

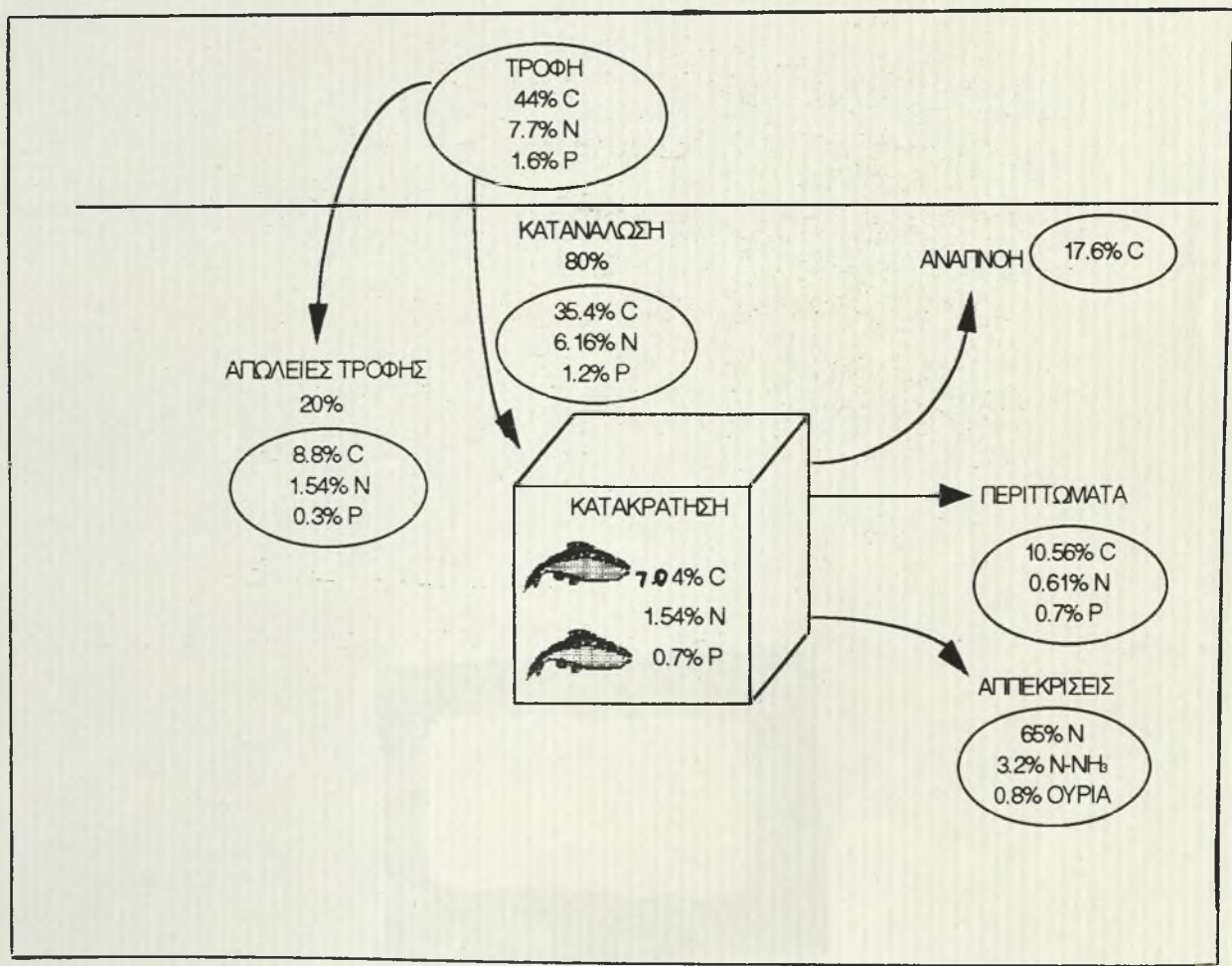
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ & ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΙΧΘΥΟΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΙΓΝΑΤΙΟΣ ΧΑΤΖΗΔΙΑΜΑΝΤΗΣ

A.M. 0491027



ΒΟΛΟΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1996



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 114/1  
Ημερ. Εισ.: 16-09-2003  
Δωρεά: \_\_\_\_\_  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΓΦΖΠ  
1996  
ΧΑΤ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070302

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια πτυχιακής εργασίας στο τμήμα Φυτικής & Ζωικής παραγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιάσει τη δυνατότητα ανάπτυξης των υδατοκαλλιεργειών με παράλληλη ορθολογική διαχείριση του φυσικού πλούτου.

Ο μελετητής εκφράζει τις ευχαριστίες του, στα μέλη ΔΕΠ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Αναπληρωτή καθηγητή κ. Α. Θεοδώρου και τους Λέκτορες κ. Π. Παναγιωτάκη και κ. Α. Σφουγγάρη για την επίβλεψη της εργασίας και τη χρήσιμη συμβολή τους στην τελική της διαμόρφωση. Επίσης ευχαριστίες απευθύνονται στον κ. Α. Κονίδη, ερευνητή Δ' του Εθνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (Ε.Κ.Θ.Ε.), για την παροχή χρήσιμων στοιχείων.

Ιγνάτιος Χατζηδιαμαντής

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>4</b>
<b>2. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ</b>	<b>8</b>
<b>3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ</b>	<b>11</b>
<b>3.1 ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b>	<b>12</b>
<b>3.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΜΗ ΕΝΔΗΜΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ</b>	<b>13</b>
<b>3.3 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ</b>	<b>14</b>
<b>3.3.1 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ</b>	<b>17</b>
<b>3.3.2 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ - ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΥΤΡΟΦΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ</b>	<b>21</b>
<b>3.3.3 ΧΗΜΙΚΑ ΚΑΤΑΛΟΙΠΑ</b>	<b>26</b>
<b>4. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ</b>	<b>32</b>
<b>4.1 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΡΟΦΗΣ</b>	<b>33</b>
<b>4.2 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΟΦΗΣ</b>	<b>34</b>
<b>4.3 ΠΕΡΙΤΤΩΜΑΤΑ</b>	<b>36</b>
<b>4.4 ΟΥΡΑ</b>	<b>36</b>
<b>4.5 ΑΜΜΩΝΙΑ</b>	<b>37</b>

4.6 ΦΩΣΦΟΡΟΣ

38

5. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

39

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

44

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

48

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

50

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι υδατοκαλλιέργειες σαν τεχνική παραγωγής τροφίμων είναι γνωστή από αρχαιοτάτων χρόνων. Υπάρχουν ενδείξεις ότι παρόμοιες διαδικασίες χρησιμοποιούνταν στην Ινδονησία και την Κίνα το 4000 π.Χ.. Σε τάφους των Φαραώ που χρονολογούνται το 2000 π.Χ. εικονίζεται η εκτροφή τιλάπιας σε υδροστάσια. Η κυπρινοκαλλιέργεια χρονολογείται από το 1000 π.Χ στην Κίνα. Γνωστό είναι επίσης ότι οι Ρωμαίοι αυτοκράτορες αρέσκονταν στην βρώση στρειδιών που αλιευόνταν από πασσάλους ειδικά τοποθετημένους στο θαλάσσιο περιβάλλον ώστε να συγκεντρώνεται ο γόνος τους. Στον Ευρωπαϊκό χώρο εξάλλου από το 1200 μ.Χ. γινόταν η εκτροφή ψαριών γλυκού νερού όπως η τούρνα, η μπριάνα, το ποταμολάβρακο κ.α.. Τα φύκια που αποτελούν ένα βασικό είδος διατροφής σε πολλούς (Ασιατικούς κυρίως) λαούς εκτρέφονται στην Ιαπωνία από το 1700 μ.Χ.

Στην Ελλάδα η εξέλιξη των υδατοκαλλιεργειών ήταν σχεδόν ταυτόχρονη με αυτή του Ευρωπαϊκού χώρου. Συνίστατο κυρίως σε μεθόδους εγκλωβισμού αλιευμάτων σε κλειστές λεκάνες (κλειστούς κόλπους, λιμνοθάλασσες κ.τ.λ.) και τη διατήρηση τους με σκοπό την ευκολότερη αλίευση τους. Στην δεκαετία του 1950 η εκτροφή της πέστροφας είναι στα πρώτα της βήματα.

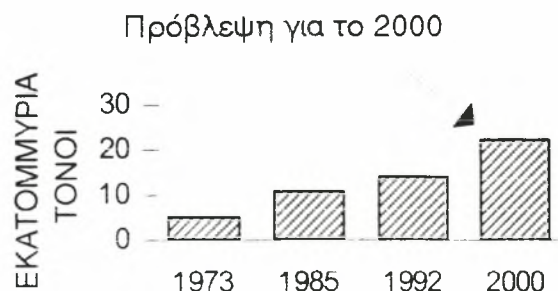
Ωστόσο παρά αυτή την αρχαία προέλευση και εφαρμογή τους η ουσιαστική και αλματώδης ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών σημειώθηκε μόνο τα τελευταία 30 χρόνια κατά τα οποία συμβαίνουν τα εξής:

1. Στα ήδη εκτρεφόμενα ψάρια γλυκού νερού προστίθενται και είδη θαλάσσια ή υφάλμυρων νερών,

2. Στην διαδικασία εκτροφής προστίθενται αντιπρόσωποι σχεδόν όλων των κατηγοριών των υδρόβιων οργανισμών και
3. γίνεται εφικτός ο πλήρης έλεγχος όχι μόνο της διατροφής αλλά και όλων των φυσιολογικών και βιολογικών διαδικασιών των εκτρεφόμενων οργανισμών και του περιβάλλοντος τους δηλαδή του νερού.

Σε αυτά αν συνυπολογίσουμε την αύξηση του βιοτικού επιπέδου, με συνέπεια την ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση - αλιευμάτων- τροφίμων υψηλής ποιότητας και βιολογικής αξίας (σε συνδυασμό με την συνεχιζόμενη υπεραλίευση των υπαρχόντων αλιευτικών πεδίων) συμπεραίνουμε εύκολα γιατί οι υδατοκαλλιέργειες έφθασαν στο σημερινό σημείο ανάπτυξης ώστε να διεκδικούν μια σοβαρή θέση στην τόσο επιτακτική ανάγκη παραγωγής τροφίμων και ιδιαίτερα ζωικών πρωτεϊνών για ανθρώπινη κατανάλωση (Παπουτσόγλου 1992).

Οι προβλέψεις για τον τομέα αυτό της πρωτογενούς παραγωγής είναι τουλάχιστον ευοίωνες. Σύμφωνα με στοιχεία του F.A.O. (FFI, 1994) τα προϊόντα υδατοκαλλιεργειών σε παγκόσμια κλίμακα ήταν το 1973 5 εκ. τόνοι, το 1985 ξεπερνούσαν τα 10.6 εκ. τόνους, το 1992 έφθασαν τα 13.9 εκ. τόνους και με πρόβλεψη ότι το 2000 να ξεπεράσουν τα 22.2 εκ. τόνους (διάγραμμα 1)



Διάγραμμα 1. Προϊόντα Υδατοκαλλιεργειών (FAO 1994)

Η Ελλάδα μέσα σε λίγα χρόνια κατάφερε να γίνει η πρώτη παραγωγός χώρα σε ευρύαλα ψάρια (τσιπούρα, λαβράκι) με προοπτικές για τα επόμενα χρόνια. Έτσι ευνοούμενοι από το κλίμα της χώρας μας και την μεγαλύτερη ανά την Ευρώπη ακτογραμμή οι υδατοκαλλιέργειες ξεφεύγοντας από τα πλαίσια της οικογενειακού τύπου και μικρομεσαίας εκμετάλλευσης εξελίσσονται σε μια σύγχρονη αγροτοβιομηχανία προσελκύοντας πολυεθνικά κεφάλαια με πολλαπλά οφέλη για την χώρα μας.

Στα πρώτα βήματα της εντατικοποίησης, τις προηγούμενες 2-3 δεκαετίες δηλαδή, οι υδατοκαλλιέργειες αναπτύχθηκαν θεωρούμενες σαν μια από τις πλέον φιλικές προς το περιβάλλον δραστηριότητες. Στηριζόμενες στην άποψη ότι μπορούν να καλύψουν μέρος από την συνεχόμενη αύξηση της ζήτησης αλιευμάτων και επομένως να δεχτούν την πίεση που ασκείται στα υπάρχοντα αλιευτικά πεδία και στις ήδη υπεραλιευμένες από την παραδοσιακή αλιεία περιοχές. Η ανάπτυξή τους συνέπεσε ουσιαστικά με τη χρονική περίοδο που η κοινή γνώμη αποκτούσε οικολογική συνείδηση και ευαισθητοποιούνταν σε θέματα σχετικά με το περιβάλλον, με συνέπεια να μετατραπεί αργότερα σε ύποπτη δραστηριότητα ρύπανσης και υποβάθμισης του υδάτινου περιβάλλοντος. Έτσι σε συνδυασμό με την πολλές φορές κακή πληροφόρηση (ηθελημένη ή όχι), τουλάχιστον στον Ελλαδικό χώρο είχαμε συγκρούσεις με τις τοπικές κοινωνίες λόγω της ύπαρξης και άλλων δραστηριοτήτων στις περιοχές που είναι κατάλληλες για τις υδατοκαλλιέργειες, όπως ο τουρισμός, η γεωργία, το ψάρεμα κ.λπ. Μερικές φορές οι αντιδράσεις έφθαναν σε ακρότητες (κάψιμο δικτύων, δολιοφθορά κ.λπ, Κασπίρης και συν. 1990). Η πιο ήπια μορφή διαμάχης μεταξύ των κατοίκων και των υπευθύνων των



μονάδων έχει φθάσει αρκετές φορές σε Ελληνικά δικαστήρια και σε δικαστήρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ανεξάρτητα από την έκβαση και την απόφαση των δικαστηρίων μπορεί εύκολα να παρατηρήσει κανείς ποιος είναι ο “ζημιωμένος” των υποθέσεων αυτών, που δεν είναι άλλος από τον παραγωγικό αυτό κλάδο.

Βέβαια οι επιδράσεις που σίγουρα υπάρχουν από κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα έτσι και με την ίδρυση τέτοιων μονάδων, ποτέ στην Ελλάδα δεν αποτέλεσαν αντικείμενο έρευνας, αντιθέτως η έρευνα επικεντρώθηκε όπως ήταν φυσικό σε τεχνικές βελτιστοποίησης της παραγωγής και του οικονομικού αποτελέσματος που επιφέρει. Η συνεχιζόμενη ανάπτυξη του κλάδου αυτού της πρωτογενούς παραγωγής υποχρέωσε από το 1990 το Ελληνικό κράτος να αποσαφηνίσει με μια σειρά αποφάσεων (ΚΥΑ 69269/5387/24.10.90) τις αναγκαίες προϋποθέσεις για την εγκατάσταση μιας μονάδας υδατοκαλλιεργειών σε κάποια περιοχή.

## 2. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Αφού η μελέτη μας επικεντρώνεται στις επιπτώσεις από την ίδρυση μονάδων υδατοκαλλιέργειας χρήσιμο θα ήταν να ξέρουμε τα ενδεικτικά όρια των κύριων παραμέτρων ποιότητας του νερού για τα είδη που συνήθως εκτρέφονται. Αυτές οι παράμετροι είναι:

- α) η θερμοκρασία,
- β) η αλατότητα,
- γ) το διαλελυμένο  $O_2$ ,
- δ) το pH,
- ε) το  $CO_2$ ,
- στ) η αμμωνία,
- η) τα νιτρικά,
- θ) τα νιτρώδη,
- ι) το υδρόθειο και
- κ) τα διαλελυμένα στερεά.

Οι ακριβείς τιμές μερικών από αυτές τις παραμέτρους δεν έχουν προσδιοριστεί για πολλά είδη ψαριών αλλά βασισμένοι σε μακρού χρόνου έρευνες σε εργαστήρια και σε συνθήκες παραγωγής έχουν διαπιστωθεί φαινόμενα μακρόχρονης τοξικότητας με αποτέλεσμα τον υπολογισμό " ορίων ασφαλείας " γι' αυτά (Tiews, 1981).

α) Η θερμοκρασία επιδρά στην μεταβολική δραστηριότητα των οργανισμών και επομένως στον βαθμό χρησιμοποίησης του οξυγόνου. Οι υδρόβιοι οργανισμοί χωρίζονται κυρίως σε θερμόφιλους π.χ κυπρίνοι που αναπτύσσονται καλλίτερα σε θερμοκρασίες 20-26 °C και ψυχρόφιλους όπως τα σολομοειδή που προτιμούν θερμοκρασίες 13- 17°C.

β) Η αλατότητα επιδρά έμμεσα στους υδρόβιους οργανισμούς μέσω των ωσμоруθμιστικών μηχανισμών. Η διάκριση των οργανισμών σε ευρύαλους και στενύαλους αποτελεί και τον διαχωρισμό των ειδών σύμφωνα με τον φυσικοχημικό αυτό παράγοντα. Γενικά η αλατότητα δεν έχει σοβαρές επιδράσεις στις εκτροφές, εκείνο αντιθέτως που πρέπει να προσεχθεί είναι οι απότομες αλλαγές των τιμών της (Κουσουρήs και συν., 1995).

γ) Στα σολομοειδή και στα μαλακόστρακα τα επίπεδα του διαλελυμένου  $O_2$  δεν πρέπει να πέσουν κάτω από 5 mg/l για περισσότερο από μερικές ώρες. Το χέλι, ο κυπρίνος και η τιλάπια αντέχουν και συγκεντρώσεις 2-3 mg/l. Σύμφωνα με τον Boyd (1981) τα ψάρια θερμών υδάτων ανέχονται συγκεντρώσεις 1 mg/l με μειωμένους όμως ρυθμούς ανάπτυξης. Γενικώς τα επιθυμητά επίπεδα είναι πάνω από 5 mg/l.

δ) Οι τιμές του pH στις εκτροφές είναι περίπου 6-7. Η ανθεκτικότητα των διαφόρων ειδών εξαρτάται από την ηλικία, το μέγεθος, την περίοδο εγκλιματισμού κ.α.. Σαν ανώτερα επίπεδα θεωρούνται τιμές της τάξης του 11 και σαν κατώτερα τιμές της τάξης του 4 (Boyd, 1981).

ε) Τα επίπεδα του ελεύθερου  $CO_2$  μπορεί να ποικίλουν σε μια εντατική εκτροφή από 0 έως 5-10 mg/l αλλά έχει διαπιστωθεί ότι ακόμα και 60 mg/l δεν παρουσιάζει πρόβλημα αν τα επίπεδα του διαλελυμένου  $O_2$  είναι υψηλά (Pillay, 1992). Η διαλυτότητα του εξαρτάται κυρίως από την ατμοσφαιρική πίεση και την θερμοκρασία.

στ) Η αμμωνία ( $NH_3$ ) είναι ο κύριος περιοριστικός παράγοντας για μια εκτροφή γιατί είναι τοξική για τα ψάρια. Βρίσκεται στο υδάτινο περιβάλλον σε ισορροπία με το αμμώνιο ( $NH_4^+$ ) το οποίο δεν είναι τοξικό σύμφωνα με την αντίδραση:



Η αναλογία  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  εξαρτάται από την θερμοκρασία και το pH. Τα τοξικά επίπεδα για μικρής διάρκειας έκθεση είναι 0.6-2 mg/l (EIFAC, 1973), ενώ τα όρια ασφαλείας έχουν καθοριστεί στα 0.1 mg/l (Tiews, 1981). Γενικά τα επιθυμητά επίπεδα είναι μικρότερα.

η) Τα νιτρώδη από άποψη τοξικότητας είναι πολύ επικίνδυνα, έχει διαπιστωθεί σε πεστροφοκαλλιέργειες ότι συγκεντρώσεις της τάξης των 0.2-0.4 mg/l προκαλούν το θάνατο σε περισσότερο του 50% του πληθυσμού. Τα επιθυμητά επίπεδα είναι κάτω του 0.1 mg/l.

θ) Τα νιτρικά δεν έχουν ουσιαστική τοξική επίδραση, γενικά προτιμώνται νερά με συγκεντρώσεις κάτω των 100 mg/l (Κουσουρήs και συν., 1995).

ι) Το υδρόθειο είναι εξαιρετικά τοξικό για τα ψάρια. Ο Boyd (1981) αναφέρει ότι ακόμα και οι ελάχιστα ανιχνεύσιμες ποσότητες είναι ικανές να διαταράξουν την παραγωγική διαδικασία.

κ) Τα αιωρούμενα στερεά μπορούν να αποτελέσουν περιοριστικό παράγοντα για μια υδατοκαλλιέργεια διότι προκαλούν βλάβες στα βράγχια των ψαριών σε συγκεντρώσεις πάνω των 30 mg/l αλλά και συνήθως η αύξηση της ποσότητας τους στο νερό συνοδεύεται από την εμφάνιση ασθενειών (Beveridge, 1984). Εξάλλου πολλά από αυτά μπορεί να είναι και τοξικά για τους εκτρεφόμενους οργανισμούς.

### 3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Οι εντατικοποιημένες παραγωγικές διαδικασίες του πρωτογενούς τομέα συνιστούν από την φύση τους διαταραχή της ισορροπίας του οικοσυστήματος. Είναι γνωστό ότι ο κύριος σκοπός των υδατοκαλλιεργειών είναι η παραγωγή τροφίμων για τον άνθρωπο. Από τις σημαντικότερες «υποχρεώσεις» που μπορεί να πει κανείς ότι έχουν οι υδατοκαλλιέργειες, ώστε να δικαιολογηθεί η εφαρμογή τους είναι η μαζική παραγωγή τροφίμων υψηλής διαιτητικής αξίας και χαμηλού κόστους. Η παραγωγή αυτή πρέπει να είναι ελάχιστης δυνατής χρονικής διάρκειας και με την ελάχιστη δυνατή επιβάρυνση στο τόπο εφαρμογής της. Όπως ξέρουμε το οικοσύστημα είναι ένα δυναμικό μοντέλο που αντιδρά και προσαρμόζεται στις νέες συνθήκες που παρατηρούνται αν οι επιδράσεις που δέχεται είναι μέσα σε κάποια λογικά πλαίσια. Εκείνο δηλαδή που θα πρέπει να προσεχθεί είναι οι επιδράσεις αυτές να είναι μέσα σε κάποια λογικά πλαίσια ώστε να επιτρέπεται από πλευράς του οικοσυστήματος η προσαρμογή και τελικά η αποκατάσταση της ισορροπίας.

Όσον αφορά τις επιπτώσεις που παρατηρούνται στα οικοσυστήματα από την εφαρμογή τέτοιων παραγωγικών διαδικασιών αυτές εξαρτώνται από την μέθοδο της εκτροφής (εκτατική, ημιεκτατική, εντατική κ.α.), το είδος των εγκαταστάσεων (χερσαίες, θαλάσσιες), την ακολουθούμενη παραγωγική διαδικασία, αλλά και από ένα πλήθος βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων.

Με βάση τον τρόπο εκτροφής των οργανισμών οι καλλιέργειες διακρίνονται σε εντατικές, ημιεντατικές, ημιεκτατικές και εκτατικές.

Στην εκτατική καλλιέργεια οι ανθρώπινες παρεμβάσεις είναι περιορισμένες και δεν χορηγείται σε καμιά περίπτωση τροφή. Η μέθοδος

αυτή είναι συνήθως χαμηλής απόδοσης και εφαρμόζεται σε λιμνοθάλασσες.

Στην **ημιεκτατική** καλλιέργεια οι ανθρώπινες παρεμβάσεις είναι επίσης περιορισμένες και περιλαμβάνουν την εκτέλεση χωματοουργικών έργων και την χρήση λοπασμάτων σε τεχνητά υδροστάσια γλυκών ή υφάλμυρων υδάτων με τελικό σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας τους. Γενικά έχουν μεγαλύτερη απόδοση από την εκτατική μορφή.

Στην **ημιεντατική** καλλιέργεια η ανθρώπινη παρέμβαση περιλαμβάνει διαδικασίες βελτίωσης της πρωτογενούς παραγωγής και περιοδικά άμεσο τσίμα. Η απόδοση τέτοιου είδους καλλιεργειών μπορεί να είναι αρκετά μεγάλη.

Η **εντατική** μορφή εμφανίζεται σε τεχνητές εγκαταστάσεις στην θάλασσα και στην ξηρά. οι οργανισμοί εκτρέφονται σε υψηλές πυκνότητες και τρέφονται αποκλειστικά από τεχνητό σιτηρέσιο.

Από τα προαναφερθέντα συστήματα παραγωγής εκείνο που, από την δομή της εφαρμογής του, θα μπορούσε να δημιουργήσει πραγματικά προβλήματα τα οποία συνδέονται με την διατάραξη της προαναφερθείσας ισοροπίας, είναι το εντατικό. Είναι το μοναδικό σύστημα κατά το οποίο το νερό που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι "περαστικό" από τον χώρο μέσα στον οποίο βρίσκονται οι οργανισμοί που εκτρέφονται. Είναι το μόνο σύστημα που για να λειτουργήσει απαιτεί την συνεχή απομάκρυνση μεγάλων ποσοτήτων νερού -το οποίο όπως είναι φυσικό είναι υποβαθισμένο- και την ανανέωση του με νέο καθαρό νερό.

Οι κατασκευαστικές δυνατότητες εφαρμογής του συστήματος αυτού είναι μόνο δύο. Κατά την πρώτη οι χώροι εκτροφής τοποθετούνται και λειτουργούν μέσα στην υδατοσυλλογή (πλωτοί κλωβοί) και κατά την δεύτερη κατασκευάζονται και λειτουργούν σε κάποια απόσταση από την φυσική υδατοσυλλογή στην ξηρά (χερσαίες δεξαμενές).

Η παρούσα μελέτη θα αφιερώσει το μεγαλύτερο μέρος της στις επιπτώσεις από την εφαρμογή της εντατικής μορφής των ιχθυοκαλλιεργειών με το σύστημα των πλωτών ιχθυοκλωβών που αποτελούν και την συντριπτική πλειοψηφία των υδατοκαλλιεργειών στη χώρα μας.

### **3.1 ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

Στις χερσαίες εγκαταστάσεις και στην εκτροφή οργανισμών γλυκών υδάτων τα απόβλητα ελέγχονται και διαχειρίζονται εύκολα ώστε οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον να ελαχιστοποιηθούν. Οι εγκαταστάσεις αυτές είναι φυσικό να χρησιμοποιούν χώρους κοντά σε υδάτινους πόρους ώστε να έχουν εύκολη πρόσβαση σε αυτούς. Όμως οι περιοχές αυτές ακόμα και αν δεν χρησιμοποιούνται από άλλες δραστηριότητες (γεωργία, ύδρευση, κ.λπ) είναι σημαντικά οικοσυστήματα, συνεισφέρουν στο υδατικό ισοζύγιο των περιοχών και γενικώς διατηρούν τις ισορροπίες του οικοσυστήματος. Οι εκτροφές με το σύστημα των πλωτών ιχθυοκλωβών που αποτελούν την συντριπτική πλειοψηφία των υδατοκαλλιεργειών στην Ελλάδα αντιμετωπίζουν και αυτές προβλήματα ανταγωνισμού με άλλες δραστηριότητες όπως είναι η αναψυχή, η αλιεία αλλά κυρίως ο τουρισμός. Η συνύπαρξη τουριστικών και υδατοκαλλιεργητικών εγκαταστάσεων είναι μάλλον ασύμβατη λόγω κυρίως αισθητικών λόγων αλλά και του ανταγωνισμού χώρου με την αναψυχή (κολύμβηση, ταχύπλοα σκάφη κ.α.) που προκαλούν οι εγκαταστάσεις των υδατοκαλλιεργειών. Αλλά το σίγουρο είναι ότι η τουριστική ανάπτυξη δεν μπορεί να υπάρξει σε όλες τις παραθαλάσσιες περιοχές τις Ελλάδας. Έτσι η υδατοκαλλιεργητική δραστηριότητα δίνει μια καλή εναλλακτική λύση σε περιοχές που λόγω της ιδιαιτερότητας τους δεν είναι ή και δεν μπορούν να είναι αναπτυγμένες τουριστικά. Είναι δύσκολο να πιστέψει κανείς ότι στην Ελλάδα των 15.000

km ακτών (την μεγαλύτερη ανά την Ευρώπη ακτογραμμή) δεν είναι δυνατόν να υπάρξουν ακτές κατάλληλες για την ανάπτυξη του ανερχόμενου αυτού κλάδου χωρίς να αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για τον εξίσου σημαντικό τομέα της εθνικής οικονομίας τον τουρισμό.

### 3.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΜΗ ΕΝΔΗΜΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ

Υπάρχουν πολλοί λόγοι για εισαγωγή ενός νέου είδους για καλλιέργεια. Παρόλο που υπάρχουν πολλά καλλιεργούμενα είδη λίγα είναι αυτά που θεωρούνται ενδημικά και για τα οποία η τεχνολογία έχει προχωρήσει αρκετά ώστε να εγγυάται ικανοποιητικά αποτελέσματα στους παραγωγούς. Η εισαγωγή νέων ειδών (μη ενδημικών) για καλλιέργεια ήταν προσφιλής συνήθεια των καλλιεργητών τα περασμένα χρόνια. Η επιλογή ενός υδρόβιου είδους για καλλιέργεια είναι φυσικό να υπακούει στις ανάγκες της αγοράς, να είναι δηλαδή οικονομικά εφικτά η παραγωγή του. Έτσι οι παραγωγοί προτιμούσαν να εισάγουν στην περιοχή τους νέα είδη για καλλιέργεια που ήδη εκτρέφονται αλλού και είναι αποδεδειγμένο ότι αποδίδουν οικονομικά παρά να διακινδυνεύουν με ενδημικά είδη των οποίων η καλλιέργεια δεν έχει προηγούμενη εμπειρία.

Η εισαγωγή νέων ειδών περικλείει τον κίνδυνο της διαφυγής των ατόμων και της εγκατάστασης τους στο τοπικό οικοσύστημα εκδιώχνοντας άλλα ενδημικά είδη και καταλαμβάνοντας την θέση τους στην τροφική αλυσίδα. Χαρακτηριστική περίπτωση αυτής της κατάστασης είναι ο κόλπος της Καλλονής στη Λέσβο, όπου το μύδι της Χαλάστρας (Θερμαϊκού) που εισήχθη για καλλιέργεια τείνει να εδραιωθεί στην περιοχή εκδιώχνοντας τα ενδημικά είδη δίθυρων και έχει δημιουργήσει πολλά προβλήματα σε ένα κατ' εξοχήν κόλπο αλίευσης δίθυρων μαλακίων (προσωπική εμπειρία). Μερικές φορές γίνεται και τυχαία μεταφορά νέων ειδών σε μια περιοχή όπως στην περίπτωση του μυδιού της Κασπίας *Dreissena polymorpha* που



εισήχθη τυχαία και στην χώρα μας, βρήκε εδώ τις άριστες συνθήκες αναπαραγωγής και με την απουσία θηρευτών του πολλαπλασιάζεται συνεχώς και δημιουργεί προβλήματα ακόμα και σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς (Κουσουρήs και συν., 1992).

Σε άλλες περιπτώσεις τα νέα είδη μεταφέρουν μαζί τους και ασθένειες άγνωστες στους τοπικούς πληθυσμούς και είναι δυνατή η εξαφάνιση τους, όπως της εξαφάνισης του ευρωπαϊκού αστακού *Astacus astacus* με την πανώλη των караβίδων που προήλθε από την εισαγωγή της караβίδας *Pasifastacus leniusculus* (Schaepferclaus, 1990).

Θα πρέπει εδώ να αναφερθεί και το πρόβλημα της γενετικής ρύπανσης από την διασταύρωση των εκτρεφόμενων ειδών που διαφεύγουν από την καλλιέργεια με συγγενικά ενδημικά είδη. Τα είδη που προορίζονται για καλλιέργεια μας ενδιαφέρει να αντιδρούν καλά σε συνθήκες εκτροφής. Η διασταύρωση τους με ενδημικά είδη μεταφέρει χαρακτήρες εκτρεφόμενων ειδών στους απογόνους αλλάζοντας την γενετική ταυτότητα και μειώνοντας την γενετική ποικιλότητα των άγριων πληθυσμών.

Η εισαγωγή νέων ειδών για καλλιέργεια λοιπόν πρέπει να είναι αποτέλεσμα προσεγμένης μελέτης, αν και είναι εξαιρετικά δύσκολο να προβλέψει κανείς τις συνέπειες από την εισαγωγή ενός είδους σε μια περιοχή.

### 3.3 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η σημαντικότερη επίδραση που ασκούν όλες οι παραγωγικές δραστηριότητες συμπεριλαμβανομένων και των υδατοκαλλιεργειών στο περιβάλλον είναι μέσω των αποβλήτων τους. Τα απόβλητα αυτά κατά κύριο λόγο είναι:

- οι απώλειες των τροφών

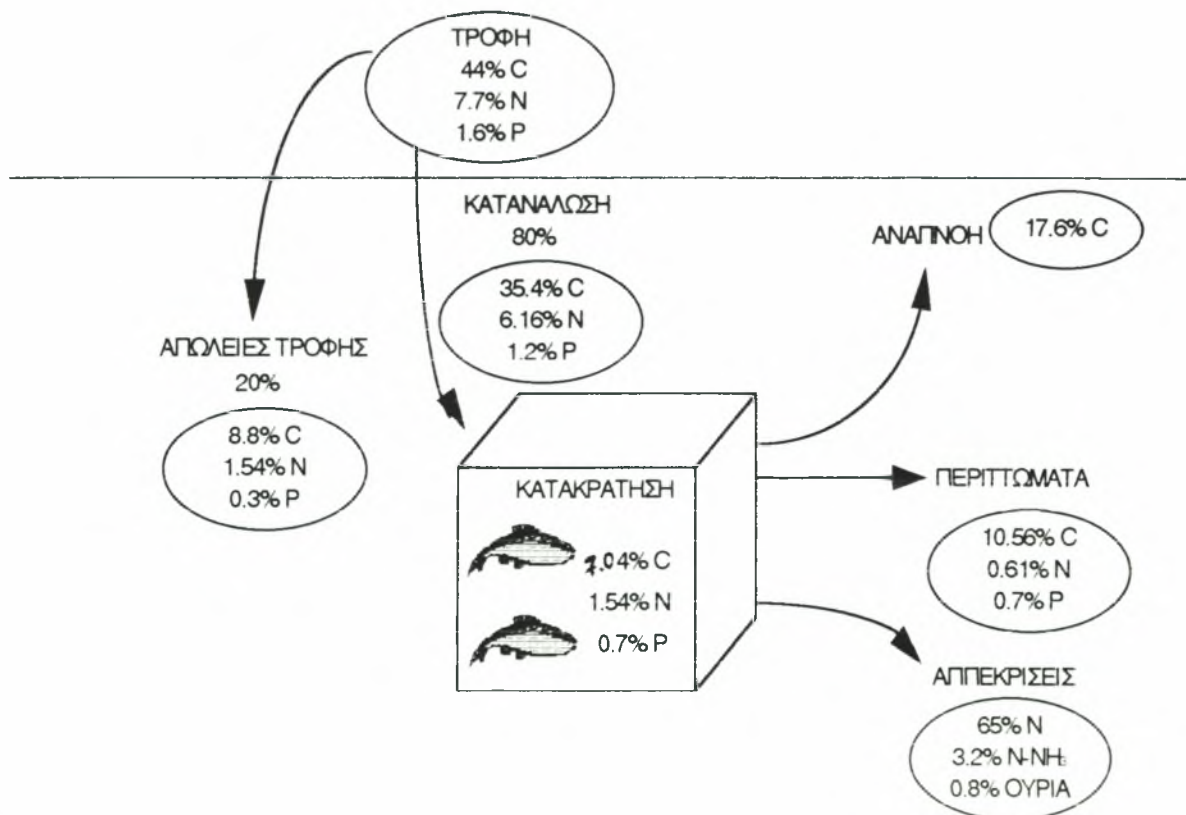
- τα περιττώματα και οι απεκκρίσεις των εκτρεφόμενων οργανισμών
- τα διάφορα φαρμακευτικά σκευάσματα.

Η γνώση της σύστασης και η ποσότητας των αποβλήτων είναι σημαντική. Η σύνθεση των ιχθυοτροφών είναι κατά κύριο λόγο πρωτεΐνες 46 - 51 %, υδατάνθρακες 18 %, και λιπίδια 14 - 17 %. Οι τροφές περιέχουν και ποσότητες βιταμινών, φωσφόρου, χρωστικές και μερικές φορές θεραπευτικά συστατικά. Έτσι αυτά τα στοιχεία μαζί με τα προϊόντα του μεταβολισμού των οργανισμών είναι δυνατόν να προκαλέσουν σωρεία επιδράσεων στο υδάτινο περιβάλλον αλλά όχι κατ' ανάγκη επιβλαβών. Οι σημαντικότερες από αυτές όπως θα αναφερθεί και αναλυτικότερα στις παρακάτω ενότητες είναι:

- α) Προσθήκη οργανικών υλικών.
- β) Προσθήκη θρεπτικών συστατικών και δημιουργία ευτροφικών συνθηκών με συνέπεια την αύξηση των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών και της πρωτογενούς παραγωγικότητας.
- γ) Μείωση της ποσότητας του διαλυμένου  $O_2$  στην υδάτινη στήλη αλλά και στο ίζημα.
- δ) Αύξησης της ποσότητας των αιωρούμενων στερεών με συνέπεια την μείωση της διαφάνειας των νερών.

Από όλα αυτά οι επιδράσεις που είναι σχετικώς κατανοητές και έχουν μελετηθεί είναι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με τις διαλυμένες μορφές του αζώτου και φωσφόρου και η απόθεση οργανικού τύπου αποβλήτων στον πυθμένα. Η αποφυγή αυτής της επιβάρυνσης είναι αδύνατη τουλάχιστον στις θαλάσσιες εκτροφές με το σύστημα των ιχθυοκλωβών μπορεί όμως με ορθολογιστική διαχείριση από ειδικό επιστήμονα να μειωθεί αρκετά ώστε να μην είναι πρόβλημα, αφού εκτός των οικολογικών προβλημάτων που δημιουργεί είναι και σε αντίθεση με τα συμφέροντα των παραγωγών λόγω της οικονομικής επιβάρυνσης που

προκαλεί. Ο Παπουτσόγλου (1996) υποστηρίζει ότι οι πιθανότητες επίτευξης μιας ισοροπίας ανάμεσα στο περιβάλλον και την μαζική παραγωγή ψαριών είναι πολύ πιο αυξημένες στην περίπτωση χρησιμοποίησης χερσαίων δεξαμενών παρά με την μέθοδο των πλωτών κλωβών. Με την μέθοδο των χερσαίων δεξαμενών υπάρχει η δυνατότητα τεχνητού καθαρισμού και εξυγίανσης του νερού πριν την τελική παροχέτευση τους στον τελικό αποδέκτη. Όσον αφορά την ποσότητα των αποβλήτων που τελικά καταλήγει στο περιβάλλον έχουν γίνει πολλές μελέτες για τον υπολογισμό της και οι εκτιμήσεις διαφέρουν κατά πολύ. Το ποσοστό της τροφής που καταλήγει στο περιβάλλον ποικίλει ανάλογα την ποιότητα, την μέθοδο παροχής, και βεβαίως με την ποσότητα της τροφής. Η μέθοδος παροχής επηρεάζει σημαντικά τις απώλειες. Οι αυτοματισμοί στην



Διάγραμμα 2. Διάγραμμα ποσοστιαίας ροής άνθρακα, αζώτου και φωσφόρου σε μια ιχθυοκαλλιέργεια (Goewn & Bradbury, 1987 τροποποιημένο)

διάθεση της τροφής προκαλούν μεγαλύτερες απώλειες, που μπορεί να φθάσουν έως και 40.5 % σε αντίθεση με μόλις 2.4 % με την παραδοσιακή μέθοδο (Thorpe et. al., 1990). Κατά άλλους ερευνητές το ποσό των απωλειών υπολογίζεται από 2-3 % (Warren & Hansen, 1982 σε καλλιέργεια πέστροφας) έως και 20 % (Braaten et al, 1983, Beveridge 1984 σε καλλιέργεια σολωμού με πλωτούς κλωβούς) επί της παρεχόμενης τροφής. Η Ελληνική βιβλιογραφία αναφέρει σαν μεγαλύτερο ποσοστό απωλειών το 16 % (Παπαιωάννου, 1988), ενώ σύμφωνα με άλλους ερευνητές περιορίζεται στο 10 % (Μάργαρης, 1990, Παπαναστασίου, 1988). Ο Παπουτσόγλου (1996) αναφέρει ότι οι απώλειες της τροφής ανέρχονται στο 1-5 % της παρεχόμενης ποσότητας. Η τύχη του μεγαλύτερου μέρους των απωλειών είναι συνήθως η εκμετάλλευσή τους από παρευρισκόμενους στην περιοχή οργανισμούς. Έχει υπολογισθεί ότι μόνο το 10 % των απωλειών τελικά καταλήγει στον βυθό και αποσυντίθεται εκεί (Colins, 1971). Η συμβολή των περιπτώσεων στην παραγωγή και τελικά την απόθεση της παραγόμενης από την εκτροφή οργανικής ουσίας ποικίλει ανάλογα με την πυκνότητα της καλλιέργειας, τη φυσιολογία του εκτρεφόμενου οργανισμού (το είδος), την ποιότητα της παρεχόμενης τροφής, την ηλικία του οργανισμού (το μεταβολισμό), και τις εποχιακές μεταβολές (θερμοκρασία, κλιματικές συνθήκες κ.α.). Υπάρχει μια υψηλή συσχέτιση μεταξύ της καταναλωθείσας τροφής και των περιπτώσεων που ανέρχεται μέχρι και 26 % (Butz & Vens-Carpell, 1982 σε εκτροφή πέστροφας).

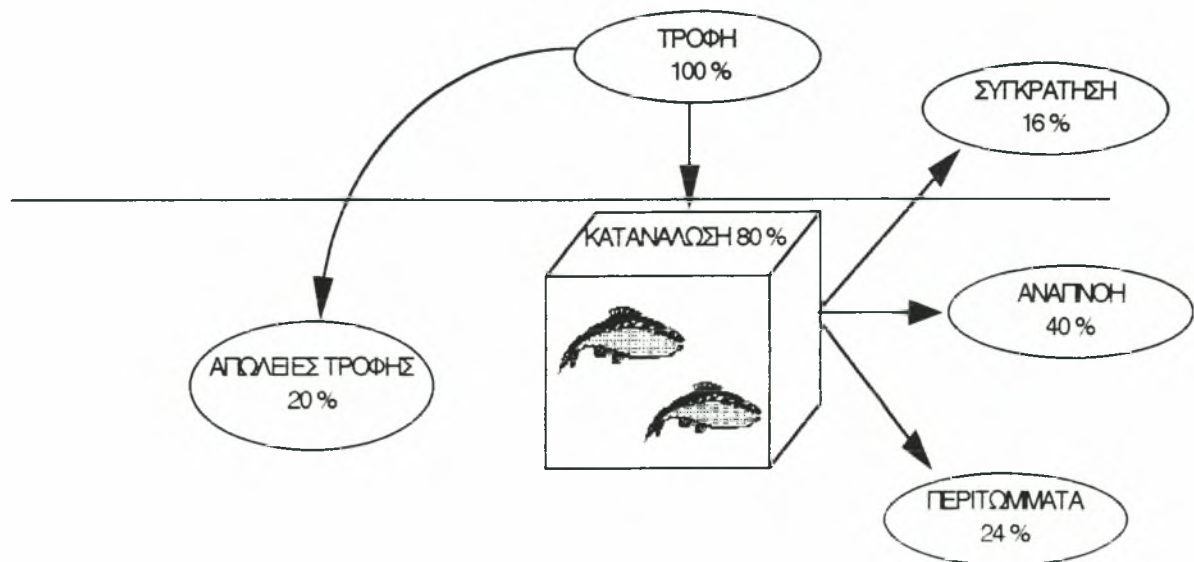
### ***3.3.1 Προσθήκη οργανικού υλικού***

Οι προσθήκες σε οργανικό υλικό είναι ένα από τα κύρια προβλήματα που προκαλούν οι υδατοκαλλιέργειες στο περιβάλλον. Το διάγραμμα 3

δείχνει την τύχη του άνθρακα που εισέρχεται με την τροφή σε συνθήκες πλωτών κλωβών.

Τόσο τα συστατικά της τροφής όσο και οι περιπτώματα των ψαριών είναι πυκνότερα του νερού και ως εκ' τούτου καθιζάνουν στον πυθμένα αλλάζοντας την χημεία των ιζημάτων του πυθμένα και επιδρώντας στην οικολογία των βενθικών οργανισμών. Ο θαλάσσιος πυθμένας έχει ένα οξειδωμένο στρώμα στην επιφάνεια του που συνήθως καλύπτει ανοξικά στρώματα. Έτσι επιπρόσθετη οργανική ουσία δημιουργεί μεγαλύτερες απαιτήσεις σε  $O_2$  που μερικές φορές φθάνουν σε τέτοιο βαθμό ώστε να δημιουργούνται ανοξικές συνθήκες στο επιφανειακό αυτό στρώμα αλλά και σε μερικές περιπτώσεις και στο υπερκείμενο στρώμα νερού.

Σε ανοξικές συνθήκες έχουμε παραγωγή αερίων η ποσότητα των οποίων είναι γραμμικώς εξαρτώμενη με την συσσώρευση του οργανικού υλικού στον πυθμένα (Hansen P. et al., 1995). Η σύνθεση των αερίων είναι κατά 68-89 %  $CH_4$ , 10-30 %  $CO_2$ , και 1-2 %  $H_2S$ .



Διάγραμμα 3. Διάγραμμα ροής του άνθρακα σε καλλιέργεια σολομού (Gowen & Bradbury, 1987 τροποποιημένο)

Υδατοκαλλιέργειες δίθυρων μαλακίων με το σύστημα της "κρεββατίνας" σε περιοχές με μικρό βάθος συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα ιζηματογένεσης. Οι εγκαταστάσεις τους λειτουργούν

ουσιαστικά σαν ένα “φράγμα” στα παράκτια ρευμάτα, αναγκάζοντας τους παραγωγούς σε μεταφορά της καλλιέργειας μακριά στην ανοικτή θάλασσα ή ακόμα και την εγκατάλειψη της καλλιέργειας (Κονίδης, 1996). Μελέτες στην Σουηδία έδειξαν ότι η ιζηματογένεση σε καλλιέργειες μυδιών είναι έως και 3 φορές μεγαλύτερη από ότι σε περιοχές μακριά από αυτές (Dahlback & Gunnerson, 1981). Εξάλλου στις ιχθυοκαλλιέργειες που έχουμε και παροχή τροφής η κατάσταση είναι πολύ χειρότερη. Έχει υπολογιστεί σε καλλιέργειες σολομού σε πλωτούς κλωβούς η ιζηματογένεση είναι μέχρι και 20 φορές μεγαλύτερη απ’ το φυσιολογικό (Folke & Kautsky, 1989).

Ο εμπλουτισμός του πυθμένα με οργανικό υλικό επιδρά και στους βενθικούς οργανισμούς, δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες για μερικά είδη, που οδηγεί στην κυριαρχία τους και τελικά στην μείωση της ποικιλότητας της βενθικής πανίδας. Με βάση το γεγονός αυτό οι επιστήμονες προσπαθούν να δημιουργήσουν κατάλληλα κριτήρια για παρακολούθηση των επιπτώσεων των υδατοκαλλιεργειών στο περιβάλλον (Environmental Quality standards).

Συσσώρευση οργανικού υλικού πάνω από 7 cm έχει σαν αποτέλεσμα την απουσία βενθικών οργανισμών μεγαλύτερων των 5 mm (Hansen P. et. al., 1995). Κάτω από την πίεση της μονάδος δημιουργείται μια «ζωνοποίηση» του πυθμένα της περιοχής. Στην πρώτη ζώνη δημιουργούνται αζωικές περιοχές με την απουσία οποιοδήποτε εδραίου βενθικού οργανισμού. Αυτή η ζώνη αντιπροσωπεύει την περιοχή κάτω από τους κλωβούς. Πιθανόν η απουσία της πανίδας από την ζώνη αυτή να οφείλεται στην χαλαρή συνοχή της, την μείωση της προσφοράς  $O_2$ , και στην παραγωγή και συγκέντρωση  $H_2S$ . Υπάρχουν μόνο μετακινούμενοι οργανισμοί που εκμεταλλεύονται την πρώτη ζώνη. Η δεύτερη ζώνη κυριαρχείται κυρίως από σαπροβιοτικούς οργανισμούς (μύκητες, πρωτόζωα, βακτήρια) και από κάποιους θηρευτές

που κινούνται μέσα και έξω από την ζώνη αυτή. Ακολουθεί μια ζώνη μέτριας ποικιλότητας και τελικά η φυσιολογική ζώνη που αποκαθίσταται η φυσιολογική ποικιλότητα του βένθους.

Η έκταση που καταλαμβάνουν οι ζώνες εξαρτώνται από το βάθος, τα ρεύματα, την ταχύτητα καθίζησης και φυσικά από την ποσότητα του οργανικού υλικού. Μια καλή πρόβλεψη της οριζόντιας διασποράς δίνεται από την σχέση (Κουσουρή και συν., 1995):

$$D = \frac{d \times \rho}{r}$$

όπου: D η οριζόντια απόσταση διασποράς

d το βάθος

ρ η ταχύτητα του ρεύματος

r η ταχύτητα καθίζησης του αποβλήτου

Σύμφωνα με αυτόν τον τύπο μια μονάδα με πλωτούς κλωβούς, δυναμικότητας 50 τόνων με μια πυκνότητα 20 kg / m<sup>3</sup> η περιοχή που θα καλυφθεί θα είναι 500 m<sup>2</sup> σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έκανε ο Edwards (1978), με την προϋπόθεση βέβαια ότι θα απουσιάζουν τα ρεύματα και οι απώλειες καταλήγουν όλες στον πυθμένα έχουμε δηλαδή πλήρης απουσία υδρόβιων οργανισμών για να την καταναλώσουν.

### **3.3.2 Προσθήκη θρεπτικών - δημιουργία ευτροφικών συνθηκών**

Σύμφωνα με τον Pillay (1990) ευτροφισμός καλείται η σημαντική αύξηση των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών και της πρωτογενούς παραγωγικότητας που προκαλείται από ουσιαστική και μετρήσιμη αύξηση της συγκέντρωσης των διαλελυμένων θρεπτικών.

Η εφαρμογή των υδατοκαλλιεργειών έχει σαν αποτέλεσμα την προσθήκη θρεπτικών συστατικών στο περιβάλλον μέσω των απωλειών των

τροφών και των περιπτώσεων των οργανισμών. Σύμφωνα μάλιστα με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στις Σκανδιναβικές χώρες και στην Μ. Βρετανία η δημιουργία ευτροφικών συνθηκών είναι το υπ' αριθμόν ένα πρόβλημα που παρατηρείται στις ιχθυοκαλλιέργειες. Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών συνοψίζονται στους πίνακες 1 και 2 αντίστοιχα.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα επιδράσεων ιχθυοκαλλιεργειών στην Μ.Βρετανία (Solbe, 1982)

Αποτελέσματα επιδράσεων στο περιβάλλον από ιχθυοκαλλιέργειες στην Μ.Βρετανία	Αριθμός περιπτώσεων
Αύξηση διαλελυμένων στερεών	17
Αύξηση πλαγκτού	3
Αύξηση μυκήτων	3
Υπολείμματα πράσινου του μαλαχίτη	2
Άσβεστος ( $\text{CaCO}_3$ )	1
Έντονη οσμή	1
<b>Κανένα πρόβλημα στο περιβάλλον</b>	<b>114</b>
Σύνολο	141

Το στοιχείο που ελέγχει τον ευτροφισμό στις ανοικτές θάλασσες είναι το άζωτο που προέρχεται όπως είναι γνωστό από την αμμωνία, τα αμμωνιακά, τα νιτρώδη και νιτρικά άλατα. Αντίθετα στα εσωτερικά νερά ο ευτροφισμός φαίνεται να ελέγχεται από τον φώσφορο (Dugdale, 1967). Ο ευτροφισμός στη χώρα μας δείχνει να περιορίζεται κυρίως σε κλειστούς ή ημίκλειστους κόλπους, λιμνοθάλασσες, λίμνες και άλλες υδατοσυλλογές (Κουσουρήs και συν., 1992). Αν και απόψεις περί του θέματος δίστανται το σίγουρο είναι ότι τα δύο αυτά στοιχεία παίζουν το ρόλο του ρυθμιστικού παράγοντα για την δημιουργία ευτροφικών συνθηκών.

Τα θρεπτικά συστατικά αν απελευθερωθούν σε μεγάλες ποσότητες στο περιβάλλον σε χρονικές περιόδους όπου ευνοείται (λόγω ηλιοφάνειας,



θερμοκρασίας, άπνοιας) η υπέρμετρη και ανισόροπη αύξηση των φυτικών υδρόβιων οργανισμών μπορούν να προκαλέσουν έκρηξη του πληθυσμού των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών και αυτοί με την σειρά τους αύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας. Τα προβλήματα που προκύπτουν λόγω αυτού του γεγονότος είναι η διατάραξη του οικοσυστήματος και η αλλαγή της σύνθεσης του πληθυσμού του φυτοπλαγκτού στην περιοχή. Μερικές φορές η πυκνότητα των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών μπορεί να γίνει

Πίνακας 2. Αποτελέσματα επιδράσεων ιχθυοκαλλιεργειών σε Σκανδιναβικές χώρες (Sumari, 1982)

Αποτελέσματα επιδράσεων στο περιβάλλον από ιχθυοκαλλιέργειες στις Σκανδιναβικές χώρες	Αριθμός περιπτώσεων
Ευτροφισμός	22
Αύξηση φωσφόρου	15
Αύξηση βακτηρίων	11
Μείωση διαλυμένου οξυγόνου	9
Αύξηση πληθυσμού φικκών	8
Αύξηση μικήτων και διαλ. στερεών	5
Αύξηση χλωροφύλλης-α	4
Αύξηση μακροφυκών	3
Αύξηση θολερότητας νερού	2
Έντονη οσμή	2
Κακή γεύση παραγόμενου προϊόντος	2
Μετατροπή του νερού σε μη πόσιμο	2
Μείωση ποιότητας πόσιμου νερού	1
Θάνατα φυσικών ιχθυοπληθυσμών	1
Αλλαγές στην βενθική πανίδα	1
Καταστροφή αλιευτικών στατικών παγίδων	1
Μείωση της αλιευτικής παραγωγής	1
<b>Κανένα πρόβλημα στο περιβάλλον</b>	<b>110</b>
Σύνολο	200



τόσο μεγάλη ώστε να δημιουργηθούν οι λεγόμενες “ερυθρές παλίρροιες”. Η ύπαρξη τέτοιων ποσοτήτων φυτοπλαγκτονικών οργανισμών δημιουργούν δυσάρεστες καταστάσεις σε εγκαταστάσεις (παρεμπόδιση αναπνοής, ανοξία) δίθυρων που ως γνωστόν φιλτράρουν ποσότητες νερού για να τραφούν.

Σε άλλες περιπτώσεις οι οργανισμοί που αποτελούν τις ερυθρές παλίρροιες είναι ορισμένα είδη δινομαστιγωτών (*Protogonyaulax taremensis*, *Gymnodinium breve*, *Dinophysis acuminata*, κ.α.) παράγουν τοξίνες (δυνοφουσιστοξίνη 1,3, DSP, κ.α.) που είναι επιβλαβείς για τους υπόλοιπους οργανισμούς. Τέτοιες περιπτώσεις έχουν αναφερθεί στην Σκοτία και τις Σκανδιναβικές χώρες με συνέπεια την ολοκληρωτική καταστροφή μονάδων παραγωγής σολομού. Ερυθρές παλίρροιες έχουν παρατηρηθεί στην Ελλάδα στον κόλπο της Ελευσίνας και τον Θερμαϊκό (Ημερήσιος τύπος, 1996). Ποτέ όμως δεν έχουν κατηγορηθεί οι ίδιες οι ιχθυοκαλλιεργητικές μονάδες για την δημιουργία του φαινομένου αυτού.

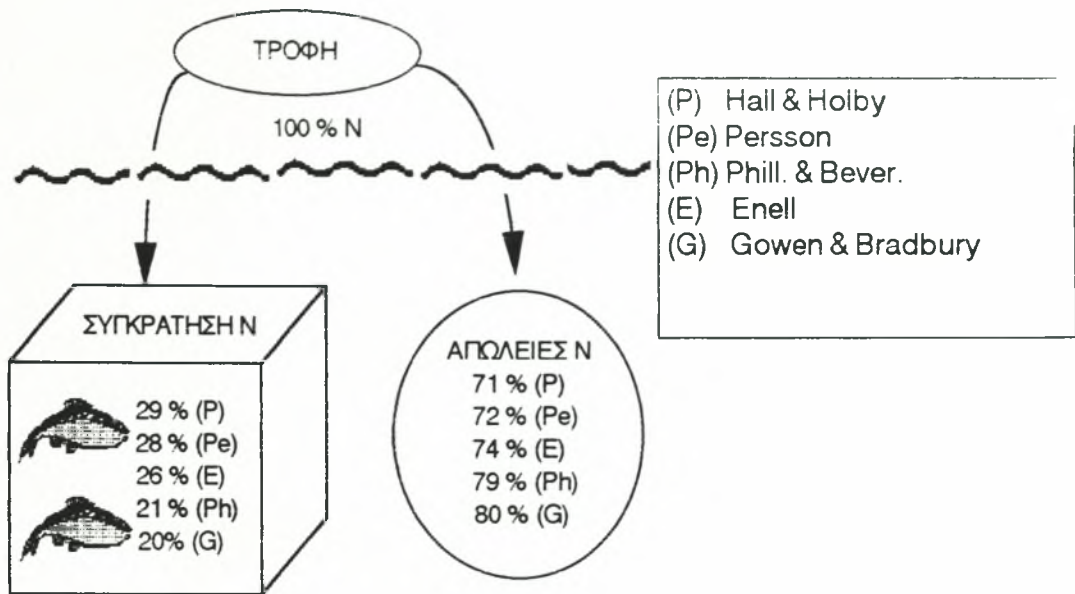
Ακόμα η ύπαρξη τέτοιων ποσοτήτων φυτοπλαγκτονικών οργανισμών θέτει τα επίπεδα του διαλελυμένου  $O_2$  σε μείωση λόγω της κατανάλωσης του από αυτούς ιδιαίτερα την νύχτα που δεν υπάρχει η παραγωγή του μέσω της φωτοσύνθεσης.

Όσον αφορά το άζωτο (N), σύμφωνα με μελέτες που εκπονήθηκαν στις Σκανδιναβικές κυρίως χώρες το ποσοστό που χάνεται στο περιβάλλον τελικά και ανεξάρτητα από την τύχη του (κατανάλωση από άλλους οργανισμούς, συσσώρευση στο ίζημα του πυθμένα κ.α.) ποικίλει από 71 έως 80 % της παρεχόμενης ποσότητας από την τροφή. Το ποσοστό της συγκράτησης του N από τα ψάρια είναι περίπου 20 - 28 %. Το διάγραμμα 4 παρουσιάζει τους υπολογισμούς διαφόρων μελετητών για την τύχη του N σε μια ιχθυοκαλλιέργεια.

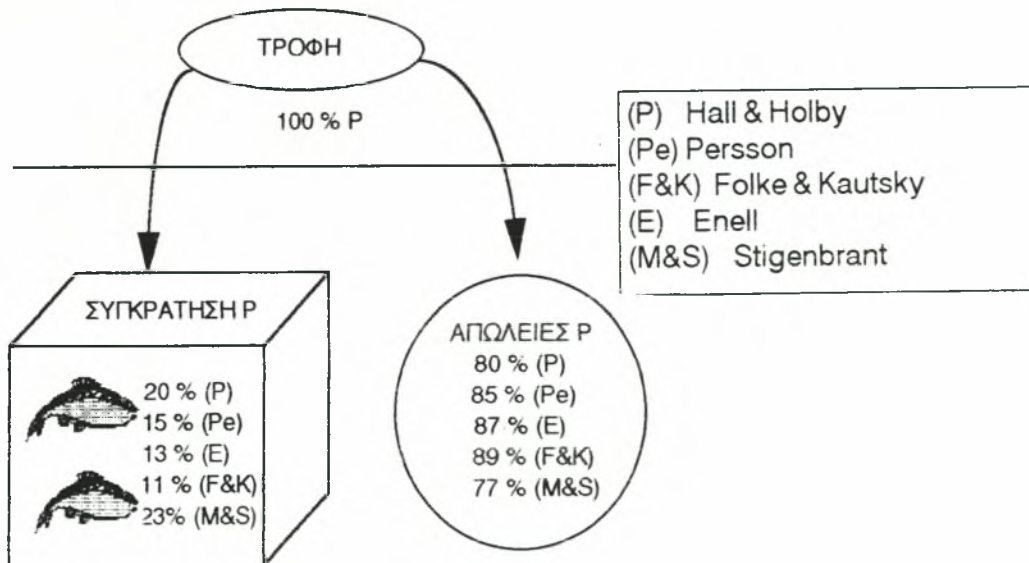
Η μεγαλύτερη ποσότητα του Ν χάνεται στο περιβάλλον στη διαλελυμένη του μορφή και έχει άμεση επίδραση στην πρωτογενή παραγωγή ειδικά σε παράκτιες περιοχές που το Ν είναι περιοριστικός παράγοντας. Η επιφάνεια του ιζήματος στον πυθμένα στην περιοχή της μονάδας είναι εμπλουτισμένη 10 - 15 φορές περισσότερο από το αντίστοιχο στρώμα 20 m μακριά από τα κλουβιά (Hall J.& Holby O., 1992). Τα δεδομένα αυτά δείχνουν ότι η επιδράσεις είναι περιορισμένες τουλάχιστον ως προς το χώρο. Οι ποσότητες του  $\text{NH}_4^+$  ήταν σημαντικά υψηλότερες σε περιοχές ανοξικών συνθηκών σε σύγκριση με περιπτώσεις που το υπερκείμενο στρώμα νερού είναι οξυγονωμένο.

Ο φώσφορος (P) περιέχεται στα ψάρια σε ποσοστό 0.4 - 0.5 % του βάρους τους. Είναι απαραίτητο στοιχείο για την ομαλή και φυσιολογική ανάπτυξη των εκτρεφόμενων ψαριών αφού συμμετέχει μαζί με το ασβέστιο (Ca), στην ανάπτυξη και σωστή λειτουργία του σκελετικού συστήματος και συμμετέχει σε σημαντικές φυσιολογικές λειτουργίες (οσμωρύθμιση κ.α.). Το ποσοστό του P που τελικά καταλήγει στο περιβάλλον έχει υπολογιστεί και κυμαίνεται σύμφωνα με τους μελετητές από 77% έως και 89% του παρεχόμενου με την τροφή P. Το διάγραμμα 5 δείχνει τους υπολογισμούς αυτούς και το τελικό ποσοστό που χάνεται ανεξαρτήτως κατάληξης. Θα πρέπει εδώ να τονιστεί ότι στην Ελληνική τουλάχιστον εμπειρία τα απόβλητα σχεδόν ποτέ δεν καταλήγουν ανέπαφα στο πυθμένα λόγω της ύπαρξης άλλων ψαριών που βρίσκονται στα όρια των μονάδων και επωφελούνται αυτής της κατάστασης (Μάργαρης, 1990).

Όλα τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν ότι οι υδατοκαλλιέργειες μπορούν οδηγήσουν σε ευτροφικές συνθήκες μόνο σε τοπικό επίπεδο και σε περίπτωση που μεγάλη μονάδα βρίσκεται σε περιοχή που η ανανέωση του νερού γίνεται με δυσκολία.



Διάγραμμα 4. Απώλειες και συγκράτηση αζώτου στις ιχθυοκαλλιέργειες από διάφορους μελετητές (Hall & Holby, 1992, Persson, 1988, Enell, 1983, Philips & Beveridge, 1986, Gowen & Bradbury, 1987)



Διάγραμμα 5. Απώλειες και συγκράτηση φωσφόρου στις ιχθυοκαλλιέργειες από διάφορους μελετητές (Hall & Holby, 1991, Persson, 1988, Enell, 1983, Folke & Kautsky, 1989, Stigebrant, 1989)

### 3.3.3 Χημικά Κατάλοιπα

Στις υδατοκαλλιέργειες χρησιμοποιείται ένα πλήθος φαρμακευτικών σκευασμάτων και χημικών ουσιών για τον έλεγχο ασθενειών, παρασίτων, φυκών ή και ανωτέρων φυτών, αλλά και για διάφορες ενέργειες που είναι απαραίτητες στις υδατοκαλλιέργειες όπως μεταφορά, διαλογή κ.λπ.

Η χορήγηση αντιβιοτικών για την πρόληψη και αντιμετώπιση διάφορων λοιμωδών ασθενειών είναι πια μια συνήθης τακτική στις υδατοκαλλιέργειες. Χρησιμοποιούνται ευρέως σε όλες τις φάσεις της καλλιέργειας από το αυγό έως και το εμπορεύσιμο μέγεθος. Οι βιβλιογραφικές αναφορές ποικίλουν ως αναφορά την χρησιμοποιούμενη ποσότητα των αντιβιοτικών. Οι Κουσουρής και συν. (1995) αναφέρουν ότι αυτή μπορεί να φθάσει το 15% της συνολικής ετήσιας παραγωγής, που σημαίνει για την Ελλάδα 2500 tn. Σύμφωνα με τους Ackefors H. & Enell M. (1994) υπολογίζεται ότι χρησιμοποιήθηκαν 0,5 kg αντιβιοτικών για κάθε τόνο παραγόμενου ψαριού στην Νορβηγία το 1987. Στην ίδια εργασία αναφέρεται ότι ανεπίσημες στατιστικές στην Δανία το 1989 υπολόγιζαν την αναλογία αυτή σε 0,18 kg αντιβιοτικών ανά τόνο παραγόμενου ψαριού. Στα νησιά Φαρόε το 1989 η αναλογία ήταν 0,75 kg αντιβιοτικών ανά τόνο παραγόμενου ψαριού (Braaten B., 1992) .

Από τις χρησιμοποιούμενες ποσότητες μόνο το 25-30% προσλαμβάνεται από τα ψάρια. Η χρήση των αντιβιοτικών στα ψάρια μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

- ενδοπεριτονική έγχυση
- ενσωμάτωση στην τροφή
- προσθήκη στο νερό

Η ενδοπεριτονική έγχυση ουσιαστικά δεν ακολουθείται λόγω της δυσκολίας στην εφαρμογής της. Με τους άλλους δύο τρόπους το φάρμακο έρχεται απευθείας σε επαφή με το υδάτινο περιβάλλον και έτσι δεν μπορούμε να έχουμε πλήρη έλεγχο των φαρμάκων. Στην συνηθέστερα ακολουθούμενη τακτική αυτή της ενσωμάτωσης του φαρμάκου στο νερό έχουμε όπως είναι φυσικό ανταγωνιστική λήψη του φαρμάκου από τα ψάρια με αποτέλεσμα την ανομοιόμορφη κατανομή της ουσίας στον πληθυσμό. Έτσι αν δεν μπορούν να εφαρμοστούν διαλογές κατά ηλικία, μέγεθος, κ.λπ αναγκάζεται ο υπεύθυνος να αυξήσει τις ποσότητες των χορηγούμενων φαρμάκων με αποτέλεσμα την αύξηση των καταλοίπων. Εξάλλου είναι γνωστό ότι τα νοσούντα ψάρια έχουν ελαττωμένη όρεξη με αποτέλεσμα τα υγιή να τρέφονται σε βάρος τους. Το φάρμακο συγκεντρώνεται στους ιστούς του οργανισμού και χρειάζεται μετά την χορήγησή του κάποιο χρονικό διάστημα για την πλήρη αποβολή και αποικοδόμησή του. Ο χρόνος αυτός καθορίζεται από τους εξής παράγοντες:

- την συγκέντρωση του φαρμάκου
- την σύνθεση της τροφής
- το είδος και το μέγεθος του ψαριού
- την υγεία του ψαριού
- τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του φαρμάκου
- τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού ( $T^{\circ}C$ ,  $S^{\circ}/_{\infty}$ , pH κ.λπ)

Ο πιο καθοριστικός παράγοντας είναι η θερμοκρασία του νερού. Είναι γνωστό ότι για την πώληση του προϊόντος που έχει υποστεί θεραπεία με αντιβιοτικά πρέπει να μεσολαβήσει κάποιο χρονικό διάστημα που ονομάζεται χρόνος αναμονής. Ο χρόνος αναμονής καθορίζεται από την συσκευασία του σκευάσματος σε βαθμο-ημέρες, π.χ για το Tetraplex ο χρόνος αναμονής έχει καθοριστεί στις 400 βαθμό-ημέρες. Έτσι για μέση

θερμοκρασία περιβάλλοντος 20 °C βαθμούς η πώληση επιτρέπεται μετά το πέρας 20 ημερών (400 / 20) από τη χορήγηση του αντιβιοτικού.

Η τύχη των αντιβιοτικών δεν είναι απολύτως γνωστή. Μπορεί να φθάσουν στο περιβάλλον λόγω ελαττωμένης όρεξης, και του μειωμένου μεταβολισμού του νοσούντος οργανισμού ή λόγω της επαφής της τροφής με το νερό οπότε το αντιβιοτικό αποσπάται ή και διαλύεται στο νερό. Υπολογισμοί αναφέρουν την ποσότητα αυτή μέχρι και 75 % της χορηγούμενης ποσότητας (Lunestud, 1992, Ιωσιφίδου & Ψωμάς, 1994). Η τύχη της ποσότητας αυτής μπορεί να είναι η κατανάλωση από οργανισμούς που δεν έχουν καμία σχέση με τη θεραπεία ή η απόθεση υπό μορφή στρώματος στον πυθμένα. Στην περίπτωση της κατανάλωσης από άλλους οργανισμούς υπάρχει το πρόβλημα των καταλοίπων αλλά και η εμφάνιση ανθεκτικών στελεχών βακτηρίων λόγω της ικανότητας κληρονομησης του χαρακτηριστικού από αυτά μέσω πλασμιδιακού DNA (Brown, 1989). Το ενθαρρυντικό είναι ότι η ανθεκτικότητα χάνεται με την διακοπή της χορήγησης του εν λόγω αντιβιοτικού (Austin, 1985). Οι απώλειες που καταλήγουν στον πυθμένα πρέπει οπωσδήποτε να μην καλυφθούν από άλλες ποσότητες αποβλήτου ή τροφής διότι ο χρόνος αποικοδόμησης αυξάνεται κατά πολύ. Η καλύτερη τακτική είναι να αφεθούν τα ψάρια χωρίς τροφή για αρκετές ώρες μετά την χορήγηση του φαρμάκου για να προλάβει η μεγαλύτερη ποσότητα να αποικοδομηθεί. Έχει βρεθεί ότι για την αποικοδόμηση της Oxy-tetracycline χρειάζονται 120 - 170 ώρες σε συνεχές φως και θερμοκρασία 5 - 15 °C (Samuelson, 1989).

Βέβαια πρέπει να αναφερθεί ότι το κόστος από την χρησιμοποίηση αντιβιοτικών είναι αρκετά μεγάλο ώστε να αναγκάζει τους παραγωγούς να μειώνουν στο ελάχιστο δυνατό την χορήγησή τους. Η άποψη που επικρατεί είναι, ότι αν σε μια εκτροφή η ποιότητα του νερού και οι συνθήκες εκτροφής

είναι καλές τότε οι πιθανότητες μόλυνσης της εκτροφής από κάποιο παθογόνο περιορίζονται στο ελάχιστο.

Εκτός των αντιβιοτικών υπάρχει και ένα πλήθος άλλων χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται στις υδατοκαλλιέργειες, όπως είναι τα αναισθητικά, τα αντιπαρασιτικά και τα διάφορα φυτοκτόνα και φυκοκτόνα.

Πίνακας 3. Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες χημικές ουσίες στην Μ. Βρετανία

Τύπος	Αριθμός μονάδων
Πράσινο του μαλαχίτη	89
Φορμόλη	56
Ιαμίνη	23
Οξυτετρακυκλίνη	16
Χλωραμίνη T	12
NaCl	12
CuSO <sub>4</sub>	11
Tribisen	10
Betaside	9
Ενώσεις Ιωδίου	9
Furazoldadone	8
Buffodine	5
Κυανό του μεθυλενίου	4
MS222	3
KMnO <sub>4</sub>	2
Acinitrasole	2
Acriflavine	2
Dipterex	2
Νεφτίνη	2
Άσβεστος	2
NaOH	1
Χλωρίνη	1



Ο πίνακας 3 παρουσιάζει τα αποτελέσματα μιας έρευνας που έγινε στην Μ. Βρετανία για τα πιο συνηθισμένα χημικά σκευάσματα που χρησιμοποιούνται στις υδατοκαλλιέργειες (Solbe, 1982).

Στις χερσαίες εγκαταστάσεις για την απολύμανση των υδροστασιών χρησιμοποιείται κυρίως διάλυμα  $\text{CaCO}_3$  με μικρή ποσότητα ροτενόνης. Η τοξικότητα του διαλύματος αυτού είναι περιορισμένη και χάνεται με το πέρασμα 2 ή 3 ημερών (Ware, 1991). Στο παρελθόν έχουν χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο εντόμων, ζιζανίων φάρμακα γενικής χρήσεως όπως το DDT, η αλδρίνη, το Dipterex κ.α.. Ως γνωστόν οι χημικές ουσίες αυτές είναι πολύ τοξικά και με μεγάλη διάρκεια τοξικότητας. Ευρεία κατανάλωση στις υδατοκαλλιέργειες είχε τα προηγούμενα χρόνια το πράσινο του μαλαχίτη για την καταπολέμηση των παρασίτων ενώ σήμερα χρησιμοποιούνται το  $\text{KMnO}_4$ , η φορμόλη, ο  $\text{CuSO}_4$  (Κουσουρής και συν. 1995). Μια χημική ουσία που έχει μεγάλη τοξικότητα και έχει χρησιμοποιηθεί στις υδατοκαλλιέργειες είναι η βαφή που χρησιμοποιείται για τα βρεχόμενα μέρη των ιχθυοκλωβών, καθώς και για τα σκάφη στις μαρίνες είναι τα υφαλοχρώματα όπως το TBT (τριβουλυτικός κασσίτερος). Οι ουσίες αυτές δεν είναι μόνο επικίνδυνες για την χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής αλλά και για τους εκτρεφόμενους οργανισμούς.

Τα παραπάνω οδήγησαν στην υιοθέτηση νέων τρόπων για την προστασία των εγκαταστάσεων. Τα βρεχόμενα μέρη των κλωβών δεν είναι πλέον βαμμένα αλλά γαλβανισμένα, τα δίκτυα πλένονται συχνότερα σε πλυντήρια και ξηραίνονται στον ήλιο.

#### 4. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Σε αυτό το κεφάλαιο επιχειρείται να υπολογιστούν οι ποσότητες των αποβλήτων μιας θεωρητικής μονάδας στις Ελληνικές θάλασσες. Βέβαια θα χρησιμοποιηθούν πολλές παραδοχές που στην πραγματικότητα δεν συμβαίνουν αλλά με την βοήθειά τους θα δοθεί μια εκτίμηση της κατάστασης.

Η θεωρητική μονάδα έχει τα εξής χαρακτηριστικά :

- Παράγει μόνο λαβράκι
- Έχει μέγιστη δυναμικότητα 152 tn ανά παραγωγική διαδικασία
- Η παραγωγική διαδικασία διαρκεί 650 μέρες και κατά την διάρκεια της οποίας ιχθύδια από 2 g φθάνουν το εμπορεύσιμο μέγεθος 350 g
- Η θνησιμότητα είναι μηδενική
- Το μέσο βάθος στην περιοχή της μονάδος είναι 20 m
- Οι εγκαταστάσεις της μονάδας περιλαμβάνουν 45 κλουβιά διαστάσεων 7x7x7 m
- Οι θερμοκρασίες που επικρατούν είναι 13.5 - 16 °C το χειμώνα και 25 - 27 °C το καλοκαίρι
- Δεν υπάρχουν ρεύματα

Μπορούμε να χωρίσουμε την παραγωγική διαδικασία σε 4 στάδια :

Στάδιο 1 : Ανάπτυξη ιχθυδίων από 2 g σε 50 g και χρονικής διάρκειας 7 μηνών με χορήγηση τροφής 6 % επί του ζώντος βάρους

Στάδιο 2 : Ανάπτυξη ιχθυδίων από 50 g σε 150 g και χρονικής διάρκειας 6 μηνών με χορήγηση τροφής 3 % επί του ζώντος βάρους

Στάδιο 3 : Ανάπτυξη ιχθυδίων από 150 g σε 200 g και χρονικής διάρκειας 2 μηνών με χορήγηση τροφής 2 % επί του ζώντος βάρους

Στάδιο 4 : Ανάπτυξη ιχθυδίων από 200 g σε 350 g και χρονικής διάρκειας 6 μηνών με χορήγηση τροφής 1.5 % επί του ζώντος βάρους.

στάδιο (6%,3%,2% και 1,5% για το πρώτο, δεύτερο, τρίτο και τέταρτο στάδιο αντίστοιχα).

Δηλαδή συνολικά  $T_{ολ} = E1 + E2 + E3 + E4 = 728$  tn τροφής θα καταναλωθούν σε όλη την παραγωγική διαδικασία. Μια μέση ποσότητα

$$\text{δηλαδή } T_{\mu} = T_{ολ} / 650 = 1,12 \text{ tn / ημέρα}$$

Η μέγιστη ποσότητα τροφής θα δοθεί την **650 ημέρα** και θα είναι ίση με

$$T_{\max} = 140 \times 1,5 \% = 2,1 \text{ tn}$$

#### 4.2 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΟΦΗΣ

Από τους 728 tn ένα ποσοστό θα μείνει ανεκμετάλλευτο από τα ψάρια και θα χαθεί στο περιβάλλον αυτούσιο όπου εκεί είτε θα καταναλωθεί από παρευρισκόμενους στην περιοχή οργανισμούς ή θα επικαθίσει στον πυθμένα. Η ποσότητα των απωλειών υπολογίζεται σε **20% επί της παρεχόμενης τροφής** (Gowen & Bradbury, 1987) ενώ στην Ελληνική βιβλιογραφία σαν μεγαλύτερο ποσοστό αναφέρεται το 16% (Παπαιωάνου, 1988).

$$T'_{ολ} = T_{ολ} \times 20 \% = 145,6 \text{ tn}$$

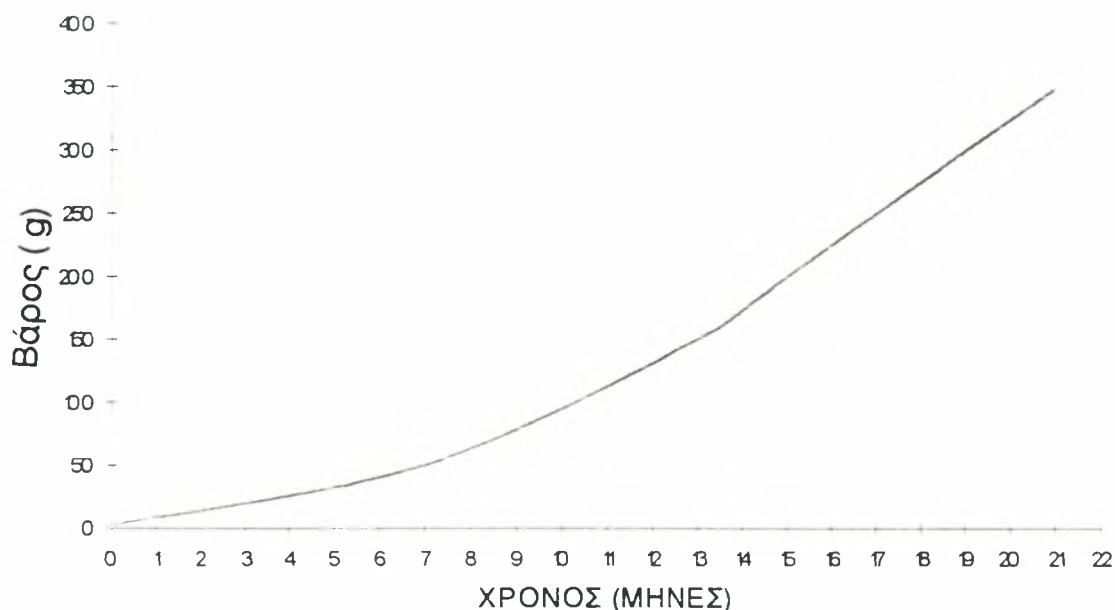
Μια μέση ποσότητα δηλαδή

$$T'_{\mu} = T'_{ολ} / 650 = 224 \text{ kg / ημέρα}$$

Η μέγιστη ποσότητα ανεκμετάλλευτης τροφής θα δοθεί την **650η ημέρα** και θα είναι ίση με

$$T'_{\max} = T_{\max} \times 20 \% = 420 \text{ kg}$$

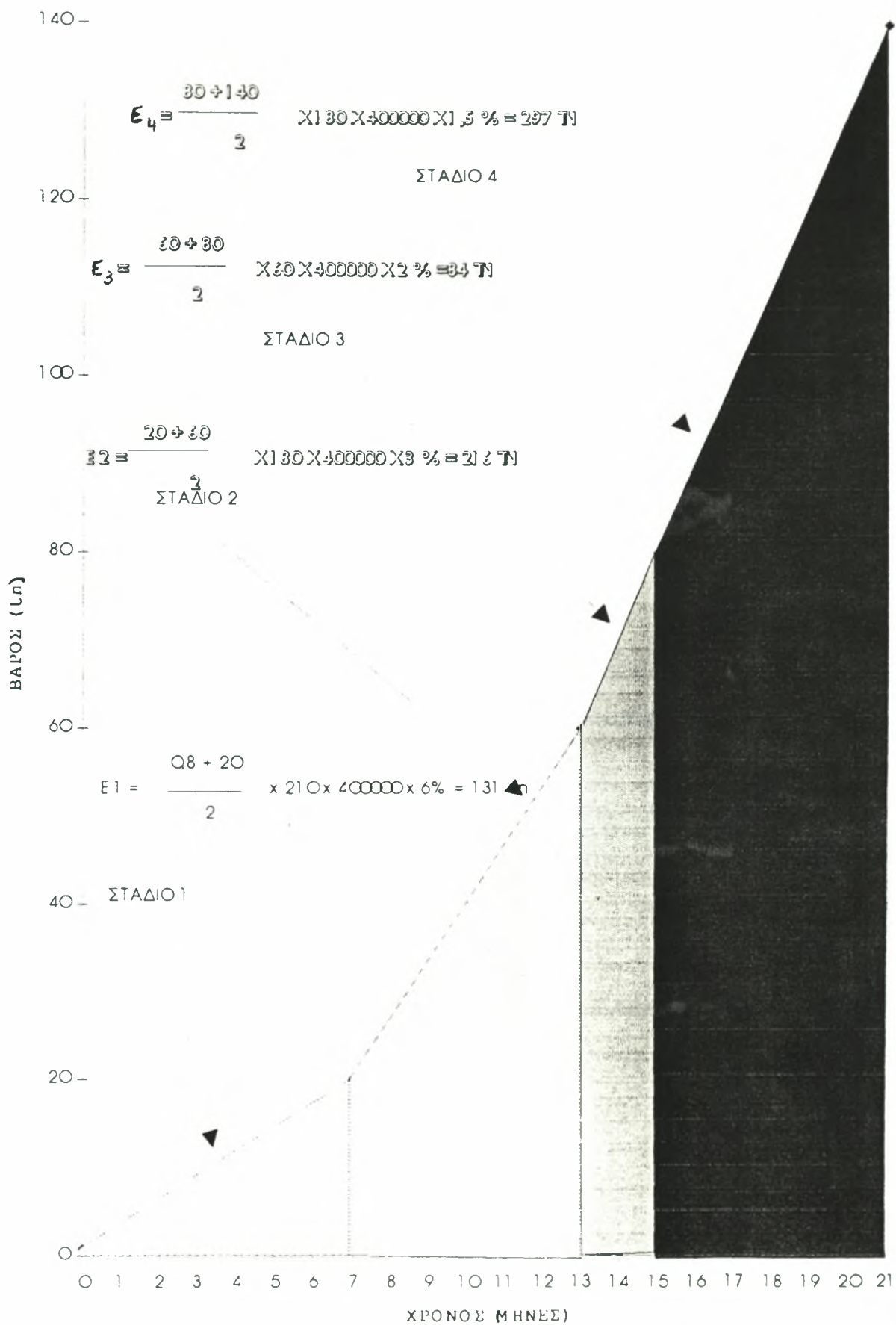
## ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΛΑΒΡΑΚΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Διάγραμμα 6. Ανάπτυξη του *Dicentrarchus Labrax* στην Ελλάδα (Κλαδάς, 1994)

#### 4.1 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΡΟΦΗΣ

Στην αρχή του πρώτου σταδίου έχουμε 400000 ιχθύδια μέσου βάρους 2 g δηλαδή συνολική βιομάζα 0,8 tn στο τέλος του έχουμε 400000 ιχθύδια των 50g έκαστο δηλαδή 20 tn βιομάζα. Ομοίως στο τέλος του δεύτερου, τρίτου, τέταρτου σταδίου θα έχουμε συνολική βιομάζα 60, 80 και 140 tn αντίστοιχα. Αν παρασταθεί η αύξηση της συνολικής βιομάζας σε συνάρτηση με το χρόνο προκύπτει το διάγραμμα 7. Οι διαφορετικές γραμμοσκιάσεις αντιστοιχούν στα διάφορα στάδια (1,2,3,4). Η ποσότητα της τροφής που χορηγείται σε όλη την παραγωγική διαδικασία υπολογίζεται από το άθροισμα των εμβαδών των τραπεζίων  $E_1, E_2, E_3$  και  $E_4$  αφού πρώτα πολλαπλασιαστούν με τους ανάλογους συντελεστές για κάθε



Διάγραμμα 7. Συνολική ποσότητα τρεχής

### 4.3 ΠΕΡΙΠΤΩΜΑΤΑ

Από την βιβλιογραφία υπάρχει μια αρκετά υψηλή συσχέτιση μεταξύ της καταναλωθείσας τροφής και των περιπτώματων που υπολογίζεται από 20-26 % στα σολομοειδή και 10 - 15 % στα θαλάσσια ψάρια (Conides et. al., 1993) στην διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας συνολικά είναι

$$\Pi_{ολ} = (T_{ολ} - T'_{ολ}) \times 15 \% = 87,4 \text{ tn}$$

ενώ μια μέση ποσότητα

$$\Pi_{\mu} = \Pi_{ολ} / 650 = 134 \text{ kg / ημέρα}$$

και η μεγαλύτερη ποσότητα θα υπάρξει την 650 ημέρα και θα είναι ίση με

$$\Pi_{\max} = (T_{\max} - T'_{\max}) \times 15 \% = 252 \text{ kg}$$

### 4.4 ΟΥΡΑ

Η βιβλιογραφία αναφέρει ότι η ποσότητα των ούρων είναι το 0,05% των συνολικών αππεκρίσεων. Οι αππεκρίσεις αυτές αποτελούν το 0,05 % του σωματικού βάρους (Μάργαρης, 1990, Κασπίρης και συν., 1990). Υπολογίζεται λοιπόν στο **0,025% του σωματικού βάρους**, οπότε και θα έχουν θα έχουν την ελάχιστη τιμή την πρώτη ημέρα της παραγωγικής διαδικασίας και την μέγιστη την τελευταία. Αν παραστήσουμε γραφικά την συνολική βιομάζα σε σχέση με την διάρκεια παραγωγής το συνολικό ποσό των ούρων δίνεται από το εμβαδόν του τραπεζίου πολλαπλασιασμένο με 0,025 %:

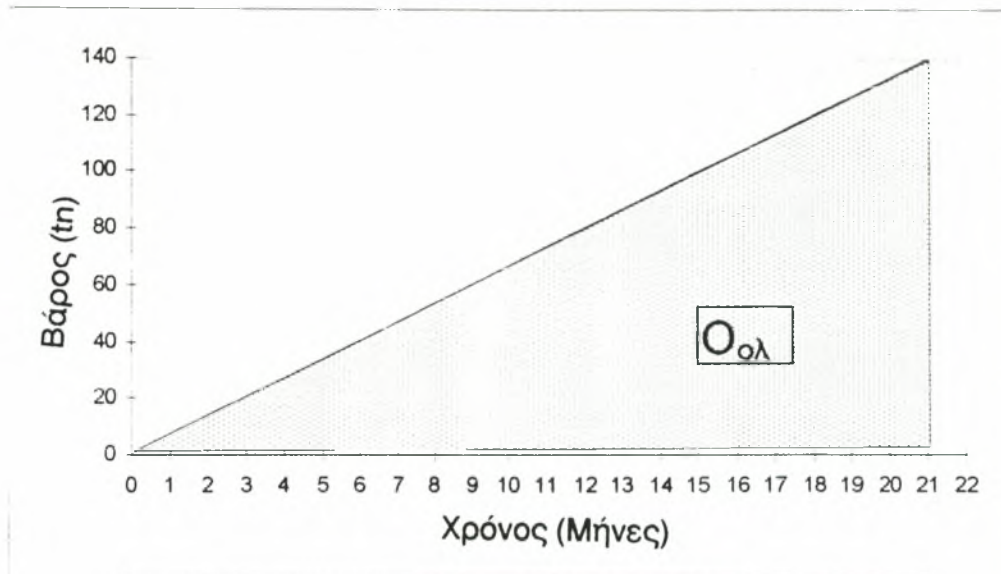
$$O_{ολ} = E_1 \times 0,025 \% = \frac{0,8 + 140}{2} \times 650 \times 0,025 \% = 11,44 \text{ tn}$$

μέση ποσότητα

$$O_{\mu} = O_{ολ} / 650 = 17,6 \text{ kg / ημέρα}$$

και μέγιστη την 650 ημέρα

$$O_{\max} = 140 \times 0,025 \% = 35 \text{ kg}$$



Διάγραμμα 8. Συνολική ποσότητα ούρων

#### 4.5 ΑΜΜΩΝΙΑ

Η αμμωνία είναι προϊόν μεταβολισμού των ψαριών και έχει τοξικές ιδιότητες για τους υδρόβιους οργανισμούς. Οι πιθανές πηγές επιβάρυνσης του περιβάλλοντος σε αμμωνία από μια ιχθυοκαλλιέργεια είναι

- από τις απεκκρίσεις των ψαριών
- από τις απώλειες της τροφής.

Γενικώς είναι αποδεκτό ότι αντιστοιχεί **45-55 kg NH<sub>3</sub> ανά τόνο παραγόμενου προϊόντος** (Pillay, 1990, Παπουτσόγλου, 1996). Αυτό ισοδυναμεί με συνολική ποσότητα αμμωνίας στη θεωρητική μονάδα καθ' όλη την παραγωγική διαδικασία ίση με

$$A_{\text{ολ}} = 55 \times 140 = 7,7 \text{ tn NH}_3$$

μια μέση ποσότητα δηλαδή

$$A_{\mu} = A_{ολ} / 650 = 11,8 \text{ kg / ημέρα}$$

#### 4.6 ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Ο φώσφορος περιέχεται στα ψάρια σε ποσοστό 0,4 - 0,5 % του σωματικού τους βάρους. Η περιεκτικότητα του φωσφόρου στην τροφή είναι της τάξης 1,5 %. Οπότε συνολικά θα διαφεύγει στο περιβάλλον ποσότητα ίση με

$$\Phi_{ολ} = (T_{ολ} \times 1,5 \%) - (140 \times 0,5 \%) = 10,2 \text{ tn}$$

μια μέση τιμή

$$\Phi_{\mu} = \Phi_{ολ} / 650 = 15,7 \text{ kg / ημέρα.}$$



## 5. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

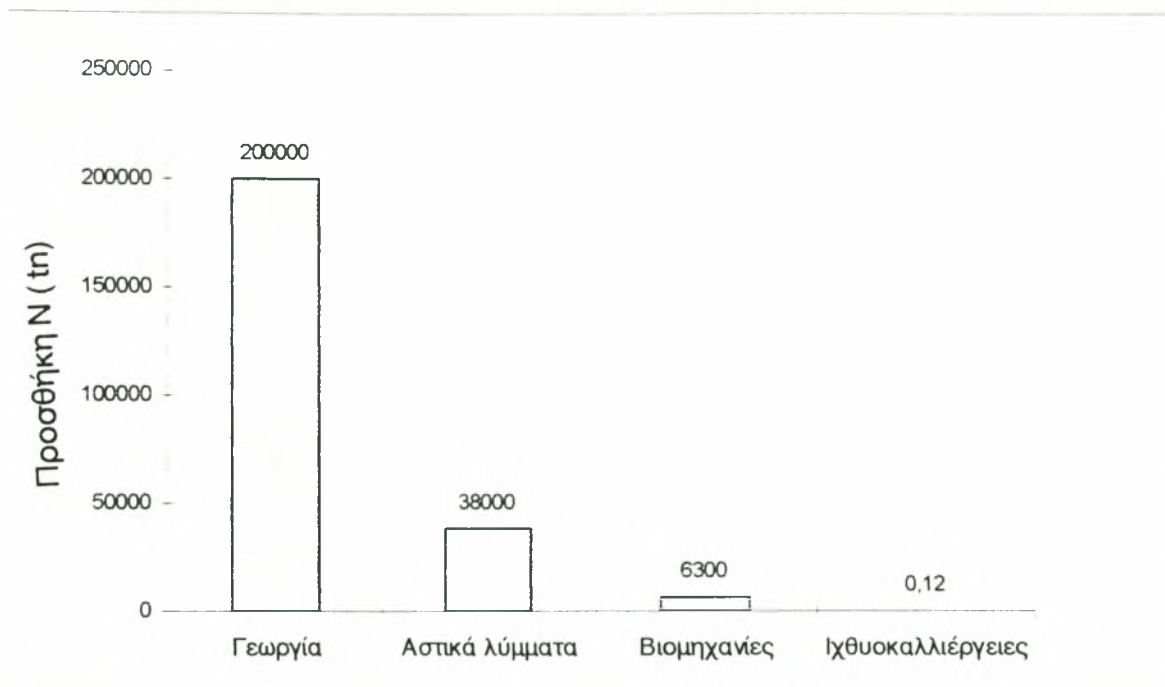
Είναι αρκετά δύσκολο να καθορίσουμε τις επιπτώσεις των υδατοκαλλιεργειών εξετάζοντας ξεχωριστά τις συνέπειες που έχει η εφαρμογή τους στο περιβάλλον, διότι οι παρατηρούμενες διαταραχές του είναι συχνά το συνδυασμένο αποτέλεσμα πολλών παραγόντων που διαταράζουν το υπάρχον καθεστώς του. Έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες να συγκριθούν τα απόβλητα των ιχθυοκαλλιεργειών με αυτά άλλων ανθρωπογενών επιδράσεων στο περιβάλλον.

Ο Hakanson (1988) υπολόγισε τις προσθήκες σε άζωτο, φώσφορο και οργανικό άνθρακα στο περιβάλλον από τις υδατοκαλλιέργειες στις Σκανδιναβικές χώρες (πίνακας 4).

Πίνακας 4. Εκτίμηση της προσθήκης αζώτου, φωσφόρου, και οργανικού άνθρακα (tn) από υδατοκαλλιέργειες στις Σκανδιναβικές χώρες το 1986 (Hakanson, 1988).

	Νορβηγία	Σουηδία	Δανία	Φιλανδία
Οργανικός άνθρακας	22000	1300	1100	3100
Άζωτο N	4600	280	230	650
Φώσφορος P	540	35	30	76

Η συνολική προσθήκη αζώτου από δραστηριότητες στην Ξηρά την ίδια χρονιά στο θαλάσσιο περιβάλλον υπολογίστηκε στους 150000 tn, που σημαίνει μια συμμετοχή της τάξης του 0,2 % από τις υδατοκαλλιέργειες στην συνολική προσθήκη αζώτου στις Δανέζικες θάλασσες. Η γεωργία από μόνη της υπολογίζεται ότι έχει μια προσθήκη σε άζωτο (N) 460000 tn ανά χρόνο (χωρίς να υπολογίζουμε την κατάληξη σε θαλάσσιο ή χερσαίο περιβάλλον). Ο Moller (1987) έκανε αντίστοιχους υπολογισμούς για τις Δανέζικες θάλασσες. Τα αποτελέσματα του παρουσιάζονται στο διάγραμμα 8.



Διάγραμμα 8. Προσθήκη N από διαφορετικές πηγές προέλευσης στις Δανέζικες θάλασσες (Moller, 1987).

Ο Μάργαρης (1990) αναφέρει ότι η ημερήσια παραγωγή αμμωνίας ( $\text{NH}_4$ ) από μια μονάδα δυναμικότητας 200 tn αντιστοιχεί σε μια και μόνο ούρηση 170 ατόμων. Υπολόγισε επίσης ότι 100 άτομα που τα απεκκρίματα τους καταλήγουν στην θάλασσα αντιστοιχεί σε μονάδα δυναμικότητας 600 tn.

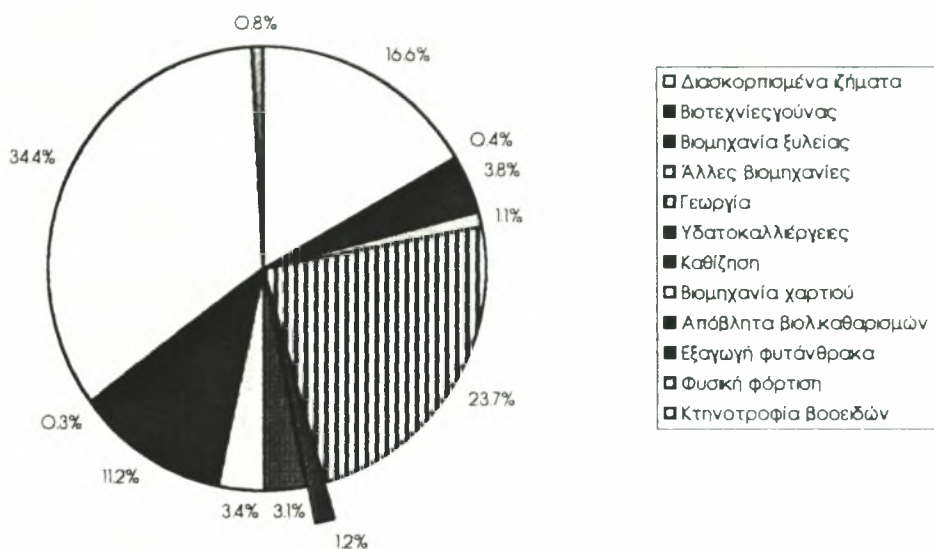
Ο Παπαναστασίου (1988) έκανε αντίστοιχους υπολογισμούς καταλήγοντας ότι τα προϊόντα μεταβολισμού ενός ενήλικα σε ούρα αντιστοιχούν σε 8,5 tn ψαριών. Ακόμα ότι το μπάνιο μόνο 29 ατόμων αντιστοιχεί σε ρύπανση 50 tn ψαριών.

Για την σύγκριση της ρύπανσης των υδατοκαλλιεργειών έχουν προταθεί τα "πληθυσμιακά ισοδύναμα". Οι μέσες αποβολές σε BOD (Biological Oxygen Demand, βιολογικώς απαιτούμενο οξυγόνο), αμμωνιακό άζωτο ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), νιτρικό άζωτο ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) και διαλελυμένα στερεά από ανεπεξέργαστα αστικά

λύματα εκφρασμένα σε γραμμάρια ανά άτομο και ανά ημέρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκφράσουν την παραγωγή αποβλήτων από ιχθυοκαλλιέργειες σε πληθυσμιακά ισοδύναμα. Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας 5 που περιέχει τα πληθυσμιακά ισοδύναμα για διάφορες γεωργικές ή βιομηχανικές δραστηριότητες.

Πίνακας 5. Πληθυσμιακά ισοδύναμα διαφόρων γεωργικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων (Imhoff & Imhoff , 1985)

Δραστηριότητα	Μονάδα παραγωγής	Πληθυσμιακό ισοδύναμο
Γαλακτοκομείο χωρίς τυροκομείο	1000 λίτρα γάλα	25-70
Γαλακτοκομείο με τυροκομείο	1000 λίτρα γάλα	45-230
Σφαγείο	1 μοσχάρι ή 2,5 χοίροι	20-200
Στάβλος αγελάδων	1 τόνος ζωντανό βάρος	130-400
Στάβλος χοίρων	1 χοίρος	3
Ορνιθοτροφείο	1 κότα	0.12-0.25
Σιλό ζωοτροφών	1 τόνος φορτίο	4-11 ανά ημέρα
Πλυνήριο πατατών	1 τόνος πατάτα	25-50
Ιχθυοτροφείο πέστροφας	100 κιλά ψάρι	80
Ζαχαροβιομηχανία	1 τόνος τεύτλα	45-70
Εργοστάσιο βύνης	1 τόνος σιτηρά	10-100
Ζυθοποιείο	1000 λίτρα μπυρα	150-350
Οινοπνευματοποιείο	1000 λίτρα σιτηρά	2000-3500
Εργοστάσιο ζύμης	1 τόνος ζύμης	5000-7000
Εργοστάσιο κόλλας	1 τόνος καλαμπόκι ή σιτάρι	500-900
Βυρσοδεψείο	1 τόνος δέρματα	1000-3500
Πλυνήριο μαλλιού	1 τόνος μαλλιού	2000-4500
Λευκαντήριο	1 τόνος λευκά είδη	1000-3500
Βαφείο	1 τόνος υφάσματα	2000-3000
Χαρτοποιεία	1 τόνος χαρτί	200-900
Πλυνήρια	1 τόνος άπλυτα	350-900
Διαφευγον ορυκτέλαια	1 τόνος ορυκτέλαια	11000
Χωματερή απορριμμάτων	10 στρέμματα επιφανείας	45



Διάγραμμα 10. Φόρτιση αζώτου (N) από διαφορετικές πηγές στην Φιλανδία το 1988 (Makinen, 1989)

Οι Enell & Ackefors (1990) σε αντίστοιχους υπολογισμούς κατέληξαν στην εκτίμηση ότι οι ιχθυοκαλλιέργειες συμμετείχαν σε ποσοστό 1,5 % για το φώσφορο και 0,4 % για το άζωτο της συνολικής προσθήκης της Βαλτικής θάλασσας.

Παρόλο που όλοι οι ερευνητές συμφωνούν ότι συγκρινόμενες με άλλες δραστηριότητες οι υδατοκαλλιέργειες δεν συμβάλλουν ουσιαστικά στην φόρτιση του περιβάλλοντος σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές όπως π.χ. η θάλασσα της Βαλτικής όλοι επισημαίνουν ότι τα αποτελέσματα αυτά είναι πιθανό να αλλάζουν σε μικρότερες κλίμακες.

## 6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας δείχνουν ότι οι υδατοκαλλιέργειες και ειδικότερα οι ιχθυοκαλλιέργειες δεν συμβάλλουν ουσιαστικά στην ρύπανση μεγάλων γεωγραφικών περιοχών, τα δυσμενή αποτελέσματα από την εφαρμογή τους δηλαδή είναι περιορισμένα σε χώρο και σε ένταση.

Τα απόβλητα των ιχθυοκαλλιεργειών συνίστανται από ένα πλήθος οργανικών και ανόργανων ουσιών όπως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη, βιταμίνες, ουρία, αντιβιοτικά κ.α.. Από όλα αυτά εκείνα που έχουν μελετηθεί διεξοδικά είναι οι αποθέσεις σε οργανικό υλικό και η προσθήκη των διαλελυμένων μορφών του αζώτου (N) του άνθρακα (C) και του φωσφόρου (P). Όσον αφορά τα υπόλοιπα απόβλητα όπως οι βιταμίνες και τα αντιβιοτικά οι επιδράσεις τους δεν έχουν πλήρως κατανοηθεί χωρίς αυτό να σημαίνει ότι είναι ή όχι σημαντικές.

Η απόθεση οργανικού άνθρακα στα περιττώματα και στις απώλειες τροφής κάτω και στην άμεση γειτονία των κλωβών είναι σημαντικά μεγαλύτερες από την φυσική διεργασία. Το αποτέλεσμα είναι να μειώνεται η ποικιλότητα της βενθικής πανίδας στην περιοχή και να ευνοείται η παραγωγή δηλητηριωδών αερίων όπως μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) και υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Τα δυσμενή αυτά αποτελέσματα είναι περιορισμένα σε έκταση και εξαλείφονται μετά το πέρας μερικών δεκάδων μέτρων από τους κλωβούς.

Η προσθήκη αζώτου (N) και φωσφόρου (P) οδηγούν σε υπερτροφικές συνθήκες. Τοπικός ευτροφισμός έχει παρατηρηθεί υπό την επιρροή μεγάλου μεγέθους μονάδων σε περιοχές με κακή ανανέωση των νερών. Υπό τις παρούσες συνθήκες είναι απίθανη η

περίπτωση η εφαρμογή υδατοκαλλιεργειών να προκαλέσει ευτροφισμό σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές.

Τα διάφορα χημικά σκευάσματα και ιδιαίτερα τα αντιβιοτικά - των οποίων η τύχη δεν έχει διερευνηθεί πλήρως- αναφέρεται ότι ένα ποσοστό μέχρι και 75 % καταλήγει στο περιβάλλον με άμεση συνέπεια την εμφάνιση ανθεκτικών στελεχών βακτηρίων των οποίων η ανθεκτικότητα χάνεται με την διακοπή της θεραπείας με το εν λόγω αντιβιοτικό.

Οι υδατοκαλλιέργειες σε σύγκριση με τις άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες δεν διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε χώρες με μεγάλη υδατοκαλλιεργητική δραστηριότητα (Σκανδιναβικές) αλλά είναι πιθανό τα αποτελέσματα αυτά να αντιστρέφονται σε μικρές εκτάσεις όπως σε προστατευμένους κόλπους, ή ορμίσκους με μικρό βάθος και κακή κυκλοφορία νερού. Σύμφωνα με Ελληνική βιβλιογραφία (Παπαναστασίου, 1988) η ρύπανση που προκαλείται από το μπάνιο στην θάλασσα 29 και μόνο ανθρώπων ισοδυναμεί με την ρύπανση από 50 tn ψαριών.

Μια τυπική Ελληνική μονάδα παραγωγής παρουσιάζει σύμφωνα με το αναπτυγμένο θεωρητικό μοντέλο τα απόβλητα που παρουσιάζονται στον πίνακα 8. Οι συγκεντρώσεις υπολογίστηκαν (αφού δεχόμαστε ότι δεν υπάρχουν ρεύματα) σε όγκο ίσο με τις διαστάσεις των κλωβών αλλά με βάθος 20 m. Δηλαδή  $7 \times 7 \times 20 \times 40 = 39200 \text{ m}^3$ .

Σαν γενικό συμπέρασμα της εργασίας θα μπορούσε να τεθεί ότι η ύπαρξη ενός λογικού συστήματος παραγωγής όσον αφορά την εντατικότητα, την πυκνότητα, το εκτρεφόμενο είδος, το μέγεθος των εγκαταστάσεων και την διαχείριση του συστήματος σε συνδυασμό με

την κατάλληλη επιλογή του χώρου μπορούν να εξαλείψουν πλήρως τις πιθανές διαταραχές του υδάτινου οικοσυστήματος.

Σήμερα είναι σε εξέλιξη μελέτη για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας ιχθυοτροφικής μονάδας από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. μετά από αντιδράσεις των τοπικών φορέων στον κόλπο της Καλλονής

Πίνακας 8. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των κύριων αποβλήτων

	Συνολική ποσότητα	Μέση ημερήσια	Μέγιστη ημερήσια
Διαθέσιμη τροφή	728 tn	1,12 tn ή 0,028 mg/lt	2,1 tn ή 0,053
Απώλειες τροφής	145,6 tn	0,224 tn ή 0,005 mg/lt	0,42 tn ή 0,01 mg/lt
Περιττώματα	87,4 tn	0,134 tn ή 0,003 mg/lt	0,252 tn ή 0,006 mg/lt
Ούρα	11,44 tn	0,018 tn ή $4,6 \cdot 10^{-4}$ mg/lt	0,035 tn ή $8,9 \cdot 10^{-4}$ mg/lt
Αμμωνία	7,7 tn	0,011 tn ή $2,8 \cdot 10^{-4}$ mg/lt	-----
Φώσφορος	10,2 tn	0,015 tn ή $3,8 \cdot 10^{-4}$ mg/lt	-----

Λέσβου που έχει αναλάβει το Εθνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (Ε.Κ.Θ.Ε.). Η μελέτη δεν έχει ολοκληρωθεί αλλά τα πρώτα

δημοσιευμένα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ιχθυοτροφική μονάδα συμβάλλει κατά 5 % στην ρύπανση του κόλπου (Κλαουδάτος, 1996). Αλλά και γενικότερα η πρώτη δυσμενής αντίδραση της κοινής γνώμης φαίνεται να αντιστρέφεται γιατί με το πέρασ του χρόνου γίνεται αντιληπτό από όλους ότι οι υδατοκαλλιέργειες μπορούν να συμβάλλουν αποφασιστικά στην ανάπτυξη της Ελλάδας.



## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η επιτακτική ανάγκη περαιτέρω ανάπτυξης των υδατοκαλλιεργειών στην Ελλάδα στο προσεχές μέλλον είναι πλέον προφανής. Εκείνο που πρέπει επίσης να γίνει γνωστό είναι ότι ανάπτυξη πρέπει να επιτευχθεί χωρίς την διατάραξη των ευαίσθητων υδάτινων οικολογικών ισορροπιών. Δηλαδή η ανάπτυξη αυτή πρέπει να συμβαδίζει με την ύπαρξη ενός ισοζυγίου μεταξύ της μαζικής παραγωγής και ενός υγιούς περιβάλλοντος.

Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή έγινε μια προσπάθεια σύνθεσης και παρουσίασης των νεωτέρων απόψεων της αλληλεπίδρασης των υδατοκαλλιεργειών και του υδάτινου περιβάλλοντος. Η πτυχιακή διατριβή στηρίχθηκε σε στοιχεία ξένης κυρίως βιβλιογραφίας που ίσως να μην αποδίδουν πλήρως την Ελληνική πραγματικότητα. Η έλλειψη στοιχείων και επαρκούς γνώσεως αλλά και η αναγκαιότητα για την πραγματοποίηση μελετών γύρω από της μεγάλης σπουδαιότητας αυτές σχέσεις μεταξύ του συστήματος μαζικής παραγωγής και του υδάτινου περιβάλλοντος για την Ελληνική πραγματικότητα είναι σαφής. Η ανάπτυξη του κλάδου των υδατοκαλλιεργειών τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα υπήρξε αλματώδης και προβλέπεται ίδιας εντάσεως για τα επόμενα χρόνια. Σύμφωνα με στοιχεία της Α.Τ.Ε. το 1995 λειτουργούν στη χώρα μας 693 μονάδες υδατοκαλλιεργειών. Η αειφορική τους ανάπτυξη προϋποθέτει πλήρη και σαφή γνώση των επιπτώσεων.

Είναι τώρα στα πρώτα βήματα τους που οι υδατοκαλλιέργειες πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα. Πολλές οικολογικές καταστροφές έχουν συμβεί σαν αποτέλεσμα κακής και πλεονεκτικής χρήσης του ανθρώπου επί του φυσικού πλούτου και έχουν πλέον δείξει ότι η ανάπτυξη μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσα από την ορθολογιστική

οικολογική διαχείριση του φυσικού πλούτου. Έτσι μόνο οι υδατοκαλλιέργειες θα μπορέσουν να διεκδικήσουν και τελικά να κατακτήσουν ένα πρωτεύοντα ρόλο στην αντιμετώπιση του προβλήματος για σωστή ανθρώπινη διατροφή.

Για την επίτευξη του σκοπού αυτού απαιτείται η άριστη και στενή συνεργασία κρατικών φορέων, ερευνητικών ιδρυμάτων και ιδιωτικού τομέα, ώστε τα αποτελέσματα να αποδοθούν το συντομότερο στις ενδιαφερόμενες πλευρές και να συμβάλλουν ουσιαστικά στην περαιτέρω απρόσκοπτη ανάπτυξη του κλάδου.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ackefors H. & Enell M. (1994). «The release of nutrient and organic matter from aquaculture systems in Nordic countries». *Journal of Applied Ichthyology*, vol 10 (4) : 225-241.
- Austin B. (1985). «Antibiotic pollution from fish farms: effects on aquatic microflora». *Microbiological Sciences*, 2 (4) : 113-117.
- Bergheim et. al. (1989). «Estimated pollution loadings from Norwegian fish farms». *Aquaculture*, 28, (3-4) : 341-361.
- Beveridge M.C.M. (1984). «Cage and pen fish farming : carrying capacity models and environmental impact». *FAO, Fisheries Technology, Pap. No 255*, 131p.
- Boyd C. E. (1981). «Water quality in warm water fish ponds». *Agriculture Experiment Station, Auburn University*, 359p.
- Braaten B. (1992). «Impact of pollution from six Nordic countries». *Release of nutrients, effects and waste water treatment. Aquaculture and the Environment. EAS special publication No 6*, pp 79-101.
- Braaten et. al. (1983). «Pollution problems on Norwegian fish farms». *Aquaculture Ireland*, 16 : 6-10.
- Brown J.H. (1989). «Antibiotics: their use in aquaculture». *World Aquaculture*, 20 (2), 34-43.
- Butz I. & Vens Capell B. (1982). «Organic load from the metabolic products of rainbow trout fed by dry food». *Report of the EIFAC Workshop on fish farms effluents (Ed. J. S. Alabaster). EIFAC Tech. Pap.*, 41 : 73-82.
- Collins R. (1971). «Cage culture of catfish in reservoir lake». *Proc. Annual Conf. Southeast Assoc. Game Fish Comm.*, 24, 489-496.
- Conides et. al. (1993). «Application of standard procedure for

- forecasting the maximum possible environmental impact of sea bream cage culture in Greece». *Envir. Educ. Inform.*, 12 (1) : 49-58.
- Dahlback B. & Gunnarson (1981). «Sedimentation and sulfate reduction under a mussel culture». *Marine Biology*, 63 (3) : 269-275.
- Dugdale R.C. (1967). «Nutrient limitation in the sea : dynamics, identification and significance». *Limnol. Ocean.*, 12 : 685-695.
- Edwards O.J. (1978). «Salmon and trout farming in Norway». Fishing News Books Ltd., 195p.
- Enell M., Ackefors H. (1990). «Belastning av fosfor och kväve, från fiskodlingar i Norden, på omgivande havsområden». In Hofmann et. al., Nord 1991 : 10, 83-101.
- Enell M.(1983).«Environmental impact of aquaculture-sedimentation and nutrient loading». *Vatten*, 39 (4) : 364-375.
- FFI (1994). Farming heads for quarter of world aquatic harvest, vol 21 (12) : 10-11.
- Folke C. & Kautsky N. (1989). «The role of ecosystems for a sustainable development of aquaculture». *AMBIO*, 18 (4), 234-243.
- Gowen R.J & Bradbury N.B.(1987) «The ecological impacts of salmonid fish farming in coastal waters, a review. In *Oceanography and Marine Biology : An annual review*».
- Hakanson et. al. (1988). «Basic concepts concerning assessments of environmental effects of marine fish farms». Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 103p.
- Hall Per O.J. & Holby O. (1992). «Chemical fluxes and mass balances in a marine cage farm. IV. Nitrogen. *Marine Ecology Progress series*, 89, 81-91.
- Hall Per O.J. et. al. (1991). «Chemical fluxes and mass balances in a marine cage farm. I. Carbon. *Marine Ecology Progress series*, 61,

61-73.

- Holby O. & Hall Per O.J. (1991). «Chemical fluxes and mass balances in a marine cage farm. II. Phosphorus». Marine Ecology Progress series, 70, 263-272.
- Imhoff K. & Imhoff K. (1985). «Taschenbush der stadtentwaesserung». 26th Edition, Verlag R. Oldenbourg Munchen- Wien, 542p.
- Hansen P., Pittman K., Ervik A. (1989). «Organic waste from marine fish farms- effects on the seabed». Marine Aquaculture and Enviroment, 107-109.
- Lunestad B. T. (1992). «Fate and effects of antibacterial agents in aquatic enviroments. Chemotherapy in aquaculture : from theory to reality», (Eds C. Michael & D.J Alderman), 152-161.
- Makinen T. (1989). «Nutrient load from marine aquaculture». Marine Aquaculture and Enviroment, 16, 1-8.
- Moller B. (1987). «Undlending av organisk stof, kvaelstof of fosfor fra dansk havsbrug 1985. Dansk Akvakultur, Inst., 18».
- Papoutsoglou S. (1991). «Impact of aquaculture on the aquatic enviroment in relation to applied production systems», Αλιευτικά Νέα, Μάιος, 1996.
- Persson J. (1988). «Relationship between feed, productivity and pollution in the farming of rainbow trout». SNV, Stockholm Rep. no 3534, 48p.
- Philips M. & Beveridge M.C.M. (1986). «Cages and the effects on water conditions». Fish Farmer, 9 (3) : 17-19.
- Pilay T.V.R (1992). « Aquaculture and the Enviroment». Fishing News Books.
- Samuelson O.B. (1989) «Degradation of oxytetracycline in sea-water at two different temperatures and light intesities and the persistence

- of oxytetracycline in the sediment from a fish farm». *Aquaculture*, 83 : 7-16.
- Schaepelarklaus W. (1990). «Fishkrankheiten». Ac. Press : Berlin.
- Solbe J.F. (1982). «Effluent control and the UK fish farmer». *English Fish Farmer Conference, Hampshire*, 73-85.
- Stigebrant A. (1989). «Storskaliga transporter genom». *Oresund Vatten*, 45-50
- Sumari O. (1982). «A report on fish farms effluents in Finland». Report of the EIFAC Workshop on fish farms effluents, (Ed. J.S. Alabaster), EIFAC Tech Pap., 41 : 21-27.
- Thorpe J.E., Talbot C., Miles M.S., Rawlings C. & Keay D.S. (1990) «Food consumption hours by Atlantic salmon in sea cages». *Aquaculture*, 90, 41-47.
- Tiews K. (1981). «Aquaculture in heated effluents and recirculation systems». Hamburg vol 1, Schriften der Bundesforschungsanstalt 59-61.
- Ware G.W. (1991) «Fundamentals of pesticides. 3rd Edition. Thomson publ., 307 p».
- Warren-Hansen I. (1982). «Methods of treatment of waste water from trout farming». In : Report of the EIFAC Workshop in Fish Farm Effluent. EIFAC Tech. Pap., 40:19-22.
- Ιωσηφίδου Γ. & Ψωμάς Σ. (1994). «Προσέγγιση στο πρόβλημα των καταλοίπων των κτηνιατρικών φαρμάκων στους ιχθείς των εκτροφών». 1ο Διεθνές Συμπόσιο Θαλασσίων Καλλιεργειών, Αθήνα.
- Κασπίρης Κ. και συν. (1990). «Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ίδρυση μονάδων ιχθυοκαλλιεργειών». Ελληνικό Κέντρο Παραγωγικότητας, Ινστιτούτο Τεχνολογικών Ερευνών.
- Κασπίρης Μ., Αργυρίου Γ. & Κατσέλης Γ. (1995) «Στοιχεία ανάπτυξης

- του λαβρακιού *Dicentrarcus labrax*». Αλιευτικά Νέα, Δεκέμβριος, 82-83.
- Κλαδάς (1994). «Πρόβλεψη της ανάπτυξης του λαβρακιού σε ιχθυοκλωβούς, μια όχι τόσο απλή υπόθεση». Αλιευτικά Νέα, 162, 77-80.
- Κλαουδάτος Σ. (1996). «Οστρακοκαλλιέργεια: Τεχνικά, οικονομικά, και περιβαλλοντικά προβλήματα». Αλιευτικά Νέα, Μάρτιος, 62-67.
- Κονίδης Α. (1996) «Πανεπιστημιακές παραδόσεις του μαθήματος Υδατοκαλλιέργειες II».
- Κουσουρήs Θ., Φώτης Γ. & Κονίδης Α. (1995). «Περιβάλλον και Υδατοκαλλιέργεια. Η αμφίδρομη σχέση των επιπτώσεων». Αθήνα.
- Κουσουρήs και συν. (1992). «Μελέτη περιβαλλοντικής αναβάθμισης της λίμνης Κουμουνδούρου». Τεχνική Έκθεση ΕΚΘΕ, 52 σ.
- Μάργαρης Ν. (1990). «Περιβάλλον και υδατοκαλλιέργειες». Αθήνα.
- Παπαιωάννου Δ. (1988). «Επιπτώσεις στο περιβάλλον από την εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων εντατικών ιχθυοκαλλιεργείων».
- Παπαναστασίου Δ. (1989). «Απόβλητα προϊόντα μεταβολισμού των ψαριών και των ανθρώπων». Συγκριτικά στοιχεία. Αλιευτικά Νέα, 90 : 41-62.
- Παπουτσόγλου Σ. (1992). «Το υδάτινο περιβάλλον και οι οργανισμοί του». Εκδόσεις Σταμούλη, Πειραιάς.
- Παπουτσόγλου Σ. (1996). «Υδατοκαλλιέργειες και ρύπανση του υδάτινου περιβάλλοντος». Το Ελληνικό Περιβάλλον. Εκδόσεις Σαββάλας.

