

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παράγοντες που επηρεάζουν τη σωματική αύξηση

και την απόδοση φιλετοποίησης των ιχθύων

ΕΛΠΙΔΑ ΜΠΟΦΙΛΙΟΥ, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΚΟΣΜΑΣ ΝΑΘΑΝΑΗΛΙΔΗΣ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ

2015

1. Περίληψη

Από την αρχή της Ιχθυολογικής επιστήμης και Υδατοκαλλιεργητικής δραστηριότητας δύο από τα κυριότερα θέματα που μελετήθηκαν και ερευνήθηκαν από τους χρήστες, είναι η σωματική αύξηση και η απόδοση φιλετοποίησης των ιχθύων. Αν και λίγες εργασίες πραγματοποιήθηκαν εξετάζοντας συνδυασμό αυτών των παραγόντων από κοινού, δεν μπορεί οι παράγοντες να είναι διαφορετικοί, λόγω των κοινών παραγόντων που αλληλεπιδρούν στην αύξηση και φιλετοποίηση των ιχθύων. Η εργασία αυτή πραγματεύεται την σωματική αύξηση και απόδοση φιλετοποίησης των ιχθύων σε σχέση με τους παράγοντες που τις επηρεάζουν αλλά και τον συσχετισμό, συνδυασμό και ομοιότητα τους όπου (και αν) υπάρχουν με γνώμονα την βιώσιμη ιχθυοκαλλιεργητική προσπάθεια. Από επιστημονικής πλευράς, το θέμα είναι σημαντικό στην μελέτη ανάλυσης παραγόντων που επηρεάζουν την σωματική αύξηση ώστε να δοθεί από την υδατοκαλλιέργεια η δέουσα σημασία για περαιτέρω ανάπτυξη της, αλλά και να μελετηθεί σε βάθος η βιολογία ιχθύων για επιστημονικούς σκοπούς. Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση προκύπτει ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την σωματική αύξηση διακρίνονται σε ενδογενείς και εξωγενείς, ανάλογα με τον χώρο που επηρεάζουν τα ψάρια. Οι ενδογενείς παράγοντες επηρεάζουν από εσωτερικά το ψάρι και οφείλονται στο γενετικό υλικό, ενώ οι εξωγενείς παράγοντες επηρεάζουν την ανάπτυξη του ψαριού εξωτερικά του σώματός του και είναι περιβαλλοντικής φύσης, με κυριότερους το Οξυγόνο, την Τροφή και Θερμοκρασία. Η Απόδοση Φιλετοποίησης επηρεάζεται από τον τρόπο αύξησης του ψαριού και κυρίως από γενετικούς παράγοντες λόγω της κληρονομικότητας, ενώ υπο συνθήκες έμμεσα συσχετίζεται με τους εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση του σώματος. Η αλλομετρική αύξηση επίσης επηρεάζει την αύξηση της απόδοσης Φιλετοποίησης. Επιπλέον η σύσταση, ποιότητα και ποσότητα της σάρκας είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την Απόδοση

Φιλετοποίησης του ψαριού, ενώ κάποιο ρόλο στην Απόδοση παίζουν και οι μέθοδοι φιλετοποίησης.

ABSTRACT

From the beginning of the scientific research in Ichthyology and the Aquaculture activity, the main subjects have been studied are the fish growth and the fillet yield. Even though few studies have been made to test the combination of these factors and how they interact with each other, the factors cannot be different due to the interaction of the growth with the fillet yield. This study deals with the body growth and the fillet yield of the fish, in relation with the occurring factors, their correlation, combination and similarity where (and if) they occur, in order to gain sustainability of the aquaculture industry and its further development.

Scientifically, the subject is crucial in studying and analysing the factors which affect the body growth, in order to develop the aquaculture science, but also to provide more details in the biology of the fish and enhance the Ichthyology further. Endogenous factors are the ones affect on the fish internally and come from the genetic material, while the exogenous factors are the ones affect on the fish from the external environment and are mainly of environmental nature such as the Oxygen, the Feed intake and the Temperature. The fillet yield is affected by the way the fish develops and mostly by the genetic factors due to the heritability, while under conditions is correlated with the external growth factors indirectly. The allometric growth also found to affect the growth of fillet yield. Moreover, the composition, the quality and the quantity of the flesh are essential factors in the yield of the fillet, while secondary factors are the methods used for filleting.

2. Ευχαριστίες

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον Υπεύθυνο της Πτυχιακής εργασίας Καθηγητή Κοσμά Ναθαναηλίδη, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του στην παρούσα εργασία, και τους γονείς μας για την υποστήριξη τους.

3. Περιεχόμενα

1. Περίληψη σελ. 1

2. Ευχαριστίες σελ. 4

3. Περιεχόμενα σελ. 5

4. Λίστα Πινάκων και Σχημάτων σελ. 6

5. Εισαγωγή σελ. 8

6. Μέθοδος σελ. 9

7. Ανάπτυξη επικρατούσας άποψης στη βιβλιογραφία σελ. 10

7.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τη σωματική αύξηση σελ. 10

7.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την Απόδοση Φιλετοποίησης των ψαριών σελ.

29

8. Συζήτηση και Συμπεράσματα σελ. 39

8.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση του ψαριού_σελ. 39

8.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την Απόδοση Φιλετοποίησης του ψαριού σελ. 42

9. Αναφορές σελ. 44

4. Λίστα Πινάκων και Σχημάτων

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1. Ποικιλίες του Ειδικού Αριθμού Ανάπτυξης (SGR) του Λαβρακίου σε θαλασσινό νερό (Α) και γλυκό νερό (Β) κάτω από διαφορετικές δίαιτες.

Σχήμα 2. Η επίδραση των επιπέδων οξυγόνου στην ανάπτυξη και στον συντελεστή μετατρεψιμότητας τροφής.

Σχήμα 3. Μέσος SGR σε άτομα ιχθυδίων Ατλαντικού Σολομού που εκτράφηκαν σε τέσσερις θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια πειράματος.

Σχήμα 4. Το μέσο βάρος του Σολομού μεταφερόμενο σε θαλασσινό νερό σε σχέση με το χρόνο.

Σχήμα 5. Σχηματικό Διάγραμμα από το GH-IGF-I σύστημα των ψαριών.

Σχήμα 6. Συσχέτιση των 18 χαρακτηριστικών σε άξονες με κύριες συνιστώσες για οργανοληπτική αξιολόγηση των φιλέτων ιριδιίζουσας πέστροφας.

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1. (Navarro, 2009) Βάρος σώματος, Μεσουραίο Μήκος, Παράγοντας Κατάστασης σε διαφορετικές ηλικίες για την Τσιπούρα.

Πίνακας 2. (Navarro, 2009). Βάρος Σώματος, Μεσουραίο Μήκος, Παράγοντας Κατάστασης και σκελετικά χαρακτηριστικά για τη τσιπούρα στην συγκομιδή (509 μέρες ηλικίας) σε κάθε εγκατάσταση και γενετική συσχέτιση μεταξύ των εγκαταστάσεων για κάθε χαρακτηριστικό.

Πίνακας 3. (Pelletier, 1995). Οι εξισώσεις παλινδρόμησης των ενζυμικών δραστηριοτήτων σε σχέση με τον ρυθμό αύξησης του Ατλαντικού Μπακαλιάρου.

Πίνακας 4. Εποχιακή διακύμανση της απόδοσης φιλετοποίησης (μέση τιμή - τυπική απόκλιση) της ιρ. Πέστροφας στην Ήπειρο. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών εποχών (Δελλής, 2011).

Πίνακας 5. (Chaiyarechara, 2003). Σύσταση Φιλέτου και συγκέντρωση Βιταμίνης E.

5. Εισαγωγή

Από την αρχή της Ιχθυολογικής επιστήμης και Υδατοκαλλιεργητικής δραστηριότητας δύο από τα κυριότερα θέματα που μελετήθηκαν και ερευνήθηκαν από τους χρήστες, είναι η σωματική αύξηση και η απόδοση φιλετοποίησης των ιχθύων (Μαυραγάνης, 2005; Δελλής, 2011). Αν και λίγες εργασίες πραγματοποιήθηκαν εξετάζοντας συνδυασμό αυτών των παραγόντων από κοινού, δεν μπορεί οι παράγοντες να είναι διαφορετικοί, λόγω των κοινών παραγόντων που αλληλοεπιδρούν στην αύξηση και φιλετοποίηση των ιχθύων. Το φιλέτο ψαριού ως το κυριότερο προϊόν ψαριού, αποτελεί το κύριο οικονομικό και θρεπτικό ενδιαφέρον της παραγωγής ψαριών (Δελλής, 2011). Αυξάνοντας την απόδοση φιλετοποίησης, χωρίς καμία αρνητική επίδραση στην ποιότητα σάρκας είναι η μεγαλύτερη πρόκληση για τους καλλιεργητές (Κλαδάς, 1998; Πάσχος, 2002). Οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση και την φιλετοποίηση των ψαριών, αν και είχαν διαφορετική προσέγγιση, τελικά πρότειναν ότι για συνδυασμό βέλτιστης ιχθυοκαλλιεργητικής απόδοσης οι παράγοντες πρέπει να συνεκτιμηθούν κάτω από τα κοινά τους παραμετρικά πρίσμα.

Η εργασία αυτή πραγματεύεται την σωματική αύξηση και απόδοση φιλετοποίησης των ιχθύων σε σχέση με τους παράγοντες που τις επηρεάζουν αλλά και τον συσχετισμό, συνδυασμό και ομοιότητα τους όπου (και αν) υπάρχουν με γνώμονα την βιώσιμη ιχθυοκαλλιεργητική προσπάθεια. Το συγκεκριμένο θέμα επιλέχθηκε λόγω της σπουδαιότητας του στην ιχθυολογία και υδατοκαλλιέργειες. Από επιστημονικής πλευράς, το θέμα είναι σημαντικό στην μελέτη ανάλυσης παραγόντων που επηρεάζουν την σωματική αύξηση ώστε να δοθεί από την υδατοκαλλιέργεια η δέουσα σημασία για περαιτέρω ανάπτυξη της, αλλά και να μελετηθεί σε βάθος η βιολογία ιχθύων για επιστημονικούς σκοπούς. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποσοτική και ποιοτική φιλετοποίηση είναι το ενδιαφέρον του θέματος κυρίως από πρακτικής πλευράς που ενδιαφέρει τους επιστήμονες, αλλά και τους παραγωγούς, επειδή παρέχει Πρακτικές εφαρμογές και χρήσεις με σκοπό την αύξηση παραγωγής και εις βάθος κατανόησης των παραγόντων που την επηρεάζουν, ώστε να παραχθεί άρτια ποιοτικό προϊόν ενώ ταυτόχρονα να αυξηθεί η παραγωγή του. Επιπλέον οι κοινοί παράγοντες σωματικής αύξησης και απόδοσης φιλετοποίησης θα αποδώσουν ένα επιπλέον ποιοτικό χαρακτηριστικό στην ιχθυοκαλλιέργεια, λόγω της παράλληλης χρήσης των παραγόντων αυτών στην ανάπτυξη για περαιτέρω αύξηση της συνολικής παραγωγής. Η ανάλυση του θέματος θα πραγματοποιηθεί αναλύοντας και παρουσιάζοντας το σύνολο της βιβλιογραφίας και επιστημονικών εργασιών σε όλες τις βαθμίδες της επιστήμης για διάφορα είδη ψαριών με σκοπό την ολιστική προσέγγιση του αντικείμενου της σωματικής αύξησης και απόδοσης φιλετοποίησης μελετώντας τους παράγοντες που τις επηρεάζουν. Οι παράγοντες που μελετήθηκαν στην σωματική αύξηση είναι οι ενδογενείς και εξωγενείς και για την φιλετοποίηση, η απόδοση φιλετοποίησης διαφόρων εμπορικών ιχθυοκαλλιεργητικών ειδών. Επιπλέον, οι παράγοντες που είναι κοινοί και για τις δύο περιπτώσεις αναλύονται περαιτέρω.

6. Μέθοδος

Η μεθοδολογία για την αναζήτηση και επιλογή της βιβλιογραφίας που περιλαμβάνει η εργασία αποτελείται από έντυπες και ηλεκτρονικές επιστημονικά έγκυρες πηγές. Αυτές είναι βιβλία, άρθρα, δημοσιεύσεις σε περιοδικά και επιστημονική εργασία βασισμένη σε μεθόδους φιλετοποίησης από διάφορα είδη ψαριών. Τα επιστημονικά βιβλία και περιοδικά που εντάσσονται στο υπό μελέτη πεδίο είναι σχετικά με την Ιχθυολογία και Υδατοκαλλιέργειες, κυρίως αποτελούνται από δημοσιεύσεις σε περιοδικά διεθνή με κριτές. Ο τρόπος επιλογής της συγκεκριμένης βιβλιογραφίας στην οποία βασίζεται η βιβλιογραφική μελέτη τεκμηριώνει τα υπό μελέτη θέματα (συγκεκριμένο θέμα, χρονικό διάστημα, κλπ.). Περιορισμοί και εξαιρέσεις που σχετίζονται με τη βιβλιογραφική κάλυψη του θέματος έγκεινται στην ανάγκη της ιχθυοκαλλιέργειας και βάση έχει δοθεί σε αυτά τα είδη και όχι σε όλα τα είδη που έχουν μελετηθεί.

7. Ανάπτυξη επικρατούσας άποψης στη βιβλιογραφία

1. Παράγοντες που επηρεάζουν τη σωματική αύξηση

Ο ρυθμός ανάπτυξης των υδρόβιων οργανισμών βασικά εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού και την ποσότητα των θερμίδων που προσλαμβάνουν με τη τροφή (Λένας, 1998). Λόγω της θερμοκρασίας η αύξηση είναι αργή το χειμώνα και γρηγορότερη το καλοκαίρι. Επίσης το ψάρι επιβραδύνει την ανάπτυξή του λίγο πριν

την αναπαραγωγική περίοδο ώστε να δημιουργηθεί χώρος για την ανάπτυξη των γεννητικών προϊόντων (Κλαδάς, 1998). Η σχέση μήκους ψαριού L σε σχέση με το βάρος W μπορεί να εκφραστεί με τον τύπο $W = aL^b$ όπου a και b είναι σταθερές που εξαρτώνται από το σχήμα του ψαριού. Αυτόν τον ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με το βάρος, προσπάθησε να τυποποιήσει ο Jobling (1981) ώστε να προσδιορίσει τον ρυθμό ανάπτυξης μέσω του βάρους και χωρίς να χρησιμοποιήσει άλλες μεταβλητές όπως η θερμοκρασία. Ο τύπος είναι ο ακόλουθος:

$\text{Log}Gw = a - 0,4 \text{ log}w$. Όπου Gw ο ειδικός ρυθμός αύξησης του βάρους στο ψάρι, w το αρχικό βάρος του ψαριού και a η σταθερά που εξαρτάται από το είδος του ψαριού.

Ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει την σωματική αύξηση των ιχθύων σε συνθήκες καλλιέργειας είναι η διατροφική διαδικασία. Οι παράγοντες που μπορούν να μεταβάλλουν τις ανάγκες των ιχθύων σε τροφές μπορούν να καταταχθούν σε τέσσερις κατηγορίες (Λένας, 1998).

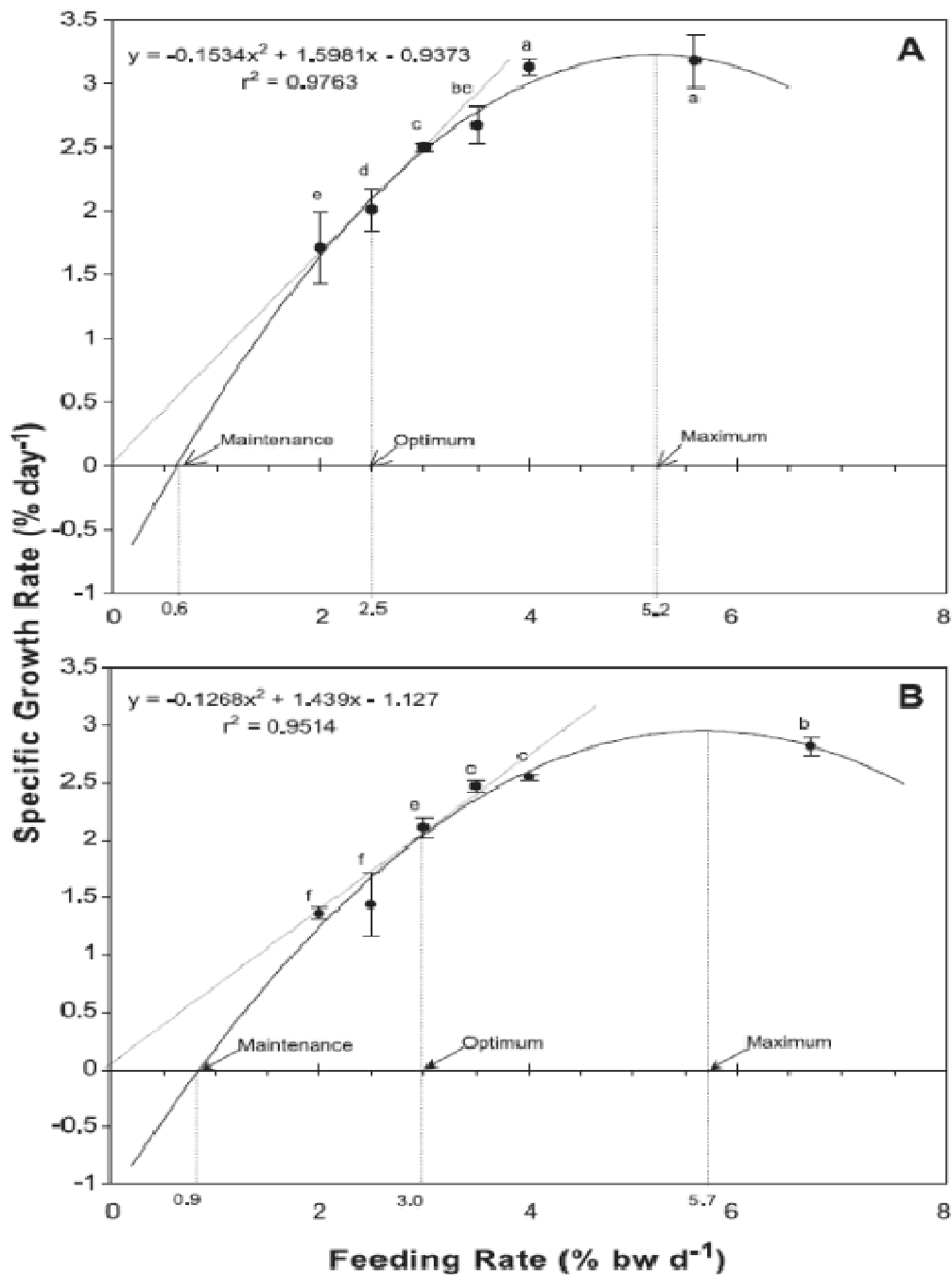
1. Παράγοντες που συνδέονται με τον οργανισμό (Διατροφικές απαιτήσεις, Φυσιολογική κατάσταση).
2. Παράγοντες που συνδέονται με το νερό, δηλαδή το μέσον καλλιέργειας (π.χ. pH, θερμοκρασία, αλατότητα, κλπ.).
3. Παράγοντες που συνδέονται με τη διατροφή των ιχθύων (Ποιότητα των τροφών, Ημερήσιος αριθμός γευμάτων, FCR).
4. Παράγοντες που συνδέονται με χώρους εκτροφής (Όγκος νερού, ρυθμός ανανέωσης του, ιχθυοφόρτωση /ιχθυοπυκνότητα).

Είναι ευρέως γνωστό ότι η διαιτητική σύνθεση επηρεάζει όχι μόνο την ανάπτυξη και

την σωματική σύνθεση, αλλά και τις δραστηριότητες των υπατικών ενζύμων σε διάφορα ψάρια (Shimeno *et al.*, 1997). Για παράδειγμα, οι υδατάνθρακες διεγείρουν δραστηριότητες γλυκολυτικών και λιπογενικών ενζύμων στο συκώτι των ψαριών, καθώς τα λιπίδια τις μειώνουν (Shimeno *et al.*, 1997). Από την άλλη μεριά, τα περισσότερα ψάρια στο φυσικό τους περιβάλλον αντιμετωπίζουν διαφόρων ειδών τροφικούς περιορισμούς (Shimeno *et al.*, 1997). Στην μελέτη του Shimeno *et al.*, (1997) στους ρυθμούς ανάπτυξης και διατροφής του Κυπρίνου, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε επίπεδα τροφικού κορεσμού 90% και 80% η αποδοτικότητα διατροφής ήταν σε μεγάλο βαθμό υψηλότερη και το λίπος ήταν σημαντικά μειωμένο, αν και το σωματικό βάρος ήταν ελάχιστα μειωμένο. Αυτό το αποτέλεσμα είναι ενδιαφέρον από την άποψη της οικονομίας στη τροφή, αλλά και τη βελτίωση στην ποιότητα του κρέατος αφού μειώνεται το σωματικό λίπος.

Η διατροφή του ψαριού είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας αύξησης στα εκτρεφόμενα ψάρια επειδή η μέθοδος ταΐσματος έχει αντίκτυπο στην απόδοση αύξησης αλλά είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε το βέλτιστο ρυθμό αύξησης και την επίδραση της τροφής, την τροφική κατανάλωση και την σύσταση επειδή η σάρκα του ψαριού επηρεάζεται από αυτά (Eroldogan *et al.*, 2003). Στην εργασία του Eroldogan (2003) σχετικά με την αύξηση του Λαβρακίου υποστηρίζεται ότι η αναπαραγωγική απόδοση αυτού του ψαριού διακόπτεται στα γλυκά νερά και αυτό συντελεί στον ρυθμό ανάπτυξης του. Στο Σχήμα 1 (Eroldogan *et al.*, 2003) φαίνονται οι μεταβολές του Ειδικού ρυθμού Αύξησης ανάλογα με διαφορετικούς διατροφικούς ρυθμούς. Στο Σχήμα 1 (Eroldogan *et al.*, 2003) φαίνονται οι διακυμάνσεις στον SGR του ευρωπαϊκού Λαβρακίου σε θαλασσινό νερό (Α) και γλυκό νερό (Β) ταισμένο σε διαφορετικούς ρυθμούς ταισματος. Οι τιμές με διαφορετικά γράμματα είναι σημαντικά διαφορετικές ($P < 0.05$). Οι γραμμές αντιπροσωπεύουν τα

ελάχιστα τετράγωνα δεύτερου βαθμού πολυωνμικό τέριασμα στις data. $Y = aX^2 + bX + c$, όπου $Y = \text{SGR}$, $X = \text{ρυθμός ταίσματος}$, και a , b και c είναι σταθερές που καθορίζονται από την εξίσωση. Η διακεκομμένη γραμμή, που πορεύει από την αρχική, κόβει την καμπύλη εφαπτόμενα είχοντας το σημείο του ρυθμού ταίσματος. Στο σχήμα 1 όπως ήταν λογικό, τελικό βάρος σώματος και SGR του λαβρακίου αυξήθηκαν με μείωση των ρυθμών ταίσματος στα SW και FW γκρουπ.



Σχήμα 1. Ποικιλίες του Ειδικού Αριθμού Ανάπτυξης (SGR) του Λαβρακίου σε θαλασσινό νερό (A) και γλυκό νερό (B) κάτω από διαφορετικές δίαιτες. (Eroldogan *et al.*, 2003). Οι τιμές με διαφορετικά γράμματα είναι σημαντικά διαφορετικές ($P < 0.05$). Οι γραμμές παρουσιάζουν τα ελάχιστα τετράγωνα του μοντέλου που ταιριάζει στις μετρήσεις $Y = aX^2 + bX + c$. Όπου Y είναι ο SGR, X ο

ρυθμός τείσματος και a , b και c είναι σταθερές που καθορίζονται από το H διακεκομμένη γραμμή κόβει την καμπύλη σε σημείο που υποδεικνύει το σημείο του ρυθμού τείσματος.

Στην εργασία του Yonita (2007) η μελέτη της ποιότητας νερού πραγματοποιήθηκε και ειδικά εξετάστηκαν οι συνέπειες του διαλυμένου οξυγόνου σε κορεσμό στην ανάπτυξη των Γλωσσών Ατλαντικού και συγκεκριμένα στο είδος *Hippoglossus hippoglossus*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα επίπεδα κορεσμού οξυγόνου είχαν μια θετική επίδραση στην ανάπτυξη και στον συντελεστή μετατρεψιμότητας όταν ήταν 80%- 120% κορεσμός. Στα 140% η ανάπτυξη ήταν ελάχιστα μικρότερη και ο δείκτης μετατρεψιμότητας ήταν υψηλότερος στα 60% και 140% συγκρινόμενα με άλλες ομάδες. Το συμπέρασμα ήταν ότι τα επίπεδα οξυγόνου έχουν σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη του ψαριού και στην περίπτωση του *Hippoglossus hippoglossus* η ανάπτυξη ήταν υψηλότερη όταν τα επίπεδα οξυγόνου είναι μεταξύ 80% και 120%.

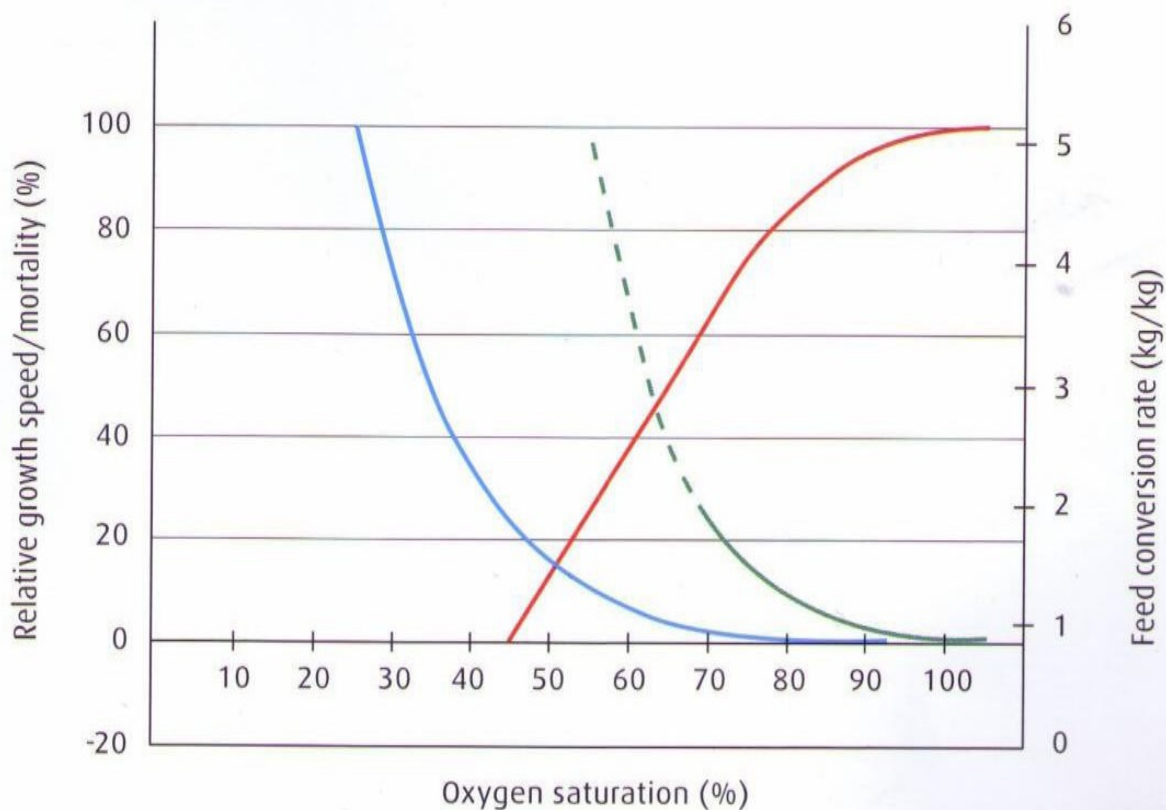
Η ποιότητα του νερού είναι η σύνθεση των φυσικών, βιολογικών και χημικών παραμέτρων που επηρεάζουν την ανάπτυξη των καλλιεργούμενων οργανισμών. Η επιτυχία μιας εμπορικής βιομηχανίας εξαρτάται από την παροχή ενός βέλτιστου περιβάλλοντος για την γρήγορη ανάπτυξη με ελάχιστο κόστος πόρων και κεφαλαίου. Η ποιότητα του νερού για αυτό είναι ένας απαραίτητος παράγοντας στον σχεδιασμό και διαχείριση υψηλού προϊόντος υδατοκαλλιέργειας (Πάσχος, 2002; Yonita, 2007).

Αν και το περιβάλλον του ψαριού της υδατοκαλλιέργειας είναι ένα περίπλοκο σύστημα αποτελούμενο από διάφορες μεταβλητές ποιότητας νερού όπου λίγες από

αυτές παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του ψαριού. Οι σημαντικοί παράγοντες είναι η Θερμοκρασία, τα αιωρούμενα σωματίδια, οι συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου, η αμμωνία και το διοξείδιο του άνθρακα. Όμως, το διαλυμένο οξυγόνο είναι ο πιο σημαντικός και κριτικός παράγοντας, που χρειάζεται συνεχή μέτρηση στα υδατοκαλλιεργητικά συστήματα. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι ο αερόβιος μεταβολισμός του ψαριού απαιτεί διαλυμένο οξυγόνο (Timmons *et al.*, 2001; Yovita, 2007).

Η υποξία ή ελάττωση οξυγόνου είναι το φαινόμενο που συμβαίνει σε υδάτινα οικοσυστήματα όταν το διαλυμένο οξυγόνο ελαττώνεται σε συγκέντρωση σε σημείο επιβλαβές στους υδάτινους οργανισμούς του βιότοπου (Svobodova *et al.* 1993). Στην περίπτωση των ψαριών σε συνθήκες υποξίας, η ανάπτυξη μεταβάλλεται ή σταματάει λόγω των εσωτερικών διαταραχών που παρουσιάζονται και η φυσική ροή της ενέργειας που χρειάζεται το ψάρι μεταφέρεται στην αναπνευστική λειτουργία. Η αντίθετη λειτουργία έχει επίσης συνέπειες επειδή ο αυξανόμενος ρυθμός αερισμού, θα αυξήσει την ποσότητα τοξικών ουσιών στο νερό που αγγίζει την επιφάνεια των βραγχίων από όπου και προσλαμβάνεται προς το εσωτερικό του οργανισμού όπου η πρόσληψη τροφής και στις δύο περιπτώσεις μειώνεται και καταλήγει σε μείωση της ανάπτυξης (Svobodova *et al.* 1993).

Η επιτυχημένη ανάπτυξη του ψαριού βασίζεται στην σωστή διαχείριση Οξυγόνωσης. Το οξυγόνο συντελεί και έμμεσα στην ανάπτυξη επειδή επηρεάζει επιπλέον την αναπνευστική λειτουργία, συντηρεί το βακτηριακό πλούτο, ο οποίος αποικοδομεί τα απορρίμματα που παράγουν τα ψάρια και να συντελέσει στο βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) εντός του καλλιεργητικού συστήματος (Linde-gas, 2007).



Σχήμα 2. Η επίδραση των επιπέδων οξυγόνου στην ανάπτυξη και στον συντελεστή μετατρεψιμότητας τροφής. (Linde-gas, 2007)

Στο Σχήμα 2 (Linde-gas, 2007) φαίνεται η επίδραση του Οξυγόνου στην ανάπτυξη του ψαριού και στον συντελεστή μετατρεψιμότητας (FCR). Στην κόκκινη γραμμή παρουσιάζεται η ταχύτητα ανάπτυξης, στην μπλε γραμμή η θνησιμότητα και στην γκρι ο FCR. Υπάρχει μια αύξηση σε μέσο βάρος του ψαριού κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών ανάπτυξης για τα υψηλά, μέσα και χαμηλά επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου. Ο τάχιστος ρυθμός ανάπτυξης ήταν σε υψηλά ποσοστά διαλυμένου οξυγόνου και η αργότερη ανάπτυξη στο ελάχιστο διαλυμένο οξυγόνο (Linde-gas, 2007).

Ως ψυχρόαιμος οργανισμός το ψάρι επηρεάζεται άμεσα από την Θερμοκρασία του νερού και επιδρά σε λειτουργίες του ψαριού όπως η ανάπτυξη, η τροφοληψία, διατροφή και άλλες βιολογικές λειτουργίες (Houlihan *et al.*, 1993; Britz *et al.*, 1997; Azevedo *et al.*, 1998). Για αυτό το λόγο η Θερμοκρασία του νερού είναι μια κινητήρια δύναμη στη ζωή του ψαριού μιας και επηρεάζει μια σειρά βιολογικών λειτουργιών. Η βέλτιστη ανάπτυξη του ψαριού επιτυγχάνεται για κάθε είδος σε μια καθορισμένη κλίμακα θερμοκρασιακού εύρους, σημειώνεται όμως ότι μικρού μεγέθους και χρόνου αλλαγές μπορεί να επηρεάσουν το ψάρι για μικρό χρονικό διάστημα (Gadowaski & Caddell, 1991). Κάθε ψάρι έχει μια ιδανική ανάπτυξη σε μια ιδανική θερμοκρασία και για να το πετύχουν αυτό τα ψάρια μετακινούνται σε πιο κατάλληλες περιοχές και ρυθμίζουν τη σωματική θερμοκρασία τους (Kausar & Salim, 2006). Σε θερμότερα κλίματα τα ψάρια παρουσιάζουν μια μακρύτερη περίοδο ανάπτυξης σε ταχύτερους ρυθμούς, αλλά τείνουν να έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής από πιο κρύα νερά (Kausar & Salim, 2006). Σε υψηλές θερμοκρασίες τα ψάρια έχουν υψηλότερους μεταβολικούς ρυθμούς που οδηγεί σε απαίτηση για περισσότερη τροφή (Kausar & Salim, 2006). Τα ψάρια του γλυκού νερού έχουν μια βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης που κυμαίνεται μεταξύ 25-30°C μέσα στην οποία μεγαλώνουν γρήγορα τροφή (Kausar & Salim, 2006). Για τα ψάρια του θαλασσινού νερού αυτό το εύρος κυμαίνεται, ανάλογα με το είδος, σε υψηλότερη κλίμακα, π.χ. τα Σολομοειδή διαβιούν σε ενδιαιτήματα με θερμοκρασίες νερού που κυμαίνονται από 0–30°C (Jonsson, 2001).

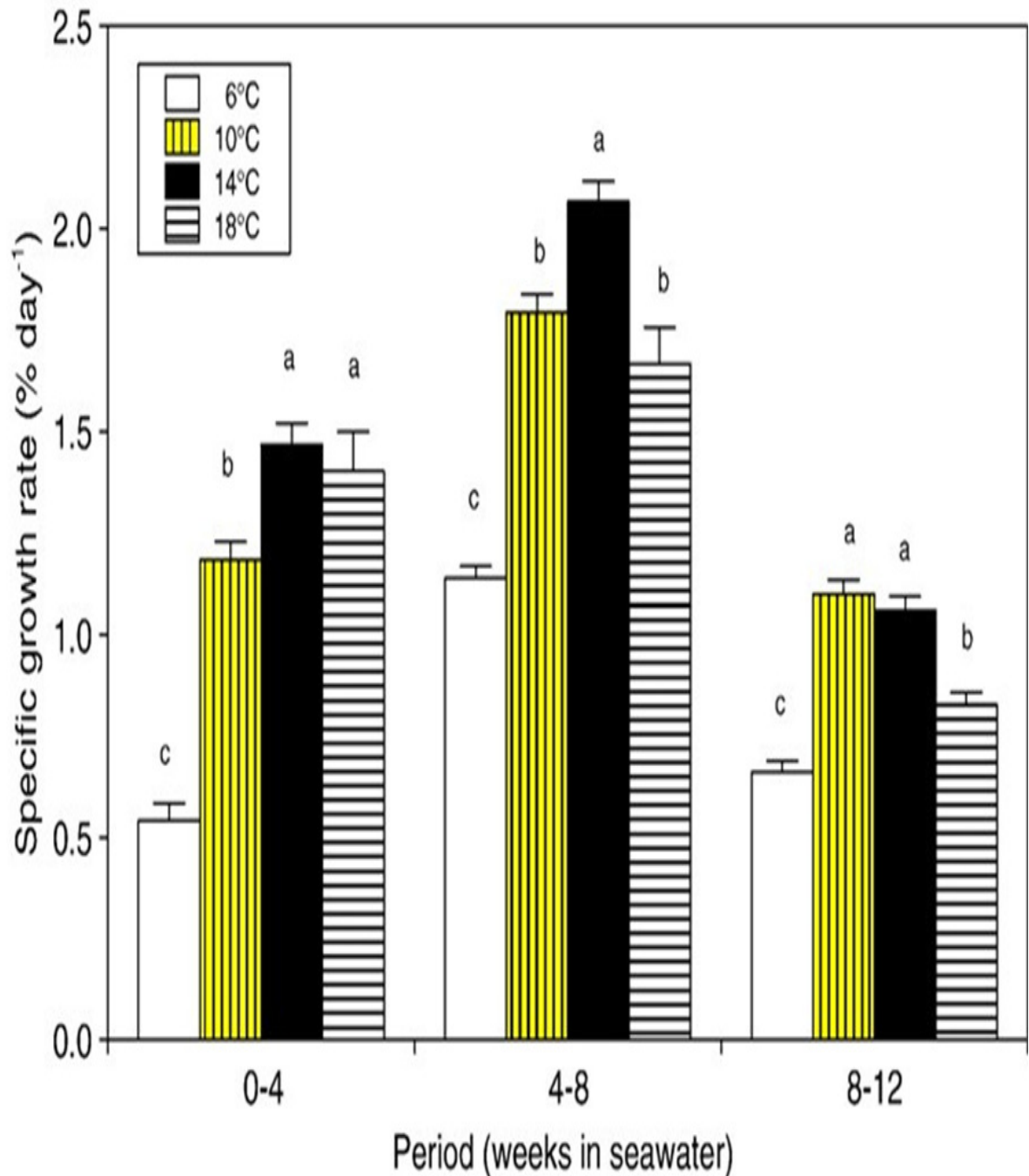
Ανάλογα με το είδος τα ψάρια αυξάνονται με διαφορετικούς ρυθμούς σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Ένα από τα εμπορεύσιμα είδη που απαντώνται και στα Ελληνικά νερά είναι η Πέστροφα. Στην εργασία της Bear (2005) μελετήθηκε η θερμοκρασία για την ανάπτυξη της Πέστροφας. Η αυξανόμενη θερμοκρασία του νερού

επηρέασε την κατανομή, την θνησιμότητα και την ανάπτυξη, ενώ διατήρησε τους πληθυσμούς πέστροφας στα ποτάμια της Βορείου Αμερικής. Σημειώνεται, όμως, ότι οξεία αύξηση θερμοκρασίας μπορούν να είναι βλαβερές ως θανατηφόρες και τέτοιες ακραίες θερμοκρασίες μεταβάλλουν το μεταβολισμό, την ανάπτυξη και της ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις. Οι ακραίες θερμοκρασίες-χαμηλές και υψηλές- που οδηγούν σε επίπεδα θνησιμότητας είναι αποτέλεσμα συνδυασμού θερμοκρασίας και χρόνου έκθεσης σε αυτήν τη θερμοκρασία. Οι φυσιολογικοί μηχανισμοί που προκαλούν θνησιμότητα σε υψηλή θερμοκρασία δεν έχουν πλήρως αξιολογηθεί, ωστόσο φαίνεται να επηρεάζεται η αναπνευστική λειτουργία μέσω της διαλυτότητας του οξυγόνου σε υψηλές θερμοκρασίες και της αδυναμίας να παραχθεί ενέργεια από τις συγκεντρώσεις ηλεκτρολυτών. Τελικά η θνησιμότητα σε υψηλές θερμοκρασίες προέρχεται από οσμωρυθμιστική αδυναμία.

Αντίθετα της αυξανόμενης θερμοκρασίας, μια ήπια μείωση της θερμοκρασίας αποδείχθηκε να οδηγεί σε βέλτιστο ρυθμό ανάπτυξης σε διάφορες εργασίες και είδη. Συγκεκριμένα, στην εργασία του Handeland (2008) τα είδη που βελτιστοποιήθηκε η ανάπτυξη τους με ήπια μείωση θερμοκρασίας ήταν τα *Gadus morhua*, *Pleuronectes platessa*, *Scophthalmus maximus*, *Hippoglossus hippoglossus* και *Anahichas minor*. Πρόσφατα πειράματα με τον Ατλαντικό Σολομόφάνηκε να παρουσιάζουν την βέλτιστη ανάπτυξη σε θερμοκρασίες περίπου 18–19 °C για 4–12 g ψαριού και για 40–60 g βέλτιστη θερμοκρασία 13 °C. Έτσι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι για τα ψάρια, η βέλτιστη θερμοκρασία αύξησης τους είναι συνήθως υψηλότερη από αυτή που υπάρχει στο φυσικό τους πεδίο. Αυτό είναι ένδειξη ότι το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό στην γενική ευημερία του ψαριού στη φύση δεν είναι η μέγιστη ανάπτυξη, αλλά η μέγιστη τροφική εκμετάλλευση, μιας και τα ψάρια πρέπει να ισορροπήσουν παράγοντες όπως

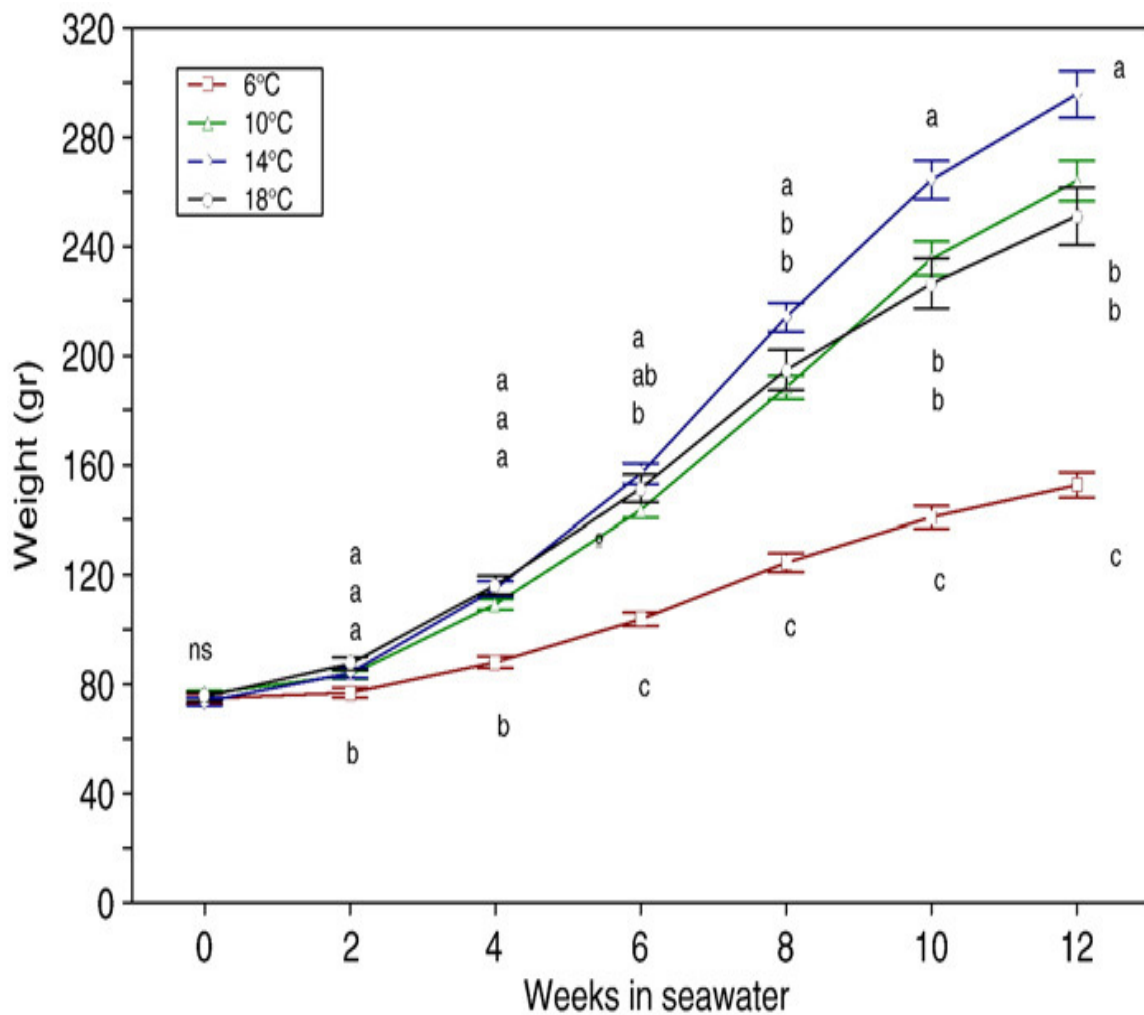
ανάπτυξη, τροφοληψία και διαθεσιμότητα τροφής, αντίσταση στην πείνα και στην αρπαγή από άλλα ψάρια.

Στο σχήμα 3 (Handeland et al., 2008) παρουσιάζονται οι Ειδικοί Ρυθμοί Αύξησης SGR Σολομών που μεγάλωσαν σε τέσσερις θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια πειράματος και τα διαφορετικά γράμματα στις μπάρες δηλώνουν εκφραστικές διαφορές (Student–Newman–Keuls test, $P < 0.05$) μεταξύ των πειραμάτων θερμοκρασίας μέσα στο χρόνο κάθε περιόδου. Μια προσωρινή αύξηση στον ρυθμό αύξησης παρατηρήθηκε σε όλες τις ομάδες μεταξύ των εβδομάδων 0–4 και 4–8 σε θαλασσινό νερό. Επιπλέον, μεταξύ της δεύτερης και τελευταίας περιόδου μια σημαντική μείωση στους ρυθμούς αύξησης φάνηκε στην ομάδα των 14 °C όπου καμία διαφορά σε SGR δεν φάνηκε μεταξύ των ομάδων 10 και 18 °C. Η ελάχιστη ανάπτυξη φάνηκε στην ομάδα των 6 °C και παρατηρείται μια θετική σχέση μεταξύ των ατομικών SGR και γεωμετρικού μέσου βάρους σε όλες τις ομάδες.



Σχήμα 3. Μέσος SGR σε άτομα ιχθυδίων Ατλαντικού Σολομού που εκτράφηκαν σε τέσσερις θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια πείραματος. Κάθετα είναι οι τιμές SE. Διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις σημαντικές διαφορές (Student–Newman–Keuls test, $p < 0.05$) μεταξύ πειράματα θερμοκρασίας μέσα στην χρονική περίοδο σε ημέρες. (Handeland et al., 2008).

Στο σχήμα 4 (Handeland et al., 2008) παρακάτω, φαίνεται το μέσο βάρος του Σολομού μεταφερόμενο σε θαλασσινό νερό σε σχέση με το χρόνο. Από το σχήμα συμπεραίνουμε ότι υπήρξαν σημαντικές διαφορές σε μέσα βάρη μεταξύ των δοκιμών του πειράματος με την ομάδα των 14 °C να έχει το υψηλότερο μέσον βάρος από την εβδομάδα 8 και μετά. Αντίθετα, καμία διαφορά δεν καταγράφηκε σε μέσον Βάρος μεταξύ των ομάδων 10 και 18 °C, όπου η ομάδα των 6 °C έδειξε ένα μέσον Βάρος σημαντικά λιγότερο από την Εβδομάδα 2 και μετά.



Σχήμα 4 (Handeland et al., 2008). Το μέσο βάρος του Σολομού μεταφερόμενο σε

θαλασσινό νερό σε σχέση με το χρόνο. Το πρώτο σημείο (week 0) αναφέρεται στο γκρούπ του γλυκού ύδατος (control). Τα διαφορετικά γράμματα υποδεικνύουν σημαντικές αλλαγές (Student–Newman–Keuls, pb0.05) μεταξύ των γκρούπ της θερμοκρασίας την ίδια στιγμή με την δειγματοληψία.

Τον κυριότερο ρόλο ενδογενώς του ψαριού στην αύξηση του έχουν οι γενετικοί παράγοντες, δηλαδή το γενετικό υλικό. Οι γενετικοί παράγοντες επηρεάζουν μαζί με την αύξηση και όλες τις βιολογικές και οικολογικές λειτουργίες και δραστηριότητες του ψαριού (Shimeno *et al.*, 1997; Reinecke, 2005; Navarro *et al.*, 2009). Μια πιο γενική εικόνα αυτού του παράγοντα αύξησης δίνει ο Navarro (2009) σε εργασία σχετικά με την αλληλεπίδραση κληρονομικότητας και γενετικών χαρακτηριστικών στην ανάπτυξη της τσιπούρας (*Sparus auratus* L.). Σε αυτή τη μελέτη οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι ο τρόπος αναπαραγωγής της Τσιπούρας σε συνθήκες αιχμαλωσίας έχει ένα πλεονέκτημα από άποψη γενετικής επειδή οι κοινοί εξωτερικοί παράγοντες μειώνουν την επίδραση τους στους γεννήτορες και έτσι αυξάνεται η ακρίβεια των γενετικών παραμέτρων, κάτι που υποστηρίζει και εργασία του Herbinger (1999). Παράλληλα όμως, εμποδίζει τη γνώση της γενεαλογίας του ψαριού υπό συνθήκες καλλιέργειας, το οποίο είναι εξαιρετικά απαραίτητο στην εκτίμηση των γενετικών παραμέτρων και την εισαγωγή του ψαριού σε προγράμματα διαλογής. Τα αποτελέσματα της εργασίας του Navarro (2009) έδειξαν ότι, όσον αφορά τη γενοτυπική ανάθεση, υπήρξε 100% επιτυχία με το RimA, χρησιμοποιώντας την μέθοδο αποκλεισμού με ένα ανεχτό λάθος. Αφού επανεξετάστηκαν οι γενότυποι, όλα τα λάθη προσδιορίστηκαν ως μηδέν αλληλόμορφα. Μόνο 28 ψάρια, 17 αρσενικά και 11 αρσενικά, από τους 66 γεννήτορες συμβάλλαν στην ωτοκία. Ένα σύνολο 89 «οικογενειών» ήταν παρόντα μέσα στο δείγμα 867 ψαριών με μέσο όρο 9.7 απογόνων

ανά οικογένεια. Στη διάρκεια 130 ημερών του πειράματος τα ψάρια έδειξαν ίδιες τιμές βάρους σώματος, Μεσοουραίου μήκους και Παράγοντα Κατάστασης. Ο Πίνακας 1 (Navarro, 2009) απεικονίζει αυτές τις μεταβλητές στις 130, 165 και 330 μέρες για τους γεννήτορες του πειράματος.

Πίνακας 1 (Navarro, 2009) Βάρος σώματος, Μεσοουραίο Μήκος, Παράγοντας Κατάστασης σε διαφορετικές ηλικίες για την Τσιπούρα.

Age (days post-hatching)	Body weight (g)	Fork length (cm)	Condition factor (g cm^{-3})
130	4.8±1.1	6.6±0.5	1.6±0.1
165	20.7±4.3	10.4±0.9	1.8±0.1
330	188.1±31.0	20.5±1.0	2.2±0.2

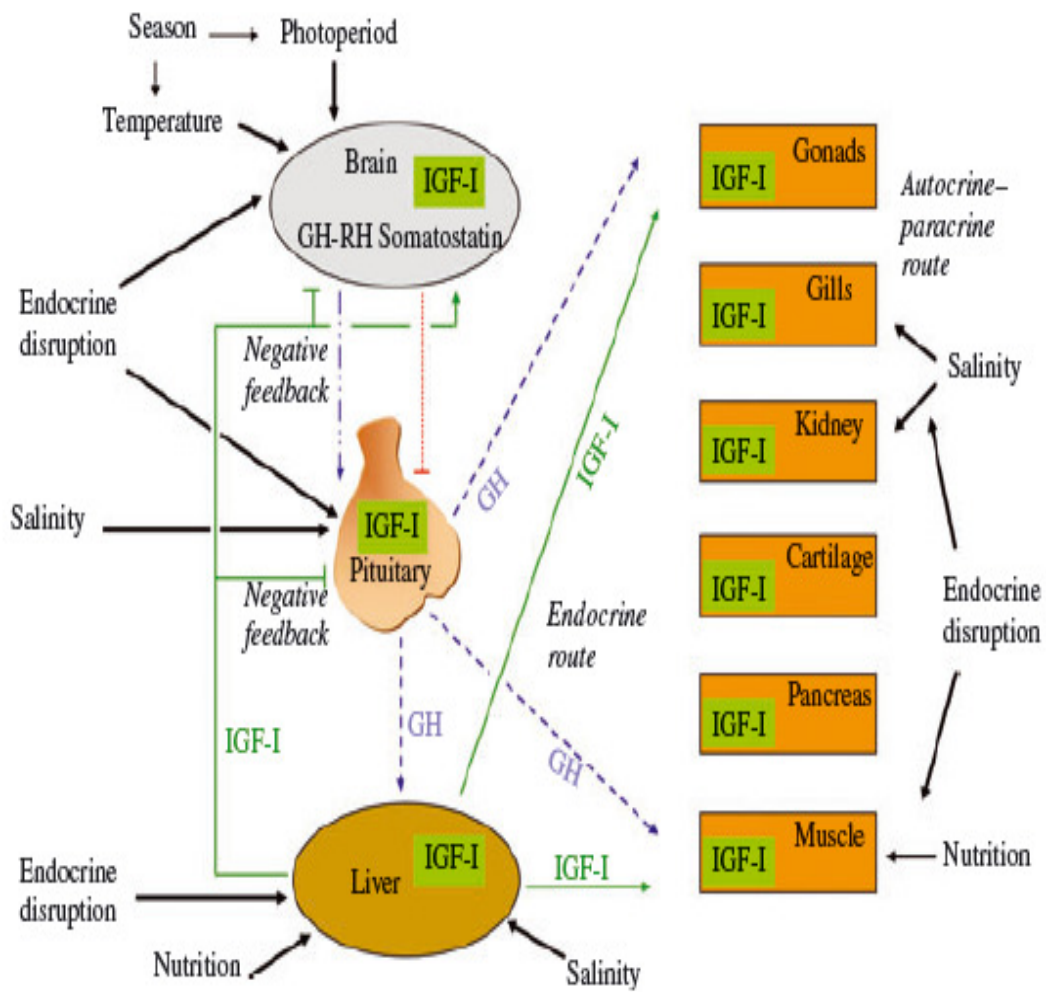
Στον Πίνακα 2 (Navarro, 2009) παρακάτω φαίνονται οι Γενετικές και Φαινοτυπικές συσχετίσεις ανάμεσα στα χαρακτηριστικά της Ανάπτυξης και Κληρονομικότητας. Για τις κληρονομικότητες οι εκτιμήσεις κυμάνθηκαν από 0.28 σε 0.34 για βάρος, από 0.27 σε 0.35 για μήκος, από 0.05 σε 0.13 για δείκτη κατάστασης και από 0.12 σε 0.31 για κληρονομικά χαρακτηριστικά. Όπως περιμέναν οι συσχετίσεις μεταξύ βάρους και μήκους ήταν κοντά στο ένα σε κάθε ηλικία, από 0.96 σε 0.99 για γενετικές συσχετίσεις και μεταξύ 0.87 και 0.93 για φαινοτυπικές συσχετίσεις. Συσχετίσεις σε δύο συνεχόμενες ηλικίες ήταν επίσης υψηλές αλλά μειώθηκαν με την αυξανόμενη διαφορά ηλικίας. Κατά μέσο όρο οι φαινοτυπικές

συσχετίσεις ήταν υψηλότερες από τις γενετικές. Όσον αφορά το Συντελεστή Κατάστασης φαινοτυπικές και γενετικές συσχετίσεις επίσης μειώθηκαν με το χρόνο (ηλικία), όμως οι φαινοτυπικές συσχετίσεις ήταν χαμηλότερες από τις γενετικές συσχετίσεις.

Πίνακας 2 (Navarro, 2009). Βάρος Σώματος, Μεσουραίο Μήκος, Παράγοντας Κατάστασης και σκελετικά χαρακτηριστικά για τη τσιπούρα στην συγκομιδή (509 μέρες ηλικίας) σε κάθε εγκατάσταση και γενετική συσχέτιση μεταξύ των εγκαταστάσεων για κάθε χαρακτηριστικό.

Trait	ICCM	PLV2001	Genetic correlations
Body weight (g)	365.4±62.4	485.6±80.3	0.70±0.10
Fork length (cm)	25.4±1.3	27.7±1.6	0.70±0.12
Condition factor (g cm ⁻³)	2.2±0.2	2.3±0.1	0.99±0.13
Gutted body weight (g)	329.3±49.2	438.8±72.9	0.90±0.16
Fillet weight (g)	124.6±22.1	172.8±29.1	0.94±0.19
Dressing percentage (%)	93.0±1.4	90.4±1.5	0.90±0.18
Fillet percentage (%)	35.1±3.1	35.7±2.6	0.99±0.05

Στην εργασία του Reinecke (2010) παρουσιάζεται ο ενδοκρινής έλεγχος για την ανάπτυξη των ψαριών. Αναφέρεται σε αυτήν την έρευνα ότι η Διαφοροποίηση, Ανάπτυξη, και αναπαραγωγή των ψαριών ρυθμίζονται από την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών παραγόντων όπως η διαθεσιμότητα τροφής, η θερμοκρασία και η εποχή μαζί με τα ενδογενή νευροενδοκρινή, ενδοκρινή και αυτοκρινή - παρακρινή σήματα. Καθώς ο φυσιολογικός ρόλος του IGF-II (Insulin-like growth factor 2) ακόμα παραμένει αρκετά αινιγματική, αποδεικνύεται να είναι συστατικό κλειδί αυτού του περίπλοκου συστήματος. Ο IGF-I κυρίως παράγεται στο ήπαρ, το οποίο είναι η κυρίαρχη πηγή του ενδοκρινούς IGF-I. Η κύρια διέγερση για την σύνθεση του ηπατικού IGF-I και της διάχυσης στο κυκλοφορικό σύστημα είναι η αυξητική ορμόνη (GH) από την πρόσθια υπόφυση. Η IGF-I, με τη σειρά της, ειδικά αναστέλλει το γονίδιο GH και η IGF-I δεν υπάρχει μόνο στο ήπαρ αλλά και σε άλλα όργανα όπου μάλλον λειτουργεί σε ένα αυτοκρινή/ παρακρινή τρόπο. Η φυσιολογική συνέπεια του συστήματος IGF στην ανάπτυξη των ψαριών στρεσάρεται από πρόσφατα πειράματα να χρησιμοποιήσουμε την ποσοτικοποίηση των IGF-I mRNA στο ήπαρ ή την συγκέντρωση της κυκλοφορίας (liver-derived, endocrine). Ο IGF-I πρέπει να χρησιμοποιηθεί σαν ένα αποτελεσματικό εργαλείο για να αποτιμήσουμε την ανάπτυξη γρήγορα (Taylor *et al.*, 2005; Vera Cruz *et al.*, 2006; Luckenbach *et al.*, 2007). Επιπλέον υπογραμμίζεται από την παρατήρηση ότι στην Τιλάπια (*Oreochromis niloticus* L.) τα ηπατικά IGF-I mRNA επίπεδα ήταν σημαντικά σχετιζόμενα με την ανάπτυξη των ψαριών υπό διαφορετικό τάισμα και θερμοκρασιακές δοκιμές (Vera Cruz *et al.*, 2006). Αυτό το μοντέλο φαίνεται στο Σχήμα 5 παρακάτω.



Σχήμα 5. Reinecke, 2010). Σχηματικό Διάγραμμα απο το GH-IGF-I σύστημα των ψαριών. Η έκχυση της αυξητικής ορμόνης απο τον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης παράγει την αυξητική ορμόνη GH-RH η οποία μειώνεται απο την σωματοστατίνη του υποθαλάμου. Η GH ελευθερώνεται από πρόσθιο λοβό μέσω της υποδοχής της και παράγεται σύνθεση της GH-R που είναι ο παράγοντας αύξησης της ορμόνης Ινσουλίνης που παράγεται στο ήπαρ IGF-I και μεταφέρεται στο αίμα με την κυκλοφορία του.

Στην εργασία του Pelletier (1995) προσεγγίζεται με λεπτομέρεια η απάντηση του ερωτήματος πώς θα έπρεπε οι δραστηριότητες των ενζύμων να χρησιμοποιούνται στις μελέτες ανάπτυξης των ψαριών και δίνει αναλυτικά το ρόλο των ενζύμων στην ανάπτυξη του ψαριού. Αναλυτικά, οι ερευνητές μελετούν τα ψάρια στην φυσικά τους ενδιαιτήματα υπολογίζοντας τον ρυθμό ανάπτυξης χρησιμοποιώντας τη δομή του σκελετού αλλά αυτές οι μέθοδοι δεν μπορούν να υπολογίσουν τις βραχυπρόθεσμες αλλαγές στον ρυθμό ανάπτυξης. Μια στενή σύνδεση μεταξύ της δραστηριότητας κάποιων από τα ένζυμα του ενεργειακού μεταβολισμού και της τροφικής διαθεσιμότητας έχουν φανεί για αρκετά είδη ψαριών (Sullivan & Somero, 1983; Kiessling *et al.* 1989; Yang & Somero, 1993). Δεδομένης της στενής σχέσης μεταξύ πρόσληψης τροφής και ρυθμού ανάπτυξης, η δραστηριότητα αυτών των ενζύμων είναι πιθανό να συσχετίζεται με τους ρυθμούς αύξησης. Έχει επίσης αποδειχθεί μια ισχυρά θετική συσχέτιση μεταξύ ρυθμού αύξησης και δραστηριότητας των γλυκολυτικών ενζύμων σε λευκούς μύες του Ατλαντικού Μπακαλιάρου *Gadus morhua*. Οι δραστηριότητες δύο μιτοχονδριακών ενζύμων του λευκού μυ, επίσης απεικόνισαν ρυθμούς αύξησης σε δύο είδη, τον Μπακαλιάρο Ατλαντικού και Μαύρο Μπακαλιάρο (*Pollachius virens*). Αυτές οι μελέτες δεν εξέτασαν αν αλλαγές σε δραστηριότητες ενζύμων ήταν συγκεκριμένες αντιδράσεις των ενζύμων ή μέρος μιας γενικής αντίδρασης πρωτεϊνών σε αλλαγές ρυθμού αύξησης. Τα ένζυμα και οι πρωτεΐνες και η πρωτεϊνική συγκέντρωση στον μυ είναι στενά συνδεδεμένα με την ποσότητα της καταναλωμένης τροφής και του ρυθμού αύξησης. Τα αποτελέσματα τη εργασίας έδειξαν ότι οι σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων των γλυκολυτικών ενζύμων σε λευκούς μύες και ο ρυθμός ανάπτυξης είναι πιο συνεχείς σε σχέση με αυτές που βρέθηκαν στα δύο μιτοχονδριακά ένζυμα. Οι αυξήσεις δραστηριοτήτων σε PK (pyruvate kinase) και LDH (lactate dehydrogenase) με τον ρυθμό αύξησης παρέχουν

μεγαλύτερη στήριξη για προηγούμενες υποθέσεις ότι η συσχέτιση μεταξύ γλυκολυτικών ενζύμων και ρυθμού ανάπτυξης μπορεί να βελτιώνει την κολυμβητική ικανότητα όταν η τροφή είναι διαθέσιμη. Τα επίπεδα των μιτοχονδριακών ενζύμων αντίθετα, δεν αυξήθηκαν σταθερά και συνεχόμενα με τον ρυθμό αύξησης μιας και μόνο η δραστηριότητα CS (citrate synthase) ήταν θετικά συσχετισμένη με τον ρυθμό αύξησης. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3 (Pelletier, 1995). Οι εξισώσεις παλινδρόμησης των ενζυμικών δραστηριοτήτων σε σχέση με τον ρυθμό αύξησης του Ατλαντικού Μπακαλιάρου.

Enzyme	Activity (units g ⁻¹ wet mass)			Activity (units g ⁻¹ dry mass)			Activity (units g ⁻¹ protein)			Activity (units μg ⁻¹ DNA)		
	Equation	r ²	P	Equation	r ²	P	Equation	r ²	P	Equation	r ²	P
PK	y=34.6x+31.4	0.45	<0.001	y=1.79x+1.43	0.33	<0.001	y=0.23x+0.29	0.37	<0.001	y=24.3x+13.2	0.51	<0.001
LDH	y=138.1x+89.6	0.51	<0.001	y=5.07x+6.30	0.44	<0.001	y=1.06x+0.81	0.42	<0.001	y=85.6x+37.7	0.59	<0.001
CS	y=0.57x+1.10	0.18	<0.02	-	0.09	NS	-	0.07	NS	y=0.59x+0.44	0.47	<0.001
CCO	-	0.00	NS	-	0.03	NS	-	0.03	NS	-	0.10	NS

PK, pyruvate kinase; LDH, lactate dehydrogenase; CS, citrate synthase; CCO, cytochrome c oxidase.

y, enzyme activity; x, growth rate (% body mass per day).

NS, not significant.

Στην συγκεκριμένη εργασία η περιεκτικότητα της σάρκας σε νερό και πρωτεΐνη του λευκού μυϊκού ιστού του Μπακαλιάρου επηρεάστηκαν από τον ρυθμό αύξησης. Η πρωτεϊνική συγκέντρωση αυξήθηκε ελάχιστα με τον ρυθμό αύξησης, καθώς ο ρυθμός πρωτεΐνης/DNA (ένας δείκτης του μεγέθους κυττάρου του Foster *et al.* 1993) αυξήθηκε αρκετά, το οποίο σημαίνει ότι το μέγεθος των κυττάρων του μυός αυξήθηκε στο αναπτυσσόμενο ψάρι. Δεδομένης της αντίστροφης σχέσης μεταξύ μεγέθους κυττάρου και συγκέντρωσης DNA στον αναπτυσσόμενο μπακαλιάρο οι ενζυμικές δραστηριότητες, κυρίως του CS, φανερά δείχνουν δυνατότερες σχέσεις με τους ρυθμούς ανάπτυξης όταν εκφράζονται ανά μικρογραμμάρια DNA. Αυτή η μελέτη έδειξε ότι τα επίπεδα του μυός του Μπακαλιάρου σε γλυκολυτικά ένζυμα συσχετίζονται άμεσα με τους ρυθμούς αύξησης, επειδή η συγκεκριμένη αύξηση σε γλυκολυτικά ένζυμα με την αύξηση επιδρούν ανεξάρτητα του μυϊκού συστατικού πρωτεΐνης. Η συσχέτιση που παρατηρήθηκε στην μελέτη μπορεί να είναι εξαρτημένη από το μέγεθος, επειδή τα ψάρια με υψηλότερους ρυθμούς αύξησης έφθασαν το μέγιστο μέγεθος στο τέλος του πειράματος και άρα πιστεύουν ότι ο ρυθμός αύξησης, παρά το σωματικό μέγεθος, είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας στην ερμηνεία των αλλαγών σε δραστηριότητες γλυκολυτικών ενζύμων.

2. Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση φιλετοποίησης των ψαριών

Η φιλετοποίηση αποτελεί μια διαδικασία σημαντική στην επεξεργασία των αλιευμάτων και ιχθυρών επειδή είναι προσοδοφόρα. Ακόμα και μικρές διαφορές στις αποδόσεις έχουν μια αξιοσημείωτη οικονομική επίδραση για τις εταιρίες μεταποίησης ψαριού (Rora *et al.* 2001) μιας και το φιλέτο αποτελεί το πιο πολύτιμο μέρος του προϊόντος. Για παράδειγμα για την παραγωγή Γαλλικής πέστροφας, η αξία του φιλέτου είναι τρεις φορές η αξία ολόκληρου του ψαριού, έτσι η αύξηση πέντε μονάδων της απόδοσης του φιλέτου σημαίνει μια αύξηση 15% σε μορφή αυξητικής αξίας (FAO, 2008). Στην βιβλιογραφία συναντώνται διάφοροι μέθοδοι φιλετοποίησης και κυρίως προσδιορισμός της Απόδοσης φιλετοποίησης. Σε αυτή την εργασία η απόδοση φιλετοποίησης (ΑΦ) θα αναλυθεί βιβλιογραφικά ώστε να μελετηθούν οι παράγοντες που την επηρεάζουν.

Η απόδοση φιλετοποίησης (ΑΦ) και οι παράγοντες που την επηρεάζουν στην ιριδίζουσα Πέστροφα μελετήθηκαν στην εργασία του Δελλή (2011). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εργασίας σε καπνιστήριο πέστροφας με μεθόδους καπνίσματος αναλύθηκαν οι παράγοντες και διαχωρίστηκαν σε περιβαλλοντικούς και γενετικούς. Συγκεκριμένα, η απόδοση της διαδικασίας καπνίσματος φάνηκε να επηρεάζεται από σωματομετρικές παραμέτρους αλλά και από την ίδια την διαδικασία της επεξεργασίας του καπνίσματος με αποτέλεσμα μια μεγάλη απώλεια σε βάρος. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως κατά την διάρκεια της επεξεργασίας της ιριδίζουσας πέστροφας, υπάρχουν διάφορες απώλειες σε βάρος. Συνολικά αυτές οι απώλειες κυμαίνονται μεταξύ 42 και 47% με αποτέλεσμα η βέλτιστη απόδοση φιλετοποίησης σε αυτό το στάδιο να είναι 58,01%, ενώ στο επόμενο στάδιο της διαδικασίας του καπνίσματος

εμφανίζεται ακόμα μικρότερη απόδοση με ποσοστά που κυμαίνονται μεταξύ 34,4 και 37,3% . Επιπρόσθετα παρουσιάστηκε μια εποχιακή διακύμανση της ΑΦ όπου μικρότερες τιμές παρουσιάστηκαν την άνοιξη και μεγαλύτερες τιμές απόδοσης τον χειμώνα. Σε αυτή την εποχιακή διαφορά φαίνεται να συνέβαλε και το βάρος της κεφαλής το οποίο και παρουσίασε μια αντίστροφη μείωση παράλληλα με την εποχιακή αύξηση της ΑΦ όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 4:

Πίνακας 4. Εποχιακή διακύμανση της απόδοση φιλετοποίησης (μέση τιμή \square τυπική απόκλιση) της ιρ. Πέστροφας στην Ήπειρο. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών εποχών (Δελλής, 2011).

	Απόδοση Φιλετοποίησης (νωπό)	Απόδοση φιλετοποίησης (καπνιστό φιλέτο)	Ποσοστό % Βάρους κεφαλής
Άνοιξη	53,23 (2,54)	34,43 (1,93)	17,67 (2,05)
Καλοκαίρι	55,34 (1,71)	36,56 (1,00)	16,67 (1,49)
Χειμώνας	58,01 (1,26)	37,30 (1,37)	16,25 (0,98)
X ² test	NS, P>0.05	NS, P>0,05	N

Το γενετικό υλικό (Kause et al., 2007) αλλά και η ποιότητα και ποσότητα της τροφής (Quillet et al., 2005), έχουν συχνά αναδειχθεί ως σημαντικοί παράγοντες για την ΑΦ της εκτρεφόμενης πέστροφας. Έχουν συχνά παρατηρηθεί διαφορές στην ΑΦ μεταξύ διαφορετικών ειδών ιχθύων και περιβαλλοντικών συνθηκών (Bauer & Scholtz, 2009, Costa et al., 2010). Αυτές οι διαφορές καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από βιολογικούς-γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Για παράδειγμα, το λαβράκι παρουσιάζει μια μορφολογική διαφοροποίηση ανάλογα με το γενετικό υλικό και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Costa et al. 2010) ενώ η Πέστροφα παρουσιάζει παρόμοια διαφοροποίηση ανάλογα με τις συνθήκες εκτροφής (Quillet et al., 2005). Επίσης σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση φιλετοποίησης είναι η ανάπτυξη των γονάδων και η συγκέντρωση περιπλαχνικού λίπους στα εκτρεφόμενα ψάρια που επηρεάζουν αρνητικά την ΑΦ (Δελλής, 2011). Οι γενετικοί παράγοντες μελετήθηκαν κυρίως στις εργασίες του Rutten (2005), όπου τα αποτελέσματα δείχνουν ότι στην ΑΦ οι γενετικοί παράγοντες επηρεάζουν λόγω μιας μικρής αλλά ικανής κληρονομικότητας. Συγκεκριμένα, μελέτη στην εργασία του Rutten στο ψάρι Τιλάπια, Η γενετική συσχέτιση μεταξύ Βάρους σώματος και Βάρους Φιλλέτου ήταν 0,99 και μεταξύ Βάρους σώματος και ΑΦ ήταν 0,74. Η γενετική συσχέτιση μεταξύ Βάρους Φιλλέτου και ΑΦ ήταν 0,81. Οι γενετικές συσχετίσεις μεταξύ Βάρους φιλλέτου και σωματικών μετρήσεων (αλλομέτρηση) ήταν 0,89 για μήκος, 0,70 για μήκος κεφαλής, 0,94 για πλάτος και 0,91 για συσχετιζόμενο μήκος. Οι γενετικές συσχετίσεις μεταξύ ΑΦ και σωματικών μετρήσεων ήταν 0,62 για μήκος, 0,47 για μήκος κεφαλής, 0,98 για πλάτος και 0,60 για συσχετιζόμενο μήκος.

Στην εργασία του Bugeon (2010) αναλύθηκαν οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα σάρκας σε ιριδίζουσα πέστροφα με υψηλή και χαμηλή ΑΦ. Στην περίπτωση αυτή, Ιριδίζουσα Πέστροφα με διαφορετικές τιμές ΑΦ δηλαδή, 56 % για χαμηλή απόδοση (ΧΑΦ) και 65% υψηλή απόδοση (ΥΑΦ) εξετάστηκε για μυϊκή οργάνωση και ποιότητα

σάρκας. Και τα δύο γκρουπ είχαν όμοιο βάρος σώματος 3.6 kg σε μέσο όρο, αλλά το ΥΑΦ γκρουπ είχε υψηλότερη απόδοση σε χαρακτηριστικά φιλέτου (+15%). Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας ψαριού για παραγωγή φιλέτου, τα κύρια υπολείμματα είναι τα σπλάχνα (και το περισπλαχνικό λίπος), το κεφάλι, σκελετός, λέπια, πτερύγια και ο υποδερμικός λιπώδης ιστός. Τελικά στην ιριδιζουσα πέστροφα το φαγώσιμο μέρος είναι συνήθως λιγότερο από το μισό ζωντανό βάρος. Μεγάλη ποικιλότητα σε ΑΦ για διαφορετικές φάρμες και εντός των καλλιεργειών έχει καταγραφεί (Rora *et al.* 2001). Για παράδειγμα, μετρήσεις σε 425 σολομούς (*Salmo salar*) δείχνουν ότι η απώλεια λόγω της φιλοποίησης κυμάνθηκε από 30 έως 45% (με 38% μέσον όρο) (Morkore *et al.* 2001). Ποσοτικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν στο φιλέτο σολομών όπως είναι το μέγεθος του ψαριού, ο ρυθμός τροφής (Einen *et al.* 1998, 1999), η σύνθεση της τροφής (Rasmussen, 2001), η γενετική γραμμή (Smith *et al.*, 1988) ή η σεξουαλική ωρίμανση (Paaver *et al.*, 2004). Έτσι αντίθετα με την αλιεία, η ιχθυοκαλλιέργεια όπως οι υπόλοιπες καλλιέργειες, έχει την ευκαιρία να ρυθμίσει κάποια χαρακτηριστικά του ζώου. Η πιθανή βελτιστοποίηση της ΑΦ με γενετική επιλογή έχει πρόσφατα μελετηθεί (Kause *et al.*, 2007; Nguyen *et al.*, 2010).

Στην εργασία του Kause (2007) σε Σολομό καλλιέργειας, υποστηρίζει ότι υπάρχει μια δυσχερής γενετική σχέση μεταξύ υψηλού βάρους σώματος και ποσοστό αυξανόμενου λίπους σώματος σε μια σταθερή ηλικία. Αυτό το γεγονός αναγκάζει τους καλλιεργητές να ρυθμίσουν την απόθεση λιπιδίων με σκοπό να διατηρήσουν την κατάλληλη ποιότητα τελικού προϊόντος. Για αυτό το λόγο εξέτασαν την υπόθεση ότι αυτή η δυσχερής γενετική σχέση μπορεί να μειωθεί όταν τα ψάρια είναι σε στάδια εκτροφής από σχετικά χαμηλή λιπιδική και υψηλή πρωτεϊνική διαίτα. Για να εξετάσουν την υπόθεσή τους, από συνολικά 2931 ιριδιζουσες πέστροφες από 210 οικογένειες εξετράφησαν χρησιμοποιώντας δύο

δίαιτες με μια κανονική πρωτεϊνικά και λιπιδικά και μια άλλη με υψηλή πρωτεΐνη και χαμηλή σε λιπίδια. Όπως υποθέσανε αρχικά, οι φαινοτυπικές και γενετικές συσχετίσεις του ποσοστού μυϊκού και σωματικού λιπιδίου με σωματικού βάρους ήταν πιο ευνοϊκά στην υψηλή δίαιτα από την κανονική. Οι συσχετίσεις κυμάνθηκαν από κοντά στο μηδέν στην υψηλή δίαιτα αλλά από ισχυρά θετική μέχρι κοντά στο μηδέν στην κανονική δίαιτα. Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι εναλλακτική υψηλή πρωτεΐνη, χαμηλή λιπιδική δίαιτα μερικώς αποσυνδέουν την λιπιδική απόθεση από την ανάπτυξη, παρέχοντας περισσότερο ευνοϊκή γενετική αρχιτεκτονική για την ταυτόχρονη γενετική βελτίωση στην ανάπτυξη, σύσταση σώματος και ποιότητα τελικού προϊόντος. Τα αποτελέσματα για το ποσοστό σπλάχνων από το βάρος σώματος είχαν διαφορά από το ποσοστό του μυϊκού και σωματικού λίπους. Φαινοτυπικές και Γενετικές συσχετίσεις μεταξύ ποσοστό σπλάχνων και σωματικού βάρους ήταν αρνητικές ή αδύναμα θετικές χωρίς διαφορές μεταξύ των διαίτων. Οι συσχετίσεις είχαν διαφορά μεταξύ των διαίτων για μυϊκό και σωματικό λίπος αλλά όχι για το σπλαχνικό λίπος εξαιτίας της γενετικής διαφοράς αυτών των χαρακτηριστικών.

Στην εργασία του Nguyen (2010) για 5532 μετρήσεις σφαγής που συλλέχθηκαν για τρεις γενιές από πρόγραμμα επιλογής αυξανόμενου βάρους σώματος σε Τιλάπια (*Oreochromis niloticus*) χρησιμοποιήθηκαν για να εκτιμηθούν οι γενετικοί παράμετροι και οι σχετιζόμενες αποκρίσεις στα χαρακτηριστικά του σώματος (ζωντανό βάρος, μήκος, και πλάτος σώματος) και σκελετού (βάρος φιλέτου και ΑΦ). Εφαρμόστηκε ένα μοντέλο πολλών χαρακτηριστικών που χρησιμοποίησε περιορισμένο μέγιστο αριθμό πιθανοτήτων μέθοδο σε μια ολόκληρη γενιά περιλαμβάνοντας 18970 ψάρια συνολικά. Οι εκτιμήσεις της κληρονομικότητας για τα χαρακτηριστικά σώματος και σκελετού ήταν μέτριου μεγέθους (0.20 to 0.33). Οι αναλογίες ποικιλίας ερμηνευτήκαν από τους μητρικούς και

κοινούς περιβαλλοντικούς παράγοντες ήταν ελάχιστες και κυμάνθηκαν από 4 ως 8% για τα χαρακτηριστικά του σώματος και το βάρος φιλέτου, αλλά ήταν αμελητέα για την ΑΦ. Γενετικές συσχετίσεις ανάμεσα στα σωματικά χαρακτηριστικά ήταν υψηλές (0.78 to 0.95), εκτός μεταξύ των σταθερού μήκους και πλάτους σώματος (0.56). Υψηλές γενετικές συσχετίσεις (0.78 to 0.96) επίσης ελήφθησαν ανάμεσα στα χαρακτηριστικά σώματος και βάρος φιλέτου, όπου συσχετίσεις ανάμεσα σε χαρακτηριστικά σώματος και ΑΦ ήταν γενικά χαμηλές (0.35 to 0.44). Οι γενετικές αλλαγές μετρήθηκαν ως η διαφορά μέσω ελαχίστων τετραγώνων ανάμεσα στην επιλογή και τις γραμμές ρύθμισης. Η συσχετιζόμενη αύξηση σε βάρος φιλέτου ήταν 23% στην τελευταία γενιά και η συσχετιζόμενη απόκριση σε ΑΦ ήταν αμελητέα. Συμπερασματικά, η επιλογή για υψηλή αύξηση σημαντικά αύξησε το βάρος φιλέτου.

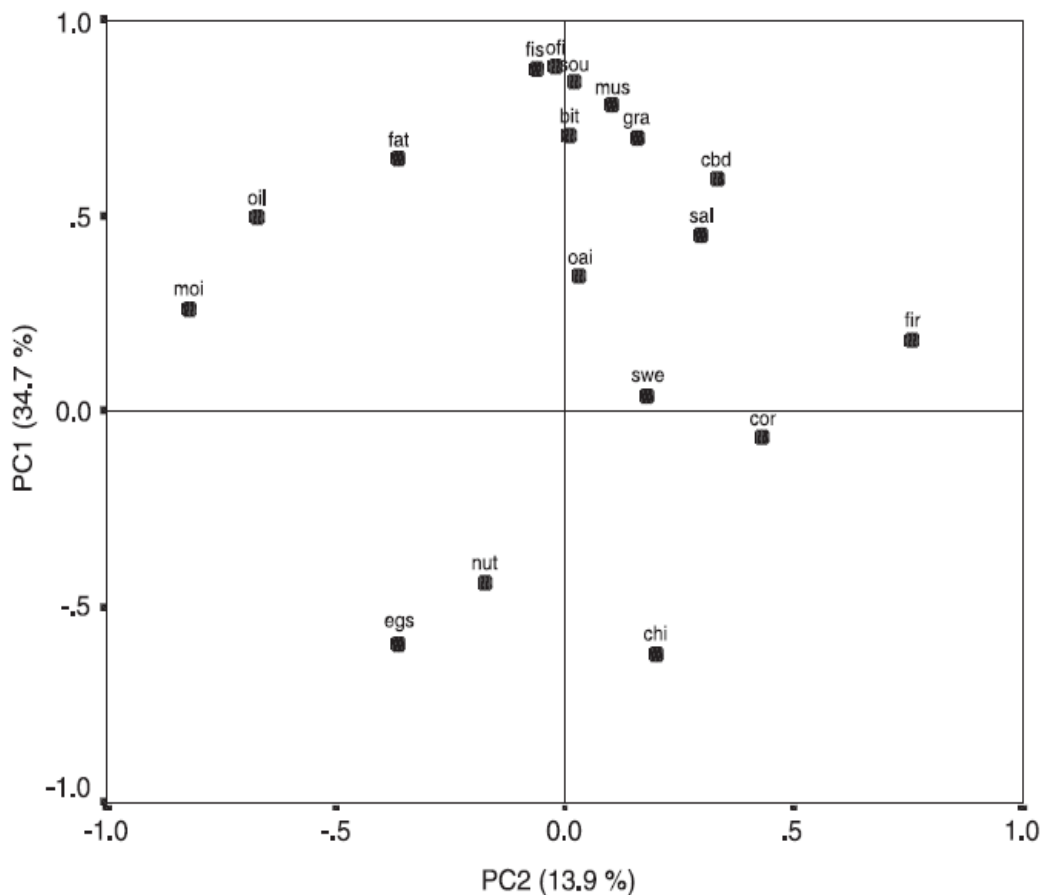
Στην εργασία του Chaiyarechara (2003) ο παράγοντας των οξειδωτικών μέσω αναλύθηκε για την ΑΦ της ιριδίζουσας πέστροφας. Το αντικείμενο του πειράματος ήταν ο καθορισμός των επιδράσεων των κατάλληλων και υψηλών συγκεντρώσεων του διαιτητικού λιπιδίου και αντιοξειδωτικής βιταμίνης Ε στην επίδοση και υγεία του ψαριού και στην ποιότητα παραγωγής φιλέτου. Το πείραμα αποτελούνταν από 10 εβδομάδες δοκιμή με δίαιτες που περιείχαν είτε 15 ή 30 lipid/100 g τροφής, και είτε 300 (e) ή 1500 (E) mg DL-a-tocopheryl acetate/kg τροφής (15e, 15E, 30e, and 30E). Τα ψάρια που ταϊστήκαν με 30% δίαιτες λιπιδίων (lipid diets) είχαν σημαντικά υψηλότερο βάρος σώματος, Ειδικό Ρυθμό Αύξησης (SGR), και Ρυθμού Πρωτεϊνικής Απόδοσης (PER) από τα ψάρια που ταϊστήκαν με 15% δίαιτες λιπιδίων. Όλες οι παράμετροι υγείας του ψαριού που μετρήθηκαν στο πείραμα ήταν εντός των φυσιολογικών τιμών για τα υγιή ψάρια, αν και πολλές παράμετροι επηρεάστηκαν από την αυξανόμενη συγκέντρωση λιπιδικής διαίτας. Η λιπιδική συγκέντρωση στο σώμα του ψαριού (ολόκληρο σώμα, φιλέτα και

σπλάγχνα) αποτύπωσε την λιπιδική συγκέντρωση της διαίτας. Αυξάνοντάς την λιπιδική συγκέντρωση στην τροφή από 15% σε 30% αυξήθηκε η λιπιδική συγκέντρωση του φιλέτου από 8,4 σε 9,6 g lipid/100 g fillet. Οι συγκεντρώσεις Βιταμίνης E στα φιλέτα αποτύπωσε την διαιτική συγκέντρωση Βιταμίνης E και κυμάνθηκε από 8,3 mg/kg (30e) μέχρι 49.1 mg/kg (15E) ($P < 0.05$). Τα ψάρια που ταϊστήκαν με 30% λιπιδική διαίτα είχαν σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση σε malonaldehyde thiobarbituric acid αντιδραστικές ουσίες (TBARS) σε φιλέτα, έναντι στα ψάρια που ταϊστήκαν με 15% λιπιδική διαίτα, και τα ψάρια που ταϊστήκαν με τις “E” δίαιτες είχαν σημαντικά χαμηλότερη συγκέντρωση σε malonaldehyde στα φιλέτα σε σχέση με τα ψάρια ης “e” διαίτας. Η ανάλυση σε κύριες συνιστώσες στα αποτελέσματα της οργανοληπτικής αξιολόγησης έδειξε ότι το 30e φιλέτο είχε υψηλότερα σκορ σε σχέση με άλλες δοκιμές σε έναν άξονα «ψαρικό», ο οποίος είχε υψηλή συσχέτιση με συνολική ένταση γεύσης, και γενικά τα χαρακτηριστικά πικρότητας του φιλέτου. Τα σκορ του «ψαρικού» άξονα των 30E φιλέτων ήταν χαμηλότερα από αυτά των 30e φιλέτων και ήταν συγκρίσιμες με αυτές των 15e φιλέτων. Αυτά τα αποτελέσματα σημαίνουν ότι αυξάνοντας την συγκέντρωση της βιταμίνης E στην τροφή από 300 σε 1500 mg/kg μειώνεται η μυρωδιά του ψαριού στα φιλέτα της πέστροφας σε 30% λιπιδικής διαίτας. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 5 και στο Σχήμα 6 από κάτω:

Πίνακας 5. (Chaiyaprechara, 2003). Σύσταση Φιλέτου και συγκέντρωση Βιταμίνης E.

	Diet ¹ (g/100 g)					Two-way ANOVA ²		
	15e	15E	30e	30E	Commercial	Lipid	Vitamin E	Lipid × vitamin E
Moisture	71.8 ± 0.6	71.2 ± 1.1	70.9 ± 0.5	71.2 ± 0.8	71.3 ± 1.3	NS	NS	NS
Lipid	8.0 ± 0.3	8.7 ± 1.4	9.7 ± 0.5	9.5 ± 1.3	8.8 ± 1.4	<i>P</i> < 0.05	NS	NS
Protein	19.3 ± 0.4	19.2 ± 0.3	18.4 ± 0.4	18.4 ± 0.7	18.7 ± 0.6	<i>P</i> < 0.01	NS	NS
Ash	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.1	NS	NS	NS
Vitamin E (mg/kg fillet)	13.9 ± 3.6 ^{ab}	49.1 ± 24.5 ^b	8.3 ± 3.1 ^a	30.7 ± 7.0 ^{ab}	30.5 ± 29.5 ^{ab}	NS	<i>P</i> < 0.01	NS
Vitamin E (mg/kg lipid)	173.6 ± 42 ^{ab}	604.7 ± 358 ^b	85.0 ± 31 ^a	335.2 ± 133 ^{ab}	319.5 ± 251 ^{ab}	NS	<i>P</i> < 0.01	NS

Values in the same row that are not followed by the same superscript letter (a, b) are significantly different (*P* < 0.05) by one-way ANOVA and Tukey's comparison test.



Σχήμα 6. (Chaiyapechara, 2003). Συσχέτιση των 18 χαρακτηριστικών σε άξονες με κύριες συνιστώσες για οργανοληπτική αξιολόγηση των φιλέτων ιριδιζουσας πέστροφας.

Στην εργασία του Cibert (1999) η σχέση μεταξύ σωματικής μορφολογίας και απόδοσης Φιλετοποίησης μελετήθηκε χρησιμοποιώντας μεθοδολογία μελέτης και ανάλυσης εικόνων Κυπρίνου και συγκεκριμένα αναλύοντας την πλευρική επιφάνεια. Σύμφωνα με τη μέθοδο που ακολούθησαν ψηφιακές φωτογραφίες αποτυπώθηκαν και στη συνέχεια μετρήθηκε η ΑΦ. Κατόπιν πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των φωτογραφιών και υπολογίστηκαν η μορφολογικές παράμετροι ενώ συλλέχθηκαν οι

μετρήσεις με τον παραδοσιακό-συμβατό τρόπο. Στο παρακάτω Σχήμα 7 φαίνονται δείγματα από εικόνες που μελετήθηκαν:

Από την ανάλυση των μορφομετρικών πληροφοριών και των υπολοίπων χαρακτηριστικών μπορούμε να προτείνουμε ένα κερδοφόρο μορφότυπο Κυπρίνου ο οποίος ορίζεται από τις τέσσερις γωνίες και δύο αποστάσεις, οι οποίες ποσοτικοποιούν τα σχήμα της κεφαλής και τη θέση του ουραίου πτερυγίου αντίστοιχα. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτού του μορφότυπου είναι έλλειψη μιας μεγάλης ραχιαίας ανάπτυξης και της κοιλιακής θέσης του ουραίου πτερυγίου. Η απόδοση φιλετοποίησης από τα αποτελέσματα φαίνεται να μην εξαρτάται άμεσα από το βάρος ή το φύλο των ψαριών. Ένας έμμεσος παράγοντας που επιδρά στην ΑΦ είναι η επίδοση του ατόμου που παρασκευάζει το φιλέτο, γενικότερα όμως το βάρος συσχετίζεται με το βάρος της σάρκας που παραμένει στο κόκκαλο μετά την φιλετοποίηση και έτσι δεν επηρεάζεται σημαντικά από το άτομο. Στα αποτελέσματα φαίνεται ότι τα πιο βαριά ψάρια χαρακτηρίζονται από μια πιο σημαντική κοιλιακή ανάπτυξη, αλλά δεν επιδρά στην αύξηση της ΑΦ. Τα αποτελέσματα προτείνουν ότι οι Ευρωπαϊκές αρχές για την φιλετοποίηση δεν είναι βέλτιστες και μια προσέγγιση με την μέθοδο που ακολουθήθηκε θα υποβοηθούσε την ΑΦ.

Μια σημαντική παράμετρος είναι η Αλλομετρική Άύξηση και πως επηρεάζει την ΑΦ. Με τον όρο αλλομετρική αύξηση εννοούμε το κανονικό και συστηματικό πρότυπο αύξησης, έτσι ώστε το μέγεθος του ψαριού να μπορεί να εκφραστεί σε σχέση με την αλλομετρική εξίσωση: $\Psi = \beta \cdot X^a$, όπου Ψ είναι η μάζα του οργάνου, X είναι η μάζα του οργανισμού, a είναι ο συντελεστής αύξησης του οργάνου και β είναι μια σταθερά (Karachle & Stergiou, 2012). Από την βιβλιογραφία φάνηκε ότι η Αλλομετρική αύξηση

δηλαδή η αύξηση του μεγέθους του ψαριού επηρεάζει την ΑΦ και αυτό ήταν έκδηλο στην εργασία του Cibert (1999) όπου αναφέρεται ότι οι Κυπρίνοι και γενικά τα ψάρια που έχουν στρογγυλοεπίπεδο σχήμα (streamlined) χαρακτηρίζονται από τις υψηλότερες ΑΦ και γιαυτό προτείνεται οι Κυπρίνοι να επιλέγονται εξαιτίας των αλλομετρικών χαρακτηριστικών εάν η μορφολογία και η ΑΦ είναι ποσοτικοποιημένες σωστά.

Η Αλλομετρική και Μορφομετρική ανάπτυξη και πώς επηρεάζει την ΑΦ έχει μελετηθεί στην εργασία του Dos Santos (2004) την Τιλάπια (*Oreochromis niloticus*), ένα είδος ψαριού που ο κυριότερος λόγος καλλιέργειας του είναι η φιλετοποίηση. Σε αυτήν την έρευνα μελετήθηκε η μορφομετρική και αλλομετρική ανάπτυξη και μετρήθηκε η απόδοση της φιλετοποίησης. Το πείραμα μέτρησε διαφορετικά μορφομετρικά χαρακτηριστικά του σώματος και της σάρκας τις τιλάπιας και ξεχώρισε τα ψάρια με κυλινδρικό σχήμα και τα υπόλοιπα σε διαφορετικές δεξαμενές. Η μορφομετρική αύξηση στο τέλος του πειράματος έδειξε πως οι Τιλάπιες που είχαν ένα κυλινδρικό σχήμα (streamlined) παρουσίασαν υψηλής απόδοσης φιλετοποίηση σε σχέση με τα υπόλοιπα ψάρια.

8. Συζήτηση και Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, από την βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι χρήσιμο να διαχωρίσουμε τους παράγοντες αύξησης του ψαριού και Απόδοσης Φιλετοποίησης σε δύο κατηγορίες, Ενδογενείς και Εξωγενείς Παράγοντες που επηρεάζουν τον ρυθμό αύξησης και απόδοσης.

1. Παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση του ψαριού

Ενδογενείς και Εξωγενείς Παράγοντες που επηρεάζουν τον ρυθμό αύξησης του σώματος του ψαριού, διαχωρίζονται έτσι από την μελέτη της βιβλιογραφία ανάλογα με το πεδίο δράσης τους, εσωτερικά ή εξωτερικά του ψαριού.

A. Ενδογενείς Παράγοντες (Παράγοντες που προέρχονται μέσα από τον οργανισμό του ψαριού)

Γενετικό Υλικό

Το γενετικό υλικό επηρεάζει την αύξηση του σώματος του ψαριού με άμεσο και κληρονομικό τρόπο, μέσα από διάφορες βιοχημικές λειτουργίες που καθορίζουν την ανάπτυξη των οργάνων, της σάρκας και των υπόλοιπων χαρακτηριστικών ανάπτυξης. Στην καλλιέργεια ψαριών η γενετική συμπεριφορά μπορεί να τροποποιηθεί μέσα από την διαίτα του ψαριού με σκοπό την περαιτέρω ανάπτυξη του, η οποία επιτυγχάνεται με δίαιτες που έχουν ψηλές ποσότητες λιπιδίων, πρωτεϊνών κ.α. και που

οδηγούν σε ενεργοποίηση περαιτέρω αύξησης των μυών, οργάνων και σάρκας.

B. Εξωγενείς Παράγοντες (Παράγοντες που προέρχονται έξω από τον οργανισμό του ψαριού, δηλαδή από το περιβάλλον). Αυτοί είναι:

Τροφή, Οξυγόνο και Θερμοκρασία.

Η τροφή παίζει σημαντικό ρόλο σε όλους τους οργανισμούς για την ανάπτυξή τους. Στα ψάρια η τακτική χορήγηση τροφής, η τροφοληψία και ο μεταβολισμός είναι ο θεμέλιος λίθος της σωματικής ανάπτυξης από όπου απορρέει η σωματική αύξηση. Η θερμοκρασία και το οξυγόνο είναι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν το ψάρι σε φυσικοχημικές δραστηριότητες και διεγείρουν βιολογικές διεργασίες που σχετίζονται με ποικίλους βιολογικούς ρυθμούς ανάπτυξης, ανάμεσά τους και την σωματική αύξηση. Η θερμοκρασία είναι σημαντικός παράγοντας αύξησης των ψυχρόαιμων οργανισμών, όπως το ψάρι με τις μεταβολές της να είναι αναχαιτιστικός ή παρακινητικός παράγοντας αύξησης ανάλογα με τα είδη. Τα είδη που διαβιούν σε χαμηλότερες θερμοκρασίες όπως το *P. Platessa* δεν βελτιώνεται η αύξηση του σώματος με αύξηση θερμοκρασίας, αλλά όταν η θερμοκρασία μειωθεί σε σχέση με το φυσικό του περιβάλλον τότε παρουσιάζεται μια σωματική αύξηση, ενώ το ίδιο παρατηρήθηκε και για χαμηλότερη αλατότητα από την φυσιολογική (Mavraganis, 2005). Όμοια τα είδη που διαβιούν σε θερμότερα κλίματα, όπως η *Sparus aurata* σε μικρή αύξηση της θερμοκρασίας από το φυσικό περιβάλλον ευνοεί την αύξηση του ψαριού. Η θερμοκρασία πρέπει να βρίσκεται σε όρια ανεχτά από τα είδη των ψαριών και αν αυτά ξεπεραστούν αρκετά, τότε οι συνέπειες είναι αρνητικές για όλες τις λειτουργίες του ψαριού και αυτές της αύξησης, κυρίως για τα εκτρεφόμενα ψάρια που βρίσκονται σε αιχμαλωσία και δεν είναι δυνατό να διαφύγουν προς περιβάλλον

πιο συμβατό με τις ανάγκες τους. Το οξυγόνο παίζει σημαντικό ρόλο στην αύξηση του ψαριού και γενικά σε όλους τους οργανισμούς που αναπνέουν. Στα ψάρια φάνηκε να επηρεάζονται βιολογικές λειτουργίες που σχετίζονται με την αναπνοή και την κατάσταση του περιβάλλοντος χώρου διαβίωσης του ψαριού. Η έλλειψη του εντός του οργανισμού οδηγεί σε συνθήκες υπολειτουργίας των αναπνευστικών λειτουργιών και η σωματική αύξηση δεν πραγματοποιείται ομαλά, αλλά καθυστερεί λόγω της έλλειψης οξυγόνου. Εξωτερικά του ψαριού, ο χώρος πρέπει να οξυγονώνεται κατάλληλα ώστε να μην υπάρχει έλλειψη οξυγόνου, δηλαδή υποξία, που συχνά παρατηρείται σε συνθήκες καλλιέργειας λόγω αποικοδόμησης των προϊόντων της ιχθυοκαλλιέργειας και των παρακείμενων οργανισμών που αναπνέουν. Η υποξία φαίνεται από τη βιβλιογραφία να αποτελεί την πιο κύρια αιτία καθυστέρησης της σωματικής αύξησης, σε σχέση με τις άλλες καταστάσεις οξυγόνωσης, π.χ. υπεροξία. Με βάση αυτά είναι εμφανές ότι σε καλλιέργειες που μεγαλώνουν ιχθύδια, δηλαδή η περίοδος της ζωής του ψαριού που πραγματοποιείται η συντομότερη αύξηση του σώματος, το οξυγόνο πρέπει να είναι κορεσμένο στο νερό και η θερμοκρασία μέσα στα καθορισμένα πλαίσια από τη βιβλιογραφία.

Ακόμα ένα πολύ χρήσιμο στοιχείο που προκύπτει από τη βιβλιογραφία σχετίζεται με το πώς επηρεάζεται η σωματική αύξηση σε διάφορα είδη και πως σε άτομα ίδιου είδους. Η σωματική αύξηση στα διαφορετικά είδη επηρεάζεται σύμφωνα με τους Βιολογικούς και Οικολογικούς παράγοντες, δηλαδή τους Εξωγενείς. Αυτό φαίνεται να συμβαίνει λόγω των κοινών χαρακτηριστικών που έχουν τα ενδιαιτήματα των διαφόρων ειδών και επειδή οι εξωγενείς παράγοντες είναι αναπόσπαστο κομμάτι της συστηματικής καλλιέργειας όλων των ειδών. Η σωματική αύξηση στα άτομα ίδιου είδους επηρεάζεται σύμφωνα με το Γενετικό Υλικό, δηλαδή τους Ενδογενείς. Σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να υπάρξουν άτομα μέσα στην καλλιέργεια του ίδιου είδους που

παρουσιάζουν διαφορετική ανάπτυξη σωματικής αύξησης αλλά η ποσότητα τροφής ή η θερμοκρασία ή το οξυγόνο παραμένουν το ίδιο για όλα τα άτομα.

2. Παράγοντες που επηρεάζουν την Απόδοση Φιλετοποίησης του ψαριού

Όπως και στην περίπτωση της σωματικής αύξησης, και η απόδοση φιλετοποίησης επηρεάζεται από παράγοντες, Εξωγενείς και Ενδογενείς. Υπάρχουν πολλές αναφορές στην βιβλιογραφία για τις παραμέτρους που επηρεάζουν την απόδοση φιλετοποίησης των εκτρεφόμενων ιχθύων με σημαντική επίδραση των ενδογενών και των εξωγενών παραμέτρων στην τελική απόδοση φιλετοποίησης των εκτρεφόμενων ιχθύων. Είναι προφανές πως αν θεωρήσουμε ότι οι ενδογενείς παράγοντες έχουν μικρό περιθώριο για βελτίωση ίσως για παράδειγμα με γενετική επιλογή ατόμων με επιθυμητά χαρακτηριστικά, τότε μεγάλο βάρος θα πρέπει να δοθεί στην βελτίωση των συνθηκών εκτροφής ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση φιλετοποίησης των εκτρεφόμενων ειδών ακόμα και αν χρειαστεί να επιλεγθούν και νέα είδη για εκτροφή.

Οι Ενδογενείς Παράγοντες (Παράγοντες που προέρχονται μέσα από τον οργανισμό του ψαριού) και είναι το Γενετικό Υλικό. Η απόδοση φιλετοποίησης έδειξε η βιβλιογραφία ότι καθορίζεται και από γενετικούς παράγοντες αφού υπάρχει μια μικρή κληρονομικότητα όπως φάνηκε σε ποικιλία εργασιών αλλά κυρίως στους Rutten (2005) και Navarro (2009).

Οι Εξωγενείς παράγοντες, συσχετίζονται με τους παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση του σώματος. Η φιλετοποίηση εξαρτάται έμμεσα από την Σωματική αύξηση (και τους παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση) αλλά μόνο όταν υπάρχει αύξηση της απόδοσης φιλετοποίησης (Filleting yield) και όταν αυξάνεται το ολικό σωματικό βάρος. Βιολογικά, το ερώτημα προκύπτει σε αυτήν την περίπτωση είναι αν υπάρχει αλλομετρική αύξηση της απόδοσης φιλετοποίησης, αν ναι, τότε και σε ποια είδη. Η βιβλιογραφία έδειξε πως όταν υπάρχει αλλομετρική αύξηση στα είδη, υπάρχει και αύξηση της απόδοσης φιλετοποίησης για τα ψάρια και φαίνεται να επηρεάζονται περισσότερο αυτά που το σώμα τους έχει κυλινδρικό σχήμα (streamlined).

9. Αναφορές

- Δελλής, Ιωάννης. 2011. ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΙΛΕΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΠΝΙΣΤΗΣ ΠΕΣΤΡΟΦΑΣ (*Oncorhynchus mykiss*) ΣΕ ΕΝΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΑΠΝΙΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΩΝ ΤΗΣ ΗΠΕΙΡΟΥ. Διπλωματική Εργασία ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ -ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΒΙΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ. Ηγουμενίτσα Φεβρουάριος 2011
- Κλαδάς, Ιωάννης. 1998. Σημειώσεις μαθήματος Ιχθυολογίας. ΤΕΙ Ηπείρου. Ηγουμενίτσα.
- Λένας, Δημήτριος, 1998. Σημειώσεις μαθήματος Ιχθυοκαλλιεργειών. ΤΕΙ Ηπείρου. Ηγουμενίτσα
- Πάσχος, Ιωάννης. 2002. Ιχθυοκαλλιέργειες Εσωτερικών υδάτων. Γιάννενα 2002.
- Azevedo, P. A., C. Y. Cho, S. Leeson and D. P. Bureau, 1998. Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquat. Living Resour*, 11(4): 227-238.
- Bauer, C. and Schlott, G. 2009. Fillet yield and fat content in common carp (*Cyprinus carpio*) produced in three Austrian carp farms with different culture methodologies. *Journal of Applied Ichthyology* Volume 25, Issue 5, pages 591–594, October 2009.
- Bear, E. A.. 2005. EFFECTS OF TEMPERATURE ON SURVIVAL AND GROWTH OF WESTSLOPE CUTTHROAT TROUT AND RAINBOW TROUT: IMPLICATIONS FOR CONSERVATION AND RESTORATION. Master of Science in Fish and Wildlife Management MONTANA STATE UNIVERSITY Bozeman, MT May 2005.

- Britz, P. J., T. Hecht and S. Mangold, 1997. Effect of temperature on growth, feed consumption and nutritional indices of *Haliotis midae* fed a formulated diet. *Aquaculture*, 152: 191-203.
- Bugeon, J., Lefevre, F., Cardinal, M., Uyanik, A., Davenel, A., Haffray, P. 2010. Flesh quality in large rainbow trout with high or low fillet yield. *Journal of Muscle Foods* October 2010, Volume 21, Issue 4, pages 702–721.
- Chaiyapechara, S., Casten, M. T., Hardy, R. W., & Dong, F. M. 2003. Fish performance, fillet characteristics, and health assessment index of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing adequate and high concentrations of lipid and vitamin E. *Aquaculture*, 219(1-4), 715–738.
- Cibert, C., Fermon, Y., Vallod, D., Meunier, F.J. 1999. Morphological screening of carp *Cyprinus carpio*: relationship between morphology and fillet yield. *Aquat. Living Resour.* 12, 1–10.
- Costa, C., Vandeputte, M., Antonucci, F., Boglione, C., Menesatti, P., Cenadelli, S., Parati, K., Chavanne, H., Chatain, B. 2010. Genetic and environmental influences on shape variation in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Biological Journal of the Linnean Society* Volume 101, Issue 2, pages 427–436, October 2010.
- Eroldoğan, O. T., Kumlu, M., & Aktaş, M. 2004. Optimum feeding rates for European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. reared in seawater and freshwater. *Aquaculture*, 231(1-4), 501–515.

- FAO Fisheries and Aquaculture Department. 2008. The State of World Fisheries and Aquaculture. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome, 2009.
- Gadomski, D.M., Caddell, S.M. 1991. Effects of temperature on early-life-history stages of California halibut *Paralichthys californicus*. Fish. Bull. 89, 567–576.
- Handeland, S. O., Imsland, A. K., & Stefansson, S. O. 2008. The effect of temperature and fish size on growth, feed intake, food conversion efficiency and stomach evacuation rate of Atlantic salmon post-smolts. Aquaculture, 283(1-4), 36–42.
- Jobling, M. 1981. Temperature tolerance and the final preferendum-rapid methods for the assessment of optimum growth temperatures. Journal of Fish Biology 19:439-455.
- Dos Santos, Vander Bruno. 2004. Morphometric and allometric growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains. Master's Thesis, Universidade Federal de Lavras.
- Einen, O., Waagan, B. and Thomassen, M.S. 1998. Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (*Salmo salar*): I. Effects on weight loss, body shape, slaughter- and fillet-yield, proximate and fatty acid composition. Aquaculture 166, 85–104.
- Einen, O., Morkore, T., Rora, A.M.B. and Thomassen, M.S. 1999. Feed ration prior to slaughter – a potential tool for managing product quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture 178, 149–169.
- Foster, A. R., Houlihan, D. F., Hall, S. J. 1993. Effects of nutritional regime on correlates of growth rate in juvenile Atlantic cod *Gadus morhua*: Comparison of morphological and biochemical measurements. Can. J. Fish. aquat. Sci. 50, 502–512.

- Herbinger, C.M., O'Reilly, P.T., Doyle, R.W., Wright, J.M., O'Flynn, F., 1999. Early growth performance of Atlantic salmon full-sib families reared in single family tanks versus in mixed family tanks. *Aquaculture* 173, 105–116.
- Houlihan, D. F., E. M. Mathers and A. Foster. 1993. Biochemical correlates of growth rate in fish. In: *Fish Ecophysiology*. J. C. Rankin and F. B. Jensen (Eds.). Chapman and Hall, London. UK, pp: 45-71.
- Jonsson, B., Forseth, T., Jensen, A.J., Næsje, T.F. 2001. Thermal performance of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Funct. Ecol.* 15, 701–711.
- Karachle, P., & Stergiou, K. (2012). Morphometrics and allometry in fishes. *Morphometrics*, Prof. Christina Wahl (Ed.), ISBN: 978-953-51-0172-7, InTech, [Http://www.intechopen.com/books/morphometrics/morphometrics-and-Allometry-in-Fishes](http://www.intechopen.com/books/morphometrics/morphometrics-and-Allometry-in-Fishes) InTech, (c). Retrieved from http://cdn.intechopen.com/pdfs/30107/InTech-Morphometrics_and_allometry_in_fishes.pdf
- Kausar, R., & Salim, M. (2006). *Labeo rohita*. *Pakistan Vet. J.*, 26(3), 105–108.
- Linde – gas 2007. <http://www.lindegas.com> [Dec 2006].
- Luckenbach, J. A., Murashige, R., Daniels, H. V., Godwin, J. & Borski, R. J. (2007). Temperature affects insulin-like growth factor I and growth of juvenile southern flounder, *Paralichthys lethostigma*. *Comparative Biochemistry and Physiology A* 146, 95–104.
- Mavraganis, Theodoros. 2005. Interactions of environmental salinity in the growth of juvenile plaice (*Pleuronectes platessa*). MSc thesis for the marine Resource Development and Protection programme at Heriot Watt University of Edinburgh.

- Kause, A., Paananen, T., Ritola, O., Koskinen, H. 2007. Direct and indirect selection of visceral lipid weight, fillet weight and fillet percent in a rainbow trout breeding program. *J. Anim. Sci.* 85, 3218– 3227.
- Kiessling, A., Storebakken, T., Asgard, T., Anderson, I.-L. AND Kiessling, K. H. 1989. Physiological changes in muscle of rainbow trout fed different ration levels. *Aquaculture* 79, 293–301.
- Morkore, T., Vallet, J.L., Cardinal, M., Montero, R., Torris- Sen, O.J., Nortvedt, R., Sigurgisladottir, S. and Thomas-Sen, M.S. 2001. Fat content and fillet shape of Atlantic salmon: Relevance for processing yield and quality of raw and smoked products. *J. Food Sci.* 66, 1348–1354.
- Navarro, A., Zamorano, M. J., Hildebrandt, S., Ginés, R., Aguilera, C., & Afonso, J. M. 2009. Estimates of heritabilities and genetic correlations for growth and carcass traits in gilthead seabream (*Sparus auratus* L.), under industrial conditions. *Aquaculture* 289 (2009) 225–230.
- Nguyen Hong, N., Ponzoni, R.W., Yee, H., Abu-Bakar, K.R., Azhar, H. 2010. Quantitative genetic basis of fatty acid composition in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) selected for high growth. *Aquaculture* 309, 66–74.
- Paaver, T., Gross, R. and Ilves, P. 2004. Growth rate, maturation level and flesh quality of three strains of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in Estonia. *Aquacult. Int.* 12, 33–45.
- Pelletier, D., Blier, P., Dutil, J., & Guderley, H. 1995. How should enzyme activities be used in fish growth studies? *The Journal of Experimental Biology*, 198(Pt 7), 1493–7.

- Quillet, E., Le Guillou, S., Aubin, J., Fauconneau, B. 2005. Two-way selection for muscle lipid content in pan-size rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 245, 49–61.
- Rasmussen, R.S. 2001. Quality of farmed salmonids with emphasis on proximate composition, yield and sensory characteristics. *Aquac. Res.* 32, 767–786.
- Reinecke, M. 2010. Influences of the environment on the endocrine and paracrine fish growth hormone-insulin-like growth factor-I system. *Journal of Fish Biology*, 76(6).
- Reinecke, M., Bjornsson, B. T., Dickhoff, W. W., McCormick, S. D., Navarro, I., Power, D. M. & Gutierrez, J. 2005. Growth hormone and insulin-like growth factors in fish: where we are and where to go. *General and Comparative Endocrinology* 142, 20–24.
- Rora, A.M.B., Morkore, T. and Einen, O. 2001. Primary processing (Evisceration and filleting). In *Farmed Fish Quality* (S.C. Kestin and P.D. Warriss, eds.) pp. 249–260, Blackwell Science, Oxford.
- Rutten, M. J. M., Bovenhuis, H., & Komen, H. 2005. Genetic parameters for fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, 246(1-4), 125–132.
- Shimeno, S., Shikata, T., Hosokawa, H., Masumoto, T., Kheyyali, D. 1997. Metabolic response to feeding rates in common carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture* 1.51 (1997) 371-377.
- Smith, R., Kincaid, H., Regenstein, J. and Rumsey, G. 1988. Growth, carcass composition, and taste of rainbow trout of different strains fed diets containing primarily plant or animal protein. *Aquaculture* 70, 309–321.

- Svobodova Z., Richard L., Jana M., and Blanka V. 1993. Water quality and fish health EIFAC Technical paper 54.
- Sullivan, K. M. AND Somero, G. N. 1983. Size and diet related variations in enzymic activity and tissue composition in the sablefish, *Anoplopana fimbria*. Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole 164, 315–326.
- Taylor, J. F., Migaud, H., Porter, M. J. & Bromage, N. R. 2005. Photoperiod influences growth rate and plasma insulin-like growth factor-I levels in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. General and Comparative Endocrinology 142, 169–185.
- Timmons, M.B., James, M.E., Fred, W.W., Sreven, T.S., Brian, J. V. R. 2001. Recirculating Aquaculture Systems. NRAC publication No.01-002.
- Vera Cruz, E. M., Brown, C. L., Luckenbach, J. A., Picha, M. E., Bolivar, R. B. & Borski, R. J. 2006. Insulin-like growth factor-I cDNA cloning, gene expression and potential use as a growth rate indicator in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture 251, 585–595.
- Yang, T. H. AND Somero, G. N. 1993. Effect of feeding and food deprivation on oxygen consumption, muscle protein concentration and activities of energy metabolism enzymes in muscle and brain of shallow-living (*Scorpaena gutata*) and deep-living (*Sebastolobus alasconus*) scorpaenid fishes. J. exp. Biol. 181, 213–232.
- Yovita, M. 2007. The Effect of Dissolved Oxygen on Fish Growth in Aquaculture, 30.