροφείου.

Πολλά προβλήματα δημιουργούνται κατά την μεραφορά τους από τα ποτάμια στη θάλασσα και αντιστρόφως. Πολλές φορές κατά τη μεταναστευτική περίοδο στα ψάρια λόγω *stress*.

Στον πίνακα 4 παρουσιάζεται ένας οδηγός, ο οποίος χρησιμοποιείται από Ινστιτούτα και δίνουν φυσικά καλά αποτελέσματα κάτω από κάποια όρια και φυσικά σε σχέση με τα υλικά που χρησιμοποιούνται. Έτσι οι δεξαμενές Raceways χρησιμοποιούν ανακυκλούμενο νερό, οπωσδήποτε πρέπει να χειρίζονται σε ελαττώμενα φορτία. Για παράδειγμα, μέγιστα φορτία εμφανίζονται στον ανοιξιάτικο σολωμό σε ένα ανακυκλούμενο τύπο περίπου $0,9 \text{ kg.lt}^{-1}.\text{min}^{-1}$ με ένα κενό στις απαιτήσεις της πυκνότητας γύρω στο $0,05 \text{ kg.m}^{-3}.\text{mm}^{-1}$ μήκος ψαριού.

Μια αύξηση στο φορτίο στο $0,9 \text{ kg.lt}^{-1}.\text{min}^{-1}$ και $0,07 \text{ kg.m}^{-3}.\text{mm}^{-1}$ μήκος ψαριού δεν θα αυξάνει πραγματικά στα ώριμα άτομα κατά την επιστροφή τους, ακόμη και αν περισσότεροι "μικροί σολωμοί" (γόνοι) παράγονται. Στην περίπτωση των ασθενειών και των θεραπειών βρέθηκε ότι υψηλός ρυθμός θνησιμότητας στο θαλασσινό νερό ακολουθεί θεραπεία με κλινικά μέσα όπως χαλκός, θειικό άλας 1622, KMnO_4 , πράσινο του μαλαχίτη ή MS-222. Περίπου 10% της θνησιμότητας λαμβάνει χώρα σε ομάδες θεραπείας με φορμόλη και νιφουρπινόλη.

Μια μικρή ή καθόλου θνησιμότητα παρουσιάζεται στα αλμυρά νερά ως αποτέλεσμα της θεραπείας με τριχλωρίνη, ή νιφουροπινόλη. Έτσι λοιπόν, αν μια 4-ήμερη περίοδο κάλυψης με γλυκό νερό, τότε μειώνεται η θνησιμότητα στο αλμυρό νερό μετά τη θεραπεία με χαλκό, ποτάσσα, KMnO_4 , MS-222 και πράσινο του μαλαχίτη, μειώνεται βαθμιαία μετά την θεραπεία με θειαμίνη 1622.

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι ποσότητες των χημικών μέσων δαθώς και τις συγκεντρώσεις που προτείνεται προκειμένου να εξαλειφθούν οι ασθένειες.

Πίνακας 4. Τύπος δεξαμενής σε συνάρτηση με την θερμοκρασία του νερού, το μέγεθος των ψαριών, για τα είδη Coho salmon, chinook salmon.

		ΜΕΓΕΘΟΣ ΨΑΡΙΩΝ (αριθμός / kg)						
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ		2222	1111	222	111	73	56	33
Coho salmon		ΜΗΚΟΣ ΨΑΡΙΩΝ (mm)						
		36	43	47	49	071	171	401
3	0	,06	,014	,0014	015	,018	,021	,022
9	0	,01	,012	,011	014	,017	,018	,017
14	0	,008	,0095	,008	013	,012	,013	,014
17	-	-	,006	,006	007	,0085	,01	,009
20	-	-	-	0025	0025	,0035	,0035	,0035
Chinook salmon		ΜΗΚΟΣ ΨΑΡΙΩΝ (mm)						
		83	84	18	041	191	301	551
3	0	,01	,011	,0095	1	,0115	,012	,011
9	0	,0085	,008	,008	008	,0095	,01	,009
14	0	,0065	,006	,0055	0055	,007	,0075	,0075
17	-	-	,003	,0045	004	,004	,0045	,0045

Σημείωση. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν τις τελικές τιμές των σολομών για μήκος ψαριού 222 ψάρια/kg ή μεγαλύτερο. Ο *chinook* σολομός δεν τρέφεται στα επίπεδα με περίσσεια 0,012 kg τροφής lt/min πρίν φράσουν 444/kg, 0,018 kg/lt.min στα 222 ψάρια/kg και 0,024 kg/lt/min σε μαγαλύτερου μεγέθους ψάρια. Το μέγιστο διάστημα της πυκνότητας για τον *chinook* εμφανίζεται περίπου στο 0,18 kg/m³/mm μήκος σώματος.

Μία μικρή ως 10% κλίμακα μπορεί να αποτελέσει και να προκαλέσει υπερμαγνησαιμία και υπερκαλειμία στον Coho salmon. Ακόμη και άμεσες θνησιμότητες δεν λαμβάνουν χώρα, ο ηλεκτρολύτης του αίματος εξασθενεί λόγω του μεγέθους του μαρκαρίσματος το οποίο αποτελεί μια αναμενόμενη μείωση της επιβίωσης των νεαρών σολομών λόγω του stress.

1.11 Σύσταση ιχθυοτροφείων, Βιο - μηχανικός σχεδιασμός & λειτουργία.

Στην βασική παρουσία της κατανόησης που χρειάζεται για την ομοιότητα της φυσιολογικής πορείας της εισόδου των σολομών στα αλμυρά νερά, απαιτείται ο σχεδιασμός και η λειτουργικότητα των παρακάτω περιβαλλοντολογικών κριτηρίων, τα οποία είναι προτεινόμενα για την φάση ανάπτυξης στα γλυκά νερά των ανάδρομων σαλμονίδων.

1. Η θερμοκρασία του νερού θα ακολουθεί μια ιδεώδη φυσική και εποχιακή συμπεριφορά αν υπάρχει περιοριστικός παράγοντας. Αν η ανύψωση της θερμοκρασίας πρέπει να χρησιμοποιηθεί ώστε να επιταχυνθεί η ανάπτυξη, αυτό επιτυγχάνεται κατά τους μήνες Οκτώμβριο - Δεκέμβριο. Οπωσδήποτε η θερμοκρασία δεν ανυψώνεται βαθμιαία ή και πάνω από 10°C, ακόμη και κατά την διάρκεια του χειμώνα.

Η θερμοκρασία διατηρείται κάτω από 13°C και για χρονική περίοδο 60 ημερών μέχρι να απελευθερωθεί ο σολομός του Ατλαντικού. Ομοίως με τον *coho* και *chinook* σολωμό η θερμοκρασία του νερού ακολουθεί τους 12°C. Για άλλα ψάρια η θερμοκρασία χρειάζεται - απαιτείται ώστε να παραχθούν περισσότερα ψάρια και με επιτυχία.

2. Έλλειψη προβλημάτων όπως παράγοντες: ποτάμια, εκβολές, χρόνος, οικολογία, ηλικία, στρατηγικές που συμπίπτουν πιθανότατα με την κοντά στη θάλασσα μετανάστευση και την φυσική παραγωγή ψαριών στα ρυάκια εφόσον υπάρχουν γεννητικές ομοιότητες. Η εκτρεφόμενοι σολομοί είναι πολλές φορές όμοιοι με τους άγριους πληθυσμούς οι οποίοι εισέρχονται στις θάλασσες την ίδια χρονική περίοδο.

3. Η φωτοπερίοδος είναι πιθανότατα ένας από τους πιο εύκολους περιβαλλοντολογικούς παράγοντες για βιο-μηχανική ώστε να ελέγχει τις παραγωγικές δραστηριότητες. Οπωσδήποτε αυτός ο περιβαλλοντολογικός παράγοντας πρέπει να είναι προσεκτικός, μέχρι που αυτός εύκολα κακομεταχειριστεί. Εκτός από την επιταχύνση της διαδικασίας της ανάπτυξης των σολομών απαιτούνται εξωτερικές δεξαμενές χωρίς τεχνητό φωτισμό. Η εσωτερική ανάπτυξη επιτυγχάνεται μόνο με τεχνητό φωτισμό ο οποίος τείνει προς το φυσικό περιβάλλον.

4. Σε σχέση με την θεραπευτική αγωγή για την αποφυγή ή μείωση των ασθενειών πρέπει να γνωρίζουμε καλά την κλινική αγωγή. Όταν αυτό δεν είναι πιθανόν τα σολωμάκια μένουν στα γλυκά νερά περισσότερο χρονικό διάστημα.

5. Όταν επιτυγχάνεται περιβαλλοντολογικός έλεγχος στο χρόνο μετατροπής της ηλικίας ή του μεγέθους στην διαδικασία απελευθέρωσης των ευναλαγών των φυσιολογικών απαιτήσεων, τότε απαιτείται έλεγχος της ανάπτυξης των σολομών. Η σύσταση των βραγχίων με Na^+ , K^+ - ATPάση, επίπεδα πλάσματος θυροξίνης (T_4) ή του αίματος κατά τις ευναλαγές τους στο θαλασσινό νερό.

6. Τελικά ο βιο-μηχανικός σχεδιασμός είναι το κυριότερο κριτήριο της πορείας και της επιτυχούς μεταναστευτικής διαδικασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Απαιτήσεις των ψαριών των γλυκών νερών.

2.1 Εισαγωγή.

Οι βασικές απαιτήσεις των ψαριών μπορεί να είναι ταξινομημένες ως φυσικές, χημικές και βιολογικές. Οι φυσικοί παράγοντες συμπεριλαμβάνουν την θερμοκρασία, την φωτοπερίοδο, την ταχύτητα του νερού και το υπόστρωμα. Τυπικά, οι φυσικοί παράγοντες αλλάζουν περισσότερο αργά απ'ότι οι χημικοί παράγοντες και δεν είναι συχνά υπεύθυνοι για την βαθμιαία μείωση σε ένα εγκαθιστημένο πληθυσμό. Αυτοί οι παράγοντες είναι συνήθως οριακοί και οι οργανισμοί ιδιαίτερα υδρόβιοι κάτοικοι. Οι χημικοί παράγοντες συμπεριλαμβάνουν το διαλυμένο αέριο, ΡΗ, ανόργανα ιόντα, αζωτούχα υπεύθυνα για μεταβολισμό, σκληρότητα και οι περιβαλλοντολογικές μολύνσεις. Αυτοί οι χημικοί περιβαλλοντολογικοί μπορούν βαθμιαία να δώσουν αντοχή σε μερικούς οργανισμούς μειώνοντας τη θνησιμότητα.

Οι βιολογικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάζουν τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά. Περιλαμβάνουν φυσιολογία των ατόμων καθώς επίσης και την αντίδραση των ατόμων σε σχέση με το περιβάλλον τους. Ο κύριος βιολογικός παράγοντας είναι οι παθογενείς θηρευτές και τα ανταγωνιστικά είδη.

Και οι φυσικοί, χημικοί και βιολογικοί παράγοντες οριοθετούνται στο υδάτινο περιβάλλον. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές συνθήκες κάτω από τους οριοθετημένους παράγοντες που μπορούν να προσδιοριστούν.

Πρώτον: Αναγκαία και ικανή απαίτηση για την επιβίωση των ατόμων.

Δεύτερον: Οι απαιτήσεις για ανάπτυξη είναι περισσότερες και προσδιορίζονται ως οι απαιτήσεις για ανάπτυξη,

Τρίτον: Οι απαιτήσεις για την επιτυχή αναπαραγωγή προσδιορίζονται ως οι απαιτήσεις για ανάπτυξη.

Οι κλιμακωτές συνθήκες είναι περισσότερο διαθέσιμες στην εύκρατη ζώνη απ'ότι σ' άλλες περισσότερες κρύες ή τροπικές εποχές του κόσμου. Η εύκρατη ζώνη ή τα ψάρια των ζεστών νερών έχουν ένα σχετικά μεγάλο εύρος αντοχής για τους από κοινού φυσικούς και χημικούς παράγοντες (εικόνα 1).

Για παράδειγμα το θερμικό εύρος για τα ψάρια των ζεστών νερών ($4 - 25^{\circ}\text{C}$) είναι συνήθως περισσότερο ευρύς απ'ότι των κρύων νερών ($4 - 15^{\circ}\text{C}$) και των τροπικών ψαριών ($25 - 35^{\circ}\text{C}$).

Βρέθηκε ότι τα ψάρια των εύκρατων ζωνών όπου η θερμοκρασία του νερού μπορεί να ποικίλει από $4^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$. Η αντοχή των ψαριών σε υψηλές θερμοκρασίες ξεχωρίζουν τα ψάρια των ζεστών νερών από τα κρύα και φυσικά η αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες ξεχωρίζει τα ψάρια του ζεστού νερού από τα τροπικά.

Ιστορικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι τα ψάρια του ζεστού νερού φθάνουν σε "χαμηλές" πυκνότητες απ'ότι έχουν τα ψάρια του κρύου νερού. Αυτές οι χαμηλές πυκνότητες και η αντοχή των περισσότερων ψαριών των ζεστών νερών στις αλλαγές του περιβάλλοντος είναι πιθανόν υπεύθυνες για την επιτυχία της καλλιέργειας. Πολλά θαυμάσια ψάρια προκειμένου να εκτραφούν απαιτούν το δικό τους "know how" τεχνογνωσία. Οι γνώσεις μας για τις καλλιέργειες των ψαριών των ζεστών ψαριών αναπτύσσεται από λάθος πορεία.

Σήμερα ειδικά γνωρίζουμε πολλά σε σχέση με την εκτροφή των γατόψαρων, κυπρίνων και χρυσόψαρων σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη ψαριών.

2.2 Απαιτήσεις για επιβίωση.

2.2.1 Θερμοκρασία.

Τα αποτελέσματα της θερμοκρασίας του νερού είναι πιθανόν σε πολύ μεγάλο βαθμό φθάνοντας κάθε μονό συστατικό του περιβάλλοντος. Επηρεάζεται το ποσό του οξυγόνου το οποίο μπορεί να είναι διαλυμένο στο νερό, ο ρυθμός εξάπλωσης του αέριου οξυγόνου, ο ρυθμός μεταβολής των ψαριών και η ιστορία των παθογεννητικών οργανισμών (Brett 1960). Τα ψάρια των ζεστών νερών μπορούν να εκτίθονται το χειμώνα σε θερμοκρασία 0°C και το καλοκαίρι σε θερμοκρασία των 35°C . Μερικά ψάρια αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες άλλα. Για παράδειγμα το γατόψαρο (cat fish) συχνά εγγλιματίζεται σε θερμοκρασίες νερού περίπου 30°C , ενώ το λαβράκι όταν εκτίθεται σε υψηλές θερμοκρασίες των 25°C και πάνω τότε παρατηρείται

έντονο stress. Η αντοχή των ψαριών σε διάφορα μήκη θερμοκρασιών, οπωσδήποτε το μεγαλύτερο θετικό αποτέλεσμα της υγείας των ψαριών είναι ως αποτέλεσμα των ραγδαίων - απότομων αλλαγών της θερμοκρασίας.

Ξεπερνώντας την μεταφορά στην αντοχή της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα το θερμικό σοκ, το οποίο μπορεί να σκοτώσει - θανατώσει τα ψάρια ελέγχοντας το νευρικό σύστημα. Για το γατόψαρο έχουν γίνει αναφορές για την αντοχή του σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 12°C, όπου γίνεται ο εγκλιματισμός του σε θερμοκρασίες χωρίς θνησιμότητα.

Πλήρης έλεγχος της θερμοκρασίας απαιτείται για περισσότερες από 2 εβδομάδες γιατί ακολουθούν πολλές αλλαγές στα ένζυμα, λιπίδια, αιμογλοβίνη του αίματος και στα ορμονικά επίπεδα.

2.2.2 Φωτοπερίοδος.

Η φωτοπερίοδος δεν έχει δείξει ακόμη δραματικές επιδράσεις στην επιβίωση των ψαριών των ζεστών νερών. Οπωσδήποτε χαμηλή πυκνότητα φωτός φαίνεται να υποστηρίζει την τροφοληψία μερικών ψαριών και μειώνουν τις αντιδράσεις σε ξένες ενέργειες που συλλέγονται γύρω από τις δεξαμενές καλλιέργειας.

2.2.3 Ταχύτητα νερού.

Μελέτες για την ταχύτητα του νερού δεν έχουν απολύτως μελετηθεί. Η φροντίδα των ψαριών προσανατολίζεται μέσα στη ροή του νερού. Η ροή του νερού μπορεί να αποφέρει αποτελέσματα που να έρχονται σε σύγκρουση με την τροφοληψία, αν συνεχιστεί για μακρά περίοδο. Χαμηλή ταχύτητα ρεύματος είναι αιτία χαμηλών αμετάβλητων κολυμβητικών πρότυπων. Η ταχύτητα του νερού σε συνθήκες εκτροφής μπορούν να διπλασιάσουν τις ταχύτητες που βρίσκονται στο φυσικό περιβάλλον των ειδών.

Η άσκηση μπορεί να αποτελέσει την αιτία αύξησης του μυϊκού σιτηήματος και της αντοχής και προετοιμάζει καλύτερα τα ψάρια να επιβιώνουν στο περιβάλλον τους. Η ταχύτητα του νερού προσδιορίζει τον τύπο του υποστρώματος που μπορεί να διατηρήσει τις απαιτήσεις των διαρόρων ειδών διαρορετικού υποστρώματος.

Υπάρχουν είδη ψαριών που σκάβουν ώστε να δημιουργήσουν ένα μαλακό υπόστρωμα, το οποίο μπορεί να διατηρηθεί σε χαμηλές ταχύτητες. Τα

στάδια των αυγών και των λαρβών μερικών ειδών δεν μπορούν να επιβιώσουν όταν το υπόστρωμα δεν είναι κατάλληλο και διαθέσιμο. Ακόμη και τα ώριμα άτομα ψαριών δεν μπορούν να επιβιώσουν σε μονάδες καλλιέργειας με ανάρμοστα υποστρώματα. Πολλές φορές η μη καταλληλότητα υποστρώματος ευθύνεται για την δημιουργία ασθενειών.

2.3 Χημικές απαιτήσεις.

2.3.1 Διαλυμένο οξυγόνο.

Η διατήρηση του κατάλληλου διαλυμένου οξυγόνου (D.O) αποτελεί επίσης ένα απαραίτητο στοιχείο για επιβίωση. Σε πολύ χαμηλές τιμές περί 2 mg/l τα περισσότερα ψάρια σταματούν να τρώνε, μειώνεται η κινητική τους ενέργεια και χρησιμοποιούν το διαθέσιμο οξυγόνο ώστε να διατηρηθούν στη ζωή και κυρίως τον συστημάτων που υποστηρίζουν κυκλοφορικό και νευρικό σύστημα. Η οξύτητα του χαμηλού οξυγόνου εντήθηκε σε υψηλές θερμοκρασίες ως ότου ο ρυθμός μεταβολής και η κατανάλωση του οξυγόνου είναι σε μεγάλα ποσοστά απ' ότι σε πιο χαμηλές θερμοκρασίες.

Η απαραίτητη διατήρηση του διαλυμένου οξυγόνου, σε επίπεδα είναι ιδιόζουσα περίπτωση και αρκετά σημαντική που παρατηρείται κατά την διάρκεια της τροφοληψίας από τότε που η ενέργεια τροφοληψίας στα κλειστά κυκλώματα εκτροφής μπορούν να αντέχουν και σε επίπεδα με λιγότερο οξυγόνο.

2.3.2 Άζωτο.

Υπερκορεσμός του νερού με N_2 (αέριο), το οποίο συχνά παράγεται από την είσοδο του ατμοσφαιρικού αέρα στο νερό υπό πίεση ή με υψηλές θερμοκρασίες του νερού στο οποίο έχει επέρθει κορεσμός με αέριο N_2 . Ένας υπερκορεσμός σε άζωτο (αέριο) της τάξης των 110% μελετήθηκε επιζήμια στα περισσότερα ψάρια. Βρέθηκε ότι μπορεί να αποβεί βλαβερό, πολλές φορές και θανατηφόρο στα στάδια ανάπτυξης των λαρβών σε επίπεδα της τάξης των 104%. Το διαλυμένο αέριο N_2 εισέρχεται στο σώμα των ψαριών μέσω του ρευστού νερού και ισορροπεί με το περιβάλλον. Εάν τα ψάρια κινούνται ραγδαία σε περιοχές που έχουν κορεσμό σε χαμηλά άζωτου (N_2), τότε το αέριο μπορεί να μετακινηθεί εξώ από το διάλυμα μέσω φυσαλίδων.

Οι φυσαλίδες μπορούν να εισέρθουν μέσα στη ροή του αίματος προκαλώντας θρόμβωση. Τα αποτελέσματα αυτά εξαρτώνται από την θέση στο σώμα των έμβολων. Εάν δεν υπάρχει επηρεασμός των ιστών τότε τα ψάρια θα επιβιώσουν, αλλά μπορούν να έχουν φουσκάλες στα πτερύγια ή να προεξέχουν τα μάτια τους χαρακτηριστικά της ασθένειας “pop-eye”. Η ασθένεια των φυσαλίδων μπορεί να μην αποβεί θανατηφόρα αλλά σίγουρα θα αποφέρει πολλά προβλήματα στα ψάρια, αλλά και θα αποδώσει περισσότερη ευαισθησία στα ψάρια τόσο στη θήρευση όσο και στις ασθένειες.

2.3.3 Διοξείδιο του άνθρακα.

Προϊόντα μεταβολισμού της παραγόμενης ενέργειας είναι το αέριο διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το οποίο διαχέεται μέσα στο νερό. Η έκκριση του CO_2 , μέσα στο νερό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνει το PH γιατί το CO_2 αντιδρά με το H_2O και παράγει H_2CO_3 το οποίο υποσυνθέτει τα ιόντα H^+ και HCO_3^- .

Νερά χαμηλής αλκαλικότητας θεωρούνται ως παραγωγικά νερά. Πιθανή αιτία είναι η συντήρησή τους με συνεχείς ρυθμιστές για το CO_2 μέσω των εκκρίσεων, των ψαριών. Τα επίπεδα της αλκαλικότητας περί τα 200 mg/lit θεωρούνται επιθυμητές για πολλά εκτρεφόμενα είδη ψαριών.

2.3.4 Αζωτούχες ενώσεις.

Η διατήρηση της καταλληλότητας του PH συμπεριλαμβάνεται επίσης στη τοξικότητα των αζωτούχων παραγώγων των ψαριών. Η αμμωνία παράγεται από την διάσπαση των αμινοξέων και προέρχεται μέσα στο νερό μέσω των βραγχίων. Η τοξικότητα της αμμωνίας οφείλεται στην μη - ιονισμένη μορφή NH_3 και καθώς το PH και τη θερμοκρασία αυξάνουν, τότε αυξάνει και το ποσό της NH_3 (PK = 9,4 στους 20°C). Η 24 - ώρες μέση συγκεντρώσεις που προκαλούν το θάνατο στα ψάρια (24 - ώρες LC_{50}) της ολικής αμμωνίας στο γατόψαρο είναι 264 mg/lit σε PH = 7, 39 mg/lit σε PH = 8 και 4,5 mg/lit σε PH=9. Όλα αυτά τα επίπεδα της ολικής αμμωνίας που παράγουν τη μη - ιονισμένη αμμωνία και σε επίπεδα 1,6 mg/lit.

Οι συγκεντρώσεις που προκαλούν το θάνατο στα ψάρια μειώνοντας πρωταρχικά την ανάπτυξη και είναι επιζήμιες για υγεία των ψαριών. Μία

γραμμική σχέση βρέθηκε ανάμεσα στην αμμωνία και τις κορτικοστεροειδείς ορμόνες (οι οποίες οφείλονται για το stress).

Η αμμωνία και τα άλλα μεταβολικά προϊόντα τα οποία από κοινού είναι διαλυμένα με γλυκό νερό ή τα διοξειδία που προέρχονται από την βακτηριακή νιτροποίηση. Η αμμωνία στις δεξαμενές ή στα βιολογικά φίλτρα των ανακυκλούμενων συστημάτων μετατρέπονται πρώτα από τα *Nitrosomonas* και παράγονται περισσότερα τοξικά συστατικά τα νιτρώδη τα οποία με τη σειρά τους μετατρέπονται σε νιτρικά. Η τοξικότητα των νιτρωδών αυξάνει αυξάνοντας το PH, είναι η αιτία που μεταφέρεται η χρωστική αιμογλοβίνη η οποία μετατρέπεται σε μεθεμογλοβίνη, η οποία δεν μπορεί να δεσμεύσει οξυγόνο.

Η έκθεση των γόνων γατόψαρων σε ένα μικρό ποσό της τάξης του 1 mg/lit νιτρώδη, PH = 7 και 20% (24 - ώρη) αιμογλοβίνη που μετατρέπεται σε μεθυμογλοβίνη.

2.3.5 Ανόργανα άλατα.

Βρέθηκε ότι τα ανόργανα ιόντα της αμμωνίας και των νιτρωδών είναι τοξικά. Αυξάνοντας την ολική σκληρότητα του νερού προσθέτωντας CaSO_4 . Περιγράφηκε επίσης για το γατόψαρο μια δραματική προστασία των αποτελεσμάτων των χλωροϊόντων. Η αναλογία των Cl^- : NO_2^- είναι 16 : 1. Για να ισορροπήσει το σύστημα από τα ανόργανα ιόντα προτείνεται η συνεχής προσθήκη αλατιού.

2.3.6 Ρυπαντές.

Η τροφοδοσία του νερού πρέπει να είναι ελεύθερη από ρυπαντές ώστε να έχουμε μια επιτυχή υδατοκαλλιεργητική μονάδα. Το νερό που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι ελεύθερο από στοιχεία τα οποία θα το επιβαρύνουν, κυρίως βαρέα μέταλλα. Τα βαρέα μέταλλα ρυπαίνουν και προκαλούν δυσμενείς συνθήκες στο περιβάλλον του ψαριού.

Όταν τα βαρέα μέταλλα συνοδεύονται από χαμηλό διαλυμένο οξυγόνο D.O, χαμηλό PH και αλκολικότητα, τότε το περιβάλλον του ψαριού επιβαρύνεται με αποτέλεσμα τα μέταλλα να μην διαλύονται και να εισέρχονται στο σώμα του ψαριού. Τα βαρέα μέταλλα που απαντάμε συχνά στις υδατοκαλλιέργειες είναι ο χαλκός και ο σίδηρος. Ο θειϊκός χαλκός

χρησιμοποιείται ώστε να ελέγχεται το πλαγκτόν, τα παράσιτα και η αύξηση των αλγών. Ο χαλκός εμποδίζει πολλά συστήματα ενζύμων και είναι πολύ τοξικό για τα ψάρια. Ο σίδηρος πολύ συχνά βρίσκεται στα καλά νερά και μπορεί να ανακατευτεί με O_2 και συναλάσσεται καθιζάνοντας στην επιφάνεια των βραγχίων και αυγών.

2.4 Απαιτήσεις για αύξηση - περιβαλλοντολογικές συνθήκες.

2.4.1 Θερμοκρασία.

Κάθε είδος έχει μια ιδανική θερμοκρασία για ανάπτυξη η οποία έχει άμεση σχέση. Τα ένζυμα ελέγχουν το βιολογικό ρυθμό συμπεριλαμβάνοντας την τροφοληψία, την χώνευση, το ρυθμό μετατροπής και την παραγωγή ενέργειας, η ιδανική θερμοκρασία για τα ένζυμα μπορεί να είναι ιδανική για την ανάπτυξη. Τα είδη των ζεστών νερών γενικά έχουν μια ιδανική θερμοκρασία για ανάπτυξη ανάμεσα $20^{\circ}C$ και $30^{\circ}C$. Αυτές οι υψηλές θερμοκρασίες συνδιάζονται με αύξηση του μεταβολικού ρυθμού στα ψάρια του ζεστού νερού, συγκρίνοντας τα με τα είδη των κρύων νερών. Επίσης αυξάνονται - πολλαπλασιάζονται ραγδαία οι παθογενείς οργανισμοί.

2.4.2 Διαλυμένο οξυγόνο.

Η ανάπτυξη - αύξηση των ψαριών οφείλεται στα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου. Το οξυγόνο εξαρτάται από την περίοδο και ποσότητα τροφοληψίας γιατί οι παρεχόμενες τροφές δεσμεύουν ποσότητες οξυγόνου στο νερό. Γι' αυτό προτείνεται ο καλός και εντατικός έλεγχος των παρεχόμενων γευμάτων και ποσοτήτων τροφών ώστε να έχουμε μειωμένη δέσμευση του οξυγόνου. Αυτή η μείωση του διαλυμένου οξυγόνου αν δεν την "προσέξουμε" αποβαίνει αρνητική για την ανάπτυξη και καλή υγιεινή για τα ψάρια.

2.4.3 Μεταβολίτες.

Χαμηλά και όχι τοξικά επίπεδα των αζωτούχων που παράγονται μπορούν επίσης να προσδιορίσουν την αύξηση. Η αμμωνία μπορεί να είναι μια διαχωρισμένη οξειδωτική φωσφοριλάσης και μειώνουν την αύξηση του οργανισμού μετατρέποντας την ενέργεια τροφοληψίας σε ATP. Οι

κορτικοειδής ορμόνες είναι η αιτία μιας αρνητικής ισορροπίας των αζωτούχων των μετατρεπόμενων αμινοξέων τα οποία δεν είναι διαθέσιμα για τη σύνθεση των πρωτεϊνών.

2.5 Βιολογικά.

2.6 Πίνακας τροφοληψίας.

Πολλές μελέτες έδειξαν ότι αν η τροφοληψία γίνεται 2 φορές ημηρεσίως, τότε αυξάνεται το ποσό και η ικανότητα αφομοίωσης της τροφής απο τους οργανισμούς. Σήμερα όμως προτείνεται η παροχή της τροφής να γίνεται 3 - 4 φορές ημηρεσίως με σκοπό την ελάττωση των απωλειών των τροφών. Όταν τα ψάρια είναι σε ζεστά νερά (αυξημένη θερμοκρασία) και σε συνεχόμενη παροχή αερισμού τότε ο χρόνος / ημέρα των γευμάτων είναι πιθανόν να γίνεται κάθε 8 - 10 ώρες. Σ' ένα σύστημα χωρίς έλεγχο της θερμοκρασίας ο ρυθμός τροφοληψίας μειώνεται, χορηγείται δε σε περιπτώσεις που χρονικά έχει αυξηθεί το διαλυμένο οξυγόνο. Τα πολλαπλά γεύματα είναι το πλεονέκτημα για την αύξηση των νεαρών ψαριών. Για το λαβράκι, ο γόνος του τρέφεται 7 φορές ημηρεσίως. Η συχνή παροχή γεύματος μειώνει επίσης το ποσοστό του κανιβαλισμού. Τα ψάρια των ζεστών νερών δείχνουν καλούς ρυθμούς τροφοληψίας σε θερμοκρασία 15 - 28°C (για παράδειγμα στο γαρόψαρο σε 28°C τρέφεται με 3% του σωματικού βάρους / ημέρα). Όταν η θερμοκρασία μειωθεί κάτω απο 15°C τότε τρέφονται με 1% του σωματικού βάρους.

Η τροφή που χορηγείται στα ψάρια είναι τεχνητή (pellets) τα οποία είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και προσδίδουν περισσότερη ενέργεια στα ψάρια. Το κάθε είδος έχει φυσικά διαφορετικές απαιτήσεις σε σχέση πάντα με την θρέψη. Η παραγωγή της αμμωνίας απο τα ψάρια έδειξε τη ποσότητα και τη σχέση με το ποσό που τρώνε τα ψάρια. Στα κλειστά κυκλώματα ο ρυθμός αύξησης της αμμωνίας αυξάνεται μετά την τροφοληψία και φθάνει στο μέγιστο κατά προσέγγιση 6 ώρες μετά την τροφοληψία. Στα κλειστά κυκλώματα με βιοφίλτρα για νιτροποίηση αυτό σημαίνει οτι το ποσό της αμμωνίας αναμένεται να φθάσει σε υψηλά επίπεδα κατά τη διάρκεια 6 ωρών ματά την παροχή τροφής.

2.6 Απαιτήσεις για αναπαραγωγή.

2.6.1 Ωοτοκία.

Πολλά ψάρια μπορούν σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή να ωοτοκίσουν μέσω ενέσεων ξηρών βλενογόνων ή παρασκευασμάτων από ανθρώπους, όπως της χωριονιμικής γοναδοτροπίνης. Η ωοτοκία επιτυγχάνει όταν τα ψάρια βρίσκονται σε αναπαραγωγική διαδικασία και γεννητική ωρίμανση. Είναι μια κοινή πρακτική να επισπεύδουν την αναπαραγωγή εκτός εποχής. Η ωρίμανση των γονάδων προσδιορίζεται από την ηλικία, το μέγεθος, την διατροφή - θρέψη καθώς επίσης την περιβαλλοντολογική ιστορία του ψαριού. Ένας μεγάλος αριθμός ψαριών έχουν ωοτοκίσει εκτός περιόδου, χρησιμοποιώντας τεχνητά μέσα όπως φωτοπερίοδος και θερμοκρασία. Πολύ λίγες πηγές έχουν αναφερθεί για την εκτός - εποχής ωοτοκία των ψαριών των ζεστών νερών. Προκειμένου να προβούμε σε μια επιτυχή ωοτοκία, χρειάζεται να προσέξουμε και να εξετάσουμε καλά τους εξής παράγοντες: φυσικούς, βιολογικούς και χημικούς.

Σημαντικό λόγο παίζει το περιβάλλον του ψαριού προκειμένου να προβούμε σε ωοτοκία εκτός εποχής. Όσον αφορά τη θρέψη των ψαριών των ζεστών νερών απαιτείται όμοια προσοχή. Πρέπει να προσδιοριστεί αν προτιμούν τροφές τυποποιημένες, οι οποίες καθιστούν υπεύθυνη αύξηση στην ανάπτυξη των γονάδων.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η επιτυχής πρόκληση ωοτοκίας στο πενταετή λαυράκι που έγινε σε εργαστήριο. Στο ψάρι χορηγήθηκε τροφή τεχνητή, παρατηρήθηκε την ίδια χρονική στιγμή που ωοτοκεί στο φυσικό περιβάλλον τον ίδιο ρυθμό ωοτοκίας. Η επιτυχία της γενετικής επιλογής ανάπτυξης ώστε να παραχθούν γένη σαλμονίδων εξαρτάται από το ρυθμό μετατροπής της τροφής και την επιβίωση. Η εξημέρωση μερικών αναπαραχθέντων σαλμονίδων που παρήγαγαν γένη είναι περισσότερο κατάλληλα στις εντατικές συνθήκες καλλιέργειας απ' ό,τι στις συνθήκες στο φυσικό περιβάλλον.

2.6.2 Απαιτήσεις σε κρύα και ζεστά νερά.

Τα ψάρια των κρύων νερών τυπικά εκτρέφονται σε raceways ή αλλές μονάδες καλλιέργειας με υψηλές εναλλαγές στο νερό. Η εναλλαγή του νερού αναβλύζουν τους μεταβολιτές απο το σύστημα και ταυτόχρονα αραιώνουν τις συγκεντρώσεις των παθογενών οργανισμών. Όμοιοι ρυθμοί αλλαγών των νερών γίνεται και σε υδροστάσια. Οι απαιτήσεις των ψαριών των γλυκών νερών, υψηλής ποιότητας, είναι προϋπόθεση για επιτυχή καλλιέργεια, Πόσο συχνά πολλά είδη των ζεστών νερών αντέχουν στις διακυμάνσεις των συνθηκών του περιβάλλοντος. Τα ψάρια των ζεστών νερών αντέχουν σε θερμικά διευρυμένα μήκη και σε χαμηλά επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου, σε σχέση με τα ψάρια των κρύων νερών.

Η ιδανική θερμοκρασία για τα ψάρια των ζεστών νερών είναι 10 - 20°C υψηλότερη απ' ότι η ιδανική θερμοκρασία των κρυών νερών. Τα ζεστά νερά είναι ευαίσθητα σε δημιουργία συνθηκών κατάλληλων για την ανάπτυξη παθογόνων οργανισμών, οι οποίοι είναι επιβλαβείς για τα ψάρια. Μια ανύψωση της θερμοκρασίας αυξάνει τα προβλήματα των ασθενειών, τους ρυθμούς μεταβολισμού και την αποβολή των μεταβολικών προϊόντων. Επίσης τα ψάρια των ζεστών νερών εκτρέφονται σε δεξαμενές ενώ τα ψάρια των κρύων νερών εκτρέφονται σε δεξαμενές raceways.

Προσπαθούμε να ερευνήσουμε τους βιολογικούς παράγοντες που είναι αναγκαίοι στον σχεδιασμό μονάδων. Σε αντίθεση με τη βιομηχανία, η οποία προσπαθεί να οριοθετήσει ένα αριθμό ειδών σε μια μεγάλη βάση δεδομένων για κάθε είδος ψαριού. Η εντατική εκτροφή των συστημάτων για τα ψάρια γλυκών ζεστών νερών δεν έχουν στανταριστεί ακόμη. Ο μεγάλος αριθμός των ειδών παρεμποδίζει την ανάπτυξη ενός σταθερού συστήματος κατάλληλου για όλες τις τοποθεσίες.

Μια επιτυχή βιο - μηχανική πρέπει να αναμιγνύει τα χημικά φυσικά και βιολογικά συστατικά (εικόνα 3) ώστε να παρεχθεί ένα σύστημα όπου πετυχαίνεται ο στόχος της επιβίωσης, ανάπτυξης - αύξησης και αναπαραγωγής. Η προσέγγιση αυτή συνδυάζοντας την πραγματογνωμοσύνη

των βιολόγων και μηχανικών θα είναι επιτακτική για την ανάπτυξη ενός ειδικού πρακτικού υδατοκαλλιεργετικού συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Σχέσεις μεταξύ της συμπεριφοράς και διαχείρισης των ιχθυοτροφείων.

3.1 Εισαγωγή.

Οι πέστροφες των εκκολαπτηρίων διαφέρουν από τις άγριες πέστροφες. Αυτό δε σημαίνει ότι οι πέστροφες των εκκολαπτηρίων είναι κατώτερες από τις άγριες διότι αυτό εξαρτάται από τον τρόπο διαχείρισης των προϊόντων του εκκολαπτηρίου. Ο γενικός σκοπός για την παραγωγή της πέστροφας που χρησιμοποιείται σε βραχυπρόθεσμη αναδημιουργική διαχείριση και η παραγωγή της τροφής, είναι δύο αξιόλογοι παράγοντες που μπορούν να επιτευχθούν.

Το βιομηχανολογικό συμπόσιο απευθύνεται ιδιαίτερα στην πιο αποτελεσματική και οικονομική παραγωγή των ψαριών. Αυτό θα μπορούσε να ισχύει μόνο όταν όλα τα ψάρια θα πουλιώντουσαν και δε θα γινόταν συνεισφορά σε λίμνες και ρυάκια για εμπλουτισμό των περιοχών.

Ένα πραγματικό αντικείμενο που διαφεύγει, είναι ο τρόπος με τον οποίο θα αυξηθεί η επιβίωση, ή με άλλα λόγια με ποιο τρόπο θα μειωθούν οι υψηλοί φυσικοί ρυθμοί θνησιμότητας στις πέστροφες που προέρχονται από εκκολαπτήρια. Ύστερα από μία εργασία που έγινε στο Cooperative Fishery Research Unit στην Πενσυλβάνια, ίσως να μπορούμε να προτείνουμε μηχανολογικά χαρακτηριστικά για εκκολαπτήρια της καφέ πέστροφας τόσο καλά όσο και άλλα εκκολαπτήρια πεστροφοειδών, τα οποία θα μπορούσαν να βελτιώσουν τη διαχείριση των σαλμονοειδών.

3.2 Εκκολαπτήρια πέστροφας.

Το συγκεκριμένο πρίον επιλέχθηκε σκόπιμα, σαν μια απρόσεκτη εκλογή ατόμου από το γενετικό απόθεμα. Τα περισσότερα είδη των αποθεμάτων έχουν αναπτυχθεί με στόχο την ταχεία ανάπτυξη στο εκκολαπτήριο, τη χαμηλή θνησιμότητα, την ευμάρεια ειδών, μεταχείριση προφύλαξης και μεταφορά. Αυτές οι πέστροφες εκτίθενται σε όλους τους ερεθισμούς από την επιχείριση, συμπεριλαμβάνοντας ανθρώπους και έρευνα, χωρίς να παρουσιάζουν εμφανές stress ή να προκαλείται ελάττωση στην

παραγωγή. Έχει γίνει μεγάλη προσπάθεια απο τα εκκολαπτήρια, να μειωθούν οι ασθένειες και να βελτιωθεί η ποιότητα της τροφής καθώς επίσης και οι τεχνικές διατροφής, έτσι ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη ανάπτυξη υγιειών ψαριών, με όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος.

3.3 Συμπεριφορά.

Τα χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς των αποθεμάτων που αναφέρονται παραπάνω, περιορίζονται σε παρατηρήσεις μη εκκεντρικών τύπων στην κολύμβηση και στη σθεναρή ανταπόκριση της τροφής, τα οποία αποτελούν τα μόνα φανερά χαρακτηριστικά της φυσιολογικής συμπεριφοράς στο εκκολαπτήριο. Το προϊόν εμφανίζεται ομοιόμορφο με προβλέψιμα χαρακτηριστικά της παραγωγής σε κάθε εγκατάσταση του εκκολαπτηρίου. Δυστυχώς κάτω απο τέτοια συστήματα το προϊόν δεν ανταποκρίνεται αναγκαία σε όλες τις απαιτήσεις των ψαράδων ή των διαχειριστών της αλιείας.

3.4 Συζήτηση.

Φαίνεται ότι η παραγωγή του εκκολαπτηρίου καθορίζεται αποκλειστικά απο τη γενετική επιλογή των άγριων χαρακτηριστικών στο περιβάλλον του εκκολαπτηρίου. Είναι πιθανόν να τροποποιηθεί το περιβάλλον του εκκολαπτηρίου για πέστρφες με πιο άγρια συμπεριφορά. Θα πρέπει αρχικά να δεχτούμε κάποιους βασικούς παράγοντες που ισχύουν στα ψάρια όπως και στους ανθρώπους. Τα ψάρια μοιάζουν με τους ανθρώπους σε αρκετά πράγματα. Τα ψάρια και οι άνθρωποι είναι και οι δύο θύματα των γενετικής ανατροφής και ανάπτυξης (Hall 1977). Το σχέδιο για την διαλογή άγριας πέστρφας απο το φυσικό ρυάκι ή το περιβάλλον, είναι αρκετά διαφορετικό απο το σχέδιο διαλογής πέστρφας στο εκκολαπτήριο.

Ο Butler στην αναφορά του (1975) στο συμπόσιο του AAAS 1970 για τη "Χρήση του χώρου απο τα ζώα και τον άνθρωπο" βρήκε ότι η συμπεριφορά των ψαριών δεν αντιπροσωπεύονταν απο κανέναν απο τα 50 και πλέον μέλη του συμποσίου και δεν υπήρχε καμμία τοποθέτηση πάνω σε αυτή. Ο Jenkins (1969) έκανε την πρώτη σημαντική προσπάθεια για την κατανόηση της συμπεριφοράς στα είδη της καφέ και ιριδίζουσας πέστρφας σε ημιφυσικό ρυάκι στο Convict Creek της Καλιφόρνια. Όμως κάποια

συμπεράσματα δε θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν διότι τα ψάρια δεν έμεναν εκεί. Για αρκετές ημέρες τα ψάρια προσπαθούσαν να δραπτεύσουν απο τα έγκλειστα τμήματα του ρυακιού. Πάντως ο Jenkins εξέτασε πρώτος προσεκτικά τη συμπεριφορά ειδών της πέστροφας.

Ο Earl Leitz (1950, 1960) ως ιδιοκτήτης εκκολαπτηρίων επιχείρισε την αυτοματοποίηση του εκκολαπτηρίου. Φαίνεται ότι αυτό προσφέρει ένα πολύ σημαντικό σημείο ανάπτυξης όχι μόνο στην παραγωγή πιο “φυσικών” ψαριών, αλλά και στη μείωση του stress.

Οι Mazeaud και Strange (1977) έδειξαν ότι ο χειρισμός των ψαριών προκαλεί ανύψωση στις catecholamines και στα κορτικοστεροειδή. Δευτερεύουσες επιδράσεις τέτοιου χειρισμού, προκαλούν επίσης αύξηση της γλυκόζης στο αίμα. Μερικές απο αυτές τις αλλαγές δεν εξαλείφθηκαν μετά το πέραςμα 2 ή 3 εβδομάδων. Κάποιες μελέτες που έγιναν στη δεκαετία του 1940 έδειξαν ότι οι πληθυσμοί πέστροφας του εκκολαπτηρίου έχουν υπερβολικά υψηλά φυσικό ρυθμό θνησιμότητας σε σχέση με τους άγριους πληθυσμούς του ίδιου μεγέθους. Πολλοί βιολόγοι θεωρούν ότι η φυσική θνησιμότητα προκλήθηκε πρωταρχικά απο τα πουλιά και απο θηλαστικά που είναι θηρευτές. Δεν υπήρχαν ουσιαστικά δεδομένα που να υποστηρίξουν αυτή την ιδέα.

Η σκέψη που με απασχόλησε είναι ότι κάτω απο τις συνθήκες του εκκολαπτηρίου το Mauthner cell ίσως να υπηρετεί μια maladaptive λειτουργία στο εκκολαπτήριο. Στους άγριους πληθυσμούς φαίνεται να υπηρετεί μια ιδιαίτερη ανταπόκριση για επιβίωση που χαρακτηρίζεται την κίνηση της ουράς απο μια πηγή διαφόρων ήχων, όπως οι ήχοι που προκαλούνται απο την κατάδυση ενός θηρευτή (Diamond 1971). Είναι πιθανόν η ανταπόκριση στα pellets που βρίσκονται στην επιφάνεια του νερού, να προκαλεί στα ψάρια την ενίσχυση της προσέλκυσης και όχι της αποστροφής.

Ψυχολόγοι του Πανεπιστημίου του Μίσιγκαν που δούλεψαν πάνω σε αυτό το θέμα, προσέγγισαν το αντικείμενο της υψηλής φυσικής θνησιμότητας των καλλιεργούμενων ψαριών διαμέσον της συνεχόμενης πρόκλησης ηλεκτρικού σοκ σε πέστροφες εκκολαπτηρίου, όταν αυτές κολυμπούσαν κοντά σε υποπθήμενους ερωδιούς. Η προσέγγιση της μεθόδου αυτής ήταν ανεπιτυχής. Ο Fraser (1974) επιχείρισε να εκπαιδεύσει την πέστροφα του

ρυακιού του εκκολαπτηρίου να αποφεύγει την αρπαγή από το ψαροπούλι με παρόμοιο τρόπο. Αλλά πάλι δεν κατάφερε να πετύχει το αρχικό αντικείμενο. Από αυτή τη δουλειά φαίνεται ότι η υψηλή φυσική θνησιμότητα ίσως να σχετίζεται στενά με την υπερβολική δραστηριότητα που προκαλείται από την έλλειψη μέρους και εγκατάστασης στο φυσικό ρυάκι. Το πρόβλημα του λεπιδωτού πάγου αποτελεί ένα πρόβλημα μεγάλης ευρύτητας και θεωρείται ένας παράγοντας ο οποίος επιφέρει θνησιμότητα στα ιχθυοτροφεία των ψαριών τα οποία βρίσκονται υπό αυτές τις συνθήκες.

Σε κάποια πρόσφατη δουλειά της Ένωσης ο James McLaren έχει συνδέσει τη συμπεριφορά άγριων πληθυσμών καφέ πέστροφας και πληθυσμών του ίδιου είδους που αναπτύχθηκαν σε εκκολαπτήριο, σε πληθυσμό που αποτελεί το απόθεμα ενός ρυακιού. Στην πρώτη του μελέτη σύγκρινε τη συμπεριφορά των δύο παραπάνω πληθυσμών κατά τη διάρκεια της μέρας σε ένα ρυάκι όπου το περιβάλλον ήταν ημιφυσικό στο Εθνικό εκκολαπτήριο Λαμάρ στην Πενσυλβανία. Μια ειδική στατιστική προσέγγιση χρησιμοποιήθηκε για να εκτιμήσει τα αποτελέσματα στο γένος (οι πέστροφες του εκκολαπτηρίου ενάντια στους άγριου πληθυσμούς), στο περιβάλλον (έλεγχοι περιοχών και εποχή), πυκνότητα και προηγούμενη διαμονή σε 6 κατηγορίες συμπεριφοράς (οριακή δραστηριότητα, χρήση προστασίας, προσβλητικές δράσεις, αμυντικές δράσεις, ολική αγωνιστική δραστηριότητα και αναζήτηση τροφής).

Στη δεύτερη του μελέτη παρατήρησε τη μετανάστευση και θνησιμότητα πληθυσμού πέστροφας του εκκολαπτηρίου που επικράτησε σε άγριους πληθυσμούς στο Spruce Creek, Huntington County στην Πενσυλβανία. Σε ημιφυσικό ρυάκι οι πέστροφες του εκκολαπτηρίου ήταν πιο ενεργητικές από τις άγριες, χρησιμοποιούσαν λιγότερη κάλυψη και συχνά εμπλέκονταν στην αναζήτηση τροφής και έδειχναν αγωνιστική συμπεριφορά.

Επίσης εμφάνισαν λιγότερη ανταπόκριση στους φυσικούς κατοίκους και στις εποχές σε σχέση με τις άγριες πέστροφες. Όταν διπλασιάστηκε η πυκνότητα φέρνοντας άλλο ένα πληθυσμό, υπήρξε αύξηση στην ενεργητικότητα, στην αναζήτηση τροφής και στην αγωνιστική συμπεριφορά και μια μείωση στη χρήση προστασίας και στις δύο ομάδες. Παρόλο ότι οι πέστροφες εκκολαπτηρίου είχαν μεγαλύτερη συχνότητα αγωνιστικής

συμπεριφοράς, δεν κατόρθωσαν τελικά να αποκτήσουν προβάδισμα έναντι των άγριων πληθυσμών. Η κυριαρχία σχετιζόταν στενά με το μέγεθος. Οι διαφορές μεταξύ των άγριων πεστρόφων και εκείνων του εκκολαπτηρίου στη συμπεριφορά κατά τη διάρκεια των μετετών αυτών, αποτιμήθηκαν σε περιόδους επιβίωσης, όπως παρατηρήθηκαν στο Spruce Creek. Εννιά εβδομάδες μετά την εισαγωγή καφέ πέστροφας εκκολαπτηρίου στο Spruce Creek η μετανάστευση και η θνησιμότητα είχαν μειώσει τη συνολική σοδειά αναμονής, σε ένα επίπεδο σχεδόν ίσο με εκείνο που είχε ο πληθυσμός πριν την εισαγωγή τους. Οι συνολικές απώλειες των ατόμων του εκκολαπτηρίου ήταν 1,5 - 2 φορές μεγαλύτερες από τις απώλειες των άγριων πεστρόφων. Σε αυτές τις μελέτες όλα τα ψάρια εκτοπίζονται μαρκάρονται ή σημαδεύονται και βρίσκονται σε εξαναγκασμένη κατάσταση δοκιμών.

Η αγωνιστική συμπεριφορά του σολωμού του Ατλαντικού από εκκολαπτήριο, όταν καλλιεργήθηκε σε πυκνότητες μεγαλύτερες από τις φυσικές συνθήκες, βρέθηκε να είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη άγριου πληθυσμού στις ίδιες πυκνότητες (Fenderson και Carpenter 1971).

Όμως σε πυκνότητες αντίστοιχες σε άγριες συνθήκες οι άγριοι σολομοί είχαν μεγαλύτερα αγωνιστικά επίπεδα. Η ελεγχόμενη απαίτηση διατροφής από το ψάρι, θα συντελούσε στο να αποφευχθεί η maladaptive συμπεριφορά που αναφέρθηκε παραπάνω. Ο Ardon et. al. (1973) βρήκε ότι η ιριδίζουσα πέστροφα θα μπορούσε να ενεργοποιήσει ένα μηχανισμό αυτορύθμισης της τροφής. Αυτός βρήκε ταχύτερη ανάπτυξη με λιγότερο φαγητό. Οι αρχές του Bitterman (1975) σχετίζονται με τα αποτελέσματα του Ardon. Τα ψάρια μπορούν να μαθαίνουν το ίδιο καλά με τα άλλα σπονδυλωτά σύμφωνα με την επί της εκατό πιθανότητα μάθησης. Αυτή είναι η μάθηση που μπορεί να προκληθεί πολύ γρήγορα χωρίς ενισχυμένα ερεθίσματα που να είναι συνεχώς ευνοϊκά. Πιστεύεται ότι αυτά που μαθαίνουν μια κατάλληλη ενταπόκριση σε εκπαίδευση κάτω από κάποιες συνθήκες μαθαίνουν διαμέσον κοινωνικής διευκόλυνσης (Zajonc 1964). Ο Greenburg (1947) έδειξε για ένα πληθυσμό πράσινων ηλιόψαρων, ότι είχε την ικανότητα να διευκολυνθεί κοινωνικά και ελεγχόμενα με το άνοιγμα ή κλείσιμο του φωτός και τη διατροφή. Η επί τοις εκατό πιθανότητα μάθησης φαίνεται χαρακτηριστικό για όλα τα σπονδυλωτά.

Πρόσφατα στο Spruce Creek έγινε εισαγωγή πληθυσμού πέστροφας εκκολαπτηρίου, ο οποίος αποτελούταν από ώριμα άτομα σε ίσο αριθμό με άγριο πληθυσμό της καφέ πέστροφας. Ο Robert Bachman έχει μελετήσει αυτόν τον πληθυσμό για τρία χρόνια. Τα άτομα ευτά δεν έχουν υποστεί ηλεκτροσόκ, αλίευση, άγγιγμα, σημάδεμα, παραμόρφωση και οποιοδήποτε άλλο χειρισμό. Ζουν σε πρωτότυπο φυσικό περιβάλλον. Κάθε άτομο έχει δεχθεί 4 - 5 ιδιαίτερες τοποθεσίες για διατροφή και ανάπαυση κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ο Bachman και οι βοηθοί του έχουν ξεπεράσει τις 2.000 ώρες παρατηρήσεων στη θέση που χρησιμοποιούν, στην αναζήτηση της τροφής, στη ενεργητικότητα και την αγωνιστική συμπεριφορά. Όταν οι πέστροφες του εκκολαπτηρίου υπερίσχησαν του άγριου ντόπου πληθυσμού, ο Bachman βιντεοσκόπησε τη σθεναρή αλληλεπίδραση των δύο πληθυσμών, όλες οι άγριες πέστροφες ανεξαρτήτου μεγέθους προκάλεσαν αγωνιστική συμπεριφορά στον εισαγόμενο πληθυσμό. Μετά από λίγες μέρες μόνο ένα μικρό μέρος του εισαγόμενου πληθυσμού κατόρθωσε να εγκατασταθεί. Η αιτία ήταν η εκλογή θέσεων τις οποίες τις χρησιμοποιούσαν άτομα του άγριου πληθυσμού και όχι η επιλογή νέων θέσεων. Αυτό μας δείχνει ότι ένας μικρός αριθμός ατόμων της πέστροφας εκκολαπτηρίου έχει την ικανότητα να αναγνωρίζει τα υδραυλικά (hydraulic) χαρακτηριστικά της θέσης.

Από πληροφορίες της μελέτης του James McLaren σχετικά με την αλληλεπίδραση των μαρκαρισμένων άγριων πληθυσμού της καφέ πέστροφας και πληθυσμού πέστροφας εκκολαπτηρίου στο Lamar National Fish Hatchery και την επιβίωση τους στο Spruce Creek και σε συνδυασμό με τη δουλειά του Robert Bachman, φαίνεται αξιοσημείωτο να προσέξουμε την έννοια των ελεγχόμενων δεξαμενών raceways για την βιομηχανολογική ανάπτυξη των εκκολαπτηρίων των σολωμοειδών.

Οι δεξαμενές raceways θα πρέπει να χτισθούν με βάση τα υδραυλικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται από τους άγριους πληθυσμούς της καφέ πέστροφας.

Η πρακτική θα πρέπει να είναι η έκθεση των ψαριών του εκκολαπτηρίου στις υδραυλικές συνθήκες που θα συναντούσαν στο περιβάλλον.

Ξέρουμε τώρα ότι κάποιες πέστροφες εκκολαπτηρίου μπορούν να αναγνωρίσουν αυτά τα χαρακτηριστικά και θα χρησιμοποιήσουν κατάλληλες θέσεις και αυτό είναι ολοφάνερο από την ανάλυση των χτυπημάτων της ουράς τα οποία συντηρούν αξιοσημείωτη ενέργεια.

Εμφανίζεται μια ανισορροπία στην έρευνα της πέστροφας και κυρίως της πέστροφας σαν προϊόν εκκολαπτηρίου. Μαθαίνουμε πιο πολλά σχετικά με τη συμπεριφορά των άγριων πληθυσμών πέστροφας στο φυσικό τους περιβάλλον, αλλά τίποτα δεν είναι γνωστό σχετικά με τη συμπεριφορά των πληθυσμών του εκκολαπτηρίου στο φυσικό τους περιβάλλον ή στο εκκολαπτήριο ή σχετικά με τα raceways, μπορούν να κατασκευαστούν για τη μείωση της θνησιμότητας. Πάντως όπως αναφέρθηκε παραπάνω είμαι πεπεισμένος ότι οι υψηλές θνησιμότητες των ενηλίκων ψαριών δεν σχετίζονται με πουλιά θηρευτές, αλλά με την έλλειψη χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς των ψαριών του εκκολαπτηρίου.

Επιπλέον θα μπορούσαμε να προτείνουμε την εγκατάσταση παραθύρων κάτω από το νερό σε ορισμένα εκκολαπτήρια, για την παρατήρηση της αναπτυσσόμενης συμπεριφοράς των ψαριών στο περιβάλλον του εκκολαπτηρίου. Σε αυτή τη φάση δεν είναι δυνατόν να προβλεπτεί τι θα μπορούσαμε να μάθουμε από αυτό τον τύπο της δραστηριότητας.

3.5 Συμπεράσματα.

Οι διαχειριστές έχουν επιμείνει να χρησιμοποιούν τα προϊόντα του εκκολαπτηρίου σε τοποθεσίες που δεν είναι συμβατές με το γενετικό υπόβαθρο ή με το σύστημα το οποίο ανατράφηκαν οι πέστροφες.

Αν ξέραμε περισσότερα σχετικά, όλα τα στοιχεία της συμπεριφοράς της πέστροφας στο εκκολαπτήριο και την ικανότητα τους να ανταποκρίνονται σε ένα φυσικό περιβάλλον, θα μπορούσαμε να χειριστούμε τα ψάρια καλύτερα και θα μπορούσαμε να σχεδιάσουμε αλλαγές στην επιχείριση του εκκολαπτηρίου για τη βελτίωση της ποιότητας για ειδικούς διαχειριστικούς σκοπούς.

3.6 Τοξικότητα του αζώτου στα οστρακόδερμα τα ψάρια και τα μαλάκια.

3.6.1 Εισαγωγή.

Η διαχείριση της ποιότητας του νερού στην εντατική καλλιέργεια των υδρόβιων οργανισμών έχει γίνει αντικείμενο πολλών ερευνών περισσότερο από τα τελευταία δέκα χρόνια. Αυτό έχει συμβεί εξαιτίας του ενδιαφέροντος για τη χρήση μερικώς ή ολικώς ανακυκλωμένων συστημάτων για τη καλλιέργεια οστρακόδερμων ψαριών ή μαλακίων. Αυτά τα συστήματα παράγουν πολύ υψηλές παραγωγές, αλλά απαιτούν στενό έλεγχο των περιβαλλοντικών διακυμάνσεων όπως η θερμοκρασία το διαλυμένο οξυγόνο ή τα επίπεδα αμμωνίας. Σε συμβατικές τεχνητές λίμνες η ποιότητα του νερού έχει γίνει κριτική (critical = κρίσιμη), καθώς τα επίπεδα της παραγωγής έχουν αυξηθεί από την αύξηση των επιπέδων της τροφής, των υψηλότερων επιπέδων αποθεμάτων η έκθεση αερίων.

Οι ελαττωμένες προμήθειες νερού, οι απαιτήσεις της μόλυνσης του νερού και το υψηλό κόστος των τροφών έχουν αναγκάσει τις επιχειρήσεις των raceways και των εκκολαπτηρίων να προβλέπουν τις παραγωγικές τους ικανότητες. Σε όλα αυτά τα συστήματα η τοξικότητα των αποβαλλόμενων αζωτούχων ενώσεων είναι η πιο περιοριστική παράμετρος, όταν τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου είναι επαρκή. Ο σκοπός αυτού του paper είναι να συζητήσει την τοξικότητα διάφορων αζωτούχων ενώσεων που εμφανίζονται στα συστήματα καλλιέργειας, τη φυσιολογική βάση της υποθανατηφόρας και θανατηφόρας τοξικότητας και προτείνονται μέθοδοι για τον έλεγχο ή την μείωση της τοξικότητας των αζωτούχων ενώσεων. Ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δοθεί στην επίδραση αυτών των ενώσεων στην ανάπτυξη των καλλιεργούμενων οργανισμών καθώς είναι ίσως η πιο σημαντική παράμετρος στην καλλιέργεια.

3.6.2 Πηγές αζωτούχων ενώσεων στα συστήματα καλλιέργειας.

Η κυριότερη πηγή αζωτούχων ενώσεων στα συστήματα καλλιέργειας προέρχεται από το μεταβολισμό των πρωτεϊνών που περιέχονται στις τροφές. Η αμμωνία είναι το σημαντικότερο τελικό προϊόν του πρωτεϊνικού

καταβολισμού και εκκρίνεται από τα ψάρια τα οστρακόδερμα και τα μαλάκια (Campbell 1973).

Η ουρία είναι η μοναδική αζωτούχα ένωση εκτός από την αμμωνία που αποβάλλεται σε σημαντικές ποσότητες. Η ουρία είναι μη τοξική ένωση για τους υδρόβιους οργανισμούς στα συστήματα καλλιέργειας, αλλά υδρολύεται ταχύτατα σε αμμωνία και διοξείδιο του άνθρακα (Colt και Tchobanoglus 1976).

Η αμμωνία οξειδώνεται σε νιτρικά με διαδικασία δύο σταδίων από δύο αερόβια βακτήρια (Sharma και Ahlert 1977). Η νιτροποίηση είναι μια αργή διαδικασία, συνεπώς η αμμωνία και η ουρία θα είναι οι κυριότερες αζωτούχες ενώσεις σε συστήματα flow through. Σε ένα καλής ηλικίας ανακυκλωμένο σύστημα ο βαθμός οξειδωσης της αμμωνίας είναι ίσος με το βαθμό οξειδωσης των νιτρωδών κάτω από σταθερές συνθήκες και τα επίπεδα των νιτρωδών είναι τυπικά χαμηλά. Εξαιτίας της αργής ανάπτυξης τέτοιων βακτηρίων, ακατάλληλες διεργασίες ή επιζήμια φορτία αμμωνίας μπορούν να επιφέρουν ξανατηφόρα νιτρικά επίπεδα (Collins et. al. 1975, Liao και Majo 1974).

Η παραγωγή αμμωνίας από τους υδρόβιους οργανισμούς είναι ανάλογη του ρυθμού διατροφής. Στο γατόψαρο του καναλιού ο ρυθμός παραγωγής αμμωνίας είναι 20 gr αμμωνίας - N/kg της τροφής - d, για ψάρια μεγέθους 60 gr. - 940 g (Page και Andrews 1974). Για άλλα ζώα ο βαθμός παραγωγής αποβλήτων μπορεί να δειχθεί από τον παράγοντα μετατροπής πρωτεϊνών (οι μέσες τιμές ποικίλουν από 0,65 - 0,80) και από επίπεδο πρωτεϊνών της τροφής, από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{Αμμωνία - N παραγωγής (g/kg τροφής.d)} = \\ (1.0 - PCF) * (PL) / 6.25 * 1000$$

όπου: PCF = παράγοντας μετατροπής πρωτεϊνών (κλάσμα)

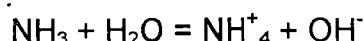
PL = επίπεδο πρωτεϊνών (%).

3.6.3 Χημεία των αζωτούχων ενώσεων στα συστήματα καλλιέργειας.

Εξαιτίας της χαμηλής τοξικότητας της ουρίας και της ταχύτατης μετατροπής της σε αμμωνία και CO₂, η ουρία δεν είναι σημαντική για το σχέδιο των συστημάτων καλλιέργειας (Colt και Tchobanoglous 1976).

Αμμωνία.

Η αέρια διαλυμένη αμμωνία είναι μια ασθενής βάση, η εξίσωση ισορροπίας για αυτή την αντίδραση είναι η εξής:



Η NH₃ θα αναφερθεί σαν μη ιονισμένη μορφή αμμωνίας και το NH₄ σαν ιονισμένη μορφή. Οι συγκεντρώσεις όλων των ενώσεων θα εκφραστούν με βάση το άζωτο. Αυτές οι ενώσεις μπορούν να γραφτούν με τον ακόλουθο τρόπο:

NH₃ - N μη ιονισμένη αμμωνία ως άζωτο

NH₄⁺ - N ιονισμένη αμμωνία ως άζωτο

Ammonia - N μη ιονισμένη + ιονισμένη αμμωνία ως άζωτο

Τα επίπεδα της μη ιονισμένης αμμωνίας μπορούν να υπολογιστούν από την ακόλουθη φόρμουλα:

$$(\text{NH}_3 - \text{N}) = (\text{Ammonia} - \text{N}) / 1 + 10^{(\text{pKa} - \text{pH})} \quad (1)$$

όπου: (Ammonia - N) η συγκέντρωση της αμμωνίας που έσει μετρηθεί

pKa = η σταθερά οξύτητας της αντίδρασης

pH = το pH που έχει μετρηθεί

Η τιμή της pKa μπορεί να υπολογιστεί σαν λειτουργία της θερμοκρασίας από τη δπυλειά του Emerson et al. (1975). Σε θερμοκρασία 25°C η pKa = 9,25. Κάτω από κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και pH το % ποσοστό της NH₃ - N ποικίλει από 0,01 - 15%. Υψηλό pH και υψηλές θερμοκρασίες ευνοούν τη μη ιονισμένη μορφή. Αν όλες οι ενώσεις εκφραστούν βάση αζώτου το επίπεδο ιονισμένης αμμωνίας μπορεί να δοθεί από την ακόλουθη εξίσωση:

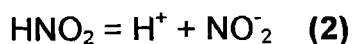


Σε μερικές περιπτώσεις είναι πιο βολικό η μη ιονισμένη μορφή αμμωνίας να εκφράζεται σε $\mu\text{g/l}$ ($1000 \mu\text{g/l} = 1\text{mg/l}$). Το επίπεδο μη ιονισμένης μορφής αμμωνίας που υπολογίστηκε από την εξίσωση (1), είναι σωστό για τα γλυκά νερά όπου οι επιδράσεις των ιονισμένων μορφών μπορεί να είναι αμελητέες (Colt 1978). Ο υπολογισμός της μη ιονισμένης αμμωνίας στα υφάλμυρα ή στα θαλασσινά νερά, περιπλέκεται από τις επιδράσεις της αλατότητας στην τιμή

της pK_a και στη μέτρηση του pH . Οι θεωρητικές τιμές της pK_a πάνω από 20 - 40 μέρη ‰ που προσδιορίστηκαν από τον Whitfield (1974) έχουν πειραματικά επιβεβαιωθεί (Whitfield 1978, Khoo et al. 1977). Ένας συνήθης τρόπος υπολογισμού (Hampson 1977a) και μια συνοπτική λίστα (Bower και Bidwell 1978) χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της τιμής της pK_a σαν λειτουργία της θερμοκρασίας και της αλατότητας βασισμένο σε σουλειά του Whitfield. Για να χρησιμοποιηθεί αυτό το μοντέλο ή άλλα μοντέλα που βασίζονται στη δουλειά του είναι απαραίτητο να διαμετρήσει κάποιος το ηλεκτρόδιο του pH με το tris - seawater buffer που αναπτύχθηκε από τον Hansson (1973). Αυτή η διαδικασία απομακρύνει τα λάθη που οφείλονται σε αλλαγές της διασταύρωσης του υγρού δυναμικού, αλλά απαιτεί πολύ πολύπλοκη και χρονοβόρα εξακρίβωση της ποσότητας των συστατικών. Αποτυχία στη χρήση της διαδικασίας ίσως έχει σαν αποτέλεσμα λάθος κατά $\pm 0,16$ στο pH , το οποίο μπορεί να προκαλέσει λάθος κατά $\pm 40\%$ στο επίπεδο της μη ιονισμένης μορφής αμμωνίας. Εξαιτίας αυτών των προβλημάτων η ανθεκτικότητα των θαλάσσιων οργανισμών στην αμμωνία θα πρέπει να εξεταστεί με προσοχή. Στα υφάλμυρα νερά αλατότητας πάνω από 10 - 12‰ η μέθοδος που αναπτύχθηκε από τον Armstrong et al. 1978, μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς να δίνει τόσο μεγάλο λάθος.

Νιτρώδη.

Τα νιτρώδη είναι η ιονισμένη μορφή του νιτρώδους οξέος το οποίο είναι ένα ασθενές οξύ. Η αντίδραση γράφεται ως εξής:



Το επίπεδο του νιτρώδους οξέος στο γλυκό νερό μπορεί να υπολογιστεί από την ακόλουθη φόρμουλα:

$$(\text{HNO}_2 - \text{N}) = (\text{NO}_2^- - \text{N}) / 1 + 10^{(\text{pH} - \text{pKa})}$$

όπου: $(\text{NO}_2^- - \text{N})$ = η μετρημένη τιμή των νιτρωδών

pKa = η σταθερά οξύτητας της αντίδρασης

Το pKa σαν λειτουργία της θερμοκρασίας προσδιορίστηκε από τους Tummanuori και Lumme (1968). Στους 25°C το $\text{pKa} = 3,14$. Για κανονικές τιμές του pH και της θερμοκρασίας το ποσοστό % του $\text{HNO}_2 - \text{N}$ κυμαίνεται από 0.0005 - 0.05%. Χαμηλές τιμές του pH και των θερμοκρασιών ευνοούν το σχηματισμό νιτρώδους οξέα. Ο υπολογισμός του νιτρώδους οξέος στο θαλασσινό νερό υπόκειται στο ίδιο λάθος που συζητήθηκε στο κεφάλαιο της αμμωνίας.

Νιτρικά.

Τα νιτρικά είναι γενικά διαλυτά στο νερό, δείχνονται ασήμαντες τάσεις στο σχηματισμό ισόβαθμων ενώσεων, και για τους περισσότερους σκοπούς μπορεί να θεωρηθεί ότι ασυντίθεται τελείως (Latimer και Hildebrand 1951).

Αναλυτικές διαδικασίες

Η διευρυνόμενη (probe) αμμωνία (Batcia 1973) είναι πιθανόν η πιο βολική μέθοδος για επίπεδα Αμμωνίας - N με υψηλότερα από 0,1 mg/lit και δεν επηρεάζεται από το αποβαλλόμενο υλικό. Διάφορες colorimetric μέθοδοι (Hampson 1977, Standard Methods 1976, Solorzano 1969) ίσως είναι χρήσιμες κάτω από ειδικές συνθήκες.

Νιτρώδη

Τα διευρυνόμενα NO_x (Orion 1976) είναι η πιο βολική μέθοδος για επίπεδα νιτρωδών - N πάνω από 0,1 mg/lit. Διάφορες υγρές χημικές μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν, αλλά ίσως απαιτείται διήθηση πριν την ανάλυση.

Νιτρικά

Οι υγρές χημικές μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσδιορίσουν τα επίπεδα των νιτρικών στα συστήματα των καλλιεργειών.

Τοξικότητα αμμωνίας

Καθώς η αμμωνία είναι η αρχική αζωτούχα ένωση που αποβάλλεται από τους υδρόβιους οργανισμούς, τα προβλήματα τοξικότητας της αμμωνίας μπορούν να εμφανιστούν σε όλους τους τύπους των συστημάτων καλλιέργειας. Επειδή οι αναφορές για την επίδραση της τοξικότητας της αμμωνίας στα οστροκόδερμα και στα μαλάκια είναι ελάχιστες, η συζήτηση θα περιστραφεί γύρω από τα ψάρια. Η τοξικότητα της αμμωνίας στους υδρόβιους οργανισμούς θα συζητηθεί προς τις περιόδους των μηχανισμών της τοξικότητας, τις θανατηφόρες επιδράσεις και τις επιδράσεις στην ανάπτυξη.

Μηχανισμοί Αμυνας

Καθώς το επίπεδο της αμμωνίας στο περιβάλλον του νερού αυξάνεται, ελαττώνεται η αμμωνία που εκκρίνεται από τους οργανισμούς και αυξάνεται το επίπεδο της αμμωνίας στο αίμα και στους ιστούς. Αυτό το αυξανόμενο επίπεδο αμμωνίας, μπορεί να προκαλέσει σοβαρές επιδράσεις στη φυσιολογία του ζώου, στα κύτταρα, στα όργανα και στο επίπεδο του συστήματος.

3.6.4 Επιδράσεις στο επίπεδο των κυττάρων.

Στο κυτταρικό επίπεδο η απελευθέρωση αμμωνίας στο αίμα από το περιβάλλον νερό ή από τη μεταβολική παράγωγή, μετατρέπεται σε NH_4 με απελευθέρωση OH^- . Η ακόλουθη ανύψωση στο αίμα (και ίσως στο ενδοκυτταρικό pH) μπορεί να έχει ιδιαίτερη επίδραση σε αντιδράσεις καταλυόμενων ενζύμων και στη σταθερότητα της μεμβράνης (Campbell 1973). Επίσης τα υψηλά επίπεδα αμμωνίας μπορεί να προκαλέσουν αντιστροφή της αντίδρασης glutamate αφυδρογονάσης, αποσύροντας α - keto - glutarate από τον κύκλο τρικαρβοξυλικού οξέος, καθώς μειώνεται το ποσό του NADH που είναι διαθέσιμο για την οξείδωση (Campbell 1973). Τότε η αυξανόμενη συγκέντρωση της glutamate θα εξυπηρετήσει στο ελάχιστο την κυτταρική συγκέντρωση του ATP, εξαιτίας της αυξανόμενης μετατροπής της glutamate σε γλουταμίνη. Στον σολωμό coho (*Oncorhynchus kisutch*) οι Sousa και Meade (1977), βρήκαν ότι η έκθεση της αμμωνίας ελάττωσε το pH του αίματος εξαιτίας της συσσώρευσης των μεταβολιτών οξέων, η οποία

προκλήθηκε από την ενζυματική διέγερση της σλυκόλυσης από το NH_4^+ και την ταυτόχρονη καταστολή του κύκλου TCA.

3.7 Επιδράσεις έκκρισης του αζώτου.

Η μεταβολική αμμωνία μπορεί να εκκριθεί από τους υδρόβιους οργανισμούς, από τρεις βασικές πορείες:

1) Διάχυση της αμμωνίας από το αίμα στο νερό, διαμέσον των βραγχίων

2) Ανταλλαγή ιόντων NH_4^+ με Na^+

3) Μετατροπή σε μη τοξική ένωση όπως η ουρία

Η προσθήκη της αμμωνίας σε εξωτερικά μέσα, θα προκαλέσει μείωση της εκκρινόμενης αμμωνίας στην ιριδίζουσα πέστροφα *Salmo gairdneri* (Olson και Fromm 1971), στο χρυσόψαρο *Carassius auratus* (Olson και Fromm 1971), στον κάβουρα *Callinectes sapidus* (Mangum et al. 1976) και στη γαρίδα του γλυκού νερού *Macrobrachium Rosenbergii* (Armstrong 1978). Φαίνεται ότι η διάχυση της αμμωνίας είναι ο κυριότερος τρόπος έκχυση των περισσότερων υδρόβιων οργανισμών.

Καθώς δυσκολεύεται η έκκριση της αμμωνίας, η πρώτη αντίδραση των υδρόβιων οργανισμών ίσως είναι η μείωση ή η λήξη της διατροφής για να μειώσουν την παραγωγή της μεταβολικής αμμωνίας. Γι' αυτό μία από τις κυριότερες υποθανάτιες επιδράσεις είναι η ελάττωση του ρυθμού ανάπτυξης. Η ανταλλαγή ιόντων NH_4^+ του αίματος με ιόντα Na^+ του εξωτερικού μέσου είναι ένας τρόπος έκκρισης αμμωνίας που προκαλεί ενδιαφέροντα ερωτηματικά, αλλά ίσως είναι πολύ σημαντική στη συντήρηση του ιόντος και στην ισορροπία επιβάρυνσης. Αυτή η διαδικασία θα συζητηθεί λεπτομερώς παρακάτω.

Όταν το επίπεδο της αμμωνίας του περιβάλλοντος νερού αυξηθεί, η έκκριση της αμμωνίας στην ιριδίζουσα πέστροφα και στο χρυσόψαρο ελαττώνεται, αλλά το χρυσόψαρο είναι ικανό να αυξήσει την παραγωγή ουρίας και να διατηρήσει την ισορροπία του αζώτου (Olson και Fromm 1971). Η πηγή της ουρίας δεν ήταν από τον κύκλο ornithine αλλά από τη σύνθεση και καταβολισμό των πουρινών (Cvanca 1969). Ενώ η χρήση αυτού του τρόπου ίσως έχει σημαντική προσαρμοστική χρήση, η σύνθεση της ουρίας

από την αμμωνία απαιτεί ενέργεια και έτσι μειώνεται το ποσό της ενέργειας που είναι διαθέσιμο για άλλα χρήσεις. Δεν έχει γραφτεί η χρήση αυτής της μεθόδου για κανένα άλλο.

3.8 Επιδράσεις στην ωσμωρύθμιση.

Υψηλά επίπεδα αμμωνίας στο περιβάλλον μπορούν να επιδράσουν στην ωσμωρύθμιση των υδρόβιων ειδών αυξάνοντας τη διαπερατότητα των οργανισμών στο νερό και εκτούτου μειώνοντας τις συγκεντρώσεις των εσωτερικών ιόντων. (Lloyd και Orr 1969). Η προσθήκη ιόντων NH_4^+ στο εξωτερικό μέσο συντελεί στην αναχαίτιση της απορρόφησης νατρίου (Armstrong et al. 1978, Maety et al. 1976, Mangum et al. 1976, Shaw 1960). Ο Armstrong (1978) αξίωσε ότι μια μέθοδος τοξικότητας για λάρβα γαρίδας σε νερό με pH λιγότερο από 6,8, ήταν η αναχαίτιση της εισροής κανονικού Na, που οφείλεται σε υψηλές συγκεντρώσεις του NH_4 του περιβάλλοντος.

Οι Lloyd και Orr (1969) βρήκαν στην ιριδίζουσα πέστροφα, ότι η ποιότητα των ούρων ίσως αυξάνεται 6 φορές όταν τα ψάρια εκτίθενται σε θανατηφόρα επίπεδα αμμωνίας. Η αυξημένη ροή των ούρων μπορεί να υπερφορτώσει τους μηχανισμούς reabsorption στα νεφρά και να έχει σαν αποτέλεσμα σημαντική απώλεια NaCl, γλυκόζης, πρωτεϊνών και αμινοξέων. Αυτό το αποτέλεσμα δεν έχει επιβεβαιωθεί πειραματικά.

Επιδράσεις

Η αμμωνία μπορεί να προκαλέσει σοβαρές επιδράσεις στην ικανότητα των υδρόβιων οργανισμών να μεταφέρουν οξυγόνο στους ιστούς. Τέτοιες επιδράσεις συμπεριλαμβάνουν καταστροφές στα βράγχια, ελάττωση της ικανότητας του αίματος της μεταφοράς οξυγόνου εξαιτίας του ελαττωμένου pH, αυξημένη απαίτηση οξυγόνου και ιστολογικές καταστροφές στα κόκκινα κύτταρα του αίματος και στους ιστούς που παράγουν τα κόκκινα κύτταρα.

Στην ιριδίζουσα πέστροφα 21 $\mu\text{g/l}$ $\text{NH}_3\text{-N}$ προκάλεσαν σημαντικές παθολογικές αλλαγές στους ιστούς των βραγχίων κατά τη διάρκεια εξαμηνιαίας έκθεσης (Smith και Piper 1975). Αυτή η καταστροφή των βραγχίων μπορεί να μειώσει την περιοχή επιφάνειας των βραγχίων και επομένως την ικανότητα των ψαριών να μεταφέρουν οξυγόνο (Mayer και Kramer 1973).

Η έθεση της ιριδίζουσας πέστροφας σε θανατηφόρα επίπεδα αμμωνίας είχε σαν αποτέλεσμα την τριπλάσια αύξηση κατανάλωσης του οξυγόνου (Smart 1978). Η αυξημένη απαίτηση του οξυγόνου που ίσως οφειλόταν στην αυξανόμενη ενεργητικότητα, στην αυξανόμενη δαπάνηση της ενέργειας για τη διατήρηση της ισορροπίας με το νερό και την αλατότητα ή στην διατάραξη του κυτταρικού μεταβολισμού. Το ραχιαίο αίμα της αορτής pO_2 ελαττώθηκε, αλλά δεν παρατηρήθηκαν καθόλου σημαντικές αλλαγές στον αριθμό των ερυθρών κυττάρων στον αιματοκρίτη, στη συγκέντρωση της αιμογλοβίνης και στο pH του αίματος ή P50. Το επίπεδο της αμμωνίας σε αυτό το πείραμα ήταν υψηλό, ο χρόνος επιβίωσης κυμάνθηκε από 0,9 - 3 ώρες και γι' αυτό τα αποτελέσματα του πειράματος μπορεί να ποικίλουν από αποτελέσματα μακροπρόθεσμων πειραμάτων.

Οι Reichenbach - Klinke (1967) βρήκαν σημαντικές ελαττώσεις στον αριθμό των περιεχόμενων ερυθροκυττάρων και αιμογλοβίνης στα εκτεθιμένα ψάρια στην αμμωνία. Έχουν επίσης αναφερθεί καταστροφές στη σπλήνα και στο ήπαρ (Reichenbach - Klinke 1976, Flis 1963).

Η έκθεση στο σολωμό στην αμμωνία μείωσε το pH του αίματος εξαιτίας της συσσώρευσης μεταβολιτών οξέων (Sousa και Meade 1977). Στη συνέχεια μειώθηκε η ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου του αίματος και το επίπεδο κορεσμού του αίματος. Ο σολομός στο έδειξε κάποια ικανότητα στην διατήρηση κανονικών επιπέδων του pH, από νεφρικούς και αναπνευστικούς μηχανισμούς.

3.9 Επιδράσεις στους ιστούς.

Τα υποθανατηφόρα και θανατηφόρα επίπεδα αμμωνίας μπορούν να προκαλέσουν ιστολογικές αλλαγές στα νεφρά, στο ήπαρ, στη σπλήνα στους θυροειδείς ιστούς και στους παράμετρους του αίματος πολλών ψαριών (Smith και Piper 1975, Reichenbach - Klinke 1967, Flis 1963). Η σημαντικότητα αυτών των αλλαγών είναι δύσκολο να καθοριστεί, αλλά σίγουρα θα επιδράσει προοδευτικά την ικανότητα των οργανισμών για επιβίωση, αν η έκθεση στην αμμωνία είναι παρατεταμένη.

Οι καταγραφές για τις επιδράσεις της αμμωνίας στις ασθένειες των υδρόβιων οργανισμών είναι σποραδικές, αλλά δεν θα είναι παράλογο ο

οργανισμός να είναι πιο αδύνατος από κάποιες επιδράσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω και να είναι πιο επιρρεπής στην ασθένεια. Ο Burrows (1964) ανέφερε ότι η εκτενής επιθετική υπερπλασία των βραγχίων του ψαριού που προκλήθηκε από την αμμωνία, είναι παράγοντας προδιάθεσης της βακτηριακής ασθένειας των βραγχίων. Οι Burkhalter και Kaya (1977) σε μια δουλειά τους με την κύστη ιχθυδίων της ιριδίζουσας πέστροφας, βρήκαν ότι επίπεδα αμμωνίας από 0,19 mg/lit $\text{NH}_3 - \text{N}$ και πάνω προκάλεσαν την ασθένεια της μπλέ κύστης.

Οι Wuhrmann και Woker (1948) βασισμένοι σε βραχυπρόθεσμες δοκιμές της θανατηφόρου τοξικότητας βρήκαν ότι μόνο η μη ιονισμένη αμμωνία είναι τοξική στα ψάρια, ενώ η ιονισμένη αμμωνία έχει από ελάχιστη ως καθόλου τοξικότητα. Ο πιο άμεσος μηχανισμός της θανατηφόρου τοξικότητας φαίνεται να είναι επιβλαβής στην ενέργεια μεταβολισμού του εγκεφάλου που οφείλεται στην αφαίμαξη ενώσεων με υψηλή ενέργεια από το μυαλό.

Μεταγενέστερη δουλειά έχει δείξει ότι η ιονισμένη μορφή (NH_4^+) ίσως να έχει σημαντική τοξικότητα σε συνθήκες με χαμηλό pH (Armstrong 1978, Tabata 1962), όπου το επίπεδο της αμμωνίας είναι πολύ χαμηλό. Οι Broderius και Smith (1977) συζητούν για τη σχέση της τοξικότητας των ασθενών οξέων και βάσεων. Χαμηλά επίπεδα Na^+ ίσως αυξάνουν την τοξικότητα του ιονισμένου τύπου (Armstrong 1978, Shaw 1960).

Η τιμή 96-h LC_{50} της μη ιονισμένης αμμωνίας ($\text{NH}_3 - \text{N}$) κθμαίνεται από 0,4 - 3,1 mg/lit για τα ψάρια (Colt και Tchobanoglous 1976, Ball 1967), 0,40 - 2,31 mg/l για τα οστρακόδερμα (Armstrong 1978, Delestraty 1977, Wickins 1976) και 3,3 - 6 mg/l για τα θαλάσσια μαλάκια (Epifanio και Srna 1975).

Οι θανατηφόρες επιδράσεις της αμμωνίας και άλλων χημικών ουσιών στα μαλάκια είναι δύσκολο να καθοριστούν, διότι ο χρόνος θανάτου είναι δύσκολο να προσδιοριστεί.

3.10 Επιδράσεις στην ανάπτυξη.

Δε υπάρχει απόδειξη ότι οι υποθανατηφόρες επιδράσεις της αμμωνίας μπορούν να αποδοθούν αποκλειστικά στη συγκέντρωση της αμμωνίας. Με την αποδοχή τριών πειραμάτων (Armstrong 1978, Tabata 1962, Wuhrmann και Woker 1948), όλα όσα αναφέρθηκαν σε αυτό το άρθρο κατευθύνονται

από το pH, για αυτό τα επίπεδα της ολικής αμμωνίας, της ιονισμένης μορφής και της μη ιονισμένης μορφής, είναι όλα υψηλά συσχετιζόμενα. Η απομόνωση των επιδράσεων της ιονισμένης και μη ιονισμένης αμμωνίας, συμβαίνει όταν το pH ποικίλει. Είναι πιθανόν να ποικίλει το επίπεδο της ιονισμένης αμμωνίας ακόμα και όταν το επίπεδο της μη ιονισμένης μορφής διατηρείται σταθερό. Η υπόθεση ότι η ιονισμένη αμμωνία δεν έχει επίδραση στην ανάπτυξη βασίζεται σε αποτελέσματα βραχοπρόθεσμων θανατηφόρων βιοχημικών αναλύσεων (Wuhrmann και Woker 1948).

Armstrong (1978), δουλεύοντας με την λάρβα της γαρίδας *Macrobrachium rosenbergii*, ανακάλυψε σημαντική ελάττωση στην ανάπτυξη σε 90 $\mu\text{g/l}$ $\text{NH}_3 - \text{N}$ (26,2 mg/l $\text{NH}_4^+ - \text{N}$) σε νερό με $\text{pH} = 6,8$. Αλλά με συγκέντρωση $\text{NH}_3 - \text{N}$ ίση με 805 $\mu\text{g/l}$ η ανάπτυξη δεν αλαττώθηκε ($\text{pH} = 8,34$ και $\text{NH}_4^+ - \text{N} = 7,4 \text{ mg/l}$). Γι' αυτό κάτω από τις συνθήκες αυτού του πειράματος οι επιδράσεις της αμμωνίας στην ανάπτυξη οφείλονταν περισσότερο στο επίπεδο του NH_4^+ παρά στη συγκέντρωση της NH_3 . Αυτό το αποτέλεσμα πρέπει να οφείλεται στην αναχαίτιση της λήψης Na^+ .

Στις περισσότερες υποθανάτιες έρευνες αποδείχθηκε ότι η NH_3 ήταν τοξική μορφή και γι' αυτό η έρευνα αναφέρθηκε σε έκφραση της NH_3 . Εξαιτίας αυτού του γεγονότος οι επιδράσεις της αμμωνίας στην ανάπτυξη θα συζητηθούν σε εκφράσεις της μη ιονισμένης αμμωνίας, αλλά πρέπει να θυμόμαστε ότι η ιονισμένη αμμωνία μπορεί να έχει επίσης σημαντική επίδραση.

Οι Colt και Tchobanoglous (1978) ανακάλυψαν ότι η μη ιονισμένη αμμωνία ελάττωσε την ανάπτυξη ενήλικων γατόψαρων του καναλιού *Ictalurus punctatus* κατά γραμμικό τρόπο σε συγκεντρώσεις 48 - 989 $\mu\text{g/l}$ $\text{NH}_3 - \text{N}$ (0,31 - 5,71 mg/l $\text{NH}_4^+ - \text{N}$) κατά τη διάρκεια ενός μηνιαίου πειράματος. Η τιμή της EC_{50} (συγκέντρωση που προκαλεί 50% μείωση στην αύξηση του βάρους) ήταν 517 $\mu\text{g/l}$ $\text{NH}_3 - \text{N}$ για υγρή αύξηση και το επίπεδο της μη ανάπτυξης ήταν 967 $\mu\text{g/l}$ $\text{NH}_3 - \text{N}$. Οι εξισώσεις οπισθοχώρησης υπολογίστηκαν σε μορφές μη ιονισμένης αμμωνίας, ιονισμένης αμμωνίας και αμμωνίας. Τα αποτελέσματα του πειράματος δείχνουν ότι δεν υπάρχει επίπεδο αμμωνίας που να μη προκαλεί καμιά επίδραση, αλλά κάθε επίπεδο αμμωνίας επιδρά στην ανάπτυξη.

Οι Burkhalter και Kaya (1977) σε δουλειά τους στην κύστη ιχθυδίων της ιριδίζουσας πέστροφας ανακάλυψαν ότι 50 $\mu\text{g/l}$ NH_3 - N είχαν σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη. Ένα πεδίο μη ανάπτυξης ίσως κυμαίνεται από 200 - 600 $\mu\text{g/l}$ NH_3 - N. Η ασθένεια της μπλε κύστης ήταν κοινή σε ξηρές κύστες σε επίπεδα αμμωνίας περίπου 190 $\mu\text{g/l}$ NH_3 - N.

Τα επίπεδα της μη ιονισμένης αμμωνίας κυμάνθηκαν από 100 - 600 $\mu\text{g/l}$ NH_3 - N ελάττωσαν την ανάπτυξη της γαρίδας *Macrobrachium rosenbergii* κατά 30% (Armstrong 1978, Wickin 1976). Η τιμή της EC_{50} για την ανάπτυξη της γαρίδας *Penaeus* ήταν 450 $\mu\text{g/l}$ NH_3 - N (Wickin 1976). Το επίπεδο της μη ιονισμένης αμμωνίας προκαλεί 50% ελάττωση στο βαθμό διήθησης στα ενήλικα δίθυρα μαλάκια *Mercenaria mercenaria* και στα ενήλικα στρείδια *Crassostrea virginica* είναι 280 και 140 $\mu\text{g/l}$ NH_3 αντίστοιχα (Erfanio και Srna 1975). Επίπεδο μη ιονισμένης αμμωνίας που κυμαίνεται από 50 - 200 $\mu\text{g/l}$ NH_3 -N, θα συμβεί σημαντική ελάττωση της ανάπτυξης στους περισσότερους οργανισμούς. Η καθοριστικότητα των επιδράσεων της ιονισμένης αμμωνίας και η αλληλεπίδραση των επιπέδων νατρίου στην τοξικότητα της ιονισμένης αμμωνίας στην ανάπτυξη των υδρόβιων οργανισμών, απαιτεί επιπλέον έρευνα.

3.11 Επιδράσεις στη τοξικότητα.

Σε συστήματα flow - through, η αμμωνία θα είναι το κύριο τοξικό μεταβολικό υποπροϊόν, αλλά σε ανακυκλώμενα συστήματα και η αμμωνία και τα νιτρώδη ίσως φθάσουν σε τοξικά επίπεδα. Υπάρχουν πολλές καταγραφές των επιδράσεων των νιτρωδών στα χάρια, αλλά όχι για τους άλλους υδρόβιους οργανισμούς. Η τοξικότητα των νιτρωδών στους υδρόβιους οργανισμούς θα συζητηθεί σε μορφές μηχανισμών τοξικότητας, θανατηφόρες επιδράσεις και επιδράσεις στην ανάπτυξη.

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η τοξικότητα των νιτρωδών οφείλεται στις επιδράσεις των νιτρωδών στη μεταφορά του οξυγόνου, στην οξειδωση σημαντικών ενώσεων και στην καταστροφή των ιστών.

Επιδράσεις στη μεταφορά οξυγόνου

Η σημαντικότερη επίδραση των νιτρωδών (ή του νιτρώδους οξέος) είναι η οξειδωση του σιδήρου στο μόριο της αιμογλοβίνης από Fe^{+2} σε Fe^{+3} (Smith και Russo 1975). Όταν η οξειδωμένη μορφή της αιμογλοβίνης (σιδηροαιμογλοβίνη) είναι ανίκαη να δράσει σαν μεταφορέας οξυγόνου, τότε μπορεί να προκληθεί υπόοξια και κυάνωση (Kiese 1974), αν σχηματιστεί επαρκής ποσότητα σιδηροαιμογλοβίνης. Είναι πιθανό η ίδια αντίδραση να μπορεί να συμβεί με το χαλκό της αιμοκυανίνης στα οστρακόδερμα αλλά κάτι τέτοιο δεν έχει αναφερθεί για αυτή την κατηγορία οργανισμών. Τα νιτρώδη μπορούν να προκαλέσουν τη χαλάρωση των μαλακών μυών των μικρών αρτηριών, που σε προχωρημένο στάδιο μπορεί να προκαλέσει μια λίμνη αίματος (Gleason 1969).

Οξειδωση άλλων ενώσεων

Εκτός από την αντίδραση με την αιμογλοβίνη τα νιτρώδη μπορούν να οξειδώσουν και άλλες σημαντικές ενώσεις (Miale 1967). Σε εργασίες που έγιναν στην ιριδίζουσα πέστροφα και στον chinook σολωμό (Crawford και Alen 1977, Smith και Williams 1974), βρέθηκε ότι η θνησιμότητα δεν συσχετιζόταν με τα επίπεδα της σιδηροαιμογλοβίνης. Αναφέρθηκε ότι τα ψάρια πέθαιναν από άλλες τοξικές αντιδράσεις των νιτρωδών.

Επιδράσεις στην καταστροφή των ιστών

Επίπεδο νιτρωδών συγκέντρωσης 0,060 mg/l $NO_2 - N$ προκάλεσε ένα μικρό βαθμό υπερτοφισμού, υπερπλασίας και ελασματώδη διαίρεση στην ιριδίζουσα πέστροφα, μετά από τρεις εβδομάδες έκθεσης των ψαριών σε αυτές τις συνθήκες (Wedemeyer και Yasutake 1978). Στο τέλος των 28 εβδομάδων τα περισσότερα ψάρια είχαν αναρρώσει και έδειξαν μικρή ή καμιά αλλαγή στο ελασματώδη επιθήλιο. Οι Smith και Williams (1974) βρήκαν ότι τα θανατηφόρα επίπεδα των νιτρωδών προκάλεσαν αιμορραγίες και

νεκρωτικές βλάβες στο θύμο (αδένας) της πέστροφας και του σολωμού. Οι μακροπρόθεσμες επιδράσεις των νιτρωδών στις ασθένειες και στην ιστολογία δεν έχουν ακόμα καταγραφεί καλά.

3.12 θανατηφόρες επιδράσεις.

Οι θανατηφόρες επιδράσεις των νιτρωδών στα χάρια είναι εντελώς μεταβλητές και εξαρτώνται από τη χημική σύνθεση του νερού και τα είδη. Η τιμή της LC_{50} των νιτρωδών για 96 ώρες κυμάνθηκε από 12,8 - 13,1 για το γατόψαρο του καναλιού, 0,20 - 0,40 για την ιριδίζουσα πέστροφα και ήταν μεγαλύτερη από 61 mg/l $NO_2 - N$ για το *Cottus bairdi*.

Περίσσεια του ασβεστίου (Wedemeyer και Yasutake 1978, Crawford και Allen 1977) ή ιόντων χλωριδίου (Wedemeyer και Yasutake 1978, Perrone και Meade 1977, Russo και Thurston 1977) μπορούν να αυξήσουν την αντοχή των σολωμοειδών στα νιτρώδη κατά 20 έως 60 φορές. Αυτά τα ιόντα ίσως ανταγωνίζονται τα νιτρώδη στ. μεταφορά κατά μήκος των βραγχίων και για αυτό ελαττώνουν την επίδραση της τοξικότητας των νιτρωδών.

Βασιζόμενοι στο γεγονός ότι τα μη ιονισμένα ψάρια μπορούν να διασχίσουν τις βιολογικές μεμβράνες ταχύτερα από τα ιονισμένα μόρια, οι Colt και Tchobanoglous (1976) ανέφεραν ότι το νιτρώδης οξύ παρά το νιτρικό, ίσως είναι μορφή τοξικότητας. Σε πειράματα των Russo και Thurston (1977), βρέθηκε ότι το pH δεν είχε καμιά επίδραση στην ανθεκτικότητα των νιτρωδών, αλλά οι Wedemeyer και Yasutake (1978), ανέφεραν ότι το pH επέδραση. Χρειάζονται επιπρόσθετα πειράματα για να διευκρινιστεί η τοξικότητα των νιτρωδών ή του νιτρώδους οξέος.

Η τιμή της LC_{50} , 96 - h των νιτρωδών στη γαρίδα κυμαίνεται απο 8,5 - 15,4 mg/l (Wickins 1976, Armstrong 1976). Οι τιμές της LC_{50} των νιτρωδών για τα δίθυρα μαλάκια *Mercenaria mercenaria* είναι 756 mg/l $NO_2 - N$ και για τα στρείδια *Crassostrea virginica* είναι 532 mg/l $NO_2 - N$ (Epifanio και Srna 1975). Η εντελώς υψηλή ανθεκτικότητα ίσως οφείλεται στην δυνατότητα που έχουν οι οργανισμοί να αποφεύγουν τα τοξικά χημικά με το κλείσιμο των θυρίδων τους.

Επιδράσεις στην ανάπτυξη

Η συνεχής έκθεση της ιριδίζουσας πέστροφας για 6 μήνες σε συγκέντρωση 0,03 - 0,06 mg/l $\text{NO}_2^- - \text{N}$ σε μαλακό νερό, δεν προκαλεί γημαντική μείωση στην ανάπτυξη, ούτε αλλαγές στην ιστολογία των βραγχίων, στη χημεία του αίματος ή στην ικανότητα των μικρών σολομών να προσαρμόζονται στο θαλασσινό νερό (Wedemeyer και Yasutake 1978). Σε εργασία που έγινε με οστρακόδερμα, συγκέντρωση 1,8 mg/l προκάλεσε 35% μείωση της ανάπτυξης της λάρβας του *Macrobrachium rosenbergii* (Armstrong 1976) και συγκέντρωση 6,2 mg/l προκάλεσε 50% μείωση στην ανάπτυξη ενήλικων γαρίδων του γένους *Penaeus* (Wickins 1976).

Ο ρυθμός διήθησης των θαλάσσιων μαλάκιων *Mercenaria mercenaria* και *Crassostrea virginica* μειώθηκε κατά 50% σε συγκέντρωση 280 mg/l $\text{NO}_2^- - \text{N}$ (Epifanio και Srna 1975). Εξαιτίας της μεγάλης διακύμανσης των τοξικών και υποθανατηφόρων επιδράσεων των νιτρωδών, είναι αδύνατο να προταθούν κριτήρια για κάθε είδος. Επιπρόσθετη έρευνα είναι απαραίτητη για να διευκρινιστούν οι επιδράσεις των περιβαλλοντικών παραμέτρων, στις τοξικές επιδράσεις των νιτρωδών.

Τοξικότητα νιτρικών.

Η τοξικότητα των νιτρικών μπορεί να είναι ένα μεγάλο πρόβλημα σε ανακυκλώμενα συστήματα όπου τα υψηλά επίπεδα των νιτρικών μπορούν να συσσωρευτούν από τη νιτροποίηση της αμμωνίας. Η τοξικότητα των νιτρικών στους θαλάσσιους οργανισμούς θα συζητηθεί στις μορφές των μηχανισμών, στις θανατηφόρες επιδράσεις και στις επιδράσεις στην ανάπτυξη.

Επίδραση στην ωσμωρύθμιση

Η τιμή της 96 - h LC_{50} των νιτρικών στους υδρόβιους οργανισμούς κυμαίνεται από 1000 - 3000 mg/l $\text{NO}_3^- - \text{N}$ (Wickin 1976, Colt και Tchobanoglous 1976, Epifanio και Srna 1975). Στις περισσότερες περιπτώσεις προστέθηκαν σαν NaNO_3 . Γι' αυτό η τιμή των $\text{NO}_3^- - \text{N}$, θα πρέπει να πολλαπλασιαστεί επί 6,07, για να έχουμε την ολική διάλυμένη συγκέντρωση. Σε αυτά τα επίπεδα η τοξικότητα του NaNO_3 ίσως να οφείλεται εν μέρη στο επίπεδο του Na^+ .

Στα ψάρια των γλυκών νερών τα θανατηφόρα επίπεδα του NaNO_3 είναι συγκρινόμενα με τα θανατηφόρα επίπεδα του NaCl (Trama 1954). Η τοξικότητα των νιτρικών φαίνεται σχετική με την αποτυχία των οργανισμών να διατηρήσουν την ωσμωρυθμιστική τους ικανότητα σε νερό με υψηλή αλατότητα.

Επίδραση στη μεταφορά οξυγόνου.

Τα νιτρικά μπορούν επίσης να οξειδώσουν την αιμογλοβίνη σε σιδηροαιμογλοβίνη. Στα θηλαστικά τα νιτρικά μπορεί να μετατραπούν σε νιτρώδη από βακτήρια του εντέρου και μετά να απορροφηθούν από το χαμηλότερο μέρος της γαστρεντερικής περιοχής (Gleason 1969). Η πειραματική επιβεβαίωση αυτών των μηχανισμών, δεν έχει αναφερθεί για τους υδρόβιους οργανισμούς.

Ο Gradba et. al (1974) ανακάλυψε ότι χαμηλά επίπεδα των νιτρικών (5 - 6mg/l NO_3^- - N) προκάλεσαν σημαντικές αυξήσεις στη σιδηρογλοβίνη του αίματος στο αίμα της ιριδίζουσας πέστροφας. Υπήρχε επίσης σοβαρή καταστροφή στο περιφερειακό αίμα και στα αιματοποιητικά κέντρα, καθώς επίσης και στους ζωντανούς ιστούς. Υπάρχει μια πιθανότητα να παράχθηκαν νιτρώδη από βακτήρια του νερού της καλλιέργειας και όχι από βακτήρια του εντέρου. Η ερμηνεία του πειράματος είναι δύσκολη, διότι τα επίπεδα των νιτρωδών στο νερό της καλλιέργειας δεν μετρήθηκαν. Τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος αν ισχύουν, τότε δηλώνουν ότι η τοξικότητα των νιτρικών θα μπορούσε να είναι πιο σημαντική από όσο θεωρείται.

ΘΑΝΑΤΗΦΟΡΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

Η τιμή της 96 - h LC_{50} του NO_3^- - N στα ψάρια κυμαίνεται από 1000 - 2000 mg/l (Colt και Tchobanoglous 1976, Westin 1974, Trama 1954). Η τιμή τις 48 - h LC_{50} σε ενήλικες γαρίδες ήταν 3,400 mg/l (Wickinw 1976). Η 96 - h ανθεκτικότητα των θαλάσσιων μαλάκιων *Crassostrea virginica* κυμάνθηκε από 2,600 - 3,800 mg/l NO_3^- - N (Epifanio και Srna 1975).

ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Τα νιτρικά - N επίπεδα των 90 - 200 mg/l, δεν επέδρασαν στην ανάπτυξη του γατόφαρου του καναλιού (Knepp και Arkin 1972) και της ενήλικής γαρίδας *Pemaid* (Wickinw 1976), αντίστοιχα. Η ανάπτυξη της γαρίδας του γλυκού νερού *Macrobrachium rosenbergii* ελαττώθηκε κατά 50% σε συγκέντρωση 120 mg/l NO_3^- - N (Wickins 1976). Επίπεδα των νιτρικών, συγκέντρωση 450 mg/l NO_3^- - N προκάλεσαν εκτεταμένη ανάπτυξη της λάρβας στη γαρίδα *Palaemonetes rugio* (Hinsman 1977). Η έρευνα του Grabda (1974) έδειξε σημαντική παραγωγή αιμογλοβίνης και ιστολογική καταστροφή στην ιριδίζουσα πέστροφα σε συγκεντρώσεις 5 - 6 mg/l NO_3^- - N, αλλά θα πρέπει να γίνει επιπρόσθετη έρευνα για να επικυρώσει τα αποτελέσματα. Για συγκέντρωση 2500 mg/l NO_3^- - N προκαλείται 50% μείωση του ρυθμού διήθησης στα είδη *Mercenaria mercenaria* και *Crassostrea virginica*.

Η τοξικότητα των νιτρικών στους υδρόβιους οργανισμούς δε φαίνεται να είναι σοβαρό πρόβλημα. Επιπρόσθετη δουλειά θα απαιτηθεί για να επικυρώσει τα αποτελέσματα του Grabda (1974). Η βακτηριακή μείωση των νιτρικών από βακτήρια του συστήματος καλλιέργειας ή από βακτήρια του εντέρου των υδρόβιων οργανισμών της καλλιέργειας, θα μπορούσε να αυξήσει σημαντικά την τοξικότητα των νιτρικών.

3.13 Σχεδιασμός δραστηριοτήτων των υδατοκαλλιεργειών για την ελάττωση των προβλημάτων της τοξικότητας του αζώτου.

Μετά τη συζήτηση για τις πηγές και σύνθεση των αζωτούχων ενώσεων, τη χημεία τους και την τοξικότητα τους, θα πρέπει να καλυφθεί ο σχεδιασμός των συστημάτων καλλιέργειας για την ελάττωση των επιδράσεων της τοξικότητας του αζώτου. Ο σχεδιασμός θα βασιστεί στις θανατηφόρες και υποθανατηφόρες επιδράσεις.

3.14 Ελάττωση των θανατηφόρων επιδράσεων.

Θανατηφόρες επιδράσεις της αμμωνίας είναι πιθανών μια σημαντική παράμετρος σχεδιασμού σε συστήματα flow - through, αν η παροχή του νερού διακόπτεται. Η αποτυχία ενός βιοφίλτρου σε ανακυκλώμενα συστήματα θα προκαλούσε παραγωγή θανατηφόρων επιπέδων αμμωνίας σε σύντομο

χρόνο. Και στα δύο συστήματα η διατροφή των οργανισμών θα πρέπει να σταματήσει αμέσως. Αυτό θα μείωνε το ρυθμό παραγωγής αμμωνίας κατά 25 % του κανονικού επιπέδου (Pecar 1979, Brett και Zala 1975). Μια γεννήτρια αναμονής θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσει άμεσα τον αερισμό και το σύστημα παροχής νερού σε κάθε τύπο συστημάτων καλλιέργειας. Ένα μικρό σύστημα νερού θα απέτρεπε την ολική θνησιμότητα, μολον ότι θα μπορούσαν να συμβούν κάποιες υποθανατηφόρες καταστροφές.

ΕΛΑΤΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος καλλιέργειας για τους υδρόβιους οργανισμούς, θα πρέπει να βασίζεται στη γνώση των επιδράσεων κάθε τοξικής ένωσης ή των περιβαλλοντικών διακυμάνσεων. Είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε όχι μόνο τα επίπεδα που δεν εμφανίζονται επιδράσεις, αλλά επίσης και τη λειτουργική σχέση μεταξύ της ανάπτυξης και κάθε τοξικής ένωσης. Το επίπεδο σχεδιασμού της αμμωνίας (ή νιτρωδών) θα βασιστεί και στις επιδράσεις της αμμωνίας στους καλλιεργούμενους οργανισμούς, αλλά και στο κόστος της διατήρησης ενός δωσμένου επιπέδου. Σε flow - through σύστημα το κόστος της διατήρησης ενός δωσμένου επιπέδου αμμωνίας εξαρτάται από το κόστος της άντλησης και το κόστος της προμεταχείρισης (pretreatment) ή το κόστος μεταχείρισης της θέσης (post - treatment).

Στα περισσότερα συστήματα ένας μέγιστος ρυθμός ροής που υπάρχει, οφείλεται στις υδραυλικές μελέτες ή στην περιορισμένη παροχή νερού. Σε ένα ανακυκλούμενο σύστημα, το κόστος της διατήρησης μιας δεδομένης ποιότητας νερού θα εξαρτηθεί από κεφάλαιο και τα λειτουργικά έξοδα των διαδικασιών της μονάδας στο σύστημα. Επειδή υπάρχουν ελάχιστα ποσοτικά δεδομένα για τις επιδράσεις των νιτρωδών και των νιτρικών στην ανάπτυξη των υδρόβιων οργανισμών, το υπόλοιπο μέρος της συζήτησης θα αναφερθεί στην αμμωνία. Η ίδια μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί και για τις άλλες παράμετρους.

3.15 Ανταπόκριση των ειδών στην ανάπτυξη.

Το σχήμα της καμπύλης της μονάδας ανάπτυξης σε συνάρτηση με την αμμωνία. Θα έχει σημαντική επίδραση στο σχεδιασμό του συστήματος. Τρεις περιπτώσεις γενικού ενδιαφέροντος στο Σχήμα 1a - 1c.

Αυτές οι περιπτώσεις είναι:

1. Ένα επίπεδο μηδαμινής επίδρασης με μια γραμμική μείωση.
2. Μια γραμμική μείωση χωρίς οροπέδιο,
3. Μια γραμμική μείωση με μη γραμμική αναλογία (portion) ότα υψηλότερα επίπεδα της αμμωνίας.

Ο ρυθμός της μονάδας ανάπτυξης θα πρέπει να μετρηθεί σε συνάρτηση με την αμμωνία (ή το διαλυμένο οξυγόνο). Κάτω από περισσότερες κανονικές συνθήκες οι λειτουργικές διακυμάνσεις όπως η πυκνότητα του πληθυσμού ή ο ρυθμός ροής, δεν επιδρούν άμεσα στην ανάπτυξη. Τα επίπεδα της αμμωνίας και του διαλυμένου οξυγόνου με δεδομένα την πυκνότητα του πληθυσμού και το ρυθμό ροής, αποτελούν τις κρίσιμες παραμέτρους.

Η επίδραση της αμμωνίας στη συνολική παραγωγή του συστήματος θα είναι πιο σημαντική, από την επίδραση στο ρυθμό της μονάδας ανάπτυξης. Η συνολική παραγωγή (πάνω από μια δεδομένη χρονική περίοδο) είναι ίση στους χρόνους του ρυθμού της μονάδας ανάπτυξης με τον αριθμό των ζώων. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται επίσης οι επιδράσεις της μεταβολικής αμμωνίας στην ολική παραγωγή. Στην πρώτη περίπτωση δεν υπάρχει λόγος να ενεργήσουμε για γιμή της αμμωνίας κάτω από x_1 , αλλά θα μπορούσαμε να ενεργήσουμε για μεγαλύτερες τιμές.

Αν προστεθούν περισσότερα ψάρια στο σύστημα 1a, τότε ο ρυθμός αύξησης των ψαριών θα ελαττωθεί, αλλά η συνολική παραγωγή του συστήματος θα αυξηθεί κατά μια άποψη. Η λειτουργική άποψη του συστήματος θα εξαρτηθεί από τα αντικείμενα παραγωγής. Ο Brauhn (1976) κάνει αξιολογικές αναφορές σε θέματα όπως ο έλεγχος μιας καλλιεργητικής μονάδας για να πετύχει ταχεία ανάπτυξη, η πιθανή παραγωγή ατόμων με μέγιστο βάρος, παραγωγή ψαριών με χαμηλό κόστος, πρόβλεψη της ποιότητας των ψαριών και συνδυασμός δύο ή περισσότερων στόχων.

Ο ίδιος τύπος ανάλυσης θα εφαρμοστεί στις καμπύλες που παρουσιάζονται στα σχήματα 1b και 1c εκτός από το σχήμα 1c, όπου μια αύξηση της πυκνότητας του πληθυσμού από $x_2 - x_3$ θα προκαλούσε μεγαλύτερη μείωση στην ολική παραγωγή. Η μόνη πληροφορία πάνω στην επίδραση της αμμωνίας στην ανάπτυξη είναι του τύπου που παρουσιάζεται στο Σχήμα 1b (Colt και Tchobanoglous 1978). Αν η πιθανότητα ασθένειας αυξηθεί σε υψηλά επίπεδα αμμωνίας, τότε θα παραχθεί η ανταπόκριση της ανάπτυξης που παρουσιάζεται στο Σχήμα 1c. Ο κατάλληλος σχεδιασμός των συστημάτων καλλιέργειας θα έπρεπε να βασίζεται στην ανταπόκριση ανάπτυξης των καλλιεργήσιμων ειδών σε κάθε τοξική ένωση πάνω σε όλο τον κύκλο της παραγωγής.

3.16.Υδραυλικές επιδράσεις.

Η παραγωγή της αμμωνίας θα εξαρτηθεί πρωταρχικά από το μέγεθος του πληθυσμού, το ρυθμό διατροφής και το επίπεδο πρωτεϊνών στην τροφή (Page και Andrews 1974, Harris 1971).

Αν Q = ο ρυθμός ροής, M = μάζα του καλλιεργήσιμου πληθυσμού και F = ο ρυθμός παραγωγής αμμωνίας ανά μονάδα μάζας ψαριού με δεδομένο ρυθμό διατροφής, τότε η συγκέντρωση του επιπέδου αμμωνίας στην εκροή των καλλιεργούμενων συστημάτων θα ισούται με MF/Q σε σταθερή κατάσταση. Αυτή η ανάλυση αξιώνει ότι ο ρυθμός έκκρισης αμμωνίας δεν εξαρτάται από το επίπεδο αμμωνίας του περιβάλλοντος, πράγμα που δεν είναι εντελώς σωστό (Olson και Fromm 1971). Στη καλλιέργεια ψαριών, δύο κοινά συστήματα καλλιέργειών που χρησιμοποιούνται είναι οι κυκλικές δεξαμενές και το raceway.

Τα υδραυλικά των κυκλικών δεξαμενών και των raceway μπορούν να προσεγγιστούν από αντιδραστήρα διαρκούς ανακινούμενης ροής δεξαμενής (CFSTR) και αντιδραστήρα διακοπής ροής (PFR). Καθώς το επίπεδο της αμμωνίας στην εκροή και των δύο συστημάτων θα είναι ταυτόσημα, τα επίπεδα της αμμωνίας χωρίς τους αντιδραστήρες είναι τελείως διαφορετικά (Σχ. 2). Σε ένα ιδανικό CFSTR τα περιεχόμενα του αντιδραστήρα ανακατεύονται πλήρως, έτσι η συγκέντρωση στον αντιδραστήρα θα είναι επίσης MF/Q . Στο PFR το επίπεδο της αμμωνίας θα ευξηθεί γραμμικά από το

επίπεδο της εκροής σε MF/Q στο τέλος της raceway. Οι πραγματικές κυκλικές δεξαμενές ίσως δεν γίνεται πλήρης ανάμειξη έτσι ώστε το επίπεδο της αμμωνίας σε ορισμένες περιοχές των αντιδραστηρίων ίσως να είναι MF/Q (Larmoyeux 1973, Burrows και Chenoweth 1970,1955). Τα χαρακτηριστικά των raceways είναι πολύ κοντά στα προβλεπόμενα από το μοντέλο PFR (Westers και Pratt 1977). Καθώς τα υδραυλικά των αληθινών συστημάτων καλλιέργειας ίσως διαφέρουν σημαντικά από τη θεωρία, δεν θα έχει κρίσιμη επίδραση στην ακόλουθη ανάλυση.

Η ολική παραγωγή των δύο συστημάτων θα είναι ταυτόσημη για συγκεντρώσεις αμμωνίας λιγότερες από x_1 για ένα τύπο καμπύλης ανάπτυξης 1a. Η ολική παραγωγή του συστήματος PFR θα είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή του CFSTR για όλα τα επίπεδα αμμωνίας για τις καμπύλες ανάπτυξης των τύπων 1b και 1a και για επίπεδα αμμωνίας $> x_1$ για την καμπύλη του τύπου 1a.

Αυτός ο τύπος ανάλυσης μπορεί να οδηγήσει σε λογικούς σχεδιασμούς των συστημάτων καλλιέργειας, αλλά εξαρτάται στη γνώση των επιδράσεων της αμμωνίας (ή νιτρικών ή διαλυμένου οξυγόνου), στην ανάπτυξη των καλλιεργούμενων ειδών και στα υδραυλικά χαρακτηριστικά των συστημάτων καλλιέργειας. Οι καμπύλες της ανταπόκρισης της ανάπτυξης, σε αυτές τις σημαντικές παραμέτρους, δεν είναι γνωστές για τα περισσότερα είδη, αλλά τα υδραυλικά χαρακτηριστικά των συστημάτων καλλιέργειας έχουν ερευνηθεί για διάφορους κοινούς τύπους (Larmoyeux 1973, Burrows και Chenoweth 1970, 1955).

ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΧΗΜΙΚΩΝ

Η γρήγορη τοξικότητα της αμμωνίας εξαρτάται δυναμικά από το pH θα μπορούσε να μειώσει τις τοξικές επιδράσεις. Αν οι μη θανατηφόρες επιδράσεις της αμμωνίας οφείλονται εν μέρει στα επίπεδα του NH_4 , προσθήκη του Na^+ ίσως μειώσει αυτές τις επιδράσεις.

Οι Wedemeyer και Yasutake (1978), έχουν αναφέρει ότι η παροχή νερού για εκκολαπτήρια που χρησιμοποιούν ανακυκλωμένα συστήματα, θα πρέπει να γίνεται με νερό ολικής σκληρότητας τουλάχιστον 100 mg/l (όπως

CaCO_3), με $\text{pH} > 7$ ή με επίπεδα Cl^- και Ca^{++} που αντιστοιχούν σε 25 mg/l CaCl_2 .

Σαν παράδειγμα, το κόστος της πρόθεσης 25 mg/l CaCl_2 θα υπολογιστεί για το Warm Springs National Fish Hatchery, το οποίο χρησιμοποιεί ανακυκλώμενο νερό (Kramer, Chin και Mayo 1971). Αυτό το εκκολαπτήριο χρησιμοποιεί 9.4 εκατομμύρια λίτρα νερού την ημέρα. Το επίπεδο ασβεστίου είναι 6,6 mg/l και το επίπεδο χλωριδίων είναι 0. Γι' αυτό θα ήταν απαραίτητο να προσθέσουμε 25 mg/l CaCl_2 . Αυτό θα απαιτούσε 235 kg την ημέρα. Για \$ 0.33kg (80% CaCl_2) αυτό θα κόστιζε \$ 35.000 ανά έτος, χωρίς να ληφθεί υπόψη στα έξοδα κίνησης κεφαλαίου ή στα έξοδα του εκκολαπτηρίου είναι \$ 282.000, έτσι επιπρόσθετα χημικά έξοδα θα προκαλούσαν αύξηση στα έξοδα της επιχείρησης τουλάχιστον 12%.

Η χημική προσθήκη ίσως να απαιτείται μόνο κατά τη διάρκεια της κορύφωσης της περιόδου παραγωγής, έτσι ώστε το κόστος των χημικών να μειωθεί σημαντικά. Προσθήκη οξέος ή βάσης θα απαιτούσε επεξεργασμένα συστήματα ελέγχου και δαπανηρά συστήματα σωληνώσεων και δεξαμενών για αυτά τα διαβρωτικά χημικά. Τα έξοδα διανομής αυτών των χημικών μπορεί να είναι ακριβά σε κάποιες περιοχές. Το κόστος της προσθήκης χημικών ουσιών σε flow - through συστήματα, ίσως να μην είναι κατορθωτό, εξαιτίας των ροών μεγάλων ποσοτήτων νερού.

ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Οι επιδράσεις της αμμωνίας και των νιτρωδών εξαρτώνται δυναμικά στα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου ίσως να έχει πιο σοβαρές επιδράσεις στην ανάπτυξη από την τοξικότητα της αμμωνίας (Larmoyeux και Piper 1973). Γι' αυτό είναι κρίσιμο στα συστήματα καλλιεργειών η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου να είναι επαρκής. Έχουν χρησιμοποιηθεί στα εκκολαπτήρια διάφοροι τύποι τεχνικών αερισμού, αλλά η διατήρηση των υψηλών επιπέδων διαλυμένου οξυγόνου (6 - 9 mg/l), ίσως να είναι πιο οικονομική με συστήματα καθαρού οξυγόνου (Ruane 1977) ή με σωλήνες -U εξαερισμού (Speece και Orosco 1970).

3.16 Συμπεράσματα.

Ο έλεγχος των προβλημάτων της αζωτούχας τοξικότητας στην καλλιέργεια των υδρόβιων οργανισμών θα βασίζεται στη γνώση των μηχανισμών της τοξικότητας, στις επιδράσεις κάθε ένωσης στην ανάπτυξη των καλλιεργήσιμων ειδών σε όλη την περίοδο του κύκλου παραγωγής και στην κατανόηση των υδραυλικών χαρακτηριστικών του συστήματος καλλιέργειας. Οι επιδράσεις της αμμωνίας και των νιτρικών στην ανάπτυξη των ειδών της καλλιέργειας που είναι ίσως οι πιο σημαντικές υποθανατηφόρες επιδράσεις, είναι άγνωστες για τους περισσότερους οργανισμούς.

Η λειτουργική σχέση μεταξύ της ανάπτυξης και της αμμωνίας θα πρέπει να είναι γνωστή, γιατί είναι αδύνατο να εξαλειφθούν οι επιδράσεις της αμμωνίας αξαιτίας των οικονομικών παραγόντων. Το επίπεδο σχεδιασμού για κάθε τιξική ένωση θα βασιστεί στα αντικείμενα των καλλιεργητών, στα έξοδα της διατήρησης δεδομένων επιπέδων, στη ποσότητα του διαθέσιμου νερού ή σε συνδυασμό όλων των παραγόντων. Ο αερισμός και η προσθήκη χημικών για την ελάττωση της τοξικότητας των αζωτούχων ενώσεων, θα πρέπει να γίνονται με οικονομικό τρόπο και κάτω από σταθερές συνθήκες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Πιθανές επιδράσεις της φωτοτακτικής συμπεριφοράς στην αρχική διατροφή σε λάρβες του είδους walleye.

4.1 Εισαγωγή.

Η αρχική διατροφή των λαρβών είναι ένα κρίσιμο σημείο στην εντατική καλλιέργεια του είδους walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*), καθώς επίσης και για άλλα ψάρια για τα οποία τα συστήματα καλλιέργειας δεν έχουν τελειοποιηθεί. Η επιβίωση στα στάδια της λάρβας είναι ασήμαντη και αβάσιμη (Nickum 1978). Οι τεχνικές εκτατικής καλλιέργειας του είδους walleye δεν έχουν φανεί πρακτικές, διότι απαιτείται μεγάλος αριθμός ιχθυδίων ή μεγαλύτερων ψαριών και συνεπώς υπάρχει ανάγκη να αναπτυχθούν εντατικά συστήματα καλλιέργειας. Σε αρχικές δοκομές διατροφής παρατηρήθηκε ότι οι λάρβες του είδους walleye προσελκύθηκαν δυναμικά από τις πλευρές των άσπρων δοχείων στα οποία περιέχονταν, και δεν επιχειρούσαν να τραφούν ούτε με ζωντανές ούτε με τεχνητές τροφές.

Επιπρόσθετες παρατηρήσεις των λαρβών σε μη ομαλώς φωτιζόμενα δοχεία, έδειξε ότι η έλξη σε ανοιχτόχρωμες ή λαμπρά ανοιχτόχρωμες περιοχές ήταν επαρκής για να μπλοκάρει την ανταπόκριση σε άλλα ερεθίσματα, παρά στην άμεση φυσική επαφή. Τα αρχικά στάδια ζωής του walleye κάτω από φυσικές συνθήκες λίμνης, χαρακτηρίζονται από φωτοτροπισμό ο οποίος διακόπτεται απότομα όταν τα άτομα φθάσουν σε ηλικία 5 εβδομάδων (Houde 1968). Οι παρατηρήσεις κάτω από συνθήκες καλλιέργειας των λαρβών του είδους (Σχ. 1).

Η μελέτη αυτή κατευθύνθηκε σε συνθήκες εντατικής καλλιέργειας για να προσδιορίσει τις επιδράσεις των επιλεγμένων χρωμάτων του φόντου και της ομοιομορφίας του φωτισμού, στη διανομή και στην τροφική συμπεριφορά των λαρβών walleyes. Επίσης παρουσιάζονται και κάποιες ενεργητικές θεωρήσεις οι οποίες ίσως σχετίζονται με την παρατηρούμενη συμπεριφορά και στην επιτυχημένη καλλιέργεια των λαρβών. Οι θεωρήσεις αυτές αναπτύχθηκαν από τη χρησιμοποίηση κάποιων στρατηγικών σχετικά με τη συγκέντρωση και διαθεσιμότητα της λείας που έχουν καταγραφεί από διάφορους συγγραφείς

(Ivlev 1961, Emlen 1966, 1968, Cody 1974, Stein 1977). Η επάρκεια της τροφής φαίνεται να είναι λειτουργία όχι μόνο της διαθεσιμότητας, αλλά και των πραγματικών χαρακτηριστικών συμπεριφοράς των ειδών (όπως ο φωτοτροπισμός), γι' αυτό οι τεχνικές και τα συστήματα εντατικής καλλιέργειας θα πρέπει να λάβουν υπόψιν αυτούς τους παράγοντες.

4.2 Υλικά και μέθοδοι.

Τα αυγά των walleyes στα εκκολαπτήρια της λίμνης Oneida στη Constantia της Νέας Υόρκης, επωάζονται σε θερμοκρασία 10°C. Οι λάρβες εκκολάπτονται μετά από 18 ημέρες (μέσο μέγεθος 7.3 mm) και διατηρούνται σε δεξαμενές με θερμοκρασία 10°C για 5 ημέρες. Τα πειράματα ολοκληρώθηκαν όταν οι λάρβες κολυμπούσαν ελεύθερα, αλλά είχε παραμείνει κάποια ποσότητα τροφής στο λεκιθικό τους σάκκο και δεν είχε αρχίσει ακόμα η εκτροφή τους, όμως η αντίδραση τους στο φωτισμό και στο χρωματισμό του φόντου ήταν παρόμοια με την αντίδραση λαρβών στις οποίες είχε ξεκινήσει η εκτροφή.

Οι εσωτερικές επιφάνειες διαυγών fiberglass δοχείων (15 cm x 30 cm) χρωματίστηκαν με 4 διαφορετικά χρώματα, άσπρο, κίτρινο, πράσινο και γκρι. Το ποσό του αντανακλόμενου φωτός από τους τοίχους του δοχείου σε μήκος κύματος κυμάνθηκε από 400 - 700 μm (Σχ. 2), (η ακτίνα του οργάνου) και μετρήθηκε από ακτίνα φωτός. Κάθε χρώμα είχε δύο διαφορετικές υφές, απαλή και σκληρή. Η σκληρή υφή δημιουργήθηκε από την ανάμειξη του χρώματος με ψιλή άμμο. Ένα ηλεκτρικό σπείρωμα (grid) 55 τετραγώνων σχεδιάστηκε στον πυθμένα κάθε δοχείου.

Δύο δοχεία ίδιου χρώματος αλλά διαφορετικής υφής τοποθετήθηκαν σε μια πλατφόρμα με πηγή φωτισμού από 4 ηλεκτρικούς λαμπτήρες 60 Watt, τοποθετημένους συμμετρικά. Μια κάμερα τοποθετήθηκε πάνω από την κατασκευή. Τα δοχεία ήταν γεμισμένα με 2 λίτρα νερού θερμοκρασίας 10°C και σε κάθε δοχείο έγινε εισαγωγή 100 λαρβών. Μετά από 10 λεπτά, σε κάθε σημείο που είχε καταληφθεί από τις λάρβες, έγινε λήψη της εικόνας. Αυτή η διαδικασία επαναλήφθηκε 4 φορές για κάθε θέση των δοχείων. Για κάθε δοκιμή, γινόταν εισαγωγή νέων λαρβών. Οι εικόνες μεγενθύθηκαν σε σχήμα 5" x 7" και μετρήθηκαν οι λάρβες σε κάθε τετράγωνο του σπειρώματος. Ένας

δείκτης διασκόρπισης (πίνακας 1) $I_d = S^2 / x$ χρησιμοποιήθηκε σε 2 x 4 εργαστηριακές αναλύσεις της διακύμανσης, για να εξεταστούν διαφορές μεταξύ των τρόπων μεταχείρισης.

4.3 Αποτελέσματα.

Οι αναλύσεις έδειξαν ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων υπήρξε σημαντική διαφορά ($P < 0,005$), (πίνακας 2) που αποδίδεται στο χρώμα. Οι επιδράσεις των υφών όπως υφή x χρώμα δεν ήταν σημαντικές ($P > 0,25$), (πίνακας 2).

Χωρίζονται άθροισμα μεταχείρισης των τετραγώνων αναφέρθηκε ότι η διανομή των λαρβών στις γκρίζες περιοχές ήταν σημαντικά διαφορετική από τη διανομή σε περιοχές των άλλων χρωμάτων. Η διανομή των λαρβών στις πράσινες περιοχές δεν ήταν σημαντικά διαφορετική από αυτή στις άσπρες και κίτρινες περιοχές ($P > 0,25$), (πίνακας 2).

Πίνακας 2: Ανάλυση διακύμανσης των χαρακτηριστικών των χρωμάτων που έχουν επιλεγεί.

Πηγή	df	S.S	M.S	F
Ολικό	31	8,454	-	-
Στοιχεία	7	4,736	0,676	4,36**
Χρώμα	3	3,783	1,261	8,14**
Γκρί	1	3,501	3,501	22,60***
Όλα τα χρώματα	1	0,033	0,033	0,22
Μίξη	1	0,179	0,179	1,15
Ανάμικτος χρωματισμός	3	0,774	0,258	1,66
Λάθος	24	0,372	0,155	-

** $P < 0,001$

*** $P < 0,005$

4.4 Συζήτηση.

Η επάρκεια εύρεσης της τροφής, έχει ουσιαστική επιρροή στην επιβίωση και την ανάπτυξη των λαρβών. Παράγοντες που επηρεάζουν τη δυνατότητα των ψαριών να έχουν επαρκή τροφή με ελάχιστη προσπάθεια αναζήτησης, θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν για την ανάπτυξη των λαρβών. Η διαθεσιμότητα της τροφής είναι μια λειτουργία της διανομής και της συγκέντρωσης των ατόμων της τροφής. Αν θεωρήσουμε ομοιόμορφη την κατανομή της λείας και την κατανομή των θηρευτών, τότε θα μειωνόταν ο χρόνος καταδίωξης και θα γινόταν και ελαχιστοποίηση του ανταγωνισμού. Με άλλα λόγια η απόσταση μεταξύ των ψαριών και των ατόμων τροφής ελαχιστοποιείται και η επάρκεια της τροφής αυξάνεται.

Τροποποιώντας το μοντέλο επάρκειας τροφής που πρότεινε ο Emlen (1966), σχηματίζεται η ακόλουθη εξίσωση:

$$E = \alpha C_1 - KD / t + qD$$

όπου : E = επάρκεια τροφής ή καθαρό θερμικό περιεχόμενο ανά μονάδα χρόνου

α = συντελεστής χρησιμοποίησης (αναλογία μεταξύ του θερμικού περιεχομένου της εισαγόμενης τροφής και της τροφής που καταναλώθηκε

C_1 = το θερμικό περιεχόμενο του σιτηρεσίου

K = θερμική δαπάνη ανά μονάδα απόστασης

D = απόσταση μεταξύ δύο ατόμων τροφής

q = αμοιβαία ταχύτητα κίνησης θηρευτών

t = ο χρόνος που απαιτείται για τη σύλληψη και κατανάλωση της τροφής

Δεδομένου του μικρού μεγέθους των ατόμων της τροφής (της τάξης 500 μ m) και της flow - through φύσης του εντατικού συστήματος καλλιέργειας, ήταν δύσκολο να ελεχθεί η διανομή των ατόμων της τροφής.

Η μόνη παράμετρος που μπορούσε να ελεχθεί, ήταν ο απαιτούμενος χρόνος της αιχμαλωσίας. Πετυχαίνοντας μια ομοιόμορφη κατανομή των λαρβών, σε ένα περιβάλλον με πεπερασμένη παροχή ανομοιόμορφα

διανεμημένων ατόμων τροφής, η απόσταση μεταξύ θηρευτών και τροφής θα μπορούσε να ελαχιστοποιηθεί. Σαν αποτέλεσμα, ο απαιτούμενος χρόνος για την αιχμαλωσία και κατανάλωση της τροφής μπορεί να ελαχιστοποιηθεί και η επάρκεια τροφής να αυξηθεί.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το χρώμα και η ένταση ή ο συνδυασμός των δύο αντών χαρακτηριστικών του αντανακλώμενου φωτός από τα τοιχώματα του δοχείου, θα μπορούσαν να είναι οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη διανομή και επομένως την επάρκεια τροφής των λαρβών του είδους walleye (Σχ.3).

Το γεγονός ότι μόνο το γκρι και όχι το πράσινο χρώμα (διαλεγμένο σαν εναλλακτικό ουδέτερο χρώμα), υπέθαλψε μια ομοιόμορφη κατανομή, απέρριψε την υπόθεση ότι μόνο η ένταση του φωτός έθεσε σε ενέργεια την ανταπόκριση των ψαριών στο φωτισμό. Ο φωτοτροπισμός που προκλήθηκε από το πράσινο χρώμα από μια πλευρά θα μπορούσε να εξηγηθεί από τη χαρακτηριστική απορρόφηση των αμφιβληστροειδών χιτώνων των οφθαλμών των walleyes. Η απορρόφηση της κωνικής χρωστικής ουσίας είναι μέγιστη στην πράσινη ακτίνα (560 μm), (Ali et. al 1977). Γι' αυτό το πράσινο φόντο ίσως φαίνεται πολύ λαμπερό στις λάρβες των walleyes.

Τα φασματόμετρα διαπέρασης επιφάνειας από ακτίνα φωτός (Σχ. 2) έδειξαν μικρή διαφορά στην ένταση του αντανακλώμενου φωτός στην πράσινη ακτίνα, μεταξύ των γκρι και πράσινων περιοχών. Από αυτό το γεγονός θα μπορούσε να προταθεί ότι η ένταση του φωτισμού και το χρώμα ίσως έχουν ένα συνεργητική επίδραση στην φωτοτροπική ανταπόκριση των λαρβών των walleye.

4.5 Συμπεράσματα.

Κάτω από τις συνθήκες του εργαστηρίου φαίνεται ότι οι συνθήκες του φωτισμού είναι κρίσιμης σημασίας στην αναζήτηση της τροφής. Τα συμπεράσματα από αυτά τα αποτελέσματα στην ανάπτυξη ενός συστήματος καλλιέργειας είναι ξεκάθαρα. Είναι απαραίτητες περισσότερες μελέτες για να προσδιοριστούν οι μηχανισμοί της τοποθεσίας και της αναγνώρισης των ατόμων τροφής. Για παράδειγμα η προκαταρκτική διεύθυνση μικροσκοπικών ηλεκτρονίων στην εκκολαπτόμενη λάρβα έχουν φέρει στο φως μια καλά ανεπτυγμένη παλιά συσκευή σημασίας για τη συμπεριφορά.

Πίνακας 1: Πίνακας ανάλυσης φωτός διαφόρων τιμών σε σχέση με τις μονάδες ανάπτυξης του γόνου σε διαφορετικά χρώματα.

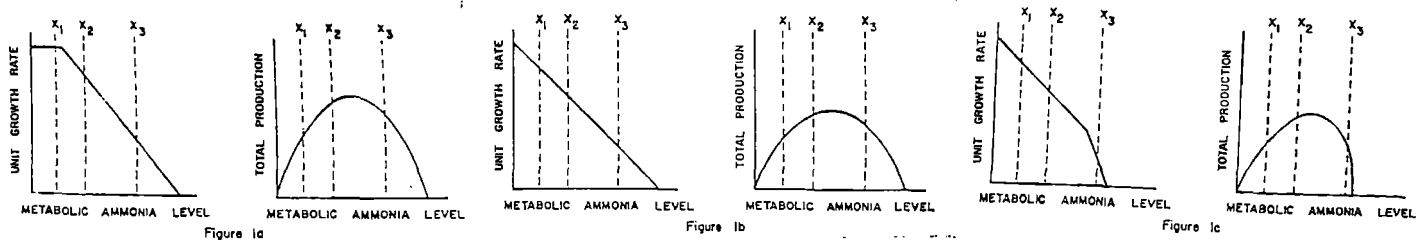
ΧΡΩΜΑ	ΓΚΡΙ			ΠΡΑΣΙΝΟ		ΚΙΤΡΙΝΟ		ΑΣΠΡΟ		
	A ΕΙΟ	Λ ΝΩΜΑ Ο	A Λ	ΕΙΟ	ΑΝ ΩΜΑΛΟ	ΕΙΟ	Λ ΝΩΜΑΛ Ο	ΕΙΟ	Λ	ΑΝΩΜΑΛΟ
1	,529	1 ,937	1	,261	3 79 2,0	,431	3 ,774	1	2 ,161	2,344
2	,795	1 ,389	1	,833	2 28 2,5	,752	2 ,731	2 ,894	2	2,707
3	,099	2 ,916	1	,118	3 78 1,9	,670	2 ,609	2 ,794	1	2,711
4	,627	1 ,672	1	,228	2 89 2,5	,079	2 ,711	2 ,018	2	2,222

Βιβλιογραφία.

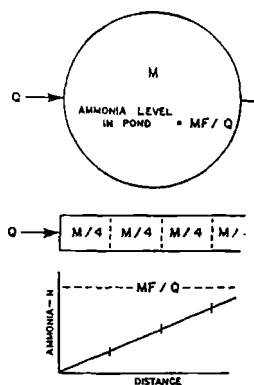
1. Alexander R Mcn 1974. **Functional design in fishes .**
2. Bardach J.E. 1972. **The farming and husbandry of fresh water and marine organism.**
3. Brett J.R. 1960. **Thermal requirements of fish.**
4. Houde E.D. 1968. **The relation of water currents and zooplankton abundance to distribution of larval walleyes.**
5. Invlev V.S. 1961. **Experimental ecology of feeding of fishes.**
6. Nickum J.G. 1978. **Intensive culture of walleyes. The state of art.**
7. Stein. R.A. 1977. **Selective predation, optimal foraging, and the predator - prey interaction between fish and crayfish.**

Παράρτημα.

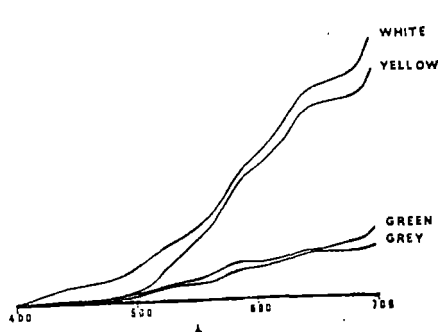
Εικόνα 1: Αποτελέσματα του μεταβολισμού της αμμωνίας σε μια μινάδα αύξησης και ολικής παραγωγής σ' ένα υδρόβιο σύστημα.



Εικόνα 2: Ποικιλότητα του επιπέδου της αμμωνίας σε διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας.



Εικόνα 3: Σκεπτογράφημα σε διάφορα χρώματα όπου φαίνεται η ανάπτυξη των λαρβών.



Εικόνα 4: Εύρος - ανάλυση χρωμάτων που προκύπτουν από τον τύπο:
 $I = S^2 / X$ των λαρβών.

