

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ
ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΣΤΑ ΠΕΠΤΙΚΑ
ΕΝΖΥΜΑ ΤΗΣ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ, *Sparus aurata*
ΚΑΙ ΤΟΥ ΛΑΒΡΑΚΙΟΥ, *Dicentrarchus labrax*

ΛΟΥΚΑ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

Συμβουλευτική Επιτροπή:

Παπουτσόγλου Σ. Καθηγητής
Καρακατσούλη Ν. Επ. Καθηγήτρια
Παπαδομιχελάκης Γ. Λέκτορας

Αθήνα, Ιούνιος 2010

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ
ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΣΤΑ ΠΕΠΤΙΚΑ
ΕΝΖΥΜΑ ΤΗΣ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ, *Sparus aurata*
ΚΑΙ ΤΟΥ ΛΑΒΡΑΚΙΟΥ, *Dicentrarchus labrax***

ΛΟΥΚΑ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

Εξεταστική Επιτροπή:

Δεληγεώργης Σ. Καθηγητής

Καρακατσούλη Ν. Επ. Καθηγήτρια

Μουντζούρης Κ. Λέκτορας

Παπαδομιγελάκης Γ. Λέκτορας

Παπουτσόγλου Σ. Καθηγητής

Αθήνα, Ιούνιος 2010

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους δικούς μου για την υπομονή και τη βοήθεια τους, στο απαιτητικό αυτό χρονικό διάστημα.

Τους συμφοιτητές μου και τους φοιτητές του εργαστηρίου, που βοήθησαν και ιδιαίτερα τη Joanna Wyruch, το Στέλλιο Φανουράκη και τον Κώστα Καπέλο. Τους εύχομαι τα καλύτερα στη ζωή τους.

Τέλος, τους καθηγητές του εργαστηρίου, αλλά και γενικότερα του ΓΠΑ, καθώς και τους τεχνικούς του εργαστηρίου για τη βοήθεια και τη συνεργασία τους.



ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

- ◆ AC: Ενεργότητα Πεπτικών Ενζύμων (activity)
- ◆ CAP: Πεπτική Ικανότητα Πεπτικών Ενζύμων (capacity)
- ◆ CAP_{FW}: Πεπτική Ικανότητα Πεπτικών Ενζύμων % ΖΒ του Ιχθύος
- ◆ TAC: Ολική Ενεργότητα Πεπτικών Ενζύμων (total activity)
- ◆ TCAP: Ολική Πεπτική Ικανότητα Πεπτικών Ενζύμων (total capacity)
- ◆ TCAP_{FW}: Ολική Πεπτική Ικανότητα Πεπτικών Ενζύμων % ΖΒ του ιχθύος
- ◆ W_F: Βάρος Σώματος του Ιχθύος, Ζων Βάρος, ΖΒ
- ◆ L_F: Μήκος Σώματος του Ιχθύος
- ◆ CF_F: Συντελεστής Ευρωστίας του Ιχθύος
- ◆ L_{index}: Ηπατοσωματικός Δείκτης του Ιχθύος
- ◆ S_{index}: Σπληνοσωματικός Δείκτης του Ιχθύος
- ◆ W_{DS}: Βάρος Πεπτικού Σωλήνα του Ιχθύος
- ◆ W_{DSFW}: Βάρος Πεπτικού Σωλήνα % ΖΒ του Ιχθύος
- ◆ ST: Στόμαχος του Ιχθύος
- ◆ PC: Πυλωρικά Τυφλά του Ιχθύος
- ◆ INT: Έντερο του Ιχθύος
- ◆ W_{ST}: Βάρος Στομάχου του Ιχθύος
- ◆ W_{PC}: Βάρος Πυλωρικών Τυφλών του Ιχθύος
- ◆ W_{INT}: Βάρος Εντέρου του Ιχθύος
- ◆ L_{INT}: Μήκος Εντέρου του Ιχθύος
- ◆ W_{STFW}: Βάρος Στομάχου % ΖΒ του Ιχθύος
- ◆ W_{PCFW}: Βάρος Πυλωρικών Τυφλών % ΖΒ του Ιχθύος
- ◆ W_{INTFW}: Βάρος Εντέρου % ΖΒ του Ιχθύος
- ◆ L_{INTF}: Μήκος Εντέρου προς το Ολικό Μήκος Σώματος του Ιχθύος
- ◆ aMSH: Μελανοχρωστικοτρόπος Ορμόνη, Ορμόνη Διεγέρσεως των Μελανοκυττάρων (Melanin Stimulating Hormone)
- ◆ MCH: Μελανοστατίνη (Melanin Concentrating Hormone)
- ◆ GnRH: Απελευθερωτική ορμόνη των γοναδοτρόπων ορμονών (Gonadotropin-releasing hormone)

- ◆ GTH: Γοναδοτροπίνες, γοναδοτροφίνες
- ◆ GH, STH: Αυξητική ορμόνη, σωματοτρόπος ορμόνη, σωματοτροπίνη
- ◆ TH: Θυρεοειδικές ορμόνες, ορμόνες του θυρεοειδούς αδένα
- ◆ ACTH: Φλοιοεπινεφριδιοτρόπος ορμόνη, επινεφριδιοφλοιοτρόπος ορμόνη, φλοιοτρόπος ορμόνη, κορτικοτροπίνη

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

- ◆ Πίνακας 4.1.1.1: Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Ύδατος
.....σελίδα 27

ΔΑΒΡΑΚΙ

- ◆ Πίνακας 6.1.1.1: Βιομετρικά Χαρακτηριστικά Σώματος
.....σελίδα 35
- ◆ Πίνακας 6.1.1.2: Βιομετρικά Χαρακτηριστικά Πεπτικού
Συστήματος.....σελίδα 36
- ◆ Πίνακας 6.1.2.1.1: Καρβουδράσεις.....σελίδα 38
- ◆ Πίνακας 6.1.2.2.1: Πρωτεάσες, Στόμαχος σε pH=1,5
.....σελίδα 40
- ◆ Πίνακας 6.1.2.2.2: Πρωτεάσες, Πυλωρικά Τυφλά σε pH=7,0,
pH=10,0 και pH=7,0+10,0.....σελίδα 41
- ◆ Πίνακας 6.1.2.2.3: Πρωτεάσες, Έντερο σε pH=7,0, pH=10,0 και
pH=7,0+10,0.....σελίδα 43
- ◆ Πίνακας 6.1.2.2.4: Πρωτεάσες, Έντερο και Πυλωρικά Τυφλά
σε pH=7,0, pH=10,0.....σελίδα 44
- ◆ Πίνακας 6.1.2.2.5: Πρωτεάσες, Ολικές Τιμές για Στόμαχο, Έντερο
και Πυλωρικά Τυφλά
.....σελίδα 45

ΤΣΙΠΟΥΡΑ

- ◆ Πίνακας 6.2.1.1: Βιομετρικά Χαρακτηριστικά Σώματος
.....σελίδα 46
- ◆ Πίνακας 6.2.1.2: Βιομετρικά Χαρακτηριστικά Πεπτικού
Συστήματος.....σελίδα 47
- ◆ Πίνακας 6.2.2.1.1: Καρβουδράσεις.....σελίδα 49
- ◆ Πίνακας 6.2.2.2.1: Πρωτεάσες, Στόμαχος σε pH=1,5
.....σελίδα 51
- ◆ Πίνακας 6.2.2.2.2: Πρωτεάσες, Πυλωρικά Τυφλά σε pH=7,0,
pH=10,0 και pH=7,0+10,0.....σελίδα 52
- ◆ Πίνακας 6.2.2.2.3: Πρωτεάσες, Έντερο σε pH=7,0, pH=10,0
και pH=7,0+10,0.....σελίδα 53
- ◆ Πίνακας 6.2.2.2.4: Πρωτεάσες, Έντερο και Πυλωρικά Τυφλά
σε pH=7,0, pH=10,0.....σελίδα 55
- ◆ Πίνακας 6.2.2.2.5: Πρωτεάσες, Ολικές Τιμές για Στόμαχο, Έντερο
και Πυλωρικά Τυφλά
.....σελίδα 56

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<i>A/A</i>	<i>ΤΙΤΛΟΣ</i>	<i>ΣΕΛ.</i>
A	Περίληψη	VIII
B	Abstract	IX
1	Εισαγωγή	1
1.1	Ιστορική Αναδρομή	1
1.2	Υφιστάμενη κατάσταση	1
1.3	Τα σημαντικότερα εκτρεφόμενα είδη Ιχθύων στην Ελλάδα	3
1.3.1	Η Τσιπούρα (Gilthead sea bream, <i>Sparus aurata</i>)	3
1.3.2	Το Λαβράκι (European sea bass, <i>Dicentrarchus labrax</i>)	5
2	Μορφολογία του Πεπτικού Συστήματος και Φυσιολογία της Πέψεως των Ιχθύων	7
2.1	Τα Πεπτικά Ένζυμα των Ιχθύων	10
2.1.1	Πρωτεάσες και Καρβοϋδράσες	10
2.1.2	Επίδραση των Παραγόντων Εκτροφής στα Πεπτικά Ένζυμα των Ιχθύων	11
2.1.2.1	Αλατότητα και Πεπτικά Ένζυμα	12
2.1.2.2	Θερμοκρασία, pH και Πεπτικά Ένζυμα	13
2.1.2.3	Φωτισμός και Πεπτικά Ένζυμα	14
2.1.2.4	Άλλοι Παράγοντες της Εκτροφής και Πεπτικά Ένζυμα	16
3	Επίδραση του Χρώματος της δεξαμενής εκτροφής των ιχθύων	17

3.1	Χρώμα Δεξαμενών Εκτροφής και Χρωματισμός του Σώματος των Ιχθύων	17
3.2	Χρώμα Δεξαμενών Εκτροφής, Επιβίωση και Ανάπτυξη των Ιχθύων	18
3.3	Χρώμα Δεξαμενών Εκτροφής και Συμπεριφορά των Ιχθύων	20
3.4	Χρώμα Δεξαμενών Εκτροφής και Επίπεδα Ορμονών των Ιχθύων	21
3.5	Χρώμα Δεξαμενών Εκτροφής και Ανταπόκριση των Ιχθύων στην Επίδραση του Stress	23
3.6	Σκοπός της Μελέτης	25
4	Πειραματικό μέρος	27
4.1	Υλικά και Μέθοδοι	27
4.1.1	Τα Άτομα του Πειράματος	27
4.1.2	Ομογενοποίηση των τμημάτων του Πεπτικού Σωλήνα των Ιχθύων	29
4.1.3	Μέθοδος Προσδιορισμού των Πρωτεασών	29
4.1.4	Μέθοδος Προσδιορισμού των Καρβοϋδρασών	30
4.1.5	Υπολογισμοί	31
5	Στατιστική Επεξεργασία	33
6	Αποτελέσματα	35
6.1	Το Λαβράκι	35
6.1.1	Προσδιορισμός των Βιομετρικών Χαρακτηριστικών του Σώματος και του Πεπτικού Σωλήνα του ιχθύος	35
6.1.2	Προσδιορισμός των Πεπτικών Ενζύμων του ιχθύος	38
6.1.2.1	Οι Καρβοϋδράσες	38
6.1.2.2	Οι Πρωτεάσες	40

6.2	Η Τσιπούρα	46
6.2.1	Προσδιορισμός των Βιομετρικών Χαρακτηριστικών του Σώματος και του Πεπτικού Σωλήνα του ιχθύος	46
6.2.2	Προσδιορισμός των Πεπτικών Ενζύμων του ιχθύος	49
6.2.2.1	Οι Καρβοϋδράσες	49
6.2.2.2	Οι Πρωτεάσες	51
7	Συζήτηση	57
8	Συμπεράσματα	65
9	Βιβλιογραφικές αναφορές	66

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΤΩΝ
ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΣΤΑ ΠΕΠΤΙΚΑ ΕΝΖΥΜΑ
ΤΗΣ ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ, *Sparus aurata* ΚΑΙ
ΤΟΥ ΛΑΒΡΑΚΙΟΥ, *Dicentrarchus labrax***

ΛΟΥΚΑ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

*Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών,
Εργαστήριο Εφηρμοσμένης Υδροβιολογίας, Ιερά Οδός 75, Αθήνα, 118 55,
email: sof@aua.gr*

Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η επίδραση του χρώματος του τοιχώματος της δεξαμενής εκτροφής των ιχθύων στα πεπτικά τους ένζυμα. Χρησιμοποιήθηκαν άτομα τσιπούρας (*Sparus aurata*) και λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*), τα οποία εκτρέφονταν στο Εργαστήριο Εφηρμοσμένης Υδροβιολογίας του ΓΠΑ (για χρονικό διάστημα > των 6 μηνών), σε πολυεστερικές δεξαμενές άσπρου, μπλε και μαύρου χρώματος και υάλινες δεξαμενές. Έγινε προσδιορισμός των βιομετρικών χαρακτηριστικών του σώματος και του πεπτικού σωλήνα των ιχθύων, καθώς και των καρβουδρασών και πρωτεασών τους. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ενεργότητα / g ιστού / min, ενεργότητα / mg πρωτεΐνης και πεπτική ικανότητα (ενεργότητα x βάρος ιστού). Ακολούθησε η σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών δεξαμενών εκτροφής των ιχθύων.

Ο σαρκοφάγος τύπος των δύο ειδών ιχθύων επιβεβαιώθηκε. Στο λαβράκι, αυξημένες τιμές της ενεργότητας των πεπτικών ενζύμων προσδιορίστηκαν για τους ιχθύς των άσπρων και υάλινων δεξαμενών, ενώ μειωμένες υπήρξαν εκείνες για τις μαύρες και μπλε δεξαμενές. Για την τσιπούρα, αυξημένες υπήρξαν οι τιμές για τις άσπρες και μπλε δεξαμενές, ενώ αντίστοιχα μειωμένες για τις υάλινες και μαύρες δεξαμενές. Οι τελευταίες ήταν πιθανότατα εκείνες που προκαλούσαν το μεγαλύτερο stress στους εκτρεφόμενους ιχθύς. Η πιθανότερη εξήγηση είναι πως η επίδραση του χρώματος των δεξαμενών εκτροφής των ιχθύων εκδηλώθηκε με τη δράση ποικίλων νευροορμονικών μηχανισμών, τη δράση και αλληλεπίδραση πολλών ορμονών (κορτιζόλη, αδρεναλίνη, ACTH, αυξητική ορμόνη, θυρεοειδικές ορμόνες, γοναδοτρόπες ορμόνες), που επηρέασαν τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος και κατά συνέπεια τη σύνθεση και έκκριση των ενζύμων του.

Φαίνεται λοιπόν πως δεδομένου ότι στην εντατική εκτροφή των ιχθύων η πλήρης εξάλειψη της επιδράσεως του stress δεν είναι εφικτή, ο περιορισμός του κρίνεται απαραίτητος, προκειμένου οι φυσιολογικές λειτουργίες του οργανισμού να διεξάγονται με τον καλύτερο τρόπο. Έτσι, η παραγωγή θα εξασφαλίζεται σε σύντομο χρονικό διάστημα και με το μικρότερο δυνατόν κόστος.

Λέξεις κλειδιά: Πεπτικά Ένζυμα, Χρώμα Δεξαμενής, Τσιπούρα, Λαβράκι, Stress

THE EFFECT OF TANK COLOUR ON DIGESTIVE ENZYME LEVELS OF GILTHEAD SEA BREAM, *Sparus aurata* AND EUROPEAN SEA BASS, *Dicentrarchus labrax*

LOYKA CHRISTINA

Department of Applied Hydrobiology, Faculty of Animal Science and Aquaculture, Agricultural University of Athens, Iera Odos 75, 118 55 Athens, Greece email: sof@aua.gr

Abstract

The present study evaluated the effect of tank colour on digestive enzymes (total proteases and carbohydrases). 57 individuals of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) (about 200g, 24cm total length) and 52 individuals of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) (230-300g, 28-31cm total length) from the laboratory of Hydrobiology of the Agricultural University of Athens were acclimated for more than 6 months in white, blue and black polyester tanks as well as glass tanks. The digestive systems were dissected, separated into stomach, pyloric caeca and intestine and analyzed for proteases (total protease assay with casein as substrate, assay at 20+ deg C, at pH levels 1.5, 7.0 and 10.0 for different enzyme groups) and carbohydrases (soluble starch as substrate, pH level 7.6, incubation for 90 min at 20+ deg C). The results were expressed as activity per g tissue per min, activity per mg protein and capacity (activity x tissue weight).

The digestive enzyme profile of the examined species confirmed the carnivorous feeding type for both species, especially for sea bass. The ability of sea bream for digestion of carbohydrates was obvious (total values for pyloric caeca and intestine: 5,664±0,5513 for white tanks, 5,514±0,4457 for black tanks, 5,331±0,6204 for blue tanks and 6,038±0,5865 for glass tanks in mg glucose/g tissue/min). An effect of tank colour was reported on body colour (darker body colour of fishes kept in black tanks) and fish behaviour. Results for sea bass demonstrated significant effect of tank colour (P<0.05) for carbohydrases (intestine: 2,620±0,3173 for white tanks, 2,811±0,3114 for black tanks, 2,133±0,2580 for blue tanks and 3,575±0,4149 for glass tanks in mg glucose/min, pyloric caeca: 3,257±0,4042 for white tanks, 2,604±0,3140 for black tanks, 1,855±0,2648 for blue tanks and 3,609±0,1994 for glass tanks in mg glucose/g tissue/min and total values: 4,816±0,5439 for white tanks, 3,478±0,4074 for black tanks, 2,834±0,3923 for blue tanks and 5,189±0,2091 for glass tanks in mg glucose/g tissue/min) and proteases of pyloric caeca (at pH 7.0: 0,147±0,0130 for white tanks, 0,171±0,0216 for black tanks, 0,127±0,0093 for blue tanks and 0,205±0,0397 for glass tanks in mg tyrosine/g tissue/min, at pH 10.0: 0,035±0,0024 for white tanks, 0,039±0,0055 for black tanks, 0,040±0,0025 for blue tanks and 0,064±0,0107 for glass tanks in mg tyrosine/mg protein/min and total values: 0,328±0,0219 for white tanks, 0,321±0,0340 for black tanks, 0,275±0,0158 for blue tanks and 0,483±0,0718 for glass tanks in mg tyrosine/g tissue/min. Generally, levels of digestive enzymes for sea bass were elevated for white and glass tanks and lower for blue and black tanks.

For sea bream, effect was significant for carbohydrases in pyloric caeca: 2,388±0,3037 for white tanks, 1,985±0,2436 for black tanks, 1,300±0,1306 for blue tanks and 1,694±0,1382 for

glass tanks in mg glucose/min, stomach proteases: $0,225\pm0,0147$ for white tanks, $0,219\pm0,0194$ for black tanks, $0,289\pm0,0150$ for blue tanks, $0,271\pm0,0308$ for glass tanks in mg tyrosine/g tissue/min, intestinal proteases (pH 7.0: $0,081\pm0,0066$ for white tanks, $0,085\pm0,0059$ for black tanks, $0,102\pm0,0086$ for blue tanks and $0,055\pm0,0120$ for glass tanks in mg tyrosine/g tissue/min and total values (pH 7,0+10,0): $0,184\pm0,0187$ for white tanks, $0,189\pm0,0147$ for black tanks, $0,212\pm0,0190$ for blue tanks and $0,126\pm0,0121$ for glass tanks in mg tyrosine/g tissue/min and neutral pH proteases values (pyloric caeca and intestine at pH 7.0: $0,096\pm0,0056$ for white tanks, $0,103\pm0,0060$ for black tanks, $0,113\pm0,0081$ for blue tanks and $0,068\pm0,0043$ for glass tanks in mg tyrosine/g tissue/min). Levels were in general elevated for white and blue tanks and lower for fishes maintained in black tanks and glass tanks.

A possible explanation of results is that stress is thought to affect the general physiology of fishes, through factors of endocrine system and hormones (cortisol, adrenaline, ACTH, GH, TH, GTH). An effect on digestive system function (secretion and motility) and digestive enzymes levels is possible. An interaction between all the factors is also reported. Many of these factors are also reported to affect appetite, desire for food and as a result, food consumption.

Key Words: Digestive Enzymes, Tank Colour, gilthead sea bream, *Sparus aurata*, European sea bass, *Dicentrarchus labrax*, Stress

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική Αναδρομή

Αν και η εκτροφή υδρόβιων οργανισμών υπήρξε παρούσα στην Ελλάδα από την αρχαιότητα ακόμα, τα σημαντικότερα εκτρεφόμενα είδη του τομέα αυτού σήμερα, δηλαδή η τσιπούρα, gilthead sea bream (*Sparus aurata*) και το λαβράκι, European sea bass (*Dicentrarchus labrax*), ξεκίνησαν να εκτρέφονται μόλις στις αρχές της δεκαετίας του '80. Η εκτεταμένη έρευνα και η ανάπτυξη στα πανεπιστήμια και τα ινστιτούτα της Γαλλίας, της Ιταλίας και της Ισπανίας κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '70, οδήγησαν στην υπέρβαση των εμποδίων όσον αφορά τον έλεγχο του βιολογικού κύκλου των ειδών αυτών. Στο τέλος της ίδιας δεκαετίας και στις αρχές της επόμενης, δηλαδή της δεκαετίας του '80, οι πρώτες μονάδες εκτροφής έκαναν την εμφάνισή τους στη Γαλλία, την Ισπανία και στη συνέχεια, την Πορτογαλία και την Ελλάδα. Η υιοθέτηση της τεχνολογίας εκτροφής του σολομού σε κλωβούς, η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση της αγοράς για τα είδη αυτά και οι φυσικές ευνοϊκές συνθήκες που προσέφερε το κλίμα της Ελλάδας με την έντονη ηλιοφάνεια, την έκαναν τη χώρα επιλογής για την ανάπτυξη του κλάδου αυτού. Με τη βοήθεια χρηματοδοτικών προγραμμάτων που προέρχονταν από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και τη δράση ορισμένων ατόμων που δε φοβήθηκαν την πρόκληση και πήραν το ρίσκο, το αποτέλεσμα ήταν μία γρήγορη αύξηση στην παραγωγή και να γίνει η Ελλάδα η μεγαλύτερη παραγωγός χώρα των ειδών αυτών στη Μεσόγειο θάλασσα (FAO, 2008).

1.2 Υφιστάμενη Κατάσταση

Η εκτροφή υδρόβιων οργανισμών στην Ελλάδα προσφέρει άμεση ή έμμεση απασχόληση σε περισσότερα από 10.000 άτομα. Πρόκειται για μία μορφή βιομηχανίας η οποία συνεισφέρει στην αποκέντρωση της οικονομίας, δεδομένου ότι οι παραγωγικές μονάδες βρίσκονται διάσπαρτες σε ολόκληρη τη χώρα, τόσο στην ηπειρωτική Ελλάδα, όσο και όλα τα συμπλέγματα νήσων αυτής (FAO, 2008).

Το 2000, οι εταιρείες που ασχολούνταν με το αντικείμενο αυτό σε ολόκληρη τη χώρα έφταναν σε αριθμό τις 269. Ο αριθμός αυτός μειώθηκε σημαντικά τα έτη που ακολούθησαν είτε λόγω του κλεισίματος ορισμένων μονάδων είτε λόγω ενοποιήσεων και συγχωνεύσεων από τις μεγαλύτερες εταιρείες παραγωγής (FAO, 2008).

Τα σημαντικότερα εκτρεφόμενα είδη ιχθύων, τα οποία και αποτελούν το 95% της συνολικής παραγωγής της χώρας στη σημερινή εποχή, είναι η τσιπούρα (gilthead sea bream, *Sparus aurata*) και το λαβράκι (European sea bass, *Dicentrarchus labrax*). Τα

υπόλοιπα είδη φαίνεται να καλύπτουν ένα ελάχιστο ποσοστό της παραγωγής. Προσπάθειες διαφοροποίησης των εγχώριων παραγομένων προϊόντων πραγματοποιήθηκαν κυρίως με την εισαγωγή νέων ειδών ιχθύων προς εκτροφή, όπως το μυτάκι (*Diplodus puntazzo*), η συναγρίδα (*Dentex dentex*), το φαγκρί (*Pagrus pagrus*), ο σαργός (*Diplodus sargus*), το λυθρίνι (*Pangelus erythrinus*) και η γλώσσα (*Solea solea*). Τα αποτελέσματα όμως, δεν υπήρξαν τα αναμενόμενα και επιθυμητά, δεδομένου ότι η επιτυχία αυτών υπήρξε μάλλον περιορισμένη, με την παραγωγή τους να μη φτάνει ούτε το ποσοστό του 5% της συνολικής παραγωγής ιχθύων. Υπάρχει επίσης, μία σημαντική παραγωγή δίθυρων μαλακίων, κυρίως μυδιών και στρειδιών, τα οποία το 1999 έφτασαν τους 21.000 τόνους. Η αξία όμως αυτών κάλυπτε ένα ποσοστό που οριακά έφτανε το 3% της συνολικής παραγωγής των υδατοκαλλιεργειών τη συγκεκριμένη χρονιά (FAO, 2008).

Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν μερικές μονάδες εκτατικής και ημικτατικής εκτροφής στην Ελλάδα, η υπεροχή των μονάδων εντατικής εκτροφής είναι εμφανής, δεδομένου ότι η κύρια πλειοψηφία της παραγωγής προέρχεται από αυτές. Η παραγωγή των δύο σημαντικότερων ειδών ιχθύων (τσιπούρα και λαβράκι) καταλαμβάνει το σημαντικότερο ποσοστό του 50% της συνολικής παραγωγής της Μεσογείου.

Η εγχώρια παραγωγή προορίζεται κατά κανόνα για εξαγωγή. Το 2002 η Ιταλία και η Ισπανία απορρόφησαν περίπου 47.000 τόνους από τους εκτιμώμενους 70.000 τόνους των εξαγωγών τσιπούρας και λαβρακιού. Ως εξαγωγίμο προϊόν, κατατάσσεται στην τρίτη θέση, ακολουθώντας το ελαιόλαδο και τον καπνό. Η υπόλοιπη παραγωγή διανεμήθηκε στους καταναλωτές, κυρίως μέσω των μεγάλων αλυσίδων supermarkets, αλλά και των παραδοσιακών αγορών (FAO, 2008).

Από το 1999, οι περισσότερες από τις μεγάλες εταιρείες πιστοποίησαν τα προϊόντα τους κατά το πρότυπο ISO 9001, σε μία προσπάθεια να εξασφαλίσουν την αξιοπιστία τους έναντι του καταναλωτικού κοινού. Σε αυτό συνέβαλε και η απαίτηση πολλών μεγάλων αλυσίδων supermarkets, τα οποία διέθεταν αντίστοιχες πιστοποιήσεις σε άλλα σχετικά πρότυπα, όπως εκείνα που αφορούν την ασφάλεια και την υγεία (για παράδειγμα το HACCP: Hazard and Critical Control Point program). Επίσης, εθνικοί οργανισμοί εξέδωσαν τα δικά τους πρότυπα πιστοποίησης, όπως ο ΟΠΕΓΕΠ-AGROCERT για την Ελλάδα, οργανισμός που εποπτεύεται από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (FAO, 2008).

Η ανά κάτοικο κατανάλωση ιχθύων στην Ελλάδα φτάνει περίπου τα 25kg το έτος, εκ των οποίων τα 2,1kg καλύπτονται από το λαβράκι και την τσιπούρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μία ετήσια κατανάλωση της τάξεως των 250.000 τόνων για έναν πληθυσμό περίπου 10.000.000 ατόμων, με μία αντίστοιχη συμμετοχή της εκτροφής υδρόβιων οργανισμών που δεν ξεπερνά το ποσοστό του 10% (FAO, 2008).

1.3 Τα σημαντικότερα εκτρεφόμενα είδη Ιχθύων στην Ελλάδα

1.3.1 Η Τσιπούρα (Gilthead sea bream, *Sparus aurata*)

Η συστηματική κατάταξη της τσιπούρας είναι η ακόλουθη:

ΟΜΟΤΑΞΙΑ	OSTEICHTHYES
ΥΦΟΜΟΤΑΞΙΑ	ACTINOPTERYCII
ΤΑΞΗ	PERCIFORMES
ΥΠΟΤΑΞΗ	PERCOIDOI
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	SPARIDAE
ΓΕΝΟΣ	<i>Sparus</i>
ΕΙΔΟΣ	<i>aurata</i>

Πρόκειται πιθανότατα για εκείνο το είδος ιχθύος στο οποίο έχει εφαρμοσθεί, με απόλυτη επιτυχία, όπως θα μπορούσε κάποιος να διατυπώσει, η εντατική ελεγχόμενη μαζική εκτροφή των ιχθύων. Ιδιαίτερα μάλιστα στον ελληνικό χώρο, με αποτέλεσμα η Ελλάδα να αποτελεί τη χώρα που είναι πρώτη στην παραγωγή της τσιπούρας, όχι μόνο στο χώρο της Μεσογείου, αλλά και σε ολόκληρο τον ευρωπαϊκό χώρο (Παπουτσόγλου, 2008).

Στη συνέχεια, γίνεται μία σύντομη αναφορά στα βασικά χαρακτηριστικά της τσιπούρας:

Το σώμα της εμφανίζεται ωοειδές, μάλλον ‘βαθύ’ και συμπιεσμένο. Ο χρωματισμός της είναι ασημένιος προς γκριζωπός. Φέρει δύο χαρακτηριστικές σκούρες μαύρες κηλίδες στο πρόσθιο τμήμα της πλευρικής γραμμής και μία χαρακτηριστική χρυσή μετωπική ζώνη μεταξύ των ματιών της. Το τελευταίο χαρακτηριστικό της αποδίδει και τον όρο χρύσοφρυς (*Chrysophrys auratus*), δηλαδή χρυσά φρύδια. Σκουρόχρωμες γραμμές παρατηρούνται συχνά πλευρικά του σώματός της, ενώ φέρει και μία σκοτεινή περιοχή στο ραχιαίο πτερύγιο, το οποίο είναι ενιαίο. Επίσης, σκουρόχρωμο εμφανίζεται το άκρο του ουριαίου πτερυγίου. Η πλευρική γραμμή στο σώμα της τσιπούρας είναι διακριτή. Τα μάτια της είναι μικρά, τα ρουθούνια εμφανή και το στόμα της ημιτελικό με σταυρό επάνω. Διαθέτει επίσης, λεπτά χείλια (FAO, 2008).

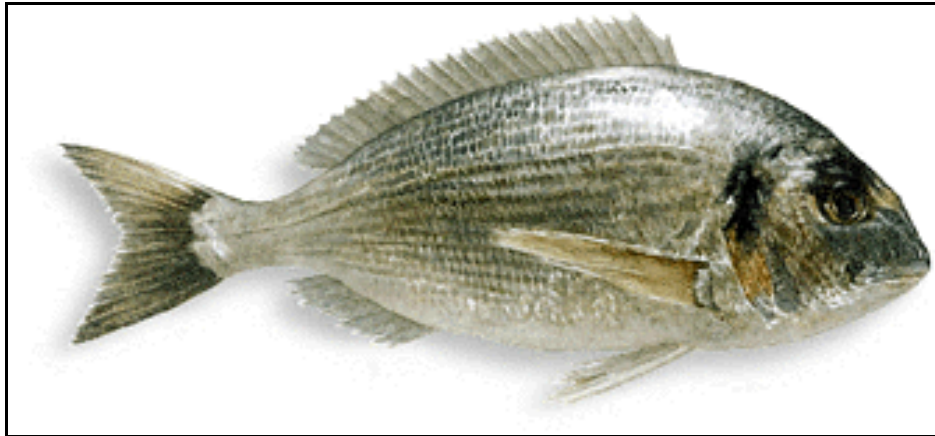
Πρόκειται για ένα ευρύαλο και ευρύθερμο είδος ιχθύος, το οποίο είναι ιδιαίτερα συνηθισμένο στις ακτές της Μεσογείου θάλασσας. Συναντάται σε ποικίλα βάθη και σε

πυθμένες διαφορετικής συστάσεως, όπως με άμμο, λάσπη, βράχια ή φύκια. Παρουσιάζεται σε ολόκληρη την υδάτινη μάζα, δεδομένου του διατροφικού της τύπου, αν και τα νεαρά άτομα φαίνεται να προτιμούν τα μικρότερα βάθη, που φτάνουν τα 30 m, σε αντίθεση με τα ενήλικα άτομα, τα οποία συναντώνται σε βάθη που φτάνουν τα 150 m. Διαβιεί σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ των 4 και 30 °C, ενώ η αλατότητα ενδέχεται να φτάσει το 40 ‰, χωρίς να επηρεαστεί αρνητικά η επιβίωση του ιχθύος. Η επίτευξη του μέγιστου ρυθμού αναπτύξεως πραγματοποιείται σε νερά θερμοκρασίας 22 με 24 °C, αλατότητας 28 με 32 ‰, τιμής pH: 7,8 με 8,3 και κορεσμένα με οξυγόνο (FAO, 2008, Παπουτσόγλου, 2008).

Αναφέρεται πως το μέγιστο βάρος σώματος της τσιπούρας ενδέχεται να φτάσει τα 16 με 18 κιλά, με μήκος σώματος που φτάνει τα 60 με 70 εκατοστά, ενώ είναι δυνατόν να φτάσει μέχρι και την ηλικία των 10 με 15 ετών (Παπουτσόγλου, 2008).

Βασικό βιολογικό χαρακτηριστικό της τσιπούρας αποτελεί ο πρωτανδρικός ερμαφροδιτισμός. Αυτό σημαίνει πως η πρώτη γεννητική ωριμότητα του ιχθύος παρατηρείται στην ηλικία του ενός έτους ή και των δύο ετών, αποκλειστικά και μόνο σε αρσενικά άτομα, τα οποία στη συνέχεια κατά το δεύτερο ή το τρίτο έτος της ηλικίας τους, αλλάζουν το φύλο τους και καθίστανται θηλυκά. Οι παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν ή απλώς συμβάλουν στην αλλαγή αυτή, δεν έχουν εξακριβωθεί ακόμα με σαφήνεια. Πρόκειται όμως κατά πάσα πιθανότητα για ένα συνδυασμό του μεγέθους του σώματος του ιχθύος με την ηλικία του. Ανεξαρτήτως του γεγονότος ότι η παραγωγή γεννητικού υλικού στα άτομα της τσιπούρας είναι συνεχής, η αναπαραγωγική τους περίοδος εκτείνεται κατά κανόνα στο χρονικό διάστημα μεταξύ του Οκτωβρίου και του Δεκεμβρίου. Οι ιχθύες κατευθύνονται στις ανοιχτές θάλασσες, σχηματίζοντας αγέλες πολλών εκατοντάδων ατόμων, αφήνοντας πίσω τους τις ημίκλειστες υδατοσυλλογές των λιμνοθαλασσών. Στις τελευταίες επιστρέφουν τα άτομα των νεαρών πληθυσμών, κατά την περίοδο της άνοιξης (Παπουτσόγλου, 2008).

Όσον αφορά το διατροφικό τύπο της τσιπούρας, πρόκειται για έναν σαρκοφάγο ιχθύ. Με βάση την ηλικία του ατόμου, το διαιτολόγιό του είναι δυνατόν να περιλαμβάνει ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς, όπως κωπήποδα, πολύχαιτους, αμφίποδα, γαστερόποδα μαλάκια και ιδιαίτερα δίθυρα, καρκινοειδή, αλλά και ιχθύς ποικίλων μεγεθών. Τα παραπάνω φαίνεται να εξηγούν μάλλον τη μορφολογία των οδόντων της τσιπούρας. Χαρακτηριστικό και των δύο γνάθων του ιχθύος αποτελεί η παρουσία ισχυρών οδόντων και πιο συγκεκριμένα, ισχυρών κυνόδοντων στα πρόσθια τμήματα και σειρών μυλόδοντων. Οι τελευταίοι είναι 4 με 5 στην επάνω γνάθο και 3 με 4 στην κάτω γνάθο. Οι κυνόδοντες φαίνεται να εξασφαλίζουν το πιάσιμο της λείας του ιχθύος, ενώ οι μυλόδοντες συμβάλλουν στο σπάσιμο των οστράκων των δίθυρων μαλακίων (Παπουτσόγλου, 2008).



ΕΙΚΟΝΑ 1: Η Τσιπούρα, Gilthead sea bream, *Sparus aurata*
(εικόνα από το <http://images.google.gr>)

1.3.2 Το Λαβράκι (European sea bass, *Dicentrarchus labrax*)

Η συστηματική κατάταξη του είδους αυτού ιχθύος παρουσιάζεται στη συνέχεια:

ΟΜΟΤΑΞΙΑ	OSTEICHTHYES
ΥΦΟΜΟΤΑΞΙΑ	ACTINOPTERYCII
ΤΑΞΗ	PERCIFORMES
ΥΠΟΤΑΞΗ	PERCOIDOI
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	SERRANIDAE
ΓΕΝΟΣ	<i>Dichentrarchus</i>
ΕΙΔΟΣ	<i>labrax</i>

Στις μέρες μας, αποτελεί το είδος εκείνο του ιχθύος που είναι το πλέον σημαντικό εμπορικά και εκτρέφεται ευρέως στις περισσότερες περιοχές της Μεσογείου. Οι μεγαλύτερες, όσον αφορά την παραγωγή του, χώρες είναι η Ελλάδα, η Τουρκία, η Ιταλία, η Ισπανία, η Κροατία και η Αίγυπτος. Μάλιστα, η σχετικά προσιτή τιμή του, σε συνδυασμό με μία αυξημένη παραγωγή, οδήγησε στο αποτέλεσμα το είδος αυτό να παρουσιάσει μία υψηλή διαθεσιμότητα, η οποία δεν περιορίστηκε μόνο στις μεσογειακές χώρες, αλλά επεκτάθηκε και στις αντίστοιχες ευρωπαϊκές (FAO, 2008).

Τα βασικά χαρακτηριστικά του ιχθύος παρουσιάζονται στη συνέχεια:

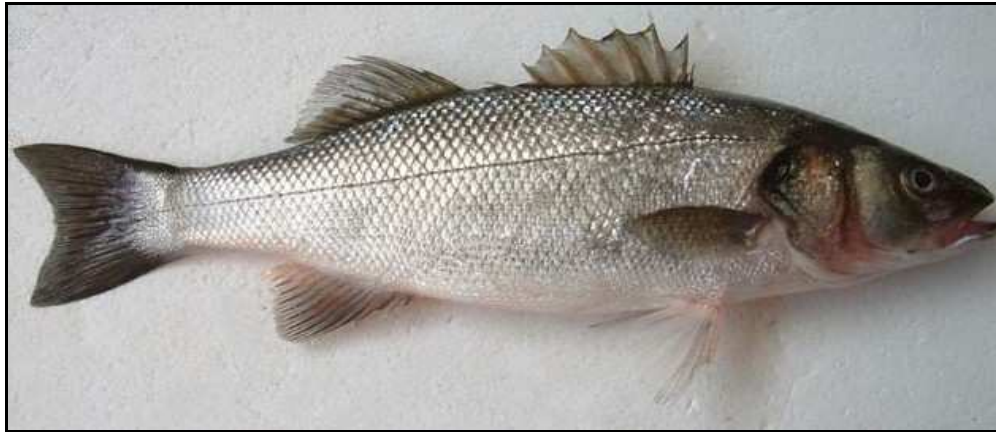
Το σώμα του εμφανίζεται μάλλον επίμηκες. Ο χρωματισμός του είναι ασημένιος γκριζωπός προς υποκύνος στο πίσω μέρος του σώματός του, ασημένιος πλευρικά, ενώ η κοιλιά του εμφανίζεται σε μερικές περιπτώσεις ελαφρά χρωματισμένη κίτρινη. Τα νεαρά άτομα φέρουν μερικά σκούρα στίγματα στο επάνω τμήμα του σώματός τους, κάτι που δε συμβαίνει αντίστοιχα στα ενήλικα άτομα. Η πλευρική γραμμή του ιχθύος είναι εμφανής, δίχως όμως να επεκτείνεται μέχρι το ουριαίο του πτερύγιο. Το τελευταίο εμφανίζεται μετρίως διχαλωτό. Τα λέπια του είναι εμφανή, ενώ το ραχιαίο του πτερύγιο συγκροτείται από δύο ξεχωριστά πτερύγια. Το στόμα του είναι μεγάλο τελικό και φέρει χοντρά χείλια (FAO, 2008).

Πρόκειται για ένα μάλλον κοινό είδος ιχθύος. Συναντάται σε υφάλμυρα νερά θαλασσών, αλλά και λιμνοθαλασσών. Παρουσιάζει προτίμηση σε μάλλον ρηχά και καθαρά παράκτια υφάλμυρα ύδατα, γεγονός που όμως δεν αποκλείει την παρουσία του και σε λιγότερο καθαρά ύδατα, όπως ένα λιμάνι ή οι εκβολές ενός ποταμού. Στα πρώτα βιολογικά στάδια της ζωής του παρουσιάζει αγelaiά συμπεριφορά, με ιδιαίτερη προτίμηση στα επιφανειακά στρώματα των θαλάσσιων υδατοσυλλογών. Αυτή, με την αύξηση του σωματικού μεγέθους του ιχθύος, περιορίζεται. Πρόκειται για ένα ευρύθερμο και ευρύαλο είδος, το οποίο μάλιστα διαθέτει τη δυνατότητα να προσαρμοστεί ακόμα και σε γλυκά ύδατα. Εμφανίζει όμως, ιδιαίτερη προτίμηση σε νερά θερμοκρασίας 15 με 20 °C και τιμής pH: 7,9 με 8,2, ιδιαίτερα μάλιστα αν αυτά είναι πλούσια σε οξυγόνο (FAO, 2008, Παπουτσόγλου, 2008).

Ενδέχεται το βάρος σώματος του ιχθύος να φτάσει τα 12 κιλά με ένα αντίστοιχο μήκος σώματος της τάξεως των 100 εκατοστών, αν και κατά κανόνα το βάρος του δεν ξεπερνά το 1 κιλό και το ολικό μήκος του τα 40 εκατοστά (Παπουτσόγλου, 2008).

Περιγράφεται ως ένα δίοικο είδος, το οποίο αναπαράγεται μόνο μία φορά κατά τη διάρκεια του χρόνου, στο χρονικό διάστημα μεταξύ του χειμώνα και της άνοιξης (Παπουτσόγλου, 2008).

Από την άποψη του διατροφικού του τύπου, το λαβράκι κατατάσσεται στα αμιγώς σαρκοφάγα είδη ιχθύων, αλλά και ιδιαίτερα αδηφάγα. Όταν ξεκινήσει να λαμβάνει εξωτερική τροφή, το διαιτολόγιό του περιλαμβάνει μικρούς ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς της τάξεως των 80 με 120 μ. Καθώς όμως το μέγεθος του στόματός του μεγαλώνει, οι εν λόγω οργανισμοί αντικαθίστανται από άλλους με μεγαλύτερο μέγεθος, όπως τα κωπήποδα, αλλά και διάφορους ζωοβενθικούς οργανισμούς. Τα ανεπτυγμένα λαβράκια διατρέφονται με ιχθύς διαφόρων ειδών, αλλά και μεγεθών, καρκινοειδή, κεφαλόποδα, καθώς και ποικίλους άλλους ζωικούς υδρόβιους, αλλά και ημιυδρόβιους οργανισμούς (Παπουτσόγλου, 2008).



ΕΙΚΟΝΑ 2: Το Λαβράκι: European sea bass, *Dicentrarchus labrax*
(εικόνα από το <http://images.google.gr>)

2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΕΠΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΨΕΩΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ

Η μορφολογία και δομή του πεπτικού συστήματος του ιχθύος διαφοροποιείται με βάση το διατροφικό του τύπο, αν δηλαδή είναι σαρκοφάγος, φυτοφάγος ή παμφάγος ιχθύς, αλλά και την ηθολογία της διατροφής του. Παρατηρούνται έτσι, διαφοροποιήσεις όσον αφορά τη μορφή και λειτουργία των οργάνων των οποίων ο ρόλος σχετίζεται με την πρόσληψη και κατάποση της τροφής, τη μορφή και λειτουργία των οργάνων και αδένων που συμβάλλουν στην πέψη, αλλά επίσης και στον τρόπο και στο βαθμό συμβολής αυτών στις διεργασίες της πέψεως (Παπουτσόγλου, 2008).

Το πεπτικό σύστημα των δύο ιχθύων που μελετάμε (λαβράκι και τσιπούρα) είναι τυπικό ενός σαρκοφάγου ιχθύος. Αποτελείται δηλαδή, από το στόμα, τον οισοφάγο, το στομάχο, τον πυλωρό, τα πυλωρικά τυφλά, το έντερο και την έδρα. Στη συνέχεια γίνεται μία σύντομη περιγραφή του πεπτικού σωλήνα τους:

α) Ο Οισοφάγος: το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του που αξίζει να αναφερθεί, αποτελεί η ικανότητα να αυξάνει τη διάμετρό του, μέχρι και τρεις φορές. Έτσι, του δίνεται η δυνατότητα να πλησιάσει σε διάμετρο εκείνη του φάρυγγα και ενδεχομένως να εξομοιωθεί με αυτήν, κάνοντας εφικτή τη διέλευση ενός μεγάλου όγκου τροφής. Η ιδιότητα αυτή εξασφαλίζεται από την παρουσία των γραμμωτών μυών του οισοφάγου, που χαρακτηρίζονται από ελαστικότητα, αλλά και την έντονη παρουσία βλέννης.

Στα κύτταρα του οισοφάγου των ιχθύων, όπως και του στόματος, δεν έχει διαπιστωθεί η ικανότητα συνθέσεως και εκκρίσεως πεπτικών ενζύμων (Παπουτσόγλου, 2008).

β) Ο Στόμαχος: σε γενικές γραμμές, η υφή του στομάχου προσομοιάζει με εκείνη του οισοφάγου και χαρακτηρίζεται από την παρουσία των τριών διακριτών χιτώνων, από μέσα προς τα έξω, του βλεννογόνου, του μυϊκού και του ορογόνου χιτώνα. Η ιστολογική δομή του στομάχου είναι στην ουσία εκείνη που εξασφαλίζει την έναρξη της χημικής επεξεργασίας της τροφής. Η ικανότητα αυτή του πρώτου τμήματος του πεπτικού σωλήνα του οργανισμού, εξασφαλίζεται με την παρουσία των γαστρικών αδένων (κυττάρων), σε συνδυασμό με τις περισταλτικές κινήσεις του στομάχου. Επικρατεί η άποψη πως στους γαστρικούς αυτούς αδένες του στομάχου παράγεται τόσο το πεψινογόνο, όσο και τα ιόντα υδρογόνου (H^+) και χλωρίου (Cl^-), από τα οποία στη συνέχεια θα γίνει η σύνθεση του υδροχλωρικού οξέως (HCl).

Το πεψινογόνο (ζυμογόνο) ενεργοποιείται υπό όξινες συνθήκες, δηλαδή μία τιμή pH μικρότερη του 6,0, ένα μέρος του μορίου του αποσπάται και έτσι, μετατρέπεται στο πρωτεϊνολυτικό ένζυμο πεψίνη (καρβοξυλο-οξυ-πρωτεϊνάση). Θεωρείται σημαντικό να αναφερθεί ότι κατά πάσα πιθανότητα η πεψίνη δεν αποτελεί το μοναδικό ένζυμο του στομάχου, αλλά υπάρχουν και άλλα που χαρακτηρίζονται από παρόμοια δομή και δράση. Τα ένζυμα όμως αυτά μέχρι τώρα δεν κατέστη δυνατόν να προσδιοριστούν, να ταυτοποιηθούν, αλλά και να απομονωθούν. Αναμενόμενες είναι και οι επιφυλάξεις των ερευνητών όσον αφορά την παρουσία των προενζύμων αυτών των ενζύμων, που θα οδηγήσουν στη δημιουργία αυτών.

Όσον αφορά τη σύνθεση του υδροχλωρικού οξέως (HCl), οι μηχανισμοί αυτής δεν έχουν αποσαφηνιστεί ακόμα με επάρκεια. Φαίνεται ότι κατά πάσα πιθανότητα τα ιόντα του υδρογόνου (H^+) και εκείνα του χλωρίου (Cl^-) εκκρίνονται από την κυτταρική μεμβράνη των γαστρικών κυττάρων και στη συνέχεια, γίνεται η σύνθεση του υδροχλωρικού οξέως στον αυλό του στομάχου. Τα ιόντα του υδρογόνου εντός των κυττάρων προκύπτουν κυρίως από τη δράση της καρβονικής ανυδράσης στο H_2CO_3 , ενώ τα ιόντα του χλωρίου εισέρχονται από το αίμα με παθητική μεταφορά με ιόντα HCO_3^- .

Σημειώνεται πως εκτός από την πεψίνη, από τα κύτταρα του βλεννογόνου χιτώνα του στομάχου του ιχθύος θεωρείται πιθανή η σύνθεση και έκκριση και άλλων ενζύμων, όπως α-αμυλάσης, χιτινασών και εστερασών.

Η πάντοτε χαμηλή (όξινης αντιδράσεως) τιμή του pH στον αυλό του στομάχου, γενικά είναι δυνατόν να αυξομειώνεται ανάλογα με το είδος του ιχθύος, το βιολογικό του στάδιο, τη χημική σύσταση της τροφής, αλλά και τη χρονική διάρκεια από τη λήψη του τελευταίου γεύματος (Παπουτσόγλου, 2008).

γ) Ο Πυλωρός: η παρουσία του πυλωρού συμπίπτει από μορφολογικής απόψεως, με το τέλος του στομάχου. Πρόκειται στην ουσία για έναν ισχυρό μυ κυκλικού σχήματος, ο οποίος λειτουργεί ως σφιγκτήρας. Σκοπός του είναι να επιτρέπει τη διέλευση του χυμού από το στόμαχο προς το λεπτό έντερο και να αποτρέπει ταυτόχρονα την αντίθετη κίνησή του (Παπουτσόγλου, 2008).

δ) Τα Πυλωρικά Τυφλά: αναφέρονται και ως πυλωρικοί τυφλοί σάκοι ή εντερικοί τυφλοί σάκοι. Πρόκειται για αποφύσεις του λεπτού εντέρου και αποτελούν χαρακτηριστικό πολλών ειδών και ιδιαίτερος των Τελεόστεων ιχθύων. Η ονομασία τους προέρχεται από το σημείο στο οποίο διαμορφώνονται, δηλαδή αμέσως μετά τον πυλωρό. Ουσιαστικά πρόκειται για μορφώματα με σχήμα κυλίνδρου ή σωλήνα, τα οποία καταλήγουν σε ένα άκρο κλειστό, γι' αυτό χαρακτηρίζονται ως τυφλά. Δεν εμφανίζονται στους ιχθύς εκείνους που δε διαθέτουν έναν εμφανώς διαμορφωμένο στόμαχο, αν και η παρουσία των πυλωρικών τυφλών δεν εξαρτάται άμεσα και απόλυτα από την παρουσία του στομάχου.

Στα διάφορα είδη των ιχθύων παρατηρούνται διαφοροποιήσεις όσον αφορά τον αριθμό των πυλωρικών τυφλών που διαθέτουν, τη μορφολογική τους ανάπτυξη, τις διαστάσεις τους και τον τρόπο συνδέσεώς τους με το λεπτό έντερο. Η τιμή του pH του αυλού τους είναι βασικής αντιδράσεως.

Πρέπει να θεωρείται δεδομένη η συνεισφορά των πυλωρικών τυφλών, από τη μία μεριά στις διαδικασίες της πέψεως και από την άλλη, στις διαδικασίες απορροφήσεως των προϊόντων αυτής. Ενώ όμως, η παρουσία των ενζύμων σε αυτά θεωρείται μάλλον δεδομένη, παρατηρείται ασάφεια όσον αφορά την προέλευση των ενζύμων αυτών. Δεν έχει δηλαδή ακόμα, αποσαφηνιστεί με επάρκεια αν τα ένζυμα αυτά συντίθενται στα ίδια τα πυλωρικά τυφλά, δηλαδή στα επιθηλιακά κύτταρα του βλεννογόνου χιτώνα των πυλωρικών τυφλών ή αν προέρχονται από τα άλλα τμήματα του πεπτικού συστήματος του ιχθύος, όπως ο στόμαχος, το έντερο ή το πάγκρεας και εισέρχονται σε αυτά μαζί με την τροφή (Παπουτσόγλου, 2008).

ε) Το Έντερο: σε αυτό πραγματοποιείται η τελική φάση της επεξεργασίας της τροφής και η απορρόφηση, τόσο των προϊόντων αυτής, όσο του νερού και των ηλεκτρολυτών.

Το σχήμα του εντέρου παρουσιάζει ποικιλομορφία στα διάφορα είδη των ιχθύων. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, το μήκος του στους σαρκοφάγους ιχθύς είναι μικρό, ενώ είναι μεγαλύτερο σε εκείνους που διατρέφονται με τροφές φυτικής προελεύσεως, αποκλειστικά και μόνο ή όχι. Το γεγονός αυτό μπορεί να εξηγηθεί αν λάβει κάποιος υπόψιν του την ευπεπτότητα ή όχι της τροφής που καταναλώνει ο οργανισμός του ιχθύος. Σε γενικές γραμμές, οι τροφές ζωικής προέλευσης πέπτονται πιο εύκολα, οπότε έχουν ανάγκη από μία μικρότερη επιφάνεια απορροφήσεως, σε σχέση με τις αντίστοιχες τροφές φυτικής προελεύσεως, που είναι περισσότερο δύσπεπτες. Συνήθως, οι ιχθύες που διαθέτουν έναν ευμεγέθη στόμαχο, χαρακτηρίζονται από ένα σχετικά μικρό λεπτό έντερο, ενώ εκείνοι με ένα σχετικά μικρού μεγέθους στόμαχο, διαθέτουν ένα μεγάλο μήκους έντερο. Σύμφωνα με μία γενικευμένη άποψη που επικρατεί, ο λόγος του μήκους του εντέρου προς το μήκος του σώματος έχει τιμή μικρότερη της μονάδας στους σαρκοφάγους ιχθύς, μεταξύ 1 και 3 στους παμφάγους και μεγαλύτερη από 3 στους φυτοφάγους ιχθύς.

Σε ότι αφορά την ιστολογική δομή του εντέρου, γενικά αποτελείται από μέσα προς τα έξω, από το βλεννογόνο, τον υποβλεννογόνο, το μυϊκό και τον ορογόνο χιτώνα.

Τα κύτταρα του βλεννογόνου χιτώνα του εντέρου συνθέτουν ποικίλα ένζυμα που συμμετέχουν στην πέψη. Η σύνθεση των διαφόρων πεπτικών ενζύμων δεν αποτελεί το χαρακτηριστικό των κυττάρων του βλεννογόνου χιτώνα όλων των ιχθύων, ενώ σε εκείνους στους οποίους πραγματοποιείται η σύνθεσή τους, παρουσιάζονται διαφορές ως προς την ενεργότητα αυτών των ενζύμων. Η τιμή του pH στον αυλό του λεπτού εντέρου των Τελεόστεων ιχθύων είναι σε γενικές γραμμές βασικής αντιδράσεως. Η τιμή αυτή όμως, εμφανίζει έντονες διαφοροποιήσεις που καθορίζονται από το είδος του ιχθύος, το διατροφικό του τύπο, το βιολογικό του στάδιο, την ποιότητα, αλλά και την ποσότητα της τροφής που καταναλώνει, το χρονικό διάστημα από τη λήψη του τελευταίου γεύματος, το τμήμα του εντέρου στο οποίο γίνεται ο προσδιορισμός και κατά πάσα πιθανότητα, τη φυσιολογική κατάσταση του οργανισμού του ιχθύος (π.χ. επίδραση του stress).

Τα ένζυμα του εντέρου συγκροτούνται από εντερικής προελεύσεως πρωτεάσες (αμινοπεπτιδάσες, διπεπτιδάσες, τριπεπτιδάσες), καρβοϋδράσες (α-αμυλάση, α- και β-γλυκοσιδάση, λαμιναρινάση, χιτινάση) και εστεράσες (λιπάσες) (Παπουτσόγλου, 2008).

στ) Η Έδρα: πρόκειται για την κατάληξη του πεπτικού σωλήνα των ιχθύων. Περιγράφεται στην ουσία ως ένα άνοιγμα ωοειδούς ή δακτυλιοειδούς σχήματος, μέσω του οποίου πραγματοποιείται η απομάκρυνση της κόπρου από τον οργανισμό του ιχθύος (Παπουτσόγλου, 2008).

2.1 Τα Πεπτικά Ένζυμα των Ιχθύων

2.1.1 Πρωτεάσες και Καρβοϋδράσες

Οι ανάγκες ενός ιχθύος σε πρωτεΐνες αφορούν στην ουσία την ανάγκη του σε απαραίτητα αμινοξέα. Έτσι, η ποιότητα των πρωτεϊνών του σιτηρεσίου καθορίζεται από το είδος των περιεχόμενων σε αυτό απαραίτητων αμινοξέων, την ποσοτική σχέση μεταξύ τους, αλλά και την ποσοτική σχέση μεταξύ των απαραίτητων και των μη απαραίτητων αμινοξέων. Οι σχέσεις αυτές θεωρούνται θεμελιώδους σημασίας για την ανάπτυξη του ιχθύος, την επίτευξη της ομοιοστασίας του, καθώς και την ομαλή διεξαγωγή των μεταβολικών διεργασιών του (Παπουτσόγλου, 2008).

Έτσι, η μελέτη των πρωτεϊνών και στη συνέχεια των πρωτεασών, των ενζύμων που αναλαμβάνουν την υδρόλυση αυτών, θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική, δεδομένου μάλιστα του υψηλού κόστους των πρωτεϊνών.

Οι υδατάνθρακες με τη σειρά τους, χρησιμοποιούνται από τον οργανισμό κατά κύριο λόγο για την παραγωγή ενέργειας, χωρίς να αποκλείεται όμως και η συμμετοχή τους στη σύνθεση λιπών, ιδιαίτερα μη απαραίτητων λιπαρών οξέων. Λαμβάνοντας υπόψιν το διατροφικό τύπο του ιχθύος και την ηθολογία της διατροφής του, σε συνδυασμό πάντα με την μέχρι τώρα διεθνή εμπειρία, μπορεί να διατυπωθεί η άποψη ότι η παρουσία των υδατανθράκων στο σιτηρέσιο των εκτρεφόμενων ιχθύων δε θα πρέπει να αποφεύγεται, ακόμα και στην περίπτωση των σαρκοφάγων ιχθύων. Αντίθετα, συμμετέχοντας στο σιτηρέσιο, ανάλογα με το είδος τους, την επεξεργασία που έχουν υποστεί, το ποσοστό τους, τη σχέση τους με το επίπεδο των ολικών αζωτούχων ουσιών (ΟΑΟ) και εκείνο των ολικών λιπαρών ουσιών (ΟΛΟ), αλλά και την πεπτικότητά τους με βάση το διατροφικό τύπο του ιχθύος, θα συμβάλλουν στην κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών. Έτσι, δε θα υποχρεωθεί ο οργανισμός να σπαταλήσει πρωτεΐνες, προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες του σε ενέργεια.

Δεδομένης της ανάγκης παραγωγής σιτηρεσίων για την εκτροφή των ιχθύων με μικρότερο κόστος, που θα οδηγήσουν με τη σειρά τους στην παραγωγή ιχθύων με χαμηλότερο κόστος, η μελέτη των υδατανθράκων και σε συνέχεια των ενζύμων που αναλαμβάνουν την υδρόλυσή τους, των καρβοϋδρασών, θεωρείται σημαντική (Papoutsoglou and Lyndon, 2005, Παπουτσόγλου, 2008).

2.1.2 Επίδραση των Παραγόντων Εκτροφής στα Πεπτικά Ένζυμα των Ιχθύων

Αρκετοί ερευνητές έθεσαν κατά καιρούς, υπό διερεύνηση τα πεπτικά ένζυμα των ιχθύων. Τα μελέτησαν μεμονωμένα, για ένα είδος ιχθύος, ως παράγοντα σύγκρισης μεταξύ δύο ή και περισσότερων ειδών ιχθύων, του ίδιου ή διαφορετικού διατροφικού τύπου, αλλά και ως αποτέλεσμα της επιδράσεως ποικίλων παραγόντων, άλλοτε της διατροφής των ιχθύων και άλλοτε του περιβάλλοντος διαβιώσεώς τους. Οι τελευταίοι παράγοντες, έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, δεδομένου ότι πρόκειται για εξωτερικούς παράγοντες που στην ελεγχόμενη εκτροφή των ιχθύων, καθορίζονται από τον άνθρωπο.

Στην ελεγχόμενη εκτροφή των ιχθύων, ως εξωτερικοί παράγοντες λαμβάνονται εκείνοι που καθορίζουν το περιβάλλον εκτροφής τους. Δέκτης των ερεθισμάτων αυτών θεωρείται ολόκληρη η επιφάνεια του σώματος των ιχθύων. Κάποια σημεία του σώματος των ιχθύων όμως, φαίνεται πως εκδηλώνουν μία ιδιαίτερη ευαισθησία, όπως η στοματική κοιλότητα, οι οφθαλμοί, τα ρουθούνια, τα βράγχια, τα πτερύγια, τα μουστάκια, η πλευρική γραμμή και το εσωτερικό ους, οι αισθητήρες της θερμοκρασίας, καθώς και ο πεπτικός σωλήνας του ιχθύος (Παπουτσόγλου, 1998).

Διάφοροι παράγοντες του περιβάλλοντος εκτροφής των ιχθύων διαπιστώθηκε πως επηρεάζουν τα πεπτικά τους ένζυμα, συχνά σε συνδυασμό με άλλα χαρακτηριστικά της φυσιολογίας τους.

2.1.2.1 Αλατότητα και Πεπτικά Ένζυμα

Το 2007, μελετήθηκε η επίδραση των μεταβολών της αλατότητας του νερού εκτροφής στην ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων και τα επίπεδα της κορτιζόλης στο είδος *Paralichthys olivaceus* (Japanese flounder) (Bolasina et al., 2007). Χρησιμοποιήθηκε μία ομάδα μάρτυρας, η οποία διατηρήθηκε σε θαλασσινό νερό σταθερής αλατότητας 32 ‰ και μία δεύτερη ομάδα η οποία μεταφερόταν από την προηγούμενη αλατότητα (32 ‰) σε μία σημαντικά χαμηλότερη, της τάξεως του 10 ‰, κάθε 6 ώρες. Το πείραμα είχε χρονική διάρκεια 2 ημερών.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν μία ουσιαστική μείωση στην ενεργότητα της τρυψίνης, με την πρώτη έκθεση στη χαμηλή τιμή της αλατότητας, ενώ σημαντικές διαφορές έδωσε και η σύγκριση μεταξύ των δύο διαφορετικών ομάδων των ιχθύων. Δεδομένου ότι η πρόσβαση στην τροφή υπήρξε όμοια για όλα τα άτομα, η μείωση αυτή πιθανόν σχετίζονταν με τη μείωση της ορέξεως και της διαθέσεως για πρόσληψη τροφής, με τη μεταβολή της αλατότητας. Αντίθετα, μη σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν όσον αφορά την ενεργότητα της λιπάσης, της οποίας τα επίπεδα υπήρξαν ιδιαίτερα χαμηλά, στις δύο ομάδες των ιχθύων.

Η μελέτη αυτή έδειξε ότι τα άτομα του είδους *Paralichthys olivaceus* (Japanese flounder) είναι δυνατόν να επιβιώσουν μετά την έκθεσή τους σε χαμηλές τιμές αλατότητας (10 ‰), έστω για ένα σύντομο χρονικό διάστημα.

Την ίδια χρονιά, αντικείμενο διερεύνησης αποτέλεσε η επίδραση της απότομης πτώσεως της αλατότητας του νερού στις πρωτεάσες της τσιπούρας, *Sparus auratus*. Έγινε μεταφορά των ιχθύων από την τιμή της αλατότητας 33 ‰ σε τιμή 21 ‰ και η διάρκεια του πειράματος ήταν 15 ημέρες (Psochiou et al., 2007).

Η μεταβολή της αλατότητας δεν είχε σημαντική επίδραση στην ενεργότητα των ολικών όξινων πρωτεασών (πεψίνη) ούτε και στην ενεργότητα των ολικών αλκαλικών πρωτεασών στα διαφορετικά τμήματα του εντέρου. Επίσης μη σημαντική υπήρξε η επίδραση της μεταβολής της αλατότητας στην ενεργότητα της τρυψίνης και της χυμοτρυψίνης. Αντίθετα, η ελαστάση επηρεάστηκε σημαντικά από την αλλαγή της αλατότητας στο πρόσθιο τμήμα του εντέρου, όπου η ενεργότητα υπήρξε σημαντικά υψηλότερη στους ιχθύς της χαμηλής αλατότητας από την 4^η ημέρα και μετά. Η ενεργότητα της καρβοξυπεπτιδάσης Α υπήρξε σημαντικά διαφορετική μεταξύ των χειρισμών στην περιοχή των πυλωρικών τυφλών (στην υψηλή τιμή της αλατότητας μειώθηκε μέχρι και τη 15^η ημέρα, ενώ στη χαμηλή, αυξήθηκε μέχρι τη 10^η ημέρα και έπειτα μειώθηκε) και το οπίσθιο τμήμα του εντέρου (στην υψηλή αλατότητα αυξήθηκε σημαντικά τη 10^η ημέρα, όπως και στη χαμηλή), ενώ η ενεργότητα της καρβοξυπεπτιδάσης Β επηρεάστηκε σημαντικά στα πυλωρικά τυφλά (στην υψηλή αλατότητα μειώθηκε μέχρι και τη 10^η ημέρα, ενώ στη χαμηλή μέχρι και τη 15^η ημέρα) και το πρόσθιο τμήμα του εντέρου (στην υψηλή αλατότητα αυξήθηκε μέχρι τη 10^η ημέρα, ενώ στη χαμηλή παρουσίασε αυξομειώσεις των τιμών της). Τέλος, παρατηρήθηκε

πως η σχέση μεταξύ της ενεργότητας των καρβοξυπεπτιδασών A και B μειώθηκε με την πτώση της αλατότητας και στα τρία τμήματα του πεπτικού σωλήνα.

Διαπιστώθηκε πως τα αποτελέσματα σχετικά με την επίδραση της αλατότητας στην ενεργότητα των ενζύμων βρίσκονταν σε συμφωνία με τον οσμωτικό ρόλο του κάθε τμήματος του πεπτικού σωλήνα. Οι πιο μόνιμες μεταβολές παρατηρήθηκαν στα πυλωρικά τυφλά, ενώ το πρόσθιο τμήμα του εντέρου είχε τον κυριότερο ρόλο. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής υποδεικνύουν ένα πρότυπο πεπτικού συστήματος ανθεκτικό στις απότομες μεταβολές της αλατότητας, που συνεισφέρει στον ευρύαλο χαρακτήρα της τσιπούρας.

Το ίδιο έτος, διερευνήθηκε η επίδραση των μεταβολών της αλατότητας (5, 15 και 35 ppt) στην ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων, σε συνδυασμό με την αύξηση και την επιβίωση των ατόμων του είδους *Centropomus parallelus* (fat snook) (Tsuzuki et al., 2007). Η διάρκεια του πειράματος ήταν 50 ημέρες.

Οι μεγαλύτερες τιμές όσον αφορά την ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων παρατηρήθηκαν στη μεσαία τιμή της αλατότητας (15 ppt). Η ενεργότητα των ολικών αλκαλικών πρωτεασών επηρεάστηκε σημαντικά σε αυτήν την τιμή της αλατότητας, με τιμές δύο και έξι φορές υψηλότερες σε σχέση με τις 5 ppt και 35 ppt, αντίστοιχα. Τα ένζυμα αυτά συντίθενται ως ανενεργά ζυμογόνα στα κύτταρα του παγκρέατος, ενεργοποιούνται και απελευθερώνονται στον αυλό του εντέρου. Προτάθηκε η άποψη πως οι μεταβολές στην αλατότητα πιθανότατα επηρεάζουν είτε την ενεργοποίηση κάθε ζυμογόνου ξεχωριστά είτε την ίδια την ενεργότητα της πρωτεάσης. Επίσης υψηλότερη υπήρξε η ενεργότητα της αμυλάσης σε αλατότητα 15 και 35 ppt, σε σχέση με τη χαμηλή τιμή αυτής (5 ppt).

Γενικά, μπορεί να διατυπωθεί η άποψη πως το είδος αυτό ιχθύος όταν διατηρήθηκε σε αλατότητα 15 ppt, παρουσίασε μία υψηλότερη δυνατότητα για μία πιο αποτελεσματική πέψη και απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών, ιδιαίτερα των πρωτεϊνών. Όσον αφορά το κόστος παραγωγής, τα έξοδα διατροφής μπορούν να περιοριστούν στην τιμή αυτή της αλατότητας, λόγω του υψηλότερου συντελεστή εκμεταλλεύσεως της τροφής.

2.1.2.2 Θερμοκρασία, pH και Πεπτικά Ένζυμα

Οι Kuz'mina et al. (2002) εξέτασαν τις επιδράσεις του καδμίου, της θερμοκρασίας του νερού εκτροφής και της τιμής του pH επί της ενεργότητας των πεπτικών ενζύμων (πρωτεάσες και καρβοϋδράσες) τριών ειδών ιχθύων του γλυκού νερού. Μελετήθηκε η επίδραση κάθε παράγοντα μεμονωμένα, αλλά και σε συνδυασμό. Τα είδη των ιχθύων ήταν *Abramis brama* L. (bream), *Perca fluviatilis* (perch) και *Stizostedion lucioperca* L. (zander).

Γενικά, στη μελέτη αυτή παρατηρήθηκε πως ακόμα και σε ακραίες συνθήκες, η αλληλεπίδραση μεταξύ της θερμοκρασίας, της τιμής του pH και της συγκεντρώσεως του καδμίου στην ενεργότητα των ενζύμων, δεν υπήρξε σημαντική για κανένα από τα είδη που εξετάστηκαν. Η εντονότερη επίδραση στην ενεργότητα των ενζύμων εντοπίστηκε με την αλληλεπίδραση θερμοκρασίας και pH, με τη μεγαλύτερη μείωση να αφορά τις χαμηλές θερμοκρασίες και μία τιμή pH μικρότερη του 5,0. Η μέγιστη μείωση στην ενεργότητα των ενζύμων παρατηρήθηκε για τα τρία είδη ιχθύων στη θερμοκρασία των 0°C και σε pH=5,0, σε σύγκριση με τους 20°C και pH=7,4. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαίωσαν αντίστοιχα άλλων μελετών, σχετικά με τη μείωση της ενεργότητας των πεπτικών ενζύμων σε χαμηλές τιμές θερμοκρασίας και pH, ενώ οι αρνητικές επιδράσεις του καδμίου περιορίστηκαν από τη μειωμένη ενεργότητα των ενζύμων.

2.1.2.3 Φωτισμός και Πεπτικά Ένζυμα

Οι Cuvier-Peres et al. (2001) εξέτασαν σε ένα πείραμα διάρκειας 3 εβδομάδων, την επίδραση της εντάσεως του φωτός (5, 50, 100 και 400 lx) στην ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων (πεψίνη, τρυψίνη, χυμοτρυψίνη και αμυλάση), αλλά και στη γενικότερη απόδοση σε ιχθύδια λαβρακιού sea bass, *Dicentrarchus labrax*. Όσον αφορά την απόδοση, μελετήθηκαν οι επιδράσεις στην αύξηση, την κατανάλωση της τροφής, την επιβίωση και την εκδήλωση κανιβαλισμού από τους ιχθύς.

Τα αποτελέσματα όσον αφορά τα πεπτικά ένζυμα, έδειξαν τα ακόλουθα:

Η ενεργότητα (σε U mg protein⁻¹) των δύο παγκρεατικών ενζύμων, τρυψίνης και χυμοτρυψίνης, υπήρξε σημαντικά χαμηλότερη στη χαμηλή ένταση του φωτός (5 lx), σε σχέση με τις υπόλοιπες τιμές αυτής. Αντίθετα, η ενεργότητα της αμυλάσης δε φάνηκε να επηρεάζεται από τους διαφορετικούς χειρισμούς και παρέμεινε σταθερή κατά τη διάρκεια του πειράματος. Τέλος, έντονη υπήρξε η επίδραση της εντάσεως του φωτός στην ενεργότητα της πεψίνης. Διαπιστώθηκε πως οι μεγαλύτερες τιμές ειδικής ενεργότητας αυτής εκδηλώθηκαν στις ενδιάμεσες τιμές της εντάσεως του φωτισμού (50 και 100 lx).

Συμπερασματικά, διαπιστώθηκε πως η ένταση του φωτός δεν επηρέασε σημαντικά την αύξηση, την επιβίωση, την κατανάλωση της τροφής, την εκδήλωση κανιβαλισμού και την έκκριση των παγκρεατικών ενζύμων στο είδος αυτό του ιχθύος. Αντίθετα, επηρεάστηκε σημαντικά η ενεργότητα της πεψίνης. Δεδομένου ότι η κατανάλωση της τροφής υπήρξε σχετικά όμοια σε όλους τους χειρισμούς, πιθανές διαφορές στην ενεργότητα των πρωτεολυτικών ενζύμων του παγκρέατος θα οφείλονταν στην προσαρμογή τους στη σύσταση της τροφής. Σύμφωνα με την άποψη των ερευνητών που διεξήγαγαν τη μελέτη, τα ιχθύδια που εκτρέφονταν στις υψηλές εντάσεις του φωτισμού διέθεταν τη δυνατότητα να διακρίνουν καλύτερα και να επιλέξουν την τροφή τους (*Artemia nauplii*, έναντι της ξηράς τροφής). Δυστυχώς όμως, δεν έγινε ανάλυση του

στομάχου αμέσως μετά την κατανάλωση της τροφής, προκειμένου να επιβεβαιωθεί η άποψη αυτή των ερευνητών.

Οι Suzer et al. (2006) εξέτασαν τη σημασία του φωτισμού (10, 30 και 100 lx) στην ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων (πρωτεάσες, αμυλάση και λιπάση) και την απόδοση (κυρίως αύξηση και επιβίωση) του είδους *Pagellus erythrinus* L. (common Pandora).

Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικά μειωμένες τιμές ενεργότητας της τρυψίνης και της χυμοτρυψίνης στα 10 lx, σε σχέση με τις υπόλοιπες περιπτώσεις. Οι μειωμένες αυτές τιμές πιθανότατα σχετίζονταν με το περιεχόμενο του πεπτικού σωλήνα, δεδομένης της μικρότερης κατανάλωσης τροφής και τους μειωμένους ρυθμούς της πέψης στη χαμηλή ένταση φωτός. Όσον αφορά την ενεργότητα της πεψίνης και της λιπάσης, οι διαφορές των τιμών μεταξύ των χειρισμών υπήρξαν μη σημαντικές. Η υψηλότερη ενεργότητα της αμυλάσης παρατηρήθηκε στην ένταση των 30 lx, αν και η διαφορά μεταξύ των ομάδων υπήρξαν μη σημαντικές. Φαίνεται πως τα επίπεδα της αμυλάσης σχετίζονται κυρίως με μία προγραμματισμένη έκφραση των γονιδίων και λιγότερο με την επίδραση του φωτισμού ή της τροφής.

Τα συμπεράσματα της εν λόγω μελέτης έδειξαν μία σημαντική βελτίωση της επιβίωσης, της αυξησεως και της ειδικής ενεργότητας των ενζύμων με τη χρήση του φωτισμού των 30 lx. Φαίνεται πως ο μέτριος αυτός φωτισμός δημιουργεί τις ιδανικές συνθήκες διατηρήσεως του είδους αυτού ιχθύος.

Επίσης, αντικείμενο μελέτης αποτέλεσε η επίδραση της φωτοπεριόδου (24L:0D, 18L:6D, 12L:12D και 0L:24D, όπου L για τις ώρες φωτός και D για τις ώρες σκότους) στην ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων (τρυψίνη, αμυλάση και λιπάση), την αύξηση και τη θνησιμότητα των ατόμων του είδους *Miichthys miiuy* (miiuy croaker) (Shan et al., 2008).

Η ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων παρουσίασε μία παρόμοια τάση μεταβολής με την ηλικία, σε όλες τις φωτοπεριόδους. Η ενεργότητα της λιπάσης υπήρξε σημαντικά υψηλότερη στις τιμές 24L:0D, 18L:6D, 12L:12D, αλλά οι διαφορές δεν υπήρξαν σημαντικές για την ενεργότητα της τρυψίνης ή της αμυλάσης μεταξύ των φωτοπεριόδων. Φαίνεται πως η επίδραση της φωτοπεριόδου στην ενεργότητα των ενζύμων εξαρτάται άμεσα από το είδος αυτών, αν και οι μηχανισμοί παραμένουν ακόμα ασαφείς.

Γενικά, τα συμπεράσματα της μελέτης έδειξαν πως όσον αφορά το ολικό μήκος του σώματος, τον ειδικό ρυθμό αναπτύξεως, την επιβίωση και την ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων, η ιδανικές συνθήκες φωτισμού για την εκτροφή του είδους αυτού ήταν 18L:6D.

2.1.2.4 Άλλοι Παράγοντες της Εκτροφής και Πεπτικά Ένζυμα

Το 2006, διερευνήθηκε η πιθανή επίδραση της πυκνότητας εκτροφής των ιχθυδίων (2-35 ημερών) και (45-65 ημερών) στην ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων (τρυψίνη και λιπάση), την αύξηση (βάρος σώματος και μήκος σώματος), αλλά και τα επίπεδα της κορτιζόλης στο είδος *Paralichthys olivaceus* (Japanese flounder) (Bolasina et al., 2006).

Στο πρώτο πείραμα που πραγματοποιήθηκε με τα ιχθύδια (1000 και 5000 άτομα σε δεξαμενές των 100 l), δεν εντοπίστηκε σημαντική διαφορά στην ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων για τις δύο διαφορετικές πυκνότητες εκτροφής, που εξετάστηκαν. Πιθανή αιτία για αυτό να ήταν το γεγονός πως όλα τα ιχθύδια είχαν πρόσβαση στην τροφή και πως η όρεξη και η κατανάλωση αυτής υπήρξαν παρόμοιες για τις δύο πυκνότητες εκτροφής.

Στο δεύτερο πείραμα (200 και 2000 άτομα σε δεξαμενές των 100 l), παρατηρήθηκε μιας μορφή ιεραρχίας, με ορισμένα άτομα να βρίσκονται στον πυθμένα και άλλα να κολυμπούν. Παρατηρήθηκε πως η ειδική ενεργότητα της τρυψίνης υπήρξε σημαντικά υψηλότερη στα άτομα που κολυμπούσαν, σε σχέση με εκείνα που παρέμεναν στον πυθμένα, στις ομάδες της υψηλής πυκνότητας εκτροφής. Πιθανή εξήγηση για αυτό να αποτελεί η παρατήρηση πως τα ιχθύδια που κολυμπούσαν είχαν καλύτερη πρόσβαση στην τροφή και έτρωγαν περισσότερο από εκείνα που παρέμεναν στον πυθμένα. Η άποψη αυτή φαίνεται να επιβεβαιώνεται και από το γεγονός πως τα επίπεδα της τρυψίνης μειώθηκαν σημαντικά με την πάροδο δύο ημερών από τη μεταφορά των ιχθυδίων σε χαμηλότερη πυκνότητα εκτροφής.

Η επίδραση της μουσικής σε άτομα τσιπούρας gilthead sea bream, *Sparus aurata*, σε συνδυασμό με την ένταση του φωτός, αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης (Papoutsoglou et al., 2008). Χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές εντάσεις φωτισμού, 80 και 200 lux και η μουσική σύνθεση του Mozart, K525, για 2 και 4 ώρες. Η απουσία της μουσικής χρησιμοποιήθηκε για του ιχθύς που υπήρξαν οι μάρτυρες.

Τα αποτελέσματα όπως αυτά προσδιορίστηκαν για τα πεπτικά ένζυμα των ιχθύων, έδειξαν πως η χρήση της μουσικής οδήγησε σε μειωμένες τιμές πρωτεολυτικών ενζύμων στο στόμαχο και αυξημένες τιμές ολικών καρβουδρασών στο έντερο. Παρατηρήθηκε δηλαδή, μία θετική συσχέτιση των χαμηλών επιπέδων των πρωτεασών, με την ανάπτυξη και αξιοποίηση της τροφής από τους ιχθύς.

Τη χρονιά που ακολούθησε, μελετήθηκε η επίδραση της μουσικής σε συνδυασμό με την ένταση του φωτός στη φυσιολογία του κοινού κυπρίνου (*Cyprinus carpio*) (Papoutsoglou et al., 2009). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν δύο εντάσεις φωτός (80 και 100 lux) και τρεις διαφορετικές καταστάσεις όσον αφορά την επίδραση του ήχου (μάρτυρες: χωρίς μουσική, 4 ώρες του μουσικού κομματιού “Eine Kleine Nachtmusik” (Mozart) ή 4 ώρες του “Romanza” (anonymous)).

Όσον αφορά την επίδραση της μουσικής στην ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων, διαπιστώθηκε πως υπήρξε μειωμένη για τα πρωτεολυτικά ένζυμα και ιδιαίτερα για

εκείνα που ενεργοποιούνται σε αλκαλικό pH (π.χ. καρβοξυπεπτιδάσες, λευκίνη αμινοπεπτιδάση, ελαστάση, κολλαγενάση) για το πρόσθιο τμήμα του εντέρου των ιχθύων. Τα αποτελέσματα της μελέτης επιβεβαίωσαν τα αντίστοιχα για την επίδραση της μουσικής σε συνδυασμό με την ένταση του φωτός στα άτομα της τσιπούρας, στη μελέτη που αναφέρθηκε στην παράγραφο που προηγήθηκε.

Όπως γίνεται σαφές από όσα προηγήθηκαν, ορισμένοι παράγοντες του περιβάλλοντος εκτροφής των ιχθύων, όπως η αλατότητα, η θερμοκρασία και η τιμή pH του νερού εκτροφής, όπως και η ένταση του φωτός, η πυκνότητα της εκτροφής και η χρήση η όχι της μουσικής, είναι δυνατόν να επηρεάσουν τα πεπτικά τους ένζυμα. Έναν εξωτερικό παράγοντα της εκτροφής των ιχθύων αποτελεί και το χρώμα των τοιχωμάτων της δεξαμενής εκτροφής τους. Η επίδραση του παράγοντα αυτού στη φυσιολογία των ιχθύων έχει αποτελέσει αντικείμενο διερευνήσεως από αρκετούς μελετητές, όπως περιγράφεται στην παράγραφο που ακολουθεί.

3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ

Αποδεικνύεται από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν κατά καιρούς, πως το χρώμα της δεξαμενής εκτροφής των ιχθύων είναι δυνατόν να τους επηρεάσει κατά διάφορους τρόπους.

3.1 Χρώμα Δεξαμενών Εκτροφής και Χρωματισμός του Σώματος των Ιχθύων.

Το χρώμα της επιδερμίδας των ιχθύων ρυθμίζεται από ειδικά κύτταρα, που ονομάζονται χρωματοφόρα. Περιέχουν κόκκους χρωστικής και παίρνουν το ιδιαίτερο όνομά τους (ερυθοφόρα, ξανθοφόρα και μελανοφόρα), ανάλογα με το χρώμα του οποίου την εμφάνιση, προκαλούν.

Η μεταβολές που υφίσταται το χρώμα της επιδερμίδας των ιχθύων οφείλονται σε αλλαγές του νευροορμονικού τους συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, οι ορμόνες που εμπλέκονται είναι: η MCH (μελανοστατίνη, melanin concentrating hormone), η δράση της οποίας συνδέεται με τη διέγερση της συγκεντρώσεως των κοκκίων των χρωστικών των χρωματοφόρων κυττάρων των ιχθύων, αλλά κυρίως των μελανοφόρων, η MSH (μελανοχρωστικοτρόπος ορμόνη ή μελανοτροπίνη, melanocyte stimulating hormone), η οποία συμβάλλει στη διασπορά των κοκκίων, που περιέχουν τις χρωστικές και κυρίως

της μελανίνης, στα μελανοφόρα κύτταρα του οργανισμού και η σωματολακτίνη ή υπερκαλσίνη, η οποία εμπλέκεται στη μεταβολή του χρώματος των ιχθύων, σε συνδυασμό με την αλλαγή του χρώματος του περιβάλλοντος.

Σε γενικές όμως γραμμές, η ρύθμιση της εντάσεως του χρώματος του δέρματος των ιχθύων αποτελεί ένα ιδιαίτερα σύνθετο φαινόμενο, δεδομένου ότι, εμπλέκεται, εκτός από την MSH, η MCH, η μελατονίνη (επίφυση) και η αδρεναλίνη, σε συνδυασμό με τη δράση των ορμονών του ενδοεφρικού συστήματος, όπως η κορτιζόλη, καθώς και μίας μελανοστατινοειδούς δράσεως ουσίας (MIF, melanization inhibiting factor) (Παπουτσόγλου, 1998).

Οι επιστημονικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν, έδειξαν την επίδραση του χρώματος των δεξαμενών εκτροφής των ιχθύων στο χρωματισμό του δέρματός τους. Διαπιστώθηκε στο σύνολο των περιπτώσεων, η διαφοροποίηση του χρώματος του δέρματος με βάση το χρώμα του περιβάλλοντος διαβιώσεώς του. Το δέρμα των ιχθύων στο λευκό φόντο υπήρξε γενικά ανοιχτού χρώματος, ενώ γινόταν σκούρο, όταν το περιβάλλον αποκτούσε μαύρο χρώμα (Fujimoto et al., 1991, Papoutsoglou et al., 2000, Bransden et al., 2005, Doolan et al., 2007, Strand et al., 2007, Doolan et al., 2008, Pavlidis et al., 2008). Αναφέρεται μάλιστα πως στο πλατύψαρο, *Paralichthys olivaceus*, όταν χρησιμοποιήθηκαν διάφορα πρότυπα στα τοιχώματα της δεξαμενής, παρατηρήθηκαν στίγματα στο δέρμα του ιχθύος, προσαρμοσμένα σε κάθε περίπτωση στο χρώμα του περιβάλλοντος (Fujimoto et al., 1991). Πιθανόν αυτός να είναι ο τρόπος του ιχθύος να μειώσει τη δυνατότητα να είναι εμφανής, σε σχέση με το τοίχωμα της δεξαμενής, οπότε μειώνει και μία πιθανή πηγή stress για τον οργανισμό του.

Συσχέτιση προσδιορίστηκε στις μελέτες αυτές, μεταξύ του χρώματος του δέρματος του ιχθύος και της δράσεως ορμονών, με κυριότερες τις MSH (σύνδεση αυτής με ένα ανοιχτότερο χρώμα δέρματος) και MCH (σχέση αυτής με ένα σκούρο χρώμα δέρματος).

Θεωρείται σημαντικό να αναφερθεί πως το χρώμα του δέρματος του ιχθύος έχει ιδιαίτερη σημασία στην αγοραστική του αξία. Όταν παρουσιάζει διαφοροποίηση από το θεωρούμενο ως φυσιολογικό, γίνεται ανεπιθύμητο για το αγοραστικό κοινό και περιορίζεται η αγοραστική του αξία.

3.2 Χρώμα Δεξαμενών Εκτροφής, Επιβίωση και Ανάπτυξη των Ιχθύων

Το χρώμα των δεξαμενών εκτροφής φαίνεται πως επηρεάζει την ανάπτυξη, αλλά και την επιβίωση των ιχθύων. Το φαινόμενο αυτό αποδείχτηκε με διάφορα πειράματα, που πραγματοποιήθηκαν προς την κατεύθυνση αυτή.

Στην πλειοψηφία των πειραμάτων που έλαβαν χώρα, τα αποτελέσματα έδειξαν μία καλύτερη ανάπτυξη των ιχθύων και ένα αυξημένο ποσοστό επιβιώσεώς τους, όταν χρησιμοποιήθηκαν δεξαμενές με τοιχώματα ανοιχτού χρώματος (κυρίως άσπρο και

γαλάζιο) (Duray et al., 1996, Papoutsoglou et al., 2000, Tamazouzt et al., 2000, Pedreira and Sipauba-Tavares, 2001, Amiya et al., 2005, Bransden et al., 2005, Papoutsoglou et al., 2005, Σταθόπουλος, 2006, Karakatsouli et al., 2007, Strand et al., 2007, McLean et al., 2008).

Συνήθως, η υψηλότερη ανάπτυξη υπήρξε το αποτέλεσμα της αυξημένης καταναλώσεως τροφής των ιχθύων, όπως αυτή προέκυπτε από την έντονη αντίθεση αυτής με το φόντο, δηλαδή το τοίχωμα της δεξαμενής, διευκολύνοντας τον εντοπισμό και την αποδοχή της από τους ιχθύς. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάστηκε αυξημένο όταν το τοίχωμα της δεξαμενής είχε ανοιχτό χρώμα, αντίθετα κυρίως με το μαύρο χρώμα. Στην τελευταία περίπτωση, αυξημένα παρατηρήθηκαν επίσης, τα ποσοστά θνησιμότητας των ιχθύων.

Σε μελέτη των Pedreira and Sipauba-Tavares (2001) αναφέρεται πως οι δεξαμενές ανοιχτού χρώματος (ανοιχτό πράσινο) διευκόλυναν τον εντοπισμό των απωλειών λόγω των υπολειμμάτων της τροφής, των περιττωμάτων και των νεκρών ιχθυδίων, δεδομένης της εντονότερης αντιθέσεως, σε σχέση με εκείνες ενός σκούρου χρώματος (σκούρο καφέ). Η έντονη αντίθεση επίσης, διευκόλυνε τις παρατηρήσεις σχετικά με τη γενικότερη συμπεριφορά των ιχθυδίων.

Τα αποτελέσματα αντίστοιχης μελέτης έδειξαν ότι η σύνθεση και έκκριση της MCH αυξήθηκαν στις δεξαμενές άσπρου χρώματος σε σύγκριση με εκείνες μαύρου χρώματος και πως η ορμόνη αυτή εμπλέκεται, τόσο στην ανάπτυξη του σώματος, όσο και στο χρωματισμό του, στο είδος *Verasper moseri* (barfin flounder) (Amiya et al., 2005).

Εξάριση σε όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, αποτέλεσαν τα αποτελέσματα δύο μελετών. Στην πρώτη από αυτές, η επίδραση του χρώματος της δεξαμενής σε συνδυασμό με την πυκνότητα της τροφής (rotifers) κατά την πρώτη λήψη εξωτερικής τροφής των ατόμων του είδους *Paralabrax maculatofasciatus* (spotted sand bass), αποτέλεσε αντικείμενο διερεύνησης (Pena et al., 2005).

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής παρατηρήθηκε στα άτομα των δεξαμενών του μαύρου χρώματος με τη μέγιστη πυκνότητα της τροφής. Οι Naas et al. (1996), εξέφρασαν την άποψη πως οι μαύρες δεξαμενές διευκολύνουν τον εντοπισμό της τροφής, μέσω της αντιθέσεως αυτής με το φόντο. Επίσης, παρατήρησαν ότι είναι πιθανόν οι δεξαμενές άσπρου χρώματος να μειώνουν την επιβίωση των ιχθυδίων, δεδομένου ότι αυτά παρουσιάζουν την τάση να συγκεντρώνονται στα τοιχώματα και αυτό αυξάνει τον κίνδυνο θανάτου τους, λόγω της τριβής τους.

Το 2006, μελετήθηκε η επίδραση του χρώματος της δεξαμενής σε συνδυασμό με τη ροή του νερού, στην ανάπτυξη και επιβίωση ιχθυδίων της πέρκας του γλυκού νερού, Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. (Jentoft and Oxnevad, 2006).

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως σε κάθε περίπτωση, τα ιχθυδία των μαύρων δεξαμενών μεγάλωσαν σημαντικά πιο γρήγορα, σε σχέση με εκείνα των γκριζών δεξαμενών. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώθηκε και από το μέσο βάρος του σώματος των ατόμων. Υψηλότερος προσδιορίστηκε και ο συντελεστής ευρωστίας των ιχθύων, υπέρ των

μαύρων δεξαμενών. Διαφορές δεν παρατηρήθηκαν αντίθετα, στο ποσοστό επιβιώσεως των ατόμων. Πιθανόν οι διαφορές στην ανάπτυξη μεταξύ των δύο χρωμάτων δεξαμενών, να βασίζονται στην αυξημένη αντίθεση της τροφής με το τοίχωμα της δεξαμενής, η οποία οδήγησε με τη σειρά της στην αυξημένη κατανάλωση αυτής.

3.3 Χρώμα Δεξαμενών Εκτροφής και Συμπεριφορά των Ιχθύων

Το χρώμα των δεξαμενών εκτροφής, αποδεικνύεται πως επηρεάζει και τις προτιμήσεις των ιχθύων.

Οι Bradner and McRobert (2001), σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε άτομα του είδους *Poecilia latipinna* (mollies), μελέτησαν τα αποτελέσματα ενός φαινοτυπικού χαρακτήρα, του χρωματισμού του σώματος, σε σχέση με την κοινωνική συμπεριφορά ατόμων άσπρου και μαύρου χρώματος. Είναι γνωστό πως η αγελαία συμπεριφορά των ιχθύων παρέχει προστασία από τους εχθρούς, προστασία η οποία βασίζεται εν μέρει, στον υψηλό βαθμό φαινοτυπικής ομοιογένειας μεταξύ των ατόμων του ίδιου κοπαδιού. Αυτό είναι δυνατόν να προκαλέσει σύγχυση στον εχθρό, δεδομένου ότι θα πρέπει να διαθέτει την ικανότητα διακρίσεως μεταξύ ατόμων με παρόμοια εμφάνιση. Τα άτομα που μελετήθηκαν είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν ανάμεσα σε δύο ξεχωριστούς χώρους, των οποίων τα τοιχώματα είχαν άσπρο και μαύρο χρώμα.

Η σημασία του χρώματος τοιχώματος της δεξαμενής φαίνεται από το γεγονός ότι οι ιχθύες αναφοράς με μαύρο χρώμα επέλεξαν το μαύρο φόντο από το άσπρο, σχεδόν σε κάθε δοκιμή που πραγματοποιήθηκε. Πιθανή εξήγηση για αυτό αποτελεί ότι το μαύρο φόντο παρείχε τη δυνατότητα να κρυφτούν, έναντι των άσπρων δεξαμενών (απέναντι σε αυτές οι ιχθύες υπήρξαν εξαιρετικά καχύποπτοι). Μία άλλη πιθανότητα αποτελεί το γεγονός ότι οι μαύρες δεξαμενές, ως πιο σκοτεινές, τους προσέλκυσαν ως πιθανή κρυψώνα.

Όσον αφορά την αλληλεπίδραση μεταξύ του χρώματος της δεξαμενής και του χρώματος της ομάδας των ιχθύων, οι ιχθύες αναφοράς με μαύρο χρώμα έδειξαν ιδιαίτερη προτίμηση στις δεξαμενές του μαύρου χρώματος, σε όλες τις δοκιμές στις οποίες σε αυτό υπήρχε μία ομάδα ιχθύων μαύρου χρώματος. Στην περίπτωση στην οποία την ομάδα συγκροτούσαν άτομα λευκού χρώματος, ο ιχθύς με μαύρο χρώμα επέλεξε, ανεξάρτητα από τη θέση της ομάδας, το μαύρο φόντο. Αυτό υποδεικνύει πως το πλεονέκτημα του να βρίσκεται σε ένα περιβάλλον ίδιου χρώματος υπερνικά εκείνου του να ανήκει σε μία ομάδα ατόμων, διαφορετικού όμως χρώματος του σώματος. Αντίθετα, στην περίπτωση που η ομάδα αποτελούνταν από ιχθύς μαύρου χρώματος, έστω και αν το φόντο ήταν άσπρο, ο ιχθύς προτίμησε να ανήκει σε αυτήν, παρά να κολυμπά μόνος του, έστω και σε μαύρο φόντο.

Το 2004, αντικείμενο διερεύνησης αποτέλεσε η επίδραση του χρώματος της δεξαμενής εκτροφής σε άτομα τιλάπιας του Νείλου, Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*

(Merighe et al., 2004). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν δεξαμενές μαύρου, πράσινου, καφέ, μπλε και άσπρου χρώματος.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το χρώμα της δεξαμενής εκτροφής των ιχθύων είναι δυνατόν να προκαλεί stress, επιφέροντας ανταγωνιστική συμπεριφορά των ατόμων του ίδιου είδους και επηρεάζοντας τα επίπεδα της κορτιζόλης. Στο είδος αυτό προτείνεται η χρήση των δεξαμενών πράσινου και μαύρου χρώματος, δεδομένου ότι περιορίζει την ανταγωνιστική συμπεριφορά των ατόμων και την επίδραση του stress, ενώ εκείνες καφέ και μπλε χρώματος θα έπρεπε να αποφεύγονται.

3.4 Χρώμα Δεξαμενών Εκτροφής και Επίπεδα Ορμονών των Ιχθύων

Σε διάφορες επιστημονικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν κατά καιρούς, αποδείχτηκε πως το χρώμα των τοιχωμάτων της δεξαμενής εκτροφής επηρεάζει τα επίπεδα των ορμονών των ιχθύων.

Οι Yamanome et al. (2005) μελέτησαν το είδος *Verasper moseri* (barfin flounder). Πρόκειται για ένα είδος ιχθύος που εκτρέφεται στα βόρεια της Ιαπωνίας, του οποίου η εμφάνιση στιγμάτων στο δέρμα του, μειώνει τη εμπορική του αξία. Σκοπός της μελέτης υπήρξε να προσδιορίσει την εμπλοκή της MCH, στην αποτροπή της δημιουργίας αυτών των στιγμάτων.

Στο πρώτο πείραμα που πραγματοποιήθηκε, εφαρμόστηκε ενδοπεριτοναϊκή χορήγηση της ορμόνης (1 mg/g ZB) σε οχτώ άτομα του είδους.

Στη συνέχεια, έγινε εκτροφή ατόμων του είδους σε δεξαμενές των οποίων ο πυθμένας ήταν καλυμμένος με άμμο. Οι ιχθύες που προέκυψαν, χωρίς καθόλου στίγματα στο δέρμα τους, μεταφέρθηκαν σε δεξαμενές άσπρου, κίτρινου και μαύρου χρώματος, χωρίς άμμο στον πυθμένα τους. Η χρήση του στρώματος άμμου στον πυθμένα έγινε επειδή αποδείχτηκε πως η εκτροφή σε τέτοιες συνθήκες περιορίζει την πιθανότητα εμφάνισης στιγμάτων στο δέρμα του είδους αυτού (Stickney and White, 1975, Iwata and Kikutsi, 1998, Estevez et al., 2001).

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως στο είδος αυτό, η έγχυση MCH ανέστειλε ή καθυστέρησε την εμφάνιση στιγμάτων στο δέρμα του ιχθύος, μέσω της συγκρατήσεως της αναπτύξεως των μελανοφόρων κυττάρων ή της συνθέσεως μελανίνης σε μία συγκεκριμένη περιοχή του δέρματός του. Επίσης, έγινε σαφές πως το άσπρο χρώμα τοιχωμάτων της δεξαμενής εκδηλώνει θετική επίδραση στην ανάπτυξη και προλαμβάνει τη δημιουργία στιγμάτων, πιθανότατα μέσω της διεγέρσεως της εκκρίσεως της MCH.

Η επίσης αυξημένη ανάπτυξη που παρατηρήθηκε στις δεξαμενές του άσπρου χρώματος, αποτέλεσε πιθανότατα το αποτέλεσμα της επιδράσεως της ορμόνης στην αύξηση, μέσω της αυξημένης καταναλώσεως της τροφής, φαινόμενο που έχει παρατηρηθεί και στα θηλαστικά ζώα. Η άποψη όμως αυτή, δεν είναι δυνατόν να

αποτελέσει τον κανόνα, εφόσον οι ιχθύες διακρίνουν καλύτερα την τροφή στα τοιχώματα άσπρου χρώματος και η κατανάλωση αυτής αυξάνεται.

Το ίδιο είδος ιχθύος, *Verasper moseri* (barfin flounder) αποτέλεσε αντικείμενο διερεύνησης το 2008 (Amiya et al.). Σκοπός της μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση του χρώματος της δεξαμενής εκτροφής στα επίπεδα των ορμονών GnRH και MCH στον εγκέφαλο των ιχθύων. Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν δεξαμενές άσπρου και μαύρου χρώματος.

Οι αναλύσεις έδειξαν πως τα επίπεδα της MCH υπήρξαν υψηλότερα στους ιχθύς των άσπρων δεξαμενών, σε σύγκριση με εκείνους των μαύρων. Αντίθετα, τα επίπεδα της cGnRH-II υπήρξαν αυξημένα για τις δεξαμενές μαύρου χρώματος. Φαίνεται δηλαδή, πως το χρώμα του τοιχώματος της δεξαμενής εκτροφής των ιχθύων επηρεάζει, όχι μόνο τις τιμές της MCH, αλλά και εκείνες της cGnRH-II στον εγκέφαλο του ιχθύος. Το τελευταίο αναφέρεται για πρώτη φορά στη συγκεκριμένη μελέτη.

Επίσης, παρατηρήθηκε ένα αυξημένο ολικό μήκος σώματος των ιχθύων των άσπρων δεξαμενών. Αυτό ενισχύει προηγούμενες υποθέσεις πως το άσπρο τοίχωμα διεγείρει τη σύνθεση της MCH και αυτή με τη σειρά της προωθεί τη σωματική αύξηση, πιθανόν ενισχύοντας την κατανάλωση της τροφής. Αυτή η δράση όμως, δε μπορεί να αποτελέσει τον κανόνα, δεδομένου ότι ενδέχεται να μεταβάλλεται με βάση το είδος ιχθύος που μελετάται κατά περίπτωση.

Η εμπλοκή της ορμόνης MCH στην προσαρμογή του ίδιου είδους ιχθύος, *Verasper moseri* (barfin flounder) στο χρώμα της δεξαμενής εκτροφής του, διερευνήθηκε από τους Amano and Takahashi (2009). Και στη περίπτωση αυτή χρησιμοποιήθηκαν δεξαμενές μαύρου και άσπρου χρώματος.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το σώμα των ιχθύων είναι ωχρότερο σε ένα λευκό φόντο, έναντι ενός μαύρου φόντου. Τα επίπεδα εκφράσεως της MCH στον εγκέφαλο, υπήρξαν υψηλότερα όταν η εκτροφή των ιχθύων γινόταν σε δεξαμενές άσπρου χρώματος, έναντι εκείνων του μαύρου.

Πιθανή θεωρήθηκε η ανάμειξη της ορμόνης αυτής και στην κατανάλωση της τροφής. Σε πειράματα που έγιναν προς την κατεύθυνση αυτή, οι ιχθύες που διατηρήθηκαν σε άσπρες δεξαμενές για περισσότερο από 6 μήνες, εμφάνισαν υψηλότερα επίπεδα MCH από εκείνους των μαύρων δεξαμενών. Επιπρόσθετα, οι ιχθύες αυτοί παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές ολικού μήκους και βάρους του σώματος. Όταν χρησιμοποιήθηκαν αυτόματοι μηχανισμοί παροχής της τροφής στους ιχθύς, τους οποίους αυτοί έμαθαν να χρησιμοποιούν, διαπιστώθηκε πως η προώθηση της αναπτύξεως του σώματος στις δεξαμενές άσπρου χρώματος, υπήρξε το αποτέλεσμα της αυξημένης κατανάλωσης τροφής, η οποία πιθανόν προέκυπτε από την αυξημένη παραγωγή της ορμόνης MCH στον εγκέφαλο. Το συμπέρασμα αυτό πάντως, οφείλει να διασταυρωθεί και να εξεταστεί περαιτέρω και με άλλα είδη ιχθύων.

3.5 Χρώμα Δεξαμενών Εκτροφής και Ανταπόκριση των Ιχθύων στην Επίδραση του Stress

Αντίστοιχες μελέτες που διεξήχθησαν προς την κατεύθυνση αυτή, απέδειξαν πως το χρώμα της δεξαμενής εκτροφής του ιχθύος, είναι δυνατόν να επηρεάσει την ανταπόκρισή του στο stress.

Η επίδραση του χρώματος της δεξαμενής εκτροφής στην ανάπτυξη και τη φυσιολογία του κοινού κυπρίνου, scaled carp, *Cyprinus carpio* L., μελετήθηκε το 2000 (Papoutsoglou et al.). Για το σκοπό αυτόν χρησιμοποιήθηκαν δεξαμενές άσπρου, πράσινου και μαύρου χρώματος.

Όσον αφορά τις τιμές της κορτιζόλης που προσδιορίστηκαν, παρατηρήθηκε πως στους ιχθύς των άσπρων δεξαμενών υπήρξαν σημαντικά χαμηλότερα από εκείνα των μαύρων, ενώ στις πράσινες δεξαμενές δε διέφεραν σημαντικά από τις υπόλοιπες περιπτώσεις. Δεδομένου ότι η αυξημένη έκκριση κορτιζόλης έγινε αποδεκτή ως δείκτης ενός ιχθύος υπό την επίδραση stress, είναι δυνατόν να θεωρηθεί ότι οι ιχθύες των άσπρων δεξαμενών υπήρξαν οι λιγότερο στρεσαρισμένοι, σε σχέση με τις άλλες ομάδες, εφόσον εμφάνισαν τα χαμηλότερα επίπεδα κορτιζόλης του πλάσματος.

Οι Rotllant et al. (2003) μελέτησαν το φαγκρί, red porgy, *Pagrus pagrus*. Τα άτομα διατηρήθηκαν σε δεξαμενές άσπρου, γκρι και μαύρου χρώματος για δύο εβδομάδες. Επιπρόσθετα, άτομα σε άσπρες και μαύρες δεξαμενές υποβλήθηκαν στην επίδραση του stress, μέσω της υψηλής πυκνότητας εκτροφής. Λήφθηκαν δείγματα αίματος και προσδιορίστηκαν στο πλάσμα οι τιμές της κορτιζόλης, της ορμόνης aMSH και της γλυκόζης, προκειμένου να είναι εφικτή η σύγκριση μεταξύ των στρεσαρισμένων και μη ιχθύων.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν μία μη σημαντική διαφορά στις τιμές της κορτιζόλης του πλάσματος στους ιχθύς των δεξαμενών άσπρου, γκριζου και μαύρου χρώματος.

Οι ιχθύες που διατηρήθηκαν σε δεξαμενές μαύρου χρώματος με μία υψηλή πυκνότητα ατόμων, παρουσίασαν μία παροδική αύξηση στις τιμές της κορτιζόλης του πλάσματος μετά από δύο ημέρες, η οποία όμως δε διατηρήθηκε στη συνέχεια. Αντίθετα, η αύξηση αυτή στους ιχθύς των άσπρων δεξαμενών υπήρξε μικρότερη, αλλά διατηρήθηκε σε όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Οι τιμές της aMSH του πλάσματος αυξήθηκαν στις 23 ημέρες, ως αποτέλεσμα της υψηλότερης πυκνότητας εκτροφής. Η αύξηση αυτή επηρεάστηκε από το χρώμα της δεξαμενής και υπήρξε εμφανής στις άσπρες δεξαμενές. Οι αυξημένες όμως αυτές τιμές δε συμπίπτουν με τη μεταβολή του χρώματος του δέρματος των ατόμων. Παρόμοιες υπήρξαν και οι παρατηρήσεις σχετικά με τα επίπεδα γλυκόζης του πλάσματος, μετά όμως, από 9 ημέρες.

Γενικά, η μελέτη αυτή έδειξε πως για την εκτροφή του είδους αυτού, είναι προτιμότερο να αποφεύγονται οι δεξαμενές άσπρου χρώματος, ιδιαίτερα σε συνδυασμό με μία υψηλή πυκνότητα εκτροφής των ιχθύων.

Το ίδιο είδος ιχθύος, φαγκρί, red porgy, *Pagrus pagrus*, αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης το 2006 (Van der Salm et al.). Διερευνήθηκε η αντίδραση του ιχθύος στην επίδραση οξέος stress, όταν η εκτροφή του πραγματοποιήθηκε σε δεξαμενές άσπρου και κόκκινου χρώματος.

Σε ένα άσπρο φόντο, οι ιχθύες γενικά παρουσιάζουν ένα φωτεινότερο χρώμα δέρματος, όπως υποδεικνύει και η υψηλότερη τιμή του L* (φωτεινότητα: 0 για το μαύρο, μέχρι 100 για το άσπρο χρώμα). Η χροιά του δέρματος αυξήθηκε αμέσως μετά την εφαρμογή του παράγοντα stress μόνο στις κόκκινες δεξαμενές, αν και μία παρόμοια τάση μεταβολής παρατηρήθηκε και στις δεξαμενές άσπρου χρώματος. Αυτό είναι πιθανόν να υποδεικνύει μία παροδική μεταβολή του χρώματος του σώματος του ιχθύος από το κόκκινο προς πιο κίτρινο χρώμα, υπό την επίδραση του stress. Εντούτοις, η μεταβολή αυτή φαίνεται ελάχιστη και στερείται φυσιολογικής σημασίας.

Η έλλειψη συσχέτισης μεταξύ του χρώματος των δεξαμενών και των επιπέδων της αMSH, υποδεικνύει ότι η τελευταία πιθανόν να μην εμπλέκεται στο χρωματισμό του δέρματος του είδους αυτού. Φαίνεται ότι άλλες νευροορμόνες, όπως οι κατεχολαμίνες ή η MCH (melanin concentrating hormone) πιθανόν να έχουν έναν πιο σημαντικό ρόλο στην αλλαγή του χρώματος, σε σχέση με την αMSH.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το χρώμα της δεξαμενής δεν επηρέασε σημαντικά την αντίδραση του ιχθύος στο stress. Οι ιχθύες και των δύο χρωμάτων δεξαμενών, κόκκινο και άσπρο, παρουσίασαν τις ίδιες αντιδράσεις: άμεση αύξηση της κορτιζόλης, του γαλακτικού οξέος και των ιόντων Na⁺, ακολουθούμενη από αυξημένα επίπεδα γλυκόζης και μείωση της τιμής του pH. Μετά όμως, από περίπου 8 ώρες, οι περισσότερες παράμετροι επανήλθαν στις φυσιολογικές τους τιμές.

Οι Papoutsoglou et al. (2005), μελέτησαν άτομα πέστροφας rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Σκοπός της μελέτης ήταν να προσδιοριστεί η πιθανή επίδραση της χορηγήσεως μέσω του σιτηρεσίου τρυπτοφάνης, ως μέσου αντιμετώπισης του stress, όταν η εκτροφή των ιχθύων πραγματοποιήθηκε σε δεξαμενές διαφορετικών χρωμάτων. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν δεξαμενές άσπρου, γαλάζιου και μαύρου χρώματος.

Τα αποτελέσματα όσον αφορά την επίδραση του χρώματος της δεξαμενής εκτροφής των ιχθύων, έδειξαν πως η χρήση των δεξαμενών μαύρου χρώματος λειτούργησε ως παράγοντας προκλήσεως stress στα άτομα, ενώ μη αποτελεσματική υπήρξε η χρήση της τρυπτοφάνης, στην αντιμετώπισή του.

Οι Barcellos et al. (2009) μελέτησαν την επίδραση του χρώματος δεξαμενής και της παρουσίας καταφυγίου στην αντιμετώπιση του stress, στο είδος *Rhamdia quelen* (jundia). Το είδος αυτό, πριν τη μεταφορά του στις μονάδες εκτροφής, διατηρείται σε δεξαμενές για μία χρονική περίοδο 10 ημερών. Αυτό το διάστημα ενδέχεται να προκαλεί έντονο

stress στους ιχθύς, λόγω της αλλαγής στη διατροφή, της υψηλής πυκνότητας εκτροφής, των καθημερινών χειρισμών, αλλά και του θορυβώδους και ενοχλητικού περιβάλλοντος.

Για το σκοπό αυτόν πραγματοποιήθηκαν τέσσερα πειράματα, προκειμένου να διαπιστωθεί αν οι δύο παράγοντες (χρώμα δεξαμενής και παρουσία καταφύγιου) επηρεάζουν τις τιμές της κορτιζόλης, ως αποτέλεσμα της επιδράσεως του stress.

Τα αποτελέσματα έδειξαν με σαφήνεια πως η περίοδος προσαρμογής των 10 ημερών σε δεξαμενές άσπρου ή μπλε χρώματος, δεν επηρέασε τις τιμές της κορτιζόλης στην επίδραση του οξέως stress. Εντούτοις, το χρώμα της δεξαμενής σε συνδυασμό με ένα κατάλληλο καταφύγιο, είχαν ως αποτέλεσμα τη μείωση του μεγέθους και διάρκειας της επιδράσεως του stress, όπως αυτό εκφράστηκε με τα επίπεδα της κορτιζόλης. Δεδομένου ότι πρόκειται για έναν ιχθύ με νυχτερινές συνήθειες, η παρουσία του καταφύγιου παρείχε ένα σκοτεινό άσυλο, πιθανόν δημιούργησε ένα πιο άνετο περιβάλλον και επέτρεψε μία γρήγορη ανάρρωση από το stress.

Γενικά, διαπιστώθηκε πως την καλύτερη εναλλακτική αποτέλεσαν οι δεξαμενές με μπλε χρώμα τοιχωμάτων και ένα καταφύγιο συμβατό στο μέγεθος του ιχθύος. Οι συνθήκες αυτές μπορούν να συμβάλλουν στην ευζωία και υγεία των ατόμων του είδους αυτού, κατά τη δύσκολη αυτή μεταβατική περίοδο.

3.6 Σκοπός της Μελέτης

Όπως περιγράφηκε στο κεφάλαιο που προηγήθηκε, το χρώμα τοιχώματος της δεξαμενής εκτροφής ενός ιχθύος, είναι δυνατόν να επηρεάσει κατά ποικίλους τρόπους το αποτέλεσμα της εκτροφής. Πιο συγκεκριμένα, να επηρεάσει την ποιότητα, αλλά και την ποσότητα του παραγόμενου προϊόντος, κατά συνέπεια και το οικονομικό αποτέλεσμα της εκτροφής.

Γίνεται σαφές πως το τεχνητό περιβάλλον διαβιώσεως των ιχθύων, όπως αυτό καθορίζεται από τον άνθρωπο, είναι δυνατόν να επηρεάσει την εξωτερική μορφή του ιχθύος και ειδικότερα το χρώμα του δέρματός του.

Επίσης, είναι δυνατόν να επηρεάσει το ρυθμό αναπτύξεως των ιχθύων. Συνήθως, ένα περιβάλλον που δημιουργεί έντονη αντίθεση μεταξύ της τροφής και του φόντου αυτής, διευκολύνει τον εντοπισμό της από τον οργανισμό, την κατανάλωση αυτής, πιθανόν έτσι και την προώθηση του ρυθμού αναπτύξεως. Δεν αποκλείεται φυσικά και η έμμεση επίδραση του χρώματος της δεξαμενής εκτροφής στην ανάπτυξη του ιχθύος, μέσω της επιδράσεως στις διάφορες ορμόνες, όπως η MCH.

Ένα ανεπιθύμητο περιβάλλον διαβιώσεως πιθανόν να προκαλέσει stress στον οργανισμό. Έτσι, ενδέχεται να επηρεαστεί η γενικότερη συμπεριφορά του (κολύμβηση και ευρύτερη δραστηριότητά του), αλλά και η φυσιολογία του.

Είναι προφανές από όσα προηγήθηκαν, πως δεν έχει μέχρι την παρούσα μελέτη τουλάχιστον, διερευνηθεί η επίδραση του χρώματος των τοιχωμάτων της δεξαμενής εκτροφής στα πεπτικά ένζυμα των ιχθύων. Έστω πως η ποσότητα της προσλαμβανόμενης από τον οργανισμό τροφής είναι η ιδανική. Ποιος όμως εξασφαλίζει τη βέλτιστη αξιοποίηση αυτής;

Η πέψη, ως όρος, περιγράφει το σύνολο των φυσικών (μηχανικών) και χημικών διεργασιών που πραγματοποιούνται στον πεπτικό σωλήνα του οργανισμού και αποσκοπούν στην αποδόμηση της προσλαμβανόμενης τροφής, προκειμένου να επιτευχθεί η απορρόφηση στη συνέχεια, των επιθυμητών συστατικών αυτής από τον οργανισμό και η απομάκρυνση των περιττών συστατικών (Παπουτσόγλου, 2008).

Οι χημικές διεργασίες περιλαμβάνουν το σύνολο των διεργασιών της πέψεως που λαμβάνουν χώρα με τη δράση χημικών ουσιών επί της τροφής, αποσκοπώντας στην αποδόμηση της στα συστατικά της στοιχία. Τα ένζυμα που μετέχουν στο είδος αυτό της πέψεως είναι Υδρολάσες, δηλαδή πρωτεϊνικής φύσεως υδατοδιαλυτά ένζυμα. Ο ρόλος τους είναι να καταλύουν την υδρόλυση των Πρωτεϊνών (πρωτεολυτικά ένζυμα-πρωτεάσες, πεπτιδάσες, πρωτεϊνάσες), Εστέρων (λιπολυτικά ένζυμα-εστεράσες, λιπάσες) και Υδατανθράκων (αμυλολυτικά ένζυμα-καρβοϋδράσες). Στα διάφορα είδη των ιχθύων, ανάλογα με τις διατροφικές τους συνήθειες, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις ως προς τη συμμετοχή των ποικίλων ενζύμων στις διαδικασίες της πέψεως (Παπουτσόγλου, 2008).

Θεωρείται επίσης, σημαντικό να αναφερθεί ότι η ενεργότητα των ποικίλων ενζύμων που συμμετέχουν στη διαδικασία της πέψεως είναι δυνατόν να διαφοροποιείται μεταξύ των διαφόρων ειδών των ιχθύων, ακόμα και στην περίπτωση που δεν εντοπίζεται καμία διαφορά όσον αφορά το διατροφικό τους τύπο. Γενικά, η ενεργότητα των ενζύμων αυτών επηρεάζεται και ενδέχεται να μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την τιμή του pH που επικρατεί στον πεπτικό σωλήνα του οργανισμού, αλλά και την επίδραση ποικίλων παραγόντων του περιβάλλοντος διαβιώσεώς του. Στους τελευταίους αναφέρονται για παράδειγμα, η θερμοκρασία του νερού και η αλατότητα αυτού. Η διαφοροποίηση αυτή είναι δυνατόν να φτάσει και μέχρι το επίπεδο του ατόμου και καθορίζεται τόσο από την προσλαμβανόμενη τροφή, όσον αφορά την ποσότητα, αλλά και την ποιότητα αυτής, καθώς και τις διάφορες παραμέτρους του περιβάλλοντος στο οποίο οι οργανισμοί αυτοί διαβιούν (Παπουτσόγλου, 2008).

Για το λόγο αυτό, στην παρούσα μελέτη εξετάζεται η επίδραση του χρώματος του τοιχώματος της δεξαμενής εκτροφής στα πεπτικά ένζυμα του ιχθύος. Πιο συγκεκριμένα, η επίδραση τριών ειδών πολυεστερικών δεξαμενών με άσπρο, μπλε και μαύρο χρώμα, καθώς και δεξαμενών κατασκευασμένων από γυαλί, στην ενεργότητα των πρωτεασών και των καρβοϋδρασών ατόμων τσιπούρας, *Sparus aurata* και λαβρακιού, *Dicentrarchus labrax*. Οι ιχθύες ήταν εγκλιματισμένοι (για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 6 μηνών) σε αυτές τις δεξαμενές του Εργαστηρίου Εφηρμοσμένης Υδροβιολογίας του Τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1 Υλικά και Μέθοδοι

4.1.1 Τα Άτομα του Πειράματος

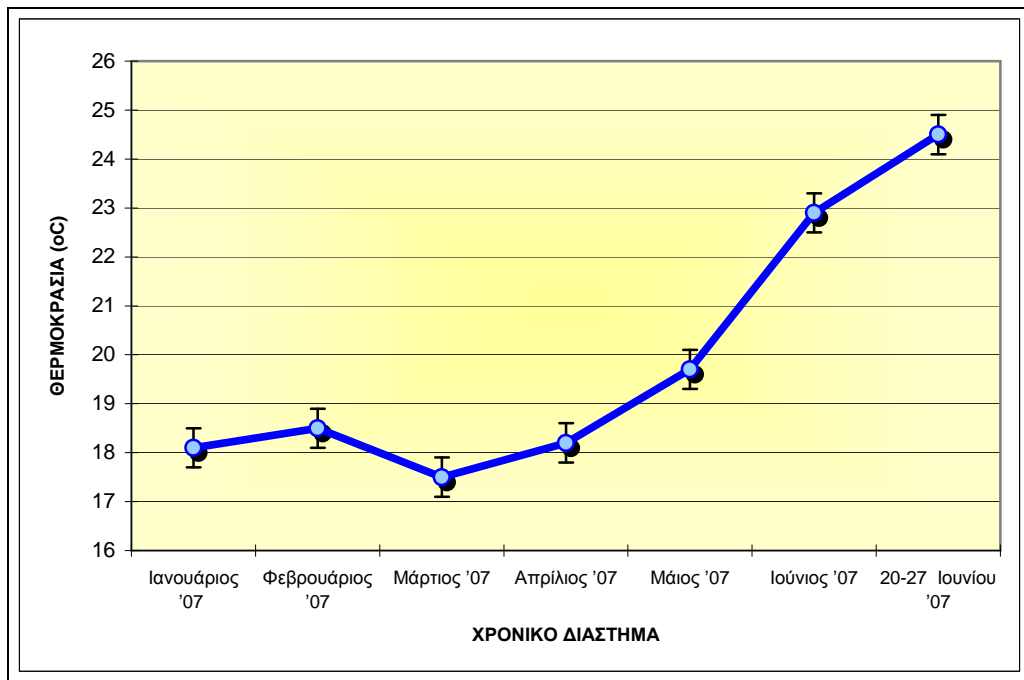
Στην πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν άτομα τσιπούρας και λαβρακιού, εγκλιματισμένα στις εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Εφηρμοσμένης Υδροβιολογίας του Τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 6 μηνών). Οι ιχθύες διατηρούνταν σε δεξαμενές του Εργαστηρίου με ημίκλειστο κύκλωμα θαλασσινού ύδατος. Οι τρεις δεξαμενές ήταν κατασκευασμένες από πολυεστερικό υλικό, με τρεις διαφορετικούς χρωματισμούς τοιχωμάτων, άσπρο, μπλε και μαύρο. Το τέταρτο είδος δεξαμενής που χρησιμοποιήθηκε, ήταν κατασκευασμένο από γυαλί.

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του ύδατος, όπως αυτά λαμβάνονταν κάθε πρωί και πριν το 1^ο γεύμα των ιχθύων, παρουσιάζονται στον Πίνακα που ακολουθεί:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.1.1: Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Ύδατος
(μέσες μηνιαίες τιμές)

<i>Χρονικό διάστημα</i>	<i>Αλατότητα (%)</i>	<i>Θερμοκρασία (°C)</i>	<i>pH</i>	<i>Δεσμευμένο Οξυγόνο (ppm)</i>	<i>Δεσμευμένο Οξυγόνο (% κορεσμός)</i>
<i>Ιανουάριος '07</i>	35	18,1 ± 0,44	7,10 ± 0,020	7,4 ± 0,17	88,8 ± 1,07
<i>Φεβρουάριος '07</i>	35	18,5 ± 0,11	7,18 ± 0,024	6,6 ± 0,09	87,2 ± 1,16
<i>Μάρτιος '07</i>	35	17,5 ± 0,22	7,14 ± 0,160	6,8 ± 0,08	86,2 ± 0,73
<i>Απρίλιος '07</i>	35	18,2 ± 0,16	7,18 ± 0,170	7,0 ± 0,14	86,7 ± 1,34
<i>Μάιος '07</i>	35	19,7 ± 0,12	7,13 ± 0,025	7,1 ± 0,13	90,9 ± 0,79
<i>Ιούνιος '07</i>	35	22,9 ± 0,28	7,20 ± 0,022	6,2 ± 0,09	89,5 ± 1,10
<i>20-27 Ιουνίου '07</i>	35	24,6 ± 0,58	7,25 ± 0,027	6,2 ± 0,05	92,2 ± 0,71

Το πείραμα ολοκληρώθηκε με τη θανάτωση των ιχθύων στις 27 Ιουνίου 2007.



Διάγραμμα 1: απεικόνιση της θερμοκρασίας του ύδατος για το χρονικό διάστημα εγκλιματισμού των ιχθύων στις δεξαμενές του πειράματος (μέσες μηνιαίες τιμές).

Οι ιχθύες διατρέφονταν δύο φορές την εβδομάδα σε κορεσμό, με τροφή του εμπορίου (σύμπηκτα). Πριν τη θανάτωσή τους παρέμειναν άσιτοι για χρονικό διάστημα δύο ημερών.

Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν 57 άτομα τσιπούρας, *Sparus aurata*, ζώντος βάρους $206,5 \pm 2,70$ g και ολικού μήκους σώματος $23,9 \pm 0,13$ cm και 52 άτομα λαβρακιού, *Dicentrarchus labrax*, ζώντος βάρους $259,1 \pm 7,34$ g και ολικού μήκους σώματος $29,4 \pm 0,28$ cm. Για την τσιπούρα, από τέσσερις δεξαμενές άσπρου, τέσσερις μπλε και τέσσερις δεξαμενές μαύρου χρώματος περίπου με δέκα άτομα η κάθε μία, έγινε επιλογή δεκαέξι ατόμων ανά χρώμα, με βάση το βάρος του σώματός τους (ΖΒ). Επίσης, χρησιμοποιήθηκε μία υάλινη δεξαμενή με δέκα άτομα τσιπούρας, από τα οποία επιλέχθηκαν τα εννέα. Αντίστοιχα για το λαβράκι, από τέσσερις δεξαμενές άσπρου, τρεις μπλε και τέσσερις μαύρου χρώματος με περίπου δέκα άτομα η κάθε μία, έγινε επιλογή δεκατεσσάρων ατόμων ανά χρώμα, με βάση το βάρος σώματος των ιχθύων (ΖΒ). Γενικά αυξημένα υπήρξαν τα βάρη των ιχθύων των δεξαμενών μαύρου χρώματος. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε μία υάλινη δεξαμενή με δέκα άτομα λαβρακιού.

Αμέσως μετά τη θανάτωση των ατόμων, ακολούθησε η λήψη των απαραίτητων μετρήσεων (ζων βάρος, ολικό μήκος σώματος, σταθερό μήκος σώματος, πλάτος και ύψος σώματος) και στη συνέχεια, η αφαίρεση των σπλάχνων τους, προκειμένου να διαχωριστούν (το πεπτικό σύστημα, το ήπαρ και ο σπλήνας), ζυγιστούν σε ζυγό ακριβείας και διατηρηθούν στην κατάψυξη, έως ότου γίνει η ανάλυσή τους. Οι χειρισμοί και στα δύο είδη ιχθύων, υπήρξαν ακριβώς οι ίδιοι.

4.1.2 Ομογενοποίηση των τμημάτων του Πεπτικού Σωλήνα των ιχθύων

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την ομογενοποίηση των τμημάτων του πεπτικού σωλήνα των ιχθύων, είναι συνοπτικά η ακόλουθη:

Έγινε διαχωρισμός του πεπτικού σωλήνα στα επιμέρους τμήματα που τον συγκροτούν, το στόμαχο, τα πυλωρικά τυφλά και το έντερο. Ακολούθησε η ομογενοποίηση αυτών με φυσιολογικό ορό (0,9 % NaCl) με τη χρήση υπερήχων.

Στη συνέχεια, έγινε φυγοκέντρηση στις 4200 στροφές, στη θερμοκρασία των 4 °C για χρονικό διάστημα 10 λεπτών. Μετά το τέλος αυτής, το υπερκείμενο διατηρήθηκε στην κατάψυξη, σε θερμοκρασία περίπου -25 °C, μέχρι τη διενέργεια των αναλύσεων.

4.1.3 Μέθοδος Προσδιορισμού των Πρωτεασών

Προσδιορίστηκαν οι ολικές πρωτεάσες με τη μέθοδο υδρόλυσης της καζεΐνης που αναπτύχθηκε από τον Kunitz (1947) και τροποποιήθηκε από τον Walter (1984), όπως την περιέγραψε ο Hidalgo και οι συνεργάτες του (1999). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στον στόμαχο, το περιεχόμενο του στομάχου, όταν αυτό υπάρχει, τα πυλωρικά τυφλά και το έντερο του ιχθύος στη θερμοκρασία των 25°C. Πρόκειται για τη θερμοκρασία του νερού εκτροφής της ημέρας που ολοκληρώθηκε το πείραμα και έγινε θανάτωση των ιχθύων. Προσδιορισμός των ολικών πρωτεασών πραγματοποιήθηκε στην ίδια θερμοκρασία σε αντίστοιχες επιστημονικές εργασίες που έλαβαν χώρα. Οι Papoutsoglou and Lyndon (2006a) προσδιόρισαν τις πεπτικές πρωτεάσες και καρβουδράσες κατά μήκος του πεπτικού σωλήνα του είδους *Uranoscopus scaber* (stargazer: λύχνος) και την ίδια χρονιά, τα πεπτικά ένζυμα του είδους *Sparisoma cretense* (parrotfish: σκάρος) (2006b).

Οι αναλύσεις έγιναν σε pH=1,5 (0,1M KCl-HCl) για το στόμαχο και pH=7,0 (0,1M citrate-0,2M phosphate) και 10,0 (0,1M glycine-NaOH), για τα πυλωρικά τυφλά και το έντερο. Ο προσδιορισμός στις συγκεκριμένες τιμές pH παρέχει μία ένδειξη για την ενεργότητα των ειδικών πρωτεασών, καθώς ανταποκρίνονται στην ιδανική τιμή pH ή κοντά σε αυτήν. Δηλαδή, 1,5 για την πεψίνη, 7,0 για την τρυψίνη και τη χυμοτρυψίνη και 9,0 με 10,0 για την καρβοξυπεπτιδάση, την ελαστάση και την κολλαγενάση (Hidalgo et al., 1999, Papoutsoglou et al., 2006).

Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν 0,25 ml (250 μl) από το αντίστοιχο για κάθε τιμή pH buffer, ανάλογα με το υπό εξέταση τμήμα του πεπτικού σωλήνα. Ακολούθησε προσθήκη 0,1 ml (100 μl) δείγματος. Στη συνέχεια, έγινε προσθήκη 0,25 ml (250 μl) υποστρώματος, δηλαδή καζεΐνης (5%). Τα δείγματα τοποθετήθηκαν προς επώαση για χρονικό διάστημα 60 λεπτών (1,0 ώρα), στη θερμοκρασία των 25 °C, προκειμένου να

ενεργοποιηθούν τα περιεχόμενα ένζυμα. Όταν ολοκληρώθηκε ο απαραίτητος χρόνος, βγήκαν και προκειμένου να σταματήσει η αντίδραση, έγινε προσθήκη 0,6 ml (600 μ l) TCA (8 % (w/v) trichloroacetic acid). Τα δείγματα διατηρήθηκαν στη συνέχεια, σε χαμηλή θερμοκρασία. Ακολούθησε φυγοκέντρηση για χρονικό διάστημα 10 λεπτών, στις 1800 στροφές και στη θερμοκρασία των 4 °C. Στη συνέχεια τα δείγματα μετρήθηκαν στο φωτόμετρο, στα 280 nm και οι αντίστοιχες ενδείξεις καταγράφηκαν.

Για τα control δείγματα, τα οποία χρησιμοποιούνται προκειμένου να αποκλειστεί οτιδήποτε ενδεχομένως να περιέχεται στο υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε, ακολουθήθηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία, χωρίς την επώαση. Έγινε προσθήκη TCA και τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε χαμηλή θερμοκρασία. Ακολούθησε φυγοκέντρηση και μέτρηση στο φωτόμετρο.

Η πρότυπη καμπύλη δημιουργήθηκε με τυροσίνη (mg τυροσίνης που παρήχθησαν ανά g ιστού ανά λεπτό υδρολύσεως) και ακολουθήθηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία με τα control δείγματα.

Όλα τα δείγματα εκτός των control δειγμάτων, έγιναν εις διπλούν.

Τα αποτελέσματα της ενεργότητας εκφράστηκαν σε mg τυροσίνης που παράγονται ανά g μάζας ιστού ανά λεπτό υδρολύσεως.

Ο προσδιορισμός της πρωτεϊνικής συγκεντρώσεως πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο Lowry (Lowry et al., 1951). Τα αποτελέσματα της ενεργότητας εκφράστηκαν σε mg τυροσίνης που παράγονται ανά mg πρωτεΐνης ανά λεπτό υδρολύσεως.

4.1.4 Μέθοδος Προσδιορισμού των Καρβουδρασών

Ο προσδιορισμός των ολικών καρβουδρασών των εξεταζόμενων ιχθύων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο των Somogyi-Nelson (Roby and Whelan, 1968). Μετά από αντίστοιχες δοκιμές που έγιναν, δεν εντοπίστηκε η παρουσία τους στο στόμαχο και στο περιεχόμενο αυτού. Για το λόγο αυτό, οι προσδιορισμοί έγιναν μόνο στο έντερο και τα πυλωρικά τυφλά, στους 25°C, όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.1.3 για τις πρωτεάσες. Σε αντίστοιχη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Papoutsoglou and Lyndon (2005), προσδιορίστηκε η επίδραση της θερμοκρασίας επώσεως στην πέψη των υδατανθράκων, σε σημαντικά είδη τελεόστεων ιχθύων. Τα αποτελέσματα αυτής έδειξαν μία υπερεκτίμηση των τιμών που προσδιορίστηκαν, όταν οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στη θερμοκρασία των 37°C.

Σε σωληνάκια τοποθετήθηκε 1ml (1000 μ l) buffer με pH=7,6 (0,1M citrate-0,2M phosphate). Έγινε προσθήκη 0,1 ml (100 μ l) δείγματος. Στη συνέχεια, προστέθηκε 0,5 ml (500 μ l) υποστρώματος, δηλαδή αμύλου. Όσον αφορά τη προετοιμασία του αμύλου, έγινε ανάμειξη 5,0 g αμύλου με 3,0 ml μεθανόλης. Έγινε προσθήκη σε 150,0 ml

απιονισμένου ύδατος στη θερμοκρασία των 100 °C. Ακολούθησε βρασμός για 15 με 20 λεπτά, προκειμένου να προκύψει ένας όγκος 100,0 ml.

Τα σωληνάκια τοποθετήθηκαν για επώαση στη θερμοκρασία των 25 °C για χρονικό διάστημα 90 λεπτών (1,5 ώρα), προκειμένου να ενεργοποιηθούν τα περιεχόμενα στα δείγματα ένζυμα. Όταν ολοκληρώθηκε ο χρόνος της επώασης, μεταφέρθηκαν σε χαμηλή θερμοκρασία. Από αυτά λήφθηκε 0,1 ml (100 μl) και τοποθετήθηκε σε αντίστοιχο σωληνάκι, με 0,9 ml (900 μl) απεσταγμένου ύδατος. Ακολούθησε προσθήκη 1 ml (1000 μl) αντιδραστηρίου IV (όπως αυτό προέκυψε με ανάμιξη σε αναλογία 25 προς 1 των αντιδραστηρίων I: ανθρακικά και θειικά άλατα του νατρίου και II: θειικός χαλκός και θειικό οξύ) και τοποθέτηση σε υδατόλουτρο που βράζει για χρονικό διάστημα 20 λεπτών. Αφού κρύωσαν, έγινε προσθήκη 1 ml (1000 μl) αντιδραστηρίου III (μολυβδούχο αμμώνιο, θειικό οξύ και αρσενικό νάτριο). Έγινε καλή ανάδευση και ακολούθησε προσθήκη 10 ml (10.000 μl) απεσταγμένου ύδατος. Ακολούθησαν οι μετρήσεις στο φωτόμετρο σε μήκος κύματος 600 nm και καταγράφηκαν οι σχετικές ενδείξεις.

Η διαδικασία για τα control δείγματα υπήρξε ακριβώς η ίδια με τα δείγματα, χωρίς τη διαδικασία της επώασης.

Η πρότυπη καμπύλη δημιουργήθηκε με τη χρήση γλυκόζης (mg γλυκόζης που παρήχθησαν ανά g ιστού ανά λεπτό υδρολύσεως) και ακολουθήθηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία με τα control δείγματα.

Όλα τα δείγματα εκτός των control δειγμάτων, έγιναν εις διπλούν.

Η ενεργότητα των καρβουδρασών προσδιορίστηκε σε mg γλυκόζης που παράγονται ανά g μάζας ιστού ανά λεπτό υδρολύσεως.

Ο προσδιορισμός της πρωτεϊνικής συγκεντρώσεως πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο Lowry (Lowry et al., 1951). Τα αποτελέσματα της ενεργότητας εκφράστηκαν σε mg γλυκόζης που παράγονται ανά mg πρωτεΐνης ανά λεπτό υδρολύσεως.

4.1.5 Υπολογισμοί

Οι μετρήσεις των βιομετρικών χαρακτηριστικών του σώματος του ιχθύος πραγματοποιήθηκαν αμέσως μετά τη θανάτωσή του. Το βάρος του σώματος (ζων βάρος) μετρήθηκε σε g με ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας 0,1g και οι διαστάσεις του σε cm με παχύμετρο χειρός ακρίβειας 0,1mm. Το βάρος του σπλήνα, του ήπατος, του πεπτικού σωλήνα και των επιμέρους τμημάτων αυτού, δηλαδή του στομάχου, των πυλωρικών τυφλών και του εντέρου, προσδιορίστηκε επίσης σε g, με ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας 0,0001g.

- Οι υπολογισμοί των Βιομετρικών χαρακτηριστικών του σώματος και του πεπτικού συστήματος, ακολούθησαν τους παρακάτω τύπους:
 - *Συντελεστής Ευρωστίας Ιχθύος*: $CF_F = (W_F/L_F^3) * 100$, όπου W_F το βάρος σώματος του ιχθύος (ζων βάρος) σε g και L_F το ολικό μήκος σώματος σε cm.
 - *Ηπατοσωματικός Δείκτης*: $L_{index} = (W_L/W_F) * 100$, όπου W_F το βάρος σώματος του ιχθύος (ζων βάρος) σε g και W_L το βάρος του ήπατος σε g.
 - *Σπληνοσωματικός Δείκτης*: $S_{index} = (W_{SPL}/W_F) * 100$, όπου W_F το βάρος σώματος του ιχθύος (ζων βάρος) σε g και W_{SPL} το βάρος του σπλήνα σε g.
 - *Βάρος Πεπτικού Σωλήνα % ΖΒ Ιχθύος*: $W_{DSFW} = (W_{DS}/W_F) * 100$, όπου W_F το βάρος σώματος του ιχθύος (ζων βάρος) σε g και W_{DS} το βάρος του πεπτικού σωλήνα σε g.
 - *Βάρος Στομάχου % ΖΒ Ιχθύος*: $W_{STFW} = (W_{ST}/W_F) * 100$, όπου W_F το βάρος σώματος του ιχθύος (ζων βάρος) σε g και W_{ST} το βάρος του στομάχου σε g.
 - *Βάρος Πυλωρικών Τυφλών % ΖΒ Ιχθύος*: $W_{PCFW} = (W_{PC}/W_F) * 100$, όπου W_F το βάρος σώματος του ιχθύος (ζων βάρος) σε g και W_{PC} το βάρος των πυλωρικών τυφλών σε g.
 - *Βάρος Εντέρου % ΖΒ Ιχθύος*: $W_{INTFW} = (W_{INT}/W_F) * 100$, όπου W_F το βάρος σώματος του ιχθύος (ζων βάρος) σε g και W_{INT} το βάρος του εντέρου σε g.
 - *Μήκος Εντέρου προς το Μήκος του Ιχθύος*: $L_{INTF} = L_{INT}/L_F$, όπου L_F το ολικό μήκος σώματος σε cm και L_{INT} το μήκος του εντέρου σε cm.
- Όσον αφορά τις Καρβοϋδράσεις, προσδιορίστηκε η ενεργότητα, η πεπτική ικανότητα και η πεπτική ικανότητα % ΖΒ του ιχθύος.

Στους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν οι τύποι, όπως αυτοί περιγράφονται στη συνέχεια:

- ⇒ *Πεπτική Ικανότητα Ιστού*: $CAP = \text{Ενεργότητα ιστού} AC * \text{Βάρος ιστού}$
- ⇒ *Πεπτική Ικανότητα Ιστού % ΖΒ Ιχθύος*: $CAP_{FW} = (CAP / \text{Βάρος Ιχθύος } W_F) * 100$
- ⇒ *Ολική Πεπτική Ικανότητα*: $TCAP = \text{Άθροισμα των Πεπτικών Ικανοτήτων των Ιστών}$
- ⇒ *Ολική Πεπτική Ικανότητα % ΖΒ Ιχθύος*: $TCAP_{FW} = (TCAP / \text{Βάρος Ιχθύος } W_F) * 100$
- ⇒ *Ολική Ενεργότητα Ιστού*: $TAC = \text{Ολική Πεπτική Ικανότητα } TCAP / \text{Άθροισμα των Βαρών των Ιστών}$

- Αντίστοιχα, για τις Πρωτεάσες προσδιορίστηκε η ενεργότητα, η πεπτική ικανότητα και η πεπτική ικανότητα % ΖΒ ιχθύος.

Στους υπολογισμούς εκτός από τους τύπους που αναφέρθηκαν για τις καρβουδράσες, χρησιμοποιήθηκαν και οι τύποι που ακολουθούν:

⇒ *Ολική Πεπτική Ικανότητα ανά Ιστό* = Άθροισμα Ολικών Πεπτικών Ικανοτήτων του Ιστού σε pH=7,0 και σε pH=10,0, όπου ιστός το έντερο ή τα πυλωρικά τυφλά.

⇒ *Ολική Πεπτική Ικανότητα ανά τιμή pH* = Άθροισμα των Πεπτικών Ικανοτήτων των ιστών (πυλωρικά τυφλά και έντερο) στην ίδια τιμή pH, όπου τιμή pH=7,0 ή 10,0.

⇒ *Ολική Ενεργότητα Ιστού* = Ολική Πεπτική Ικανότητα Ιστού / Βάρος Ιστού, όπου ιστός το έντερο ή τα πυλωρικά τυφλά του ιχθύος.

5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Τα αποτελέσματα ελέγχθηκαν με ανάλυση διακύμανσης μίας μεταβλητής (ANOVA= Analysis of Variance) και έγινε χρήση του Στατιστικού Προγράμματος Statgraphics ver. 4.0. Η σημαντικότητα της επίδρασης ορίστηκε στην τιμή του $P=0,05$. Σε εκείνες τις περιπτώσεις που η τιμή του P υπήρξε σημαντική, δηλαδή μικρότερη ή ίση της οριζόμενης τιμής 0,05, πραγματοποιήθηκαν πολλαπλές συγκρίσεις (multiple range test) με τη βοήθεια του τεστ κατά Duncan. Στις περιπτώσεις που κρίθηκε απαραίτητο, τα δεδομένα μετασχηματίστηκαν (π.χ. λογαρίθμηση, τετραγωνική ρίζα) (Για το λαβράκι: L_{index} , το σύνολο των μεταβλητών για τα βιομετρικά χαρακτηριστικά του πεπτικού συστήματος με εξαίρεση το W_{STFW} , όλες τις μεταβλητές για τις καρβουδράσες, εκτός της AC_{INT}/mg Πρωτεΐνης, την $AC_{ST1,5}$, όλες τις μεταβλητές για τις πρωτεάσες των πυλωρικών τυφλών με εξαίρεση την CAP_{PC10} , τις τιμές των πρωτεασών για το έντερο σε pH=7,0, καθώς και τις τιμές των CAP_7 , CAP_{7FW} και $TCAP_{FW}$. Για την τσιπούρα: όλες τις μεταβλητές των βιομετρικών χαρακτηριστικών του σώματος με εξαίρεση το L_F , τις μετρήσεις του εντέρου, το σύνολο των μεταβλητών για τις καρβουδράσες, την AC_{PC10} , όλες τις μεταβλητές για τις πρωτεάσες του εντέρου σε pH=10,0 και pH=7,0+10,0, οι ολικές τιμές για τις δύο τιμές pH (7,0 και 10,0) και οι ολικές τιμές, με μοναδικές εξαιρέσεις τις CAP_7 και TAC). Αυτό έγινε αποσκοπώντας στην επίτευξη της κανονικής κατανομής και / ή της ομοιογένειας της διασποράς.

Στις περιπτώσεις που η κανονική κατανομή δεν ίσχυε, ακολούθησε ο έλεγχος της σημαντικότητας κατά Kruskal–Wallis (τιμή P_{KW}) (Για το λαβράκι: στο σύνολο των μεταβλητών με εξαίρεση τις CF_F , $CAP_{ST1,5}$, $CAP_{ST1,5FW}$, AC_{INT7} , AC_{INT} , TAC και TCAP.

Για την τσιπούρα: σε όλες τις μεταβλητές με εξαίρεση τις L_{index} , W_{DSFW} , W_{STFW} , W_{PCFW} , W_{INTFW} , $AC_{ST1,5}$, $CAP_{ST1,5}$, $CAP_{ST1,5FW}$, AC_{PC7} , CAP_{PC7} , CAP_{PC7FW} , CAP_{PC10} , CAP_{PC10FW} , AC_{PC} , CAP_{PC} , AC_{INT7} , CAP_{INTFW} και TAC).

Ειδικά στο λαβράκι, δεδομένου ότι οι ιχθύες των δεξαμενών μαύρου χρώματος υπήρξαν μεγαλύτεροι σε σχέση με εκείνους των υπόλοιπων δεξαμενών, ως προς το ζων βάρος τους, η στατιστική επεξεργασία όλων των υπόλοιπων μεταβλητών πραγματοποιήθηκε με χρήση του ζώντος βάρους ως συμμεταβλητής.

Τα αποτελέσματα και οι τιμές που παρουσιάζονται στο κείμενο και τους πίνακες που ακολουθούν, αποτελούν μέσες τιμές που δεν έχουν υποστεί μετασχηματισμό και τιμές τυπικού σφάλματος ($means \pm S.E.$).

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 Το Λαβράκι

6.1.1 Προσδιορισμός των Βιομετρικών Χαρακτηριστικών του Σώματος και του Πεπτικού Σωλήνα του Ιχθύος

Σύμφωνα με οπτικές παρατηρήσεις των ατόμων του λαβρακιού κατά τη διάρκεια της εκτροφής τους, αλλά και μετά τη θανάτωσή τους, τα άτομα που προέρχονταν από τις δεξαμενές σκούρου χρώματος και ιδιαίτερα τις μαύρες, χαρακτηρίζονταν από ένα σκούρο χρώμα δέρματος, σε σύγκριση με εκείνα των ανοιχτόχρωμων δεξαμενών και ιδιαίτερα του άσπρου χρώματος. Επίσης, σύμφωνα με εργαστηριακές παρατηρήσεις, διαφορές εντοπίστηκαν και στην ευρύτερη συμπεριφορά των ατόμων των δεξαμενών μαύρου χρώματος, η οποία εκδηλωνόταν με μία αυξημένη δραστηριότητα (απότομες και έντονες κινήσεις), αλλά και επιθετική συμπεριφορά, αντίθετα με εκείνους των άσπρων δεξαμενών.

Τα αποτελέσματα για τα βιομετρικά χαρακτηριστικά του σώματος στο λαβράκι, όπως αυτά προέκυψαν από τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.1.1.1, που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1.1.1: Βιομετρικά Χαρακτηριστικά Σώματος στο Λαβράκι

<i>ΧΡΩΜΑ</i> <i>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ</i>	<i>ΑΣΠΡΟ</i>	<i>ΜΑΥΡΟ</i>	<i>ΜΠΛΕ</i>	<i>ΥΑΛΙΝΗ</i>	<i>P</i>
<i>Βάρος Σώματος</i> <i>W_F (g)</i>	230,7 ± 12,73 a	306,7 ± 2,44 b	256,8 ± 13,85 a	249,7 ± 17,57 a	**
<i>Ολικό Μήκος Σώματος</i> <i>L_F (cm)</i>	28,1 ± 0,51	31,1 ± 0,25	29,5 ± 0,51	28,9 ± 0,60	<i>ΜΣ</i>
<i>Συντελεστής Ευρωστίας</i> <i>CF_F (g / cm³)</i>	1,03 ± 0,017	1,02 ± 0,022	0,98 ± 0,016	1,02 ± 0,026	<i>ΜΣ</i>
<i>Ηπατοσωματικός</i> <i>Δείκτης L_{index}</i>	1,422 ± 0,0652 bc	1,333 ± 0,0792 b	1,572 ± 0,0714 c	1,021 ± 0,0422 a	***
<i>Σπληνοσωματικός</i> <i>Δείκτης S_{index}</i>	0,076 ± 0,0022	0,083 ± 0,0036	0,087 ± 0,0070	0,082 ± 0,0067	<i>ΜΣ</i>

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (): p < 0,05, (**): p < 0,01 και (***): p < 0,001*

Οι διαφορές των τιμών του βάρους σώματος των ιχθύων (W_F) υπήρξαν στατιστικά σημαντικές, με τους ιχθύς των δεξαμενών μαύρου χρώματος να διαφέρουν των υπόλοιπων και να χαρακτηρίζονται από τα υψηλότερα βάρη.

Η επίδραση του παράγοντα που διερευνήθηκε, υπήρξε σημαντική ($P < 0,05$) για τις τιμές του ηπατοσωματικού δείκτη (L_{index}). Οι τιμές αυτού για τους ιχθύς των υάλινων δεξαμενών παρουσιάστηκαν μειωμένες και διέφεραν από εκείνες των πολυεστερικών δεξαμενών και των τριών χρωμάτων. Αντίθετα, αυξημένες υπήρξαν για τους ιχθύς των δεξαμενών μπλε χρώματος και διέφεραν εκείνων των μαύρων δεξαμενών.

Στο σύνολο των υπόλοιπων μεταβλητών που προσδιορίστηκαν και αφορούσαν το ολικό μήκος σώματος των ιχθύων (L_F), το συντελεστή ευρωστίας (CF_F) και το σπληνοσωματικό δείκτη (S_{index}), οι διαφορές των τιμών υπήρξαν στατιστικά μη σημαντικές ($P > 0,05$).

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων και υπολογισμών σχετικά με τα βιομετρικά χαρακτηριστικά του πεπτικού συστήματος στο λαβράκι, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.1.1.2, που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1.1.2: Βιομετρικά Χαρακτηριστικά Πεπτικού Συστήματος στο Λαβράκι

<i>ΧΡΩΜΑ</i> <i>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ</i>	<i>ΑΣΠΡΟ</i>	<i>ΜΑΥΡΟ</i>	<i>ΜΠΛΕ</i>	<i>ΥΑΛΙΝΗ</i>	<i>P</i>
<i>Βάρος Πεπτικού Σωλήνα % ZB</i> <i>W_{DSFW} (%)</i>	2,114 ± 0,1365 c	1,592 ± 0,0235 a	1,906 ± 0,0308 bc	1,769 ± 0,0555 ab	*
<i>Βάρος Στομάχου % ZB</i> <i>W_{STFW} (%)</i>	0,858 ± 0,0523	0,752 ± 0,0124	0,841 ± 0,0296	0,813 ± 0,0324	ΜΣ
<i>Βάρος Πυλωρικών Τυφλών % ZB</i> <i>W_{PCFW} (%)</i>	0,201 ± 0,0149	0,151 ± 0,0070	0,187 ± 0,0102	0,179 ± 0,0145	ΜΣ
<i>Βάρος Εντέρου % ZB</i> <i>W_{INTFW} (%)</i>	0,838 ± 0,0306	0,762 ± 0,0363	0,848 ± 0,0290	0,811 ± 0,0213	ΜΣ
<i>Μήκος Εντέρου προς L_F</i> <i>L_{INTF}</i>	0,588 ± 0,0292 a	0,586 ± 0,0216 a	0,621 ± 0,0265 a	0,706 ± 0,0243 b	*

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (*): $p < 0,05$, (**): $p < 0,01$ και (***) : $p < 0,001$

Όπου ZB: το βάρος σώματος του ιχθύος (ζων βάρος)

L_F: το ολικό μήκος σώματος του ιχθύος

Η επίδραση του χρώματος της δεξαμενής εκτροφής υπήρξε σημαντική ($P < 0,05$) για τις τιμές του βάρους του πεπτικού συστήματος % του ΖΒ του ιχθύος (W_{DSFW}). Αυξημένες υπήρξαν οι τιμές για τις δεξαμενές άσπρου χρώματος, οι οποίες διέφεραν εκείνων των υάλινων δεξαμενών και μαύρων δεξαμενών. Οι τελευταίες χαρακτηρίζονταν από σημαντικά μειωμένες τιμές και διέφεραν των μπλε δεξαμενών.

Επίσης, στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) προσδιορίστηκαν για το λόγο του μήκους του εντέρου προς το ολικό μήκος σώματος του ιχθύος (L_{INTFW}). Στην περίπτωση αυτήν, οι υάλινες δεξαμενές που χαρακτηρίζονταν από αυξημένες τιμές, ήταν εκείνες που διέφεραν από όλα τα χρώματα των δεξαμενών από πολυεστερικό υλικό. Οι τελευταίες δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους.

Όσον αφορά τις υπόλοιπες μεταβλητές που προσδιορίστηκαν, δηλαδή το βάρος του στομάχου % του ΖΒ (W_{STFW}), το βάρος των πυλωρικών τυφλών % του ΖΒ (W_{PCFW}) και το βάρος του εντέρου % του ΖΒ του ιχθύος (W_{INTFW}), η επίδραση του παράγοντα που μελετήθηκε, υπήρξε μη σημαντική ($P > 0,05$).

Όπως γίνεται σαφές από τον πίνακα που προηγήθηκε, στις περισσότερες περιπτώσεις των βιομετρικών χαρακτηριστικών του πεπτικού συστήματος στο λαβράκι, αυξημένες τιμές προσδιορίστηκαν για τις δεξαμενές άσπρου χρώματος. Μοναδική εξαίρεση αποτέλεσε το έντερο, όπου για το βάρος του αυξημένες προσδιορίστηκαν οι τιμές για τις μπλε δεξαμενές, ενώ για το μήκος του, για τις υάλινες δεξαμενές.

Στο σύνολο των περιπτώσεων, ανεξαρτήτως αν οι διαφορές των τιμών υπήρξαν στατιστικά σημαντικές ή όχι, σημαντικά μειωμένες παρατηρήθηκαν οι τιμές στους ιχθύς των δεξαμενών μαύρου χρώματος.

6.1.2 Προσδιορισμός των Πεπτικών Ενζύμων του Ιχθύος

6.1.2.1 Οι Καρβουδράσες

Τα αποτελέσματα σχετικά με τις καρβουδράσες στο λαβράκι, όπως αυτά προέκυψαν από τις μετρήσεις, τις αναλύσεις και τους αντίστοιχους υπολογισμούς, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.1.2.1.1, που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1.2.1.1: Καρβουδράσες στο Λαβράκι

<i>ΧΡΩΜΑ</i>	<i>ΑΣΠΡΟ</i>	<i>ΜΑΥΡΟ</i>	<i>ΜΠΛΕ</i>	<i>ΥΛΙΝΗ</i>	<i>P</i>
<i>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ</i>					
<i>ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ</i>					
<i>Ενεργότητα</i> <i>AC_{PC}</i> (<i>mg Γλυκόζης/ g ιστού/min</i>)	3,257 ± 0,4042 b	2,604 ± 0,3140 b	1,855 ± 0,2648 a	3,609 ± 0,1994 b	**
<i>Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης</i> <i>AC_{PC}</i> (<i>mg Γλυκόζης/ mg Πρωτεΐνης/min</i>)	0,743 ± 0,1019 b	0,479 ± 0,0629 ab	0,436 ± 0,0615 a	0,762 ± 0,0509 b	**
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>CAP_{PC}</i> (<i>mg Γλυκόζης/min</i>)	1,337 ± 0,1202 b	0,998 ± 0,0991 a	0,891 ± 0,1558 a	1,550 ± 0,1228 b	**
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>% ZB</i> <i>CAP_{PCFW}</i>	0,598 ± 0,0677 b	0,299 ± 0,0403 a	0,355 ± 0,0515 a	0,642 ± 0,0569 b	**
<i>ΕΝΤΕΡΟ</i>					
<i>Ενεργότητα</i> <i>AC_{INT}</i> (<i>mg Γλυκόζης/ g ιστού/min</i>)	1,706 ± 0,2791	1,176 ± 0,1025	1,083 ± 0,1403	1,824 ± 0,0839	<i>ΜΣ</i>
<i>Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης</i> <i>AC_{INT}</i> (<i>mg Γλυκόζης/ mg Πρωτεΐνης/min</i>)	0,374 ± 0,0501	0,311 ± 0,0334	0,307 ± 0,3985	0,442 ± 0,0221	<i>ΜΣ</i>
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>CAP_{INT}</i> (<i>mg Γλυκόζης/min</i>)	2,620 ± 0,3173 ab	2,811 ± 0,3114 ab	2,133 ± 0,2580 a	3,575 ± 0,4149 b	*
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>% ZB</i> <i>CAP_{INTEW}</i>	1,194 ± 0,1822 ab	0,906 ± 0,0948 a	0,823 ± 0,1273 a	1,480 ± 0,1948 b	*
<i>ΟΛΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ</i>					
<i>Ενεργότητα</i> <i>TAC</i> (<i>mg Γλυκόζης/ g ιστού/min</i>)	4,816 ± 0,5439 b	3,478 ± 0,4074 b	2,834 ± 0,3923 a	5,189 ± 0,2091 b	**
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>TCAP</i> (<i>mg Γλυκόζης/min</i>)	3,962 ± 0,3819 a	4,130 ± 0,4343 a	3,323 ± 0,4575 a	5,403 ± 0,3633 b	**
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>% ZB</i> <i>TCAP_{FW}</i>	2,613 ± 0,6086	1,413 ± 0,1203	1,668 ± 0,3472	2,238 ± 0,2030	<i>ΜΣ</i>

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (): p < 0,05, (**): p < 0,01 και (***): p < 0,001*

Όσον αφορά τις τιμές των καρβοϋδρασών στα πυλωρικά τυφλά για το λαβράκι, στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) εντοπίστηκαν για την ενεργότητα (AC_{PC}), την ενεργότητα ανά mg Πρωτεΐνης, την πεπτική ικανότητα (CAP_{PC}) και την πεπτική ικανότητα % ZB του ιχθύος (CAP_{PCFW}).

Για τις τιμές της ενεργότητας, οι δεξαμενές μπλε χρώματος ήταν εκείνες που διέφεραν σημαντικά των τριών υπόλοιπων. Όσον αφορά τις τιμές ενεργότητας ανά mg Πρωτεΐνης, οι μπλε δεξαμενές διέφεραν σημαντικά των υάλινων και άσπρων δεξαμενών. Στην πεπτικότητα και την πεπτικότητα % ZB, οι υάλινες δεξαμενές διέφεραν των δεξαμενών σκούρου χρώματος (μπλε και μαύρου), ενώ μεταξύ των δεξαμενών από πολυεστερικό υλικό, η άσπρου χρώματος ήταν εκείνες που διέφεραν των άλλων δύο.

Σε όλες τις περιπτώσεις, αυξημένες υπήρξαν οι τιμές στους ιχθύς των υάλινων δεξαμενών, ενώ στις δεξαμενές από πολυεστερικό υλικό, οι τιμές για τις άσπρες δεξαμενές παρουσιάστηκαν αυξημένες.

Και στις τέσσερις περιπτώσεις, μειωμένες τιμές προσδιορίστηκαν στους ιχθύς των δεξαμενών σκούρου χρώματος (μπλε και μαύρο).

Σχετικά με τις τιμές των καρβοϋδρασών στο έντερο, οι διαφορές υπήρξαν στατιστικά σημαντικές ($P < 0,05$) για την πεπτική ικανότητα (CAP_{INT}) και την πεπτική ικανότητα % του ZB (CAP_{INTFW}).

Για τις τιμές της πεπτικής ικανότητας, οι υάλινες δεξαμενές διέφεραν εκείνων του μπλε χρώματος, ενώ δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των πολυεστερικών δεξαμενών. Για την πεπτική ικανότητα % ZB, οι υάλινες δεξαμενές διέφεραν εκείνων του μπλε και μαύρου χρώματος. Οι πολυεστερικές δεξαμενές αντίθετα, δε διέφεραν μεταξύ τους.

Αυξημένες προσδιορίστηκαν οι τιμές για τους ιχθύς των υάλινων δεξαμενών και μειωμένες για εκείνες των δεξαμενών μπλε χρώματος.

Τέλος, όσον αφορά τις ολικές τιμές των καρβοϋδρασών για το λαβράκι, στατιστικά σημαντικές ($P < 0,05$) υπήρξαν οι διαφορές των τιμών της ολικής ενεργότητας (TAC) και της ολικής πεπτικής ικανότητας ($TCAP_{FW}$).

Για τις τιμές της ενεργότητας, οι δεξαμενές μπλε χρώματος ήταν εκείνες που διέφεραν όλων των άλλων. Αντίθετα, για την πεπτικότητα, οι υάλινες δεξαμενές διέφεραν με όλα τα χρώματα, αλλά τα τελευταία, δε διέφεραν μεταξύ τους.

Αυξημένες υπήρξαν οι τιμές για τους ιχθύς των υάλινων δεξαμενών και μειωμένες για εκείνους των δεξαμενών μπλε χρώματος.

Μη σημαντικές στατιστικά ($P > 0,05$) παρουσιάστηκαν οι διαφορές των τιμών της ενεργότητας του εντέρου (AC_{INT}) και της ολικής πεπτικής ικανότητας % ZB των ιχθύων ($TCAP_{FW}$).

Γενικά για τις καρβοϋδράσες στο λαβράκι, αυξημένες προσδιορίστηκαν οι τιμές στους ιχθύς των υάλινων δεξαμενών. Μεταξύ των πολυεστερικών δεξαμενών, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, αυξημένες προσδιορίστηκαν οι τιμές για τους ιχθύς των δεξαμενών

άσπρου χρώματος. Σημαντικά μειωμένες αντίθετα, παρατηρήθηκαν οι τιμές για τους ιχθύς των μπλε δεξαμενών.

6.1.2.2 Οι Πρωτεάσες

Τα αποτελέσματα για τις πρωτεάσες στο λαβράκι, όπως αυτά προέκυψαν από τις χημικές αναλύσεις και τους αντίστοιχους υπολογισμούς, παρουσιάζονται στους Πίνακες 6.1.2.2.1, 6.1.2.2.2, 6.1.2.2.3, 6.1.2.2.4 και 6.1.2.2.5, που φαίνονται στη συνέχεια.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1.2.2.1: Πρωτεάσες στο Λαβράκι
Στόμαχος σε pH=1,5**

<i>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ</i>	<i>ΧΡΩΜΑ</i>				
	<i>ΑΣΠΡΟ</i>	<i>ΜΑΥΡΟ</i>	<i>ΜΠΛΕ</i>	<i>ΥΑΛΙΝΗ</i>	<i>P</i>
<i>ΣΤΟΜΑΧΟΣ σε pH = 1,5</i>					
<i>Ενεργότητα AC_{ST1,5} (mg Τοροσίνης/g ιστού/min)</i>	0,553 ± 0,0222	0,516 ± 0,0391	0,540 ± 0,0343	0,514 ± 0,0386	<i>ΜΣ</i>
<i>Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης AC_{ST1,5} (mg Τοροσίνης/ mg Πρωτεΐνης/min)</i>	0,204 ± 0,0140	0,194 ± 0,0200	0,180 ± 0,0104	0,204 ± 0,0255	<i>ΜΣ</i>
<i>Πεπτική Ικανότητα CAP_{ST1,5} (mg Τοροσίνης/min)</i>	1,040 ± 0,0828	1,108 ± 0,0964	1,170 ± 0,1269	1,014 ± 0,0586	<i>ΜΣ</i>
<i>Πεπτική Ικανότητα % ZB CAP_{ST1,5FW}</i>	0,461 ± 0,0404	0,372 ± 0,0323	0,459 ± 0,0296	0,413 ± 0,0298	<i>ΜΣ</i>

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (): p < 0,05, (**): p < 0,01 και (***): p < 0,001*

Η επίδραση του χρώματος της δεξαμενής εκτροφής των ιχθύων, υπήρξε μη σημαντική (P>0,05) για τις πρωτεάσες του στομάχου στο λαβράκι.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1.2.2.2: Πρωτεάσες στο Λαβράκι
Πυλωρικά Τυφλά σε pH=7,0, pH=10,0 και pH=7,0+10,0

<i>ΧΡΩΜΑ</i>	<i>ΑΣΠΡΟ</i>	<i>ΜΑΥΡΟ</i>	<i>ΜΠΛΕ</i>	<i>ΥΑΛΙΝΗ</i>	<i>P</i>
<i>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ</i>					
ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ σε pH = 7,0					
<i>Ενεργότητα</i> <i>AC_{PC7}</i> <i>(mg Τυροσίνης/g ιστού/min)</i>	0,147 ± 0,0130 a	0,171 ± 0,0216 b	0,127 ± 0,0093 a	0,205 ± 0,0397 b	*
<i>Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης</i> <i>AC_{PC7}</i> <i>(mg Τυροσίνης/ mg Πρωτεΐνης/min)</i>	0,030 ± 0,0028	0,035 ± 0,0049	0,029 ± 0,0020	0,049 ± 0,0114	ΜΣ
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>CAP_{PC7}</i> <i>(mg Τυροσίνης/min)</i>	0,068 ± 0,0089	0,056 ± 0,0089	0,060 ± 0,0067	0,091 ± 0,0207	ΜΣ
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>% ZB</i> <i>CAP_{PC7FW}</i>	0,027 ± 0,0028	0,018 ± 0,0021	0,024 ± 0,0020	0,040 ± 0,0093	ΜΣ
ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ σε pH = 10,0					
<i>Ενεργότητα</i> <i>AC_{PC10}</i> <i>(mg Τυροσίνης/g ιστού/min)</i>	0,181 ± 0,0131	0,187 ± 0,0268	0,158 ± 0,0079	0,277 ± 0,0426	ΜΣ
<i>Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης</i> <i>AC_{PC10}</i> <i>(mg Τυροσίνης/ mg Πρωτεΐνης/min)</i>	0,035 ± 0,0024 a	0,039 ± 0,0055 a	0,040 ± 0,0025 a	0,064 ± 0,0107 b	**
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>CAP_{PC10}</i> <i>(mg Τυροσίνης/min)</i>	0,071 ± 0,0050	0,088 ± 0,0133	0,083 ± 0,0098	0,117 ± 0,0159	ΜΣ
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>% ZB</i> <i>CAP_{PC10FW}</i>	0,036 ± 0,0037	0,028 ± 0,0044	0,029 ± 0,0017	0,051 ± 0,0091	ΜΣ
ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ σε pH = 7,0 + 10,0					
<i>Ενεργότητα</i> <i>AC_{PC}</i> <i>(mg Τυροσίνης/g ιστού/min)</i>	0,328 ± 0,0219 a	0,321 ± 0,0340 ab	0,275 ± 0,0158 a	0,483 ± 0,0718 b	*
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>CAP_{PC}</i> <i>(mg Τυροσίνης/min)</i>	0,138 ± 0,0124	0,162 ± 0,0212	0,137 ± 0,0149	0,208 ± 0,0333	ΜΣ
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>% ZB</i> <i>CAP_{PCFW}</i>	0,067 ± 0,0069	0,047 ± 0,0053	0,056 ± 0,0044	0,091 ± 0,0168	ΜΣ

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (*): $p < 0,05$, (**): $p < 0,01$ και (***) : $p < 0,001$

Όσον αφορά τις τιμές των πρωτεασών για τα πυλωρικά τυφλά σε τιμή pH=7,0, η επίδραση υπήρξε σημαντική ($P<0,05$) μόνο για τις τιμές της ενεργότητας (AC_{PC7}).

Οι τιμές για τις υάλινες δεξαμενές διέφεραν εκείνων για τις άσπρες και μπλε δεξαμενές, ενώ οι μαύρου χρώματος διέφεραν των υπόλοιπων χρωμάτων (άσπρο και μπλε).

Αυξημένες παρατηρήθηκαν οι τιμές για τους ιχθύς των υάλινων δεξαμενών και μειωμένες για εκείνους των μπλε δεξαμενών.

Οι τιμές των πρωτεασών για τα πυλωρικά τυφλά σε τιμή pH=10,0, δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$), με μοναδική εξαίρεση την ενεργότητα ανά mg Πρωτεΐνης. Στην περίπτωση αυτή, οι υάλινες δεξαμενές υπήρξαν εκείνες που διέφεραν σημαντικά των πολυεστερικών δεξαμενών.

Στατιστικά σημαντικές ($P<0,05$) υπήρξαν οι διαφορές των τιμών της ολικής ενεργότητας των πρωτεασών για τα πυλωρικά τυφλά στο λαβράκι. Οι υάλινες δεξαμενές παρουσίασαν διαφορές με εκείνες άσπρου και μπλε χρώματος, ενώ οι δεξαμενές από πολυεστερικό υλικό δε διέφεραν μεταξύ τους.

Αυξημένες προσδιορίστηκαν οι τιμές για τους ιχθύς των υάλινων δεξαμενών, ενώ μειωμένες για τις δεξαμενές μπλε χρώματος.

Όσον αφορά τις υπόλοιπες μεταβλητές που προσδιορίστηκαν για τις πρωτεάσες των πυλωρικών τυφλών, δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$).

Στο σύνολο των περιπτώσεων, αυξημένες παρατηρήθηκαν οι τιμές στους ιχθύς των οποίων η εκτροφή πραγματοποιήθηκε στις υάλινες δεξαμενές και μειωμένες για εκείνους των δεξαμενών σκούρου χρώματος (μπλε και μαύρο).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1.2.2.3: Πρωτεάσες στο Λαβράκι
Έντερο σε pH=7,0, pH=10,0 και pH=7,0+10,0**

ΧΡΩΜΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΑΣΠΡΟ	ΜΑΥΡΟ	ΜΠΛΕ	ΥΛΙΝΗ	P
	ΕΝΤΕΡΟ σε pH = 7,0				
Ενεργότητα AC_{INT7} (mg Τυροσίνης/g ιστού/min)	0,123 ± 0,0097	0,122 ± 0,0104	0,134 ± 0,0052	0,125 ± 0,0251	ΜΣ
Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης AC_{INT7} (mg Τυροσίνης/ mg Πρωτεΐνης/min)	0,039 ± 0,0043	0,031 ± 0,0036	0,039 ± 0,0028	0,043 ± 0,0087	ΜΣ
Πεπτική Ικανότητα CAP_{INT7} (mg Τυροσίνης/min)	0,273 ± 0,0272	0,242 ± 0,0207	0,274 ± 0,0169	0,273 ± 0,0645	ΜΣ
Πεπτική Ικανότητα % ZB CAP_{INT7FW}	0,123 ± 0,0137	0,079 ± 0,0069	0,112 ± 0,0036	0,110 ± 0,0269	ΜΣ
ΕΝΤΕΡΟ σε pH = 10,0					
Ενεργότητα AC_{INT10} (mg Τυροσίνης/g ιστού/min)	0,151 ± 0,0085	0,135 ± 0,0218	0,159 ± 0,0096	0,152 ± 0,0300	ΜΣ
Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης AC_{INT10} (mg Τυροσίνης/ mg Πρωτεΐνης/min)	0,048 ± 0,0042	0,031 ± 0,0057	0,047 ± 0,0041	0,035 ± 0,0056	ΜΣ
Πεπτική Ικανότητα CAP_{INT10} (mg Τυροσίνης/min)	0,368 ± 0,0378	0,329 ± 0,0606	0,345 ± 0,0276	0,310 ± 0,0598	ΜΣ
Πεπτική Ικανότητα % ZB $CAP_{INT10FW}$	0,166 ± 0,0190	0,105 ± 0,0192	0,136 ± 0,0068	0,131 ± 0,0279	ΜΣ
ΕΝΤΕΡΟ σε pH = 7,0+10,0					
Ενεργότητα AC_{INT} (mg Τυροσίνης/g ιστού/min)	0,253 ± 0,0103	0,252 ± 0,0285	0,275 ± 0,0075	0,277 ± 0,0348	ΜΣ
Πεπτική Ικανότητα CAP_{INT} (mg Τυροσίνης/min)	0,641 ± 0,0637	0,607 ± 0,0838	0,636 ± 0,0492	0,583 ± 0,0949	ΜΣ
Πεπτική Ικανότητα % ZB CAP_{INTFW}	0,289 ± 0,0322	0,196 ± 0,0265	0,246 ± 0,0113	0,241 ± 0,0434	ΜΣ

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (*): $p < 0,05$, (**): $p < 0,01$ και (***): $p < 0,001$

Η επίδραση του παράγοντα που μελετήθηκε στις πρωτεάσες του εντέρου για το λαβράκι, υπήρξε στο σύνολο των τιμών που προσδιορίστηκαν, μη σημαντική ($P>0,05$).

Εντούτοις, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, μειωμένες παρατηρήθηκαν οι τιμές για τους ιχθύς των οποίων η εκτροφή πραγματοποιήθηκε σε δεξαμενές μαύρου χρώματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1.2.2.4: Πρωτεάσες στο Λαβράκι
Έντερο και Πυλωρικά Τυφλά σε pH=7,0, pH=10,0

<i>ΧΡΩΜΑ</i>	<i>ΑΣΠΡΟ</i>	<i>ΜΑΥΡΟ</i>	<i>ΜΠΛΕ</i>	<i>ΥΑΛΙΝΗ</i>	<i>P</i>
<i>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ</i>					
<i>ΕΝΤΕΡΟ ΚΑΙ ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ σε pH = 7,0</i>					
<i>Ενεργότητα</i> <i>AC₇</i> <i>(mg Τυροσίνης/g ιστού/min)</i>	0,127 ± 0,0084	0,126 ± 0,0090	0,129 ± 0,0049	0,143 ± 0,0204	<i>ΜΣ</i>
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>CAP₇</i> <i>(mg Τυροσίνης/min)</i>	0,317 ± 0,0251	0,331 ± 0,0248	0,359 ± 0,0253	0,364 ± 0,0600	<i>ΜΣ</i>
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>% ZB</i> <i>CAP_{7FW}</i>	0,154 ± 0,0165	0,107 ± 0,0082	0,143 ± 0,0063	0,150 ± 0,0266	<i>ΜΣ</i>
<i>ΕΝΤΕΡΟ ΚΑΙ ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ σε pH = 10,0</i>					
<i>Ενεργότητα</i> <i>AC₁₀</i> <i>(mg Τυροσίνης/g ιστού/min)</i>	0,156 ± 0,0038	0,144 ± 0,0211	0,149 ± 0,0054	0,174 ± 0,0259	<i>ΜΣ</i>
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>CAP₁₀</i> <i>(mg Τυροσίνης/min)</i>	0,419 ± 0,0319	0,417 ± 0,0690	0,428 ± 0,0340	0,427 ± 0,0591	<i>ΜΣ</i>
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>% ZB</i> <i>CAP_{10FW}</i>	0,202 ± 0,0210	0,134 ± 0,0221	0,169 ± 0,0081	0,183 ± 0,0318	<i>ΜΣ</i>

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (): p < 0,05, (**): p < 0,01 και (***): p < 0,001*

Όσον αφορά την επίδραση του χρώματος της δεξαμενής εκτροφής στις ολικές τιμές των πρωτεασών (για τα πυλωρικά τυφλά και το έντερο) σε τιμή pH=7,0 και σε pH=10,0, υπήρξε μη σημαντική στατιστικά ($P>0,05$).

Μειωμένες προσδιορίστηκαν στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, οι τιμές των πρωτεασών για τους ιχθύς των οποίων η εκτροφή πραγματοποιήθηκε στις δεξαμενές μαύρου χρώματος. Αντίθετα, αυξημένες υπήρξαν για τους ιχθύς των υάλινων και άσπρων δεξαμενών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1.2.2.5: Πρωτεάσες στο Λαβράκι
Ολικές Τιμές για Στόμαχο, Έντερο και Πυλωρικά Τυφλά

<i>ΧΡΩΜΑ</i>	<i>ΑΣΠΡΟ</i>	<i>ΜΑΥΡΟ</i>	<i>ΜΠΛΕ</i>	<i>ΥΛΙΝΗ</i>	<i>P</i>
<i>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ</i>					
ΟΛΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΙΑ ΣΤΟΜΑΧΟ, ΕΝΤΕΡΟ ΚΑΙ ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ					
<i>Ενεργότητα</i>					
<i>TAC</i> <i>(mg Τοροσίνη/g ιστού/min)</i>	0,397 ± 0,0125	0,380 ± 0,0252	0,401 ± 0,0150	0,405 ± 0,0197	<i>ΜΣ</i>
<i>Πεπτική Ικανότητα</i>					
<i>TCAP</i> <i>(mg Τοροσίνη/min)</i>	1,745 ± 0,0953	1,884 ± 0,1094	1,947 ± 0,1631	1,692 ± 0,0790	<i>ΜΣ</i>
<i>Πεπτική Ικανότητα</i>					
<i>% ZB</i> <i>TCAP_{FW}</i>	0,817 ± 0,0633	0,610 ± 0,0350	0,760 ± 0,0351	0,746 ± 0,0563	<i>ΜΣ</i>

*ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (*): p < 0,05, (**): p < 0,01 και (***): p < 0,001*

Μη σημαντικές στατιστικά ($P > 0,05$) προσδιορίστηκαν επίσης, οι διαφορές των τιμών που προσδιορίστηκαν για την ολική ενεργότητα των πρωτεασών (TAC) στο λαβράκι, την πεπτική ικανότητα (TCAP) και την πεπτική ικανότητα % ZB (TCAP_{FW}).

Μειωμένες προσδιορίστηκαν οι τιμές για τους ιχθύς των οποίων η εκτροφή πραγματοποιήθηκε σε δεξαμενές μαύρου χρώματος.

6.2 Η Τσιπούρα

6.2.1 Προσδιορισμός των Βιομετρικών Χαρακτηριστικών του Σώματος και του Πεπτικού Σωλήνα του Ιχθύος

Όπως και στο λαβράκι, τα άτομα των δεξαμενών ανοιχτού χρώματος (άσπρες δεξαμενές) χαρακτηρίζονταν από ανοιχτό χρώμα δέρματος, αντίθετα με εκείνα των σκουρόχρωμων δεξαμενών (μαύρες δεξαμενές), όπου το χρώμα τους υπήρξε σκούρο. Επίσης, παρατηρήθηκε μία ιδιαίτερη συμπεριφορά για τους ιχθύς των υάλινων δεξαμενών και εκείνων του μαύρου χρώματος, η οποία εκδηλωνόταν με την έντονη κινητικότητα των ιχθύων. Η τελευταία παρατηρήθηκε πως σχετιζόταν με την παρουσία ή τη διέλευση κάποιου ατόμου μπροστά από τις δεξαμενές, ιδιαίτερα στην περίπτωση των υάλινων δεξαμενών.

Τα αποτελέσματα των σχετικών μετρήσεων και των υπολογισμών που έγιναν και αφορούσαν τα βιομετρικά χαρακτηριστικά του σώματος στην τσιπούρα, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2.1.1, που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.1.1: Βιομετρικά Χαρακτηριστικά Σώματος στην Τσιπούρα

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ \ ΧΡΩΜΑ					
	ΑΣΠΡΟ	ΜΑΥΡΟ	ΜΠΛΕ	ΥΑΛΙΝΗ	P
Βάρος Σώματος W_F (g)	206,3 ± 4,37	208,0 ± 5,15	207,3 ± 6,08	202,6 ± 6,26	ΜΣ
Ολικό Μήκος Σώματος L_F (cm)	24,0 ± 0,29	23,5 ± 0,25	24,1 ± 0,22	23,9 ± 0,16	ΜΣ
Συντελεστής Ευρωστίας CF_F (g / cm ³)	1,52 ± 0,020 ab	1,58 ± 0,027 b	1,47 ± 0,031 a	1,48 ± 0,029 a	*
Ηπατοσωματικός Δείκτης $Lindex$	0,749 ± 0,0260	0,776 ± 0,0287	0,683 ± 0,0167	0,770 ± 0,0290	ΜΣ
Σπληνοσωματικός Δείκτης $Sindex$	0,073 ± 0,0106 b	0,052 ± 0,0028 a	0,072 ± 0,0026 b	0,076 ± 0,0026 b	*

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (*): $p < 0,05$, (**): $p < 0,01$ και (***) : $p < 0,001$

Στατιστικά σημαντικές ($P < 0,05$) διαφορές προσδιορίστηκαν για τις τιμές του συντελεστή ευρωστίας των ιχθύων (CF_F). Διαφορές εντοπίστηκαν μεταξύ των υάλινων δεξαμενών, στις οποίες οι τιμές υπήρξαν αυξημένες και εκείνων του μαύρου χρώματος, ενώ μεταξύ των δεξαμενών από πολυεστερικό υλικό, διέφεραν οι μαύρες και μπλε δεξαμενές. Οι τελευταίες παρουσίασαν μειωμένες τιμές.

Επίσης, στατιστικά σημαντικές ($P < 0,05$) υπήρξαν οι διαφορές των τιμών του σπληνοσωματικού δείκτη (S_{index}). Οι μαύρες δεξαμενές υπήρξαν οι μοναδικές που διέφεραν των υπόλοιπων και εμφάνισαν μειωμένες τιμές.

Όσον αφορά τις λοιπές μεταβλητές που προσδιορίστηκαν, η επίδραση του παράγοντα που μελετήθηκε, υπήρξε μη σημαντική ($P > 0,05$).

Οι τιμές των βιομετρικών χαρακτηριστικών του πεπτικού συστήματος της τσιπούρας, όπως αυτές προσδιορίστηκαν με τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2.1.2, που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.1.2: Βιομετρικά Χαρακτηριστικά του Πεπτικού Συστήματος στην Τσιπούρα

<i>ΧΡΩΜΑ</i>	<i>ΑΣΠΡΟ</i>	<i>ΜΑΥΡΟ</i>	<i>ΜΠΛΕ</i>	<i>ΥΑΛΙΝΗ</i>	<i>P</i>
<i>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ</i>					
<i>Βάρος Πεπτικού Σωλήνα % ZB</i> <i>W_{DSFW} (%)</i>	2,017 ± 0,0303 b	1,933 ± 0,0497 b	1,900 ± 0,0323 b	1,590 ± 0,0374 a	***
<i>Βάρος Στομάχου % ZB</i> <i>W_{STFW} (%)</i>	0,502 ± 0,0191 b	0,449 ± 0,0117 a	0,458 ± 0,0118 ab	0,427 ± 0,0233 a	*
<i>Βάρος Πυλωρικών Τυφλών % ZB</i> <i>W_{PCFW} (%)</i>	0,312 ± 0,0107 b	0,290 ± 0,0222 ab	0,249 ± 0,0157 a	0,243 ± 0,0196 a	*
<i>Βάρος Εντέρου % ZB</i> <i>W_{INTFW} (%)</i>	1,149 ± 0,0326 b	1,130 ± 0,0193 b	1,105 ± 0,0206 b	0,918 ± 0,0191 a	***
<i>Μήκος Εντέρου προς L_F</i> <i>L_{INTF}</i>	0,721 ± 0,0286	0,753 ± 0,0107	0,751 ± 0,0260	0,671 ± 0,0386	ΜΣ

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (*): $p < 0,05$, (**): $p < 0,01$ και (***) : $p < 0,001$

Οι τιμές του βάρους του πεπτικού σωλήνα % ZB (W_{DSFW}) παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$). Οι υάλινες δεξαμενές υπήρξαν εκείνες που διέφεραν όλων των δεξαμενών με χρώμα, ενώ οι τελευταίες δε διέφεραν μεταξύ τους.

Οι τιμές υπήρξαν αυξημένες στους ιχθύς των άσπρων δεξαμενών, ενώ εμφανώς μειωμένες σε εκείνους των υάλινων δεξαμενών.

Οι διαφορές των τιμών του βάρους στομάχου % ZB (W_{STFW}) υπήρξαν επίσης, στατιστικά σημαντικές ($P < 0,05$). Οι υάλινες δεξαμενές διέφεραν εκείνων του άσπρου χρώματος, ενώ οι τελευταίες εκείνων του μαύρου χρώματος.

Αύξηση των τιμών παρατηρήθηκε για τους ιχθύς των άσπρων δεξαμενών, ενώ μείωση σε εκείνους των υάλινων δεξαμενών.

Όσον αφορά τις τιμές του βάρους των πυλωρικών τυφλών % ZB (W_{PCFW}), οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές ($P < 0,05$). Οι υάλινες δεξαμενές υπήρξαν εκείνες που διέφεραν των δεξαμενών άσπρου χρώματος και εκείνες των δεξαμενών μπλε χρώματος.

Οι τιμές παρουσιάστηκαν αυξημένες στους ιχθύς των άσπρων δεξαμενών, ενώ εμφανώς μειωμένες σε εκείνους των υάλινων δεξαμενών.

Τέλος, στατιστικά σημαντικές ($P < 0,05$) διαφορές προσδιορίστηκαν για τις τιμές βάρους του εντέρου % ZB (W_{INTFW}). Οι υάλινες δεξαμενές διέφεραν από όλες τις δεξαμενές από πολυεστερικό υλικό, οι οποίες όμως δε διέφεραν μεταξύ τους.

Αυξημένες προσδιορίστηκαν οι τιμές για τους ιχθύς των άσπρων δεξαμενών και μειωμένες για εκείνους των υάλινων δεξαμενών.

Μη σημαντικές στατιστικά ($P > 0,05$) παρουσιάστηκαν οι διαφορές των τιμών του μήκους εντέρου προς το ολικό μήκος σώματος του ιχθύος (L_{INTF}).

Συνοψίζοντας για τα βιομετρικά χαρακτηριστικά του πεπτικού συστήματος της τσιπούρας, παρατηρείται πως στο σύνολο των μεταβλητών, αυξημένες παρατηρήθηκαν οι τιμές για τους ιχθύς των οποίων η εκτροφή πραγματοποιήθηκε στις δεξαμενές άσπρου χρώματος.

Μειωμένες υπήρξαν οι τιμές στους ιχθύς των υάλινων δεξαμενών. Όσον αφορά τις πολυεστερικές δεξαμενές, μειωμένες παρατηρήθηκαν οι τιμές για τους ιχθύς των δεξαμενών σκούρου χρώματος (μπλε κυρίως και μαύρο).

6.2.2 Προσδιορισμός των Πεπτικών Ενζύμων του ιχθύος

6.2.2.1 Οι Καρβοϋδράσες

Τα αποτελέσματα, όπως αυτά προέκυψαν από τις χημικές αναλύσεις και τους αντίστοιχους υπολογισμούς για τις καρβοϋδράσες της τσιπούρας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2.2.1.1, που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.2.1.1: Καρβοϋδράσες στην Τσιπούρα

ΧΡΩΜΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΑΣΠΡΟ	ΜΑΥΡΟ	ΜΠΛΕ	ΥΛΙΝΗ	P
ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ					
Ενεργότητα AC_{PC} (mg Γλυκόζης/ g ιστού/min)	3,244 ± 0,3275	3,489 ± 0,3327	2,482 ± 0,1967	3,244 ± 0,3838	MΣ
Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης AC_{PC} (mg Γλυκόζης/ mg Πρωτεΐνης/min)	0,567 ± 0,0432	0,674 ± 0,0788	0,474 ± 0,0280	0,584 ± 0,0645	MΣ
Πεπτική Ικανότητα CAP_{PC} (mg Γλυκόζης/min)	2,388 ± 0,3037 b	1,985 ± 0,2436 ab	1,300 ± 0,1306 a	1,694 ± 0,1382 ab	*
Πεπτική Ικανότητα % ZB CAP_{PCFW}	1,062 ± 0,1127 b	0,895 ± 0,0600 ab	0,702 ± 0,0911 a	0,791 ± 0,1029 ab	*
ΕΝΤΕΡΟ					
Ενεργότητα AC_{INT} (mg Γλυκόζης/ g ιστού/min)	2,346 ± 0,3051	2,069 ± 0,1429	2,073 ± 0,2445	2,803 ± 0,1917	MΣ
Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης AC_{INT} (mg Γλυκόζης/ mg Πρωτεΐνης/min)	0,628 ± 0,0829	0,472 ± 0,0239	0,562 ± 0,0662	0,677 ± 0,0811	MΣ
Πεπτική Ικανότητα CAP_{INT} (mg Γλυκόζης/min)	5,370 ± 0,6860	4,610 ± 0,4422	4,377 ± 0,4557	5,538 ± 0,6861	MΣ
Πεπτική Ικανότητα % ZB CAP_{INTEW}	2,714 ± 0,3618	2,194 ± 0,0841	1,873 ± 0,1829	2,789 ± 0,3727	MΣ
ΟΛΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ					
Ενεργότητα TAC (mg Γλυκόζης/ g ιστού/min)	5,664 ± 0,5513	5,514 ± 0,4457	5,331 ± 0,6204	6,038 ± 0,5865	MΣ
Πεπτική Ικανότητα TCAP (mg Γλυκόζης/min)	7,558 ± 0,8264	7,165 ± 0,7222	5,366 ± 0,5222	7,652 ± 0,7030	MΣ
Πεπτική Ικανότητα % ZB TCAP _{FW}	3,795 ± 0,4319	2,876 ± 0,1784	3,003 ± 0,3639	3,583 ± 0,2914	MΣ

MΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (*): $p < 0,05$, (**): $p < 0,01$ και (***): $p < 0,001$

Όσον αφορά τις τιμές των καρβοϋδρασών για τα πυλωρικά τυφλά της τσιπούρας, στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) εντοπίστηκαν μόνο για την πεπτική ικανότητα (CAP_{PC}) και την πεπτική ικανότητα % ZB του ιχθύος (CAP_{PCFW}).

Και στις δύο περιπτώσεις, οι υάλινες δεξαμενές δε διέφεραν των πολυεστερικών, ενώ οι άσπρου χρώματος διέφεραν εκείνων του μπλε χρώματος. Αυξημένες προσδιορίστηκαν οι τιμές για τους ιχθύς των άσπρων δεξαμενών και μειωμένες για εκείνους των δεξαμενών μπλε χρώματος.

Στο σύνολο των υπόλοιπων μεταβλητών για τις καρβοϋδράσες της τσιπούρας (έντερο και ολικές τιμές), οι διαφορές των τιμών δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές ($P > 0,05$).

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, αυξημένες παρατηρήθηκαν οι τιμές για τις υάλινες δεξαμενές και εκείνες άσπρου χρώματος, ενώ μειωμένες για τους ιχθύς των δεξαμενών σκούρου χρώματος (μπλε και μαύρο).

6.2.2.2 Οι Πρωτεάσες

Τα αποτελέσματα για τις πρωτεάσες της τσιπούρας, όπως αυτά προέκυψαν από τις μετρήσεις, τις χημικές αναλύσεις και τους αντίστοιχους υπολογισμούς, παρουσιάζονται στους Πίνακες 6.2.2.2.1, 6.2.2.2.2, 6.2.2.2.3, 6.2.2.2.4 και 6.2.2.2.5, που ακολουθούν.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.2.2.1: Πρωτεάσες στην Τσιπούρα
Στόμαχος σε pH=1,5**

<i>ΧΡΩΜΑ</i> <i>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ</i>	<i>ΑΣΠΡΟ</i>	<i>ΜΑΥΡΟ</i>	<i>ΜΠΛΕ</i>	<i>ΥΛΙΝΗ</i>	<i>P</i>
<i>ΣΤΟΜΑΧΟΣ σε pH = 1,5</i>					
<i>Ενεργότητα</i> <i>AC_{ST1,5}</i> <i>(mg Τυροσίνης/g ιστού/min)</i>	0,225 ± 0,0147 a	0,219 ± 0,0194 a	0,289 ± 0,0150 b	0,271 ± 0,0308 ab	*
<i>Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης</i> <i>AC_{ST1,5}</i> <i>(mg Τυροσίνης/ mg Πρωτεΐνης/min)</i>	0,076 ± 0,0057 a	0,071 ± 0,0067 a	0,106 ± 0,0051 b	0,076 ± 0,0072 a	***
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>CAP_{ST1,5}</i> <i>(mg Τυροσίνης/min)</i>	0,238 ± 0,0171 ab	0,200 ± 0,0189 a	0,281 ± 0,0202 b	0,228 ± 0,0219 ab	*
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>% ZB</i> <i>CAP_{ST1,5FW}</i>	0,105 ± 0,0052 a	0,097 ± 0,0095 a	0,135 ± 0,0086 b	0,120 ± 0,0081 ab	**

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (*): $p < 0,05$, (**): $p < 0,01$ και (***) : $p < 0,001$

Στατιστικά σημαντικές ($P < 0,05$) υπήρξαν οι διαφορές που προσδιορίστηκαν για τις πρωτεάσες του στομάχου στην τσιπούρα και αφορούσαν την ενεργότητα ($AC_{ST1,5}$), την ενεργότητα ανά mg Πρωτεΐνης, την πεπτική ικανότητα ($CAP_{ST1,5}$) και την πεπτική ικανότητα % ZB ($CAP_{ST1,5FW}$).

Για την ενεργότητα και την πεπτική ικανότητα % ZB, οι δεξαμενές μπλε χρώματος υπήρξαν εκείνες που διέφεραν των άσπρων και μαύρων δεξαμενών. Όσον αφορά τις τιμές της ενεργότητας ανά mg Πρωτεΐνης, οι μπλε δεξαμενές ήταν εκείνες που διέφεραν όλων των άλλων δεξαμενών. Για τις τιμές της πεπτικής ικανότητας, διαφορές προσδιορίστηκαν μόνο μεταξύ των δεξαμενών μαύρου και μπλε χρώματος. Αυξημένες

παρατηρήθηκαν γενικά οι τιμές στους ιχθύς των δεξαμενών μπλε χρώματος και μειωμένες σε εκείνους των δεξαμενών μαύρου χρώματος.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.2.2.2: Πρωτεάσες στην Τσιπούρα
Πυλωρικά Τυφλά σε pH=7,0, pH=10,0 και pH=7,0+10,0**

ΧΡΩΜΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΑΣΠΡΟ	ΜΑΥΡΟ	ΜΠΛΕ	ΥΛΙΝΗ	P
	ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ σε pH = 7,0				
Ενεργότητα AC_{PC7} (mg Τυροσίνη/g ιστού/min)	0,145 ± 0,0054	0,147 ± 0,0092	0,160 ± 0,0112	0,157 ± 0,0112	MΣ
Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης AC_{PC7} (mg Τυροσίνη/ mg Πρωτεΐνης/min)	0,030 ± 0,0014	0,029 ± 0,0021	0,029 ± 0,0024	0,029 ± 0,0027	MΣ
Πεπτική Ικανότητα CAP_{PC7} (mg Τυροσίνη/min)	0,101 ± 0,0077	0,090 ± 0,0100	0,086 ± 0,0084	0,077 ± 0,0083	MΣ
Πεπτική Ικανότητα % ZB CAP_{PC7FW}	0,049 ± 0,0036	0,044 ± 0,0049	0,042 ± 0,0042	0,037 ± 0,0037	MΣ
ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ σε pH = 10,0					
Ενεργότητα AC_{PC10} (mg Τυροσίνη/g ιστού/min)	0,144 ± 0,0049	0,126 ± 0,0104	0,159 ± 0,0136	0,156 ± 0,0070	MΣ
Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης AC_{PC10} (mg Τυροσίνη/ mg Πρωτεΐνης/min)	0,029 ± 0,0021	0,025 ± 0,0022	0,030 ± 0,0026	0,027 ± 0,0030	MΣ
Πεπτική Ικανότητα CAP_{PC10} (mg Τυροσίνη/min)	0,087 ± 0,0067	0,070 ± 0,0089	0,083 ± 0,0077	0,086 ± 0,0142	MΣ
Πεπτική Ικανότητα % ZB CAP_{PC10FW}	0,043 ± 0,0023	0,039 ± 0,0046	0,041 ± 0,0038	0,043 ± 0,0072	MΣ
ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ σε pH = 7,0 + 10,0					
Ενεργότητα AC_{PC} (mg Τυροσίνη/g ιστού/min)	0,278 ± 0,0114	0,272 ± 0,0122	0,318 ± 0,0224	0,310 ± 0,0128	MΣ
Πεπτική Ικανότητα CAP_{PC} (mg Τυροσίνη/min)	0,193 ± 0,0151	0,166 ± 0,0162	0,170 ± 0,0153	0,162 ± 0,0207	MΣ
Πεπτική Ικανότητα % ZB CAP_{PCFW}	0,094 ± 0,0069	0,079 ± 0,0080	0,082 ± 0,0074	0,080 ± 0,0103	MΣ

MΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (*): $p < 0,05$, (**): $p < 0,01$ και (***) : $p < 0,001$

Η επίδραση του παράγοντα που μελετήθηκε, στο σύνολο των μεταβλητών για τις πρωτεάσες των πυλωρικών τυφλών της τσιπούρας, υπήρξε μη σημαντική στατιστικά ($P > 0,05$).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.2.2.3: Πρωτεάσες στην Τσιπούρα
Έντερο σε pH=7,0, pH=10,0 και pH=7,0+10,0**

<i>ΧΡΩΜΑ</i>	<i>ΑΣΠΡΟ</i>	<i>ΜΑΥΡΟ</i>	<i>ΜΠΛΕ</i>	<i>ΥΛΙΝΗ</i>	<i>P</i>
<i>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ</i>					
<i>ΕΝΤΕΡΟ σε pH = 7,0</i>					
<i>Ενεργότητα</i> <i>AC_{INT7}</i> <i>(mg Τυροσίνης/g ιστού/min)</i>	0,081 ± 0,0066 b	0,085 ± 0,0059 b	0,102 ± 0,0086 b	0,055 ± 0,0120 a	**
<i>Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης</i> <i>AC_{INT7}</i> <i>(mg Τυροσίνης/ mg Πρωτεΐνης/min)</i>	0,023 ± 0,0019 b	0,021 ± 0,0015 b	0,025 ± 0,0019 b	0,011 ± 0,0013 a	***
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>CAP_{INT7}</i> <i>(mg Τυροσίνης/min)</i>	0,199 ± 0,0203 b	0,193 ± 0,0124 b	0,226 ± 0,0222 b	0,130 ± 0,0286 a	*
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>% ZB</i> <i>CAP_{INT7FW}</i>	0,098 ± 0,0102 b	0,095 ± 0,0067 b	0,109 ± 0,0101 b	0,064 ± 0,0131 a	*
<i>ΕΝΤΕΡΟ σε pH = 10,0</i>					
<i>Ενεργότητα</i> <i>AC_{INT10}</i> <i>(mg Τυροσίνης/g ιστού/min)</i>	0,106 ± 0,0125	0,093 ± 0,0082	0,110 ± 0,0116	0,096 ± 0,0126	ΜΣ
<i>Ενεργότητα / mg Πρωτεΐνης</i> <i>AC_{INT10}</i> <i>(mg Τυροσίνης/ mg Πρωτεΐνης/min)</i>	0,029 ± 0,0032	0,025 ± 0,0024	0,027 ± 0,0024	0,022 ± 0,0026	ΜΣ
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>CAP_{INT10}</i> <i>(mg Τυροσίνης/min)</i>	0,247 ± 0,0341	0,209 ± 0,0145	0,221 ± 0,0198	0,187 ± 0,0229	ΜΣ
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>% ZB</i> <i>CAP_{INT10FW}</i>	0,107 ± 0,0126	0,106 ± 0,0085	0,109 ± 0,0105	0,092 ± 0,0110	ΜΣ
<i>ΕΝΤΕΡΟ σε pH = 7,0+10,0</i>					
<i>Ενεργότητα</i> <i>AC_{INT}</i> <i>(mg Τυροσίνης/g ιστού/min)</i>	0,184 ± 0,0187 b	0,189 ± 0,0147 b	0,212 ± 0,0190 b	0,126 ± 0,0121 a	*
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>CAP_{INT}</i> <i>(mg Τυροσίνης/min)</i>	0,455 ± 0,0502	0,428 ± 0,0275	0,433 ± 0,0351	0,317 ± 0,0472	ΜΣ
<i>Πεπτική Ικανότητα</i> <i>% ZB</i> <i>CAP_{INTFW}</i>	0,226 ± 0,0267	0,207 ± 0,0142	0,213 ± 0,0186	0,156 ± 0,0219	ΜΣ

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (*): $p < 0,05$, (**): $p < 0,01$ και (***): $p < 0,001$

Όσον αφορά τις τιμές της ενεργότητας των πρωτεασών του εντέρου (AC_{INT7}), της ενεργότητας ανά mg Πρωτεΐνης, της πεπτικής ικανότητας (CAP_{INT7}) και της πεπτικής ικανότητας % ΖΒ του ιχθύος (CAP_{INT7FW}) σε τιμή pH=7,0, οι διαφορές υπήρξαν στατιστικά σημαντικές ($P<0,05$).

Και στις τέσσερις περιπτώσεις, οι υάλινες δεξαμενές, των οποίων οι τιμές υπήρξαν μειωμένες, διέφεραν εκείνων με χρώμα, ενώ δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των δεξαμενών από πολυεστερικό υλικό. Αυξημένες παρατηρήθηκαν οι τιμές για τους ιχθύς των δεξαμενών μπλε χρώματος.

Επίσης, στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P<0,05$) παρουσίασαν οι ολικές τιμές της ενεργότητας των πρωτεασών του εντέρου (pH=7,0+pH=10,0). Οι υάλινες δεξαμενές παρουσίασαν μειωμένες τιμές και διέφεραν των πολυεστερικών. Οι τελευταίες δε διέφεραν μεταξύ τους, ενώ αυξημένες υπήρξαν οι τιμές για τις δεξαμενές μπλε χρώματος.

Για το σύνολο των υπόλοιπων μεταβλητών που αφορούσαν τις πρωτεάσες του εντέρου στην τσιπούρα, οι διαφορές των τιμών υπήρξαν στατιστικά μη σημαντικές ($P>0,05$).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.2.2.4: Πρωτεάσες στην Τσιπούρα
Έντερο και Πυλωρικά Τυφλά σε pH=7,0, pH=10,0**

<i>ΧΡΩΜΑ</i>	<i>ΑΣΠΡΟ</i>	<i>ΜΑΥΡΟ</i>	<i>ΜΠΛΕ</i>	<i>ΥΛΙΝΗ</i>	<i>P</i>
<i>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ</i>					
ΕΝΤΕΡΟ ΚΑΙ ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ σε pH = 7,0					
<i>Ενεργότητα AC₇ (mg Τυροσίνης/g ιστού/min)</i>	0,096 ± 0,0056 b	0,103 ± 0,0060 b	0,113 ± 0,0081 b	0,068 ± 0,0043 a	**
<i>Πεπτική Ικανότητα CAP₇ (mg Τυροσίνης/min)</i>	0,273 ± 0,0191 ab	0,313 ± 0,0203 b	0,311 ± 0,0273 b	0,206 ± 0,0258 a	*
<i>Πεπτική Ικανότητα % ZB CAP_{7FW}</i>	0,127 ± 0,0070 ab	0,152 ± 0,0095 b	0,151 ± 0,0119 b	0,101 ± 0,0114 a	**
ΕΝΤΕΡΟ ΚΑΙ ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ σε pH = 10,0					
<i>Ενεργότητα AC₁₀ (mg Τυροσίνης/g ιστού/min)</i>	0,113 ± 0,0113	0,105 ± 0,0070	0,120 ± 0,0106	0,111 ± 0,0104	ΜΣ
<i>Πεπτική Ικανότητα CAP₁₀ (mg Τυροσίνης/min)</i>	0,313 ± 0,0285	0,288 ± 0,0200	0,305 ± 0,0236	0,273 ± 0,0276	ΜΣ
<i>Πεπτική Ικανότητα % ZB CAP_{10FW}</i>	0,151 ± 0,0139	0,145 ± 0,0113	0,150 ± 0,0123	0,135 ± 0,0142	ΜΣ

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (*): $p < 0,05$, (**): $p < 0,01$ και (***): $p < 0,001$

Σημαντικές στατιστικά ($P < 0,05$) υπήρξαν οι διαφορές των τιμών που προσδιορίστηκαν για τις ολικές πρωτεάσες της τσιπούρας σε τιμή pH=7,0 και αφορούσαν την ενεργότητα (AC₇), την πεπτική ικανότητα (CAP₇) και την πεπτική ικανότητα % ZB του ιχθύος (CAP_{7FW}).

Για τις τιμές της ενεργότητας, οι υάλινες δεξαμενές διέφεραν των δεξαμενών από πολυεστερικό υλικό, οι οποίες όμως, δε διέφεραν μεταξύ τους. Όσον αφορά την πεπτική ικανότητα και την πεπτική ικανότητα % ZB, οι υάλινες δεξαμενές διέφεραν εκείνων με σκούρο χρώμα (μπλε και μαύρο), ενώ οι πολυεστερικές δεξαμενές δε διέφεραν μεταξύ τους. Στο σύνολο των μεταβλητών μειωμένες υπήρξαν οι τιμές για τις υάλινες δεξαμενές, ενώ αυξημένες για εκείνες σκούρου χρώματος.

Οι τιμές της ενεργότητας (AC₁₀), της πεπτικής ικανότητας (CAP₁₀) και της πεπτικής ικανότητας % ZB (CAP_{10FW}) που μετρήθηκαν για τιμή pH=10,0, δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$).

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.2.2.5: Πρωτεάσες στην Τσιπούρα
Ολικές Τιμές για Στόμαχο, Έντερο και Πυλωρικά Τυφλά

<i>ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ</i>	<i>ΧΡΩΜΑ</i>				<i>P</i>
	<i>ΑΣΠΡΟ</i>	<i>ΜΑΥΡΟ</i>	<i>ΜΠΛΕ</i>	<i>ΥΛΑΙΝΗ</i>	
ΟΛΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΙΑ ΣΤΟΜΑΧΟ, ΕΝΤΕΡΟ ΚΑΙ ΠΥΛΩΡΙΚΑ ΤΥΦΛΑ					
<i>Ενεργότητα</i>					
<i>TAC</i> (<i>mg Τυροσίνης/g ιστού/min</i>)	0,208 ± 0,0085	0,228 ± 0,0139	0,248 ± 0,0122	0,214 ± 0,0161	<i>ΜΣ</i>
<i>Πεπτική Ικανότητα</i>					
<i>TCAP</i> (<i>mg Τυροσίνης/min</i>)	0,883 ± 0,0553	0,905 ± 0,0400	0,880 ± 0,0412	0,738 ± 0,0414	<i>ΜΣ</i>
<i>Πεπτική Ικανότητα</i>					
<i>% ZB</i> <i>TCAP_{FW}</i>	0,408 ± 0,0219	0,433 ± 0,0252	0,448 ± 0,0251	0,350 ± 0,0234	<i>ΜΣ</i>

ΜΣ: μη σημαντικές επιδράσεις, (): p < 0,05, (**): p < 0,01 και (***): p < 0,001*

Μη σημαντικές στατιστικά ($P > 0,05$) υπήρξαν τέλος, οι διαφορές των τιμών που προσδιορίστηκαν και αφορούσαν την ολική ενεργότητα των πρωτεασών (TAC) στην τσιπούρα, την πεπτική ικανότητα (TCAP) και την πεπτική ικανότητα % ZB του ιχθύος (TCAP_{FW}) .

7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στη διεθνή βιβλιογραφία δεν αναφέρονται παρατηρήσεις σχετικά με την επίδραση του χρώματος των δεξαμενών εκτροφής στα πεπτικά ένζυμα της τσιπούρας, του λαβρακιού, αλλά και άλλων ειδών ιχθύων, αν και αρκετοί παράγοντες που καθορίζουν το περιβάλλον διαβίωσης των ιχθύων έχουν κατά καιρούς αποτελέσει αντικείμενο διερευνήσεως από τους μελετητές.

Όσον αφορά το λαβράκι:

Όπως υποδεικνύουν τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων και των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν, το πεπτικό του σύστημα είναι το τυπικό ενός σαρκοφάγου ιχθύος. Επιβεβαιώνεται η παρουσία των τμημάτων που συγκροτούν τον πεπτικό σωλήνα, όπως και η λειτουργικότητα αυτών, όσον αφορά τη σύνθεση και έκκριση των ενζύμων (Παπουτσόγλου, 2008).

Ένα σημαντικό τμήμα, τουλάχιστον από την άποψη του βάρους του πεπτικού σωλήνα στο λαβράκι, καταλάμβανε ο στόμαχος, στο σύνολο των χειρισμών. Παρόμοιο με εκείνο του στομάχου προσδιορίστηκε το βάρος του εντέρου στα τρία χρώματα και στις υάλινες δεξαμενές. Το μήκος του εντέρου υπήρξε μικρό (κοντό έντερο), ενώ η άποψη πως ο λόγος του μήκους του εντέρου προς το ολικό μήκος του σώματος στα είδη των σαρκοφάγων ιχθύων έχει τιμή μικρότερη της μονάδας, επιβεβαιώθηκε. Το μήκος του εντέρου σχετίζεται με το διατροφικό τύπο του ιχθύος, το είδος της τροφής που καταναλώνει και την ευκολία με την οποία αυτή πέπτεται, δηλαδή την ευπεπτότητά της. Δεδομένου ότι οι τροφές ζωικής προελεύσεως πέπτονται σχετικά εύκολα, απαιτείται μία λιγότερο εκτεταμένη επιφάνεια απορροφήσεώς τους. Αντίθετα, οι φυτοφάγοι ιχθύες χαρακτηρίζονται από ένα μεγάλο μήκος εντέρου, εξασφαλίζοντας μία μεγαλύτερη επιφάνεια, προκειμένου να ανταπεξέλθουν στη δυσκολία πέψεως των τροφών φυτικής προελεύσεως που καταναλώνουν (Παπουτσόγλου, 2008). Ένα μικρότερο τμήμα του πεπτικού σωλήνα από άποψη βάρους, καταλάμβαναν τα πυλωρικά τυφλά.

Η ικανότητα υδρολύσεως των υδατανθράκων διαπιστώθηκε μέσω της δράσεως των καρβοϋδρασών, στα πυλωρικά τυφλά και το έντερο του ιχθύος. Η πεπτική ικανότητα των καρβοϋδρασών στα πυλωρικά τυφλά υπήρξε αρκετά υψηλή στο σύνολο των χειρισμών, αποδεικνύοντας τη συμβολή τους στην πέψη των υδατανθράκων. Η πεπτική ικανότητα των καρβοϋδρασών του εντέρου προσδιορίστηκε υψηλότερη εκείνης των πυλωρικών τυφλών, ως αναμενόταν, δεδομένης και της μεγαλύτερης επιφάνειας του εντέρου, στο σύνολο των χειρισμών (Buddington and Diamond, 1986, Cuvier-Peres et al., 2001, Papoutsoglou and Lyndon, 2005, Παπουτσόγλου, 2008).

Όσον αφορά τα αποτελέσματα για τις πρωτεΐνες, προέκυψαν τα ακόλουθα:

Η ικανότητα του ιχθύος να αξιοποιήσει τις πρωτεΐνες της τροφής, υπήρξε εμφανής. Επιβεβαιώθηκε η παρουσία της πεψίνης στο στόμαχο (προσδιορισμός σε pH=1,5) και των υπόλοιπων ενζύμων (τρυψίνη και χυμοτρυψίνη σε pH=7,0, καρβοξυπεπτιδάσες, ελαστάση, κολλαγενάση σε pH=10,0) στο έντερο και τα πυλωρικά τυφλά του ιχθύος, στο

σύνολο των χειρισμών. Οι παρατηρήσεις αυτές βρίσκονται σε συμφωνία με εκείνες αντίστοιχων μελετών (Eshel et al., 1993, Cuvier-Peres et al., 2001, Παπουτσόγλου, 2008).

Η ενεργότητα των πρωτεασών του στομάχου ($\text{pH}=1,5$), ως αναμενόταν λόγω του διατροφικού τύπου του ιχθύος, υπήρξε αυξημένη, γεγονός που δικαιολογείται και από την αυξημένη επιφάνεια του ιστού. Αρκετά μικρότερη υπήρξε η ενεργότητα για τα πυλωρικά τυφλά, επιβεβαιώνοντας ωστόσο τη συμμετοχή τους στην αξιοποίηση των πρωτεϊνών της τροφής. Οι τιμές που προσδιορίστηκαν για τιμή $\text{pH}=7,0$ (τρυσίνη και χυμοτρυσίνη), υπήρξαν μικρότερες εκείνων για $\text{pH}=10,0$ (καρβοξυπεπτιδάσες, ελαστάση, κολλαγενάση) στο σύνολο των χειρισμών. Φαίνεται πως η κύρια πρωτεολυτική ικανότητα των πυλωρικών τυφλών στο λαβράκι εκφράζεται σε αυξημένη τιμή pH , αν και η παρατήρηση αυτή δεν είναι δυνατόν να επιβεβαιωθεί με παρόμοια αποτελέσματα άλλων μελετών. Υψηλότερη εκείνης των πυλωρικών τυφλών, υπήρξε η ενεργότητα των πρωτεασών του εντέρου, με τις τιμές για $\text{pH}=7,0$ (τρυσίνη και χυμοτρυσίνη), να εμφανίζονται μικρότερες εκείνων για $\text{pH}=10,0$ (καρβοξυπεπτιδάσες, ελαστάση, κολλαγενάση). Τα αποτελέσματα αυτά βρίσκονται σε συμφωνία με εκείνα αντίστοιχης μελέτης (Eshel et al., 1993), όπου παρατηρήθηκε πως η κύρια πρωτεολυτική ενεργότητα του εντέρου στο λαβράκι, παρουσιάστηκε μεταξύ των τιμών $\text{pH}=9,0$ και $10,0$.

Σε γενικές γραμμές, αυξημένη υπήρξε η ενεργότητα των πρωτεασών στην υψηλή τιμή pH ($10,0$) για το λαβράκι, γεγονός που υποδεικνύει πιθανόν πως τα πεπτικά του ένζυμα λειτουργούν καλύτερα σε ένα έντονα βασικό περιβάλλον.

Όσον αφορά την τσιπούρα:

Επιβεβαιώθηκε η κατάταξή της από άποψη διατροφικού τύπου, στους σαρκοφάγους ιχθύς. Ο στόμαχος υπήρξε ανεπτυγμένος και καταλάμβανε ένα σημαντικό τμήμα του πεπτικού σωλήνα, από άποψη βάρους. Όμως, στο σύνολο των χειρισμών, η υπεροχή του βάρους του εντέρου υπήρξε εμφανής, δεδομένου ότι είχε υπερδιπλάσιο βάρος εκείνου του στομάχου. Η άποψη που διατυπώθηκε σχετικά με το λόγο του μήκους του εντέρου προς το ολικό μήκος του σώματος του ιχθύος, επιβεβαιώθηκε και στην περίπτωση αυτή. Ένα αρκετά σημαντικό τμήμα του πεπτικού σωλήνα καταλάμβαναν τα πυλωρικά τυφλά.

Η ικανότητα υδρολύσεως των υδατανθράκων παρατηρήθηκε για την τσιπούρα, μέσω της δράσεως των καρβοϋδρασών, για τα πυλωρικά τυφλά και το έντερο. Υψηλή προσδιορίστηκε η ενεργότητα των καρβοϋδρασών για το έντερο, στο σύνολο των χειρισμών. Οι παρατηρήσεις αυτές επιβεβαιώνουν αντίστοιχες μελέτες σχετικά με τα ένζυμα αυτά στην τσιπούρα (Munilla-Moran et al., 1996, Hidalgo et al., 1999, Papoutsoglou and Lyndon, 2005, Παπουτσόγλου, 2008). Τα αποτελέσματα μίας άλλης μελέτης σχετικά με τις καρβοϋδράσες της τσιπούρας (Alarcon et al., 2001), υποδεικνύουν μία υψηλή ενεργότητά τους στον πεπτικό σωλήνα του ιχθύος, πιθανόν επιτρέποντας τη χρήση ενός αυξημένου ποσού υδατανθράκων, στην κατάρτιση του σιτηρεσίου της. Στην ίδια μελέτη διαπιστώθηκε πως η ενεργότητα της αμυλάσης ειδικά,

υπήρξε αυξημένη σε είδη φυτοφάγων και παμφάγων ιχθύων, σε σύγκριση με τους σαρκοφάγους, όπως ήταν αναμενόμενο λόγω του είδους της διατροφής των ιχθύων.

Σχετικά με τα αποτελέσματα για τις πρωτεάσες της τσιπούρας:

Η ικανότητα υδρολύσεως των πρωτεϊνών της τροφής αποδείχτηκε, με τη δράση του στομάχου (πεψίνη σε pH=1,5), αλλά και των πυλωρικών τυφλών και του εντέρου (τρυψίνη και χυμοτρυψίνη σε pH=7,0, καρβοξυπεπτιδάσες, ελαστάση, κολλαγενάση σε pH=10,0). Οι παρατηρήσεις αυτές βρίσκονται σε συμφωνία με εκείνες αντίστοιχων μελετών των πρωτεολυτικών ενζύμων του ιχθύος (Munilla-Moran and Saborido-Rey, 1996, Alarcon et al., 1998, Hidalgo et al., 1999, Deguara et al., 2003, Psochiou et al., 2007, Παπουτσόγλου, 2008).

Αυξημένη προσδιορίστηκε η ενεργότητα των πρωτεασών του στομάχου, γεγονός αναμενόμενο, δεδομένου του διατροφικού τύπου του ιχθύος. Αρκετά υψηλή υπήρξε και η ενεργότητα των πρωτεασών των πυλωρικών τυφλών για το σύνολο των χειρισμών, επιβεβαιώνοντας τον ουσιαστικό τους ρόλο για τις διεργασίες της πέψης. Υψηλότερη όλων διαπιστώθηκε η ενεργότητα του εντέρου, γεγονός που δικαιολογείται και από την αυξημένη επιφάνειά του, σε σχέση με το στόμαχο και τα πυλωρικά τυφλά των ιχθύων.

Για τα πυλωρικά τυφλά και το έντερο, τα αποτελέσματα υπήρξαν παρόμοια για τις δύο τιμές pH (7,0 και 10,0), στις οποίες έγιναν οι προσδιορισμοί. Αντίθετα, σε μελέτη που έγινε με σκοπό τον προσδιορισμό των ενζύμων κατά μήκος του πεπτικού σωλήνα του ιχθύος (Deguara et al., 2003), προέκυψε πως οι ενεργότητες της τρυψίνης και της χυμοτρυψίνης (pH=7,0) υπήρξαν υψηλότερες εκείνων της καρβοξυπεπτιδάσης A και B (pH=10,0), για τα πυλωρικά τυφλά και το έντερο.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υποδεικνύουν πως κάποια χρώματα των τοιχωμάτων σε συνδυασμό πιθανόν με το υλικό κατασκευής των δεξαμενών, επηρεάζουν την ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων των ιχθύων που μελετήθηκαν. Μία γενικότερη άποψη για το αν τα υψηλά επίπεδα ενεργότητας των πεπτικών ενζύμων των ιχθύων εξασφαλίζουν και την καλύτερη αξιοποίηση της τροφής προς τη μέγιστη ανάπτυξή τους, παρά το γεγονός πως υπάρχουν παρόμοιες αναφορές (Hidalgo et al, 1999), δεν είναι δυνατόν να διατυπωθεί, δεδομένου ότι φαίνεται πως ο μεταβολισμός διαθέτει τη δυνατότητα προωθήσεως της αναπτύξεώς του, μέσω του περιορισμού της καταναλώσεως των πρωτεϊνών (Woo and Kelly, 1995, Rungruangsak-Torrissen et al., 2006). Επομένως, οι αυξημένες τιμές ενεργότητας των πρωτεασών και καρβοϋδρασών για κάποια χρώματα των δεξαμενών στο λαβράκι και την τσιπούρα, δε συνεπάγονται απαραίτητα και τη μέγιστη ανάπτυξη των ατόμων.

Στη μελέτη αυτή αυξημένες τιμές προσδιορίστηκαν για τις καρβοϋδράσες και τις πρωτεάσες στο λαβράκι, στις υάλινες και άσπρες δεξαμενές, ενώ μειωμένες υπήρξαν για τις δεξαμενές σκούρου χρώματος (μπλε και μαύρο). Στην τσιπούρα, για τις καρβοϋδράσες, αυξημένες προσδιορίστηκαν οι τιμές για τις υάλινες και άσπρες δεξαμενές και μειωμένες για τις σκουρόχρωμες δεξαμενές. Στις πρωτεάσες της τσιπούρας, αυξημένες υπήρξαν οι τιμές για τις μπλε και άσπρες δεξαμενές και μειωμένες κυρίως για τις υάλινες. Μπορεί να διατυπωθεί η άποψη πως το περιβάλλον των

δεξαμενών στις οποίες προσδιορίστηκαν οι αυξημένες τιμές ενεργότητας των ενζύμων προσομοιάζει περισσότερο με εκείνο της ελεύθερης διαβίωσης των ιχθύων στο φυσικό τους περιβάλλον. Ρηγά και καθαρά παράκτια ύδατα κυρίως, για το λαβράκι και ολόκληρη η υδάτινη μάζα για την τσιπούρα (FAO, 2008, Παπουτσόγλου, 2008).

Αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, πως μερικά χρώματα δεξαμενών εκτροφής (σκουρόχρωμες και ιδιαίτερα οι μαύρου χρώματος) ευνοούν την πρόκληση χρόνιου stress στους εκτρεφόμενους ιχθύς, συγκρινόμενα με άλλα χρώματα (ανοιχτόχρωμες και κυρίως άσπρες δεξαμενές). Υπό την επίδραση του stress, η φυσιολογική κατάσταση του οργανισμού μεταβάλλεται, όπως και οι φυσιολογικές του λειτουργίες. Μεταξύ των λειτουργιών που διαταράσσονται, είναι πολύ πιθανόν να ανήκει και η λειτουργία του πεπτικού συστήματος, η οποία με τη σειρά της θα επηρεάσει την έκκριση και ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων.

Παρατηρήσεις σχετικές με τη χρήση δεξαμενών από γυαλί, δεν αναφέρονται στη βιβλιογραφία. Θεωρείται όμως σημαντικό να αναφερθεί πως οι υάλινες δεξαμενές αποτελούν μια ιδιάζουσα περίπτωση. Επιτρέπουν στους ιχθύς να βλέπουν τι συμβαίνει γύρω τους, όπως τις κινήσεις του προσωπικού του εργαστηρίου, γεγονός που ενδέχεται να αυξάνει την επίδραση του stress. Ακόμη, τα τοιχώματα της δεξαμενής λειτουργούν ως ένα είδος καθρέφτη, επιτρέποντας στους ιχθύς να βλέπουν τον εαυτό τους, αλλά και τα άτομα γύρω τους. Ίσως αυτός είναι ο κύριος λόγος της εκδηλώσεως αντιδράσεων (έντονες και νευρικές κινήσεις) και στα δύο είδη ιχθύων που μελετήθηκαν, όταν η εκτροφή τους πραγματοποιήθηκε σε υάλινες δεξαμενές. Σε κάθε περίπτωση όμως, πρέπει να τονιστεί πως οι ιχθύες είναι εγκλιματισμένοι στις δεξαμενές αυτές για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα και έχουν κατά κάποιο τρόπο συνηθίσει. Στην πλειοψηφία των αποτελεσμάτων, οι υάλινες δεξαμενές διέφεραν από τις αντίστοιχες πολυεστερικές και ιδιαίτερα εκείνες σκούρου χρώματος. Το τελευταίο είναι μάλλον αναμενόμενο, δεδομένου ότι σε αυτές το περιβάλλον διαβίωσης είναι διαφορετικό εκείνου των πολυεστερικών δεξαμενών, όπως και οι αλληλεπιδράσεις των ιχθύων μεταξύ τους, με το περιβάλλον διαβίωσής τους και ιδιαίτερα το φωτισμό, αλλά και με τον άνθρωπο.

Παρατηρήθηκε επίσης, πως διαφορετική ενδέχεται να είναι η αντιμετώπιση ενός παράγοντα που προκαλεί stress στον οργανισμό, ανάλογα με το χρώμα της δεξαμενής εκτροφής του. Ένας από τους πλέον συνηθισμένους τρόπους αντιμετώπισης του stress που μπορεί να τους προκαλεί το περιβάλλον διαβίωσής τους, είναι η μεταβολή του χρώματος του δέρματός τους. Συνήθως η μεταβολή αυτή αποσκοπεί στο να γίνει ο ιχθύς όσο το δυνατόν πιο αόρατος, σε σχέση με το περιβάλλον του, όπως παρατηρήθηκε για τον κυπρίνο σε αντίστοιχη μελέτη (Papoutsoglou et al., 2000), αλλά και την πέρκα, όπου σκουρόχρωμες, σχεδόν μαύρου χρώματος, πέρκες προέρχονταν από τις δεξαμενές μαύρου χρώματος, ενώ εκείνες των άσπρων δεξαμενών υπήρξαν ανοιχτόχρωμες (Strand et al., 2007). Ο τρόπος αυτός αντιδράσεως φαίνεται να λειτουργεί σε κάποιο βαθμό, καθησυχαστικά για τον οργανισμό, δεδομένου ότι τον καθιστά όσο το δυνατόν πιο αόρατο στον οποιοδήποτε εχθρό του.

Στην παρούσα μελέτη διαφορά στο χρωματισμό του δέρματος των ιχθύων παρατηρήθηκε μεταξύ των ιχθύων που εκτρέφονταν σε ανοιχτόχρωμες (άσπρες) και

σκουρόχρωμες (κυρίως τις μαύρες) δεξαμενές. Η επίδραση του χρώματος της δεξαμενής εκτροφής με το χρώμα του δέρματος του ιχθύος φαίνεται να σχετίζεται κυρίως με τη δράση ορμονών και ιδιαίτερα των MCH και MSH. Η πρώτη είναι υπεύθυνη για το σκούρο χρώμα των ιχθύων (σε δεξαμενές σκούρου χρώματος), ενώ η δεύτερη για το ανοιχτό χρώμα αυτών (σε ανοιχτόχρωμες δεξαμενές). Αλληλεπιδράσεις και με άλλες ορμόνες, όπως η μελατονίνη, η GnRH (Amiya et al., 2008), η κορτιζόλη, η αδρεναλίνη, η νοραδρεναλίνη και οι θυρεοειδικές ορμόνες, είναι επίσης πιθανές. Το τελευταίο αποκτά ιδιαίτερη σημασία, δεδομένου ότι το καταναλωτικό κοινό έχει μία εικόνα για κάθε είδος ιχθύος, όσον αφορά την εξωτερική του εμφάνιση και κυρίως, το χρώμα του σώματός του, η οποία συνήθως σχετίζεται με την εικόνα του ιχθύος στο φυσικό περιβάλλον διαβίωσής του. Οποιαδήποτε απόκλιση από αυτό, όπως ένα σκουρότερο χρώμα του συνηθισμένου, είναι πολύ πιθανόν να προκαλέσει αρνητική εντύπωση και να μειώσει την αγοραστική αξία του προϊόντος. Αυτό δεν είναι επιθυμητό για τον παραγωγό.

Πιθανή αντίδραση στην επίδραση του stress αποτελεί και η εκδήλωση επιθετικής συμπεριφοράς από τους ιχθύς (Höglund et al., 2002), όπως παρατηρήθηκε και για τα δύο είδη ιχθύων, όταν η εκτροφή τους έγινε στις μαύρες δεξαμενές. Τα ήδη στρεσαρισμένα άτομα αντιδρούν έντονα σε οποιονδήποτε παράγοντα τους προκαλέσει πρόσθετη ενόχληση, όπως η ανθρώπινη παρουσία. Ιδιαίτερα για το λαβράκι αναφέρεται πως τόσο σύμφωνα με τις εργαστηριακές παρατηρήσεις, όσο και με βάση εκείνες στους χώρους εκτροφής του, αποτελεί έναν ιδιαίτερα ευαίσθητο οργανισμό, που στρεσάρεται εύκολα και γι' αυτό απαιτεί προσεκτικούς χειρισμούς (FAO, 2008, Παπουτσόγλου, 2008).

Η κακή φυσιολογική κατάσταση των ιχθύων ως αποτέλεσμα της επιδράσεως του stress, φαίνεται να επηρεάζει την πεπτικότητα της τροφής. Ο βαθμός επιδράσεως αυτής σχετίζεται με την ένταση της προαγωγής των καταβολικών σε συνδυασμό με την ένταση της παρεμποδίσεως των αναβολικών διεργασιών των ιχθύων.

Συνήθως, το οξύ stress προκαλεί έντονες επιδράσεις, οι οποίες εκδηλώνονται κυρίως με διαταραχές του ρυθμού κενώσεως του πεπτικού σωλήνα, με αποτέλεσμα την αποβολή ποσοτήτων άπεπτης τροφής και την παραγωγή άφθονης ποσότητας υποτονικών ούρων. Τα συμπτώματα όμως αυτά δεν χαρακτηρίζουν και τις περιπτώσεις του χρόνιου και συνήθως όχι τόσο έντονου stress, που επικρατεί στην ελεγχόμενη εκτροφή των ιχθύων. Σε αυτήν, το stress αποτελεί μία μάλλον μόνιμη κατάσταση, δεδομένου ότι στην εντατική εκτροφή η ανθρώπινη παρέμβαση φτάνει στο μέγιστο βαθμό της, σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα εκτροφής. Παρά το γεγονός ότι οι αντιδράσεις του οργανισμού αποσκοπούν στην προσαρμογή του ατόμου, πιθανόν μακροπρόθεσμα να προκύψουν αρνητικές συνέπειες για το ισοζύγιο του αζώτου, το μεταβολισμό, το καρδιαγγειακό, το πεπτικό και το ανοσολογικό σύστημα του ιχθύος (Παπουτσόγλου, 1998).

Αποτέλεσμα της επιδράσεως του χρόνιου stress συνήθως είναι η ενεργοποίηση νευροορμονικών μηχανισμών με τους οποίους πολύ συχνά εκφράζονται διαταραχές της ομοιοστασίας των ιχθύων. Σημαντικό ρόλο στην όλη διαδικασία κατέχουν τα κορτικοστεροειδή και ιδιαίτερα η κορτιζόλη και οι κατεχολαμίνες.

Πιο συγκεκριμένα, η αυξημένη συγκέντρωση κορτικοστεροειδών στο αίμα επιφέρει διάφορες αντιδράσεις, οι οποίες κατά κανόνα αποσκοπούν στην αύξηση της παραγωγής ενέργειας. Η κορτιζόλη θεωρείται ως δείκτης της επιδράσεως του stress, δεδομένου ότι τα επίπεδα αυτής αυξάνονται και χρησιμοποιείται ευρέως στον προσδιορισμό του. Στην παρούσα μελέτη όμως, δεν έγινε προσδιορισμός της. Στην πλειοψηφία των σχετικών μελετών, αύξηση των επιπέδων της παρατηρήθηκε για τους ιχθύς που εκτρέφονταν σε δεξαμενές μαύρου χρώματος, σε σύγκριση με εκείνους των δεξαμενών άσπρου χρώματος, υποδεικνύοντας πως οι πρώτοι ιχθύες υπήρξαν περισσότερο στρεσαρισμένοι. Η φλοιοεπινεφριδιοφλοιοτρόπος ορμόνη (ACTH) και τα κορτικοστεροειδή αυξάνουν επίσης, την ενεργότητα της λιπάσης επί των τριγλυκεριδίων, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό τη συγκέντρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων για οξείδωση, επομένως και την παραγωγή ενέργειας. Αυτές οι αντιδράσεις αποσκοπούν στη βραχυπρόθεσμη προσαρμογή των ατόμων, μέσω της αυξημένης παραγωγής ενέργειας, που αποτελεί άμεση ανάγκη, όμως αν συνεχιστούν για μεγάλο χρονικό διάστημα θα προκαλέσουν πιθανόν την εξάντληση του οργανισμού (Παπουτσόγλου, 1998, Mommsen et al., 1999, Παπουτσόγλου, 2008).

Η αυξημένη έκκριση αδρεναλίνης και νοραδρεναλίνης στο αίμα, αποτελούν το αποτέλεσμα της διεγέρσεως του συμπαθητικού συστήματος και της καταστολής του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος. Η αδρεναλίνη και η νοραδρεναλίνη προωθούν τις μεταβολικές επιδράσεις των κορτικοστεροειδών (λιπόλυση και ηπατική γλυκονογένεση). Κυρίως όμως, επιδρούν αρνητικά στη λειτουργία του γαστρεντερικού σωλήνα, μειώνοντας την κινητικότητά του και την εκκριτική του δραστηριότητα. Αποτέλεσμα αυτών είναι η ανεπαρκής πέψη και απορρόφηση των συστατικών της τροφής. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα σχετικής μελέτης (Kuz'mina et al., 2003) επίδραση της αδρεναλίνης παρατηρήθηκε και στην ολική αμυλολυτική ικανότητα για το χρυσόψαρο. Η διέγερση του συμπαθητικού συστήματος περιορίζει επίσης, την έκκριση της ινσουλίνης, η δράση της οποίας είναι αντίθετη εκείνης της αδρεναλίνης (Kuz'mina et al., 2003).

Άλλες ορμόνες οι οποίες φαίνεται πως σχετίζονται με την επίδραση του χρόνιου stress στον οργανισμό, είναι η αυξητική ορμόνη (GH), οι ορμόνες του θυρεοειδούς αδένου (TH) και οι γοναδοτρόπες ορμόνες (GTH). Η δράση της αυξητικής ορμόνης, φαίνεται ότι συνδέεται με τη φυσιολογική κατάσταση του οργανισμού. Αν και το όλο φαινόμενο εμφανίζεται ιδιαίτερα πολύπλοκο και δεν έχει ακόμα αποσαφηνιστεί με επάρκεια, φαίνεται πως η θετική δράση της ορμόνης αυτής θα αναμένεται μόνο στην περίπτωση ιχθύων σε ικανοποιητική φυσιολογική κατάσταση, γεγονός που συνδέεται και με τις σωστές συνθήκες εκτροφής τους. Αναφέρεται μάλιστα, η συσχέτιση της δράσεως της αυξητικής ορμόνης με το συντελεστή ευρωστίας του ιχθύος. Σε περιπτώσεις ιχθύων που βρίσκονται σε άσχημη φυσιολογική κατάσταση, παρεμποδίζεται η δράση της αυξητικής ορμόνης, παρά το γεγονός ότι τα επίπεδα αυτής μπορεί να είναι υψηλά. Αιτία για αυτό πιθανόν να αποτελεί η μείωση των υποδοχέων της ορμόνης. Παρόμοιο φαινόμενο έχει αναφερθεί και στους ανώτερους σπονδυλόζωους οργανισμούς, τα πτηνά και τα θηλαστικά (Παπουτσόγλου, 1998).

Οι θυρεοειδικές ορμόνες βελτιώνουν την ανάπτυξη των ιχθύων (σε μήκος και βάρος), καθώς και το συντελεστή εκμεταλλεύσεως της τροφής, συμβάλλοντας στην πέψη και αφομοίωση της τροφής. Γενικά τα επίπεδα αυτών στο αίμα των ιχθύων σχετίζονται άμεσα με τη διατροφική κατάσταση του οργανισμού, δεδομένου ότι σε κατάσταση πείνας μειώνονται σημαντικά, για να αποκατασταθούν με την πρόσληψη τροφής (Σμοκοβίτης, 1993, Παπουτσόγλου, 1998, Παπουτσόγλου, 2008).

Η επίδραση των γοναδοτρόπων ορμονών είναι μάλλον πολύπλοκη και έμμεση, δεδομένου ότι σχετίζεται και με την έκκριση της αυξητικής ορμόνης. Η άμεση συσχέτιση των γοναδοτρόπων ορμονών με τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος δεν έχει αποσαφηνιστεί μέχρι τώρα, όμως φαίνεται πως η σύνθεση και έκκρισή τους επηρεάζεται από την επίδραση του stress.

Θεωρείται σημαντικό να αναφερθεί πως οι διάφορες ορμόνες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, γεγονός που καθιστά το όλο θέμα ακόμα πιο πολύπλοκο. Για παράδειγμα, τα κορτικοστεροειδή ανταγωνίζονται τη δράση της ινσουλίνης και αναστέλλουν την έκκριση της ACTH, ενώ αντίθετα, η αδρεναλίνη διεγείρει την έκκριση αυτής. Ειδικά η κορτιζόλη φαίνεται να αλληλεπιδρά με τις περισσότερες από τις ορμόνες, που προαναφέρθηκαν (Barton, 1991, Σμοκοβίτης, 1993, Παπουτσόγλου, 1998, Mommsen et al., 1999, Barton, 2002, Παπουτσόγλου, 2005, Nelson and Sheridan, 2006, Παπουτσόγλου, 2008).

Και άλλες ορμόνες φαίνεται πως σχετίζονται άμεσα με τη λειτουργία του γαστρεντερικού σωλήνα των ιχθύων, η συσχέτισή τους όμως με την επίδραση του περιβάλλοντος διαβιώσεως του ιχθύος και επομένως με το χρώμα των δεξαμενών, δεν έχει ακόμα αποσαφηνιστεί. Μεταξύ αυτών αναφέρεται το αγγειοκινητικό πεπτίδιο του εντέρου (VIP) (σύσπαση των λείων μυϊκών ινών του τοιχώματός του εντέρου και αύξηση της έκκρισης των παγκρεατικών ενζύμων), η γλυκαγόνη (γλυκογονόλυση και λιπόλυση και σχετίζεται με τα επίπεδα της ινσουλίνης), η σωματοστατίνη (προάγει τις καταβολικές διεργασίες), το παγκρεατικό πολυπεπτίδιο (PP) (επηρεάζει τις γαστρικές και παγκρεατικές εκκρίσεις), η χοληκυστοκινίνη (CCK) (σχετίζεται με την εκκριτική δραστηριότητα του παγκρέατος), η γαλανίνη, η σεροτονίνη, η βομβεσίνη, η νευροτασίνη, η σεκρετίνη και άλλες (Παπουτσόγλου, 1998, Buddington and Krogdahl, 2004, Nelson and Sheridan, 2006).

Διαπιστώνεται λοιπόν, πως ένα πλήθος ορμονών σε συνδυασμό με τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις, επηρεάζουν τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος των ιχθύων, επομένως και τη σύνθεση και έκκριση των πεπτικών ενζύμων. Το όλο φαινόμενο είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο, εξαρτάται από το είδος του ιχθύος που ερευνάται και χρειάζεται περισσότερη διερεύνηση.

Η κατανάλωση της τροφής από τον οργανισμό, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αντίληψή της. Δεδομένου ότι η όραση συμβάλλει σε σημαντικό βαθμό στην επίτευξη τουλάχιστον του εντοπισμού της τροφής και την κατανόηση αυτής στα περισσότερα είδη των ιχθύων, διαφορετικού διατροφικού τύπου και σε όλα τα στάδια της ζωής τους (Παπουτσόγλου, 2008), ένα περιβάλλον διαβιώσεως που θα δημιουργεί μία έντονη

αντίθεση με την τροφή, αναμένεται να έχει θετικό αποτέλεσμα. Το περιβάλλον συγκροτείται όχι μόνο από το χρώμα των δεξαμενών εκτροφής, αλλά και τις αλληλεπιδράσεις του με το φως. Είναι γνωστό πως το επίπεδο διατροφής του λαβρακιού επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από την εποχή του χρόνου. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα διατρέφεται κυρίως τις νυχτερινές ώρες, γεγονός που εξηγεί και την υψηλή ανάπτυξή του, ενώ κυρίως κατά τη διάρκεια της ημέρας για τον υπόλοιπο χρόνο. Παρά το γεγονός πως η όραση κατέχει ένα σημαντικό ρόλο στην ικανότητα του ιχθύος να πιάνει την τροφή, φαίνεται πως συμμετέχουν και άλλες αισθήσεις (χημικά-μηχανικά ερεθίσματα, πλευρική γραμμή). Αναφέρεται σε σχετική μελέτη που πραγματοποιήθηκε, πως στο λαβράκι η ικανότητα καταναλώσεως των σύμπηκτων περιορίζεται σημαντικά κατά τις νυχτερινές ώρες. Παρόμοιες παρατηρήσεις έγιναν και για τα άτομα του σολομού (Rubio et al., 2003).

Η πρόκληση του αισθήματος της πείνας, καθώς και της διαθέσεως των ιχθύων για πρόσληψη τροφής αποτελούν ένα ιδιαίτερα σύνθετο φαινόμενο, που δεν έχει ακόμα αποσαφηνιστεί με επάρκεια. Ο ρόλος όμως ορισμένων νευροορμονικών μηνυμάτων θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικός. Μεταξύ αυτών αναφέρονται ουσίες οι οποίες σχετίζονται με τη φυσιολογική κατάσταση του οργανισμού και με την πιθανή επίδραση του stress (αδρεναλίνη, αυξητική ορμόνη, κατεχολαμίνες, TH, ACTH, MCH, MSH, καθώς και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις) και χαρακτηρίζονται ανάλογα με τη δράση τους, ως ορεξιογόνες ή ανορεξιογόνες. Αναμένεται δηλαδή πως το stress θα επηρεάσει έμμεσα και την κατανάλωση της τροφής (Le Bail and Boeuf, 1997, Lin et al., 2000, Kuz'mina et al., 2003, Παπουτσόγλου, 2008), οπότε σε τελική ανάλυση και την ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων του ιχθύος. Ασφαλή συμπεράσματα για την επίδραση κάθε ορμόνης στην όρεξη του λαβρακιού ή της τσιπούρας, δεν είναι δυνατόν να προκύψουν, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν σχετικές αναφορές μελετών.

Άλλες ουσίες οι οποίες αναφέρεται πως σχετίζονται με την επιθυμία του ιχθύος να λάβει τροφή είναι η σεροτονίνη, η βομβεσίνη, η ντοπαμίνη και η γαλανίνη (Παπουτσόγλου, 2008). Απαιτείται όμως, περισσότερη διερεύνηση προκειμένου να αποσαφηνιστεί η σχέση τους με το περιβάλλον διαβιώσεως των ιχθύων και πάντα σε συνάρτηση με το είδος του ιχθύος που μελετάται.

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, διαπιστώνεται πως η μακροχρόνια παραμονή του λαβρακιού και της τσιπούρας σε δεξαμενές διαφορετικού χρώματος επηρεάζει την ενεργότητα των πεπτικών ενζύμων τους. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, μειωμένες τιμές ενεργότητας προσδιορίστηκαν για τις δεξαμενές μαύρου χρώματος. Διάφοροι νευροορμονικοί παράγοντες και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις, φαίνεται να αποτελούν την κύρια αιτία της επιδράσεως αυτής. Διαπιστώνεται πως σε γενικές γραμμές, ένα περιβάλλον που θα μοιάζει με το φυσικό περιβάλλον διαβιώσεως του ιχθύος περιορίζει την επίδραση του stress και επιτρέπει την καλύτερη εκδήλωση των φυσιολογικών λειτουργιών του οργανισμού.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

► Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης επιβεβαιώνουν τη γνωστή άποψη πως το λαβράκι και η τσιπούρα, ανήκουν από την άποψη του διατροφικού τους τύπου, στην κατηγορία των σαρκοφάγων ιχθύων. Μάλιστα, το λαβράκι είναι ένα αμιγώς σαρκοφάγο είδος ιχθύος, ενώ η τσιπούρα διαθέτει τη δυνατότητα να αξιοποιήσει επαρκώς τους υδατάνθρακες, χωρίς αυτό να σημαίνει πως αυτοί θα απομακρύνουν τις πρωτεΐνες από το σιτηρέσιό της ή θα υπερβούν την ποσότητα αυτών.

► Η σημασία των πυλωρικών τυφλών στην πέψη των ιχθύων είναι εμφανής, δεδομένου ότι προσδιορίστηκαν σημαντικές τιμές ενεργότητας αυτών για τις καρβουδράσες και τις πρωτεάσες. Απαιτείται όμως περαιτέρω διερεύνηση, προκειμένου να αποσαφηνιστεί αν τα ένζυμα παράγονται επί τόπου στα πυλωρικά τυφλά ή εισέρχονται σε αυτά κατά την επεξεργασία της τροφής.

► Μελετώντας την επίδραση του χρώματος του τοιχώματος δεξαμενής στα πεπτικά ένζυμα, διαπιστώθηκε πως οι τιμές ενεργότητας των πεπτικών ενζύμων παρουσιάστηκαν αυξημένες για το λαβράκι, όταν η εκτροφή του πραγματοποιήθηκε σε άσπρες και υάλινες δεξαμενές, ενώ για την τσιπούρα, σε εκείνες άσπρου και μπλε χρώματος. Στο σύνολο σχεδόν, μειωμένες υπήρξαν οι τιμές για τους ιχθύς των μαύρων δεξαμενών. Το γεγονός αυτό φαίνεται να είναι το αποτέλεσμα της επιδράσεως του stress και των ποικίλων πολύπλοκων διεργασιών του νευροορμονικού συστήματος, που συνεπάγεται η παρουσία του (ορμόνες και αλληλεπιδράσεις αυτών). Διαφορές προσδιορίστηκαν στο χρωματισμό του δέρματος, αλλά και τη συμπεριφορά των ιχθύων, ανάλογα με το περιβάλλον διαβιώσεώς τους (έντονη κινητικότητα, επιθετικότητα).

► Τέλος, όταν κατασκευάζονται οι εγκαταστάσεις εκτροφής των ιχθύων, ιδιαίτερα της εντατικής εκτροφής, όπου το περιβάλλον διαβιώσεως των ιχθύων είναι πλήρως ελεγχόμενο, μία εμπειριστατωμένη μελέτη θεωρείται απαραίτητη. Αυτή θα περιλαμβάνει τη γνώση της βιολογίας, της οικολογίας, καθώς και της ηθολογίας των εκτρεφόμενων ειδών, κυρίως προς την αποφυγή κατασκευαστικών και λειτουργικών λαθών.

Έτσι, το περιβάλλον διαβιώσεως του οργανισμού θα είναι το δυνατόν το επιθυμητό για αυτόν, η επίδραση του stress θα περιορίζεται, δεδομένου ότι η πλήρης εξάλειψή του θεωρείται μάλλον αδύνατη, οι φυσιολογικές του λειτουργίες θα εκφράζονται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και το αποτέλεσμα της εκτροφής θα είναι το επιθυμητό για τον παραγωγό, εξασφαλίζοντας σε μικρό χρονικό διάστημα ένα ποιοτικό προϊόν και ένα καλό οικονομικό αποτέλεσμα.

Η οποιαδήποτε παρέκκλιση από το επιθυμητό περιβάλλον θεωρείται αυθαίρετη, καθιστά τον οργανισμό σε εγρήγορση, αναγκάζοντάς τον να μεταβάλλει τη

συμπεριφορά του και τις φυσιολογικές του λειτουργίες, προκειμένου να αντιμετωπίσει την ανεπιθύμητη κατάσταση.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- ◆ Alarcon F. J., Diaz M., Moyano F. J., Abellan E. (1998). Characterization and functional properties of digestive proteases in two sparids: gilthead seabream (*Sparus aurata*) and common dentex (*Dentex dentex*). *Fish Physiology and Biochemistry* 19: 257-267.
- ◆ Alarcon F. J., Martinez T. F., Diaz M., Moyano F. J. (2001). Characterization of digestive carbohydrase activity in the gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Hydrobiologia* 445: 199–204.
- ◆ Amano M. and Takahashi A. (2009). Melanin–concentrating hormone: A neuropeptide hormone affecting the relationship between photic environment and fish with special reference to background color and food intake regulation. www.elsevier.com/locate/peptides, doi:10.1016/j.peptides.2009.05.022
- ◆ Amiya N., Amano M., Yamanome T., Takahashi A., Yamanome T., Kawauchi H., Yamamori K. (2005). Effects of tank color on melanin–concentrating hormone levels in the brain, pituitary gland and plasma of the barfin flounder as revealed by a newly developed time–resolved fluoroimmunoassay. *General and Comparative Endocrinology* 143: 251–256.
- ◆ Amiya N., Amano M., Yamanome T., Yamamori K., Takahashi A. (2008). Effects of background color on GnRH and MCH levels in the barfin flounder brain. *General and Comparative Endocrinology* 155: 88–93.
- ◆ Barcellos L. J. G., Kreutz L. C., Quevedo R. M., Santos da Rosa J. G., Koakoski G., Centenaro L., Pottker E. (2009). Influence of color background and shelter availability on jundia (*Rhamdia quelen*) stress response. *Aquaculture* 288: 51–56.
- ◆ Barton B. A. (1991). Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Diseases*, 3-26.
- ◆ Barton B. A. (2002). Stress in Fishes: A Diversity of Responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids. *Integrative and Comparative Biology* 42/3:517-525.
- ◆ Bolasina D., Tagawa M., Yamashita Y., Tanaka M. (2006). Effect of stocking density on growth, digestive enzyme activity and cortisol level in larvae and juveniles of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture* 259: 432–443.

- ◆ Bolasina S. N., Tagawa M., Yamashita Y. (2007). Changes on cortisol level and digestive enzyme activity in juveniles of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, exposed to different salinity regimes. *Aquaculture* 266: 255–261.
- ◆ Bradner J. and McRobert S. P. (2001). Background colouration influences body colour segregation in mollies. *Journal of Fish Biology* 59: 673–681.
- ◆ Brandsen M. P., Butterfield G. M., Walden J., McEvoy L. A., Bell J. G. (2005). Tank colour and dietary arachidonic acid affects pigmentation, eicosanoid production and tissue fatty acid profile of larval Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture* 250: 328–340.
- ◆ Browman H. I., Marcotte B. M. (1987). Effects of Prey Color and Background Color on Feeding by Atlantic Salmon Alevins. *The Progressive Fish-Culturist* 49: 140–143.
- ◆ Buddington R. K. and Diamond J. M. (1986). Aristotle revisited: The function of pyloric caeca in fish. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 83: 8012-8014.
- ◆ Buddington R. K. and Krogdahl A. (2004). Hormonal regulation of the fish gastrointestinal tract. *Comparative Biochemistry and Physiology A*/139: 261-271.
- ◆ Cuvier-Peres A., Jourdan St., Fontaine P., Kestermon P. (2001). Effects of light intensity on animal husbandry and digestive enzyme activities in sea bass *Dicentrarchus labrax* post-larvae. *Aquaculture* 202: 317-328.
- ◆ Deguara S., Jauncey K., Agius C. (2003). Enzyme activities and pH variations in the digestive tract of gilthead sea bream. *Journal of Fish Biology* 62: 1033-1043.
- ◆ Doolan B. J., Booth M. A., Jones P. L., Allan G. L. (2007). Effect of cage colour and light environment on the skin colour of Australian snapper *Pagrus auratus* (Bloch and Schneider, 1801). *Aquaculture Research* 38: 1395–1403.
- ◆ Doolan B. J., Allan G. L., Booth M. A., Jones P. L. (2008). Cage colour and post-harvest K⁺ concentration affect skin colour of Australian snapper *Pagrus auratus* (Bloch and Schneider, 1801). *Aquaculture Research* 39: 919–927.
- ◆ Duray M. N., Estudillo C. B., Alpasan L. G. (1996). The effect of background color and rotifer density on rotifer intake, growth and survival of the grouper (*Epinephelus suillus*) larvae. *Aquaculture* 146: 217–224.
- ◆ Eshel A., Lindner P., Smirnoff P., Newton S., Harpaz S. (1993). Comparative study of proteolytic enzymes in the digestive tracts of the European sea bass and hybrid striped bass reared in freshwater. *Comparative Biochemistry and Physiology* 106A: 627-634.
- ◆ FAO–Fisheries and Aquaculture Department, 2008:
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata/en
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en

- ◆ Fujimoto M., Arimoto T., Morishita F., Naitoh T. (1991). The background adaptation of the Flatfish, *Paralichthys olivaceus*. *Physiology and Behavior* 50: 185–188.
- ◆ Hidalgo M. C., Urea E., Sanz A. (1999). Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. *Aquaculture* 170: 267-283.
- ◆ Höglund E., Balm P.H., Winberg S. (2002). Behavioural and neuroendocrine effects of environmental background colour and social interaction in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *The Journal of Experimental Biology* 205: 2535-2543.
- ◆ Jensen J. and Holmgren S. (1985). Neurotransmitters in the intestine of the Atlantic cod, *Gadus Morhua*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 82C/1: 81-89.
- ◆ Jentoft S., Oxnevad S. (2006). Effects of Tank Wall Color and Up-welling Water Flow on Growth and Survival of Eurasian Perch Larvae (*Perca fluviatilis*). *Journal of the World Aquaculture Society* 37: (3), 313–317.
- ◆ Karakatsouli N., Papoutsoglou S. E., Manolessos G. (2007). Combined effects of rearing density and tank colour on the growth and welfare of juvenile white sea bream *Diplodus sargus* L. in a recirculating water system. *Aquaculture Research* 38/11: 1152-1160.
- ◆ Kuz'mina V.V. (1996). Influence of age on digestive enzyme activity in some freshwater teleosts. *Aquaculture* 148: 25-37.
- ◆ Kuz'mina V. V., Golovanova I. L., Kovalenko E. (2002). Separate and Combined Effects of Cadmium, Temperature and pH on Digestive Enzymes in Three Freshwater Teleosts. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 69: 302–308.
- ◆ Kuz'mina V. V., Garina , D. V., Yablochkina E. V. (2003). Effect of Adrenaline on Amylolytic Activity of the Intestinal Mucosa, Glycemia Level, and Glycogen Concentration in Tissues of the Golden Carp *Carassius auratus* and Crucian Carp *Carassius carassius*. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology* 39/2: 184-189.
- ◆ Le Bail P.Y. and Boeuf G. (1997). What hormones may regulate food intake in fish? *Aquatic Living Resources* 10: 371-379.
- ◆ Lin X., Volkoff H., Narnaware Y., Bernier N.J., Peyon P., Peter R.E. (2000). Brain regulation of feeding behavior and food intake in fish (Review). *Comparative Biochemistry and Physiology* A/126: 415–434
- ◆ Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. (1951). Protein measurement with the Folin Phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry* 193: 265-275
- ◆ McLean E., Cotter P., Thain Cl., King N. (2008). Tank color impacts performance of cultured fish. *Ribastro* 66/2: 43–54.

- ◆ Merighe G.K.F., Pereira-Da-Silva E.M., Negrao J.A., Ribeiro S. (2004). Effect of background color on the social stress of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 33/4: 828-837.
- ◆ Mommsen T.P., Vijayan M.M., Moon T.W. (1999). Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action and metabolic regulation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 9: 211–268.
- ◆ Munilla-Moran R. and Saborido-Rey (1996). Digestive Enzymes in Marine Species. I. Proteinase Activities in Gut from Redfish (*Sebastes mentella*), Seabream (*Sparus aurata*) and Turbot (*Scophthalmus maximus*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 113B/2: 395-402.
- ◆ Munilla-Moran R. and Saborido-Rey (1996). Digestive Enzymes in Marine Species. II. Amylase Activities in Gut from Redfish (*Sebastes mentella*), Seabream (*Sparus aurata*) and Turbot (*Scophthalmus maximus*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 113B/4: 827-834.
- ◆ Nelson L.E. and Sheridan M. A. (2006). Gastroenteropancreatic hormones and metabolism in fish. *General and Comparative Endocrinology* 148/2: 116-124.
- ◆ Παπουτσόγλου Σ. Ε. (1998). Ενδοκρινολογία Ιχθύων. Εκδόσεις Σταμούλης Αθ. Αθήνα.
- ◆ Papoutsoglou S. E., Mylonakis G., Miliou H., Karakatsouli N. P., Chadio S. (2000). Effects of background color on growth performances and physiological responses of scaled carp (*Cyprinus carpio* L.) reared in a closed circulated system. *Aquacultural Engineering* 22: 309–318.
- ◆ Papoutsoglou S. E., Karakatsouli N. P., Chiras G. (2005). Dietary L-tryptophan and tank colour effects on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles reared in a recirculating water system. *Aquacultural Engineering* 32: 277–284.
- ◆ Papoutsoglou E. S. and Lyndon A. R. (2005). Effect of incubation temperature on carbohydrate digestion in important teleosts for aquaculture. *Aquaculture Research* 36: 1252-1264.
- ◆ Παπουτσόγλου Σ. Ε. (2005). Stress factors affecting production in intensive and super-intensive rearing systems in finfish culture. *Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης, Animal Science Review*, τεύχος 33:71-80.
- ◆ Papoutsoglou E. S. and Lyndon A. R. (2006a). Digestive proteases and carbohydrases along the alimentary tract of the stargazer, *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758. *Mediterranean Marine Science* 7/1: 5-14.
- ◆ Papoutsoglou E. S. and Lyndon A. R. (2006b). Digestive enzymes along the alimentary tract of the parrotfish *Sparisoma cretense*. *Journal of Fish Biology* 69: 130-140.
- ◆ Παπουτσόγλου Σ. Ε. (2008). Διατροφή Ιχθύων. Εκδόσεις Σταμούλης Αθ. Αθήνα.

- ◆ Papoutsoglou S. E., Karakatsouli N. P., Batzina A., Papoutsoglou E. S., Tsopelekos A. (2008). Effect of music stimulus on gilthead seabream *Sparus aurata* physiology under different light intensity in a re-circulating water system. *Journal of Fish Biology* 73/4: 980-1004.
- ◆ Papoutsoglou S. E., Karakatsouli N. P., Papoutsoglou E. S., Vasilikos G. (2009). Common carp (*Cyprinus carpio*) response to two pieces of music (“Eine Kleine Nachtmusik” and “Romanza”) combined with light intensity, using recirculating water system. *Fish Physiology and Biochemistry*, doi:10.1007/s10695-009-9324-8
- ◆ Pavlidis M., Karkana M., Fanouraki E., Papandroulakis N. (2008). Environmental control of skin colour in the red porgy, *Pagrus pagrus*. *Aquaculture Research* 39: 837–849.
- ◆ Pedreira M. M., Sipauba–Tavares L. H. (2001). Effect of light green and dark brown colored tanks on survival rates and development of tambaqui larvae, *Colossoma macropomum* (Osteichthyes, Serrasalmidae). *Acta Scientiarum* 23/2: 521–525.
- ◆ Pena R., Dumas S., Trasvina A., Garcia G., Pliego–Cortez H. (2005). Effects of tank colour and prey density on first feeding of the spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner) larvae. *Aquaculture Research* 36: 1239–1242.
- ◆ Psochiou E., Mamuris Z., Panagiotaki P., Kouretas D., Moutou A. (2007). The response of digestive proteases to abrupt salinity decrease in the euryhaline sparid *Sparus aurata* L. *Comparative Biochemistry and Physiology B* 147: 156-163.
- ◆ Rotllant J., Tort L., Montero D., Pavlidis M., Martinez M., Wendelaar Bonga S. E., Balm P. H. M. (2003). Background colour influence on the stress response in cultured red porgy *Pagrus pagrus*. *Aquaculture* 223: 129–139.
- ◆ Rubio V. C., Sanchez-Vazquez F. J., Madrid J.A. (2003). Nocturnal feeding reduces sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) pellet-catching ability. *Aquaculture* 220/1-4: 697-705.
- ◆ Rungruangsak-Torrissen K., Moss R., Andersen L. H., Berg A., Waagbo R. (2006). Different expressions of trypsin and chymotrypsin in relation to growth in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Fish Physiology and Biochemistry* 32: 7-23.
- ◆ Shan X., Xiao Z., Huang W., Dou S. (2008). Effects of photoperiod on growth, mortality and digestive enzymes in miuiy croaker larvae and juveniles. *Aquaculture* 281: 70–76.
- ◆ Σμοκοβίτης Α. (1993). Φυσιολογία. Εκδόσεις Αδερφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- ◆ Σταθόπουλος Α. Σ. (2006). Επίδραση του χρώματος των δεξαμενών εκτροφής (με ή χωρίς προηγούμενο εγκλιματισμό) στην ανάπτυξη νεαρών ατόμων τσιπούρας *Sparus aurata*. Πτυχιακή Μελέτη του φοιτητή Σταθόπουλου Αλέξανδρου-Σταμάτιου στο Εργαστήριο Εφηρμοσμένης Υδροβιολογίας του Τμήματος Ζωικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

- ◆ Strand A., Alanara A., Staffan F., Magnhagen C. (2007). Effects of tank colour and light intensity on feed intake, growth rate and energy expenditure of juvenile Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. *Aquaculture* 272: 312–318.
- ◆ Suzer C., Saka Ş., Firat K. (2006). Effects of illumination on early life development and digestive enzyme activities in common Pandora *Pagellus erythrinus* L. larvae. *Aquaculture* 260: 86-93.
- ◆ Tamazouzt L., Chatain B., Fontaine P. (2000). Tank wall colour and light level affect growth and survival of Eurasian perch larvae (*Perca fluviatilis* L.). *Aquaculture* 182 (1–2): 85–90.
- ◆ Tsuzuki M, Sugai J. K., Maciel J. C., Francisco C. J., Cerqueira V. R. (2007). Survival, growth and digestive enzyme activity of juveniles of the fat snook (*Centropomus parallelus*) reared at different salinities. *Aquaculture* 271: 319–325.
- ◆ Van der Salm A. L., Pavlidis M., Flik G., Wendelaar Bonga S. E. (2006). The acute stress response of red porgy, *Pagrus pagrus*, kept on a red or white background. *General and Comparative Endocrinology* 151: 210–219.
- ◆ Woo N.Y.S., Kelly S.P. (1995). Effects of salinity and nutritional status on growth and metabolism of *Sparus sarba* in a closed seawater system. *Aquaculture* 135: 229–238.
- ◆ Yamanome T., Masafumi A., Takahashi A. (2005). White background reduces the occurrence of staining activates melanin–concentrating hormone and promotes somatic growth in barfin flounder. *Aquaculture* 244: 323–329.